

**BİNALARDA YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNİN
ANALİZİ VE YANGIN GÜVENLİKLİ BİNA TASARIMINA
İLİŞKİN PERFORMANS KRİTERLERİNİN ORTAYA
KONULMASI**

Emel İPLİKÇİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

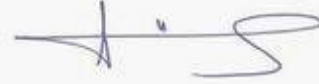
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2006
ANKARA**

Emel İPLİKÇİ tarafından hazırlanan BİNALARDA YANGIN GÜVENLİLİ
ÖNLEMLERİNİN ANALİZİ ve YANGIN GÜVENLİKLİ BİNA TASARIMININ
İLİŞKİN PERFORMANS KRİTERLERİNİN ORTAYA KONULMASI adlı bu tezi
Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Füsun DEMİREL

Tez Yöneticisi

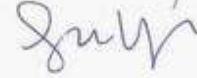


Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

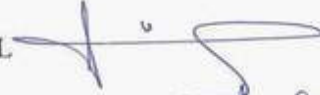
Başkan : Prof. Dr. Tanju GÜLTEKİN



Üye : Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ



Üye : Doç. Dr. Füsun DEMİREL



Üye : Doç. Dr. Soofia Tahira ELİAS ÖZKAN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Yusuf DEMİREL



25.04.2006



Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Emel İPLİKÇİ

**BİNALARDA YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNİN ANALİZİ VE
YANGIN GÜVENLİKLİ BİNA TASARIMINA İLİŞKİN PERFORMANS
KRİTERLERİNİN ORTAYA KONULMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Emel İPLİKÇİ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mayıs 2006

ÖZET

Yangın güvenlik önlemlerinin genel çerçevede incelemesinin yapıldığı çalışmada; planlama aşamasında yangın güvenliğine ilişkin alınması gereken kararların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Tezde öncelikle yanma ve yangın kavramları analiz edilerek temel bilgilerin oluşması sağlanmıştır. Daha sonra yangının bina üzerindeki etkisi ve tasarım aşamasında binalarda alınacak önlemler incelenmektedir. Binalarda alınacak yangın güvenlik önlemleri tezde; yapı malzemesi, yapı elemanları, bina ölçeği ve yerleşim ölçeğinde ele alınmıştır. Ayrıca tezde; mimarın tasarım aşamasında yangın güvenliğine ilişkin kararları, tasarımına aktarması için BYKHY doğrultusunda hazırlanan kontrol listeleri oluşturulmuştur. Sonuç ve öneriler bölümünde ise; tasarımcıya yangın güvenli bina tasarım kararlarına ilişkin bir akış şeması verilmiştir.

Bilim Kodu : 804.1.099

Anahtar Kelimeler : Yanma, Yangın güvenliği, Alev, Duman, Zehirlilik,

Sayfa Adedi : 219

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Füsun DEMİREL

**ANALYSIS OF THE FIRE SAFETY MEASURES IN BUILDINGS AND
DEVELOPMENT OF PERFORMANCE CRITERIA RELATED TO DESIGN
OF BUILDINGS WITH FIRE SAFETY**

(M.Sc. Thesis)

Emel İPLİKÇİ

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

May 2006

ABSTRACT

In this work, in which the fire safety measures have been examined in a general framework, it is aimed at determining the decisions that should be made as regards to fire safety issue in the planning phase. In this thesis, the concepts of burning and fire have first been analyzed and then some basic knowledge has been provided. Afterwards, the effects of fire on the buildings and the measures to be taken in the design phase of the buildings have been examined. Furthermore, the fire safety measures to be taken in the buildings have been discussed in some scales namely the material of the structure, the components of the structure, building and settlement. Moreover, in this thesis, some checklists have been set up in the direction of BYKHY in order for the architect to transfer his/her decisions regarding to the fire safety measures to the design process. In the Conclusions and Suggestions section, the designer has been given a flowchart regarding to design decisions for buildings with fire safety.

Science Code : 804.1.099

Key Words : Combustion, Fire Safety, Flame, Smoke, Toxic

Page Number : 219

Adviser : Doç. Dr. Füsun DEMİREL

TEŞEKKÜR

Tüm çalışmalarım süresince özverili bir şekilde en büyük katkıyı sağlayan sevgili hocam Doç. Dr. Füsun DEMİREL'e, kaynaklarından ve tecrübelerinden faydalandığım Arş. Gör. Mediha (ÖLMEZ) GÜLTEK'e, çalışmalarımda beni destekleyen Yüksek Mimar Sedat ALTINDAŞ'a, manevi desteklerinden dolayı aileme ve Ahmet KOCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin 06/2005-14 no'lu Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmesinden dolayı Gazi Üniversitesine teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ	1
2. YANGINA İLİŞKİN GENEL KAVRAMLAR	5
2.1. Yanma	5
2.2. Yangının Gelişim Aşamaları	11
2.3. Yangının Etkileri	22
2.3.1. Sıcaklık etkisi	22
2.3.2. Duman etkisi	22
2.3.3. Zehirli gaz etkisi	25
2.4. Yangının Yayılımı.....	29
2.5. Yangın Sınıfları	33
2.6. Yangın ve İnsan Davranışları	34
2.7. Yangın Güvenlik Önlemleri	50
2.7.1. Aktif önlemler	50
2.7.2. Pasif önlemler	54

Sayfa

3. YAPI MALZEMELERİ ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ.....	55
3.1. Yapı Malzemelerinin Yangın Karşısındaki Davranışları	55
3.1.1. Isıya bağlı davranışlar	55
3.1.2. Duman ve zehirli gaz üretimine bağlı davranışlar	56
3.2. Yapı Malzemelerinde Yangının Oluşturduğu Etkiler	60
3.2.1. Fiziksel değişim	60
3.2.2. Kimyasal değişim	60
3.3. Yapı Malzemeleri ve Yangına Tepki Sınıfları	61
3.3.1. Ulusal sınıflandırma	62
3.3.2. Avrupa sınıflandırması	67
3.4. Yapı Malzemeleri ve Yangın Güvenlik Önlemleri	70
3.4.1. Yapısal malzemeler	70
3.4.2. Bitirme malzemeleri	80
3.4.3. Yalıtım malzemeleri	85
3.4.4. Dekorasyon malzemeleri	88
4. YAPI ELEMANLARI ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	91
4.1. Yapı Elemanları ve Yangına Dayanım Sınıfları	91
4.1.1. Ulusal sınıflandırma	92
4.1.2. Avrupa sınıflandırması	95
4.2. Taşıyıcı Sistem Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri	97
4.3. Duvar Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri	101
4.4. Çatı Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri	105

Sayfa

4.5. Cephe Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri	109
4.6. Kapı-Pencereler ve Yangın Güvenlik Önlemleri	113
4.7. Duman Kesici Elemanlar ve Yangın Güvenlik Önlemleri	124
5. BİNA ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	127
5.1. Dumanın Yayılmasının Önlenmesi	127
5.2. Yangının Yayılmasının Önlenmesi	132
5.3. Kaçış Yollarının Planlanması	136
5.3.1. Koridorlar	149
5.3.2. Yangın güvenlik holü	152
5.3.3. Kaçış merdivenleri	153
5.3.4. Çıkış kapıları	160
5.4. Yangın Riski Yüksek Mekanlar	165
5.4.1. Mutfaklar	165
5.4.2. Isıtma merkezleri	165
5.4.3. Garajlar	166
5.4.4. Tesisat ve havalandırma kanalları	166
5.4.5. Bacalar	170
6. YERLEŞME ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ.....	172
6.1. Bina Çevresinin Planlanması	172
6.1.1. Ulaşım	174
6.1.2. Su kaynakları	176
6.2. Yangının Çevreye Yayılmasının Önlenmesi	179
6.2.1. Binalar arası mesafe	178

Sayfa

6.2.2. Komşu binaların cephe özellikleri	177
7. BİNALARDA PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNE İLİŞKİN KONTROL LİSTELERİNİN OLUŞTURULMASI	182
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	198
KAYNAKLAR	201
EKLER	209
EK-1 Türkçe-ingilizce terminoloji	210
EK-2 Faydalı internet kaynakları	219
ÖZGEÇMİŞ	219

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Yanıcı madde örnekleri	6
Çizelge 2.2. Yanma sırasındaki oksijen azalmasının zehirlilik belirtisi ve bulguları	9
Çizelge 2.3. Yanıcı maddelerin tutuşma sıcaklıkları	10
Çizelge 2.4. CO'e maruz kalma etkileri	28
Çizelge 2.5. Yangına karşı koyma sınır değerleri	36
Çizelge 2.6. Sıcaklığın insanlar üzerindeki fiziksel etkileri	43
Çizelge 2.7. Yangın durumunda uyarı yöntemleri ve insanların tepkisi	46
Çizelge 2.8. Katılımcıların cinsiyet farklılıklarına bağlı olarak yangın durumuna karşı gösterdikleri ilk davranış biçimi	47
Çizelge 2.9. Yangın anında İngiliz ve Amerikalı katılımcıların gösterdiği davranış farklılıkları	48
Çizelge 3.1. Malzemelerin duman üretim katsayıları	57
Çizelge 3.2. Bilinen bazı malzemelerin oluşturduğu CO üretim katsayıları	58
Çizelge 3.3. Yanma sırasında malzemelerin oluşturduğu zehirli gazlar	59
Çizelge 3.4. Yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları	62
Çizelge 3.5. AB Komisyon kararlarına göre; yapı malzemelerinin yangına tepki Sınıfları.....	68
Çizelge 3.6. Türlerine göre ısı yalıtım malzemeleri	88
Çizelge 4.1. Yapı malzemelerinin ve/veya elemanlarının yanıcılık ve dayanıklılık sınıfları	93
Çizelge 4.2. Yangın ayırıcı fonksiyonu olmayan taşıyıcı elemanlar	96
Çizelge 4.3. Yangın ayırıcı fonksiyonu olan taşıyıcı elemanlar (yangın bariyerleri).....	96
Çizelge 4.4. Yangın anında malzemelerin büyüme aşaması zamanına etkileri	98

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.5. Pencere boyutlarına bağlı olarak ölçülen ısı akışı değerleri	114
Çizelge 5.1. İnsanların tahliyesi için gerekli minimum merdiven genişlikleri	142
Çizelge 5.2. Çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları	154
Çizelge 7.1. Yapı malzemeleri ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi	183
Çizelge 7.2. Yapı elemanları ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi.....	186
Çizelge 7.3. Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi.....	190
Çizelge 7.4. Yerleşim ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi.....	196

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yangın üçgeni	5
Şekil 2.2. Yanıcı katı maddelerin yüzey ve yanıcılık özelliği.....	7
Şekil 2.3. Yanma ve türleri	11
Şekil 2.4. Sınırlı alanlarda yanma davranışı	12
Şekil 2.5. Yangının zamana bağlı gelişim aşamaları	13
Şekil 2.6. Yanma sürecinde sıcaklık-zaman ilişkisi	15
Şekil 2.7. Büyüme aşaması	18
Şekil 2.8. Tam büyüme aşaması	21
Şekil 2.9. Yangın anındaki ısı ve kütle akışı şeması	29
Şekil 2.10. Malzemelerden ısı iletimi	30
Şekil 2.11. Isı taşınımı	31
Şekil 2.12. Bina içi boşluklarından ısı taşınımı	32
Şekil 2.13. Işınım yoluyla ısı iletimi	33
Şekil 2.14. Kaçış modeli	37
Şekil 3.1. Çelik yapı bileşenlerinin yangın sırasındaki davranışı	72
Şekil 3.2. Çelik yapı bileşenlerinde uygulanan yalıtım türleri	73
Şekil 3.3. Kütlesel yalıtım	73
Şekil 3.4. İç duvar yalıtımı	75
Şekil 3.5. Çelik kiriş ve kolonların sıva ile yalıtımı	76
Şekil 3.6. Kendiliğinden şişen boya ile korumanın yangın dayanımına etkisi	77
Şekil 4.1. Alçı kaplamalı ahşap döşeme	99
Şekil 4.2. Ahşap dikmeli bölme duvar	102

Şekil	Sayfa
Şekil 4.3 Metal dikmeli bölme duvar.....	103
Şekil 4.4. Yerinde birleştirilen çatı kaplama malzemeleri	107
Şekil 4.5. Çatı kaplaması üzerinden yapılan havalandırma	108
Şekil 4.6. Saçak yüzeyinden yapılan havalandırma	108
Şekil 4.7. Tipik kompozit panel cephe kaplaması	110
Şekil 4.8.Yerinde birleştirilen panel sistemler	111
Şekil 4.9. Yangına karşı koruyucu kaplamalar	112
Şekil 4.10. Pencerelerden alev ve ısı yayılımı	113
Şekil 4.11. Yatay ve dikey engellerin ısı ve alev yayılımına etkileri	115
Şekil 4.12 Plastiğin yanma süreci	121
Şekil 4.13. Alev yayılımı	122
Şekil 4.14. Perde şeklinde yangın ve duman damperi	125
Şekil 4.15. Bölümlere ayrılmış yangın damperi.....	125
Şekil 4.16. Çok sayıda pervane ile düzenlenmiş yangın ve duman damperi	126
Şekil 5.1. Dumanın tahliyesi için ideal durumlar	131
Şekil 5.2. Atriumlarda duman kontrolü	131
Şekil 5.3. Yangın duvarı.....	135
Şekil5.4. Kaçış mesafeleri	139
Şekil 5.5. Alternatif kaçış yolları	139
Şekil 5.6. Merdiven genişliği	141
Şekil 5.7. Merdiven yüksekliği	141
Şekil 5.8. Bölünmüş kaçış merdiveni.....	142
Şekil 5.9. Kaçış yolu işaretleri	145

Şekil	Sayfa
Şekil 5.10. Kaçış yolları sembolleri	146
Şekil 5.11. Yardımcı semboller.....	146
Şekil 5.12. Kaçış yolu genişliği	150
Şekil 5.13. Kaçış yolu üzerinde bulunan engeller	150
Şekil 5.14. Kaçış yolu üzerinde bulunan kapılar	151
Şekil 5.15. Çıkamaz koridorlar	151
Şekil 5.116. Yangın güvenlik holü	152
Şekil 5.17. Korunmuş kaçış merdivenlerinin dış korunması	156
Şekil 5.18. Korunmuş kaçış merdiveni	158
Şekil 5.19. Binadan ayrılmış kaçış merdiveni	158
Şekil 5.20. Basınçlandırılmış kaçış merdiveni	159
Şekil 5.21. Kaçış rampaları	159
Şekil 5.22. Çıkış kapısı	161
Şekil 5.23. Kapı genişliği	162
Şekil 5.24. Yalıtımsız ahşap kapı	164
Şekil 5.25. 20 dakika yangına direnç gösteren kapılar	164
Şekil 5.26. 90 dakika yangına direnç gösteren kapılar	165
Şekil 5.27. 180 dakika yangına direnç gösteren kapılar	165
Şekil 5.28. Yangın kompartımanı duvarı üzerinde bulunan duman kesici eleman	167
Şekil 5.29. Çelik havalandırma kanalları için yangın koruma sistemi	168
Şekil 5.30. Tesisat borularının yangın yalıtımı	168
Şekil 5.31. Tavan havalandırma boşluğunun yangın koruyucu ve duman kesici eleman ile ayrılması	169

Şekil	Sayfa
Şekil 5.32. Tavan havalandırma boşluğunun mineral yün ile ayrılması	169
Şekil 5.33. Çeşitli etmenlere bağlı baca tasarımı	170
Şekil 6.1. Bina çevresinde kurtarma operasyonlarına engel oluşturacak unsurlar.....	173
Şekil 6.2. Bina çevresinin planlanması	175
Şekil 6.3. Yangına müdahale aygıtları için yol genişlikleri	176
Şekil 6.4. Yangın hidrantı yerleşimi	177
Şekil 6.5. Yangın hidrantları	178
Şekil 6.6. Binalar arası mesafeler.....	179
Şekil 6.7. Binaların cephe özellikleri	180
Şekil 8.1. Yangın güvenli bina tasarım kararları	199

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Kapalı mekandaki yangının büyüme (flashover) aşaması	19
Resim 4.1. Panik barlı kapılar	117
Resim 5.1. Kaçış yolu aydınlatmalarını besleyen jeneratör	144
Resim 5.2. Jeneratörlerin beslediği acil aydınlatma elemanları	144
Resim 5.3. Çıkış kapısı niteliği taşıyan panik-barlı dış kapı	162
Resim 5.4. Yangın geciktirici ayırıcı bölme nitelikli çıkış kapıları	163

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

ppm

part per million

Kısaltmalar

Açıklama

ASET

Available Safe Egress Time

BS

British Standarts

BYKHY

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik

EN

European Norms

FED

Fractional Effective Dose

ISO

International Organization For Standardizations

RSET

Required Safe Egress Time

TS

Türk Standartları

1. GİRİŞ

Endüstrileşmenin gelişimi ve toplu yerleşim alanlarının giderek çoğalması ile birlikte artan enerji tüketimi yangın riskini de beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, üretilen yeni malzemelerin yapıda kullanımının yaygınlaşması ile yangınların insanların yaşam güvenliğini tehdit etmesi yanında yangınlarda oluşan maddi hasarların boyutları da artış göstermektedir. Yangın güvenliği, binaların tasarımı, yapımı, işletmesi, bakımı ve kullanımı sürecinde düşünülmesi gereken bir konudur. Bu nedenle, mimar, inşaat, makine, elektrik ve işletme mühendisliği gibi çok farklı disiplinlerin işbirliği içinde çalışması gerekmektedir.

Yaygın olarak düşünülen yangın güvenliği, yangının söndürülmesi şeklinde değerlendirilmektedir. Oysa bilimsel olarak yangın güvenliğinde amaç, öncelikle yangının çıkma olasılığını minimuma indirmeyi, yangını ilgili yangın kompartımanında kontrol altına almayı, insanların en kısa sürede güvenli bir alana tahliye edilmelerini, binanın iyi bir yapısal performansa sahip olmasını, yangının neden olduğu toksik dumanın ortamdaki çıkmasını sağlayacak olan önlemleri kapsamaktadır.

Yangın güvenlik önlemlerinin uygulanabilirliğini sağlayabilmek için yaptırım gücü olan kuralların bulunması gerekmektedir. Ülkemizde bu konuda ilk yönetmelik 1992 yılında yayımlanan “İstanbul Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği” olmuştur. Bu yönetmelik yalnızca İstanbul için geçerli olup, Belediye tarafından yürürlüğe konması nedeniyle sınırlı kalmıştır. Benzer çalışmalar İzmir, Mersin, Antalya ve Bursa belediyelerinde de yapılmıştır. Ülke bazında yapılan ilk yönetmelik olarak, 26.07.2002 tarihinde Bakanlar Kurulunca 24827 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik” ile yangın güvenliği mimar ve mühendislerle birlikte geniş bir platformda tartışılmaya ve anlaşılmaya başlanmıştır. Bu yönetmelik Türkiye genelinde her türlü yapı, bina, tesis ile açık ve kapalı alan işletmelerinde alınacak yangın önlemlerine ilişkin tasarım, yapım, kullanım, bakım ve işletim esaslarını kapsamaktadır. Mevzuatlarla ilgili olarak yangın güvenliği ile ilgili TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından

yayımlanan ve genellikle NFPA ve EN'lerden tercüme edilerek hazırlanan standartlar bulunmaktadır.

Yangın güvenliği ile ilgili yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde; aşağıdaki literatür taramasından da görülebileceği gibi, çoğunlukla belirli bir yapı tipi, malzeme veya yapı elemanının yangın güvenliğine ilişkin olduğu görülmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışma ile yangın güvenliğine genel bir yaklaşım getirilmesi amaçlanmıştır.

M. Özgünler; 1994'te yaptığı yüksek lisans tezinde yangın güvenliği ile ilgili ülkemizdeki mevzuatların incelemesini yapmıştır. Yapılan incelemeleri yurt dışındaki mevzuatlarla karşılaştırıp bina ve yerleşim ölçeğinde irdeleyerek öneriler getirmiştir [1].

P. Kınık; 1995'te yaptığı yüksek lisans tezinde yüksek yapılarda yangından korunma önlemlerini ve kaçış yollarının planlanmasını incelemiştir. İncelemelerini seçtiği olumlu ve olumsuz örnekler üzerinde değerlendirmiştir. İlgili mevzuatları değerlendirerek sorunlarını ortaya koymuştur [2].

A. Bostankolu; 1997 yılında yaptığı yüksek lisans tezinde mimari tasarım ile yangın sigortası etkileşimini yangın korunumu açısından ortaya koymuştur. Mimari tasarımda yangın korunum yöntemlerinin incelenmesi ile yangın tehlikesinin, yangın sigortası ve risk yönetiminin tanımlamasını yapmıştır. Yangın sigortasının nasıl olması gerektiğine ilişkin öneriler getirmiştir [3].

R. Yücebalkan; 1997'de yaptığı yüksek lisans tezinde yangın güvenliğine ilişkin pasif ve aktif önlemleri incelemiş, yürürlükteki yönetmeliklerin karşılaştırmasını yapmıştır. Örnek olarak seçtiği topluma açık yapılarda karşılaştırmalı olarak yangın risklerini ortaya koymuştur [4].

E. Özterzi; 2000'de yaptığı yüksek lisans tezinde , metal çerçeveli giydirme cepheli binalardaki yangın güvenlik önemlerini ortaya koymuştur. İstanbul'da farklı

semtlerde seçilen otuz beş metal çerçeveli giydirme cepmeli bina, yangın güvenliği yönünden irdelemiş, mevcut durumu belirleyerek sonuçları tablolar halinde sunmuştur. Sonuç olarak, alınması gereken yangın güvenlik önlemlerini belirtmiştir [5].

S. Hekimoğlu; 2001’de yaptığı yüksek lisans tezinde otel yapılarında can kaybını önlemeye yönelik bir yöntem araştırmış, yangın güvenliği yetersiz oteller için rehabilitasyon önerileri sunmuştur [6].

Y. Sarıkaya; 2001 yılında yaptığı yüksek lisans tezinde, yangın problemini kentsel ölçekte ele almış, kentsel yangın riski ve kentsel unsurlarla ilişkili olan yangın risk faktörlerini tanımlamıştır. Yangının birçok sosyo-ekonomik faktöre göre değişkenlik gösterdiğini tespit etmiş, risk değerlendirme analizlerinin kent içinde diğer alanlardan daha riskli bölgelerin tespitinde kullanılabilir olduğunu gösteren değerlendirmeler yapmıştır [7].

2001 yılında S. Küçük; yüksek lisans tezinde malzemelerin yanma ürünlerinin zehirliliğini ve insanlar üzerindeki olumsuz etkisini incelemiştir. Bu konuda kimyasal ve biyolojik alanda kullanılan deneysel yöntemleri incelemiş ve sonuçlarını kıyaslamıştır [8].

E. Özkan; 2002 yılında yaptığı yüksek lisans tezi ile çelik yapı bileşenlerinin yangından pasif korunma yollarını incelemiştir. Örnek olarak seçtiği çelik yapının yangın güvenliğini irdelemiştir [9].

N. Serteser; 2004 yılında yaptığı doktora çalışması ile, karşılıklı binalar arasında yangının ısıyım yoluyla yayılmasını incelemiş, yeni bir model ortaya koyarak güvenli sınır mesafelerini belirlemiştir. Sınır mesafesinin belirlenmesinde bina cephesindeki korunmamış alanların ve bina dışı ortam sıcaklığının etkisini araştırmış, yapılan hesaplama sonuçlarını grafiksel olarak ifade etmiştir [10].

M. Gültek; 2005 yılında yaptığı doktora çalışması ile, Atriumlu binaların kaçış yollarının planlanmasına yönelik örnek projeler üzerinde modelleme çalışması yapmıştır. Modelleme sürecinde projeler üzerinde değişiklikler yaparak belli oranda iyileştirmeler sağlamıştır. Modelleme çalışmaları sonucunda tasarım aşamasında kullanılacak bir yöntem önermiştir [11].

F. Demirel ve S. Altındaş; 2005 ve 2006 yıllarında yazdıkları makalelerde; yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları ve yapı elemanlarına ilişkin performans sınıflarını Ulusal ve Avrupa sınıfları bağlamında ele almışlar ve Ulusal sınıfları Avrupa sınıflarına adapte etmişlerdir [12,13].

Yapılan bu tez çalışmasında; özellikle tasarımcıya yön vermesi amacıyla pasif yangın güvenlik önlemleri incelenmiştir. Mevzuatlar; bazı binalarda pasif sistemlere destek olmak üzere aktif sistemlerin kullanımını da zorunlu tutmuştur. Bu nedenle, tezde aktif önlemlerden de kısaca bahsedilmiştir.

Pasif yangın güvenlik önlemlerinin genel bir analizinin ve değerlendirmesinin yapıldığı bu çalışmada; yapılacak olan diğer çalışmalara temel girdi oluşturmak, tasarımcının projesinde kullanabileceği kararları belirleme ve konu ile ilgilenen kişilerce anlaşılmasına katkı sağlanması amacını taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle, yanma ve yangın kavramları analiz edilerek yangının bina üzerindeki etkisi ve alınacak önlemler incelenmektedir. Bu çalışmada tümevarım yöntemi aracılığı ile yapı malzemesi, yapı bileşenleri, bina ve çevresi ayrı ayrı bölümlerde incelenmektedir. Son olarak; yapılan analizler, belirlenen performans kriterleri ile birlikte değerlendirilerek kontrol listeleri oluşturulmuş, böylece tasarım aşamasında mimarın yangın güvenliğine ilişkin kararları BYKHY doğrultusunda alarak tasarıma yansıtmasına olanak sağlanmıştır. Sonuç ve öneriler bölümünde ise; tasarımcıya yangın güvenli bina tasarım kararlarına ilişkin bir akış şeması önerilmiştir..

2. YANGINA İLİŞKİN GENEL KAVRAMLAR

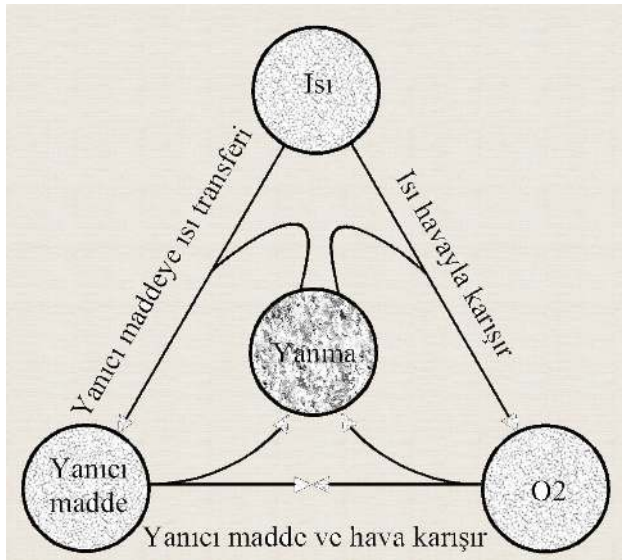
2.1. Yanma

Yanma; yanıcı madde ve gazların hızlı oksidasyonu ile ısı ve ışık üretimidir [15]. Başka bir ifade ile yanma, malzemenin hidrojeninden kurtulması ve oksijenin emilimini sağlayan sıcaklık ve akkor hale gelme olayıdır [16].

Yanmanın başlayabilmesi için, aşağıdaki üç bileşenin bir arada bulunması gereklidir [17];

1. Yanıcı madde,
2. Oksijen,
3. Isı.

Yanma süreci bu üç bileşen olmadan meydana gelemez. Yanma süreci Şekil 2.1’de gösterildiği gibi yangın üçgeni olarak adlandırılır [17].



Şekil 2.1. Yangın üçgeni [17]

Söz konusu edilen bileşenlerden ikisinin de ortamda bulunması halinde; ancak üçüncü

bileşen eklendiğinde yanma oluşabilir. Örnek olarak; yanıcı madde sıcak bir odada buharlaştıktan sonra ortama oksijen eklendiğinde (açılan kapı, pencere vb.) tutuşma meydana gelebilir. Bileşenlerden herhangi birisinin ortamdan kaldırılması (yanıcı maddenin suyla soğutulurak ısının kaldırılması gibi), yangının söndürülmesini sağlamaktadır [18].

Yanıcı madde; katı, sıvı ve gaz şeklinde üç durumda olabilmektedir. Katı yanıcı maddeler, biçim ve hacme sahip olurken; sıvı yanıcı maddeler belirli bir biçime sahip değildir. Gaz halindeki yanıcı maddeler ise ne biçime ne de hacme sahip olmaktadır [19]. Çizelge 2.1’de bilinen bazı yanıcı maddelere örnek verilmektedir.

Çizelge 2.1. Yanıcı madde örnekleri [19]

Yanıcı Madde Örnekleri		
Katı	Sıvı	Gaz
Kömür	Benzin	Propan
Ahşap	Mazot	Hidrojen
Kağıt	Alkol	Doğal gaz
Plastik	Gaz yağı	Bütan
Tekstil	Boya	Asetilen

Söz konusu tüm yanıcı maddeler, yanmadan önce buhar fazında olmak zorundadırlar. Bu nedenle, gaz halindeki yanıcı maddeler (hidrojen, doğal gaz gibi), katı haldeki (ahşap, kağıt gibi) yanıcı maddelere göre daha hızlı yanacaklardır [19].

Katı yanıcı malzemeler, eğer küçük parçalara ayrılmışlarsa daha hızlı yanacaklardır. Şekil 2.2’de ahşap örneğinde görüldüğü gibi, ahşap blok halinde ve işlenmemiş durumundayken tutuşması güçtür. Tutuşması önemli bir zaman alacaktır. Eğer, ahşap talaş gibi küçük parçalara ayrılmışsa daha hızlı tutuşacaktır. Sonuç olarak, ahşabın yüzeyi arttıkça daha hızlı yanacaktır. Ahşap her iki durumda da buharlaşıp oksijenle birleşerek tutuşmaya neden olabilecektir [19].



Şekil 2.2. Yanıcı katı maddelerin yüzey ve yanıcılık özelliği [19]

Yanıcı madde tamamen yandığı zaman yanma sıcaklığı, enerji açığa çıkarmaktadır. Bu durum yanıcı maddenin kalori değeri ile ilgili olabilmektedir. Yanmanın tamamlanması için dikkatle kontrol edilmiş laboratuvar koşulları gerektirmektedir. Kontrolsüz yanma koşullarında ise; yanma tamamlanmamış olup enerji yayılımı da daha az olacaktır [18].

Yanıcı maddenin bir molekülündeki yanmanın tamamlanması için gerekli oksijen molekülünün miktarı “stoichiometric” bir oran olarak verilmektedir. Bununla beraber, 1 kg yanıcı maddenin yanmasının tamamlanması için gerekli oksijen kütlesi genellikle daha kolay hesaplanmaktadır [18].

Bu şartların sağlanmasının yanı sıra, bir yanıcı maddenin yanabilmesi için hava ile belli bir oranda karışması gerekmektedir. Bu oran belli bir aralık değerini ifade eder ve her yanıcı madde için farklı değerler söz konusudur [8].

Yanmanın oluşması için oksijenin mutlaka ortamda bulunması gereklidir. Atmosferdeki bileşimde normal oksijen oranı %21 olarak bilinmektedir. Yanmanın meydana gelebilmesi için en düşük oksijen oranı ise %13, görünür bir alevin oluşması için ise en düşük oksijen oranı %15 değerinde olmaktadır. Oksijen yanma sürecinde çok önemli bir unsur oluşturmaktadır. Oksijen miktarının azalıp artması yangının şiddetinin azalıp artması ile doğru orantılı olarak gelişmektedir [19].

Oksijen kaynağı hava olurken; bazı yanıcı maddelerin, prolizleri¹ sonucu oksijen içerebildikleri bilinmektedir [18].

Yanma sürecinin devam etmesi ve yanıcı maddenin kimyasal reaksiyona girebilmesi için; yeterli miktardaki oksijen sürekli olarak ortamda bulunmalıdır. Bu durumda, yanmanın olduğu alanda havalandırmanın bulunması gerekmektedir [17].

Oksijen kokusuz, tatsız ve renksiz bir gazdır. Herhangi bir şey havada yandığı zaman oksijen ile birleşmektedir. Yanma sınırlı bölgede ilerlerken, atmosferdeki oksijen ise yavaş yavaş tükenir. Bu durum; yangına maruz kalanlar ve yangına müdahale edenler için ciddi tehlike oluşturmaktadır [20].

Kişilerin fiziksel aktiviteleri, oksijen yoğunluk oranı %12-15'in altına indiği zaman güçleşmektedir (Çizelge 2.2). Havadaki oksijen oranı %6'dan daha az olduğu zaman 6-8 dakikada ölümle sonuçlanmaktadır [20].

¹ Proliz: Malzemelerin, çevresindeki sıcaklık nedeniyle ayrışmasıdır. Bu süreçte malzemeden ayrılan yanıcı madde buharı tutuşmaya neden olabilir [61]

Çizelge 2.2. Yanma sırasında oksijen azalmasının zehirlilik belirtisi ve bulguları [20]

Yanma sırasında havadaki oksijenin yüzdelik oranı	Yanma sırasındaki oksijen azalmasının zehirlilik belirtisi ve bulguları
20 (veya yukarısı)	Normal
12-15	Kas hareketlerinin koordinasyonunun azalması
10-14	Bilinçlilik devam eder, fakat aşırı bitkinlik vardır.
6-8	Baygınlık meydana gelebilir, fakat hızlı bir tedavi ile öldürücü sonuç önlenabilir
6 (veya aşağısı)	6 veya 8 dakika içerisinde ölüm gerçekleşir.

Isı, yanıcı maddeye ısıma, kıvılcım ve alev yoluyla transfer olur. Yanmanın devamlılığı için ısı kaynağının yoğunluğu (yanıcı maddenin ısı kaynağından uzaklığı) ve devamlılığı önem taşır [17].

Tutuşma sıcaklığı

Isı, sıcaklıkla ölçülebilen bir enerji olarak tanımlanmaktadır. Yanıcı maddeler incelendiğinde, en önemli özellikleri hangi sıcaklıkta tutuştuklarıdır. Tüm yanıcı maddeler bir tutuşma kaynağı (alev, kıvılcım, elektrik) ile karşılaştığında bir süre sonra tutuşacaktır. Bunun yanında bazı yanıcı maddeler belirli bir sıcaklığa ulaştıklarında da tutuşabilmektedirler. Tutuşma sıcaklığı; yanıcı maddenin tutuşması için gereken havadaki minimum sıcaklıkta, ısınmış olarak tutuşma kaynağı olmaksızın tutuşmaya başlaması ve devam ettirmesi olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 2.3’de bazı yanıcı maddelerin tutuşabilmeleri için gereken minimum sıcaklıklar verilmektedir [19].

Çizelge 2.3. Yanıcı maddelerin tutuşma sıcaklıkları [19]

Yanıcı Maddeler ve Tutuşma Sıcaklıkları	
Yanıcı madde	Tutuşma sıcaklığı °C
Hidrojen	585°C
Metan	537°C
Propan	466°C
Karbon monoksit	608°C
Benzin	260C
Petrol	260°C
Selüloz	232°C

Yanıcı madde, yangın durumunu çeşitli yollardan etkilemektedir. Yanıcı maddenin yangının bulunduğu mahaldeki davranışlarını etkileyen başlıca parametreler; yanıcı maddenin durumu, formu (biçimi, kalınlığı, yüzeysel karakteri, dağılımı, yoğunluğu v.b.) ve fiziksel ve kimyasal özellikleridir (yanma ve patlama noktası, ısı iletkenliği, özgül sıcaklığı ve yanma sıcaklığı v.b.) [17].

Kimyasal reaksiyonun başlaması ile, kendi kendine gelişen yanma olayı alevsiz, alevli, çok yavaş ya da çok hızlı olabilir [8].

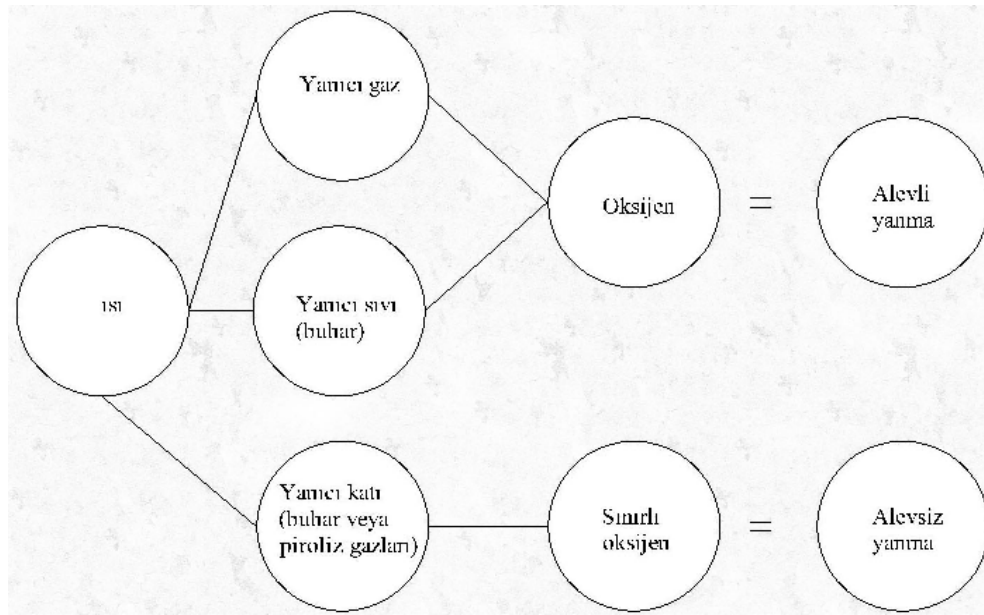
İki tip yanma vardır [8];

1. Alevli yanma,
2. Alevsiz (için için) yanma.

Alevli yanma ön karışımli veya difüzyon alevi özelliğindedir. Alevsiz yanma alevsiz ve kendi içinde yanma sürecidir. Ancak, bazı katı durumdaki malzemeler sıcaklık karşısında karbon gibi kömürleşerek için için yanarlar. Kağıt, selülozik kumaş, talaş, lastik kauçuk ve elyaf gibi malzemeler bu duruma örnek olarak gösterilebilir [21].

