

**IJEASED****INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN**

Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi
ISSN: 2667-8764 , 2(1), 88-108, 2020
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>





Araştırma Makalesi / Research Article

Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi

Muammer YAMAN ^{1*}, Füsün DEMİREL ¹

¹ Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, 06570, Türkiye.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
*Sorumlu Yazar / Corresponding Author : muammeryaman@gazi.edu.tr	Geliş Tarihi / Received Date :	21.03.2020
 https://orcid.org/0000-0002-8767-4811 , M. Yaman	Revizyon Tarihi / Revision Date :	25.04.2020
 https://orcid.org/0000-0002-8217-4797 , F. Demirel	Kabul Tarihi / Accepted Date :	11.05.2020
	Yayın Tarihi / Published Date :	15.07.2020

Alıntı / Cite : Yaman, M., Demirel, F. (2020). Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1), 88-108.

Özet

Cephe yangınları bina kullanıcıları için can ve mal güvenliği açısından riskler oluşturmaktadır. Risklerin azaltılarak cepheden beklenen yangın güvenlik performansının oluşturulmasında mimari tasarım ve uygulama aşamasında, birtakım aktif ve pasif güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmada cephe yangın dinamiği üzerinde durulmuş, cephelerde pasif yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulmasına yönelik incelemeler yapılmıştır. Ayrıca cephelerde pasif yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulması kapsamında cephe malzemeleri ve detaylar aracılığıyla araştırmalar yapılmış, cephe yangın güvenlik önlemlerine yönelik ülkemiz mevzuatı (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, BYKHY), Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Singapur, Yeni Zelanda, Birleşik Arap Emirlikleri ve Avustralya yangın mevzuatları ele alınmıştır. Cephe yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulmasında ulusal ve uluslararası mevzuatlar; cephe malzemeleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler, dış duvar dayanım süreleri ve otomatik söndürme sistemleri üzerinden incelenerek karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak, gelecekte cephe yangın risklerinin azaltılarak kullanıcı can ve mal güvenliğinin sağlanmasına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Cephe yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ülkemiz yangın mevzuatında bulunan yapı yüksekliklerine göre malzeme kullanımı, cephe açıklıklarının detaylandırılması ve otomatik söndürme sistem kullanım gerekliliklerinin geliştirilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cephe yangın güvenliği, Yangının yayılması, Mevzuat, Cephe malzemeleri, Yapım sistemleri.

Fire Safety Precautions on Facade and Comparative Analysis of Regulations

Abstract

Facade fires pose risks to life and property safety for building users. During the architectural design and construction process, a number of active and passive fire safety precautions are required to be taken in order to take the expected

fire safety performance from the facade by reducing the risks. In this context, the article focuses on facade fire dynamics and investigates on the creation of passive fire safety measures on facades. Moreover, the creation of passive fire safety precautions on the facades, researches have been made through the facade materials and details, fire regulations of Turkey (Turkey's Regulation on Fire Protection, TRFP), United States, United Kingdom, Singapore, New Zealand, United Arab Emirates and Australia for facade fire safety precautions have been discussed. National and international regulations in the creation of facade fire safety precautions have been examined and analysed through facade materials, horizontal fire barriers, facade openings, distance between buildings, external wall resistance and automatic extinguishing systems. As a result of the study, assessments are made to reduce the risk of facade fires and to save the life and property safety of building users for future. Within the framework of the facade fire safety precautions, it has been proposed to use the materials according to the building heights, to detail the facade openings and to use the automatic extinguishing system requirements in our country's fire regulation.

Keywords: *Fire safety of facades, Fire propagation, Regulation, Facade materials, Construction systems.*

1. Giriş

Binalarda ortaya çıkan yangınlar can ve mal güvenliği açısından büyük riskler oluşturmaktadır. Can ve mal güvenliğinin sağlanmasında risklerin azaltılmasına yönelik aktif ve pasif yangın güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında pasif yangın güvenlik önlemlerinden yapı malzemelerinin ve yapı elemanlarının önemi büyüktür. Özellikle bina cepheleri, iç ve dış mekân arasındaki bağlantıyı oluşturması nedeniyle yangın güvenliği açısından riskli yapı elemanlarıdır. Yangının binaya sıçramasında, yatay ve düşey yönde yayılmasında kritik yapı elemanları olarak cepheler, tasarım aşamasında birtakım güvenlik önlemleri ile donatılmalıdır. Bu çerçevede asgari koşulları tasarımcıya ve uygulamacıya sunan mevzuatlar, temel kritik önlemler ile belirleyici olmaktadır.

Ülkemizde yangın güvenliğinin sağlanmasına yönelik alınabilecek önlemler, mevzuatlar ve standartlar çerçevesinde güvence altına alınmıştır. Mevzuatlar asgari koşulların sağlanmasına yönelik gereklilikleri barındırmaktadır. Yakın geçmiş dönemde ortaya çıkan cephe yangınları, ilgili mevzuatların geliştirilmesini ve revize edilmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle yangın güvenliği konusunda gelişmiş ülke mevzuatlarının ortaya konularak ülkemiz mevzuatının değerlendirmesi yapılmalı ve tasarıma yönelik mevzuat kapsamında alternatif çözüm önerileri sunulmalıdır.

2. Cephe Yapım Türleri ve Yangın İlişkisi

Günümüzde bina içi gerekli konfor koşullarının sağlanmasına yönelik cepheden beklenen, bulunduğu fiziksel çevre koşullarına uygun çözüm önerileri getirebilmesidir. Cephelerde kullanılan malzemeler ve katmanlaşma çözümleri bu çerçevede ele alınmalıdır. Yapı Malzemeleri Yönetmeliği'nde yapı malzemelerinden beklenen performans gereksinimleri belirtilmiştir:

- Mekanik dayanım ve stabilite

- Yangın durumunda emniyet
- Hijyen, sağlık ve çevre
- Kullanımda erişilebilirlik ve güvenlik
- Gürültüye karşı koruma
- Enerjiden tasarruf ve ısı muhafazası
- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı (Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, 2013).

Yangın güvenliğinin sadece yapı malzemeleri ve yapı elemanları ölçeğinde ele alınması yetersiz olmaktadır. Bina ve yerleşim ölçeklerinin de yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi önemli yangın güvenlik önlemlerini oluşturmaktadır. Özellikle yangına müdahale edilmesi (kontrol altına alma, söndürme, kurtarma ve soğutma çalışmaları) bina cepheleri üzerinden olduğu düşünüldüğünde cephe yangınları için risk daha çok artmaktadır.

Yakın geçmiş dönemde ülkemizde yaşanmış olan cephe yangınları analiz edilmiştir (Tablo 1). Ülkemizde bina cephelerinde kullanılan yangıncılık sınıfı düşük (normal alevlenici, kolay alevlenici) malzemelerin tercih edildiği, havalandırılmalı cephelerde (giydirmeye cepheler) ise yangının düşey yönde yayılmasının engellenmesine yönelik önlemlerin alınmadığı tespit edilmiştir.

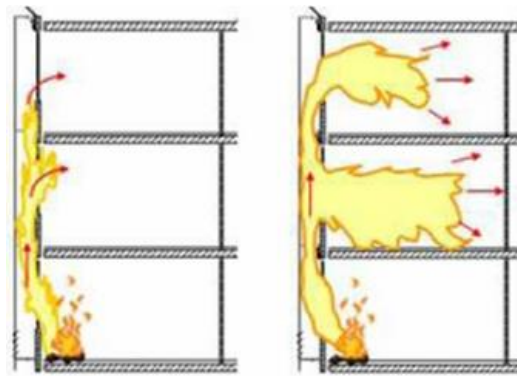
Tablo 1. Türkiye’de yaşanmış olan cephe yangınları (Yaman, 2019)

No	Bina Adı	Bina Kullanım Sınıfı	Kat Sayısı	Konum	Yangın Yılı	Cephe Malzemesi / Sistemi
1	Polat Tower	Konut	44	İstanbul	2012	Giydirme Cam Cephe Alüminyum Cephe
2	Keşan Devlet Hastanesi	Sağlık	7	Edirne	2016	Petrol Türevli Isı Yalıtımı Metal Kompozit Panel
3	Alican Otel	Konaklama	6	İzmir	2018	PVC Esaslı Yalı Baskı Kaplama
4	Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Sağlık	11	İstanbul	2018	Petrol Türevli Isı Yalıtımı Metal Kompozit Panel
5	Küçükbakkalköy İş Merkezi	Büro	9	İstanbul	2018	Petrol Türevli Isı Yalıtımı Alüminyum Giydirmeye Cephe
6	Sultangazi Huzurevi	Sağlık	6	İstanbul	2018	Giydirme Cam Cephe Alüminyum Cephe Metal Kompozit Panel
7	Avrasya Üniversitesi Fakülte Binası	Eğitim	7	Trabzon	2019	Petrol Türevli Isı Yalıtımı Metal Kompozit Panel

Cephe yangın güvenlik önlemlerinin oluşturulmasında cephe yapım türlerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Tek katmanlı, çift katmanlı, giydirmeye cepheler konu kapsamında ele alınmalı ve farklı cephe türlerine ait yangın güvenlik önlemleri oluşturulmalıdır.