Difüzyon alevi yakıt buharının hava ile karışarak yanması sonucu oluşan alevdir. Alevsiz yanma sürecinde alev, dışarıdan gelen bir sıcaklık veya ısıtım kaynağı gerektirmez. Farklı ve bileşik özellikteki malzemeler ısı veren kimyasal biyolojik reaksiyonla içten ısı üretirler. Böylece, bu süreç başladığında ve soğutma yetersiz olduğunda, cismin sıcaklığı artar [21].

Şekil 2.3'den anlaşılacağı gibi yanıcı maddelerin, alevli yanmaya başlayabilmeleri için gaz ya da buhar fazında olmaları gerekmektedir. Katı ve sıvı maddeler ısı ile piroliz sonucu faz değiştirerek yanmaktadırlar. Gazlar ise kendi formlarında yanarlar [22, 8].

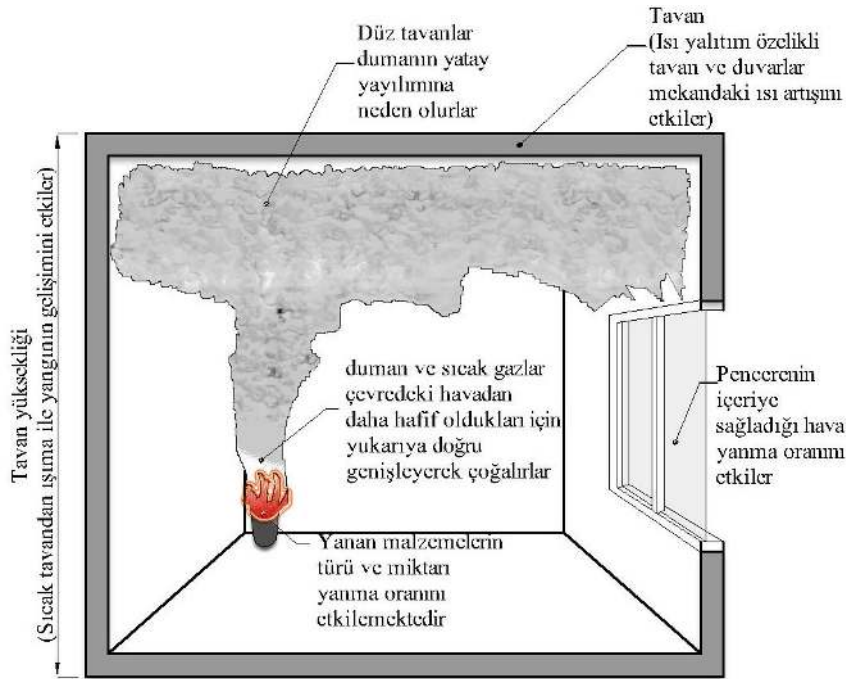


Şekil 2.3. Yanma ve türleri [23, 8]

2.2. Yangının Gelişim Aşamaları

Yangının gelişimi için, daha öncede sözü edilen “yangın üçgeni”nin bileşenleşmelerinin (yanıcı madde, ısı, oksijen) ortamda bulunması gerekmektedir. Çoğu binalarda çok miktarda tutuşabilir malzemeler bulunmaktadır. Bununla beraber, havada bulunan oksijen de bu malzemelerle temas halindedir. Bu nedenle, yanmaya neden olacak derecedeki ısı kaynağının genellikle yanabilir malzemelerden uzakta tutulması gerekmektedir [21].

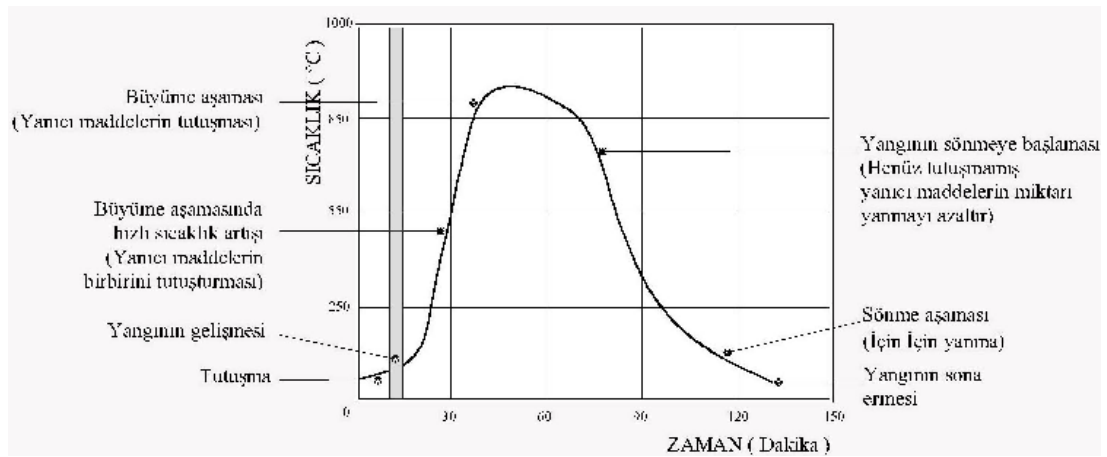
Yanma sonucunda oluşan duman ve sıcak gazlar hızla yükselerek tavan boyunca yatay bir şekilde ilerlemektedir. Eğer, yangın sınırlı bir mekanda ise; sıcak gazlar, tüm mekanı hızla çoğalarak doldurma eğiliminde olacaktır. Şekil 2.4’de görüldüğü gibi, odanın köşesindeki çöp kutusunda başlayan yangında sıcaklık 650-980 °C’ye kadar yükselebilmektedir. Yangının başladığı odanın diğer bölümünde sıcaklığın çok daha az olmasına rağmen, içerideki yanma sonucu oluşan zehirli gazlar kısa bir sürede uzaklaştırılmadıkça insanların tahliyesi imkansız olabilmektedir. Genellikle binalardaki yangınlarda ölümler duman ve zehirli gazlardan olmaktadır. Sıcak gazların hızla çoğalarak tavan ve üst duvar yüzeylerinin ısıtması sonucu ısı, ışıınım (radyasyon) ile geri dönerek aşağıdaki tutuşmamış malzemelere geri dönmektedir. Tavana daha yakın tutuşabilir malzemeler, daha çok ısınıp ısı yayacaklardır. Tavan duvarlardaki tutuşabilir bitirme malzemeleri yangının gelişimi ve yayılımında önemli bir etkiye sahiptirler [15].



Şekil 2.4. Sınırlı alanlarda yanma davranışı [15]

Yanıcı maddenin veya oksijenin ortamdan uzaklaşması sonucunda yangın, gelişimini sürdürmeyecektir. Yangının başlangıcında tutuşan yanıcı maddeler yanıp tükeneyeceği için öncelikle; tutuşabilecek olan henüz yanmamış yanıcı maddeler ortamdan

uzaklaştırılmalıdır. Yangının ilk tutuşan maddeden yayılıp yayılamayacağı, çevresindeki tutuşabilir maddelere olan yakınlığına ve tutuşan maddedeki yanmanın boyutuna bağlı olmaktadır. Işıma ile ısı iletiminde en önemli durum tavan altında biriken sıcak duman katmanlarıdır. Mekan içindeki tüm yanabilir yüzeylerin aynı zamanda tutuşmasına neden olabilecek yeterli şiddetteki ısıma, büyüme (flashover) olarak adlandırılan bir süreçtir. Isının yayılım oranı bu durumda hızla artmaktadır [18]. Aşağıdaki grafikte gerçek bir bina yangında oluşan sıcaklık-zaman eğrisi verilmiştir. Yangının gelişme aşaması insanların binadan tahliyesi için en uygun olduğu aşamadır. Ancak, yangının büyüme aşaması yangına müdahale için çok kritik bir zamandır. Bu nedenle, insanların tahliyesi ve yangının söndürülebilmesi için yangının erken fark edilmesi gerekmektedir (Şekil2.5) [15].



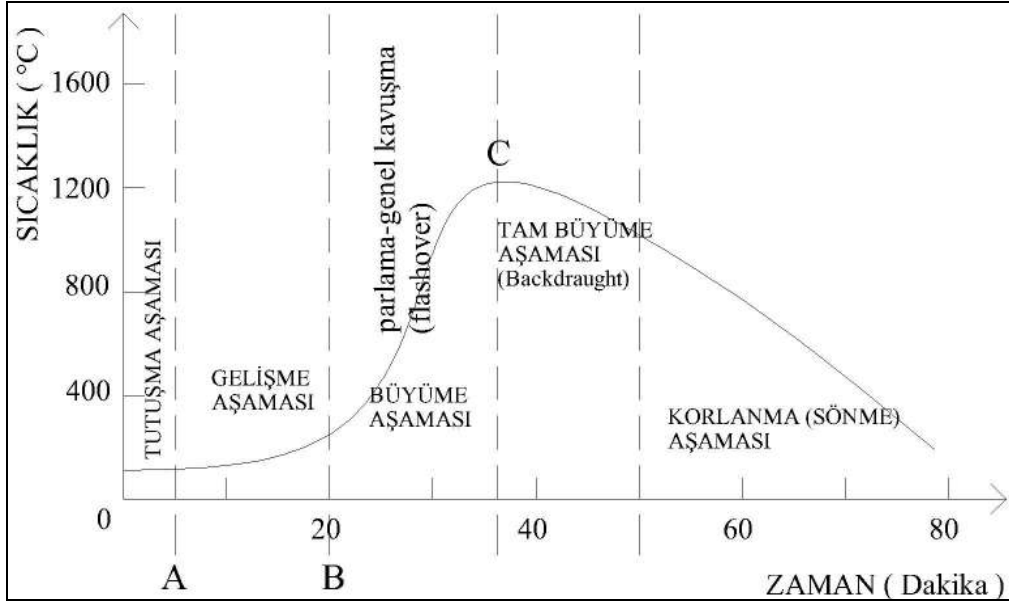
Şekil 2.5. Yangının zamana bağlı gelişim aşamaları [15]

Çoğunlukla gelişim nedeni anlaşılamayan bina yangınları; parlama veya yangının bir malzemeden diğerine ağır bir şekilde ilerleyerek tüm binaya yayılması sonucuyla ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda, yangının büyüklüğü, var olan oksijen miktarı ile sınırlı olmaktadır. Mekan içinde başlangıçta bulunan hava miktarı, küçük miktardaki yanıcı maddelerin tutuşması için önemli olacaktır. Bununla beraber, duvardaki açıklıklar (kapı ve pencere gibi) dumanın dışarı çıkmasına ve içeriye taze hava girmesine (oksijen) neden olmaktadır. Eğer oksijen miktarı yeterince kısıtlanmışsa, yangın *kontrollü yangın* olarak adlandırılmaktadır. Bu durumda, yanma olayı daha az olduğu için yanma ürünleri (çoğunlukla karbondioksit ve su)

daha yavaş ortaya çıkacak, daha fazla duman ve ara ürünler (karbon monoksit gibi) oluşacaktır. Bazı durumlarda, yangın mekanındaki sıcaklık, yanıcı maddenin buharlaşması için yeterli olabilir; fakat yanma için yeterli olmayabilir. Eğer, oksijen miktarı aniden artarsa (kapı veya pencere yolu ile hava girdiğinde), yanıcı madde buharı havayla karıştığı zaman hızla yanabilmektedir. Bu durum, *tam büyüme aşaması* (backdraught) olarak adlandırılmaktadır [18].

Birçok literatürde yangının gelişimi; başlangıç, gelişme ve sönme olarak üç ana aşamada verilmektedir. Yangının karmaşık yapısı nedeni ile aradaki aşamaların da incelenmesinin daha doğru olacaktır. Bu yaklaşım ile yangın; beş aşamada tanımlanabilir. Bunlar; tutuşma, gelişme, büyüme, tam büyüme (backdraught) ve korlanma (sönme) aşamalarıdır. Her aşamanın kendine özgü tehlikeleri vardır. Gelişme, büyüme ve korlanma aşamaları bir yangında meydana gelebilecek, ölüm ve yaralanmalara yol açan tehlikelerdir. Bu tehlikeler kapalı hacim yangınlarında söz konusudur [24, 8].

Zaman-sıcaklık artışına bağlı olarak yangın gelişimi şekil 2.3’de gösterilmiştir. Grafikte A noktasına kadarki zaman tutuşma zamanını gösterir. A-B arası yangının gelişme aşaması olarak bilinmektedir. Büyüme (flashover) aşaması öncesindeki bu aşama sırasında mekan içindeki sıcaklık, büyüme aşamasına oranla daha azdır. Buna ilave olarak insanların tahliyesi için gerekli zaman daha çoktur. Büyüme aşamasının başlangıcından (B) tam büyüme aşamasına (C) geçişe kadarki zamanda yangın hızla gelişmektedir. B-C arası zaman yangının büyüme aşamasıdır. Büyüme aşamasında mekan içindeki tüm yanabilir malzemeler yanmış ve sıcaklık bitişikteki mekanda da ani bir şekilde artmaktadır [21].



Şekil 2.6. Yanma sürecinde sıcaklık-zaman ilişkisi [21]

Şekil 2.6'deki C noktasında; büyüme aşaması sona ermiş, yanma süreci oksijenin azalmasıyla son bulmuş ve tam büyüme aşamasına geçiş başlamıştır. Tam büyüme aşamasında ortamda henüz yanmamış sıcak gazlar bulunmaktadır. Sıcaklığın azalmaya başlamasıyla, yangın korlanma (sönme) aşamasına doğru ilerlemektedir. Korlanma aşaması sürecindeki sıcaklık diğer mekanlar içindeki yapısal bileşenlere taşınım ve ısıtım yoluyla yayılması açısından tehlike oluşturmaktadır. Şekil 2.6'daki grafikte mekan içindeki malzemelerin sıcaklığının ve formlarının aynı özellikte olduğu farz edilmektedir. Gerçekte, yangın sırasında mekan içindeki sıcaklık değişken olmaktadır. Aynı zamanda, yapı elemanlarının çevresini saran malzemelerin özellikleri de farklılık gösterecektir [21].

Yangının gelişimi aşağıda detaylandırılmıştır;

Tutuşma aşaması

Yangın, tutuşmanın fiziksel bir hareketi olmaktadır. Yeterli yanıcı madde ve ortamda % 18 ile % 21 değerleri arasında oksijen bulunmaktadır. Sözü edilen tutuşma hareketi, malzemelerin tutuşma sıcaklığına ulaşması nedeniyle oluşabilmektedir.

Yangın, yanıcı maddelerin ilk tutuştukları anda küçük ve sınırlı olmaktadır [19].

Başlangıç aşaması olarak da bilinen bu aşamada, alevler henüz büyümemiştir. Ancak, çok kısa bir süre içinde ortam, tavandan başlayarak dumanla dolmaya başlar. Kaynaktaki alevler büyüdükçe ve ortam sıcaklığı arttıkça yangın, gelişme safhasına doğru ilerler [8].

Yangın sonucu oluşan duman, yukarıya doğru yükselir. Tutuşma aşamasında oksijen yeterli seviyededir. Ancak, henüz sıcaklık yeterli seviyeye yükselmediği için yanıcı malzemeler tam yanmaya uğramamıştır. Hala duman içinde yanmamış gazlar yer almaktadır. Ortam sıcaklığını artması ile, yanmamış gazlar ısınmaya ve tutuşma noktalarına ulaşmaya başlarlar. Bu aşamada odanın yüksek seviyelerinde kısmi alevlenmeler, tutuşmalar (Alevdili-Flameover) meydana gelir [8].

Gelişme aşaması

Yanıcı maddenin fazla miktarda olması yangının gelişmesine neden olmaktadır. Yangının meydana geldiği hacmin büyüklüğü, geniş mekanlar ve ısıнын yayılması yangının gelişimine neden olmaktadır. Küçük alanlarda ise ısıma ile ısı, mekanın duvar ve tavanlarından tekrar yangına katılarak yangının hızla gelişimine neden olmaktadır [19].

Eğer mekan çok iyi ısı yalıtımına sahipse, ısıyı içeride tutarak yangının çok hızlı gelişmesine neden olabilecektir [19].

Yangının yayılımını etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır [21];

1. Ortamdaki yanabilir malzemeler arasındaki mesafe,
2. Ortamdaki yanabilir malzemelerin kütle ve yüzey alanının dağılımı,
3. Tutuşma kaynağının yeri ve büyüklüğü,
4. Ortam sınırları içerisindeki açıklıkların yeri ve büyüklüğü,
5. Ortamın geometrisidir.

Büyüme aşaması (parlama-genel kavuşma-flashover)

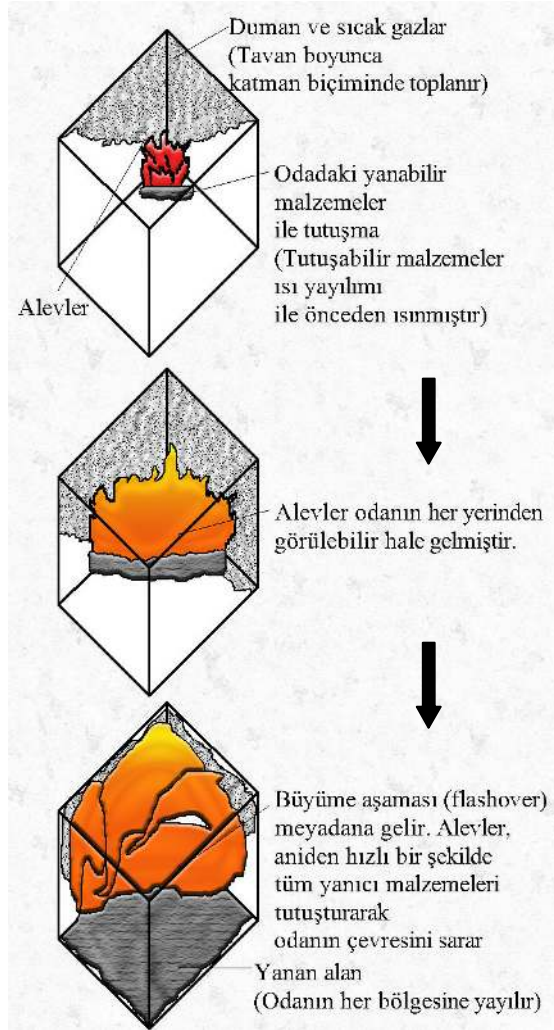
Yangının gelişme aşamasından büyüme aşamasına geçişidir. Alevler bütün mekanı sardığı durumda büyüme aşaması (flashover) meydana gelir. Bu duruma, yangının kendi kendine sıcaklığı artırması neden olmaktadır [19].

Mekanın tavan kısımlarındaki duman katmanlarının sıcaklığı 550 °C'ye ulaştığı veya yüzeylerden ışıma 20 kW/m² nin yukarısında olduğu zaman büyüme aşamasına geçiş olmaktadır [18].

Büyüme aşaması genel olarak ortamdaki yanabilir malzemelerin ve gazların ani ve etkili şekilde eş zamanlı tutuşması olarak tanımlanır. Bu aşamada mekanın tavana yakın kısımlarında sıcaklık hızla 420-650 °C kadar artmaktadır. Mekandaki yangının başlaması ve büyüme aşaması arasındaki zaman; insanların tahliyesi ve yangına müdahale edenlerin kurtarma ve söndürme operasyonları için en kritik zamandır. Şekil 2.7'de tipik bir oda yangının gelişimi gösterilmektedir. Duvarlar iyi yalıtıldığında odadan bitişikteki hacimlere ısı akışı yavaşlayarak ortamdaki sıcaklık hızla artacaktır. Bunun sonucunda, yangının tutuşması ve büyümesi (flashover) arasındaki zaman azalacaktır [15].

Büyüme aşaması; mekan içinde sınırlanmış, yanabilir malzemelerin tüm yüzeylerini saran yangın nedeniyle hızla değişim göstermektedir. Yangının gelişimi; mekanın duvarlarının sıcaklığı, sıcak gaz katmanlarının artması, ısıнын ışıma ile çevredeki yanabilir malzemelerden yangına tekrar katılması ile ilgili olarak artmaktadır. Yangın sıcaklığının artış oranındaki yükseliş, yangının yayılımına neden olabilmektedir. Ayrıca, mekan içindeki diğer nesneler de ısınmıştır. Büyük yangınlarda, ısınmış malzemelerden yayılan ısıнын ışıma ile yangına katılması (geri besleme); mekanın daha fazla ısınmasına ve yangın gelişiminin daha şiddetli olmasına neden olmaktadır. Bazı durumlarda, mekan içindeki yanmayan malzemeler, kendi tutuşma sıcaklıklarına ulaştıklarında yanmayı başlatabilmektedirler. Yangının gelişimi, yalnızca yangının yanabilir malzemelerle karışan oksijen miktarı ile sınırlandığı zaman durmaktadır. Büyüme aşamasına geçiş oluştuktan sonra; mekan

içinde, dışarıya açılan açıklıklar (kapı ve pencere) nedeniyle tutuşabilecek, henüz yanmamış yanıcı madde buharı bulunmaktadır [18].



Şekil 2.7. Büyüme (flashover) aşaması [15]

Büyüme aşaması, mekan içindeki yangının gelişiminde yeterli yanıcı madde ve havalandırmanın olduğu bir aşamadır. Bu aşamanın engellenmesi için potansiyel yanıcı maddeler arasındaki mesafeyi arttırmak, mekan içindeki havanın sınırlı tutulması şeklinde alınan önlemlerle, yangın tam büyüme (backdraught) aşamasına ulaşabilecektir. Bunun sonucunda; yangının etkisi azalacaktır [18].

Resim 2.1'de görüldüğü gibi mekanın bir noktasında başlayan yangın, ortamda

yeterli oksijen bulunduğu için kısa bir zamanda tüm mekana yayılmaktadır. Ayrıca, mekan içindeki yanıcı malzemelerin yoğunluğu ve ilk tutuşma noktasına yakınlığı da yangının büyümesine neden olmaktadır.



Resim 2.1. Kapalı mekandaki yangının büyüme (flashover) aşaması [25]

Tam büyüme aşaması (backdraught)

Bu aşamada, yangının meydana geldiği mekandaki havalandırmanın sınırlı olduğu durumdan kısa bir zaman sonra yanma, yetersiz oksijenle devam edebilecektir. Bu aşamada yangın söndürülebilmektedir. Bununla beraber, mekanın sıcaklığı, yanıcı maddeden buharın çıkması ve yanıcı maddenin alevsiz (için için) yanması için yeterli olabilmektedir. Bu durum, ortamda yüksek yoğunlukta tutuşabilir gazların

oluşmasına neden olabilmektedir. Bu koşullar altında, havalandırmanın değişmesi ile (kapı veya pencere açılması gibi) içeriye hava girmesine izin verilerek, havanın ortamda oluşan gazlarla karışmasına neden olunmaktadır. Eğer, başlangıçtaki yangında oluşan kor halinde ve parlayan alev gibi yeterli tutuşma kaynağı olursa, bu gazları tutuşturacaktır. Yeni bir açıklığın açılması, içeriye girecek hava nedeniyle alevlenmeye neden olacaktır. Bu durum patlamayla sonuçlanacaktır [18].

Büyüme aşması sonrasında, mekanın tüm yanabilir yüzeyleri sıcaklık sebebiyle katı malzemelerden yanıcı gazlar açığa çıkarırlar (proliz). Yanıcı malzemeler mekan içinde 1300-1400 °C (tuğla için yeterli erime sıcaklığı) den başka 1000-1100 °C gibi yüksek sıcaklıktaki hava ile karşılaştığı zaman, prolizle yanma sonucu yanıcı gaz açığa çıkarmaktadırlar. Yangının bu aşaması sırasında, yapı elemanları (duvar, kiriş, kolon v.b.), taşıyıcı güçlerini kaybetmeleri ve yangının bitişikteki mekana yayılımına neden olmaları için yeterli sıcaklığa sahiptirler [18].

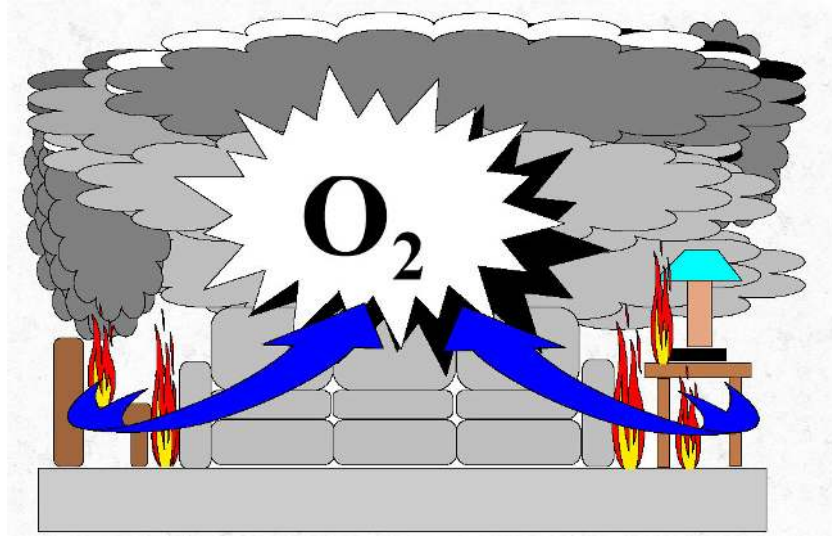
Yanıcı maddelerden gaz üretimi; genellikle yanmanın tamamlanması için gerekli hava girişi yetersiz olduğu durumlarda, çok yüksek olmaktadır. Bu durumda; karbon monoksit gibi duman ve gaz üretimi artışı olmaktadır. Yanmamış yanıcı madde gazı içeren duman, mekanın dışına akarak taze hava ile karşılaşmaktadır [18]. Büyük miktarlarda yanmamış gaz, hava almayan alanlarda birikir ve bu alanlar patlama oluşturma potansiyeline sahiptir [24, 8].

Tam büyüme aşamasında, oksijen miktarı % 15'in altında bulunmaktadır. Yanma için yeterli oksijenin bulunmamasıyla beraber, yeterli miktardaki yanıcı madde ve ısı yanmayı devam ettirmektedir. Bununla beraber; kontrol dışında içeriye oksijen girişi olursa patlama oluşabilmektedir (Şekil 2.8) [19].

Ancak, içeriye oksijen girişi kontrol altında tutulursa patlama engellenmiş olmaktadır. patlamanın meydana gelebileceğinin belirtileri ise şunlardır [19];

- Küçük açıklıklardan basınçlı duman çıkışı,
- Yoğun siyah dumanlar,

- Yoğun dumanın ve aşırı sıcaklığın mekan içinde sınırlanması,
- Çok az veya görülemeyen alevler,
- Dumanın aralıklarla veya üfleme (soluma görüntüsü) şeklinde binadan dışarıya çıkması,
- Yangın yerinden boğuk sesler çıkması gibi durumlardır.



Şekil 2.8. Tam büyüme aşaması [19]

Bu aşama, tekrar yangının oluşabileceğinden şüpheleniliyorsa, yangına müdahale edenler ve boşaltılmış binada araştırma yapanlar için önemlidir [18].

Yangına müdahale edenler tarafından kullanılan basınç düşürme tekniği gibi söndürme teknikleri (Bkz. Bölüm 5.1), tam büyüme aşamasındaki tehlikeleri azaltabilir [18].

Patlama sonrası alevler, hacmin her tarafını sarmıştır. Hacimdeki tüm yanıcı maddeler tutuştuğu için yangının oksijene olan ihtiyacı da artmıştır. Bu safhanın sonlarında karbon monoksit yayılımı artar. Yanıcı maddelerin ve oksijenin azalması sonucu hız kaybeden yangın, bir sonraki aşama olan korlanmaya (sönmeye) doğru ilerler [8].

Korlanma (sönme) aşaması

Bu aşamada yanıcı madde tükenme noktasına gelmektedir. Bir önceki aşamadaki alevler bulunmamaktadır. Bununla beraber; yalnızca çok az miktarda giderek azalan alevler bulunmaktadır. Bu alevler yerini zaman içinde korlaşmaya bırakmaktadır. Eğer, yangına müdahale edenler yangını kontrol altına tutmadan ayrılmazlarsa, yangın korlanma aşamasına doğru ilerleyip sönmeyle son bulmaktadır [19].

2.3. Yangının Etkileri

2.3.1. Sıcaklık etkisi

Ortam sıcaklığı ve ışıınım ısı akısı, hem güvenli kaçış süresine hem de söndürme ekiplerinin rahat müdahale edebilmesine etki etmektedir. Sıcak metal yüzeylere, çıplak deriyle kısa süreli dokunmalar nedeniyle deride kalıcı yanıklar meydana gelebilmektedir. Benzer şekilde $2,5 \text{ kW/m}^2$ büyüklüğündeki ışıınım ısı akısı değeri, deride yanıklar oluşturma açısından, tasarımda aşılması gereken ışıınım ısı akısı değeri olarak alınmaktadır [26, 8].

Sıcak havanın solunması da solunum yollarını tahriş etmekte olup, kalıcı ödem oluşumuna sebep olabilmektedir. Bunu için tasarımda $120 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık, sınır değeri olarak alınmaktadır. Ancak, havanın bağıl nemine ve teneffüs edildiği sürenin uzunluğuna bağlı olarak, $60 \text{ }^\circ\text{C}$ gibi daha düşük sıcaklıklar da tehlike oluşturmaktadır [26, 8]. Bölüm 2.6'da Çizelge 2.6 ile yangının sıcaklık değerlerinin artışı ile insanlar üzerindeki etkileri belirtilmektedir

2.3.2.Duman etkisi

Bir malzemenin ayrışması (piroliz) ya da yanması sırasında, havada uçuşabilen katı, sıvı ve gaz tanecikler ortaya çıkmaktadır. Alev bölgesinden etrafa yayılan bu kütlenin bünyesinde dışarıdan taze hava katılımıyla oluşan karışım *duman* adını almaktadır [27, 28].

Yangının, insan sağığı açısından birincil derecede olumsuz etkisinin, yangın sırasında oluşan dumandan kaynaklandığı uzun zamandan beri bilinen bir gerçektir.

Dumanın olumsuz etkisi iki şekilde ortaya çıkmaktadır [29, 8];

1. dumanın zehirlilik etkisi (toxic potency) / dumanın öldürücü etkisi (lethal effect),
2. dumanın diğer ölümcül etkileri (sublethal efect).

Başka bir deyişle, dumanın yarattığı tehlikeler, dumanın zehirleme etkisinin ve yangın ortamında bulunan insanların, değişen duman konsantrasyonu ve ısıl gerilime maruz kalmalarının bir fonksiyonudur. Dumanın bazı etkileri, devam eden maruz kalma ile artarken, diğerleri anlık olarak ortaya çıkar [29, 8].

Dumanın zehirlilik etkisiyle ilişkili çalışmalar, çeşitli ülkelerde uzun yıllardır üzerinde durulan bir konu olmasına karşın, dumanın öldürücü olabilecek diğer etkileri üzerine yapılan çalışmalar daha az ve tartışmaya açıktır. Örneğin; yangın-yapı-insan güvenliğı ilişkileri alanındaki çalışmaların diğer ülkelere oranla gelişmiş olduğu Amerika Birleşik Devletleri'nde duman zehirlilik standartları ve kodlarının nasıl tanımlanacağı henüz çözülememiştir [8].

Dumanın niteliğı ve miktarı

Duman, buhar ve zehirli gazlar yangın sırasında birlikte ortaya çıkarlar. Bu durumda hangi ürünün zararlı etki oluşturduğunu tespit etmek oldukça zordur. Duman, çok küçük parçalar ve yoğunlaşmış buhar içeren parçalı bir yapıdır. Duman önemli ölçüde, yangın sırasında gözlenebilen ve gözle görülebilir yanma ürünlerinden oluşur. Gaz ise bina normal sıcaklığına soğuduğı zaman bile gaz olarak var olan bir yanma ürünüdür. Buhar, yangın sırasında gaz olan ancak normal sıcaklıkta sıvı veya katı fazına dönen bir yanma ürünüdür. Buhar; yangından uzaklaşıp soğuk yüzeylerle temas ettiklerinde kademeli olarak yoğunlaşır. Bu üç unsurdan oluşan yangın etkisi, duman bulutu olarak adlandırılması gerekse de genellikle sadece duman terimi kullanılır. Dumanın en büyük tehlikesi görüşü azaltması ve buna bağılı olarak da zehirli gaz ve buharın yaşam fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkilerini

arttırmasıdır. Duman, yangın sırasında binadan kaçmayı zorlaştırmakta ve zehirli ürünlere maruz kalma süresini arttırmaktadır. Bu ürünlerin belli bir miktarına maruz kalınırsa ölüm meydana gelebilir. Belli başlı olanları ise aynı zamanda tahriş edici özellikleri nedeniyle kötü etkiler yaratabilirler. Örneğin; küçük miktarlarda Hidrojen Klorür ve Amonyak, solunum bölgeleri ve gözlerde doğrudan tahrişe neden olurlar. Tahriş edici olan bu maddeler, yangına maruz kalanları, görüşü azaltmaları nedeniyle kaçmaktan alıkoyabilirler [30, 8].

Dumanın yoğunluğu ve toksik etkisi, yanan malzeme cinsine bağlı iken, açığa çıkan toplam duman miktarı, yangının ve yangının çıktığı binanın büyüklüğüne bağlıdır. Yangının büyüklüğü, yanan malzeme cinsine ve yanma hızına bağlı olduğundan yanıcı malzemenin yapısı, açığa çıkan duman miktarını da etkiler. Bu yüzden duman çok ya da az yoğun olabilir. Ancak, sıcaklığı ve yoğunluğu ne olursa olsun hayati tehlike yaratacak kadar yeterli toksik ürünlere sahiptir [8].

Dolayısıyla, dumanın niteliği incelenirken göz önünde bulundurulması gereken üç önemli faktör vardır. Bunlar [8];

- Duman karartması ve görüş mesafesindeki düşüşün yol açtığı tehlikeler,
- Gaz ve buharların toksik etkileri,
- Dumanın da etkili olduğu aşırı sıcak ortamın insan hayatı üzerindeki olumsuz etkileridir.

Bir yangındaki duman üretiminin yaklaşık hızı, yükselen sıcak gaz ve alev sütunu içine, havanın sürüklenme (ve kirlenme) hızıdır. Havanın sürüklenme hızı [8];

- Yangının çevresel uzunluğuna,
- Yangında yayılan ısı miktarına,
- Yangın üzerindeki sıcak gaz sütununun etkili yüksekliğine (tavanın altında oluşan duman ve sıcak gaz katmanının alt seviyesi ile kat zemini arasındaki mesafeye) bağlıdır.

Duman üretim hızı, yangın büyüklüğü ile doğru orantılı olup, üzerindeki dumansız bölge yüksekliğine bağlıdır. Yangın büyüyüp sınırları arttıkça, duman üretim hızı da giderek düşecektir [8].

Duman ve zehirlilik ilişkisi

Yangınlarda insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek, maruz kalma süresine bağlı olarak ölümlere yol açabilecek bir çok zehirli gaz çıkmaktadır. Yangına maruz kalanların patolojik incelemesi her zaman yapılmadığından, ölüme neden olan zehirli gaz tam olarak tespit edilememektedir. Öte yandan yangının gelişimi ve maruz kalma şekilleri her yangında farklılıklar gösterdiği için, tek bir zehirli gazın ölüme yol açmasından söz edilemez. Yangın ortamı sinerjik bir etki yaratarak, birden fazla etkisiyle ölüme yol açar. Bununla birlikte; yangında oluşan zehirli gaz ve buharlara insanın nasıl bir fizyolojik tepki verdiği bilinmektedir. Genellikle [8];

- Oksijeni tüketerek boğulmaya,
- Nefes yollarını tahriş ve tahrip etme, akciğerleri zedeleme,
- Kanda, sinir sisteminde ve hücrelerde hasara yol açabilmektedirler.

2.3.3. Zehirli gaz etkisi

Tahriş edici gazlar

Tahriş edici gazların başlıca etkileri solunum yolları, gözler ve deri üzerinde görülür. Bu gazların etkileri, çoğu zaman geç fark edilir. Ortaya çıkan ilk belirtiler; öksürme, göz yaşarması, burun akıntısı ve bunalma hissidir [8].

Bu gazlardan birine maruz kalan kişi, ortamdan derhal uzaklaştırılıp, yatırılmalı ve rahat nefes alması sağlanıp, saf oksijen verilmelidir [8].

Amonyak (NH₃)

Tehlike sınırının 25 ppm olan amonyağın hafif zehirlenmeleri geçicidir. 1700 ppm yoğunlukta yarım saat teneffüs edildiğinde ölüm tehlikesi yaratır [8].

Kükürt dioksit (SO₂)

Bütün kükürt içeren malzemelerin, özellikle kauçuk vulkanizasyonunda kullanıldığı için, kauçuk kökenli malzemelerin yanması sonucu SO₂ açığa çıkar. Tehlike sınırı 5 ppm olmaktadır. Ortam havasındaki konsantrasyonu, 500 ppm olduğu zaman, yarım saat ile bir saat arasındaki zamanda ölüm tehlikesi baş gösterir [8].

Hidrojen klorür(HCl)

Yangında polivinil klorür (PVC) ayrıştığı zaman HCl oluşur. Eğer solunursa, üst solunum yollarını hasara uğratarak afeksiye neden olur veya ölüme yol açar [8].

Boğucu gazlar

Solunum yoluyla, akciğere giren hava içindeki oksijen, akciğer keseciklerindeki kirli kanın temizlenmesini sağlar. Oksijen, keseciklerin içini kaplayan ince bir zardan kana geçer; kandaki karbondioksit de aynı yoldan geçerek, keseciklere ve oradan da nefes verme yoluyla dışarı atılır. Boğucu gazlar solunduğunda, kesecikler bu gazlarla dolar ve kesecik zarları tahriş olarak inceler, incelmış zardan, kanın su kısmı içeri dolmaya başlar ve havanın oksijen bırakma alanı gittikçe daralır. Kesecikler doldukça, vücut oksijen alamaz ve karbondioksit yüklü kan tekrar vücuda döner. Bu duruma akciğer ödemi adı verilir. Akciğer ödemi fazlaştıkça, insan nefes alamamaya ve boğulmaya başlar. Boğucu gazlarla zehirlenenlerin yüzü ya kül rengi gibidir (bu durum süratle ölümle sonuçlanır), ya da mosmordur (oksijen alamayan kirli ve siyah kanın temiz ve kırmızı kan haline geçemediğini gösterir). Boğucu gazlardan etkilenmiş İnsanlar, derhal ortamdan uzaklaştırılmalı, temiz havaya çıkarılmalıdır. Nefes alış verişi sağlanamadığı takdirde suni solunum yapılmalıdır.