Tek katmanlı cepheler, iç ve dış ortamı birbirinden ayıran tek katmandan oluşan cephe yapım türleridir. Katman içerisinde bulunan yalıtım tabakaları (ısı ve su yalıtımları, buhar dengeleyici ve nem bariyerleri) cephe dış kaplama malzemesi ile kaplanmaktadır. Cephe dış kaplama malzemesinin yangına tepkisi önemli olmakla birlikte alt katman malzemelerinin de yangına tepkisi bilinmeli, mevzuat gereklilikleri çerçevesinde kullanılmalıdır. Özellikle cephe dış kaplama malzemesinde derzlerinin bulunması, dış kaplama malzemesinin dökülmesi ve ısı iletkenliğinin fazla olması gibi durumlarda katman içinde bulunan malzemelerin yangına tepkisi bilinmelidir (Altındaş ve Demirel, 2011). Ülkemizde çok fazla uygulama alanı bulunan mantolama sistemlerde, ısı yalıtım malzemelerinin niteliği, statik dayanımı ve duvara bağlı uygun çalışabilmesi yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde önemli olmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin yangına karşı dayanıklı olması, yanmaz malzemelerden seçilmesi, zehirli gaz çıkarma ve damlama özelliklerinin bulunmaması tercih edilmelidir (Kanan, 2014).

Çift katmanlı cepheler, binanın ilk cephesine ikinci bir cephe entegre edilmesi ile oluşan özellikle yüksek binalarda tercih edilen cephe türleridir. Katmanlar arası mesafe 20 cm ile 200 cm arasında değişmektedir. Katmanlar arası boşlukta hava dolaşımı sağlanmaktadır. Çift katmanlı cephelerde iç mekânda ortaya çıkan yangın iç katmanda bulunan camı ısınım (radyasyon) etkisi ile kırılmaktadır. Kırılan cam ile birlikte alev ve duman iki katman arasındaki boşluğa dolmaktadır. Alev ve duman, baca etkisi ile birlikte katmanlar arası boşluktan hızlı bir şekilde üst noktalara yayılmaktadır. Üst katlarda bulunan açık pencerelerden veya sıcaklık etkisi ile kırılan camlardan iç mekânlara sızılmaktadır (Chow ve Hung, 2006; Chow, 2013) (Şekil 1).



Şekil 1. Çift katmanlı cephelerde yangın yayılımı (BBRI, 2002)

Çift katmanlı cephelerde cephe bölümlenme tiplerine göre alev ve duman yayılması farklılık göstermektedir. Yangın güvenliği bakımından en riskli olan çok katlı çift katmanlı cephe tipleridir. Bunun nedeni cephenin kesintiye uğratılmadan bir bütün olarak tasarlanmasıdır. Çift katmanlı

cephelerde riskin en az olduğu cephe türü ise, kutu tipi çift katmanlı cephe tipleridir. Bölgesel kesintiler yangın alevini ve dumanını muhafaza etmektedir (Vagglio ve Patterson, 2011; Kıasf, 2016).

Giydirme cepheler; yapının taşıyıcı sistemi içerisinde görevi olmayan kendi statik yükünü ve etkilendiği yatay yükleri özel bağlantı elemanları ile yapı taşıyıcı sistemine aktaran cephe türleridir. Boşluklu yapıda kurgulanan giydirme cephelerde katman içerisinde yalıtım malzemelerinin yangına tepkisi önemli olmaktadır. Boşluk içerisinde alev ve duman yayılmasının engellenmesine yönelik yatayda ve düşeyde yangın bariyerlerinin kullanılması gerekmektedir. Yangın sırasında yüksek ısı ve sıcaklık değerlerine maruz kalan konstrüksiyon elemanların (ahşap elemanlar veya alüminyum profiller) yangına direnç göstermesi belirli bir süre gerçekleşmektedir. Giydirme cephe bileşenlerinin cepheden kopması ve düşmesi, yangında tahliye aşamasındaki bireyler için, söndürme ve soğutma çalışmaları yapan görevliler için sorun teşkil etmektedir.

Farklı cephe tasarımlarında yangın güvenliğinin sağlanmasında; cephe sisteminin binaya ek olarak getirdiği yangın yükü dikkate alınmalıdır. Yangın riskinin yüksek olduğu cephelerde özel tasarım gerekliliklerine uyulmalıdır (Yaman ve Kurtay, 2019). Dikey yeşil cepheler, fotovoltaiik panelli cepheler, medya cepheleri ve kinetik cepheler bu hususta dikkat edilmesi gereken cephe türlerini oluşturmaktadır. Cephelerde elektrik donanımlarının bulunması yangın riskini artırmaktadır. Periyodik olarak cihaz bakımlarının yapılması ve tasarımlarında yangın güvenlik önlemlerine yönelik gerekli uygulamaların kurgulanması önem taşımaktadır.

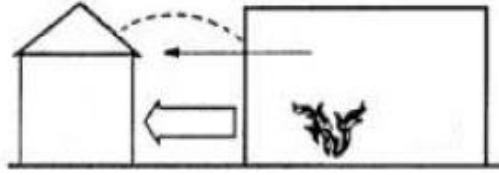
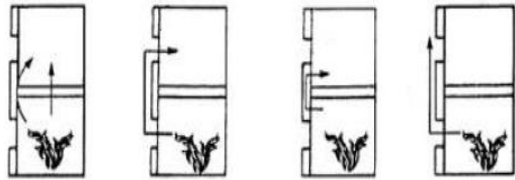
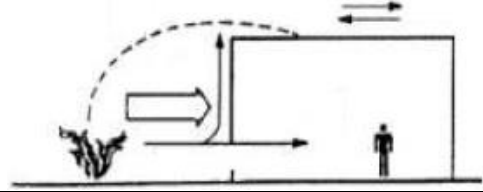
3. Cephelerde Yangının Ortaya Çıkma ve Yayılma Nedenleri

Cephelerde ortaya çıkan yangınları dâhili (kapalı hacim yangınları) ve harici (komşu binadaki yangınlar ve cephe ile çevresinde oluşacak yangınlar) yangınlar olarak sınıflandırmak mümkündür. Dâhili yangınlar; kapalı hacimde ortaya çıkarak cepheyi etkisi altına alan yangınlardır. Cephelerde kurgulanan açıklıklar, malzeme ve katman detayları, kat ve mekân geçiş boşlukları yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde büyük önem taşımaktadır. Harici yangınlar; bina cephelerine dış ortamdan sirayet eden yangınlardır. Işınım etkisi, rüzgârın etkisi, binalar arası mesafeler, bina bitişiğinde bulunan kent donatıları gibi unsurlar yangının ortaya çıkmasında etkili olmaktadır (Kılıç, 2012).

Cephe yangınları gerekli önlemler alınmadığı durumlarda cephe sistemlerinde yatay ve düşey 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 (Tablo 2).