Şoka girmesini engellemek amacıyla, üstü örtülü tutulmalıdır. Boğucu gazlar arasında; Cl_2 (klor), $COCl_2$ (fosgen), CO (karbon monoksit), CO_2 (karbondioksit), NO_2 (diazotoksit), NO (nitrik oksit) sayılabilir [8].

Klor(Cl_2)

Etkisini hemen gösteren bekleme süresi olmayan bir gazdır. Etkileri püskürtme su ile azaltılabilmektedir [8].

Fosgen ($COCl_2$)

PVC'nin yanmasıyla ortaya çıkmaktadır. CO'den çok daha zehirli olmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda varlığını belli etmemektedir. Ancak, maruz kalanlar farkına varmadan uzun süre soluyabilirler. Yüksek konsantrasyonlarına maruz kalanlarda kısa sürede boğma etkisi görülmektedir [8].

Azot oksitler (NO_2 , NO)

Çok zehirli olan azot dioksit (NO_2), selüloz nitratin yanması ile üretilmektedir. Nitrik oksit (NO), oksijen varlığında dioksite dönüştüğü için atmosferde bulunmamaktadır. Azot oksitler genellikle selülozun, patlayıcı maddelerin alevsiz ayrışmasından ortaya çıkarmaktadırlar [8].

Öldürücü gazlar

Solunduğu zaman, hiçbir organı tahriş etmeden vücuda giren, en yüksek konsantrasyonlarda bile kendini belli etmeyen bu gazlar ani ölümlere yol açmaktadırlar. Bu gazların etkileri, sinirleri tahrip etme ve kanı zehirleme şeklinde iki türlü ortaya çıkmaktadır. Sinir sistemini etkileyen gazların başında hidrojen siyanür (HCN), kanı zehirleyen gazların başında ise karbonmonoksit (CO) gelir [8].

Karbon monoksit (CO)

Yangın durumunda tam yanmanın gerçekleşmemesi sonucu en yoğun olarak çıkan üründür. Maruz kalanların rahatsızlanma dereceleri; yaşa, genel sağlık durumuna, maruz kalma konsantrasyonu ve uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir [8].

Olumsuz bir etki olmaksızın sürekli maruz kalınabilecek en fazla CO konsantrasyonu 50 ppm olmaktadır. Bu seviyenin üzerinde CO'ye maruz kalanlar üzerinde, Çizelge 2.4'deki etkiler görülmektedir [31, 8].

Çizelge 2.4. CO'ye maruz kalma etkileri [31, 8]

Konsantrasyon (ppm)	Belirtiler
50	6-8 saatlik maruz kalmada olumsuz etki görülmeyen eşik limit değer
200	2-3 saatten sonra olası baş ağrısı
400	1-2 saatten sonra baş ağrısı ve mide bulantısı
800	45 dakikadan sonra, baş ağrısı, mide bulantısı sersemleme 2 saatten sonra, çöküntü ve olası bilinçsizlik hali
1 000	1saatten sonra bilinç kaybı
1 600	20 dakikadan sonra, baş ağrısı, mide bulantısı ve sersemleme
3 200	5-10 dakikadan sonra, baş ağrısı ve sersemleme 30 dakikadan sonra bilinçsizlik
6 400	1-2 dakikadan sonra, baş ağrısı ve sersemleme 10-15 dakikadan sonra bilinçsizlik ve ölüm tehlikesi
12 800	Anında fizyolojik etkiler 1-3 dakikadan sonra bilinçsizlik ve ölüm tehlikesi

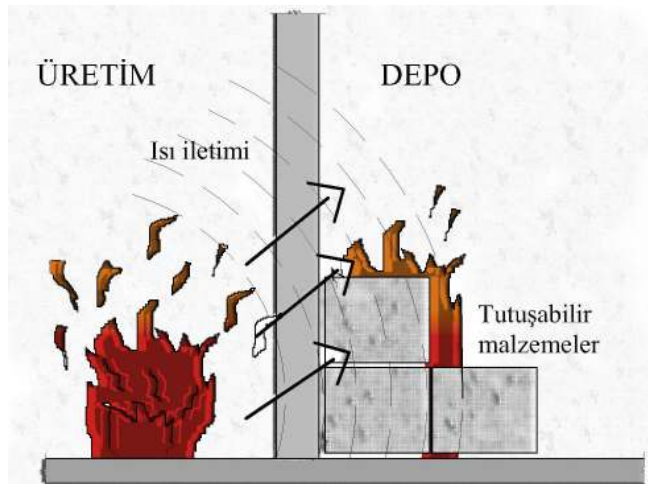
Isının bir nesneden diğerine transferi üç şekilde oluşur [32]:

1. İletim,
2. Taşınım,
3. Işınım.

Isı iletimi(kondüksiyon)

Isı iletimi, malzemelerin molekülleri aracılığı ile ısının taşınmasıdır. Bu çeşit bir ısı taşıma, bir taşıyıcıyı gerektirir ve malzemenin özelliğine bağlıdır. Isıl iletkenlik değeri ile sembolize edilir. Birimi (kcal/hm/°C) veya (W/mK) dır [20]. Yangın sırasında ısı; çelik borular, metal tel ve kanallar gibi iyi iletkenlerle taşınır. Tersine ahşap, mineral yün, cam elyafı ve benzeri malzemeler ısı iletkenliği açısından zayıftırlar [15].

Isı, malzemeler aracılığıyla sıcak bölgelerden soğuk bölgelere doğru taşınır. Şekil 2.10'da olduğu gibi; yangın durumunda mekanda oluşan ısı, duvar vasıtasıyla iletilerek bitişikteki mekandaki yanabilir malzemelere doğru taşınarak onları tutuşturabilmektedir [21].

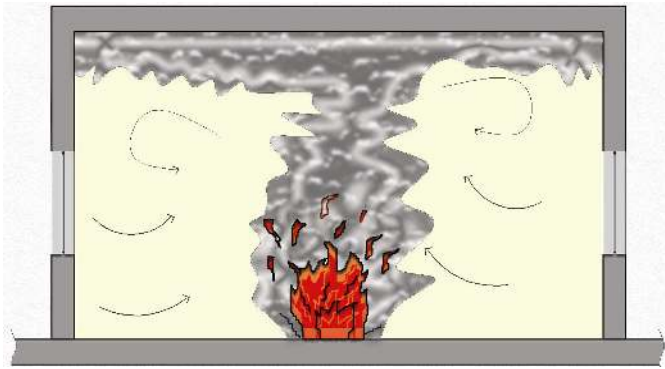


Şekil 2.10. Malzemelerden ısı iletimi [21]

Isı taşınımı (konveksiyon)

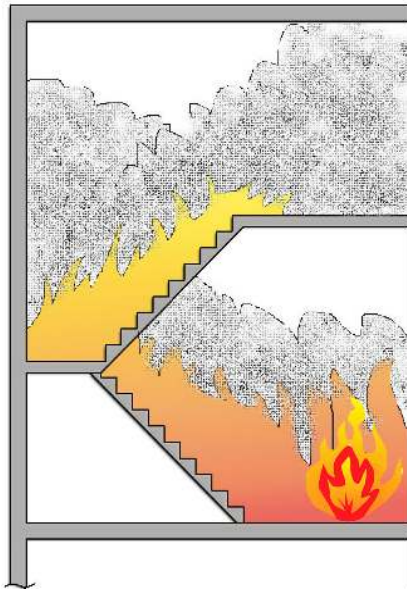
Isı taşınımı hava hareketiyle ısının taşınmasıdır. Yangın sırasında ısınmış hava yangından uzağa yayılır ve taşınır; kapılara, hava kanallarındaki perdelere v.b. boşluklara nüfuz eder [15].

Yangın anında, ısı kaynağından yükselen sıcak dumanlarla birlikte alevler, tavana temas ederler. Sıcak dumanlar tavan boyunca ilerleyerek tüm tavan yüzeyini ısıtırlar. Bunun sonucunda; ulaştıkları son noktaya kadar ortam içindeki bütün yanabilir malzemeleri tutuşturabilmektedirler (Şekil 2.11) [21].



Şekil 2.11. Isı taşınımı [21]

Baca, vb. boşluklar, taşıma yolu ile duman ve zehirli gazları dış mekana çıkarmak için bina içinde güvenli bir yerde tasarlanmalıdırlar. Şekil 2.12’de olduğu gibi bina içindeki yangın bir katta gelişebilir ve taşınım gücüyle bina içinde yükselerek ilerleyebilir. Binalardaki merdivenler, asansör boşlukları ve kanallar, yangın katının üzerindeki tüm katlara kadar yangını içine çeken bir baca gibi davranırlar [21].



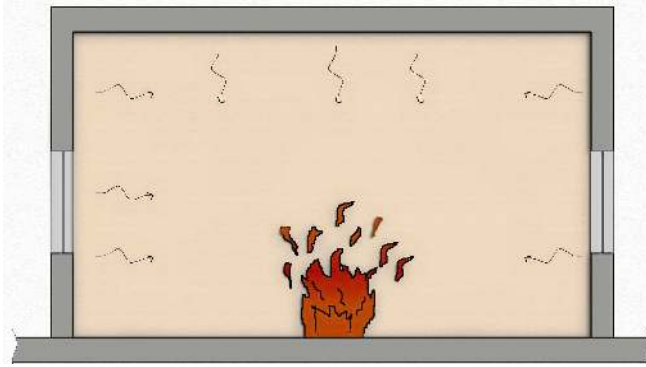
Şekil 2.12. Bina içi boşluklarından ısı taşınımı [21]

Işınım (radyasyon)

Işıma ile sıcaklık elektromanyetik dalgalar ile taşınır. Yangın sırasında sıcak yüzeylerden ısıнын yayılabilmesinde, yanicıların bu yüzeye uzaklığı önemli olmaktadır [15]. Ayrıca, ışımaya maruz madde, yüzeyinin beyaz, siyah, gri olmasına bağlı olarak bu yayılımdan etkilenir. Sadece hava gibi bazı renksiz gazlar geçirgenlerdir [33].

Birçok yangında ısınım; yangının yayılımında ve gelişiminde güçlü bir etmendir. Yangını büyüttüğü gibi içerideki tüm yüzeyleri yavaş yavaş (bazen çok hızlı) sararak ısıyı arttırmaktadır. Yangının olduğu bir mekanda duvar ve tavan yüzeylerin ısı enerjisi yaymaları ortamdaki ısı artışına önemli bir etkindir (Şekil 2.13) [21].

Yangının yayılımı ve gelişmesi; duvar, tavan ve döşeme yüzeylerindeki sıcaklık artışı, tutuşabilir malzemelerin yanma oranı ile ilerleme göstermektedir [21].



Şekil 2.13 Işınım yoluyla ısı iletimi [21]

2.5. Yangın ve Yangın Sınıfları

Yanan maddenin yapısı bakımından tanımlanabilen yangın çeşitleri, dört ana sınıfa ayrılmıştır. Bu tür bir sınıflandırma, özellikle yangınla mücadelede kullanılacak yangın söndürücülerinin içereceği maddeleri belirlemek açısından gereklidir [34];

A sınıfı yangınlar: Normal olarak kor şeklinde yanan genellikle organik yapıdaki katı madde yangınlarını,

B sınıfı yangınlar: Sıvı veya sıvılaştırılabilen katı madde yangınlarını,

C sınıfı yangınlar: Gaz yangınlarını,

D sınıfı Yangınlar: Metal yangınlarını kapsar.

A sınıfı yangınlar

A sınıfı yangınları; selülozik malzemelerin olağan yanmaları sonucunda kor veya kömür haline dönüşüm söz konusudur. A sınıfı yangınların bilinen örnekleri ahşap, kağıt ve belirli tekstil ürünlerini kapsar. A sınıfı yangınlarını söndürmede genellikle su etkindir [34].

B sınıfı yangınlar

B sınıfı yangınlar; kolay tutuşabilen sıvıların yanması sonucunda oluşur.

Karbondioksit ve köpük B sınıfı yangınlarını söndürmede etkindir [34].

C sınıfı yangınlar

C sınıfı yangınlar gaz yangınlarını oluşturur [34]. Örnek olarak, propan ve doğal gaz gösterilebilmektedir. C sınıfı yangınların söndürülmesinde kuru kimyasallar kullanılmaktadır [19].

D sınıfı yangınlar

D sınıfı yangınlara sebep olan metaller, titanyum, magnezyum, zirkonyum ve sodyum içerir. D sınıfı yangınlar genellikle doğal karbon içeren özel söndürücülerle söndürülür [20].

Metaller çok yüksek ısılarda yanabildikleri için, D sınıfı yangınlarda su kullanılmamaktadır. Yangın anında metaller, suyla etkileşime girmesi durumunda patlama reaksiyonu gösterebilmektedir [19].

2.6. Yangın ve İnsan Davranışları

Yangın güvenliği tasarımında bina kullanıcılarının güvenliği birinci derecede önem taşımaktadır. Yangın güvenlik önlemleri insanların bina içindeki dağılımlarına ve binanın kullanım amacına bağlı olarak değişim gösterecektir. Toplam insan sayısı binanın boyutlarına bağlıdır. Ancak, insanların bina içindeki dağılımı mekanların kullanım amacına bağlıdır. Gündüz ve gece durumu da binadaki insan sayısına önemli derecede etki etmektedir. Ayrıca, sayının yanı sıra insanların nasıl davrandıklarına ve böylece herhangi bir yangın durumuna karşı tepkileri gibi karakteristiklere de bağlıdır [18].

İnsanların davranışları pek çok faktörlere bağlıdır. Örnek olarak; bina kullanıcıların bina içinde tanımlanan rolleri, eğitim etkisi, binanın biliniyor olması, yaş, cinsiyet ve engelli olmak gibi faktörlerdir [18]. Son 40 yıl içinde yapılmış çeşitli çalışmalar acil

durumlarda kalan insanların davranışlarının nasıl olduğunu göstermektedir. Yapılan bu çalışmalar yangın güvenli bina tasarımında kullanabileceğimiz en iyi yöntemin ne olacağını belirlemeye yardımcı olmaktadır. Bu bilgiler aynı zamanda yangın tehlikesi hakkında insanların nasıl eğitileceği konusunda da etkili olmaktadır. Yangında insan davranışı üzerine yapılan çalışmalar, yangınlarda meydana gelen ölümlerin sayılarını sınırlayıcı daha iyi bir strateji geliştirmede bizlere bilgi sağlamaktadır [35].

İnsanların davranışı ilk olarak yangının belirtileri ortaya çıktığında önemlidir. Yangının belirtilerine ilişkin bilgilerin derecesi insanların tepkilerini belirlemede büyük önem taşır. Bilgi içermeyen bir belirti çok daha güçlü bir belirti çıkana kadar ihmal edilebilir. İlk belirti olduğu andaki yapılmakta olan davranışlar, bu belirtiye verilecek tepkiyi ve yapılmakta olan davranışın değiştirilmesini etkilemektedir. Bina içindeki rolü belirli ve eğitilmiş bir kişi bu belirtilere daha olumlu tepkiler verecektir. Eğer, ilk belirtiler belirsizse en yaygın olumlu tepki daha fazla bilginin gelmesini beklemektir. Grup içindeki insanların ne yapacaklarına ilişkin kararları diğerlerinin yaptıklarına ilişkin algılamalarına bağlı olup, erken tepkiye imkan verecek böyle bir kişiliğin olmaması, insanların yalnız olduklarında verecekleri tepki süresinden daha uzun sürede tepki vermelerine yol açabilir [18].

Bir yangının ortaya çıktığı belirlendiğinde insanların olası tepkileri çok çeşitli faktörlere bağlı olarak geniş bir alanda incelenebilir. Bu durum, insanların rolleri, eğitimleri, cinsiyetleri, yaşları gibi durumlarının yanı sıra yangının gelişim sürecine ilişkin algılarına bağlı olmaktadır. Örnek olarak; insanlar çalışmaya devam edebilir, eşyalarını toplamaya başlayabilir, yangını söndürmeye çalışabilir ve diğerlerini uyarabilirler (rol/ eğitim durumu binanın gözden geçirilmesine yöneltebilir, diğer taraftan, insanlar karşılaştıkları kişileri uyarabilirler), aile gruplarına katılabilir, diğer insanları kurtarabilir veya yardım edebilir, bir çıkış arayabilir veya kaçabilirler. Algılama durumu kötüleştikçe, hareket aralığı daralmaktadır. Kalabalık ortamlardaki hareket hızı belirlenebilen bir konudur. Yürüme hızının, koridorlardaki veya merdivenlerdeki akış hızına ve kuyruktaki insanların bir kapıdan geçiş hızına göre farklılık gösterdiği deneysel olarak belirlenmektedir. Daha yavaş hareket eden

engelli insanların yeteneklerini tanımlamak için bazı araştırmalar da yapılmıştır [18].

İnsanlar binanın içinde hareket ettikçe veya binada kaldıkça, dumana ve yanma sonucu ortaya çıkan toksik maddelere maruz kalacaktır. Bu miktar, çoğunlukla alev ve duman karışımındaki belirli toksiklerin konsantrasyonlarına ve maruz kalma süresine bağlı olan önemsiz (çok küçük) etki miktarı FED (Fractional Effective Dose) anlamında nicel olarak belirtilebilir. Belirli bir insan için FED miktarı bire ulaşır, kişinin duman nedeniyle hareketsiz kalmasına neden olacaktır. Yanma sonucu ortaya çıkan bazı ürünlerin etkileri anlıktır. Sadece konsantrasyon önemli bir parametredir. Farklı odaların karşı koyma dereceleri değişik yollarla ifade edilebilir; insanların oda içinde birim FED değerine ulaşma süresi ile veya insanların odadan kaçmalarına mani olacak duman seviyesi ile ölçülebilir. İnsanların yangına karşı koyma sınır değerleri ile ilgili standartların olmamasına karşın, bilinen bazı limit değerler aşağıda verilmektedir (Çizelge 2.5) [18];

Çizelge 2.5. Yangına karşı koyma sınır değerleri [18]

Maruz kalınan durum	Sınır değerler
Karbon monoksit	6000 ppm,
Karbon dioksit	%7,
Oksijen	%13
Hidrojen siyanür	150 ppm
Tahriş edici maddeler	1 ppm acrolin, 75 ppm hidrojen klorür (HCl)
Optik duman yoğunluğu	$0,1.m^{-1}$
Sıcaklık	80 °C
Isı akışı	$2,5 kW/m^2$
Açık katman yüksekliği (duman) (küçük mekanlar ve koridorlar için)	Baş yüksekliğinin 1m yukarısında olmalıdır

Toplam kaçış süresi güvenli kaçış için gerekli zaman (RSET) olarak adlandırılmıştır. Bu süre, sık sık güvenli kaçış için mevcut zaman (ASET) ile belli bir senaryonun kabul edilemez zararlar taşıyıp taşımadığını belirlemek için karşılaştırılmıştır. RSET, yangının başlamasından binayı terk eden son insanın da güvenli bir yere ulaşmasına kadar geçen süredir. Aşağıdaki süreleri içerir [18];

1. Yangının farkına varılması,
2. Alarmin harekete geçmesi,
3. İnsanların alarmin anlamını kavraması,
4. İnsanların alarma tepki vermesi,
5. İnsanların kaçmasıdır.

RSET, seçilen yangın senaryosuna bağlıdır. RSET, ASET ile karşılaştırılırken, binanın hangi bölümünün ele alındığının belirli olması tamamen önemlidir. RSET ve ASET belirli değerler değildirler. Belli olasılık dağılımlarına sahiptirler. Analizde, güvenlik faktörü de düşünülme zorundadır. Sadece $ASET > RSET$ olması yeterli değildir. Şekil 2.14'deki tanımlar zaman anlamında verilmiştir [18].

	Tutuşma	Farkına varma	Alarm	Alarmin fark edilmesi	Alarma tepki verilmesi	İnsanların kaçması	Karşı konulamaz tehlikeli durum
ASET							
RSET							
Kaçışa hazırlık zamanı							
Kaçış							

Şekil 2.14. Kaçış modeli [18]

Yaşam güvenliği, yanan zararlı ürünlere maruz kalmayı önlemeyi kapsamaktadır. Alınabilecek üç yöntem vardır. Birincisi tutuşmayı önlemek (zaman), ikicisi yanma sürecinin kontrol altında olması (yangın tehlikesi), üçüncüsü yanmanın zararlı etkilerini bireylerden zamanla, mesafeyle ve ayırıcı bölmelerle uzaklaştırmaktır (kaçış) [35].

Kaçış zamanı genellikle ikiye ayrılmıştır [18];

- Hareket zamanı,
- Hareket öncesi zamanı.

Hareket öncesi zamanı ise farkına varma ve tepki verme zamanı olarak ikiye ayrılmaktadır. Farkına varma zamanı; alarmın verildiğini ve bir şeyler yapmak gerektiğini anlama zamanı olarak tanımlanır. Kaçıştan önceki tüm aktiviteleri kapsayan zaman ise “Tepki zamanı”dır [18].

Hareket öncesi zaman pek çok faktöre bağlıdır. Örnek olarak; verilen uyarının tipi, insanların o andaki aktiviteleri, binaya ve içindeki sistemlere alışkın olmaları, davranış rolleri ve sorumlulukları gibi faktörlerdir [18].

“Tepki” bileşeni pek çok aktiviteyi içerebilir. Örneğin; araştırma, tehlikenin farkına varılması, aile bireylerinin toplanması, değerli eşyaların alınması, binanın araştırılması, diğerlerinin uyarılması gibi davranışlardır [18].

Hareket öncesi aktivitelerin, kişinin hareket etmesinden önceki tek bir zaman gecikmesi ile gösterilmesini gerektirir. Farklı insanlar farklı zamanlarda hareket ederler. Ancak, bu gecikmenin olasılık dağılımının belirlenmesi, aktiviteler doğrudan ele alınmadığı durumda zor hale gelmektedir [18].

Yangının gelişme aşamasında, duman ve sıcaklık nedeniyle ortamda tehlike oluşacaktır. Gelişim aşamasının durumunu, değişken sayısının çok olması nedeniyle önceden tahmin etmek zordur. Yangın çoğunlukla yavaş gelişir ve küçüktür, zamanla

boyutunu ve yoğunluğunu arttıracak ve ortamda daha fazla tehlike oluşturacaktır. Yangın otomatik algılayıcılarla veya görevliler yoluyla algılanabilir. Yangının tutuşma ve gelişme evresinde farkına varılması yaşam güvenliğini büyük çapta etkileyecektir [35].

Yangın sırasında üç durum birbirleriyle etkileşim halinde olacaktır. Bunlar; ortam sıcaklığının yükselmesi, zehirlilik durumu ve insanlarda önceden varolan veya genel sosyopsikolojik özellikleridir. Sıcaklığın yükselmesi yanmaya veya genleşmeye neden olabilir. Bu durum, önemsiz olduğu gibi öldürücü de olabilir. Zehirlilik durumu; yanma sırasındaki ürünlerden meydana gelir. Yangın sırasında insanlar sosyopsikolojik özelliklerine göre sıcaklık artışından veya zehirlilik durumundan etkileneceklerdir [35].

Yangının farkına varılması ve insanları, ortaya çıkacak yangın tehlikelerinden uzaklaştırma çalışmaları arasında geçen zaman (kaçış) önemli olmaktadır. Bu çalışmalar; otomatik sistemlerle yangının söndürülmesi veya hapsedilmesini aktif hale getirmek, aynı zamanda insanları güvenli bir yere tahliye etmektir. Yangın ne kadar erken fark edilirse insanların tahliyesi için gerekli zaman da o kadar artacaktır. Tehlike her zaman yangınla aynı oranda gelişmemektedir. Otomatik algılama ve söndürme sistemlerinin etkileri tehlikeyi azaltabilmektedir [35].

Çıkış tercihlerini etkileyen faktörler karmaşık olup, nicel veriler oldukça azdır. Nitel terimlerle ifade edilirse, insanlar bilinen yolları tercih ederler. Bu nedenle, tanıdıkları binada bulunan insanlarla bulundukları binayı tanımayan insanlar arasında bir ayrım yapılabilir. Binayı kullananların tanıdığı binalarda bile yangın çıkışlarının normal zamandaki insan akışının bulunduğu yollarda olması gerekmektedir. Bilinen yollar üzerindeki açıkça yazılan “Yangın Çıkışı” yazılarına gerek kalmayabilir. Bununla beraber, bina görevlileri tarafından direktifler verilen ziyaretçiler tanımadıkları çıkışları tercih etmeye yatkındırlar. Yangının bulunduğu yer bir yangının çıkışını ulaşılamaz hale getirebilir. Bu nedenle, en kötü durum için alternatif yangın çıkışları düşünülmesi gerekmektedir. İnsanlar kendilerine en yakın çıkışı seçme ve yangın çıkışlarını genişliklerine göre tercih etme durumunda olmayabilirler. Bu durumda,

her bir çıkışı kullanan insan sayısı optimum olmayabilir. Herhangi bir çıkışın kullanılma olasılığının nicel olarak belirlenmesi oldukça zor olduğundan dikkatli analizler yapılmalıdır [18].

İnsanlar kaçış yoluna kıyasla bir kapıdan geçerken daha yavaşlardır. Çünkü, kapının çerçevelerine temas etmekten kaçınmaya çalışırlar. Bir kapının önünde kuyruk oluştuğunda, insanların kapıdan geçme süresi, odadaki herhangi bir noktadan kuyruğa katılma süresinden daha fazladır. Bu durumda, kaçış zamanı daha çok kapılardan geçiş zamanına bağlı olup, kaçış uzaklıkları ihmal edilebilmektedir [18].

Tüm kapıların uygun miktarda trafiğe sahip olup; tüm kapılardan son kişinin de çıkmasının aynı anda olacağı (optimum kaçış zamanı) varsayılmamalıdır. Daha ayrıntılı bir analizin olmaması durumunda, insanların kaçış için tahmin edilen süreyi maksimize etmek için, yangından dolayı en geniş kapının kullanılmaz hale geldiği varsayılmalıdır [18].

İnsanlar merdivenlerde düz zeminde olduğundan daha yavaş hareket etmektedirler. Çünkü, doğal tempolarında adım atamazlar, merdivenin geometrisi onları kısıtlamaktadır. Ayrıca, düşme riskine karşın, insanlar güvenli adımlarla ilerlerler. Düz zeminde olduğu gibi, merdivenlerde de kalabalık yoğunluğu etkilidir. Bir başka faktör de merdivenlerden inip çıkmanın yorucu olmasıdır. Bu nedenle, insanlar enerjilerini korumak için daha yavaş hareket ederler ve dinlenmek için dururlar. 2 insan/m² seviyesindeki insan yoğunluğunda optimum akış hızına ulaşılmıştır. Merdiven boyunca insanların hızı 0,5 m/sn dir. İlerlemenin yatay bileşeni daha az olup, eğime bağlıdır [18].

Merdivenler yatay koridorlar olarak düşünülmemelidir. Koridor olarak değerlendirmenin düşük yoğunluklu kalabalıklar için geçerli olduğundan dolayı, merdivenin iki ucu arasında geçen zamanın doğru değerini vermesi için uzunluğu ayarlanmalıdır [18].

Her insan aynı hızda hareket edemez. Genç yetişkinler yaşlılardan ve çocuklardan daha hızlıdır. Bununla beraber, erkekler kadınlardan daha hızlıdır. Kalabalık olmayan durumlarda, insanlar rahatça yürüyebilirler; ancak kalabalık yoğunluğu artıkça hareket yavaşlar belli bir noktada da durur. Yaklaşık bir hesaplama, varsayılan hareket hızı 1,2 m/sn alınabilir. Kalabalık yoğunluğu 0,8 insan/m² nin altındayken, insanların hareketi engelle takılmaz, yoğunluk 4 insan/ m² nin üzerindeyken ise hareket durmaktadır [18].

Aynı konumda farklı iki insan, aynı durumda aksi yönlerde hareket edebilmektedirler. Ayrıca, insanların olaylar karşısındaki hareket yönleri zaman içinde de farklılık gösterebilir. Bir çok etmen incelendiğinde yangın durumunda yangına maruz kalanların nasıl hareket edeceği belirlenmektedir [35].

Çok genç ve yaşlı insanlar, yangının etkilerine daha az dayanabilmektedirler. Yangında ölümle sonuçlanan kaza istatistiklerine bakıldığında bu iki yaş grubunun oranının çok yüksek olduğu görülmektedir [35].

İri vücut yapısındaki insanlar, yangın sırasında oluşan malzemelerin yüksek miktardaki zehirli etkilerine karşı dayanabilmektedirler. Bununla beraber, iri vücut yapısı fiziksel kondisyon yetersizliğinden dolayı olumsuz bir etmen de olabilmektedir [35].

Yangın sırasında tüm kişisel kondisyon yeteneği, kişinin hayatta kalabilmesine neden olabilmektedir. Bu fiziksel yetenekler; kalp sağlığı, atletik yapıya sahip olma ve hareketlilik (esneklik ve kas yeteneği) olmaktadır [35].

Yangınlardaki ölümlerin önemli bir bölümü duman solunumu sonucu gerçekleşmektedir. İnsanların solunum kapasiteleri onların hayatta kalmaları için önem kazanmaktadır. Astım gibi bazı kronik solunum rahatsızlıklarında solunum kapasitesi daha düşük olacaktır. Sigara içmek, aynı zamanda vücuttaki karbon monoksit seviyesini arttırmaktadır. Bu durum, vücudun oksijeni alma kabiliyetini azaltmaktadır [35].

Uyuşturucu ve alkol kullananlarda tehlikeyi fark etme ve ona karşı koyma yeteneği zorlaşmaktadır. Değerlendirmeler, erkeklerin bayanlara göre uyuşturucu ve alkolden daha çok etkilendiklerini göstermektedir. Ayrıca, alkol ve uyuşturucunun 20 ile 64 yaş grubu arasındakilere daha çok zarar verdiği gözlemlenmektedir [35].

Yangın durumunda oluşan tehlikelerin yanında insanların yangına nasıl tepki gösterecekleri de önemli olmaktadır. Bu durum, oksijen tüketiminin, duman ve sıcaklığın farkında olunduğu koşullarda önem kazanmaktadır. İnsanın yangın anında sıcaklık, duman ve alev tehlikesine karşı nasıl davranış gösterdiğine ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir [35].

Sıcaklığın insan cildine (veya diğer yüzeylere) ne kadar iletildiği ölçülebilmektedir. Isı akışı için üst sınır, şiddetli ağrı olmaksızın 3 dakikada için $2,5 \text{ kW/m}^2$ olmaktadır. Bu durum 100 watt üzerindeki bir ampülü 3 dakika için elle tutmaya karşılık gelmektedir [35].

Sıcaklık, havadaki nem oranı ve nefes alabilme yeteneğinde etkili olmaktadır. Çizelge 2.6'da sıcaklığın insanlar üzerindeki fiziksel etkisi gösterilmektedir. 50°C ve 65°C 'nin üzerindeki sıcaklıkta şiddetli rahatsızlıkların meydana gelebildiği göz önünde tutulmalıdır. Sıcaklık, 100°C 'nin üzerinde olduğu zaman ölüme neden olmaktadır [35].

Çizelge 2.6. Sıcaklığın insanlar üzerindeki fiziksel etkileri [35]

Fiziksel etkiler	Sıcaklık (°C)
Olası güneş çarpması	60
49 dakika süresince sıcaklığa dayanım	80
Nemli havada çok hızlı deri yanmaları	100
20 dakika dayanım	115
Burundan güçlükle nefes alma	125
Ağızdan güçlükle nefes alma	149
Kaçış için sınır sıcaklık değeri	149
Kuru ciltte dayanılmaz ağrılar	160
4 dakikadan daha az sürede dayanım düşer	199
Solunum sistemi eşik değerdedir	199

Duman; görüşü azaltması, korkuya neden olması, solunması ile tahriş edici ve zehirleyici olması gibi özellikleriyle birçok olumsuz etkiye sahiptir. İnsanların tahliyesini kolaylaştırmak için düşük bir seviyede tutulması gerekmektedir [35].

Yangında insanların kaçışı için duman konusunda iki önemli durum vardır. Birincisi, insanların duman içerisinde hareket edip edemeyecekleri, dumandan kaçmak için alternatif bir yol bulup bulamayacaklarıdır. Genellikle, yangına karşı koyma derecesinin aşıldığı durumda, duman içindeki hareketin durduğu varsayılmaktadır. İkincisinde ise, hareket hızı olup, görüş mesafesi azaldıkça insanlar daha yavaş hareket ederler. Rahatsız edici dumanın bu anlamda rahatsız etmeyen dumandan daha büyük etkisi vardır [18].

İnsanlar duman içinde ilerlerken toksik ürünler, ısı v.b. durumlardan etkilenmektedirler. Dumana maruz kalma miktarı daha önce de söz edildiği gibi FED

ile ölçülür. FED değeri 1 değerine ulaştığında insanların hareket kabiliyetleri kalmamaktadır [18].

Dumanla her karşılaşmayı bir hata olarak gören tasarım yaklaşımı oldukça gelenekseldir. Diğer taraftan, insanların dumanı tahmin etmesi ve ondan kaçınmasına imkan verecek bir yaklaşım da çok iyimserdir. İnsanlar aynı şiddette FED almayacaklardır. Yaşlı ve çok genç insanların orta yaşlı insanlara göre dumana maruz kalma derecesi daha fazla olacaktır. Karşı koyma limitleri, koşullar bir yerden kaçmak veya bir yerden geçmeyi engelleyecek kadar kötü olduğunda, dumanlı ortamın özelliklerine bağlıdır. Bazı limitler sadece yanma sonucu ortaya çıkan ürünün konsantrasyonuna ve optik yoğunluğuna bağlıdır. Çünkü, bunlar belli bir değere ulaştığında kaçmayı anlık olarak önlemektedir. Diğer limitler ürünün yoğunluğuna ve etkileme zamanına bağlıdır. Bunlar yoğunlukla FED değerlerine bağlıdır [18].

Belirli yanma ürünleri için standart karşı koyma değerleri yoktur. Bazı durumlarda (optik yoğunluğun görmeyi etkilemesi gibi) limitler, bina sakinlerinin binayı tanıma derecelerine bağlıdır. Büyük mekanlar için daha iyi bir görüş derecesi gerekmektedir. Eğer duman tabakası temiz bir tabakanın üzerindeyse, tabakalar arasındaki boşluğun yüksekliği bu kriterlerden biri olabilir. Bazı güvenlik sınırlarına izin verilebilir. Bu sınır baş yüksekliği altında olmamalıdır [18].

Atmosferdeki normal oksijen oranı % 21 değerindedir. Oksijenin havadaki yüzdelik oranının düşüşü insanlar üzerinde olumsuz fiziksel etkiye sebep olmaktadır [35]. Bölüm 2.1’de söz edildiği gibi, havadaki oksijen miktarının normal seviyesinden daha aşağılara düşmesiyle birlikte insanlar üzerindeki olumsuz etkileri de artmaktadır. Oksijenin azalmasının etkileri solunum güclüğü ile başlayacak en alt sınır olan % 6 ile kısa bir süre içerisinde ölüm gerçekleşecektir. Bu durum, Bölüm 2.1’de, ayrıntılı olarak Çizelge 2.2 ile açıklanmıştır.

Yangın sırasında birçok gaz ortaya çıkmaktadır. İnsanlar üzerindeki en büyük tehlike karbon monoksit (CO) ile oluşmaktadır. CO, insan vücudundaki kırmızı kan

hücreleri (hücreler oksijen taşıyıcı) ile kolaylıkla bağlanmaktadır. Bu nedenle, oksijenin tüm vücuttaki dolaşım yeteneği azalmaktadır. Bu durum, küçük miktarlarda bile tehlike oluşturabilmektedir. CO ayrıca vücutta birikmektedir [35].

Bölüm 2.4.3’de havadaki karbon monoksit konsantrasyonunun insanlar üzerindeki olumsuz etkileri Çizelge 2.4 ile açıklanmıştır.

Yangın anında insanlar tehlikeyi fark ettiklerinde, yönlerini genellikle diğer insanların davranışları yönüne doğru çevirmektedirler. Yangın durumunda görevli kişilerin uyarıları, kişinin tehlikeyi kavraması ile etkili olacağı bilinen bir gerçektir. Yangın tehlikesini insanların farkına varabilmesini sağlamak için farklı yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; binanın her yerinde bulunan sesli uyarı sistemleri (ses kalitesi, ses düzeyi, ses şiddeti önemlidir) ve sözlü uyarı sistemleri olmaktadır (insanların tehlikeyi kavramalarında doğrudan etkilidir). Aynı zamanda, dumanın fark edilmesi veya kokusu, yangının oluşturduğu tehlikenin anlaşılması için bir unsur olmaktadır. Personelin insanlara tehlikeyi bildirmeleri, diğer uyarı yöntemleri ile birleşmektedir. İnsanların yangından güvenli bir alana tahliyeleri sırasında, merdivenlerden iniş-çıkışlarında ve koridorlarda nasıl hareket etmeleri gerektiği bu uyarı sistemleri ile belirtilmektedir. Çizelge 2.7’de insanların uyarı sistemlerine verdiği tepkiler incelenmiştir [35].

Çizelge 2.7. Yangın durumundaki uyarı yöntemleri ve insanların tepkisi [35]

Uyarı yöntemleri	Tepki veren katılımcı sayısı
Duman kokusu	148
İnsanların birbirini uyarması	121
Sesli uyarı	106
İnsanların yakınları tarafından uyarılması	076
Görülen duman	052
Görülen yangın	046
Patlama	006
Hissedilen ısı	004
Görülen veya duyulan yangın bölümü	004
Elektriğin kesilmesi	004
Evcil hayvanların davranışlarını incelemek	002
Toplam	569

Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9'daki çalışmalar İngiltere ve Amerika'da yapılmıştır. İnsanların binadan tahliyesi ile ilgili yapılan her iki çalışmada da katılımcılarda aynı alışılmış davranışlar (yangınla mücadele etmek, yangını kontrol etmek, diğer bireyleri tehlikeye karşı ikaz etmek ve yangına müdahale edenleri uyarmak) gözlemlenmiştir. Bu çalışmada insanların cinsiyet farklılıklarına göre, davranışlarında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Cinsiyet farklılığının yanında kültürel durumun da grup içi davranışlarda birincil rol oynadığı saptanmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında erkekler, yangınla mücadelede daha etkin davranırlar. Bayanların ise tehlikeye karşı diğer insanları uyarmada ve onların binadan tahliyesine yardım etmede daha etkin oldukları saptanmıştır. Bu durum Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9'da görülmektedir [35].