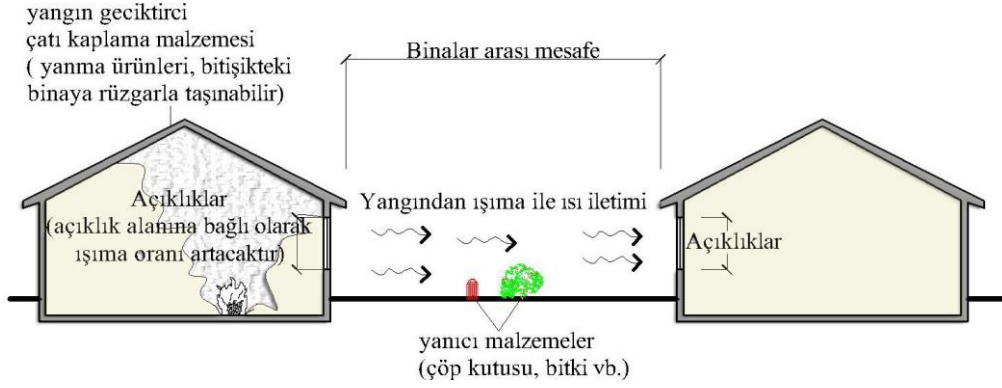
Tablo 2. Cephe yangınları yayılma senaryoları (Forest & Wood Products Australia, 2011)

Cephe Yangın Senaryoları	Açıklamalar	Şema Gösterimleri (TSE ISO/TR 13387-6, 2010)
Dış kaynaklar aracılığı ile cephe yangın yayılımı	Bitişik yapılardan kaynaklı veya araç, çöp konteynırı, klima vb. donatılardan kaynaklı yangınların yayılmasıdır.	
İç mekândan cepheye sirayet eden yangın ve duman yayılımı	Yapı elemanlarının ara kesitlerinde, cephe döşeme birleşimlerinde ve malzemeler arası oluşan boşluklarda yangının ve dumanın yayılmasıdır.	
Bitişik yapılar aracılığıyla cephe yangın yayılımı	Bina çevresindeki elemanların uzaklık mesafelerine göre belirli bir radyasyon etkisi ile yangının yayılmasıdır.	

Cephelerde yangının yayılmasında hızlandırıcı etkisi olan faktörlerin bilinmesi ve doğru şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Cephelerde yangının yayılmasını etkileyen faktörler, yangın güvenli cephe tasarımında öncelikli kararlar olarak yer almalıdır.

3.1. Binanın Konumu ve Binalar Arası Mesafeler

Yanmakta olan binadan diğer binaya yangının geçişi alevin doğrudan binaya ulaşması, havada uçuşan yanan parçacıklar ile ulaşması, taşıma yolu ile ısının ulaşması, ışınım yolu (radyasyon) ile ısının ulaşması şekillerinde gerçekleşmektedir (Serteser, 2004) (Şekil 2). Bu tip cephe yangın yayılmasını önlemek amacıyla yanıcı malzeme kullanımının azaltılması, binalar arası mesafelerin gerekli sınır değerlerde sağlanması, cephe açıklık oranlarının uygun şekilde düzenlenmesi, yangın çıkma ihtimali yüksek olan elemanların (çöp, araç, kuru ot, aydınlatma elemanları vb.) bina cephelerinden uzak tutulması gerekmektedir (O'connor, 2016). Bitişik nizam yapılarda ve mesafe olarak birbirine yakın binalarda, yangın duvarlarının kullanılması ve cephe açıklıklarının yangın geçişini imkân vermeyecek şekilde düzenlenmesi hususları da önem arz etmektedir.



Şekil 2. Yangının binalar arasında yayılması (Egan, 1978)

3.2. Cephe Açıklık Oranları

Cephe yangınları üst katlara farklı şekillerde yayılma eğilimi göstermektedir. Bunlar:

- Yangının katlar arasındaki boşluklardan yayılması,
- Yangının cepheye temas etmeden doğrudan üst katlara yayılması,
- Yangının cephe katmanlaşması üzerinden yayılmasıdır (O'connor, 2008).

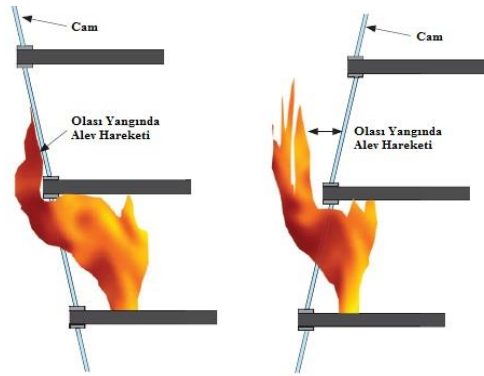
Kapalı hacimde yüksek sıcaklık değerlerine ulaşan yangın cephe açıklarında bulunan camı kırılmaktadır. Kırılan camla birlikte içeriye giren oksijen ortamda bulunan yangını tekrar kuvvetlendirmektedir, bu durum "backdraft" olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3). Kuvvetlenen yangın hızlı bir şekilde cephe üzerinden yayılma eğilimi göstermektedir (Jensen, 2013). Yangının bina açıklıklarından yayılmasını pencere alanı ve yüksekliği, cephe geometrisi, odanın geometrik düzeni, yanmakta olan malzemenin niteliği ve bileşenleri, yanma oranı ve rüzgârın hızı etkilemektedir (Underwriters Laboratories Inc, 2007).



Şekil 3. Cephe yangını sırasında ortaya çıkan backdraft (Url-1)

3.3. Binanın Geometrik Formu

Yangının cephe üzerinden yayılmasında binanın geometrik formu, mekân organizasyonları ve cephe hareketleri belirleyici olmaktadır. Cephede dikey yönde yapılan çıkıntılar, alevleri cepheden uzak tutmaktadır (Şekil 4). Balkonlar, gölgeleme elemanları, saçaklar ve pencere çevresindeki derin bölme çıkıntıları alevi cepheden uzaklaştırarak yangının yayılma riskini azaltmaktadır (Arpacıoğlu, 2004). Yangın çıkma ihtimalinin yüksek olduğu hacimlerde yatay yangın bariyerleri kullanılmaktadır. Bu elemanların uzunlukları ve açısı, hareketli olmaları ve cephede sürekli eleman olmaları da yangının yayılmasında değişkenler olarak kurgulanmaktadır (O'connor, 2008).



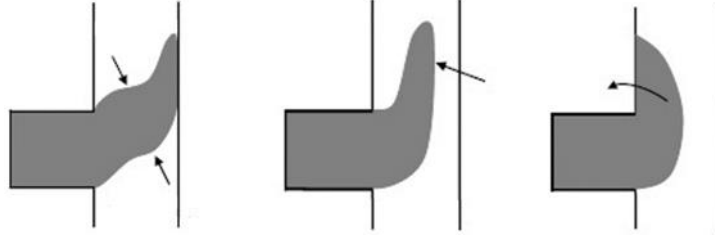
Şekil 4. Bina geometrisine bağlı yangının yayılması (O'connor, 2008)

Cephe yangın yayılmasında cephe geometrisinde iç bükey (konkav) yüzeylerin etkisi büyüktür. Özellikle cephe geometrisinden kaynaklı oluşan *baca etkisi* ile yangın ve duman hızlı bir şekilde üst noktalara yayılmaktadır. Binanın iç bükey cephelerinde mekân organizasyonlarında yangın riski yüksek mahaller (depo, mutfak, elektrik odaları, jeneratör odası vb.) önerilmemelidir. Binanın iç bükey yüzeylerinde dış ortamda çevre düzenlemelerinde yangın çıkma ihtimali yüksek olan çöp, araç ve bitki elemanlarının bulundurulmaması gerekmektedir.

3.4. Cephe Katmanlaşması ve Baca Etkisi

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) (Şekil 5). 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

geçişlerinin şaşırtmalı olarak düzenlenmesi ve hava akışının belirli bölgelerde kesintiye uğratılması gerekmektedir (Collwell ve Baker, 2013).



Şekil 5. Cephe katman boşluğu içerisinde yangının yayılması (Chow, 2013)

3.5. Dış Etmenler

Cepelerde yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında bina dışı kaynaklardan bina bitişiğinde veya binaya yakın konumda bulunan çöpler, kurumuş bitkiler ve ağaçlar, elektrik donanımı bulunan aydınlatma elemanları, ısklandırımlar, telefon hat bağlantıları ve araçlar risk oluşturmaktadır. Ayrıca cepheye tasarım aşamasında veya sonradan eklenen cihazlar da risk bağlamında ele alınmalıdır. Klima motorları, fotovoltaiik paneller, televizyon antenleri, rüzgâr türbinleri, cephe duman atış menfezleri bu hususta değerlendirilmelidir. Cihazların aşırı ısınma problemlerine yönelik çözüm önerileri geliştirilmeli ve cihaz çevresinde yanmaz malzemelerin kullanılması tercih edilmelidir.

Cepelerde yangının yayılmasını etkileyen dış etmenlerden bir diğeri doğal etmenlerdir. Binayı etkileyen rüzgâr, plan ve kesit düzleminde yangının yayılmasında rol oynamaktadır (Mendis ve diğ., 2007). Ayrıca havadaki nem oranı da yangının yayılmasında etkili olmaktadır. Havadaki nem oranı ne kadar düşük değerlerde olursa malzemenin tutuşma ve yanma ihtimali de o kadar yüksek değerlerde oluşmaktadır.

4. Cephe Tasarımında Yangın Güvenlik Önlemleri

Cephe malzemeleri yangın güvenliği için dikkat edilmesi gereken en küçük yapısal bileşenlerdir. Yangının ortaya çıkması ve yayılması malzemelerin ısıya ve aleve 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.

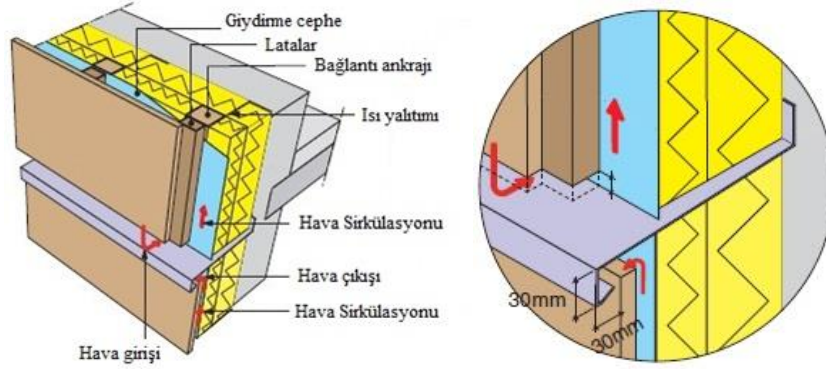
Cephelerde yanıcı malzemelerin kullanılmaması, yangın oluşma risklerinin azaltılması ve yangının cephe sistemi içerisinde yayılmasının engellenmesine yönelik detay ölçeğinde çeşitli önlemler alınmalıdır. Giydirme cephelerde, döşeme ve cephe panel elemanlarının birleştiği noktalarda alev ve duman yayılımı 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 (Şekil 6).



Şekil 6. Cephe ve döşeme birleşimlerinde sızdırmazlığın sağlanması (Ogino, 2019)

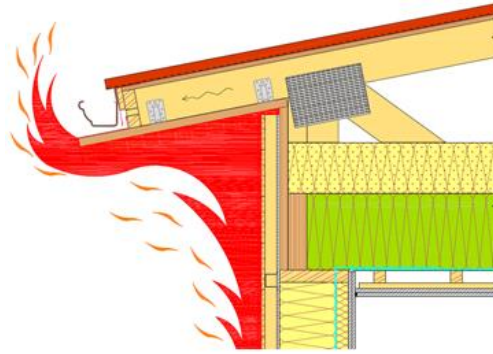
Giydirme cephelerde ve çift katmanlı cephelerde oluşan cephe boşluklarında, yangın yayılmasının engellenmesinde yatay yangın bariyerlerinin kullanılması etkili olmaktadır. Yatay yangın bariyerleri cephe sisteminde alev ve dumanın geçişini engellemektedir (Xin ve diğ., 2013). Yatay yangın bariyerlerinin cephe katmanlarının tamamını kapsayacak ve cepheden çıkıntı yapacak şekilde oluşturulması gerekmektedir (Şekil 7). Giydirme cephelerde hava dolaşımının cephe

sistemleri boyunca ilerlemesinin gerekli olduğu durumlarda intümesan mastik elemanlarla önlemler alınmaktadır (Güleşen ve Yılmaz, 2018).



Şekil 7. Yatay yangın bariyerleri cephe konumlandırılması (BBRI, 2011)

Cephe yangın güvenlik önlemleri kurgulandığında üçgen çatı elemanlarının saçakları önemli yapı elemanları olmaktadır. Cephede ortaya çıkan ve yayılan yangının çatı arası boşluğuna ulaşmaması gerekmektedir. Özellikle soğuk çatı prensipleri ile oluşturulan çatılarda, saçakların bulunduğu yerlerde damperlerin kullanılması, hava giriş yerlerinin saçak alını üzerinden alınması gerekli olmaktadır (Mikkola, 2013) (Şekil 8).



Şekil 8. Cephe yangın güvenliğine bağlı saçak detay çözümü (Lahtela, 2018)

5. Cephe Yangın Güvenlik Önlemleri Kapsamında Ulusal ve Uluslararası Mevzuatların İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Günümüzde yangın güvenliğinin sağlanmasına yönelik ülkelerin kendi sınırları içerisinde uyguladıkları mevzuatlar bulunmaktadır. Mevzuatların gereklilikleri, ülkenin konu kapsamında gelişmişlik derecesine göre, yangın güvenlik önlemlerine yönelik çeşitlilik göstermektedir. Çalışma kapsamında ülkemizde yürürlükte olan yangın mevzuatı ve yangın güvenliği kapsamında gelişmiş

ülkelerin mevzuatları cephelerde yangın güvenlik önlemleri kapsamında incelenmiş, karşılaştırmalı analizleri yapılmış, değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Cephe yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ülkemiz mevzuatının değerlendirilebilmesi amacıyla erişimleri sağlanabilen konu kapsamında gelişmiş ülke mevzuatları ele alınmış ve incelenmiştir. Türkiye Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Singapur, Yeni Zelanda, Birleşik Arap Emirlikleri ve Avustralya yangın mevzuatları detaylı olarak *karşılaştırmalı analiz yöntemiyle* değerlendirilmiştir. İnceleme kapsamında cephe malzemeleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler, dış duvar dayanım süreleri ve otomatik söndürme sistemleri ele alınmıştır (Tablo 3 - Tablo 8). Mevzuat incelemeleri çerçevesinde pasif yangın güvenlik önlemleri üzerinde durulmuştur. Ancak otomatik söndürme sistemleri ile pasif güvenlik önlemleri arasında, tasarım ilişkisi bulunması nedeniyle otomatik söndürme sistemleri de mevzuat inceleme alanına dâhil edilmiştir.

Tablo 3. Mevzuatların cephe malzemeleri yönünden analizi

Mevzuatlar	Cephe Malzemeleri
Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY)	Bina yüksekliği 28,50 m esas alınmaktadır. Geleneksel cephe sistemlerinde, yüksekliği 28,50 m'den az olan binalarda zor alevlenici (C-s1,d2) malzeme kullanılması durumunda tabii veya tesviye edilmiş zemin kotu üzerinde 1,5 m mesafe hiç yanmaz (A1) malzeme ile kaplanması gerekmektedir. Geleneksel cephe sistemlerinde, katman bileşenleri akredite laboratuvarında sertifikalandırılmalıdır. Giydirme cephe sistemlerinde, açık derz veya havalandırılmalı cephe sistemi kullanıldığında, cephe ve yalıtım malzemeleri en az zor yanıcı (A2-s1,d0) malzemelerden olmalıdır (BYKHY, Madde 27).
ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000)	Amerika Birleşik Devletleri'nde yürürlükte olan mevzuatlar kapsamında bina yüksekliği 12,192 m esas alınmaktadır (IBC, NFPA 5000). Plastik köpük yalıtım malzemelerinin cephelede kullanımında Tip I-II-III-IV arasında geçerli olan belirli hükümler bulunmaktadır (NFPA 5000, 48.4.). Metal kompozit elemanların kullanılmasında ise, 12 m ve 15 m bina yükseklikleri esas alınmaktadır (NFPA 5000, 37.4). Işık geçirgen plastikler ise ASTM D 1929 standardına göre test edilmelidir (NFPA 5000, 48.7).
İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999)	Bina yüksekliği 18 m ve binalar arası sınır mesafesi 1 m esas alınmaktadır; şekiller ile mevzuat okunabilirliği artırılmıştır (BS 9999, 35.7). İngiltere mevzuatları kapsamında bulunan BS 8414-1 ve BS 8414-2 büyük ölçekli test standartları da cephe sistemlerinin incelenmesine olanak sağlamaktadır.
Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force)	Bina yüksekliği 15 m ve binalar arası sınır mesafesi 1 m esas alınmaktadır. Sınıra olan mesafe 1 m'den büyükse yanmaz malzeme kullanım gerekliliği bina kullanım sınıfı, kat yüksekliği ve kullanılan metrekafe alanlarına göre değişkenlik göstermektedir. Bitiş malzemesi en az 9 mm ahşap olmalı veya 0 sınıfı (BS 476 Part 6 & 7) olmalı veya B sınıfı (EN 13501-1) olmalıdır (Chapter 3.5).
Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code)	Bina yüksekliği 7 m ve binalar arası sınır mesafesi 1 m esas alınmaktadır. Bina kullanım sınıfları da belirleyici olmaktadır. Fakat belirli durumlarda bu çizelge verileri dikkate alınmamaktadır. Bu durumlar; yüzey bitişlerinde 1 mm'den fazla kalınlıkta malzeme kullanıp arka yüzeyde yanmaz bir malzeme bulunması veya dış duvar sistemi NFPA 285* test standardına göre uygun sonucu alması veya 25 m ve daha az binalarda otomatik söndürme sistemlerinin bulunmasıdır (NZBC, 5.8). *NFPA 285 Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Non-Load-Bearing Wall Assemblies Containing Combustible Components
BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code)	Cephelede malzeme ve sistem önerilerinde belirli deney düzeneklerinin yapılması gerekmektedir. Deney düzeneklerinin ise NFPA, BS, ISO, EN, ASTM, UL ve FM kodları kapsamında yapılması ve sonuçlarının uygunluğunun sağlanması gerekmektedir. Cephe malzemelerinde (kompozit paneller, mantolama sistem, polikarbonatlar, sandviç paneller GRC, GRFC, GRP kaplamalar ve cam giydirme cephele) bina kullanım sınıfına göre değişen kullanım gereklilikleri malzeme ve sistem onayı olarak kullanılabilir (Chapter 1.4)
Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC)	Mevzuat çerçevesinde oluşturulmuş risk sınıflandırılmasında, A (yangın riski en ağır) ve B tip bina sınıflandırılmasında dış duvarların yanmaz malzemelerden oluşturulması gerekmektedir. C (yangın riski en hafif) tipi binalarda, dış duvar yapımında ahşap gibi yanıcı malzemelere izin verilmektedir (NCC Vol 1, Specification C1.1).