Çizelge 2.8. Katılımcıların cinsiyet farklılıklarına bağlı olarak yangın durumuna karşı gösterdikleri ilk davranış biçimi [35]

İlk davranış biçimi	Bay (%)	Bayan (%)
Tehlikeye karşı diğer insanların uyarılması	16.3	13.8
Yangını incelemek	14.9	06.3
Yangınla mücadele edenlere haber verilmesi	06.1	11.4
Eşyalarını toplamak	05.8	10.1
Binayı terk etme	04.2	10.4
Aile bireylerinin birbirini uyarması	03.4	11.0
Yangınla mücadele	05.8	03.8
Söndürme cihazlarına yönelmek	06.9	02.8
Yangın alanından ayrılma	04.6	04.1
Harekete geçmek	03.8	02.5
Hiçbir biçimde davranış göstermeme	02.7	02.8
Diğer insanlara yangına müdahale edenlere haber verdirmek	03.4	01.3
Yangın alanına gitmek	01.5	02.5
Yanıcı maddeyi uzaklaştırmak	01.9	02.2
Binaya girmek	01.1	02.2
Çıkış kapılarına yönelmek	02.3	0.09
Yangın alarmına doğru yönelmek	01.5	01.6
Diğer insanlara telefon açmak	01.1	0.19
Yangını söndürmeyi denemek	01.1	00.6
Yangın alanının kapıları kapatmak	00.8	01.3
Yangın ikaz düğmesini kullanmak	01.1	00.6
Söndürme aletleri ile geri dönmek	00.8	00.9
Evcil hayvanları incelemek	00.8	00.9
Diğer davranışlar	06.5	02.5
Toplam	262	318

Çizelge 2.9. Yangın anında İngiliz ve Amerikalı katılımcıların gösterdiği davranış farklılıkları [35]

Davranış biçimi	İngiliz (%)	Amerikalı (%)
İnsanların tahliyesi	54.5	80.0
Tekrar giriş	43.0	27.9
Yangınla mücadele	14.7	22.9
Duman içinde hareket kabiliyeti	60.0	62.7
Yön değiştirme	26.0	18.3
Toplam İngiliz katılımcı	2193	
Toplam Amerikalı katılımcı		584

İnsanlar yangında ortama hakim olan duruma ilişkin değerlendirmelerine bağlı olarak belli bir aralıktaki davranış tiplerinden birini seçerler. Ancak, yetersiz ve yanlış bilgilendirmeye dayalı davranışların değerlendirmeleri doğru olmayacaktır [18].

İletişim araçlarının yangınlara yönelik haberleri, genellikle yangının panikle sonuçlanan bölümlerine yönelik olmaktadır. Tehlike uyarısına karşı ani ve aşırı duyarlılık genellikle insan vücudunu derinden etkilemektedir. Paniğin ilk olarak; gerçek veya varsayılan tehlikelere karşı belirsiz korku duyma, emniyet sağlamaya karşı ölçüsüz ve mantıksız çaba harcama şeklinde tanımlanmıştır. Panik için 4 ana unsur bulunmaktadır [35];

- Kaçış yolunun kapalı olması halinde bile kaçış için duyulan umut,
- Özellikle yangından etkilenen grup içinde öne çıkan kişi panik halindeyse; bu durum diğer insanları etkiler,
- Kendi güvenliği için saldırgan bir kaygı duymak, diğer insanların kaçışına engel oluşturmak,
- Yangın durumuna karşı bilinçsiz ve mantık dışı mücadele etmektir.

Kaçış için bir imkan olmadığında, panik oluşmaması için bu durum gizlenmelidir. Acil durumlarda, insanlar stres altında olduklarında ve güven duymaya ihtiyaç duyduklarında önde giden kişiyi takip etmeleri, bilinen ve birbirlerini etkileyen bir davranış biçimi olmaktadır [35]. İnsanların yangın durumundaki panik davranışları; pasif yangın güvenlik önlemi olan kaçış yollarının planlanmasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Algılamada zorluk çekenler, yangının erken vakitte farkına varılmasının önemini reddedebilirler. Bunun yanında, tehlikeleşen durumun farkına varılmasına engel olabilmektedir. Zihinsel engelliler, yangın belirtilerine ve koşullarına uygun tepkiler verilmesine engel olabilir. Fiziksel engelliler, hareket hızını etkileyebilir. Ayrıca, belli yolların kullanımına da engel olabilirler (dinlenmek için sık sık verilen molalar gibi). Engelli insanlara diğer insanlar tarafından eşlik edilmediği durumlar da söz konusu olabilmektedir [18].

Kaçış sürecinin sayısal modellemesi onların karmaşıklık derecelerine göre geniş bir alanda incelenmektedir. En basiti, insanları homojen bir sıvı veya iradesiz parçacıklar gibi düşünüp sadece binanın akış kapasitesi üzerinde yoğunlaşmaktır. Diğer taraftan incelemenin diğer tarafında ise, her bir insanın belli davranış kuralları dahilinde kişisel olarak davrandığını varsayan ayrıntılı benzetimler (simülasyon) vardır [18].

Binanın geometrisi bir ağ şeması ile kabaca (her bir düğüme bir oda) veya daha ayrıntılı şekilde (her bir düğüm yaklaşık 0,5 m) tanımlanabilir. Ayrıntılı ağ şemasına karmaşık akış hızlarını hesaplamada gerek duyulur. Kabaca çizilecek ağ şeması için deneysel eşitlikler gerekmektedir [18].

Daha homojen bir grup davranışı, kaba ve ayrıntılı ağ şeması arasında daha az farklılık demektir (çıkışa giden her yolda hiçbir ters akış olmayıp, sınırlı miktarda eklenmeler vardır). Basit modellerin kullanımı kolay olup, çalışması hızlıdır. Ancak, gerçekçi davranışlar için tamamen gerçekçi sonuçlar gerekmektedir. Bazı modeller yangın ortamı ile karşılıklı etkileşime imkan verirler (çoğu zaman önceden

hesaplanırlar, bazen de aynı anda hesaplanırlar) [18].

2.7. Yangın Güvenlik Önlemleri

2.7.1. Aktif önlemler

Aktif güvenlik sistemleri; yangının çıktığı andan itibaren başlayan, yangının algılanması, ve yangının gelişimine engel olup, insanların güvenli bir şekilde tahliyesi ve yangının söndürülmesine kadar ki süreçte alınacak önlemleri kapsar. Bu önlem 4 ana başlıkta toplanabilir [36];

- Yangın algılama ve uyarı sistemleri,
- Duman kontrol sistemleri,
- Yangın engelleme ve söndürme elemanları,
- İtfaiye yaklaşım ve erişimidir.

Bu sistemler [36];

- Acil durum aydınlatması,
- Yönlendirme ve işaretleme,
- Yangın algılama sistemleri,
- Sesli ve ışıklı uyarı sistemlerini içermektedir.

Duman kontrol sistemleri

Doğal ve yapay duman tahliye (havalandırma) sistemleri, kaçış yolları basınçlandırma sistemlerini kapsamaktadır [36].

Yangın engelleme ve söndürme elemanları

Yangının söndürülmesi

Yanmayı tanımlayan “yangın üçgeni”nden herhangi biri uzaklaştırılarak yanma durdurulabilir. Başka bir ifade ile; soğutarak, havayı keserek veya yanıcı maddeyi uzaklaştırarak söndürme sağlanabilir. Söndürme; insanlı ve otomatik olmak üzere iki yolla yapılabilir [36].

İnsanlı yangın söndürme

Bireylerin kullanacağı taşınabilir yangın söndürücülerin önemi çok büyüktür. Yangınların büyük bir bölümü bireylerce kullanılan taşınır söndürme sistemleri ve hortumlarla söndürülmektedir. Söndürme sistemlerinin doğru tipte seçilmesi, doğru sayıda ve doğru yerde bulundurulması gerekir. Taşınabilir yangın söndürücülerin kullanımı için personele verilecek eğitimden yapı sahibi sorumludur. Bunlar [36];

- Bina içi hortum sistemi,
- Bina dışı hortum (hidrant) sistemi,
- Taşınabilir söndürücüleridir.

Otomatik yangın söndürme

Otomatik söndürme sistemleri, yangın durumunda kullanıcıların hiçbir eylemde bulunmasına gerek kalmadan devreye girerler. Çok yaygın kullanılan türü sprinkler sistemidir. Ancak, özel riskler için başka türde otomatik söndürme sistemleri de bulunmaktadır. Bunlar [36];

- Otomatik sprinkler sistemleri ,
- Otomatik su sisi söndürme sistemleri ,
- Otomatik temiz gazlı söndürme sistemleri ,
- Otomatik CO₂ gazlı söndürme sistemleridir.
- Köpüklü söndürme sistemleri
- Sabit kimyasal söndürme sistemleridir.

Söndürme sistemlerinde kullanılan malzemeler

Su

Yangın söndürme sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan su, söndürücü olarak kullanılmak istendiğine, yangın söndürme yönünden olumlu ve olumsuz fiziksel, kimyasal, çevresel özellikleri ve etkileri bilinerek ve bu özellikler sistematik biçimde ele alınarak kullanılmalıdır. En önemlileri; donma, iletkenlik, soğutma, boğma, dağıtma, perdeleme, taşıma ve artı basınç etkileridir. Suyun yangın söndürücü olarak uygulandığı bir çok durumda, belirtilen etkilerden bir çoğu aynı anda veya birbiri peşi sıra gerçekleştiğinden, su çoklu etkisi olan bir söndürücüdür [37].

Köpük

Köpük, hava kabarcıkları ile genişletilmiş, sudan veya yanıcı sıvıdan daha hafif kimyasal maddedir. Havayla temas ettiğinde genişleyerek yanıcı sıvının üzerini örter ve hava ile temasını keser [37].

Düşük, orta, yüksek genişlemeli, protein, sentetik temelli ve film oluşturuu olmak üzere çeşitli türleri bulunmaktadır [37].

Köpüklü-su; su veya deniz suyu ile karışmış köpük sıvısının oluşturduğu akışkandır. Köpük sıvısı; köpüklü su elde etmek amacıyla, suyla karıştırılmak üzere üretilen değişik türdeki köpük oluşturuu maddelerdir. Protein, floraprotein, sentetik temelli veya özel amaçlı değişik katkılara sahip türde olabilir [37].

Köpüklü-su, A sınıfı ve B sınıfı yangınlarda etkilidir. Bu nedenle, yakıt depoları, depo dolum dağıtım alanları, yüksek miktarda yakıt bulunduran taşıt alanları gibi uygulamalarda tercih edilir [37].

Söndürücü gazlar

Söndürücü gazlar; insanlı müdahalelerde kullanılan taşınabilir söndürücüler veya elle kullanılan gazlı sabit hortum sistemlerini içermemekte olup, sadece kurulu sabit borulu, otomatik veya elle başlatılan sistemleri içermektedir [37].

Başlıcaları; temiz, halokarbon, sabit/dengeli söndürücü gazlar ve karbondioksittir.

Sözü edilen gazlı söndürme sistemleri, söndürme ilkeleri gereği, oksijensiz yanabilen, Sodyum, Potasyum, Magnezyum, Titanyum, Zirkonyum, Uranyum, Plutonyum gibi reaktif metal yangınlarında; metalhidrantların; bazı peroksitlerin, beyaz fosfor ve selüloz nitrat; barut gibi piroforik maddelerin yangınlarında etkisizdir [37].

Kuru kimyasal söndürücü toz

Toz olarak uygulandığında, yangının söndürülmesinde etkili, boraks, sodyum bikarbonat, monamonyum fosfat, potasyum bikarbonat, potasyum klorid temelli, zehirli olmayan toz karışımlarıdır. Kuru kimyasal söndürücü tozlar, A, B, C sınıfı yangınların söndürülmesinde etkilidirler [37].

Kuru kimyasal tozlu söndürme sistemleri yöneltildikleri alanın üstünü örter, havada askıda kalarak, gerek yanmakta olan, gerekse yanmaya hazırlanan yanıcı maddelerle yanmayı durdurucu kimyasal tepkimeye girer ve oksijenle teması keser. Yanmayı ve yeniden tutuşmayı önleyerek, yangını söndürür. Bu nedenle, kimyasal etkiye bağlı olarak zincirleme tepkimeyi durdurma ve boğma etkisine sahiptir [37].

Gerek kuru, gerekse sıvı kimyasallı söndürücüler, ölüme yol açacak zehirli etkiye sahip olmasalar da, ağız yoluyla alınmamaları, göze kaçmamaları ve solunmamaları gerekir [37]. Ozon tabakasına olan zararlı etkilerinden dolayı halonlar söndürme sistemlerinde artık kullanılmamaktadır [38].

İtfaiye yaklaşım ve erişim

İtfaiye erişimi, yapının arsadaki konumunu etkilemesi nedeniyle tasarımın başlangıcında düşünülmelidir [36].

Yangın söndürme sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan su, söndürücü olarak kullanılmak istendiği zaman, yangın söndürme yönünden olumlu ve olumsuz fiziksel, kimyasal, çevresel özellikleri ve etkileri bilinerek kullanılmalıdır [37].

Yangına müdahalenin içeriden yapılması zorunlu olan yüksek yapılarda yangın durumunda yalnızca yangına müdahale edenlerin kullanabileceği ve kolay ulaşabileceği noktalarda özel korunumlu asansörlerin olması gerekir. Bu tür asansörler için yangın korunumlu iki bağımsız güç kaynağı gereklidir. Ayrıca, asansörlerle zemin düzeyi arasında iyi bir haberleşme sağlanmalıdır [36].

İtfaiyenin binaya erişimi ve müdahale olanakları ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 6.1’de verilmiştir.

2.7.2. Pasif önlemler

Yangın güvenliğinde pasif önlemler yapının tasarım aşmasından başlayarak yapının uygulanmasına kadar devam eden süreçte alınması gereken önlemdir.

Pasif yangın güvenlik önlemleri, tasarım aşamasında başlayan ve doğrudan yapının yerleşimdeki yerinden, yapıdaki pencere büyüklüklerine, mekanların birbirlerine göre konumlandırılmasına, çıkışların, kaçış noktalarının boyut ve özelliklerine kadar pek çok tasarım değişkenini etkileyen bir takım önlemler dizisidir. Bir çok ülkede pasif yangın güvenlik önlemleri, yapı inşaa yönetmeliklerinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır [39]. Pasif önlemler diğer bölümlerde ayrıntılı olarak incelenecektir.

3. YAPI MALZEMELERİ ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

3.1. Yapı Malzemelerinin Yangın Karşısındaki Davranışları

Yapı malzemelerinin etkin ve güvenli kullanılabilmesi için özelliklerinin çok dikkatli incelenmesi gerekmektedir. Yapı malzemelerinin önemli özellikleri; tutuşabilir olmaları, alev yayıcılıkları, ısı açığa çıkarmaları, duman ve zehirli gaz üretmeleri olmaktadır. Yapı malzemeleri ile ilgili yapılan testler; malzemelerin yangın karşısındaki davranışlarının, yangının gelişimi ve insanların yaşamı üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmaktadır [25].

3.1.1. Isıya bağlı davranışlar

Yapı malzemelerinin yangın anındaki ısıya bağlı davranışları daha önce de sözü edildiği gibi üç ayrı biçimde gelişir [32];

1. Isı iletimi,
2. Isı taşınımı,
3. Isı ışıınımıdır.

Bir maddenin sıcaklığının kendi kendine tutuşacak dereceye yükselmesine *tutuşma* denir. Bunlardan *tutuşma sıcaklığı* ve *tutuşma noktası*; yanıcı maddenin ısı etkisi altında kendiliğinden tutuştuğu en düşük sıcaklıktır [16].

Genellikle yangının ilk aşamasında sıcaklık ve gaz, tutuşma için yetersizdir. Yangında bir kıvılcım veya yanmış bir parça, tutuşma derecesine gelinceye kadar ısı iletkenlik etkisi ile malzemenin sıcaklığını yükseltir ve sonra yüzeyinde bir ateş parlaması meydana gelir. Yanmanın bir malzemedan diğerine geçişi (ısı transferi); yüzeyde meydana gelen sıcak gaz akımının teması, uçan ve yanar haldeki parçalar ile olmaktadır. Yangında meydana gelen sıcaklığın yapılan yangın deneylerine göre 1200 °C'ye kadar yükseldiği saptanmıştır [16].

Yanabilen bir madde tutuştuğunda, aynı mekanda bulunan diğer yanıcı malzemeleri de tutuşturarak, yangın söndürülünceye kadar ilerleme ve yayılma eğilimindedir. Bu aşamada yangın söndürülmemiş ise, bundan sonraki gelişme; mekanı çevreleyen duvarları, döşemeyi ve tavanı etkileyecek yöndedir. Yapının çeşitli eleman ve malzemelerinin üzerindeki yangının etkisi, sıcaklığın derecesine ve süresine bağlıdır. Bir hacimde yanabilecek malzeme ne kadar çoksa, sıcaklığın o kadar yükseleceği ve sürenin de uzayacağı açıktır [40].

Yanan maddeden oluşan buharların bir an alev görmesi ile yanmanın devam ettiği en düşük sıcaklığa, *yanma sıcaklığı* veya *yanma noktası* adı verilir [41, 33].

Hava ile yanıcı gaz veya buhar karışımının ısınması sonucu parlamayı sağlayan alt ve üst konsantrasyonlar, *infilak* sınırlarını verirler [41, 33].

Isıtılan maddeden çıkan buharların kendi alt parlama sınırına eriştiği noktaya *alev noktası*; tam yanma esnasında katı ve sıvı maddelerde serbest kalan ısı miktarına *yanma ısısı* adı verilir [41, 33].

Yanan bir maddede birim zamandaki toplam kütle kaybının ölçüsü *yanma hızı* olup, (kg/hm²) veya (mm/dakika) olarak verilir [41, 33]. Yanma hızı yanan maddenin kimyasal özelliklerine, oksijen durumu, yüzey/hacim oranı ve nem oranı gibi fiziksel verilere bağlıdır [33].

3.1.2. Duman ve zehirli gaz üretimine bağlı davranışlar

İstatistikler; yangında meydana gelen ölümlerden, çoğunlukla duman ve zehirli gazların sorumlu olduğunu göstermektedir. Piyasaya çıkarılan yeni malzemelerin bazıları, geleneksel yapı malzemelerine göre daha fazla duman ve zehirli gaz üretmektedirler. Yeni malzemelerin kullanımının artmasıyla birlikte; yangın sırasında yapı malzemelerinin duman ve zehirli gaz üretimi, yangın güvenliği açısından tehlikeli bir durum oluşturmaya başlamaktadır. Sözü edilen malzemelerin kullanımını aşırı duman üretimi nedeniyle yönetmelikler yasaklamıştır [42].

Duman

Dumanın en önemli tehlikesi daha önce de sözü edildiği gibi görüş derecesini azaltmasıdır. Bu durum, yanan binadan insanların kaçışına engel olmaktadır [42].

Duman üretiminin, yangının gelişmesinde çok büyük etkisi olmamasıyla beraber, insanların yaşam güvenliğini etkilemektedir. Duman, insanların görüş derecesini azaltarak, kaçış anında yönlerini şaşkınlıklarına neden olmaktadır. Duman üretimi malzemelere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle, malzemelerin duman üretme dereceleri, özellikle de insanların tahliyesinin yapıldığı kaçış yolları üzerinde kullanılan malzemelerde çok önemli olmaktadır. Malzemelerin duman üretim miktarları belirli katsayılara göre değişmektedir. Malzemelerin duman üretim dereceleri aşağıdaki gibi formüle edilebilmektedir [43];

Malzemelerin duman üretim derecesi = yanan malzeme oranı $\times$ yanan malzemenin duman dönüşüm katsayısı

Çizelge 3.1’de malzemelere göre değişen belirli duman oluşturma katsayıları verilmektedir.

Çizelge 3.1. Malzemelerin duman üretim katsayıları [43]

Malzeme	Duman Kütlesine Dönüşüm Katsayısı (kg/kg)
Ahşap (köknar)	0.025
Ahşap kaplama (hardboard)	0.001
Mineral elyaflı plaklar (fibreboard)	0.010
Polivinil klorid (PVC)	0.120
Poliüretan (esnek)	0.035
Poliüretan (sert)	0.090
Polistren	0.170
Polipropilen	0.020
Poloksimetilen (polyoxymethylene)	~0

Zehirli gazlar

Yanma sırasında malzemelerin oluşturduğu en bilinen zehirli gazlar; karbon monoksit (CO), kükürtdioksit (SO₂), hidrojeniyanür (HCN), nitrojenoksit ve hidrojenklorür (HCl)'dir. Yanıcı malzemenin türüne göre yanma sırasında oluşan zehirli gazlar değişmektedir [19]. Su buharı ve hidrokarbonların zehirlilik etkileri çok az veya hiç yoktur [42].

Yangında en önemli zehirli gaz üretimi karbon monoksittir. Yanma sırasında oluşan karbon monoksit miktarı aşağıda formüle edilmiştir [43];

$$\text{CO (ppm)} = 0,858 \times Y_{\text{co}} (\text{CO üretim katsayısı}) \times \text{yanan maddenin kütlesi (kg)} \\ \div \text{Duman üretim hacmi (m}^3\text{)}$$

Çizelge 3.2'de bazı malzemelerin yanma sırasındaki karbon monoksit üretim miktarları verilmektedir [43].

Çizelge 3.2. Bilinen bazı malzemelerin oluşturduğu CO üretim katsayıları [43]

Malzeme	Karbon monoksit üretim katsayısı (Y _{co}) (kg/kg)
Ahşap	0.004
Polivinil klorid (PVC)	0.063
Poliüretan (esnek)	0.042
Poliüretan (sert)	0.051
Polistren	0.060
Polipropilen	0.024

Çizelge 3.3'de sözü edilen zehirli gazları oluşturan malzemeler ve insanlar üzerindeki etkileri verilmiştir [19].

Çizelge 3.3. Yanma sırasında malzemelerin oluşturduğu zehirli gazlar [19]

Yangında oluşan zehirli gazlar	Yangın anında zehirli gaz oluşumuna neden olan malzemeler	İnsanlar üzerindeki etkileri
Karbon Monoksit	Tüm malzemeler	Kalp atışını hızlandırır, kandaki hemoglobinle birleşir
Karbondioksit	Tüm malzemeler	Soluk almayı arttırır, bunun sonucunda diğer gazların da solunmasını artırır
Hidrojenklorür	Plastik (PVC)	Solunum sistemlerini engelleyerek havasızlıktan boğulmaya neden olur
Hidrojeniyanür	Poliüretan, yün, akrilik, naylon	Akciğerde ödeme neden olur; bu durum boğularak ölümle sonuçlanabilmektedir
Nitrojenoksit	Plastik, döşeme malzemeleri	Akciğeri tahriş eder; solunumu süresince şişliğe ödeme neden olur
Kükürtdioksit	Yün, kauçuk, ipek, ahşap	Yüksek derecede zehirlilik içerir; gözler ve solunum sistemleri için son derece tahriş edici olmaktadır
Hidrojen Sülfid	Yün, kauçuk, ipek, deri	Gözler ve solunum sistemleri için tahriş edicidir; yüksek konsantrasyonlarda olması durumunda çok hızlı ölümlere neden olmaktadır

Yanma sırasında malzemenin ürettiği zehirli gazların belli bir düzeye ulaşması ile ölümler meydana gelebilir. Son yıllarda, çeşitli yeni malzemelerin, özellikle sentetik polimerlerin, binalardaki kullanımında artış gözlenmektedir. Bu malzemelerin kullanımdaki artış, yangın uzmanlarını kaygılandırmaktadır [42].

3.2. Yapı Malzemelerinde Yangının Oluşturduğu Etkiler

Malzeme yapısı üzerinde yangın etkisi fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki şekilde karşımıza çıkar [16].

3.2.1. Fiziksel değişim

Fiziksel değişim ısısal deformasyonlar ve erimedir. Erime, sıcaklığın artışı sonucu, malzeme içyapısında molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak içyapının kristal sisteminin dağılarak malzemenin katı halden akıcı hale geçmesi olayıdır. Erime sıcaklığı [16];

- Metallerde 232-1800 °C
- Camda 700-800 °C
- Termoplastiklerde 90-327 °C
- Seramik malzemelerde 1000-1400 °C'dir.

Malzemenin ısı iletkenlik katsayısı da, ısının içyapıda süratle iletilmesi sonucunu ortaya çıkaracağından, meydana gelecek deformasyonlarda önemli bir etken olur. Isısal deformasyonlar ve erime sonucu malzemede parçalanma ve büyük oranda değişimler görülür [16].

3.2.2. Kimyasal değişim

Yangın etkisiyle malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen değişimler ise molekül yapısının bozulması ve karbonlaşma olayıdır. İnorganik grupta yer alan taş, beton gibi malzemelerin bünyesinde bulunan CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ve organik bileşiklerden ahşap, plastik gibi malzemelerin içinde bulunan C, H_2 , N_2 , S_2 gibi element ve bileşikler, yangın anında kimyasal bir değişime uğrayarak, malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açar. Bu arada birtakım zararlı gazlar (CO_2 , CO, SO_2 , SO_3) oluşur [16].

Malzemede molekül yapısının değişimi genelde kristal suyunun kaybolmasıdır. Kuvarslı taşlar 600 °C, kalker 900 °C, tuğla 1000 °C’de önemli hacim değişikliklerine uğrayarak, içyapısında oluşan CO₂ ve H₂O’nun ısınması yoluyla taşı patlattığı görülür. Bazalt ve dolomit gibi volkanik taşlar bu etkilere daha dayanıklıdır. Betonda ise, portland çimentosunun bünyesinde yer alan CaO, 400-450 °C’de Ca (OH)₂ haline dönüşerek hacim genişlemesine ve çimentonun kristal suyunu kaybederek bağlayıcılık değerinin yok olması gibi sonuçlara yol açar [16].

Malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen ikinci bir olay da karbonlaşmadır. Daha çok organik malzemelerde karşımıza çıkan bu olayda oksijen, malzemenin kimyasal yapısındaki karbonu yakmakta ve bir yanma sıcaklığı meydana getirmektedir [16].

Yangın karşısında ahşap malzemede 170 °C’ye kadar kuruma, 270 °C’ye kadar CO, CO₂ ve su buharının çıkışı, 250-300 °C’de tutuşma görülür. Tutuşma sıcaklığına eriştikten sonra ortaya çıkan gazlar oksijenle birleşerek yanmanın devamlılığını sağlar. Ayrıca, ahşabın bünyesindeki reçine fazlalığı da yanmayı hızlandırıcı rol oynar. Sonuçta ahşap ayrışır ve kömürleşmeyle yanma son bulur. Diğer organik malzemelerden termoplastiklerde çok düşük sıcaklıklarda, 70-120 °C’de yumuşama ve erime görülür. Ancak, termoset plastiklerde 100-300 °C’de erimeksizin karbonlaşma söz konusudur [16].

3.3. Yapı Malzemeleri ve Yangına Tepki Sınıfları

Binanın yangıcılığı, özellikle yapıda kullanılan yapısal ve bitirme malzemelerinin niteliğiyle ilgilidir. Tasarımcı, bina tasarımında yangın faktörünü göz önüne aldığı anda, yangıcı malzemenin en az olmasını amaçlar. Bunun için, kullanılacak malzemelerin yangıcı olup olmadığını bilmek gerekir. Bu bilgi bazı malzemeler için kendiliğinden ortadadır. Diğerleri için başvurulacak kaynak malzemelerin yangıcılık sınıflarını veren TS standartları ve Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliktir (BYKHY) [40].

3.3.1. Ulusal sınıflandırma

Çizelge 3.4’de Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te belirtilen malzemelerin yanıcılık sınıfları verilmiştir [14, EK-1].

Çizelge 3.4. Yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları [14]

Yanıcılık Sınıfı	Yapı Malzemelerinin Tanımı	Yangında Gözlenen Davranış	Söz konusu sınıfta belirlenmiş yapı malzemeleri
A	Yanmaz.		
A1	Hiç Yanmaz	Alev almaz, yanmaz, kömürleşmez (Elektrikli tüp fırın deneyi uygulanır)	Kum, çakıl, mil. kil ve doğada bulunan yapı tekniğinde kullanılabilen diğer tüm taşlar. Mineraller, toprak, volkanik cürufur ve doğal bims. Çimento, kireç, alçı, anhidrit, yüksek fırın cürufu, genleştirilmiş kil. genleştirilmiş şist, genleştirilmiş perlit ve vermikülit ile köpüklü cam gibi yakma ve/veya genleştirme prosesiyle taş ve minerallerden elde edilen yapı malzemeleri. Harç, beton, betonarme, ön gerilmeli beton, gaz beton veya gözenekli beton, hafif beton, mineralli maddelerden üretilmiş yapı taşları ve yapı plakları, mutad harç veya beton katkılı malzemeler. Organik katkı maddesi içermeyen mineral lifli malzemeler. Tuğla, kiremit, seramikler. Camlar. Alkali ve toprak alkali metaller ve alaşımları dışında, ince toz halinde öğütülmemiş metal ve alaşımlar.
A2	Zor Yanıcı	Yanıcı kısımlar içerir, ancak kendileri yanmaz, ateşi iletmez, yangın yüküne katkısı olmaz.	Her durumda özel tahkiki gereken malzemelerdir, Örneğin alçı karton plakları gibi yanmaz dolgu maddeli kompozitler gibi.
B	Yanıcı Yapı Malzemeleri		

Çizelge 3.4. (Devam) Yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları [14]

B1	Zor Alevlenici	Alev kaynağı kalktıktan sonra da yanmayı sürdürür.	Odun yünü veya talaşı hafif yapı levhaları, Çok katmanlı mineral elyafı hafif yapı plakları [tek ve/veya iki yüzeyi mineral elyaf ile kaplı odun yününden yapılmış hafif yapı plağı] Yüzeyi delikli veya deliksiz alçı karton levhalar Masif mineral zemin üzerine mineral katkı yapay reçineli sıvılar. Isı harçlar. Yumuşatıcı içermeyen d>3.2 mm sert polivinilklorid (PVC), klorlu polivinilklorid (PVCC) ve polipropilen (PP)' den üretilmiş boru ve ek parçaları. Ahşap parke, PVC, vinilasbest zemin kaplamaları Asbestli mukavva ve kağıtlar.
B2	Normal Alevlenici	Yanıcı duman ve zehirli gaz oluştururlar. (B1 ve B2 sınıflarına girenlerin gerçekleşmesinde bacalı fırın deneyi uygulanır)	$\rho > 400 \text{ kg/m}^3$ ve kalınlığı $d > 2 \text{ mm}$ veya 230 kg/m^3 ve kalınlığı $d > 5 \text{ mm}$ olan ahşap malzemeler. Kalınlığı $d > 2 \text{ mm}$ olan ahşap kontraplak veya dekoratif prese edilmiş malzeme tabakalarından oluşan plakalarla, termoplastik
B3	Kolay Alevlenici	Yukarıdaki sınıflara girmeyen malzemeler, yapılarda hiçbir şekilde kullanılamaz.	Ahşap $< 2 \text{ mm}$ Kağıt, saz, saman, talaş, pamuk, selüloz lifi Gevşek veya toz halinde her türlü yanıcı maddeler.

A sınıfı, yanmayan yapı malzemelerini içermektedir. Bu sınıfın A1 ve A2 olarak iki alt sınıf vardır. A1 sınıfındaki yapı malzemeleri hiç yanmaz; yangın karşısında alevlenmez, ısıldamaz ve kömürleşmez. Bu sınıfa giren malzemelerin belirlenmesi için tüp fırın deneyi uygulanır. Bu malzemeler genellikle kagir malzeme gurubundadır [40];

- Kum, çakıl, kil, yapı taşları,
- Mineraller, toprak, lav, sünger taşı,
- Çimento, kireç, alçı, anhidrit,
- Cüruf, genleşmiş kil ve şist, cam, perlit, vermikülit,
- Harç, beton, betonarme, öngerilmeli beton, mineral dolgulu yapı taşları, yapı blokları,
- Asbestli çimento ve mineral lifler,

- İnce toz halinde olmayan metaller ve alaşımlar (alkali ve toprak alkali dışında).

A2 sınıfı zor yanıcı malzemeleri içerir. Yangın sırasında alev kaynağıyla temasta iken kısmen yanar, kısmen bozulur, ateşi iletmez ve yangın yüküne etkisi olmaz. Bu gruba giren malzemeler, yanmaz dolgu maddeleri içeren polimer kompozitlerdir [40].

B sınıfında yanıcı yapı malzemeleri bulunur. B1, B2, B3 diye üç alt sınıf vardır. Bu sınıf yapı malzemesinin [40];

- Yanma ısısı,
- Alevlenme sıcaklığı,
- Yanma sıcaklığı,
- Duman oluşumu,
- Zehirli gaz çıkarma, gibi davranışlarının düzeyine bağlı olarak alt sınıflar oluşturulur.

B-1 sınıfı zor alevlenici malzemeler içerir. Alevle karşılaştığında yanar ve ateş kaynağı kalktıktan sonra yanmayı durdurur. B1 sınıfına giren malzemeler şunlardır [40];

- Ahşap talaşı malzemeler,
- Alçı-karton levhalar (yüzeyi deliksiz),
- Asbestli mukavva ve kağıt,
- Sert polivinilklorür (PVC) boru ($d \geq 3.2$ mm),
- PVC zemin kaplamaları,
- Ahşap parkedir.

B-2 sınıfına giren malzemeler, normal alevlenici yapı malzemelerini içerir. Bunlar şöyle sıralanır [40];

- Ahşap $\delta \geq 400 \text{ kg/m}^3$ $d > 2 \text{ mm}$
 $\delta \geq 230 \text{ kg/m}^3$ $d > 5 \text{ mm}$,
- Yapay ahşap levha $d > 2 \text{ mm}$,
- Sert polivinilklorür [PVC] levha,
- Polipropilen (PP), polietilen (PE), ABS; borular,
- Polyester $d > 1.3 \text{ mm}$,
- Polietilen $\delta \geq 940 \text{ kg/m}^3$ $d > 2 \text{ mm}$,
- Asfalt ve bitümlü çatı örtüleri.

Bu sınıflar dışında kalan yanıcı yapı malzemeleri B-3 sınıfını oluştururlar ve kolay alevlenici yapı malzemeleri diye tanımlanır. Bu malzemeler arasında [40];

- Ahşap $d > 2 \text{ mm}$,
- Kağıt, saz, talaş, saman, pamuk, selüloz lifi,
- Gevşek ve toz halinde her tür yanıcı madde bulunmaktadır.

BYKHY’de kolay alevlenen B3 sınıfı yapı malzemelerinin yapıda kullanımı yasaklanmıştır. Ancak, bu malzemelerin bir kompozit içinde, normal alevlenen B2 sınıfına getirilmesi koşuluyla kullanımına izin verilmektedir [14, EK-1].

A2 ve B1 sınıfında bulunan kompozit malzemeler ise yapılarına göre üç grupta toplanabilmektedir [40];

- Yanıcı olan ve yanıcı olmayan karışımdan oluşan aglomera malzemelerdir. Örneğin; ahşap testere talaşı ve çimento hamuru plaklar (betopan), ahşap talaş levhalar (çimento ya da magnezi hamuru ve ahşap rende talaşı karışımı plaklar),
- Yanıcı olmayan çekirdek ve yanıcı olan kaplama ile yapılmış malzemelerdir. Örneğin; kartonlu alçı plaklar,
- Yanıcı olan çekirdek ve yanıcı olmayan kaplama ile yapılmış malzemelerdir. Örneğin; asbestli kağıt ya da ince metalle kaplanmış yonga ya da ahşap lif levhalardır.

Birinci gruptaki malzemelerin yangına karşı davranışı, yapısına, malzemelerin cinsine ve karışım oranlarına bağlıdır. Denenmeden bu gruptaki malzemelerin hangi gruba girdiğini söylemek olanaksızdır. İkinci ve üçüncü gruptaki malzemeler her zaman B2 sınıfına girer. Bazı durumlarda; şömine ve bacaların yapımında olduğu gibi yanıcı olmayan malzemelerin kullanılması zorunludur. Ancak, birçok yanıcı malzeme içerir ki yangına katkıda bulunmaz ve herhangi bir sakınca olmadan yapılarda kullanılabilir [40].

Malzemelerin yangındaki gerçek davranışı, bileşimine ve binada kullanıldığı yere göre değişir. Örneğin; kontrplağın çabuk yanmasına karşılık, büyük kesitli ahşap elemanlar çok yavaş yanar, sivri köşeliler çabuk tutuştuğu halde yuvarlak kesitli olanlar daha zor tutuşur. Bu nedenlerden dolayı, bütün malzemeler için kullanıma ilişkin genel bir test geliştirilemez. Fakat duvar kaplaması olarak kullanılacak malzemeler için testler ve sınıflandırmalar geliştirilmiştir [40].

A sınıfına giren ve yanıcı olmayan yapı malzemelerinin yangına katkıda bulunmadıkları kabul edilirse de yüksek sıcaklıktan etkilenirler. Aslında, yangına mutlak dayanıklı malzeme yoktur. Bazı malzemeler sıcaklık etkisiyle ayrışır. Örneğin; mermer ve kireç taşları kirece dönüşür. Bazıları yüksek sıcaklıkta mukavemetini kaybeder. Alüminyum, çinko, kurşun gibi metaller ise yüksek sıcaklıklarda erirler [40].

TS 1263 sayılı Türk Standardı da yapı malzemeleriyle ilgili sınıflamaya yer vermiş ve yapı malzemelerinin yanma dayanıklılık test metotları anlatılmıştır [44]. Bu standarda göre, yapı malzemesinden veya yapı elemanından en az iki numune alınır. Standartta belirtilen ısıtma ve basınç koşullarını sağlayan deney fırınında belli işlemlerden geçirilir. Bu süre içinde deney numunesinin kendisine düşen görevleri yerine getirme yeteneğini kaybettiği süre not alınır. Bunun dışında, numunenin ısı yalıtkanlığı tespit edilmektedir. Isı yalıtkanlığı numunenin aleve maruz kalmayan yüzün ortalama sıcaklığı ve en yüksek sıcaklığı ile deney numunesi içindeki sıcaklık ölçülerek saptanmaktadır. Ayrıca, numunede alevi ilk sızdırma ve son sızdırma süreleri tespit edilmektedir [45].