Tablo 4. Mevzuatların yatay yangın bariyerleri yönünden analizi

Mevzuatlar	Yatay Yangın Bariyerleri*
Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY)	Geleneksel cephe sistemlerinde, bina yüksekliği 6,50 m'den fazla olan binalarda, pencere ve benzeri boşlukların yan kenarları en az 15 cm ve üst kenarı en az 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme ile yangın bariyerleri oluşturulmalıdır (BYKHY, Madde 27).
ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000)	Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalıdır. Dış duvar yalıtım ve bitiş sistemlerinde ise büyük ölçekli deney standardına ve EIFS standartlarına uyulmalıdır.
İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999)	Cephe açıklıklarında (pencere alt ve üst sınırları gibi), katlar arası cephe açıklıklarında en az 30 dakika yangına dayanıklı olacak şekilde bariyerler kullanılmalıdır. Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine göre uygun önlemler alınmalıdır (BS 9999, Figure 35).
Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force)	Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine uygun önlemler alınmalıdır. Ancak cephe içi boşluklarda en az yarım saat yangına dayanıklılık sağlanmalıdır. Rijit ve sıkı bağlantılar için yangın durdurucu elemanlar (BS 476-Part 20 ve kabul edilen standartlara uygun) kullanılmalıdır (Chapter 3.11). <i>BS 476-Part 20 Fire tests on building materials and structures. Method for determination of the fire resistance of elements of construction (general principles)</i>
Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code)	Yangın bariyerlerinin kompartıman içinde kalan boşlukların tamamında uygulanması gerekmektedir. Bu boşlukların kapsamına giydirme cephe ve duvar, döşeme birleşimleri de girmektedir. Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine göre uygun önlemler alınmalıdır. Yanıcılık özelliği bulunan ısı yalıtımlı cephelerde üç veya daha fazla katlı binalar için mineral yünü yangın önleme bariyerleri (en az 50 mm) gerekmektedir. Yangın önleme bariyerleri iki katı aşmayacak şekilde cephede düzenlenmelidir (NZBC, 5.7).
BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code)	Cephe içi boşluklar, en az kompartıman gereklerine uygun olacak şekilde yangın bariyerleri ile donatılmalı ve kompartıman niteliklerine uygun önlemler alınmalıdır. Cephe sisteminde havalandırma bulunan elemanlarda intümesan mastik elemanlarla kullanılmaktadır. Ürünlerin uygun test standartları ile onaylanmış olması gerekmektedir. Cephe döşeme birleşimlerinde bariyer oluşturulurken, ısı yalıtım malzemesi ile en az 100 mm yükseklik sağlanmalıdır (Chapter 1.3).
Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC)	A tip binalarda döşeme ve cephe elemanlarının birleştiği noktalarda yanmaz malzemelerle birlikte sızdırmazlık özelliğinin sağlanması gerekmektedir. Bina statik ve ısı genleşme hareketlerine duyarlı olacak şekilde dumanın ve alevin yayılmasının engellenmesi gerekmektedir. Yangın bariyerlerinin tasarımında özellikle katman malzemelerinin belirlenmesinde performans dayalı sistem çerçevesinde kullanımı bilinmelidir.

*Yatay yangın bariyerleri kapsamında pasif yangın durdurucular ve yalıtım sistemleri ele alınmıştır.

Tablo 5. Mevzuatların cephe açıklıkları yönünden analizi

Mevzuatlar	Cephe Açıklıkları
Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY)	Tüm cephe yapım sistemlerinde, iki katın pencere gibi korunumsuz boşlukları arasında düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elemanı ile dolu yüzey oluşturulmalıdır veya cephe iç kısmında 2 m aralıklarla cepheye en az 1,5 m mesafede otomatik söndürme sistemi bulunmalıdır. Giydirme cephe sistemlerinde cephe elemanları ve döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara geçişini engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımı sağlayacak süre kadar yalıtılmalıdır (BYKHY, Madde 27). Açık dış kaçış merdivenlerinin herhangi bir bölümünde yanlardan yatay ve alttan düşey uzaklık olarak 3 m içerisinde merdiven özelliklerinden daha az korunumlu kapı ve pencere gibi duvar boşluklarına izin verilmemelidir (BYKHY, Madde 42).
ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000)	Otomatik söndürme sistemleri bulunmayan 4'ten fazla kata sahip olan binalarda açıklıklar, diğer katın açıklıklarından ayrılmalıdır. Açıklıkların korunması esas olarak; 1 saat yangına dayanıklı 915 mm spandrel bölge olarak yapılmalı veya yatayda 1 saat yangına dayanıklı 760 mm bariyer ile alev ve duman cepheden uzaklaştırılacak şekilde detay çözüm önerileri geliştirilmelidir. Korunumsuz cephe açıklıklarının belirli yangına dayanım sürelerinin sağlanması gerekmektedir (NFPA 5000, 37.1.4).
İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999)	Cephe ve kompartıman döşemesi birleşimleri yangın durdurucu elemanlar ile donatılmalıdır. Yanıcı yalıtım malzemesi kullanıldığında cephe açıklık etrafında en az 1 mm kalınlığında bitiş malzemesi kullanılmalıdır. Kullanımda ise açıklığın bulunduğu cephenin en az yarısının alanı kadar olmalıdır (BS 9999, 35.2).
Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force)	24 m ve üstü yerleşim yüksekliğinde bulunan binaların katları birbirinden ayrılmalıdır. En az 1,5 m yüksekliğinde 1 saat yangına dayanıklı spandrel bölge veya en az 60 cm yatay uzunlukta 1 saat yangına dayanıklı yatay yangın bariyerleri ile donatılmalıdır (Chapter 3.5).
Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code)	Katlar arası açıklıkların bulunduğu kat döşemelerinde, yangından korunma önlemleri alınmalıdır. Spandrel bölge veya yatay koruma önlemlerinin bu bağlamda düşünülmesi gerekmektedir. Bina kullanım sınıflarına göre farklı öneriler getirilmektedir. Yatay koruma ve spandrel yüksekliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ancak binada aktif söndürme sistemlerinin olması spandrel veya yatay koruma önlemlerinin gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır (NZBC, 5.7).
BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code)	Katlar arası açıklıklarda yangın yayılmasının engellenmesine yönelik önlemler alınmalıdır. Yangına en az 60 dakika dayanıklı 914 mm spandrel boşlukların kapatılması veya yangına en az 60 dakika dayanıklı 760 mm yatay koruyucu bariyerlerin olması gerekmektedir. Spandrel panellerin en az 60 dakika dayanıklı olması, taşıyıcı elemanlarının da aynı nitelikte olması gerekmektedir (Chapter 1.4).
Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC)	Cephe açıklıklarının yangına dayanımının sağlanmasında A tip binalar riskli olarak değerlendirilmektedir. A tip binalarda; spandrel boşlukları, 60/60/60 FRL (fire resistance level) yangın dayanımına sahip en az 900 mm yüksekliğinde ve en az 600 mm ara kat döşemesi üst mesafesinde konumlandırılmalıdır. Bu önermeye alternatif olarak, yatay koruma elemanları, 60/60/60 FRL yangın dayanımına sahip açıklığın en az 450 mm uzağında en az 1100 mm yatay uzunlukta elemanlarla önlenmelidir. Spandrel boşlukların ve yatay elemanların ortak özelliği ise yanmaz malzemelerle oluşturulması gerekliliğidir. Binada otomatik söndürme sistemleri mevcut ise bu önlemlerin alınması gerekmemektedir (NCC Vol 1, C2.6).