3.3.2. Avrupa sınıflandırması

Avrupa Birliği, Üye Ülkeler arasındaki farklı yaklaşımları ortadan kaldırmak amacıyla, Yapı Malzemeleri Direktifini (Construction Product Directive-CPD) yayımlamıştır [46].

Bu direktif ülkemizde de Gümrük Birliği Antlaşması çerçevesinde, adapte edilmesi gereken Avrupa Birliği Teknik Mevzuatının, 4703 sayılı, “Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun” kapsamında Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca uyumlaştırılarak, 8 Eylül 2002 yılında Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) adı altında yayımlanmıştır [12].

Yapı malzemelerinin yangınlık özellikleri (reaction to fire) ile ilgili ortak Avrupa Sınıfları (Euroclasses); 8 Şubat 2000 tarihinde 2000/147/EC sayılı [47] komisyon kararı ile ortaya konulmuştur. Bu sınıflandırma; 2002 yılında Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından da kabul edilerek EN 13501-1 standardı [48], Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde yayımlanmıştır. Buna ilave olarak; CEN’e bağlı “8. Çalışma Grubu”, bu konu üzerinde çalışmalarını sürdürmek üzere yapılanmıştır [12].

Gümrük Birliği Antlaşması ile, adapte edilmesi gereken Avrupa Birliği Teknik Mevzuatının uyumlaştırılması aşamalarından biri olarak, yapı malzemelerinin yangınlık özellikleri için ortak Avrupa Sınıfları (Euroclasses); Aralık 2003 tarihinde TSE tarafından TS EN 13501-1 [49] standardı ile “İhtiyari” olarak, 29 Temmuz 2004 tarihinde ise Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Tebliği [50] ile, “Uyumlaştırılmış standartlara tabi yapı malzemeleri için” olmak üzere ülkemize girmiş bulunmaktadır [12].

Çizelge 3.5’de görüleceği gibi, yapı malzemelerinin yangına tepki sınıfları belirlenirken malzemelerin son kullanım koşulları dikkate alınarak döşemeler, döşeme dışındaki yapı malzemeleri, lineer borularda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri, çatılarda kullanılan malzemeler gibi gruplara ayrılmıştır [12].

Çizelge 3.5. AB Komisyon kararlarına göre; yapı malzemelerinin yangına tepki (reaction to fire) sınıfları (Euroclasses) [12]

Döşemeler Dışındaki Yapı Malzemeleri için	Döşemeler için	Lineer Borularda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri	Çatılarda kullanılan yapı malzemeleri	Kablolar
2000/147/EC	2000/147/EC	2003/632/EC	2001/671/EC	Taslak (FRG Decision)
A1	A1 _{FL}	A1 _L	-	A _{ca}
A2	A2 _{FL}	A2 _L		
B	B _{FL}	B _L	B _{roof}	B1 _{ca}
				B2 _{ca}
C	C _{FL}	C _L	C _{roof}	C _{ca}
D	D _{FL}	D _L	D _{roof}	D _{ca}
E	E _{FL}	E _L		E _{ca}
F	F _{FL}	D _L	F _{roof}	F _{ca}

Avrupa Birliği Komisyonunun bünyesinde, “Construction Working Groups” bulunmaktadır. Bu çalışma gruplarında, “Yangın Mevzuatı Grubu (Fire Regulation Group-FRG)” ve “test edilmesine gerek olmadan malzemelerin yangına tepki sınıfları”nı belirleyen bir çalışma grubu da (Classified Without Further Test-CWFT) bulunmaktadır. CWFT grubu, sanayi ile ortak çalışmalar yaparak test yapılmadan yapı malzemelerinin yangına tepki sınıflarını ortaya koyan kararlar almakta ve tüm bu kararlar komisyon kararları olarak yayımlanmaktadır [12].

Avrupa sınıflandırmasında; malzemelerin son kullanım koşullarına göre gruplandırılması, yangına tepki sınıflarını belirlemek için uygulanacak olan test metotlarını da etkilemektedir. Örneğin; yangının gelişme evresinde malzemenin yangına katkısını değerlendirmek için döşeme malzemelerinde ve döşeme harici yapı malzemelerinde belirlenmiş deney metotları kullanılmaktadır. Çatı ve çatı kaplama malzemeleri ise diğer malzemelerin aksine bir dış yangın koşulları altında tamamen

farklı test metotlarına maruz kalmakta ve sınıflandırma bu veriler yardımıyla yapılmaktadır. AB komisyon kararı uyarınca, test yapılmasına gerek olmayan yangına katkı sağlamayan A1 sınıfı malzemeler bir tablo halinde belirlenmiştir. Bununla beraber; test yapılmasına gerek olmadan yangına tepki sınıfları belirlenen yapı malzemeleri de tablo halinde belirlenmiştir [12].

Yeni Avrupa sınıfları ile duman oluşumu ve alev damlama özelliği de ön plana çıkartılarak, yapı malzemelerinin yanıcılık ile ilgili performansları daha gerçekçi bir yaklaşımla ortaya konulmuştur [12].

Yapı malzemeleri ile ilgili olarak Aralık 2003’de yayımlanan TS EN 13501-1 sayılı “Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları Yangın Sınıflandırması” standardında; yapı elemanları ve yer döşemeleri olmak üzere iki grup bulunmaktadır. Yapı elemanları ile birleşik olarak kullanılan malzemelerle birlikte olarak; bütün yapı bileşenlerinin alev karşısındaki davranışları ve son kullanım şekilleri dikkate alınarak sınıflandırma oluşturulmuştur. Çünkü, bir yapı elemanının yangına katkısı, onun sadece kendisine özgü özellikleri değil, aynı zamanda yapıdaki son kullanımına da bağlıdır. Bununla beraber, sınıflandırma için , yapı eleman veya bileşeninin son kullanımını dikkate alarak ya da son kullanımını dikkate almaksızın yapılan çeşitli deneylerle yangına katkısı belirlenmektedir. Yapı elemanları bir alt sınıf için belirlenen tüm özellikleri tam olarak sağlaması şartıyla, verilen bir sınıf içinde yerini almaktadır [12].

TS EN 13501-1’e göre; bir yapı bileşeninin veya elemanının bulunduğu sınıfa uygunluğu için, belirlenen deneylere tabi tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, her sınıf için farklı bir deney belirlenmiştir. Deney sonucunda bütün parametreler için elde edilen sonuçlarda uygunsuz bir değer yoksa sınıflandırma için “uygun” olarak kabul edilmektedir. Eğer, sonuçlarda birden fazla uygunsuz değer varsa, sınıflandırma için “uygunsuz” sonucu kullanılmaktadır [12].

Sınıflandırma, yer döşemeleri hariç yapı elemanları için A1, A2, B, C, D, E, F şeklinde; yer döşemeleri için A1 ff , A2 ff , B ff , C ff , D ff , E ff , F ff şeklinde

ifade edilmektedir. Sınıfı A1 olarak belirlenen yapı elemanının sınıflandırması, elemanın yangının gelişimine katkıda bulunmadığını veya yangının tam olarak gelişmesini sağlamadığını göstermektedir. Ayrıca; bir eleman A_1 sınıfında kabul edilmişse, duman tehlikesi oluşturmuyor demektir [12].

Yukarıda belirtilen sınıflara ilave olarak duman oluşumu ve yanma damlları/tanecikleri açısından ilave sınıflandırmalar yapılmıştır. Duman oluşumu açısından yapılan sınıflandırma; S1, S2, S3; yanma damlları/tanecikleri açısından yapılan sınıflandırma, d0, d1, d2 şeklindedir [12].

3.4. Yapı Malzemeleri ve Yangın Güvenlik önlemleri

3.4.1. Yapısal malzemeler

Yangından aşırı etkilenen malzemelere taşıyıcı sistem içerisinde yer verilmemesi veya veriliyorsa yeterince korunması gerekmektedir [24, 8]. Örneğin; termoplastik ve alüminyum gibi malzemelerin taşıyıcı sistem dışında yer alması, elektrik donatımının bir asma tavan içinde çözülmesi, çelik taşıyıcıların beton bir zarf içinde detaylanması, betonarme donatımının taşıyıcı kısımlarda istenen dayanım süresine bağlı olarak belirli oranlarda yüzeyden içeri çekilmesi ahşap malzemelerin ise ateşe karşı çeşitli koruyucularla yüzeysel veya bünyesel emprenye yöntemleriyle korunmuş şekilde kullanılması gerektirir [16].

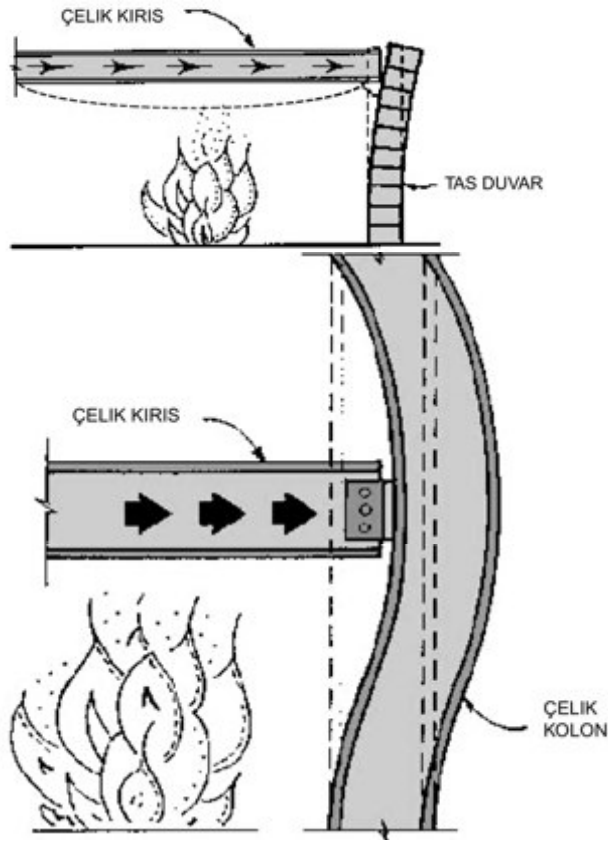
Yangından çıkmış bir yapının taşıyıcı niteliği hakkında karar vermek ve yeniden kullanımını sağlamak laboratuvar deneylerine bağlı olup uzmanlık gerektiren bir konudur. Ancak, özellikle betonarme yapılar için, demir çubukların görüldüğü, donatının bölgesel olarak ortaya çıktığı ve betonun sarı renk aldığı hallerde, bu kısımların kırılarak ilave donatı ve gerekli takviyelerin yapıldıktan sonra kullanılabilceğini, donatının tamamen ortaya çıktığı ve betonun şekil değişikliğine uğradığı hallerde ise takviye yapılsa bile yapının yeniden kullanılmasının sakıncalı olacağını söylemek mümkündür [16].

Çelik

Çelik, bir çok yönden yapılarda kullanım avantajı olan bir malzeme olmakla beraber, yüksek sıcaklıklara karşı direncinin yetersiz oluşu, en olumsuz tarafını oluşturmaktadır. Genellikle, yapısal çelik için kritik sıcaklık 540 °C, ön gerilimli beton işlerinde kullanılan çeliklerin kritik sıcaklığı da 400-450 °C olarak kabul edilmektedir [51, 52].

BYKHY’de çeliğin kullanımıyla ilgili olarak; yangın durumunda içindeki yanıcı malzemelerin çelik elemanlarda 540 °C olarak belirlenmiş kritik sıcaklığın üzerinde bir sıcaklık artışına sebep olmayacak çelik yapılar için yangın yalıtımı istenmemektedir. Ancak, yukarıdaki tanımlamanın dışında kalan çelik yapılarda çelik elemanların yangına karşı yalıtılmaları gerekmektedir [14, Madde 23].

Çeliğin Şekil 3.1’de görüldüğü gibi çelik korunmasız olduğunda yüksek sıcaklıklarda yumuşamaya başlayarak mukavemetini yitirmesi ve plastikleşmesi, malzemenin olumsuz yönünü ortaya koymaktadır [51, 52]. Bu nedenle, yapıda kullanılan çelik elemanların korunmaları zorunludur. Bu koruma, çeliği sıcaklığa karşı yalıtan çeşitli “yangın koruyucu” malzemelerle olmaktadır. Çeliği yalıtmanın en çok bilinen yöntemleri; çelik elemanları çerçeve içine alma, yüzeyini yangın geciktirici malzemelerle kaplama ve kütsel yalıttır [54].



Şekil 3.1. Çelik yapı bileşenlerinin yangın sırasındaki davranışı [52, 51]

Korumasız bir çeliğin yangına karşı dayanımı 1 saat ile sınırlıdır [53, 52]. Bu süre en yüksek değer olup, normalde bu sınır daha da düşüktür. Çeliğe çeşitli madenlerin eklenmesi ile (krom vs.) de bu süre artırılabilir. Aynı zamanda, çelik yapı bileşenlerinin kesitlerini arttırmak da bir koruma önlemi olabilmektedir [52].

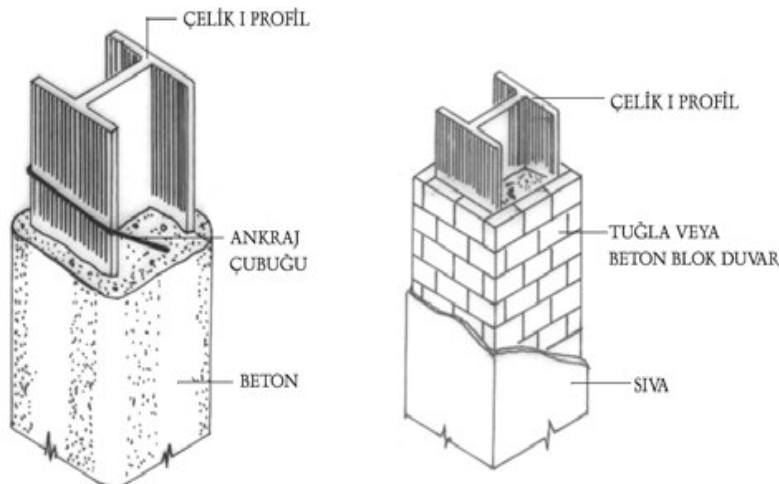
Son yıllarda, çeliğin yangın geciktiriciliğini arttırıcı yalıtımı hakkında yapısal çelik elemanları kütsel yalıtma çok bilinen yöntemlerdir. Güçlendirilmiş beton ile kütsel yalıtım yönteminin en önemli dezavantajı maliyetidir. Bununla beraber, yapılış biçimini de eklersek, betondan dolayı kalınlığı artacak ve elemanların taşıma gücü ekleme nedeniyle azalacaktır. Kütsel yalıtımın maliyetini azaltmak için, geliştirilmiş alçı levhalarla çelik elemanı çerçeveleme, yangın geciktirici malzemelerle çevreyi sarma yöntemleri kullanmaktır [54].



Şekil 3.2. Çelik yapı bileşenlerinde uygulanan yalıtım türleri [52, 55]

Kütlesel yalıtım

Kütlesel yalıtım genelde çelik profillerin betona gömülmesi suretiyle yapılan yalıtım türüdür. Ancak, farklı uygulama şekilleri de bulunmaktadır. Çelik yapılarda yüksek yangın dayanımı istendiği zaman beton kompozit sistemler uygulanmaktadır. Bu yöntemde çelik kısmen veya tamamen beton ile kaplanmaktadır. Yangın dayanım süresi; betonun içerisinde bulunan karışım oranlarına ve kullanılan agregaların tiplerine bağlıdır. Yapısal olarak içerisinde kil, arduvaz gibi malzemeler kullanılan beton, normal betondan çok daha yüksek yangın dayanımına sahiptir [53, 52].



Şekil 3.3. Kütlesel yalıtım [52, 55]

Çerçeveleme sistemi

Çerçeveleme sistemi olan plaklarla yalıtımda; çelik yapı bileşenleri, plaka halindeki yalıtım malzemeleri ile kaplanmaktadır. Uygulamalar, yapı bileşeninin türüne göre

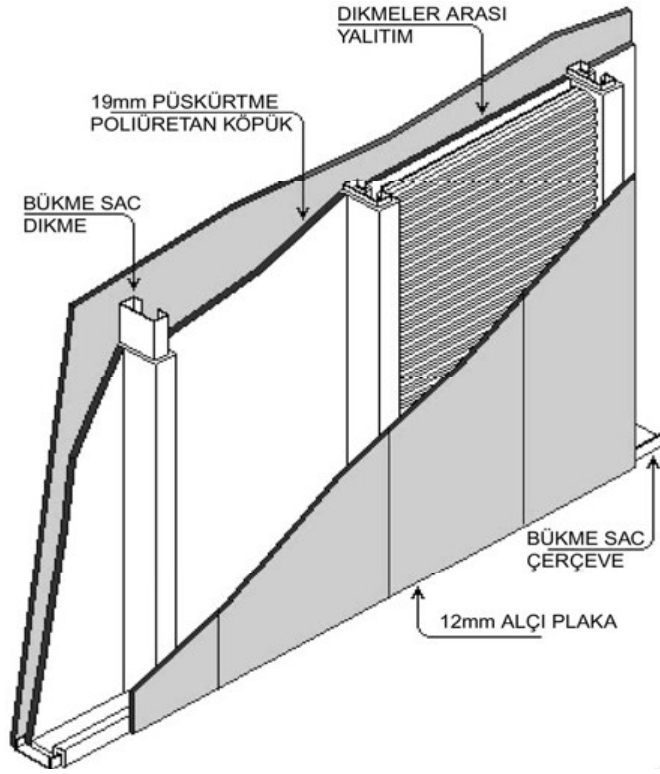
farklılık gösterebilmektedir. Plakaların birkaç kat uygulanmasıyla yangın dayanım süresi artırılabilir. Uygulama sırasında plakalar arasındaki birleşim yerleri çok önemlidir, birleşim yerlerinin üst üste gelmemesi için plakalar şaşırtılarak yerleştirilmelidir. Ayrıca, ek yerlerinin de aynı cins malzeme ile sıva yapılması gerekmektedir [52].

Yangın plakaları ile yalıtım; uygulama kolaylıkları ve yangın dayanımında gösterdikleri performans nedeni ile, çelik yapı elemanlarının yangına karşı korunmasında sıkça başvurulmuş bir yöntemdir. Bu koruma yönteminde kullanılan malzemeler; alçıtaşı, taş yünü, perlit ve vermikülit gibi A1 sınıfı hiç yanmaz yapı malzemeleri olup, istenilen tüm yangın dayanım sürelerini, kalınlık ve içindeki malzeme birleşimleri aracılığı ile sağlayabilmektedir [52].

Kalsiyum Silikat ve Çimento Bazlı Plakalar; iyi bir yangın dayanımına sahip olmakla birlikte bu plakaların kalınlıklarının 12 mm den küçük seçilmesi halinde, yangın korumasında etkili olamamaktadır [53, 52].

Taş yünü plakalar; iyi bir yangın dayanımına sahip olup, ek yerlerinin doğru detaylandırılmaması halinde ise performansı olumsuz yönde etkilenmektedir. Yoğunlukları en az 60 kg/m², kalınlıkları ise 40 mm den az olmamalıdır [53, 52].

Alçı plakalar; %21'i su, %79'u kalsiyum sülfat olan alçı ile üretilmektedir. Yoğunluğu 700–1000 kg/m³ olup, ısı iletkenliği ise 0,24 W/mK'dir. Alçı plakaların yangın izolasyonunda kullanılmalarının en önemli nedeni, yangın sırasında bu levhaların bünyesindeki suyun buharlaşması ve serbest kalması için yüksek ısı enerjisine ihtiyaç duymasıdır. Alçı plakalar iyi bir yangın dayanımına sahip olup, tek kat uygulamalarda, en az 19 mm kalınlığında olmalıdır. Islak mekanlarda ve yapı dışında ise kullanılamazlar [52].

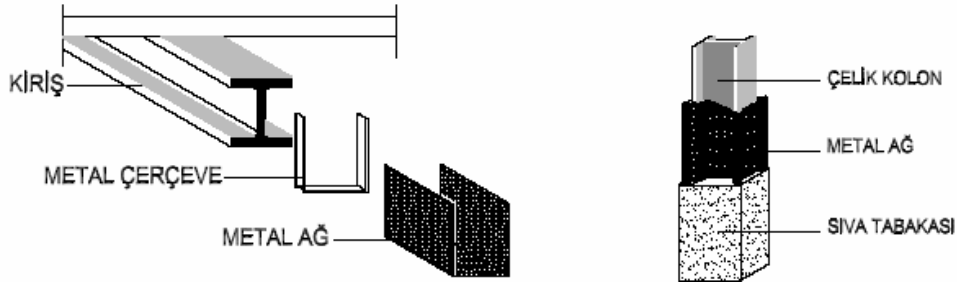


Şekil 3.4. İç duvar yalıtımı [52, 55]

Çevreyi sarma sistemi

Çevreyi sarma sistemi; çelik yapı bileşenlerinin dış yüzeyinin yalıtım malzemesi ile kaplanması ile olmaktadır. Uygulamaları ise; sıva, püskürtme ve sıcaklıkta şişen boyalar ile yalıttır [52].

Sıva ile yalıtım; alçı taşı, çimento, perlit, vermikülit ve kum gibi malzemelerin karışımlarından elde edilen harcın, hazırlanan yüzeye sürülmesi şeklindedir. Ancak, harcın tutunabilmesi için çelik profile veya çelik etrafına konulacak metal dikmelere metal ağ giydirilmesi gerekmektedir. Alçı ve vermikülit karışımları ile tüm yangın dayanım zamanlarına ulaşabilmektedir [52].



Şekil 3.5.Çelik kiriş ve kolonların sıva ile yalıtımı [52, 55]

Alçı ve perlit karışımları, sadece bir yada iki saat yangın dayanımı sağlayabilmektedir. Buna karşın, kum yerine perlit ve vermikülit kullanılan karışımlarda ise, daha yüksek yangın dayanım süreleri elde edilebilmektedir [52].

Alçı sıvaya performansını artırması için, değişik malzemeler eklenerek yeni karışımlar oluşturulabilir. Örneğin; perlit, vermikülit ve kumun alçı sıvaya değişik oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan karışımların yangına dayanım süreleri; karışımın oranlarına göre 1 ile 2 saat arasında değişiklik gösterebilmektedir. Sıvalarda oluşturulan harcın yoğunluğu, karışıma eklenecek malzemelerin oranları ve uygulama kalınlığı ise mutlaka kontrol edilmelidir [52].

Alçı panellerin tavanda kullanımı ise; çok yaygın, yangın geciktirici özellikte bir uygulamadır. Genellikle bir ızgara sistemiyle tavana asılmaktadırlar [54].

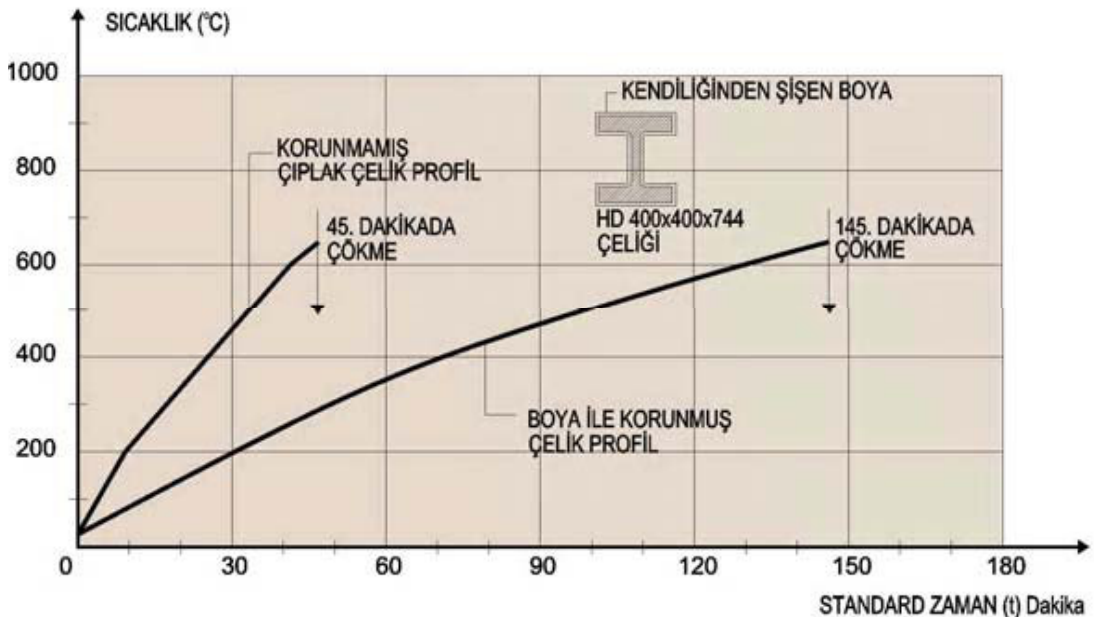
Püskürtme sistemleri ile yalıtımda; elde edilen karışım, çelik yüzeyine özel aletlerle püskürtülmektedir. Bu malzemeler; çimento esaslı karışımlar ve mineral lifli malzemeler (vermikülit, perlit, mineral yada cüruf lifler) olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır [52].

Bu malzemelerin çelik yüzeyine tutunabilmeleri için yüzeyin zımparalanmış ya da kumlanmış olması gerekmektedir. Ayrıca, kiriş ve kolonun biçimine ve boyutlarına göre püskürtülen malzemenin kalınlığı da değişmektedir. Bu tür uygulamalar genelde estetiğin çok ön planda olmadığı yapılarda, örneğin otopark, endüstriyel tesisler yada

asma tavan altında kalan bölümlerde tercih edilmektedir. Bu uygulamanın en büyük avantajı ise karmaşık detaylarda kolayca kullanılabilir olmasıdır [52].

Püskürtülerek uygulanan mineral lifli malzemeler, yapısal çelikleri korumak için geniş ölçüde kullanılmaktadır. Doğru uygulandığı zaman mükemmel bir sonuç vermektedir. Bunun yanında çelik elemanların onarımı sırasında sökülebilmektedir. Bu nedenle, püskürtülen mineral lifli kaplamalar, uzun kullanımlar sonucunda etkinliklerini yitirebilmektedirler. Bununla beraber, püskürtülerek uygulanan çimentolu malzemeler de kullanılmaktadır. Ancak bu malzemeler yangın sırasında parçalanmaktadırlar. Ayrıca, püskürtülmüş türdeki kaplamalar, yapı elemanı ile birleşme problemini de getirmektedir [54].

Kendiliğinden şişen boya (intumescent) ile yangından korunma sisteminde; boya olarak kullanılan malzeme, yüksek sıcaklık ile karşılaştığı zaman şişmekte ve şişen gözenekli bölüm izolasyon görevini yerine getirmektedir. Bu yöntem genellikle, çelik iskeletin görünmesinin istenildiği durumlarda tercih edilen pasif koruma yöntemidir [53, 52].



Şekil 3.6. Kendiliğinden şişen boya ile korumanın, yangın dayanımına etkisi [52, 55]

Şişen boya ve kaplamaların kullanımı yapısal çeliklerin yangın dayanımını arttırmaktadır. Bu kaplamalar ısındığında , şişme ve kabarma şeklinde biçimlenerek çeliğin çevresinde yangına karşı yalıtıcı bir tabaka oluştururlar. Yanmaya karşı uzun süre korurlar, sıcaklığın yükselmesiyle kömürleşerek tahrip olurlar [54].

Bununla beraber, Eurocode'lar tarafından en etkin yangından koruma önleminin erken uyarı sistemleri, yangına müdahale edenlerin etkinliği ve otomatik söndürücüler olduğudur. Bu koşulların sağlanması halinde, yalıtımın büyük ölçüde azaltılması gerektiği de vurgulanmaktadır [52].

Beton ve tuğla

Beton bileşenler yangın sırasında sıcaklık artışı konusunda diğer yapısal malzemelere oranla daha iyi davranış gösterirler [56, 57].

Beton, BYKHY'de yapı malzemeleri ile ilgili yapılan sınıflandırmada A1 sınıfı “Hiç yanmaz” malzemeler grubuna girmektedir [14, EK-1]. Bununla beraber, yüksek sıcaklıkta betonun kimyasal yapısı değişime uğramaktadır [16].

Portland çimentolu beton yangında uğradığı molekül yapısındaki değişim nedeniyle yaklaşık olarak 100 °C sıcaklıkta gücünü kaybetmeye başlamakta ve yaklaşık olarak 300 °C sıcaklıkta da zarar görmeye başlar. Betonun yaklaşık olarak 600 °C sıcaklıkta çok az gücü kalmıştır. Bu yüzden betonların kritik kaplama kalınlıklarını (pas paylarını) belirlemek yapısal bileşenler için çok önemlidir [21].

Beton daha önce de sözü edildiği gibi, genellikle diğer yapı malzemelerini koruyucu kaplama olarak da kullanılmaktadır. Bu nedenle, betonarme binaların aynı zamanda yangın güvenliğini de sağladığı düşünülebilir. Ancak, beton, betonarme sistemi içinde yer aldığı zaman yangın ve ısıdan farklı biçimde etkilenmektedir. Yangın durumunda betonarme sistemde nadiren çökme, gücünü kaybetme, parçalanma ve diğer zararlı etkiler görülmektedir [54].

Betonarme elemanlar sıcaklığın yükselmesiyle güçlerini kaybederler. Yangın anında güçlerinin azalmasının miktarı çeşitli etmenlere bağlıdır. Bu etmenler; agreganın özelliği, bileşimin nem miktarı ve yangın anındaki malzemedeki basınç ve gerilim durumlarıdır [54]. Çimento türüne, üretim sırasındaki su/çimento oranına bağlı olarak serbest su, beton hacminin %4'üne kadar varan değerler alır. Betonun içindeki suyun kaybı ile oluşacak büzülme ve beton içinde beliren buhar basıncı, donatı beton örtüsünün (pas payı) çatlamasına ve parçalanarak kopmasına yol açmaktadır. Böylece çelik daha yangının başında ısıyla doğrudan temasa geçmektedir [56, 57].

Son yıllarda süper akışkanlaştırıcı katkıları sayesinde dayanımları ve durabiliteleri çok yüksek, “yüksek performanslı betonlar” üretilmekte ve bunlar gökdelen inşaatlarında tercih edilmektedir. Üstün nitelikleri yanında bu betonların yüksek sıcaklıklara dayanıklılıkları istenilen düzeye kavuşturulamamıştır. 250 °C sıcaklığa kadar bu betonların davranışları olumludur. Soğumadan sonraki dayanımları normal betonlarınkine oranla yüksektir. Hatta silis dumanı içerenlerde dayanımlarda bir artış dahi gözlenmiştir [58, 57]. Betona polipropilen lifler katılmaktadır. Bu lifler, çatlak gelişimini yavaşlatmaları yanında, eriyerek beton içinde boşluklar yaratmakta, böylece yüksek basınçlı su buharının iletimini de sağlamaktadır. Bu çözüm, yüksek performanslı betonların yangın riskini bir oranda sınırlayan bir önlem olarak sayılmaktadır [59, 60, 57].

Hafif betonların sıcaklık artışıdaki dayanımları normal betonlara göre daha fazladır. Bununla beraber, ısı iletkenlik katsayıları da düşüktür. Hafif betonda kullanılan vermikülit ve perlit, çelik elemanları yangına karşı korumada çok etkindir [54]

Hafif betonlar, yanmazlığı sayesinde yüksek sıcaklıklara dayanan bozulmaya uğramadan kalabilen yanmaz agregalardan oluşturulmuştur. Vermikülit ve perlit bu amaç için kullanılan en çok bilinen hafif beton malzemeleridir. Vermikülit ağır bir malzemedir, yıpranmış mikadan imal edilir. Mika ezilmiş ve kavrulmuştur. Küçük top gibi olan formu genişlemeye neden olur. Perlit ezilmiş ve ısıyla kimyasal işleminden geçmiş volkanik kayadır. Sıcaklık artışı kayanın genişleme miktarının artmasına neden olur [54].

Ahşap

Ahşap canlı bir organizma olan ağacın meydana getirdiği, lifli, homojen ve anizotrop bir dokuya sahip organik esaslı bir malzemedir [16]. Ahşap lifli ve boşluklu dokusu nedeniyle hafif ve mukavemet değerleri yüksek bir yapı malzemesidir [61].

Bu selülozik malzemeler çok bileşenli kimyasal bir yapıdadırlar. Ahşabın içeriğinde yüksek miktarda yangın geciktirici özellikte nem bulundurur. Ahşap; başlıca, karbon, hidrojen ve oksijenden oluşur. Ahşap farklı biçimlerde kullanılsa da yine de doğal yapısında yanma karakteristiği gösterir [61].

Ahşabın yanma özelliği onun biçimine bağlıdır. Bütün haldeki ahşap, tutuştuğunda daha sert hale gelir. Ahşap talaş haline getirildiğinde çok kolayca yanabilmektedir. Ahşap ve ürünleri 175-315 °C sıcaklıklar arasında tutuşabilir. Ahşabın tutuşma hızı [61];

- Nem oranına,
- Ahşap malzemenin yüzey alanına,
- Isı kaynağının yoğunluğuna ve uygulanan zamana bağlı olmaktadır.

Düşük yoğunluktaki hafif ahşaplar (çam, ladin gibi), sert yoğunluktaki ahşaplara (meşe, akçaağaç gibi) göre daha kolay tutuşurlar [61].

Ahşap ve ahşap ürünlerine ısı uygulandığında malzemedan buhar açığa çıkar. Buhar oluşma süreci, düşük sıcaklıklarda başlayıp tutuşmanın meydana geldiği ana kadar sürebilmektedir. Bu süreçten sonra malzemede ayrışmalar ve kömürleşmeler meydana gelebilmektedir. Eğer, bu süreçte tutuşma meydana gelmezse malzemedan yalnızca karbon ayrılmış olacaktır [61].

Ahşabın ayrışmasında 4 aşama vardır [61];

1. 200 °C sıcaklıkta su buharı, karbondioksit, formik asit ve tüm tutuşmayan gazlar,
2. 200-280 °C sıcaklıkta daha az su buharı, daha fazla karbonmonoksit,
3. 280-500 °C sıcaklıkta yanıcı su buharı ve tanecikler ,
4. 500 °C üzeri sıcaklıkta geriye kalan, katalitik etkisi nedeniyle esas olarak kömürdür.

Formuna bağlı olarak, ahşap yangın sırasında yapısal bir güvenilirlik sağlayabilir ya da sağlayamayabilir. Bu durumda; ahşap elemanların fiziksel boyutları ve nemliliği önemli bir etmendir [54].

Tutuşmayı erteleyici yanmayı geciktirici yangın geciktiriciler, yangın söndürme işlemi için zaman sağlar. Bütün bunlara rağmen ahşap yanıcılık özelliğini kaybetmemektedir. Ahşabın yanma hızı yaklaşık dakikada 1/40 (0,6 mm/dakika) dır. Kalın ahşap elemanlar ince kesitli olanlarına göre daha fazla yapısal güvenilirlik sağlarlar [54].

Ağır ahşap yapılar çok iyi yapısal elemanlar olduklarını kanıtlamışlardır. Yangın sırasındaki oldukça uzun zaman için güvenilirliklerini sürdürerek, söndürme için gerekli zaman sağlarlar. Yangın oldukça kısa bir sürede söndürüldüğü zaman, asıl dayanıklı katmanların onarımı mümkün olmaktadır [54].

Ahşap iskeletli yapılar çok küçük yapılarda kullanılır. Bu tipteki yapıların dayanımı yangın anında , oldukça az yapısal güvenilirlik gösterirler [54].

Ahşap malzemeler; yüzeysel veya bünyesel emprenye yöntemleriyle korunarak, yanması geciktirilebilir. Bu tür koruyucular sıcaklık karşısında eriyerek yüzeyde hava ile teması kesici bir örtü (nem, köpük, gaz örtüleri) oluşturan amonyum tuzları, sülfat, fosfat ve klor bileşikler, sodyum silikat, potasyum silikat gibi hidroskopiler, asit borik, boraks ve silikatlar ile yüksek sıcaklık karşısında ahşabın yapısını kömürleştirip su ve CO₂ yayarak yanmayı durduran mono magnezyum fosfat ve

mono amonyum fosfat gibi bileşiklerdir [16].

3.4.2. Bitirme malzemeleri

Yangın güvenliğinde ilk adım yangının çıkmasını engellemektir. İkinci adımda ise çıkan bir yangının yayılmasını engellemektir.

Bitirme malzemelerinin tipleri sayısızdır. Genellikle sıva, alçı duvar kaplaması, ahşap, kontrplak kaplamalar, lifli tavan kaplamaları, plastik ve çeşitli duvar kaplamaları gibi kullanılan malzemeleri kapsar. Bu malzemeler çeşitli fonksiyonlara ve estetiğe hizmet ederler. Alışılmış boya, duvar kağıdı, ve 0,6 mm. kalınlığı geçmeyen diğer benzer duvar kaplamaları genellikle bitirme malzemeleri olarak nitelendirilmezler [62].

Yapıda son katı oluşturan bitirme malzemeleri yangınla ilk temas edecek malzemeleri oluşturduğu için yangına dayanıklı olmaları gerekmektedir. Yangın, başladığı alan ya da bölmeden, yatay veya dikey yönlerde çevredeki diğer alanlara atlar. Duvardaki boyalar, tek başlarına alevi ilerletecek nitelikte olmamalarına rağmen, ısınınca, çeşitli kimyasal maddeler çıkararak, ilerleyen yangına yakıt desteği görevini sağlamaktadırlar [8].

Hücresel (cellular) plastiklerin belirli tiplerinin püskürtülmesi ile ısı yalıtımlı hafif bitirme malzemeleri sıklıkla kullanılmalıdır [62].

Birçok bina yangınları, dekoratif malzemeler, döşemeler ve depolanmış kullanılmayan malzemeler tutuştuğu zaman ya da elektrik sistemleri ve bozuk mekanik aletler ile başlar. Bitirme malzemeleri genellikle tutuşan ilk öge değildir. Ancak, yangıcılık sınıfına bağlı olarak yangının yayılımına geniş ölçüde katkıda bulunabilmektedir [62].