Tablo 6. Mevzuatların binalar arası mesafeler yönünden analizi

Mevzuatlar	Binalar Arası Mesafeler
Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY)	İtfaiye araçlarının binanın herhangi bir noktasına 45 m mesafeden az olacak şekilde erişiminin sağlanması gerekmektedir (BYKHY, Madde 22). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği kapsamında binanın parselde oturmasında bahçe çekme mesafeleri gereklerine uyulmalıdır. Dış duvar dayanım sürelerinin belirlenmesinde binalar arası sınır mesafesi 2 m olarak ele alınmıştır.
ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000)	Binalar arası kritik uzaklık sınırları çerçevesinden yaklaşık 1 m olarak belirlenmiştir. 1 m veya daha az mesafeden korunumsuz cephe açıklıklarına izin verilmemektedir. Binalar arası mesafe 1 m'den büyük olduğunda, cephelerde istenilen korunumsuz açık alan yüzdesi bina kullanım sınıfı ve bina yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir (NFPA 5000, 7.3.5).
İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999)	Binaların arasındaki kritik sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmaktadır. Bu mesafe dış duvar katman malzemelerinin cephede kullanımını etkilemektedir. 1 m'den az sınır değerinde olanlar için cephe açıklıklarında kullanılan camlar yangın geciktiricili olarak seçilmelidir. 1 m'den fazla sınır mesafesine göre, bina kullanım ve yüksekliğine bağlı olarak cephelerde istenilen korunumsuz açıklıkların oranları belirlenmektedir (BS 9999, 35.5).
Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force)	Cephelerde alınması gereken kritik sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmıştır. Cephelerde sınır mesafe, bina kullanım sınıfına, bina yüksekliğine-genişliğine ve cephe geometrisine göre değişmektedir. Cephelerde korunumsuz cephe açıklıklarına bina yüksekliğine-genişliğine, cephe geometrisine ve referans düzlem mesafesine göre izin verilmektedir (Annex 3B).
Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code)	Binaların arasındaki kritik sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmaktadır. Bu sınır mesafe dış duvar katman malzemelerinin cephede kullanımını ve korunumsuz cephe açıklık oranlarını etkilemektedir. 1 m'den az sınır değerinde olanlar için cephe açıklıklarında kullanılan camlar yangın geciktiricili olarak seçilmelidir. Kritik sınır mesafesi 1 m'den fazla olan binalarda, bina kullanım sınıfı, açı faktörü ve otomatik söndürme sistemlerinin olmasına göre cephelerde korunumsuz açıklık oranları değişmektedir. Mevzuat çerçevesinde, cephe genelinde korunumsuz cephe açıklıklarında yüzdelik sistemle birlikte, maksimum korunumsuz açıklıkların alan gereklilikleri verilmiştir (NZBC, 5.5).
BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code)	Binalar arası kritik uzaklık sınırları çerçevesinden yaklaşık 1 metre olarak belirlenmiştir. 1 m veya daha az mesafeden korunumsuz cephe açıklıklarına izin verilmemektedir. Binalar arası sınır mesafe 1 m'den büyük olduğunda, cephelerde istenilen korunumsuz açık alan yüzdesi bina kullanım sınıfına ve otomatik söndürme sistemlerinin kullanılma durumuna bağlı olarak değişmektedir (Chapter 1.2).
Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC)	Cephelerde açıklık oranlarının belirlenmesinde, komşu binalara ve yangın kaynaklarına olan mesafeler önemli olmaktadır. Bu mesafenin belirlenmesinde belirli kurallar bulunmaktadır. Sınırları tahsis edilmiş bir alanın arka ve yan sınırlarından uzaklık 3 m, yol, akarsu, göl vb. yere bitişik uzaklık 6 m, aynı alanda bulunan diğer binalardan uzaklık 6 m mesafelerinde konumlandırılmalıdır. (Ancak bazı bina kullanım sınıflarında bu nitelikler aranmamaktadır.) Binalar yukarıda verilen mesafelere göre ayrılmamışsa, binaların önceden belirtilen FRL'ye (fire resistance level) sahip duvarlarla ayrılması ve tüm açıklıkların otomatik söndürme sistemleri ile korunması veya kendi kendine kapanabilen bariyerlerle desteklenmesi gerekmektedir. Cephe açıklıklarının değerlendirilmesinde bina dış duvarı; farklı bir bina kompartıman alanı ilişkisinde, binanın açısına bağlı olarak binalar arası sınır mesafe değişmektedir. Cephe ve diğer bina arasındaki açı arttıkça istenilen sınır mesafesi azalmaktadır (NCC Vol 1, Part C3).

Tablo 7. Mevzuatların dış duvar dayanım süreleri yönünden analizi

Mevzuatlar	Dış Duvar Dayanım Süreleri
Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY)	Cepelerde yangına dayanım süresi belirlenirken yük taşıyıcı duvarlarda R (yük taşıma kapasitesi), yük taşımayan dış duvarlarda ise REI (yük taşıma kapasitesi, bütünlük, yalıtım) süreleri istenmektedir. Yük taşımayan dış duvar tasarımında, 2 m sınır mesafesi esas alınmaktadır. Dış duvarların yangına dayanım süresi 2 m sınır mesafesine, bina kullanım sınıfına ve bina yüksekliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması durumunda, dış duvar dayanım süreleri azalmaktadır (BYKHY, Ek-3/B, Ek-3/C).
ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000)	Taşıyıcı olan dış duvarlar ve taşıyıcı olmayan dış duvarlar olarak farklı dayanım süreleri istenmektedir. Taşıyıcı olan dış duvarların dayanım süresi bina kullanım sınıfına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, binalar arası mesafe de önemli bir kriter olmaktadır. Taşıyıcı olan dış duvarlarda istenilen dayanım süresi daha fazla olmaktadır. Taşıyıcı olmayan dış duvarlarda aranan dayanım süreleri de binalar arası mesafeye ve bina kullanım sınıfına göre değişkenlik göstermektedir (NFPA 5000, 7.3-7.4).
İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999)	Dış duvarlarda yangına dayanım sürelerinin belirlenmesinde yatay uzaklıkta 1 m esas alınmaktadır. Sınır mesafesine göre 1 m'den az veya fazla olmasına göre yangına dayanım süresi değişmektedir. Mevzuat çerçevesinde, binalar risk gruplarına ayrılmıştır. A (ofisler ve endüstriyel tesisler), B (ticari amaçlı binalar, sergiler, müzeler, eğlence merkezleri, toplanma amaçlı binalar), C (konutlar, konaklama alanları) ve D (sağlık binaları vb.) grupları bulunmaktadır. Grupların risk gerekliliklerine uygun olarak dış duvarlarda yangına dayanım süresi aranmaktadır. Otomatik söndürme sistemlerinin olması ve bina içi havalandırma olanakları yangına dayanım sürelerini belirlemektedir. Bina yüksekliği arttıkça, yangına dayanım süreleri de artmaktadır (BS 9999, 30.2).
Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force)	Dış duvarlarda yangına dayanım süresi en az 1 saat olmalıdır. Bina kullanım sınıfları, bina yükseklikleri, kat alanı, katın hacmi, otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması yangına dayanım sürelerini etkilemektedir. Yüksek tehlikeli depolama alanlarında yangına dayanım süresi 4 saate kadar yükselmektedir (Table 3.3A). Farklı yüksekliklere sahip bitişik nizam binalarda; yüksek binanın cephesi alçak binadan 9 m yüksekliğinde 1 saat yangına dayanıklı olmalıdır veya alçak binanın çatısı yüksek bina cephesinden 5 m mesafe uzunluğunda 1 saat yangına dayanıklı olmalıdır (Chapter 3.5.).
Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code)	Bina kullanım sınıflarında AS1'den başlayarak AS7'ye kadar olan sınıflandırmada yangına dayanım süreleri değişkenlik göstermektedir. Aynı zamanda <i>life rating</i> ve <i>property rating</i> tanımlamaları ile iki farklı dayanım süreleri aranmaktadır. Bu süreler farklı kullanıma sahip binalarda değişkenlik göstermektedir. Binalar arası sınır mesafesi 1 m olarak ele alınmıştır. Genel olarak sınır mesafeden az olan uzaklıklara sahip olan veya 10 m'den fazla yüksekliği bulunan binalarda korunumsuz cephe açıklıklarına izin verilmemektedir (NZBC, 2.3).
BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code)	Dış duvar dayanım süreleri NFPA 5000 çerçevesinde ele alınmıştır. Dış duvar dayanım süreleri bina kullanım sınıfına ve yatay uzaklık sınır mesafelerine bağlı olarak değişmektedir. Dış duvar dayanım süreleri ile birlikte cephe açıklıklarında bir kademe azaltılarak yangına dayanıklılık süreleri istenmektedir (Chapter 1.2).
Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC)	Dış duvar dayanım sürelerinde duvarın yük taşıyıcılığı üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bina kullanım sınıfları dış duvar dayanım sürelerini belirlemektedir. Yük taşıma kapasitesi, bütünlük ve yalıtım kriterleri ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Mevzuat kapsamında; A, B ve C risk gruplamasında kullanım sınıfına göre binalarda farklı dayanım kriterleri aranmaktadır. Katman içindeki malzemelerin türlerine ve kalınlıklarına göre yangına dayanım süreleri değişmektedir (NCC Vol 1, Specification C1.1).