Yangın testleri, yangının tam gelişme evresinde ısımanın, yangın nedeniyle ısınmış olan tavan ve duvarlardan geri beslemesine neden olduğunu göstermektedir. Yangın

sırasında mekandaki bütün yanabilir malzemelerin ısınmaları ile eş zamanlı olarak tutuşma meydana gelir. Bitirme malzemeleri; tam gelişme evresinde önemli rol oynarlar, sıcaklığı kolaylıkla içlerine çeker ve bünyelerinde tutarak, yangın için yakıt kaynağı olabilirler. Yangın meydana geldiğinde doğal termik ışımaya karşı, mekanın boyut ve biçimi kritik faktördür [62].

Bazı çeşit ve miktardaki yanabilir bitirme malzemeleri yangının diğer mekanlara yayılımı için önemli bir etmen olmaktadır. Yangın testleri; yangın sırasında oluşan sıcaklık, duman ve zehirli gazların insanların can güvenliği için büyük tehlike oluşturduğunu göstermektedir. Bitirme malzemelerinin yangın kaynağını oluşturduğu durumlarda, yangının başladığı mekandan insanların tahliyesi olanaksızdır. Bununla beraber, binadaki diğer insanlar içinde potansiyel tehlike oluşturmaktadır [62].

Bitirme malzemelerinin yangınla ilişkisi aşağıdaki yollarla gerçekleşmektedir [62];

- Yangının gelişme öncesi durumundaki etkileri,
- Yüzeylerinden alev yayılımı ile yangının gelişimine katkıda bulunmaları,
- Yakıtı ek katkıda bulunarak yangına yoğunluk ekleme,
- Duman ve zehirli gaz üretimi ile yaşam tehlikesine ve maddi hasara katkıda bulunabilir.

Bitirme malzemeleri yanmaz malzemelerden yapıldıklarında mükemmel bir güvenlik sağlayacaklardır. Malzemeler iyi bir ısı iletkeni olmayacaklardır, yangının gelişme evresini hızlandırmayacaklardır. Yangına ek yakıt olmayacak, alevin yüzeylerden yayılımı için imkan sağlamayacak, az veya hiç duman ve zehirli gaz üretmeyeceklerdir [62].

Bitirme malzemelerinin uygulama yöntemleri, yangına maruz kaldıklarında davranışlarını etkiler. Bu nedenle, yapımcıların uygulama kurallarını dikkatle takip etmeleri gerekir [62].

Bitirme malzemelerinin yüzeyleri, kendisi ile birleştirilmiş alt tabakaları ile birlikte göz önünde bulundurulmak zorundadır. İnce yanabilir bitirme malzemeleri uygulamaları, yanmaz alt tabakaları ile az tehlike gösterebilir. Bununla beraber, benzer bitirme malzemeleri, yanabilir alt tabakaları ile daha çok tehlike gösterebilmektedir. İnce bitirme malzemelerinin alt tabakalarının yanmaz olduğu durumda; alt tabakalar tutuşmayacak, yangının başlangıç aşaması sırasında sıcaklığı içlerine çekeceklerdir. Bitirme malzemelerinin alt tabakalarının yanan malzemelerden oluştuğu durumda ise bitirme malzemelerinin her iki yüzeyi ve alt tabaka malzemeleri ile karmaşık davranış göstereceklerdir [62].

Yapıştırıcı kullanımı bitirme malzemelerinin yangın karşısında davranışında önemli bir etmendir. Yapıştırıcı orta sıcaklıklarda yumuşayıp, yangının gelişme aşaması sırasında durdukları yerden damla halinde veya soyularak duvar tavan bitirme malzemelerinden ayrılarak düşecektir. Bu durum, sadece tutuşan malzemelerin yüzeylerinin hassasiyetini artmaz aynı zamanda korunmasız kalan alt tabakalar, şayet yanabilir ise, yangına yakıt olarak eklenir [62].

Yapı malzemelerinin seçimi ve yapım detaylarının tasarımı binaların yangın güvenliğinde önemli rol oynar [54].

Duvar ve döşeme kaplamaları

Bir döşeme kaplama malzemesinin yanmaması aranan en önemli özelliklerden birisidir. Ancak, bu özellik yüksek sıcaklığın söz konusu olduğu mekanlarda daha da önem kazanır. Örneğin; ateşle doğrudan teması olan imalathane, fabrika, kalorifer dairesi ya da yangın riski yüksek olan yerlerde yanmayan döşeme kaplaması kullanılmalıdır. Bu tür mekanlarda duman çıkarmayan, alev yayma derecesi düşük, yangın geciktirme özelliğine sahip malzemelerin kullanılması gereklidir [40]. Duvar kaplaması olarak sıklıkla kullanılan alçı sıva ve alçı levha, çok iyi yangın koruyucu malzemelerdir. Alçı yüksek oranda suyla kimyasal olarak birleşmiştir. Buharlaştıran bu su yüksek miktarda ısı enerjisi gerektirir, dolayısıyla alçının ucuz, yangın koruyucu iyi bir yapı malzemesi olduğu göz ardı edilmeyecek bir gerçektir [54].

3.4.3. Yalıtım malzemeleri

Yalıtım malzemeleri tutuşmaya dolaylı olarak katkıda bulunurlar. Yalıtım malzemelerinin yangına karşı dayanımsız çeşitli türlerinin (özellikle plastik köpükler) kullanımının son yıllardaki artışı, kaygı yaratmaktadır. Plastik endüstrisi şimdi uygun güvenlikte kullanımları için, plastik performansını geliştirme yöntemleri üzerine kapsamlı çalışmalara önderlik etmektedir [42].

Isı yalıtım özelliğine sahip bir malzeme, ısı üreten bir kaynağın etrafını çevrelediği zaman, ısı kaynağındaki sıcaklık yükselecektir. Çünkü yalıtım, sıcaklığın dağılmasına engel olarak, nesnelerdeki sıcaklığı artırır. Bu nedenle, bazen sıcaklık yalıtkanın tutuşma sıcaklığına kadar çıkabilmektedir. Bu durum, elektronik cihazlarda, ses ve ısı yalıtımı malzemelerinin arasında kullanılan ışık kaynakları ve buradan geçen elektrik tellerinin ısınması sırasında görülebilir [40]. Bu sıcaklık; yanabilir malzemelerin bu nesnelerle teması halinde tutuşmaları için yeterli olabilir [42]. Dolayısıyla, ısı yalıtımı ve akustik düzenleme amacıyla kullanılacak malzemeleri ısı kaynaklarından, aydınlatma ve ses kaynağı olan cihazlardan uzak kullanmak, bu cihazlarda soğumayı sağlayacak sistemler bulundurmamak aşırı ısınmayı önleyecektir [40].

Mineral elyaflı yalıtkanların bağlayıcıları ayrışarak yanabilir. Yalıtkanların büyük bölümünü oluşturan malzemeler plastik kökenlidir. Plastik kökenli malzemeler diğerlerine göre daha kolay yanmaktadırlar. Yanmadan önce çıkardıkları duman boğucu olabilir, görüş olanağını azaltarak daha kötü sonuçlara neden olabilir [40].

Isı yalıtım malzemeleri değişik kökenli malzemelerden oluşmaktadır. Organik (sentetik), inorganik (mineral kökenli) oluşlarına göre malzemeler yanıcı veya yanmaz olabilirler. Camyünü yanmaz bir malzeme olmakla birlikte belirli bir sıcaklıktan sonra eridiği için ısı yalıtım özelliğini kaybeder. Son yıllarda geliştirilmiş seramik lifleri daha yüksek sıcaklıklarda kullanılabilir [40].

Çizelge 3.6’da belirtildiği gibi, yalıtım malzemeleri iki gruba ayrılır [36];

1. Grup İnorganik menşeli (camyünü, taş yünü, perlit),
2. Grup Organik menşeli (polistren, poliüretan ve polietilen köpükler).

İnorganik yalıtım malzemeleri

Camyünü

Hammaddesi; kum, soda, boraks gibi inorganik maddelerin karışımıdır. Yapılarda, araçlarda, tesisat ve sanayide ısı ve ses yalıtımı amacıyla kullanılır. Bağlayıcısız olarak dayanım sıcaklığı üst sınırı 550 °C, organik bağlayıcı ,(bakalit) ile 250 °C’dir. Yangın sınıfı F60-A ve F30-A’dır [36]. Cam elyafı sıklıkla reçine bağlayıcılarla kaplanır. Bu durumda, oldukça yavaş olmasına rağmen yanabilir ve yangını yayabilir [54].

Taşıyünü

Hammaddesi bazalt kayasıdır. Yapılarda, araçlarda, tesisat ve sanayide ısı ve ses yalıtımı ile yangın durdurucu olarak kullanılır. Bağlayıcısız olarak dayanım sıcaklığının üst sınırı 750 °C [geçici süreler için 1000 °C], organik bağlayıcı [bakalit] ile 250 °C’dir. Yangın sınıfı F60-A’dan F180-A’ya kadar değişmektedir [36].

Perlit

Yapılarda ısı yalıtımı amacıyla çimento ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Dayanım sıcaklığının üst sınırı 1200 °C’dir. Yangın sınıfı, karıştırıldığı çimentonun oranına bağlı olarak, F60-A’dan F180-A’ya kadar değişmektedir [36].

Organik yalıtım malzemeleri

Genleştirilmiş polistren köpük (EPS)

Hammaddesi petrol türevidir. Yapılarda ısı yalıtım amacıyla kullanılır. Dayanım sıcaklığının üst sınırı 75 °C'dir. Yandığında, zehirli gaz ve boğucu duman çıkarmaktadır [36].

Ekstrude polistren köpük (XPS)

Hammaddesi petrol türevidir. Yapılarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Dayanım sıcaklığının üst sınırı 75 °C'dir. Yandığında, zehirli gaz ve boğucu duman çıkarmaktadır [36].

Poliüretan köpük (PUR)

Hammaddesi petrol türevidir. Yapılarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Dayanım sıcaklığının üst sınırı 110-120 °C'dir. Yandığında zehirli gaz ve boğucu duman çıkarmaktadır [36].

Polietilen köpük (PE)

Hammaddesi petrol türevidir. Boru tesisatlarında ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Dayanım sıcaklığının üst sınırı 105 °C'dir. Yandığında zehirli gaz ve boğucu duman çıkarmaktadır [36].

Çizelge 3.6. Türlerine göre ısı yalıtım malzemeleri [64, 13]

Malzeme	Hammadde	Kullanım yeri	Kullanım amacı	Yangına dayanım sıcaklığı (°C)
İnorganik [Mineral kökenli] yalıtım malzemeleri	Camyünü	Kum, soda, boraks, v.b.	Yapı, araç, tesisat, sanayi	Isı ve ses yalıtımı
	Taşyünü	Bazalt kayası	Yapı, araç, tesisat, sanayi	Isı ve ses yalıtımı Yangın durdurucu
	Perlit	Volkanik kaya	Yapı	Isı yalıtımı
Organik [sentetik kökenli] yalıtım malzemeleri	Genleştirilmiş Polistren	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı
	Ekstrude Polistren	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı
	Poliüretan	Petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı
	Polietilen	Petrol türevi	Boru	Isı yalıtımı

3.4.4. Dekorasyon malzemeleri

Yangınların bir bölümü küçük ısı kaynaklarından çıkmakta ve ilk aşamada yanan maddeler, genellikle yanıcı olan mobilya takımları, halılar ve perdeler olmaktadır. Yangınların yaklaşık % 80'i sigara ve kibritten çıkmaktadır. Yanan mobilyaların çoğu kütük ve/veya süngerlerle doldurulmuş oturma takımları ya da yatak takımlarıdır.

İstatistiklere göre, konutlarda çıkan yangınların yaklaşık % 20'si ölümlerle sonuçlanmakta, bunların büyük bir kısmı da mobilya ve aksesuarların yanması sırasında çıkan gazlar ve dumanlar nedeniyle boğulma şeklinde olmaktadır [40].

Mobilya ve diğer donanımların yanması sonucu doğabilecek tehlike, bunların yapımına ve özellikle kullanılan dolgu malzemelerinin türüne bağlıdır. Poliüretan köpük, çok ciddi tehlikeler yaratır. Poliüretan köpük yandığı zaman, karbon monoksit ve hidrojen siyanür içeren, çok büyük miktarda zehirli duman üretir. Ayrıca, büyük miktarda ısı açığa çıkararak yanar damlacıklar halinde ergir [36].

İstiflenmiş propilen sandalyeler de, polimer tarafından üretilen zehirli gazlar ve istif düzeninin yanma karakteristiklerini artırması nedeniyle, hızlı bir biçimde ısı ve duman üreten yangınlar oluşturabilir [36].

Kumaş

Kumaşlar doğal ve sentetik dokumalı olmak üzere iki tipte bulunmaktadır. Doğal dokumalar, bitkisel ve hayvansal ürünlerden üretilmektedir. Sentetik dokumalar, petrol ürünlerinden meydana getirilmektedir. En çok bilinen bitkisel dokumalar, pamuk ve kenevirden üretilmektedir. Pamuklu kumaşlar doğrudan ısı kaynağına tutulduklarında çok hızlı tutuşmakta, bunun yanı sıra yanma sonucu eriyip kaybolmaktadır. Döşemecilikte kullanılan kenevir de kolay tutuşabilir bir malzemedir [61].

Çeşitli hayvanların kürklerinin işlenmesiyle oluşturulan diğer doğal dokuma malzemeler, aynı pamuklu dokumalarda olduğu gibi kolay tutuşabilir özelliktedirler. Bu malzemeler yanma sırasında yüksek oranda hidrojen siyanür gibi zehirli buhar açığa çıkarırlar [62].

Sentetik dokumaların bilinen tipleri, yapay ipek, naylon, polyester'dir. Sentetik dokumalar yanma sırasında plastik malzemelerde olduğu gibi eriyip akmaktadır [61].

Kumaşlar, alev geciktirici özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Ancak “alev geciktirici” olarak nitelendirilebilen yapay kumaşları kullanırken de dikkatli olmak gerekir.      alev değen yerde kumaşın yanıp yok olması sonucu oluşan delik, kumaşın altındaki köpüğü ya da dolguyu açıkta bırakır. Pamuklu kumaşlar, yangın geciktirici iyi nitelikler kazanmaları için, Propan ya da Provatex ile işlenebilirler. Böylece, alev değen yerin k m rleşip yerinde kalması sağlanmış olur. Tüm yangın geciktirici kumaşlara yıkama işlemiyle ilgili uyarıcı bilgiler konması, geciktirici özelliğin, yıkama sonucu kaybolmaması açısından önemlidir [36].

4. YAPI ELEMANLARI ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Pasif yangın güvenlik önlemlerinde yapı elemanlarının yangına karşı korunumu önemli yer taşımaktadır. Yangının yapı elemanlarına yayılmasının engellenmesi gerekmektedir. Bununla beraber, yangının gelişim aşaması ve sonraki aşamalarında yapısal elemanların korunmasının önemi daha da artmaktadır. Binanın özelliğine göre de yapısal elemanların yangın korunumunun önemi artmaktadır. Örnek olarak; çok katlı binalarda yangın sırasında insanların tahliyesi yavaş olacağından zaman çok önemli olmaktadır. Bazı durumlarda yangın, müdahale edenler tarafından söndürülene kadar insanlar bina içinde bulunmak zorunda kalabilirler. Buna ilave olarak, yangına müdahale edenler, insanları binadan tahliye ettikten sonra bir süre daha bina içinde bulunmak zorunda kalabilirler. Bu nedenle, yangın güvenliğinde, yapının ve elemanlarının yangına dirençli olması önemli bir özelliktir [18].

Yapı içindeki yangının yayılımını engellemek yangın bariyerleri ile sağlanabilmektedir. Bu bariyerler (duvarlar, döşemeler ve tavanlar) yangının ve dumanın çok kısa sürede diğer bölümlere yayılmasına engel olurlar. Yangın çok yakınındaki bir binaya ısıma yolu ile, alevlerin ulaşmasıyla, pencere vb. açıklıklar veya yapısal bir çökmeden meydana gelen açıklıklar nedeniyle sıçrayabilmektedir. Bu nedenle, yapısal elemanlar mümkün olduğunca uzun bir süre dayanımalarını kaybetmeden ayakta durmak zorundadırlar. Ayrıca, bazı pencerelerin boyutları, yakınındaki binalara ısıma ile ısı iletimini azaltmak için küçültülmelidir [18].

4.1. Yapı Elemanları ve Yangına Dayanım Sınıfları

Yangına dayanım yapısal elemanların ve yapı malzemelerinin yangına dayanıklı olması ile eş anlamlıdır. Standart yangın testlerinde zamana bağlı olarak hangi yapısal elemanın (kiriş, kolon, döşeme, duvar v.b.) direncini koruyacağı belirlenebilmektedir. Bunun için üç dayanım kriteri vardır [24, 8];

1. Sağlamlık; yapısal çökmeye veya biçimsel dayanım sınırına ulaşmasına engel olmak,
2. Bütünlüğünü korumak; çatlamaya ve ayrılmaya engel olmak,
3. Yalıtım; korumasız yüzeylerin sıcaklığını sınırlamaktır.

Avrupa sınıflandırmasında yukarıda bahsedilen terimler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır [12];

- Yük taşıma kapasitesi (Load-bearing Criterion) (R); Yıkılmaya veya aşırı eğilmeye dayanım. Başka bir ifade ile; yapı elemanının yangına maruz kalma durumunda belli bir sürede strüktürel stabilitesini koruma kapasitesi,
- Bütünlük, (Integrity) (E); Elemanın sıcak gaz ve alev geçirmezlik dayanımı,
- Yalıtım (Insulation) (I); Aleve maruz kalan yüzeydeki yoğun sıcaklık artışına karşı dayanım. Başka bir ifade ile; yapı elemanının yangına maruz kalan taraftan diğer tarafa ısı transferi sonucunda önemli bir ısı aktarımı olmadan, yalnız bir taraftan yangına maruz kalmaya dayanım yeteneği şeklinde tanımlanmaktadır.

4.1.1. Ulusal sınıflandırma

Çizelge 4.1’de yapı elemanlarının yangın dayanım sınıfları verilmiştir. Bu sınıflar için; BYKHY’de yapı malzemesi ve elemanlarının yangına dayanıklılık süreleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir [14, EK-2];

- Yangına dayanıklılık süresi 30-59 dakika olan F30,
- Yangına dayanıklılık süresi 60-89 dakika olan F60,
- Yangına dayanıklılık süresi 90-119 dakika olan F90,
- Yangına dayanıklılık süresi 120-179 dakika olan 120,
- Yangına dayanıklılık süresi 180 dakika ve yukarısı için F180.

Çizelge 4.1.Yapı malzemeleri ve/veya elemanlarının yanıcılık ve dayanıklılık sınıfları [14]

Yangına dayanım		Yapı elemanlarında kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıfı		Yapı elemanlarının tanımı	Kısa gösterilişi
Sınıfı	Süre (Dak)	Başlıca elemanlar	2. sütun kapsamına girmeyen diğer bileşenler		
F 30	≥ 30	B	B	Yangına dayanıklılık sınıfı	F30 - B
		A	B	Önemli elemanları yanmaz ve yangına dayanıklılık sınıfı F 30 olan yapı malzemelerinden oluşan	F30 - AB
		A	A	Yangın önleyici yanmaz ve yangına dayanıklılık sınıfı F 30 olan yapı malzemelerinden oluşan	F 30- A
F60	≥ 60	B	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 60	F 60 - B
		A	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 60 ve başlıca kısımları yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F 60 - AB
		A	A	Yangına dayanıklılık sınıfı F 60 olan yanmayan yapı malzemeleri	F 60 - A
F90	≥ 90	B	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 90	F 90 - B
		A	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 90 olan, başlıca kısımları yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F 90 - AB
		A	A	Yangına dayanıklılık sınıfı F 90 olan, yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F 90 - A

Çizelge 4.1. (Devam) Yapı malzemeleri ve/veya elemanlarının yangınlık ve dayanıklılık sınıfları [14]

F120	≥120	B	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 120	F120 - B
		A	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 120, başlıca kısımları yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F120 -AB
		A	A	Yangına dayanıklılık sınıfı F 120 olan, yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F120 -A
F180	≥180	B	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 180	F180 - B
		A	B	Yangına dayanıklılık sınıfı F 180, başlıca kısımları yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F180- AB
		A	A	Yangına dayanıklılık sınıfı F 180 olan, yanmayan yapı malzemelerinden oluşan	F180 - A

Başlıca elemanlara şunlar dahildir.

Tüm taşıyıcı ve destekleyici elemanlar; taşıyıcı olmayan yapı elemanlarından stabilite yönünden etkili olanlar (örneğin; taşıyıcı olmayan duvarlardaki çerçeve konstrüksiyonları gibi) bu sınıflamaya dahildir,

Hacim (mekan) çevreleyen yapı elemanlarında, ‘yapı elemanlarının yangına dayanıklılık’ standartlarına göre yapılan deneyde yapı elemanı düzleminde devam eden ve tahrip olmaması gereken tabaka bulunmalıdır,

Döşemelerde bu tabakanın toplam kalınlığı en az 50 mm olup, bu tabakanın içinde boş hacimlere izin verilir,

Yapı elemanların yanma davranışlarının değerlendirilmesinde yüzey ve kaplama tabakaları veya başka yüzey işlemleri dikkate alınmayabilir,

Sınıflandırma; yapı elemanlarının yapı elemanlarının sadece yangına dayanıklılık yeteneğine göre düzenlenmiştir

4.1.2. Avrupa sınıflandırması

Avrupa Birliği'nin yayımladığı Yapı Malzemeleri Direktifi; altı temel gereği içinde barındırmaktadır [46]. Bunlar önem sırasına göre; Mekanik Dayanım ve Stabilitate, Yangın Durumunda Emniyet, Hijyen Sağlık ve Çevre, Kullanım Emniyeti, Gürültüye Karşı Korunum, Enerjiden Tasarruf ve Isı Korunumudur. İkinci temel gerek olan “Yangın Durumunda Emniyet” ise, beş alt gereği içermektedir. Bu alt gereklerden birincisi; “İnşa edilen yapının yük taşıma kapasitesi belli bir süre azalmamalıdır (Yangına Direnç-Fire Resistance)” şeklinde tanımlanmıştır. Yapı Malzemeleri Direktifi (CPD) kapsamında her temel gereği açmak üzere bir “Açıklayıcı Doküman” yayımlanmıştır. Açıklayıcı Dokümanlar; bilgilendirme amacını taşımakta olup, temel gerekler ayrıntılı bir biçimde bu dokümanlarda tariflenmektedir. Yangınla ilgili temel gerek; “İnterpretative Document Number 2: Safety in Case of Fire” adı altında Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde yayımlanmıştır. Bu dokümanda bir yapı elemanının yangın dayanımı; yük taşıma, bütünlük ve termal yalıtım kapasitesini, Standart Yangın Dayanım Testinde belirli bir süre koruyarak, yangına karşı direnç göstermesi şeklinde tanımlanmaktadır. Yapı elemanlarının yangına dayanım performansı *Yangına Direnç* Avrupa sınıfları aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır. Strüktürel elemanlar için [12];

R süresi (dakika): Tek bir kriterin, yük taşıma kapasitesinin karşılandığı minimum süre,

RE süresi (dakika): İki kriterin, yük taşıma kapasitesi ve bütünlüğün karşılandığı minimum süre,

REI süresi (dakika): Tüm kriterlerin (yük taşıma kapasitesi, bütünlük ve yalıtımın) karşılandığı minimum süredir.

Strüktürel olmayan elemanlar için [12];

E süresi (dakika): Bütünlük kriterinin karşılandığı minimum süre,

EI süresi (dakika): Bütünlük ve yalıtım kriterlerinin birlikte karşılandığı minimum süredir.

Performans süresi (dakika); 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360 rakamlarından biri cinsinden ifade edilerek sınıflandırma [12];

R 15, R 30,

RE 15, RE 30,

REI 15, REI 30, şeklinde tanımlanabilmektedir.

Yapı elemanlarının yangın dayanım performanslarının değerlendirilmelerine ilişkin kullanılan Avrupa Sınıflandırma ve Deney Standartları ise Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Yangın ayırıcı fonksiyonu olmayan taşıyıcı elemanlar [12]

Uygulama alanı	Duvarlar, döşemeler, çatılar, kirişler, kolonlar, balkonlar merdivenler, sahanlıklar									
Standart(lar)	EN 13501-2; EN 1365-1, 2, 3, 4, 5, 6; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Sınıflandırma:										
R	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360

Çizelge 4.3. Yangın ayırıcı fonksiyonu olan taşıyıcı elemanlar (yangın bariyerleri) [12]

Uygulama alanı	Duvarlar									
Standart(lar)	EN 13501-2; EN 1365-1; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Sınıflandırma:										
RE		20	30		60	90	120	180	240	360
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360
REI-M			30		60	90	120	180	240	360
REW		20	30		60	90	120	180	240	360
Notlar	-									
	Döşemeler ve çatılar									
Standart(lar)	EN 13501-2; EN 1365-2; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1999-1.2									
Sınıflandırma:										
R			30							
RE		20	30		60	90	120	180	240	360
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360

4.2. Taşıyıcı Sistem Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri

Taşıyıcı sistem elemanlarını kolon, kiriş, döşeme ve tavanlar oluşturur [65].

Kolonlar bazı tasarımlarla korumasız bırakılmayıp; bağımsız, yük taşımayan ve yanıcı olmayan kaplamalarla kaplanarak yangına karşı dayanıksızlıkları en aza indirgenir [63].

Dış duvarlar, iç bölmeler, döşemeler ve döşeme/tavan birleşimleri bina içindeki mekanların mimarisini tanımlayan bileşenlerdir. Bu bileşenler binalardaki normal fonksiyonel kullanımlarında gizlilik, güvenlik ve gürültü kontrolü sağlarlar. Aynı zamanda, bu bileşenler, yanmanın bir bölümden bitişikteki geçişini geciktirerek veya engelleyerek yangın güvenliğini de sağlarlar [54].

Taşıyıcı sistemlerde malzeme seçimi ve tasarımı binalarda yangın güvenliğinde önemli rol oynar. Yangında taşıyıcı sistem elemanları için iki önemli şey söz konusudur. Yangında çökmeye karşı taşıyıcı sistemin gücü, tutuşmanın engellenmesi ve alevlerin bitişikteki alanlara yayılmasıdır [54].

Geniş alana sahip yanıcı duvar ve döşeme elemanları, yangının hızla gelişimine katkıda bulunurlar. Yanan yüzeylerin geniş alanlarından ısınım, en üst oranda alev yayılımı, düşey yüzeylerin üzerinden ve alçak tavanları da etkileyerek ilerler. Böylece, yangın ortam içinde hızla yayılır [21].

Yangın büyüme aşamasına ulaştığı zaman, mekanın sıcaklığı yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu nedenle, yapı elemanlarının bu sıcaklıklar altında taşıma güçlerini kaybetmemeleri için yangına karşı korunmuş olmaları gerekmektedir. Bu aşamada yangının bitişikteki yapı elemanlarına yayılması da söz konusu olmaktadır. Bu durumda, yangını kontrol edebilmek için havalandırma kontrolü ve yanıcı madde kontrolü olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. Yangınlarda sıcaklık artışı, var olan havalandırmaya, havalandırma değişimlerine (camın kırılması v.b.), havalandırma açıklıklarının biçimi ve bulundukları yere göre değişmektedir. Bu durumda, yangının

kontrolü oksijenin sınırlandırılmasıyla mümkün olmaktadır [43].

Yangının büyüme aşamasında yangının kontrolünde yanıcı malzemelerin doğal özellikleri, yanıcı malzeme ve elemanların korunmasız yüzey alanları, yangın mekanının hacmi ve ısısal karakteristiği çok önemli olmaktadır. Bu durumda, yanabilir yapı elemanları ve yangın bariyerleri, yanma oranını etkilemektedir. Çizelge 4.4’de çeşitli yapı elemanları için büyüme aşaması (flashover) zamanı gösterilmektedir. Yapılan test için tuğla duvar ve beton tavandan oluşan bir oda hazırlanmaktadır. Yangın kaynağı olarak, yangın yükü 24 kg/m^2 belirlenmiş ahşap mobilya kullanılmaktadır. Ayrıca, Çizelge 4.4’de duvar ve tavanın çeşitli malzemelerle kaplanmasıyla yangın durumundaki (flashover) etkileri verilmektedir [43]. Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi yapı elemanlarının yangın geciktirici malzemelerle kaplanmasıyla yangının gelişmesi engellenmekte veya geciktirilmektedir.

Çizelge 4.4. Yangın anında malzemelerin büyüme aşaması zamanına etkileri [43]

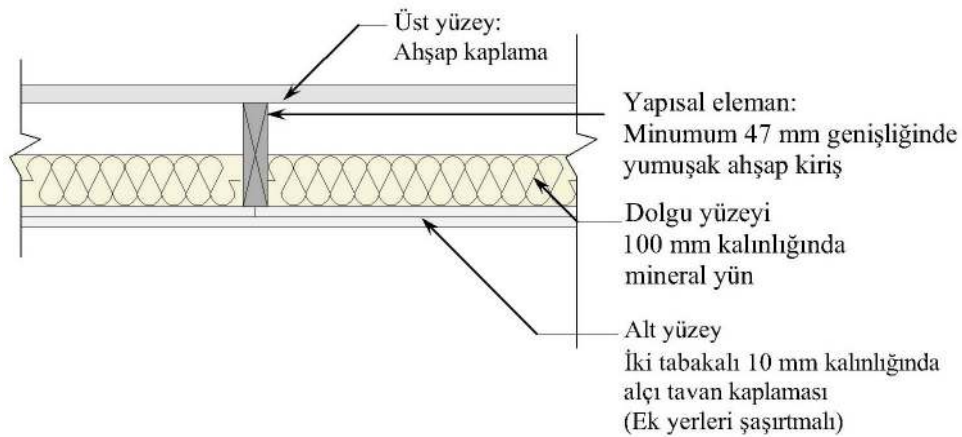
Duvar	Tavan	Yoğunluk (kg/m^3) (duvar)	Yoğunluk (kg/m^3) (tavan)	Büyüme aşaması (flashover) zamanı (sn)
Tuğla	Beton	2000	2000	1410
Tuğla	Boyanmış elyaf yalıtlı kaplama	2000	100	1170
Hafif beton	(dense) Yoğun beton	80	2000	1020
Elyaf yalıtımlı kaplama + sıva	Beton	200	2000	720
Hafif beton	Boyanmış elyaf yalıtlı kaplama	80	100	630
Ahşap kaplama (Hardboard) + boya	Beton	100	2000	495
Mineral elyaf kaplama	Beton	50	2000	480
Hafif beton	Boyanmış elyaf yalıtlı kaplama	80	100	405
Elyaf kaplama (fibreboard)	Beton	100	2000	405

Döşemeler ve tavanlar; BYKHY'e göre yangın sınıfı F30-B2 olan müstakil en çok 2 katlı konutlar dışında, yangına en az 60 dakika dayanımlı ve yangın kesici nitelikte olacaktır. Her durumda bodrum tavanı yangına en az 90 dakika dayanımlı olacaktır. Ayrıca, ayırık nizamda müstakil konutlar dışında B2 ve B3 sınıfı malzemelerden oluşan asma tavanların kullanılması yasaklanmıştır [14, Madde26]

Döşeme bileşenleri ve döşeme/tavan birleşimleri, yangın güvenliği tasarımında önemli elemanlardır. Mekan içindeki yangında, tavanlar döşemenin diğer yüzü için koruyucu engel oluştururlar. Korumanın derecesi, elemanın malzemesinin türüne ve uygulama biçimine bağlı olarak değişir [63].

Döşemelerin yangın dayanımında her bileşenin potansiyel katkısı değerlendirilmelidir. Döşeme bileşenlerinin korunmasızlığı aşağıdaki gibidir (Şekil 4.1) [65];

- Alt yüzey (tavan), her zaman yangına doğrudan maruz kalır,
- Yapısal elemanlar, yangına doğrudan maruz kalma olasılığı vardır,
- Dolgu yüzeyi, genel olarak doğrudan yangına maruz kalmaz,
- Üst yüzey (döşeme), genel olarak doğrudan yangına maruz kalmaz.



Şekil 4.1. Alçı kaplamalı ahşap döşeme [65]

Tavan yüzeyi genellikle [65];

- Alçı tabakalar ile kaplama,
- Bağdadi kaplama,
- Beton,
- Çelik tavan,
- Ahşap kaplama
- Asma tavan ile kaplanmaktadır.

Alçı kaplamaların yangın dayanımı kalınlıklarına ve uygun birleşim detaylarına bağlıdır. Kaplama kalınlığı yapısal elemanın dayanımına bağlı olmaktadır. Takviyeli alçı levhalar diğer levhalara göre kalınlığı azaltıldığında aynı derecede koruma sağlamaktadır. Alçı levhaların içerisindeki tüm suyun buharlaşma süresince sıcaklık artışına karşı koyma açısından üstünlüğü vardır [65].

Ahşap çita üzerinde 15-22 mm kalınlığında sıva uygulanmış bağdadi kaplama, belirli bir sıcaklıkta 20 dakikanın üzerinde yangın direncine sahiptir. Daha fazla kalınlıkta sıva, sıcaklığın ve basıncın artmasına karşısında koruma seviyesinin artışı açısından fayda sağlamaz. Bağdadi kaplama suyunu kaybedene kadar iyi bir yangın geciktirici özelliğine sahiptir. Zaman içerisinde bağdadi kaplamada çatlaklar oluşacağı için zaman zaman gözden geçirilip değerlendirilmesi gerekmektedir [65].

Beton tavanlar küçük miktarlarda çatlamaya eğilimlidir. Sıcaklık artışına karşın iyi derecede dayanıma sahiptirler. Yanmaz ve duman geçirimsizdirler [65].

Çelik tavanlar, genellikle endüstri yapılarında kullanılır. Sıcaklık artışına karşı koyma dirençleri zayıftır [65].

Asma tavan kullanımı döşemenin yangın dayanımına katkıda bulunmaktadır. Uygulamada yönetmelikler göz önünde bulundurulmalıdır. Yetkili kişilerce yangın dayanım testlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Çoğunlukla, aydınlatma tesisatı

ve benzeri düzenlemeler yangın dayanım testlerinde çıkarılmaktadır. Korunmuş çelik yapısal elemanlarla birleştirilmiş birçok asma tavan sistemlerinin yangın dayanımına katkısı kanıtlanmıştır. Yapılan testlerde ahşap kirişlere birleştirilen asma tavan sistemlerinin çelik kirişlerle düzenlenen sistemlere oranla yangın dayanımına çok daha az katkıda bulundukları gözlemlenmiştir. Ancak, asma tavanların yangın durumunda çökme eğiliminde olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Asma tavanlarda bulunan boşluklar gerekli durumlarda yangın ve duvar bariyerleri ile bölünmelidir [65].

4.3. Duvar Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri

Dış duvarlar; yangın bariyeri niteliğinde olan duvar ve döşemelerden bitişikteki mekanlara yaygının yayılmasını engellemede önem taşımaktadırlar. Bu durum, dış duvarları, yangın durdurucu nitelikte olması gerekliliğini getirmektedir. Bu nedenle, dış duvarların, korunmuş alanlarla (kompartıman) birleştiği noktalarda yangın geciktirici özellikte olmaları gerekmektedir [65].

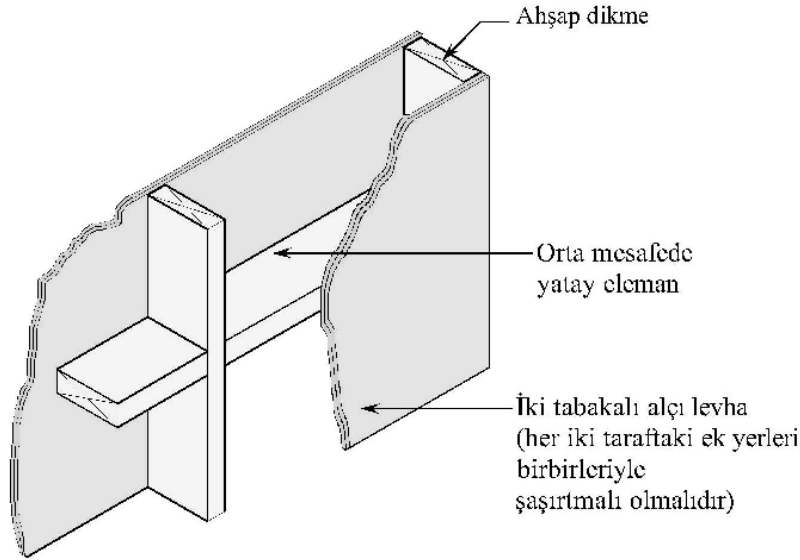
Dış duvarların yangın dayanımları yalnızca yapısal tiplerine göre belirlenemez. Duvarların mesafesinin çok uzun olması ve korunmasız olması yangın dayanımlarını olumsuz yönde etkiler [63].

İç duvarlar; uygun bir biçimde tasarlandığında yangın yayılımına engel olabilirler. Bütünüyle korunmuş belirli alanlar sıradan bölme duvarlarıyla birlikte yangın duvarları (bariyerleri) ile (Bkz. Bölüm 5.2) inşa edilirler [63].

Yangın riskinin olduğu yerlerde, yüksek sıcaklıktan zarar görmeyecek olan malzemelerden bölme duvarı yapılarak kullanılması uygundur. 15 cm lik alçı bloktan bölme duvarı, 10 cm lik ahşap talaş duvar (iki yüzü sıvalı), perlitli tuğlayla yapılmış bölme duvarları uygun çözümlerdir. Saydam bölme duvarlarında yangın geçirmez olarak, özel krom-nikel (rezistans teli) telli camlar kullanılabilir. Bunların telleri yüksek sıcaklıktan bozulmadığı için bu tür telli camlar yangını bir taraftan diğer tarafa aktarmazlar [40].

İç bölme duvarlarında genellikle ahşap veya metal dikmeler kullanılmaktadır. Yangına dayanımları karşılaştırıldığında; yangın dayanımı ahşap dikme kullanılan sistemler 30 ve 90 dakika arasında, metal dikme kullanılan sistemlerde 30 dakikadan 240 dakikaya kadar çıkmaktadır [65].

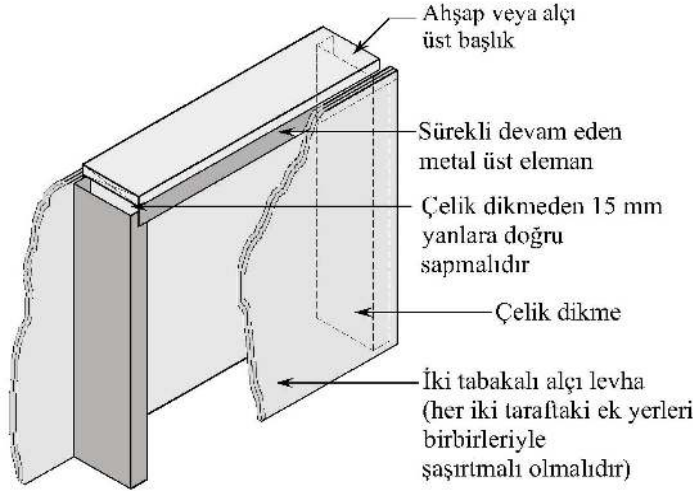
Ahşap dikmeler, yumuşak ağaçtan kuru olarak yapıldıklarında yoğunluğu 450 kg/m^3 olmaktadır. yumuşak ahşap dikmeler ısındığında küçük sapmalar ve genleşmeler gösterir ve bu yüzden kaplamaların ek yerlerine karşı ideal dayanım sağlamaktadır (Şekil 4.2) [65].



Şekil 4.2. Ahşap dikmeli bölme duvar (90 dakika yangın geciktirici) [65]

Metal dikmeler, ısındığında genleşmeye ve ayırt edici sapmaya uğramaktadırlar. Sözü edilen sapma, kaplamaların ek yerlerinde açılmaya neden olarak kaplamanın dayanımını azaltmaktadır [65].

Metal iletken malzemedir ve sıcaklığı kolaylıkla kaplamanın korunmasız yüzeyinden arkadaki korunmuş yüzüne iletmektedir. Kaplamanın metal dikmeye bakan, doğrudan ısıya maruz kalan yüzünde daha çok daralma meydana gelecektir. İki tabaka halinde kaplama malzemesi kullanılması durumunda malzemenin yangına dayanım derecesi artacaktır (Şekil 4.3) [65].



Şekil 4.3. Metal dikmeli bölme duvar (60 dakika yangın geciktirici) [65]

Bölme duvarlarında kaplama malzemesi olarak [65];

- Takviyesiz alçı levha kaplama (Genelde 30 ile 90 dakika arasında dayanıma sahiptir),
- Takviyeli alçı levha kaplama,
- Kalsiyum silikat levha kaplama (Genelde 30 ile 90 dakika arasında dayanıma sahiptir),
- Çimento esaslı levha kaplama,
- Ahşap kaplama (Genellikle 30 ile 60 dakika arasında dayanıma sahiptir),
- Metal levha kaplama (Genellikle 30 ile 240 dakika arasında dayanıma sahiptir).

Bölme duvarlarının boşluklarında yalıtım kullanımı yangın geciktiriciliğini arttıracaktır. Yalıtım, ısı iletimini geciktirecektir. Yalıtım malzemesi olarak cam yünü veya taş yünü önerilmektedir [65].

Yangın bariyeri (kesici); bina içinde, yangının ve dumanın ilerlemesi ve yayılmasını tanımlanan süre için durduran, yatay ve düşey konumlu elemanlardır [14, Madde 7].

Yangına en az 120 dakika dayanım gösteren, alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan her döşeme bir yatay yangın bariyeri olarak kullanılabilir. Ayrık nizamdaki müstakil konutlar dışında B2 ve B3 sınıfı malzemelerin asma tavanlarda

kullanılması yasaklanmaktadır [14, Madde 26].

Çatıların oturduğu döşemeler yatay yangın bariyeri niteliği taşımaktadır. Bitişik nizam yapılarda, çatı kaplama malzemesi (üst izolasyon) olarak B2 ve B3 sınıfı malzemelerin kullanımı yasaklanmaktadır [14, Madde 27].

Cepheler düşey dış yangın bariyeri niteliği taşırlar. Bu nedenle; cephe dış kaplama malzemesi yanmaz malzemedan oluşturulmalıdır [14, Madde 27]. Konu ile ilgili yönetmelikler Bölüm 6.2.2’de incelenmektedir.

Yangın bariyerleri yanmaz malzemelerden, yanıcılık sınırında veya korunmuş yanan malzemelerden inşa edilmelidir. Belirli bir yangın direncine sahip en azından yangın bariyerlerin eşit dayanımda yapısal elemanlarla bağlamak zorundadır. Yangın bariyerleri normalde yangın duvarlarına göre daha az yangın direncine sahip olup, yangın duvarları gibi, bodrum kattan çatıya kadar uzanmazlar. Bariyerlerin yangın direnci bariyer alanları için bir buçuk ile dört saat arasında değişir [63].

Yangın bariyerlerinin çatı ve dış duvar gibi dışarıdan gelebilecek yangın tehlikesi göz önünde tutulduğunda, her iki tarafının da yangın geciktirici özellikte olması gerekmektedir [65].

Yangın bariyerlerinin yangın geciktiricilik özellikleri mekanların kullanımına göre değişmektedir. Yangın bariyerlerinin, konut ve ticari binalarda yangına dayanımı 120 dakika olurken, alışveriş merkezleri ve depo gibi binalarda 240 dakika olabilmektedir. Sprinkler sisteminin bulunduğu durumlarda, yangın bariyerlerinin yangına dayanım direnci yarıya düşebilmektedir [65].

Yangın duvarları; aynı bina içindeki alanlar arasında yangın ayırıcılığı sağlayan yangına dirençli iç duvarlardır. Yangın duvarının her iki tarafı yapının çökmesi tamamlandığında bile yapısal bütünlüğünü sürdürmek zorundadır. Genellikle; normal yangına dirençli duvarlara göre daha kalın yapılmayı gerektirirler. Yangın duvarı aynı zamanda diğer taraftaki duvarın da yangın durumunda ayakta kalmasına

yardımcı olmaktadır [65].

Binalarda gerekli durumlarda yatay ve düşey yangın bariyerleri oluşturulur. Düşey bariyerler ve bitişik nizam yapıların yangın duvarları yangına en az 90 dakika dayanımlı olması gerekmektedir. Bariyerlerde delik ve boşluk bırakılmamalıdır. Kapı bırakılma zorunluluğunda, kapının yangına dayanıklı ve yangın geciktirici özellikte olması gerekmektedir. Bununla beraber; kapının otomatik kapanan sitemle düzenlenmesi, duman sızdırmaz özellikte olması zorunludur. Ayrıca; bu boşlukların çevresi her türlü yanıcı maddeden arınmış olmalıdır [14, Madde25]. Bu konu ile ilgili ayrıntılı bilgi Bölüm 5.2’de verilmiştir.

4.4. Çatı Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri

Çatı sistemlerinin tasarımı ve yapımı genel olarak döşeme sistemleri ile benzeşir. İkisi de düşey yükleri taşımak zorunda olup, bu yükleri duvarlara ve kolonlar dağıtırlar [63].

Ahşap ve çelik elemanlarla desteklenmiş tipik çatı konstrüksiyonlarında çatı elemanlarının, yangına dirençli tavan ile aşırı sıcaklığa ulaşması önlenir. Günümüzde, enerjiyi korumak için geçmişe göre daha fazla çatı yalıtımı beton çatı döşemesi üzerinde yer almaktadır. Eğer, çatı döşemesinde beton ve yalıtım yer almamışsa, çatı elemanlarının yangın direnci çok azalacaktır. Çatı elemanlarının yangın direncinin etkisi yalıtımın kalınlığı ve termik özelliklerine bağlıdır [42].

Çatı elemanlarının, saçak, çatı aydınlatmalarının birleşim yerleri gibi yangının yayılmasına neden olan detaylarına da özellikle dikkat etmek gerekmektedir [65].

Yanabilir çatı elemanı olan ahşap çatı kaplamalarının; tutuşma ve yanmaya karşı koyma ve dışarıda ortaya çıkan şiddetli bir yangına karşı yangın geciktirici gibi bir davranışları yoktur. Çatı elemanları ne kadar iyi tasarlanırsa binaları o kadar iyi yangına karşı koruyabilir yangının bir binadan diğerine yayılma olasılığını azaltabilirler [63].

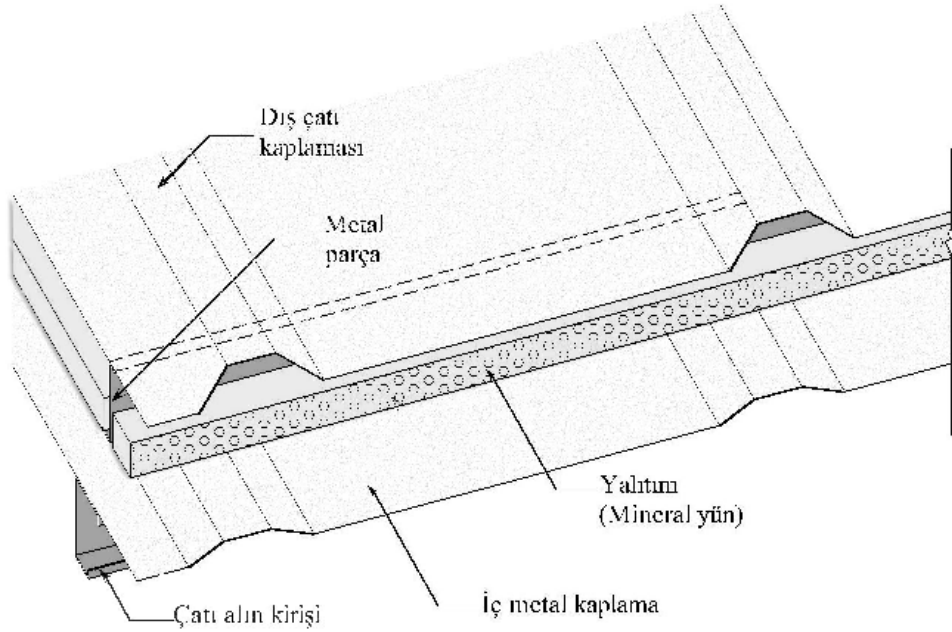
Yangın geciktirici çatı kaplamaları iki gruba ayrılır. Birincisi, birkaç katmandan oluşan malzemelerin yerinde uygulanmasıyla oluşur. Çatıyla ilgili yönetmeliklere göre uygulamaları yapılmalıdır. İkinci grup; hazır kaplama malzemeleridir. Yangın geciktirici ince ahşap kaplama ve çeşitli malzemelerden oluşan levha kaplama malzemelerini kapsar ve yalnızca eğimli çatılara sabitlenerek uygulanabilir. Hazır kaplama malzemeleri aynı zamanda yanmaz kaplamalar olan tuğla, kiremit beton ve arduvaz (kayrak taşı) gibi kaplama malzemelerini de kapsar. Gelişen test metotlarıyla çatı kaplama malzemelerinin yangın geciktirici karakteristik özellikler gösterdiği, ölçülmüştür [63].

Çok yaygın kullanılan çatı kaplama türlerinden olan yanabilir ahşap kaplamalarının, dışarıdan meydana gelebilecek etkili bir yangın durumuna karşı yangın geciktirici özellikleri yoktur. Bu nedenle, binaların yangın anındaki korunumunu, çatı kaplamalarının tasarımı önemli miktarda azaltabilmektedir [63].

Yangın geciktirici çatı kaplamaları iki grupta toplanmaktadır. Birinci gruptaki çatı kaplama malzemeleri yerinde birleştirilen malzemelerdir. Bu gruptaki kaplamalar, yönetmeliklerde belirtilen koşullara göre çatı elemanının üzerinde malzemelerin uygulanmasıyla birçok katmandan oluşmaktadır. Sözü edilen çatı kaplamaları, yalıtım panelleri veya birbirine yapıştırma harcı ile birleştirilen yalıtım levhaları ve en üstte çakıl çatı kaplama malzemesi ile oluşmaktadır. İkinci grup çatı malzemeleri ise hazır çatı kaplama malzemeleridir. Yangın geciktirici özelliği olan üzeri çeşitli türdeki levhalarla oluşturulmuş (shingle) kaplama malzemeleri bu gruptadır. Bu malzemeler yalnızca eğimli çatılarda kullanılabilir. Organik keçe ile kaplı sac levhalar vb. malzemeler gibi örnekler çoğunlukla konutlarda kullanılmaktadır [63].

Yerinde birleştirilen çatı kaplama elemanları; dış metal kaplama, destekleyici ızgara, ısı yalıtımı ve yalıtımlı iç panel elemanların uygun birleşiminden oluşmaktadır. Bileşenlerin yanlış birleşim detayı ve yetersiz yalıtım, yangın dayanımını olumsuz etkilemektedir. Yalıtım malzemesi olarak mineral yün kullanımı önerilmektedir. Mineral yün, cam elyafı ve taş yünü olarak her iki malzemeden de oluşabilmektedir. Tüm mineral yün ürünleri, özellikle yüksek miktarda reçine içerenler tam olarak

yanmaz malzeme olmamakla beraber; yanabilir kaplama malzemeleri ile birlikte kullanılmamalıdır (Şekil 4.4) [65].

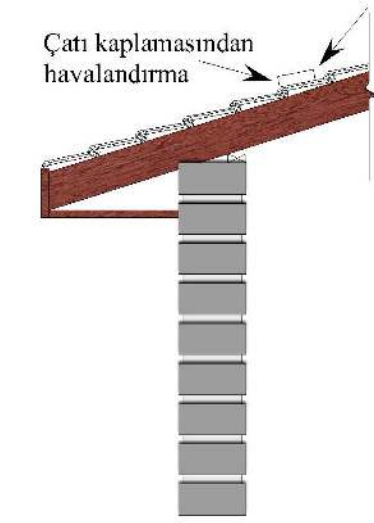


Şekil 4.4. Yerinde birleştirilen çatı kaplama malzemeleri [65]

Hazır çatı kaplamalarına tutuşmayan tuğla, beton, kiremit ve arduvaz dahil edilebilmektedir [63].

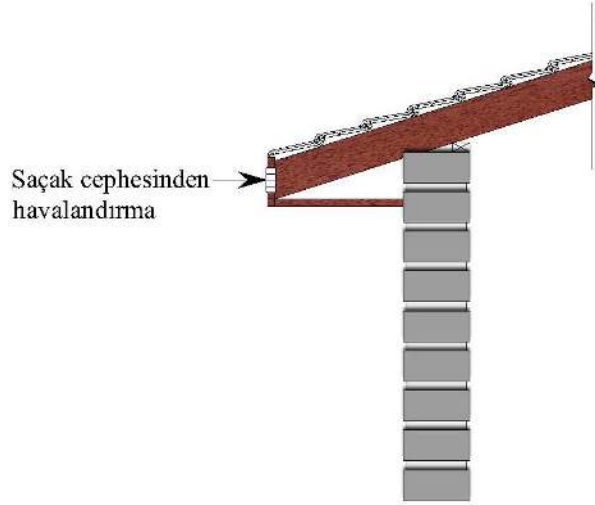
Çatı elemanları, yangının gelişimine ve yayılmasına içeriden veya dışarıdan önemli ölçüde katkıda bulunurlar. Bu nedenle, çatı elemanları yangına dayanıklı olmak durumundadır [65].

Çatı saçaklarında düzenlenmiş bazı havalandırmalar alevi içine alarak korunmasız üst dış duvara ulaşabilmektedir. Söz konusu alevler dışarıda zemin seviyesinde başlayan yangından veya cephenin alt seviyelerindeki pencerelerden sızan sıcak gaz ve dumanlardan gelebilir. Bu nedenle havalandırma, saçak üzerindeki çatı kaplamasından yapılmalıdır (Şekil 4.5). Saçak yüzeyinden yapılan havalandırmaya, çatı elemanlarının yanmaz malzeme ile yapılmış olması, çatı döşemesinin ısı yalıtımı ile kaplanması ve havalandırma elemanının kısmen korunmuş olması halinde izin verilebilir (Şekil 4.6) [65].

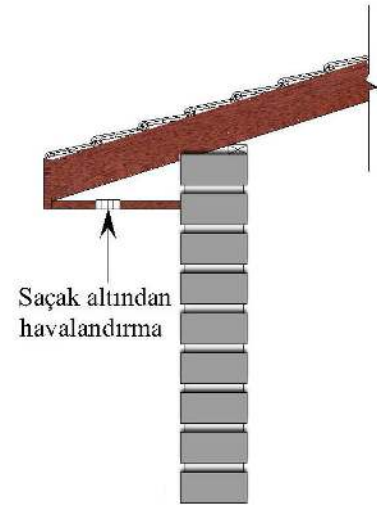


Tercih edilen havalandırma
yöntemi

Şekil 4.5. Çatı kaplaması üzerinden yapılan havalandırma [65]



Eğer yanmaz malzemeler kullanılırsa
kabul edilebilir yöntem



Önerilmeyen yöntem

Şekil 4.6. Saçak yüzeyinden yapılan havalandırma [64]

Çatı saçak kaplamaları yanmaz malzemeden olması gerekmektedir. Plastik malzeme önerilmez. Ancak, ahşap 19 mm den az olmamak koşulu ile kullanılabilir [65].

4.5. Cephe Elemanları ve Yangın Güvenlik Önlemleri

Bir yangında yapıların birbirlerini dıştan etkilemeleri sonucu yapı elemanlarına, kullanıcılara ve yapının dışındaki bireylere gelebilecek zararın sınırlandırılması dış kabuk korunumuyla sağlanır. Yangın, yapı dış kabuğunda yukarıya doğru yayılır. Bu sorun cephe ve çatı kaplamalarının doğru seçimiyle çözülebilir. Tasarlanan cephe boşluklarının boyutlarına getirilen kısıtlamalar, ısı ışınlamalarının çevredeki yapılara verebileceği etkileri azaltabileceği gibi, yangının bir kattan diğerine yayılımının azaltılmasına da yardımcı olur [36].

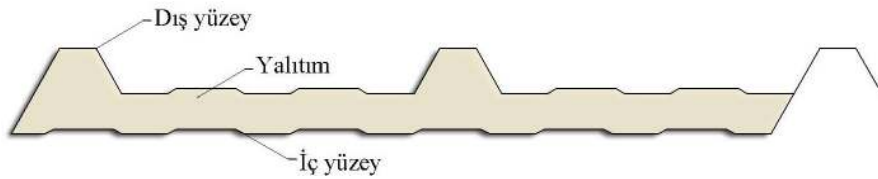
Cephe elemanlarının yangına önemli miktarda katkıda bulundukları gözlemlenmiş, yangına karşı korunmaları gerektiği belirlenmiştir. Daha öncede bahsedildiği gibi, cephe elemanlarının yapıdaki yangın bariyerleri ile birleştiği bölgelerde mutlaka korunmaları gerekmektedir. Bununla beraber, cephedeki tutuşabilir bir malzeme nedeniyle yangın diğer elemanlara da yayılabilmektedir [65].

Yangın kompartımanının dış duvarlarının da yalıtımı, hem bina içine hem de dışına yangın direnci sağlamaktadır. Tutuşabilir malzemelerin depolandığı alanların dış duvarlarından yangından korunmuş alanların (Yangın kompartımanı) dış duvarlarına ulaşabileceği göz önünde bulundurulduğunda dış cephelerin yangın korunumu önem taşımaktadır. Cephe kaplamaları üçe ayrılmaktadır [65];

1. Kompozit paneller,
 - Poliüretan (PUR) esaslı
 - Polisiyanürat (PIR) esaslı
 - Mineral yün esaslı
2. Hazır paneller,
3. Koruyucu kaplama sistemleri,
 - Kalsiyum silikat kaplama sistemi
 - Alçı paneller

Dış duvarlarda kompozit panellerin kullanımı halinde yangına dayanımının test edilmiş olması gerekmektedir. Yangın geciktirici yalıtımlar kullanılsa bile, dış duvarlarda yanabilir malzemeler kullanılabilir. Örnek olarak; buhar kesiciler ve ek yerlerinde kullanılan contalar gibi malzemeler duvarlarda kullanılmaktadır. Dış cephelerin kaplanması için kullanılan kompozit paneller tam anlamıyla yangın geciktirici özelliktedirler. Ancak, tasarımcılar tarafından detayları dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Bu nedenle, dış cephe kaplama malzemelerinin birleşim yerlerinde kullanılan malzemelerin de yanmaz özellikte olması gerekmektedir [65].

Kompozit panellerle kaplanmış yangın kompartımanının dış duvarının yangın geciktirici özelliğini sağlayabilmesi için; yangına karşı bütünlüğünü sağlaması 30 dakika, yalıtım özelliğini için ise 15 dakika süreden daha az olmaması gerekmektedir (Şekil 4.7) [65].



Şekil 4.7. Tipik kompozit panel cephe kaplaması [65]

Kompozit paneller genel olarak; yüzeyleri ve kenarları çelik levhalarla kaplanmış, içleri yalıtım malzemesi ile doldurulmuş biçimde oluşturulmuştur. Yalıtım dolgusu olarak; Poliüretan, Polisiyanürat ve Mineral yün kullanılır. Dış yüzeyleri genellikle yivli olup, uzun kenarları ile ve hava etkileri nedeniyle belirli sıklıkta dikkatle birleştirilmelidir. Böylelikle, yangına karşı bütünlüğü daha da artırılmış olmaktadır. Panellerin ek yerlerindeki birleştirici conta gibi elemanların da panellerin yangın sızdırmazlığının yanında yangın bütünlüğünü de devam ettirmelerini sağlamaları gerekmektedir. Panellerin yapısal elemanlara sabitlenmeleri gerekmektedir [65].

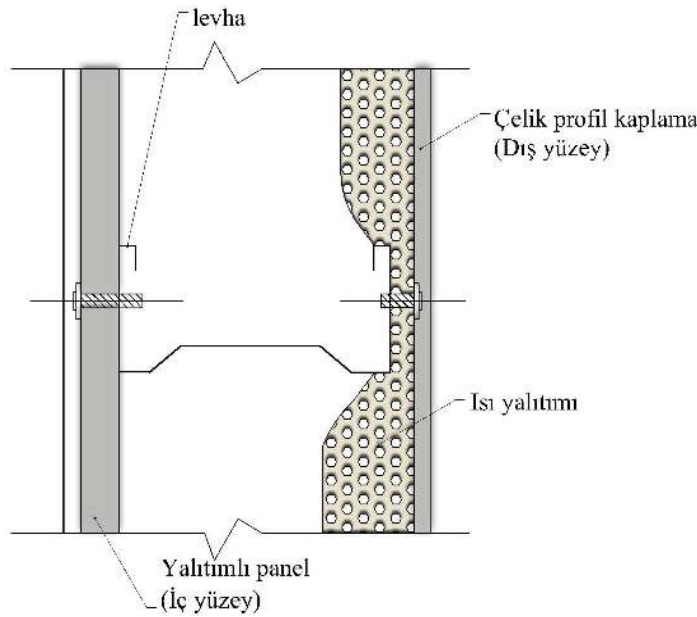
Poliüretan dolgulu kompozit paneller, belirli bir ölçüde tutuşma kaynağına maruz kaldıklarında, önemli derecede yangına katkıda bulunurlar. Paneller uygun biçimde birbirine bağlandıklarında 30 dakika yangın dayanımı ve kalınlıklarına bağlı olarak

15-30 dakika arasında yalıtım sağlarlar. Panellerin 30 dakika yalıtım performansı sağlayabilmeleri için kalınlıklarının 100 mm den az olmaması gerekmektedir [65].

Polisiyanürat dolgulu kompozit paneller, uygun biçimde birbirine bağlandıklarında 30 dakika yangın dayanımı ve 15 dakika yalıtım sağlarlar (kalınlıkları 100 mm den az olmamak koşulu ile) [65].

Mineral yün ürünleri bütünüyle yanmaz malzeme olmasına karşın, özellikle reçine bağlayıcı olanları, yanabilir dış yüzey kaplamaları ile birleşmedikçe ilave değerlendirme gerektirmektedirler. Panellerin kalınlığına ve yoğunluğuna bağlı olarak mineral taş yünü dolgulu paneller, 60 dakika yangın dayanımı ve 60 dakika yalıtım sağlamaktadır [65].

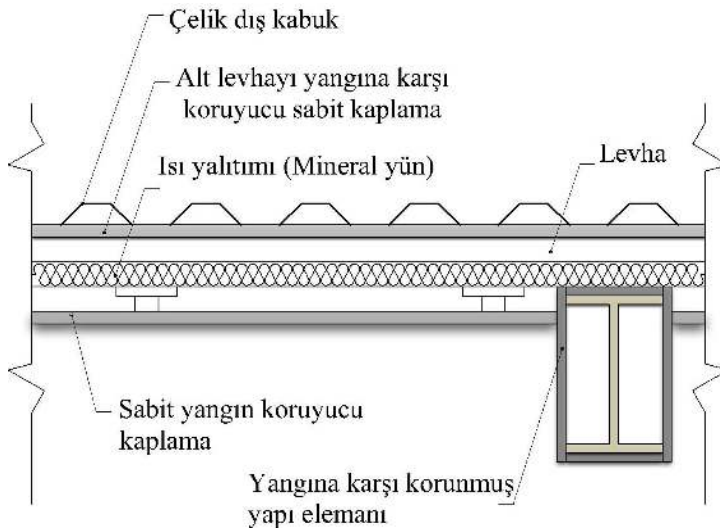
Cephe kaplama malzemesi olarak bileşenleri yerinde birleştirilen hazır paneller de kullanılmaktadır. Bu bileşenler dış metal kabuk, yalıtım, yalıtımlı iç panellerden oluşmaktadır. Yangın dayanımı doğru uygulama ile sağlanabilmektedir. Bu durumda, mineral yünün yalıtım malzemesi olarak kullanımı önerilmektedir (Şekil 4.8, Şekil 4.9) [65].



Şekil 4.8.Yerinde birleştirilen panel sistemler [65]

Cephe kaplamalarında yalıtım olarak alçı ve kalsiyum silikat gibi çelik kanal ve ızgara sistemine bağlanmış yanmaz kaplama malzemelerinden oluşan kompozit paneller de kullanılmaktadır [65].

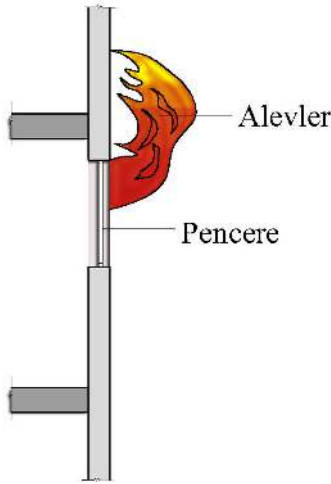
Kalsiyum silikat kaplama kompozit panel sistemleri iç ve dış yangın koruyucu kaplamaların uygulamalarına bağlı olarak, 30-120 dakika arasında yangın dayanımına sahiptir. Alçı kaplamalı kompozit sistemleri ise en az 60 dakika yangın dayanım ve yalıtım direncine sahiptir [65].



Şekil 4.9. Yangına karşı koruyucu kaplamalar [65]

Cam elyafının güçlendirilerek biçimlendirilmiş hali camın diğer bir kullanım şekli olmaktadır. Bu ürün, yarı saydam pencere panelleri, cephe kaplamalarını içermektedir. Ayrıca, ekonomik ve estetik özellik taşımaktadır. Isı ile sertleşen reçine ile güçlendirilmiş cam elyafları genellikle polyesterlerdir. Birkaç bileşenli yapıda oluşturulan malzemelerin içinde kullanılan reçine, yangın geciktirici bileşenlerin içinde bile olsa malzemeyi yanabilir duruma getirmektedir. Bu nedenle, polyester malzemeler yanmaz cam elyafı içerseler bile reçineden dolayı tamamen yanan bir malzeme haline gelmektedirler [54].

Kırık bir camdan veya açık bir kapıdan çıkan alevler, geriye doğru kıvrılıp duvara ve pencereye doğru ulaşma eğilimi gösterir. Isının akışı ve yoğunluğu çoğu zaman yukarıdaki kata ulaşp, yangını yayabilmektedir. Alevlerin ve ısının üst katlara ulaşmasını engellenmesi için; pencere boyutları ve biçimi ya da yatay ve düşey engeller gibi yöntemler düşünülmelidir (Şekil 4.1) [66].



Şekil 4.10. Pencereleden alev ve ısı yayılımı [66]

Pencere boyutlarının yangının yayılması ve dış duvara etkileri konusunda yapılan testler; yangın durumunda büyük boyutlu pencerelerin olduğu mekanlarda, küçük boyutlu pencerelerin olduğu mekanlardakine göre, daha fazla malzemenin tutuştuğu gözlenmiştir. Böylece pencere dışındaki alevlerin yüksekliği ve sıcaklığı azalacaktır. Bu sonuca göre Yapılan testler, büyük boyutlu pencerelerin üzerinde ölçülen ısı akışının daha az olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.5) [66].

Pencerenin yüksekliğinin genişliğine oranı alevin şeklini kontrol etmektedir. Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi uzun ve ince pencereler (B) kısa ve geniş alanlı pencerelere (A) göre daha az ısı yayılımına neden olurlar. Uzun pencereler, alevi bina cephesinden uzağa yöneltme eğilimindedirler. Bu nedenle, alevlerle cephe arasındaki ısısal temasın düşük olmasına neden olurlar. Pencere genişliğini sabit tutarak yüksekliği arttırmak, kısmen de olsa artan alandan dolayı pencerenin üzerindeki duvara doğru ısı transferini azaltacaktır. Çizelge 4.5’de görülen B penceresi, uzun ve

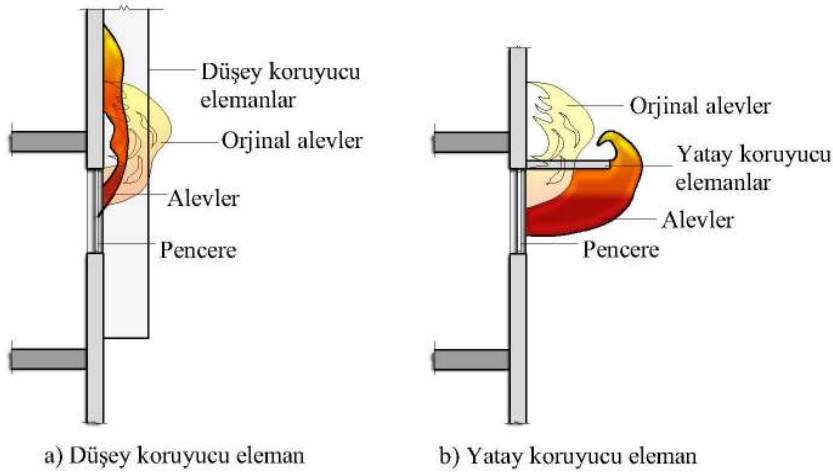
ince olup, E penceresinden daha az alana sahip olmasına rağmen yüksek olması nedeniyle daha az tehlike gösterecektir [66].

Çizelge 4.5. Pencere boyutlarına bağlı olarak ölçülen ısı akışı değerleri [66]

Pencere boyutları Genişlik x yükseklik (m)	Isı akışının ölçüldüğü noktanın pencere üzerinden yüksekliği (m)	Duvar yüzeyine ısı akışının ölçüsü (Pencere üstü) (kW/m ²)
A 0,94 x 2,00 (1,88 m ²)	0,5	43,9
	1,5	12,4
	2,5	7,7
	3,5	3,9
B 0,94 x 2,70 (2,54 m ²)	0,5	19,2
	1,5	6,3
	2,5	3,5
	3,5	1,7
C 2,60 x 2,70 (7,02 m ²)	0,5	6,5
	1,5	2,9
	2,5	2,0
	3,5	1,4
D 2,60 x 2,00 (5,2 m ²)	0,5	10,5
	1,5	5,2
	2,5	4,5
	3,5	2,9
E 2,60 x 1,37 (3,56 m ²)	0,5	24,5
	1,5	22,9
	2,5	13,2
	3,5	11,5

Binalarda estetik kaygılarla düzenlenmiş yatay ve düşey elemanlar yangının dış duvar yüzeyinde yayılmasına engel olurlar. Bina cephelerinin tasarımının yangına etkileri üzerinde yapılan laboratuvar çalışmasında; 1,22 m derinliğinde ve 2,44 m genişliğinde yatay bir panel pencerenin üzerine yerleştirilmiştir. Şekil 4.11.b’de görüldüğü gibi yatay eleman nedeniyle alevlerin pencereden uzaklaşmaktadır. Isı aniden düşerek ön cepheye geri dönmektedir. Yatay koruyucu elemanlar yangının pencere üzerinden yayılmasını önemli ölçüde engellemektedir. Bu nedenle; çoğunlukla konutlarda kullanılan balkon ve gölgelikler doğal bir yangın koruyucudur [66].

Binaların cephelerinde çok sık kullanılan güneş kırıcı dikey elemanlar görsel bir etki sağlamaktadır. Bina dış yüzeyindeki elemanları dikey elemanlarla sınırlamak, tutuşma bölgesinde bulunan alevlerin duvarın çok daha yukarısına ulaşmasına ve ısının geri beslemesine neden olmaktadır (Şekil 4.11.a) [66].



Şekil 4.11. Yatay ve dikey engellerin ısı ve alev yayılımına etkileri a) düşey koruyucu eleman b) Yatay koruyucu eleman [66]

4.6. Kapı ve Pencereler ve Yangın Güvenlik Önlemleri

Kapılar, birer duman kesici elemanlar (bariyerler) olarak mekanları korumaya yardım eder. Normal olarak duman yayılımına karşı kapalı olarak tutulmalı, açık olduğunda ise yangın durumunda en kısa zamanda kapatılmalıdır. Bu nedenle,

kapılar kendiliğinden kapanabilir bir mekanizmaya sahip olmalıdır. Dikey olarak açılan kapılar veya dönel kapılar çıkışlar için uygun değildir [67].

Bazen bina bakımını yapan personelin rahatlığı veya kendiliğinden kapanan kapıların oluşturacağı kazaları önlemek ve havalandırmayı sağlamak için insanlar kendiliğinden kapanan kapıları çengelle tutturarak veya kapının altına bir takoz koyarak kontrol altında tutarlar. Aşağıda belirtilen önlemler ile bu durum kontrol altına alınabilir [67];

1. Kapılar normalde kapalıdır. Ancak, insanların kapıya ilerlediklerinde otomatik olarak açılan bir düzenele donatılabilir,
2. Kapılar normalde sorumlular tarafından elle tutularak açılıp, kapanabilir,
3. Kapılar normal olarak açık tutulur. Ancak, gereğinde kapıyı kapatan, otomatik yangın algılama sistemi, duman ve yanma sonucu ortaya çıkan diğer ürünleri algılayan aygıtlar ve sprinkler sistemi ile donatılabilir.

Bu özellikler ve sınırlamaların her biri uygulanabilir, elektrik yetersizliği ile karşılaşma durumu son derece önemlidir. Kapılar kapatılmak zorunda olup, kaçış amacıyla elle açılmadıkça kapalı tutulur [67].

Dış kapılar da karşılaşılan en önemli problem kapıların kilitli tutulmasıdır. Ayrıca, bu kapılarda acil aydınlatma mutlaka düşünülmelidir [67].

BYKHY'e göre; 50 kişiyi aşan toplanma amaçlı yerlerde veya okullarda panik barlı (push-bar) kendiliğinden kapanabilen yangın kapılarının düzenlenmesi gerekmekte ve kapıların kaçış yönüne doğru açılması gerekmektedir [14, Madde 47].

Panik barlı kapılar, yangın durumunda çok sayıda insanın kapıya yönelmesiyle oluşacak sıkışmayı önlemektedirler. Bununla beraber, bar kısmına çok az miktarda bir baskı (110 N) uygulamayla açılabilir. Resim 4.1'deki örnekler, insanlar tarafından her gün sürekli kullanımı için uygun olmayıp, yalnızca acil durumlarda kullanılmaktadır [68].



Resim 4.1. Panik barlı kapılar [68]

Pencereler; yangını pencereden binanın daha üst katlarına ulaştırması, yangını binanın dış yüzeyine yayması, dış yapısal elemanların dayanımını azaltması ve ısıma

yolu ile yangını yakındaki binalara yayması sonucu yangın güvenliğinde önemli olmaktadır. Mekan içinde yangın yüküne bakarak saptanabilen sıcaklıkta içerideki tüm pencerelerin ısıma ile yangını kontrolü altında tutabileceği göz önünde tutulmalıdır [18].

Yangının pencerelerden ısıma ile mekan içindeki tutuşabilir malzemelere ve diğer binalara yayılmasını engellemek için pencere sistemlerinde kullanılan cam, çerçeve ve bunların birleşim detayları çok önemli olmaktadır [65].

Yangın geciktirici pencere ve cam bölmelerin kullanımı bazı kurallara bağlıdır BYKHY’de yangın duvarlarında bırakılacak kapı ve pencere gibi boşlukların en az yangın duvarının yarısı kadar yangın geciktirici özellikte olmaları gerektiği belirtilmektedir [14]. Yalıtılmış camlar; dış duvarlarda önerilen, pencere ve dolu duvar arasındaki güvenli mesafeye uyulmadığı zamanlarda kullanılmak zorundadır [65]. Bu mesafe daha önce de söz edildiği gibi, BYKHY’de 100 cm olarak verilmiştir [14, Madde 27].

Pencere ve cam bölme sistemlerinde çerçeveler, yangın geciktirici özellik açısından önemli bir unsurdur. Ahşap çerçeveler için yangına dayanım süresi 60 dakika olup, metal elemanların macun gibi birleştiricilerle oluşturulduğu çerçevelerde yangına dayanım süresi 240 dakikaya kadar yükselmektedir [65].