Tablo 8. Mevzuatların otomatik söndürme sistemleri yönünden analizi

Mevzuatlar	Otomatik Söndürme Sistemleri
Türkiye Cumhuriyeti Yangın Mevzuatı (BYKHY)	Otomatik söndürme sistemleri gerekliliği yapı yüksekliği ve binanın kullanım sınıfına göre değişkenlik göstermektedir. Yapı yüksekliği 30,50 m'yi geçen konut harici binalarda ve yapı yüksekliği 51,50 m'yi geçen konut binalarında otomatik söndürme sistemleri yapılmalıdır. Birden fazla katlı bina içerisindeki yatılan oda sayısı 100'ü veya yatak sayısı 200'ü geçen otellerde, yurtlarda, pansiyonlarda, misafirhanelerde ve yapı yüksekliği 21.50 m'den fazla olan bütün yataklı tesislerde yapılması gerekir. Toplam alanı 2000 m ² 'den fazla olan katlı mağazalarda, alışveriş, ticaret, eğlence alanlarında ve toplam alanı 1000 m ² 'den fazla olan kolay alevlenici ve parlayıcı madde üretilen veya bulundurulmuş yapılar otomatik söndürme sistemleri gerekmektedir (BYKHY, Madde 96).
ABD Yangın Mevzuatı (NFPA 5000, NFPA 101, NFPA 13)	Otomatik söndürme sistemleri kapsamında, NFPA 101* ve NFPA 13** kodlarını incelemek gerekmektedir. Kodlar kapsamında uygulama ve denetleme standartları bulunmaktadır. Kullanım sınıfı ve kat sayıları otomatik söndürme sistemi gerekliliğini etkilemektedir. Apartman binalarında 4 kat ve üzeri katlarda otomatik söndürme sistemleri yapılması gerekmektedir (Çok farklı gereklilikler olması sebebiyle içerik kısa tutulmuştur). *NFPA 101 Life Safety Code **NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems
İngiltere Yangın Mevzuatı (BS 9999, BS EN 12845)	Kurumsal binalar, otoparklar ve diğer konaklama binaları dışında olan tüm binaların yüksekliği 30 m'yi aşması durumunda otomatik söndürme sistemleri yapılması gerekmektedir. Ayrıca kompartıman alanı gerekli sınır değerleri aşması durumunda otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması istenilen kompartıman alanında genişletme yapabilmektedir.
Singapur Yangın Mevzuatı (Singapore Civil Defence Force)	Konut binaları dışında tüm bina kullanım sınıflarında 24 m'yi aşması durumunda otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Kompartıman sınır mesafelerinin artması ve bina kullanım sınıfına bağlı olarak otomatik söndürme sistemlerinin kullanılması gerekliliği değişkenlik göstermektedir (Chapter 6.4).
Yeni Zelanda Yangın Mevzuatı (New Zealand Building Code)	25 m yüksekliği geçen tüm binalarda veya gerekli kompartıman alanının aşıldığı binalarda otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Bakım ve inceleme alanlarında (AS6) genellikle otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir.
BAE Yangın Mevzuatı (UAE Fire and Life Safety Code)	Bina kullanım sınıfı, bina yüksekliği ve kullanım alanı (metrekare) olarak otomatik söndürme sistemlerine ait gereklilikler farklı olmaktadır. Binalar temel olarak yüksek (23 m'den fazla olan), orta yükseklikte (15 m ve 23 m aralığında olan) ve düşük yükseklikte (15 m'den az olan) olarak ayrılmış ve ayrılan binalar neticesinde otomatik söndürme sistemlerine dair gereklilikler sunulmuştur. Gereklilikler yangından korunma yöntemleri olarak aktif söndürme sistemlerinin tamamını kapsamaktadır (Chapter 9)
Avustralya Yangın Mevzuatı (National Construction Code, NCC)	Bina etkin yüksekliği 25 m'den fazla olan binalarda veya yangın kompartıman sınırının aşıldığı binalarda otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gerekmektedir. Yangın kompartıman sınırları ise bina kullanım sınıflarına göre değişkenlik göstermektedir (NCC Vol 1, Specification E1.5).

6. Değerlendirme ve Sonuç

Yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında bina cepheleri aktif rol oynamaktadır. İç mekân ve dış ortam ilişkisinde aracı konumunda olan cephelerde yangın ve duman davranışlarının doğru şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Yangına müdahalenin büyük ölçüde cepheler üzerinden yapıldığı düşünüldüğünde cephe yangın güvenlik önlemlerinin önemi bir kat daha artmaktadır.

Gelişen yapıım sistemleri ve teknolojileri sayesinde gün geçtikçe farklı cephe malzemeleri ve tasarım önerileri ortaya çıkmaktadır. Alanında uzman kişilerden beklenen, malzemelerin yangın performanslarının tespit edilmesi ve projenin gereklerine uygun şekilde kullanılmasının sağlanması yönünde olmaktadır. Cephe yangın dinamiğinin çözümlenmesi ve yangın anındaki malzeme davranışlarının tespit edilmesi de bu hususta önemli olmaktadır. Malzemenin yangına tepki sınıfının ve malzemenin sistem içi yangın davranışının bilinmesi cephe yangın güvenlik önlemlerinin doğru şekilde kurgulanmasında en temel gerekliliktir. Yangının ortaya çıkması ve yayılmasına yönelik önlemler de cephe yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ele alınmalı ve değerlendirilmeli ve projeye aktarılmalıdır.

Cepheelerde yangın güvenlik önlemlerine yönelik aktif ve pasif güvenlik önlemleri ülke mevzuatları çerçevesinde belirlenmektedir. Ülke mevzuatları uyulması gereken asgari koşulları ortaya koymaktadır. Ülkemizde 2002 yılı ile yürürlüğe girerek 2007, 2009 ve 2015 yıllarında çeşitli düzenlemeler geçiren hükme dayalı (prescriptive based) bir mevzuat olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ele alınmıştır. Çalışma kapsamında; cephe yangın güvenlik önlemlerine yönelik cephe malzemeleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, binalar arası mesafeler, dış duvar dayanım süreleri ve otomatik söndürme sistemleri ele alınmış ve analizleri yapılmıştır. Ülkemiz mevzuatı, yangın güvenlik önlemleri kapsamında gelişmiş olan ülkelerin mevzuatları ile karşılaştırılmıştır. Uluslararası mevzuatlar ele alındığında, hükme ve performansa dayalı mevzuat gereklilikleri arasında büyük farklılıklar bulunduğu gözlemlenmiştir. Cephe yangın güvenlik önlemlerinde tasarım ürünü olarak farklı alternatiflerin bulunması performansa dayalı mevzuatların gelişimini destekler niteliktedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Arap Emirlikleri ve Yeni Zelanda yangın mevzuatlarında performansa dayalı yaklaşımların, alternatif çözümlerin ve projeye özgü detayların gelişimleri ön plana çıkmaktadır.

Ülkemiz yangın mevzuatında cephe yangın güvenliğine yönelik alınması gereken önlemler diğer gelişmiş ülke mevzuatları ile kıyaslandığında daha temel düzeyde bulunmuştur. Özellikle *yapı yüksekliklerine göre malzeme kullanımı, cephe açıklıklarının detaylandırılması ve otomatik söndürme sistem kullanımlarına* yönelik belirleyici hükümlerin cephe yangın güvenlik önlemleri

kapsamında dikkat edilmesi gereken nitelikler olarak tespit edilmiştir. Bu hususta ülkemiz yangın mevzuatına biçimsel olarak benzeyen başlıca İngiltere ve Singapur mevzuatları ile uluslararası mevzuatlar esas alınarak güçlendirici önerilerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Günümüzde yaşanmakta olan cephe yangınları, cephe yangın güvenlik önlemlerinin tekrar ele alınmasını gündeme getirmiştir. Yaşanan can ve mal kayıpları konunun önemini açıklamaktadır. Bu hususta belirleyici olan ülkemiz mevzuatının tekrar ele alınarak konu kapsamında incelenmesini ve gelişmiş ülke mevzuatları ile değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Çalışma kapsamında, tasarımcı ve uygulamacıların cephe yangın güvenlik önlemlerine yönelik bilinçlendirilmesi ve yol gösterici mevzuatların ele alınarak iyileştirmelerinin yapılması sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Acceptable Solutions and Verification Methods. (2017). *Ministry of Business, Innovation & Employment*. New Zealand.
- Altındaş, S., Demirel, F. (2011). Dış Cephelerde Yangından Korunma Önlemleri. *TÜYAK 2011-Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi*, İstanbul.
- Arpacıoğlu, Ü. (2004). Cephe Yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. *Çatı ve Cephe Fuarı*, CNR, İstanbul.
- BBRI, (2002). *Ventilated Double Facades*. Department of Building Physics, Indoor Climate & Building Service, Belgian, Building Research Institute, Belgium.
- BBRI, (2011). *Les Revêtements de Facade en Bois et en Panneaux à Base de Bois*. Centre Scientifique Et Technique De La Construction Brussels, Technical Information Note. 243.
- BS 9999:2017. (2017). Fire Safety in the Design, Management and Use of Buildings. Code of Practice. *The British Standard Institution*. England.
- BS EN 12845:2015. (2015). Fixed Firefighting Systems. Automatic Sprinkler Systems. Design, Installation and Maintenance. *The British Standard Institution*. England.
- BYKHY, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. (2007, 27 Kasım). *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 5243.
- Chow, C.L. (2013). A Qualitative Investigation on Double-Skin Facade Fires. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris.
- Chow, W.K., Hung, W.Y. (2006). Effect of Cavity Depth on Smoke Spreading of Double Skin Facade. *Building and Environment*, 41(7).
- Code of Practice for Fire Precautions in Buildings 2018, (2018). *Singapore Civil Defence Force*, Singapore.
- Collwell, S., Baker, T. (2013). Fire Performance of External Thermal Insulation for Walls of Multi-Storey Buildings. Third edition, England, *Building Research Establishment BRE*, 10-16.
- Egan, M.D. (1978). *Concepts in Building Fire Safety*, A Wiley Interscience Publication.
- Forest & Wood Products Australia. (2011). Fire Safety Engineering Design of Combustible Facades. Australia, *Exova Warringtonfire Aus Pty Ltd*, 2-19.
- 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.
- Güleşen, E., Yılmaz, M.H. (2018). Yangın Emniyeti ve Cephe Tasarımı. *9. Ulusal Çatı & Cephe Konferansı*, Bakırköy, İstanbul.
- İnternet: Backdraft Harrison NJ, Url-1: <https://www.youtube.com/watch?v=B5wvCvmXnLs>, (Erişim Tarihi: 28.04.2020).

- Jensen, G. (2013). Fire Spread Modes and Performance of Fire Stops in Vented Facade Constructions - Overview and Standardization of Test Methods. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris.
- Kanan, N.Ö. (2014). Enerji Verimli Cephe Sistemlerinin Yangın Anındaki Davranışı: Cephe Yangınları. *Yalıtım Dergisi*, 136, 48-56.
- Kıasfı, G.Ç. (2016). Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Performansını İyileştirecek Yöntemler. 8. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, Fındıklı, İstanbul.
- Kılıç, A. (2012). Cephe Kaplamaları ve Cephe Yangın Güvenliği. *Yangın ve Güvenlik*, 152, 8-10.
- Lahtela, T. (2018). Preventing Attic Fires by Using Fire-Resisting Eaves. *PUUINFO Technical Information*, 1, 13.
- Mendis, P., Ngo, T., Haritos, N., Hira, A., Samali, B. and Cheung, J. (2007). Wind loading on tall buildings. *Electronic Journal of Structural Engineering*. EJSE Special Issue: Loading on Structures, 41-54.
- Mikkola, E. (2013). Fire Safety of Wooden Balconies, Facades and Eaves. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris, 23-30.
- National Construction Code Volume 1, (2019). Amendment 1. *Australian Government Agency*. Australia.
- National Construction Code Volume 2. (2019). *Australian Government Agency*, Australia.
- NFPA 101. Life Safety Code. (2018). *NFPA, Massachusetts, USA*.
- NFPA 13. Standard for the Installation of Sprinkler Systems. (2019). *NFPA, Massachusetts, USA*.
- NFPA 5000. Building Construction and Safety Code. (2018). *NFPA, Massachusetts, USA*.
- O'Connor, D.J. (2008). Building Facade or Fire Safety Facade. *Council On Tall Buildings And Urban Habitat Journal*, 2, 30-39.
- O'Connor, D.J. (2016). The Building Envelope: Fire Spread, Construction Features and Loss Examples. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 86, 3242-3282.
- Ogino, A. (2019). *Assessing Leap-Frog Risk: A New Testing Method*. Building Enclosure Webinar, USA.
- Serteser, N. (2004). *Yanan Binadan Karşısındaki Binaya Işınımın Yangının Yayılımının Önlenmesi İçin Güvenli Sınır Mesafesinin Belirlenmesinde Bir Model Önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- UAE Fire and Life Safety Code of Practice. (2018). *United Arab Emirates Ministry of Interior*. UAE.
- Underwriters Laboratories Inc., (2007). *Fire resistance directory Issue: 2A*. Underwriters Laboratories Inc. Northbrook, Illinois.
- Vagglio, J., Patterson, M. (2011). Double Skin Facade Designs on the Rise in North America. *Architects Guide to Glass and Metal Magazine*, 25, 4, 8-13.
- Wade, C.A., Clampett, J.C. (2000). Fire Performance of Exterior Claddings. *Fire Code Reform Centre*. Sydney, Australia, Project Report. FCRC PR 00-03.
- Xin, H., Zhaopeng, N., Lei, P. and Ping, Z. (2013). *Experimental Study of Fire Barriers Preventing Vertical Fire Spread in ETISS*. 1st International Seminar for Fire Safety of Facades, Paris.
- Yaman, M. (2019). *Cephe Yangın Güvenlik Önlemleri Kapsamında Ulusal ve Uluslararası Büyük Ölçekli Test Standartlarının Karşılaştırmalı Analizi*. Cumhuriyet 1. Uluslararası Teknik Bilimler Kongresi, Sivas.
- Yaman, M., Kurtay, C. (2019). *Mimaride Kullanılan Fotovoltaik Sistemler İçin Yangın Güvenlik Önlemleri*. TÜYAK 2019-Uluslararası Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul.
- Yangın Güvenliği Mühendisliği-Bölüm 6: Yapısal Tepki ve Yangının Kaynaklandığı Kapalı Hacimden Etrafa Yayılması. (2010). *Türk Standartları Enstitüsü*, TSE ISO/TR 13387-6.
- Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, (2013, 10 Temmuz). *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 28703.