Pencere sistemlerinin daha önce de sözü edildiği gibi ısıma ile yangın yayıcılık özelliği nedeniyle yangın güvenli bina tasarımında önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu nedenle, çerçeve sistemlerinin yangın geciktirici özelliklerinin yanında, kullanılan camın yangına karşı davranışı sistemin bütünlüğü açısından önemlidir. Bunun için, yangına dirençli camların kullanılması önerilmektedir. Camın günümüzde yangın koruma malzemesi olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yangına dirençli camlara ilk örnek olarak; 1986’da Pilkington kardeşler tarafından üretilip satılan telli camlar verilebilir. Binalardaki yangının yayılmasının cam yoluyla kolaylaştığı, pencerelerin yangının başlangıç aşamasında kırılıp, çerçevesinden çıkarak, yangının binanın diğer bölgelerine yayılmasına katkı sağladığı

gözlemlenmiştir. Bir yangın durumunda camlar kaçınılmaz bir şekilde kırılmaktadır. Ancak, camın içine gömülü yekpare bir tel ağı, kırılan camı bir arada ve çerçevenin içinde tutmaktadır. Bu durumda alev ve dumanın yayılması engellenmektedir. Bununla beraber, camın içinde telin bulunması, camı daha dayanıklı yapmaz. Aslında telli cam, normal camdan daha kolay kırılır. Ancak, tel cam çatladıktan sonra kırılan camı daha iyi bir arada tutar. Uygun çerçeveye uygulamaları için yapılan yangın testlerinde 120 dakika yangına direnç gösterdiği belirlenmiştir [69].

Pencere çerçeve sistemlerinin ve camların yangına maruz kalmayan diğer yüzeylerine ısı geçişine direnç kabiliyeti (yangına maruz kalmayan diğer yüzeyinin sıcaklığının aşırı sıcaklığa ulaşmaması gibi), yalıtım özelliklerini belirtir [65].

Ahşap çerçeveler hafif ve sert olmak üzere iki grupta incelenir. Hafif ahşapların yangın anında kömürleşme hızları 0,5 mm/dakikadır. Yalıtımsız camlarla kullanıldığı zaman, yangın dayanımı genellikle 30 dakika ile sınırlıdır. Yalıtımlı camlarla kullanıldığında ahşap çerçeveli pencere sisteminin yangın direnci 60 dakikaya kadar çıkmaktadır. Ahşap çerçevelerinin belirli bir sıcaklıkta dayanımını devam ettirme süresi konusunda diğer malzemelere göre üstünlüğü vardır. Ancak, ahşap çerçeveler tamamen yandıkları zaman tehlikeli durum oluşturabilmektedir. Ahşap çerçeveler, uygun birleşim detaylarına sahip olduklarında duman geçirimsiz özelliktedirler. Bununla beraber, yalıtımsız camlar kullanıldığında az miktarda duman geçirebilmektedirler [65].

Sert ahşap çerçevelerin de hafif olanlar gibi, yangın anında kömürleşme hızları 0,5 mm/dakikadır. Yalıtımsız camlarla kullanıldığı zaman, yangın dayanımı genellikle 60 dakika' dır. Sert ahşapların yangına dayanım süresinin uzun oluşu, daha yavaş kömürleşme sağlayacaktır. Sert ahşap çerçeveler yalıtımlı camlarla kullanıldığında yangın dayanımı 90 dakikaya çıkmaktadır [65].

Yapılarda çok yaygın kullanılan alüminyum pencere çerçevelerin erime sıcaklıkları çok düşüktür [65]. Yangın dayanımı en fazla 30 dakikadır. Bu nedenle; arka parçaları sıklıkla metal veya mineral/alçı kaplamalarla desteklenir. Ek yerlerinin dışında

duman geçirmezler. Ek yerleri kuru ve soğuk duman sızdırma eğilimindedirler [65].

Yapıda özellikle pencere çerçeve sistemlerinde plastikler yaygın olarak kullanılmaktadır. En büyük dezavantajları bütün plastiklerin yanabilir olmalarıdır. Yüksek sıcaklık artışlarına ve yangın yayılımını engellemeye karşı belirli bir davranış göstermezler, yanmazlığı meydana getirmede katkıları olmadığı bilinmektedir [54].

Plastikler, petrolün yan ürünlerinden üretilirler. Kimyasal yapıları çok basit veya karmaşık olabilmektedir. Plastiklerin nasıl yanacağı [61];

- Kimyasal bileşenlerine,
- Kullanılan katkı maddelerine,
- Biçim ve boyutlarına,
- Kömürleşmelerine (Ahşapta olduğu gibi) bağlı olmaktadır.

Plastikler yandıklarında çeşitli zehirli gaz açığa çıkarırlar. Yangın anında yanan bir plastikten çıkan dumanın rengi genellikle siyah olmaktadır. bu durum, plastiğin kimyasal yapısında yüksek oranda karbon olduğunu gösterir. Plastiğin yanma sonucu oluşturduğu bilinen bazı zehirli gazlar [61];

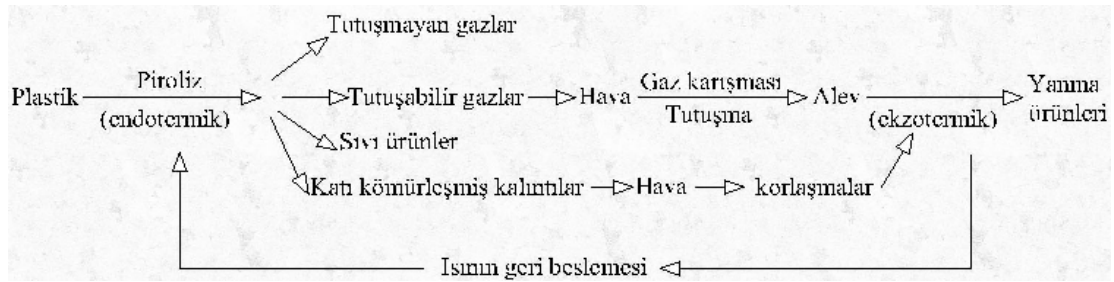
- Karbon monoksit,
- Acrolein,
- Benzen,
- Fosgen,
- Hidrojen siyanür' dür.

Sözü edilen zehirli gazların etkileri Bölüm 2'de anlatılmıştır.

Plastiklerin, yüksek ısı ürettikleri ve ısıyı hızlı yaydıkları için üretimden sonraki depolanma koşulları çok önemlidir. Plastiklerin depolandığı alanda mutlaka otomatik

sprinkler sistemi olması gerekmektedir [61].

Plastiklerin yanması birkaç adımdan oluşan bir süreçtir. Plastiklerin yanması nitel olarak tanımlanırken, nicel olarak tanımlanamamaktadır. Plastiklerin yanma sürecinin başlaması için 3 aşama gereklidir; ısınma, ayrışma ve polimerin alev almasıdır. Şekil 4.12’de plastiklerin yanma süreci şematik olarak verilmiştir. [70].



Şekil 4.12. Plastiklerin yanma süreci [70]

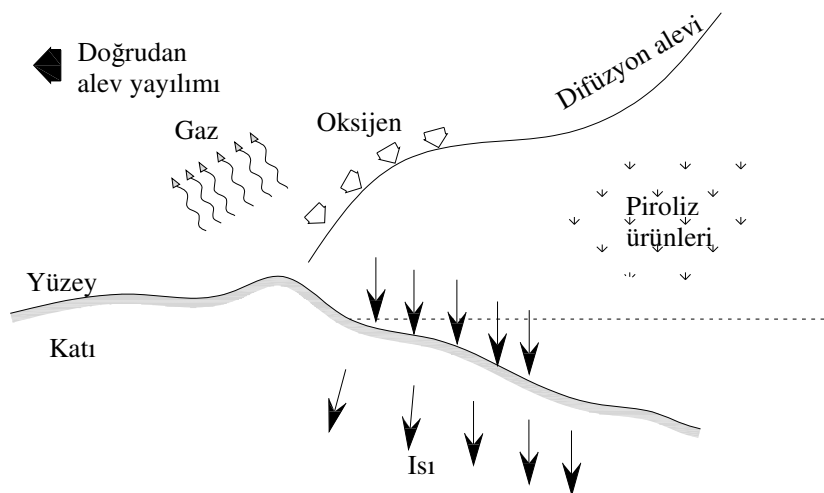
Katı plastikler, bir ısı kaynağıyla veya ısısal geri besleme ile ısınırlar. Yanmanın başlangıç aşamasında, termoplastikler doğrusal molekül zincirleri nedeniyle yumuşamaya, erimeye ve ardından da akmaya başlama eğilimi gösterirler. Termoset plastiklerin ise yumuşamayı ve erimeyi önleyen üç boyutlu çapraz bağlı, moleküler yapıları vardır. Polimerler daha fazla ısı uygulandığında gaz haline geçemezler; ancak buharlaşmadan önce ayrışırlar [70].

Plastiklerin ayrışması; serbest atomlar arasındaki bağların yüksek bağlanma enerjilerini aşmak ve gerekli aktivasyon enerjisini sağlamak için yeterli enerjinin sağlanmasını gerektiren endotermik bir süreçtir. Plastiklerin kendi aralarında yapısal farklılıklara sahip olduklarından dolayı ayrışma sıcaklıkları belli limitlerde değişmektedir. Plastiklerin ayrışma sıcaklığı 340-550 °C arasında değişmektedir. Plastiklerin ayrışması çoğu durumlarda boşluklarında bulunan oksijen ve yabancı maddelerden kaynaklanan serbest radikal zincir reaksiyonlarıyla oluşmaktadır. Bu Radikaller, polimerin içindeki bileşenlere bağlı olarak bozulmaya ve ayrışmaya neden olurlar [70].

Plastiklerin tutuşması; oksijen miktarı, sıcaklık ve polimerin fiziksel veya kimyasal özellikleri gibi çeşitli parametrelere bağlıdır. Yanıcı gazların oksijenle reaksiyonu ekzotermik bir durum olup, ortamda yeterli ısı bulunduğunda ve endotermik pirolitik reaksiyonla birleşerek plastiğin alevlenmesi başlamaktadır. Ekzotermik tutuşma reaksiyonu ısısal geri beslemeyle polimerin pirolizini güçlendirerek artan bir şekilde alevi beslerler [70].

Şekil 4.13’de bir polimerin yüzey boyunca alev yayılımı verilmiştir. Difüzyon alevi ayrılmış polimer yüzeyi üzerinden ilerlemektedir. Polimer yüzeyinin sıcaklığı (500 °C); oksijenle reaksiyon meydana gelen difüzyon alevi ve alevin başlangıç noktasında (1200 °C) daha düşüktür [70].

Alev yayılımının derecesini belirleyen başka bir etmen de polimerin tutuşma sıcaklığıdır. Ancak, tutuşma sıcaklıkları malzemelerin yanıcılıklarıyla ilişkilendirilmemelidir. Selüloid de olduğu gibi; aşırı yanıcı malzeme olmasına rağmen tutuşma sıcaklığı diğer plastik ürünlere göre en düşüktür. Difüzyon aleviyle kontrol edilen aşırı hızlı gaz hali reaksiyonlarına paralel olarak; çok çeşitli daha yavaş, oksijenle bağımsız reaksiyonlar yer alabilir [70].



Şekil 4.13. Alev yayılımı [70]

Yangın nedeniyle oluşan ısı, farklı ısı dalgalarının cama çarpmasına yol açmaktadır.

Bu durum camın karşı koyamayacağı kadar yüksek ve camın kırılmasına yol açacak termal basınçlar oluşturmaktadır. Bu problemin çözümünde 4 yöntem aşağıda verilmektedir [69];

1. Telli camlarda olduğu gibi cam kırılrsa da bütünlüğünü bozmayacak mekanizmayla camın kontrol altına alınması,
2. Mümkün olduğunca küçük yüzey alanına sahip pencerelerin kullanılması (küçük yüzeyler kırıldıklarında bile çerçeveye bağlı kalacaklardır),
3. Ortaya çıkan basınçların düşük olabilmesi ve camı kırmaya yeterli olmaması için termal genişleme katsayısının düşük olması, termal basıncın camı kırmaması için camın güçlendirilmesi,
4. Çift cam kaplama sistemlerinin termal farklılıkları mümkün olduğunca düşürebilecek şekilde tasarlanması (normal camdan daha dayanıklı bir cam kullanılması).

Telli camlar, duman geçirmezler. Aynı zamanda, duman üretmemektirler. Yangın bariyer duvarlarının tam anlamıyla koruma sağlayabilmesi için duvar yüzeylerinde zorunlu hallerde bulunan kapı ve pencerelerde yalnızca telli camlar kullanılması önerilmektedir [65].

Lamine cam; iki camın başka bir malzeme ile birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Lamine camın en önemli özelliği kırıldığında tek parça halinde kalabilmesidir. Ancak lamine cam aradaki malzemenin plastik olması nedeniyle yangına dirençli değildir. Bu nedenle, yangına maruz kaldığında erimektedir [69].

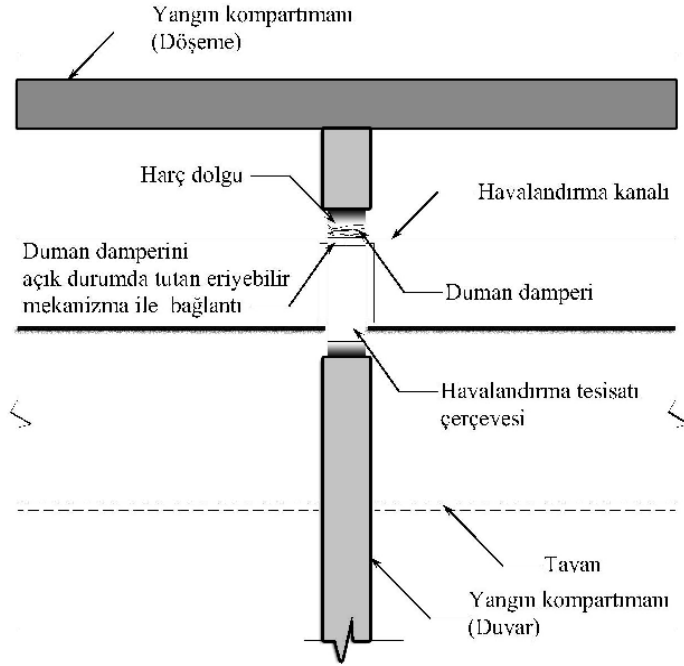
Yapılan deneyler camın kırılma sıcaklığının 70-200 °C arasında değiştiğini göstermektedir. Bununla beraber, ortalama olarak camların kırılması 100 °C'de gerçekleşmektedir. Camın sıcaklık nedeniyle kırılması, yangının başlangıcından 12-13 dakika sonrasına rastlamaktadır [71]. Bu nedenle, düz camların her yapıda kullanılmaması gerekmektedir. Özellikle geniş cam yüzeyine sahip binalarda ve tümüyle camla kaplanmış binalarda (giydirme cepheler) kullanımı yangının tüm binaya yayılmasına neden olabilmektedir.

Düz camlara göre daha güvenilir olan temperli camlar güç kırılmakla birlikte, kırıldıkları zaman küçük parçalara ayrılmaktadırlar. Ayrıca, 200 °C sıcaklığa ve 230 °C'lik ısıl şoka dayanımlıdır [72].

4.7. Duman Kesici Elemanlar ve Yangın Güvenlik Önlemleri

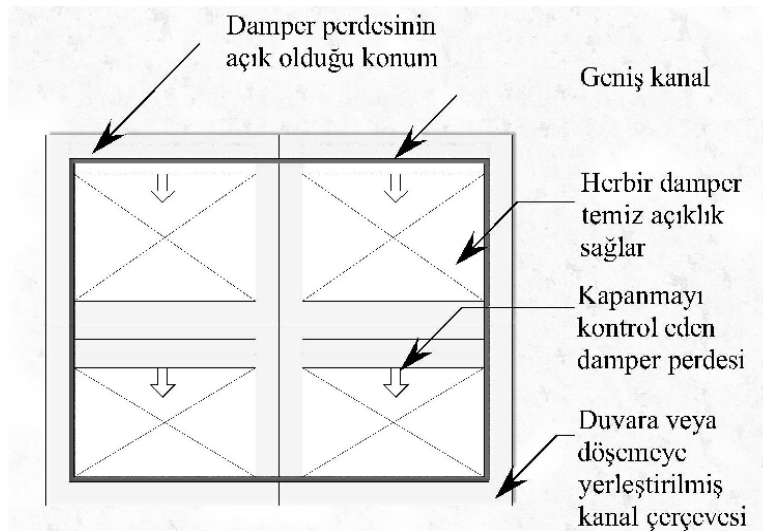
BYKHY'e göre havalandırma kanalları bir duvarı geçerek başka bir bölüme geçiyorsa, duvar geçişlerinde yangın damperleri kullanılmalıdır. Duman tahliye kanalları yangın zonu duvarlarını delmemelidir. Kanalin bir yangın zonu duvarını veya katını geçmesi durumunda, kanal üzerine yangın zonu veya katını geçtiği yerde yangın damperi konulmalıdır. Eğer, havalandırma kanalı korunmuş bir şaft içinden geçiyorsa şafta giriş ve çıkışta yangın damperi kullanılmalıdır. Basınçlandırma sistemine ait kanallarda yangın damperi kullanılmaz [14, Madde 87].

Perde şeklinde düzenlenmiş duman damperleri galvanizli saçtan veya paslanmaz çelikten yapılırlar (Şekil 4.14). Damperin harekete geçmesi, eriyebilir bağlantı elemanının sıcaklığın 70 °C nin üzerine ulaştığında kendini bırakması ile olmaktadır. Bağlantı elemanı genişliğinin damper genişliğine uyması gerekmektedir. Çok geniş boyutlarda havalandırma kanalları kullanıldığında, çok sayıda damperin birleşimi gerekebilmektedir (Şekil 4.15) [65].



Şekil 4.14. Perde şeklinde yangın ve duman damperi [65]

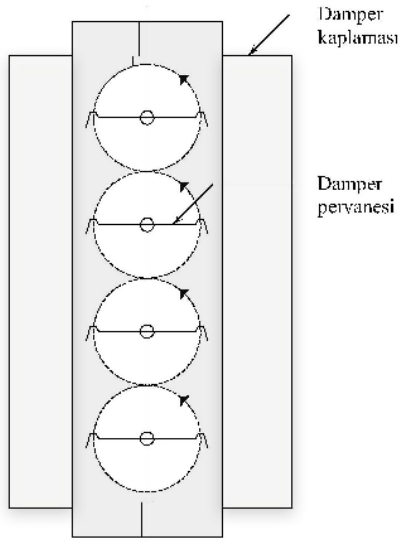
Yangın ve duman damperleri 240 dakika süresince yangın geciktiriciliği sağlamalıdır. Doğru birleşim detaylarına sahip olmaları dayanımlarını etkilemektedir. Damperlerin kapatıldıktan sonra tekrar kullanılabilir olmaları denetlenmelidir [65].



Şekil 4.15. Bölümlere ayrılmış yangın damperi [65]

Şekil 4.16'da görülen çok sayıda pervane ile oluşturulmuş yangın ve duman

perdeleri, galvanizli saçtan veya paslanmaz çelikten yapılırlar. Geniş kanallarda kullanılırlar. Harekete geçmesi, duman detektörlerinden verilen sinyal ile dışarıda düzenlenmiş bir cihaz ve eriyebilir bağlantı elemanı yolu ile pervanelerin geriye çekilmesi ile olmaktadır [65].



Şekil 4.16. Çok sayıda pervane ile düzenlenmiş yangın ve duman damperi (pervanelerin açık olduğu durum) [65]

5. BİNA ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

5.1. Dumanın Yayılmasının Önlenmesi

Yangınlarda dumanın içeriğindeki zehirli maddeler ve uyuşturucu gazlar doğrudan hayatı tehdit etmekte olup, bünyesindeki diğer katı ve sıvı tanecikler de göz, solunum yolları gibi organlara zarar vermektedir [28].

Duman, sıcaklığın artmasına ve yangının yayılmasına yol açarak, maddi zarara sebep olmaktadır. Duman, yanan malzemenin cinsine bağlı olarak, geniş hacimlerde dahi, birkaç dakika içinde tehlike sınırına gelebilmektedir. Bütün hacmin dumanla kaplanması halinde, görüş mesafesi söndürme ekiplerinin müdahalesini imkansız kılacak kadar azalabilmektedir [28].

Duman tahliye sistemi tasarımında iki önemli kriter göz önünde bulundurulmaktadır. Öncelikle insanların güvenli bir şekilde tahliye edilmelerine izin verecek kadar bir süre boyunca duman tabakası kalınlığı, belirli bir kritik yüksekliğin altına inmemelidir. İkinci olarak da kurtarma ve söndürme ekiplerinin rahat çalışabilmeleri için görüş mesafesi düşük olmayan bir alt bölge sağlanmalıdır [28].

Atrium, alış-veriş merkezi, depo, konferans ya da sergi salonu gibi geniş hacimlerde, tavanda biriken sıcak gazların tahliye edilmesi için, en üst noktada doğal havalandırma açıklığı bırakılmakta veya duman tahliye kapağı yerleştirilmektedir. Yangın sırasında otomatik ya da elle açılan bu kapakların alanı, pratikte taban alanının belirli bir yüzdesi olarak alınmaktadır. Yangın çıkan mahallin yüksekliğinden ve yanıcı maddenin özelliklerinden bağımsız olarak hesaplanan bu alan, gereğinden çok daha büyük olabilmektedir. Sayısal çözümler sonucunda; duman tabakası kalınlığı, ortam sıcaklığı ve ışınlı ısı akısı gibi değerler kontrol edilerek, her bir yangın senaryosu için doğal havalandırma açıklığı alanının yeterliliği kontrol edilmektedir [28].

Duman hareketini belirleyen etkenler; sıcak gazların kaldırma kuvveti, baca etkisi, yanma sonunda gazların genişlemesi ve rüzgar basıncı şeklinde sıralanabilmektedir. Açıklıklardaki basınç değerlerinin doğru girilebilmesi için yangın durumundaki ortam sıcaklığı göz önünde bulundurularak yanmış gazların kaldırma kuvveti dikkatle ele alınmaktadır. Büyük açıklıklara sahip hacimlerde yanmış gazların genişlemesi etkili olmamaktadır. Duman hareketi problemlerinde sıcak gazların kaldırma kuvvetinin yarattığı basınç farkı, baca etkisinin yarattığı basınç farkından çok daha büyük olduğundan, duman kontrol sistemi tasarımında öncelikle göz önünde bulundurulmaktadır [28].

Tasarımda kaçış süresinin ön planda olduğu durum, dumana maruz kalan insan sayısının en fazla olduğu, atrium, alış-veriş merkezi, konferans salonu gibi geniş hacimlerde meydana gelen yangınlardır. Bölüm 2.6'da söz edildiği gibi, insanların güvenli bir şekilde tahliye edilebilmeleri için gerekli minimum kaçış süresi (RSET) değeri; yangının başlaması, algılama ve alarm sistemlerinin çalışması, yangının insanlar tarafından fark edilmesi ve kaçış yollarının durumuna göre çıkışa ulaşılması için gereken sürelerin toplamı olarak alınmaktadır [28].

RSET değeri, geniş hacmin yapısına, yangıncıların cinsine ve mevcut duman kontrol sistemine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, RSET değerinin tespit edilmesi için ayrı bir çalışma gerektirmektedir. Güvenli kaçış süresi olarak genellikle 3dk alınmakta ancak özel durumlarda bu süre 5dk ya kadar çıkabilmektedir [28, 73].

Duman tabakasının altındaki temiz alt bölge yüksekliğinin (clear height), kritik bir değere düşmesine kadar geçen süre, mevcut olan güvenli kaçış süresi ASET (Available Safe Egress Time) olarak bilinmektedir. Güvenli kaçış süresi açısından tasarım kriteri olarak [28, 73];

$RSET^1 < ASET^1$ şartının sağlanması gerekmektedir.

¹ RSET: Yangının başlamasından binayı terk eden son insanın da güvenli bir yere ulaşmasına kadar geçen süredir (toplam kaçış süresi) [18].

Duman kontrolü, dumanın mekan dışına çıkarılmasını veya seyreltilmesini kontrol etme metodu olarak tanımlanır. En çok kullanılan metotlar aşağıda sıralanmıştır [74];

1. Yayılmasını durdurmak; dumanın bina içinde yayılmasını önlemek amacıyla bariyerlerin kullanılması,
2. Seyreltme; dumanın güvenli bir sınıra kadar devamlı seyreltilmesi,
3. Temizleme; yangın söndürüldükten sonra ardında bıraktığı duman kalıntılarının binadan uzaklaştırılması,
4. Havalandırma; fanların ve menfezlerin yardımıyla, hafif olan dumanı yangından ve dumandan kaçanların üstünde bir yerde tutmak,
5. Basınçlandırma; yangından gelen dumanı kaçış rotasından geride tutmak için kaçış rotasına temiz hava üfleme,
6. Basınç düşürme; yangın mahalline bitişik korunması gereken yerlere duman gidişini engellemek amacıyla, yangın mahallinden sıcak gazların dışarı atılarak, yangın mahallinin basıncını diğer odaların basıncının altına düşürmektir.

1 dışındaki tüm uygulamalarda havanın hareketi gerekmektedir. Bu hareketi fanlar ve menfezler sağlamaktadır. Başta 5 olmak üzere tüm uygulamalardaki fanların sıcak gazlara dayanıklı olması gerekmektedir [74].

Geçmişte yangına karşı yapılabilecek en iyi hareketin onu oksijensiz bırakmak olduğu düşünülürdü. Ancak, günümüzde hava akışı iki ana nedenden dolayı gerekli görülmektedir [74];

1. Kaçış rotasını dumandan arıtmak ve insanların güvenli bir şekilde tahliyesini sağlamak,
2. Yangına müdahale edenlere yardım sağlayarak, geldikleri anda yangının kaynağını bulabilmelerini sağlamak. Duman sıcaklığı 600 °C'ye ulaştığında ortaya çıkan alev atlamalarını ve karbonmonoksitin sıcak dumanla birleşerek ortaya çıkardığı “korlanma aşaması”nı engellemek ve sınırlamaktır.

¹ ASET: Yangının başladığı zaman ile çevredeki insanlar için tehlike yarattığı ilk durum arasında geçen güvenli kaçış süresidir [18].

Yangın havalandırma sistemlerinde, normal havalandırma sistemlerinin aksine dışarı atılacak hava miktarı öncelikle havalandırılan mekanın büyüklüğüne değil, yangının büyüklüğüne bağlıdır. Duman bulutu yükseldikçe, etraftaki soğuk hava bulutunun içine girmekte ve yangının sıcak yan ürünleriyle ayrıştırılamayan bir karışım oluşturmaktadır [74].

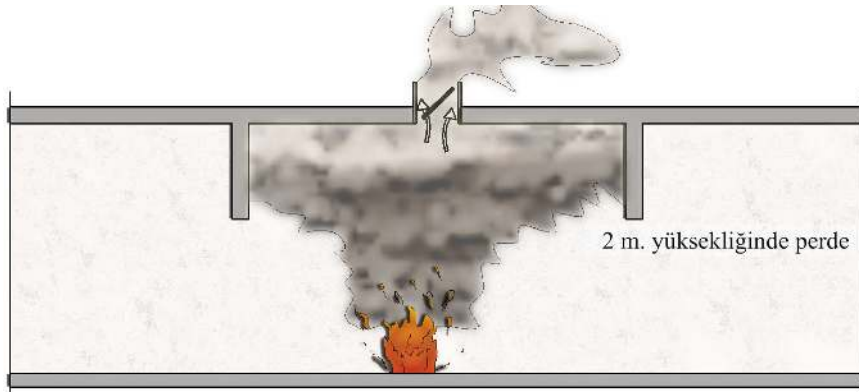
Yangın sonucunda oluşan duman kütesinin miktarı 3 faktöre bağlıdır [74];

1. Yangının çapına,
2. Duman bulutunun içindeki alevlerin sıcaklığına,
3. Sıcak gazların yangın üzerinde oluşturduğu etkin kolon yüksekliğine.

Yangınlarda oluşan duman hareketinin kontrolünü basınç ve hız farklılıklarıyla gerçekleştirme fikri İngiltere ve Avustralya'da 1950'lerden beri geliştirilmektedir. Basınçlandırma ile duman kontrolünün fonksiyonelliği iki temel şarta bağlıdır. Birincisi, hava akımın ortalama hızı, duman hareketini kontrol edecek büyüklükte olmalıdır. İkinci şart ise basınç farklılığı, duman hareketini kontrol edebilir. İkinci şart, birinci şartın özel bir durumu da olsa, bir mühendislik probleminde iki durum ayrı ayrı ele alınmalıdır [74].

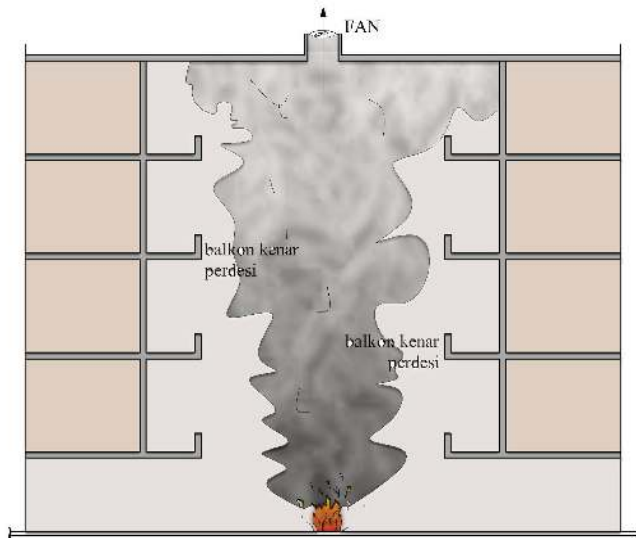
TS 7012'de duman perdesi, duman ve yanma gazlarının yana doğru akışını engellemek için oluşturulan, tavana içten yerleştirilmiş dik bölme olarak tanımlanmaktadır [75]. BYKHY'de ise duman perdesi, yükselen dumanın yanal yayılımını sınırlamak amacıyla tavanda sabit konumda, uzaktan kapatılabilen ya da bir dedektör uyarısıyla kapanan yangına karşı dayanıklı bölücü perde olarak tanımlanmaktadır [14, Madde 7].

Dumanın ideal tahliye biçimi; dumanın duman perdeleri ile tavanda biriktirilerek, yangın kaynağının hemen üzerindeki havalandırmadan doğrudan tahliyesidir. Ancak; Şekil 5.1'de görülen bu durum yangının nerede meydana gelebileceği önceden tam olarak bilinemediği için mümkün olmamaktadır. Bununla beraber; ortamdaki rüzgar ve hava hareketleri de duman tahliyesinde göz önünde bulundurulmalıdır [21].



Şekil 5.1. Dumanın tahliyesi için ideal durumlar [21]

Atrium gibi duman yayılımının önemli olduğu binalarda, dumanın binadan tahliyesinde aktif önlemler dışında, atrium boşluğundan havalandırma bacaları ile dumanın doğal tahliyesi gibi pasif önlemler de alınmaktadır. Duman perdeleri, atrium boşluğunda biriken dumanın yan hacimlere yayılmasını engellemede kullanılabilir. Atrium boşluğu ve bu havalandırma kanallarının da yardımıyla bir baca etkisi oluşturacak duman boşlukta yukarı katlara doğru ilerleyecektir. Bu nedenle; dumanın Şekil 5.2’de görüldüğü gibi balkon kenar perdeleri ile yan hacimlere doğru ilerlemesinin engellenmesi sağlanmaktadır. Sonuç olarak; boşluğun üst tavanında biriktirilen duman, fanların yardımıyla hızla dışarıya tahliye edilmektedir [21].



Şekil 5.2. Atriumlarda duman kontrolü [21]

TS 10546 no'lu standartta duman engelini, herhangi bir yapıda yanma sonucu ortaya çıkan dumanın, yapı içerisinde başka bir bölüme geçmesini engellemek üzere yapılmış engel olarak tarif edilmektedir. Bu engellerin genel özellikleri [76];

1. Duman engelleri duvardan duvara, tabandan tavana veya bir engelden diğer engele olmak üzere sürekli olmalı,
2. Duman engeli olarak kullanılacak duvar, taban ve tavanlardaki çatlaklar yangına en az 30 dakika dayanıklı malzeme ile kapatılmalı,
3. Duman engeli olarak kullanılacak kapılar yangına en az 20 dakika dayanıklı malzemeden yapılmış olmalı,
4. Duman engeli olarak kapıların üst, alt ve yanlarındaki boşluklar 1 mm den fazla olmamalı,
5. Duman engeli olarak kullanılacak kapılar üzerindeki camlar, telli cam olmalı ve cam kenarlarının duman sızdırmazlığı sağlanmalı,
6. Duman engeli olarak kullanılacak kapılar kendi kendine veya tehlike anında otomatik olarak kapanmalı,
7. Duman damperleri ve hava geçiş aralıkları duman engelleriyle desteklenmeli,
8. Yapı içindeki havalandırma cihazları, boşluklara gizlenmiş duman dedektörlerinden uyarı geldiğinde otomatik olarak kapanmalı,
9. Yapı içindeki su borusu, pis su borusu gibi tesisatların geçtiği boşluklardaki duman engelleri, yapının bir parçası olarak tasarlanmalı, bu duman engelleri, içinden geçen tesisatların hareketli kısımlarının bulunduğu yerler dumana direnç gösteren malzemeyle özel olarak kapatılmalı,
10. Duman engellerinin dış duvarlarla, diğer duman engelleriyle veya yangın duvarlarıyla karşılaştığı yerlerdeki açıklıklar, duman geçirmeyen malzemelerle kapatılmalıdır.

5.2. Yangının Yayılmasının Önlenmesi

Yangının yayılımı seyrek olarak ısı transferiyle veya duvar ve döşeme–tavan gibi yapısal elemanların dayanımlarındaki eksikliklerinden meydana gelmektedir. Yangın yayılımının en çok bilinen biçimi ise, bina bariyerlerindeki açık kapılar, tam

korunmamış merdiven, bacalar ve yangın bölmelerinin korunmamış bölgelerinden içeriye sızma şeklinde gerçekleşmektedir [77]. Yangının yayılmasının önüne yangın duvarları ve yangın kompartımanları ile geçilir.

Yangın duvarları; iki bina veya bina içinde yangın alanlarını ayırıcı en yüksek derecede olası zarara karşı sınır oluşturur. Aynı zamanda, yangın duvarları bina içinde de bölgeler oluşturur .Bu duvarlar için dayanım çok önemlidir. Bütün yangın duvarları yangın anında ve yangının söndürülmesinden sonra da güçlerini sürdürmek zorundadırlar [77].

Eğer binalardan en az biri güçlendirilmiş beton veya korunmuş çelik gibi yangın geciktirici bir çerçeveye sahip olursa kolon çizgisi boyunca inşa edilmiş olan panel duvarlar yangında ayırıcılık sağlarlar. Çerçeveler binanın güvenliğini sağlamada en yüksek derecede yangına karşı koymak için yeterli dirence sahip olmalıdırlar. Binalarda yanabilir çerçeve elemanları yangın duvarları ile bağlanabilir. Yangın duvarı korunmasız taraftaki çerçeve ile birlikte yangından sonra da dayanımını sürdürebilmektedir. Yanabilir çerçeve elemanlarının yangın direnci daha düşük olacağı için yangın duvarlarının uygulanmasında dikkatli olunması gereklidir [77].

Genellikle serbest duran yangın duvarları, bir ya da iki katlı korunmamış çelik çerçeve ile inşa edilmiş endüstriyel veya depo binalarında kullanılır. Ekonomik durum nedeniyle yüksekliği sınırlıdır. Bu yangın duvarları tümüyle düşey yükler altında kendini taşımakta olup, bina çerçevesine doğrudan bağlantılı değildirler. Bitişik binanın çerçevesi yatay yükler karşısında destek sağlayabilir. Yangın sırasında yangın yönüne doğru tüm yatay yüklere direkt olarak kolon karşı koymalıdır. Serbest duran yangın duvarları en az 20 kg/m² yüklere karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır. Aynı biçimde yatay yüklere diğer taraftaki çerçevenin dayanımı olmaksızın karşı koymalıdır [77].

Serbest duran yangın duvarlarının yatay yükler altında belirli dayanım sınırları vardır. Dolayısıyla, kullanımları engellenebilir ya da sınırlanabilir. Özellikle deprem yükleri altında çökmeye karşı ve dış duvarlar rüzgar yüküne maruz kaldıklarında

zayıftırlar. İlave destek sağlanmalıdır [77].

Çelik çerçeve binalarda yangın duvarları bina çerçevesine bağlanabilir. Böylece bir taraftaki çökme kuvvetine çerçevenin diğer tarafı ile karşı koyar. Kolon boyunca inşaa edilen bu duvar yatay çerçevenin içine bağlanır. Kolonlar ve duvardan oluşan çerçeve korunmak zorundadır. Bu durumda aynı şekilde yangına dirençli duvar gibi olacaklardır [77].

Binalar arasında yangının yayılmasının önlenmesi için yapılan yangın duvarları yeterli yangın direncine sahip duvar ile sağlanabilir. Binada her bir duvar (yangın duvarı da dahil) çerçeveye bağlanır; çerçevenin çökmesiyle çerçeveden ayrılan yangın duvarı, yangına direnir [77].

Borular, taşıma bantları, kablo gibi yangın duvarından geçen tesisatlar deprem sırasında çeşitli problemler gösterirler. Problemin karmaşıklığı sistemin yalnızca bir tehlike durumuna göre tasarlanmış (yangın veya deprem) olabileceğine bağlıdır. Aynı zamanda veya ardı ardına meydana gelen deprem ve yangın olabileceği hesaba katılarak yangın duvarlarının tasarımı yapılmalıdır [77].

Yangın duvarı; çatı boyunca devam eden, bir taraftan diğer tarafa yangının yayılımına engel olan yangın geciktirici özellikte bir duvardır. Aynı zamanda, yangına müdahale edenler için siper oluşturmaktadır. Bununla beraber, çoğu zaman yangın duvarları, yangın geciktirici çatı kaplama malzemeleri nedeniyle çatı boyunca devam etmeyebilirler. Genellikle, kendi ağırlığını taşıyan yangın duvarları, geleneksel yapım sistemi olan kalın tuğla duvarlarla oluşturulurlar. Yangın duvarlarının genel olarak 2-4 saat yangına dayanımlı olması gerekmektedir. Yangın duvarlarının bilinen yapım sistemleri; takviyeli beton, tuğla, beton blok türleri ile olmaktadır. Yangın duvarları; yangının binanın çevresine aniden dolaşarak yayılmasına engel olmaktadır. Ayrıca yangın duvarının bittiği noktalarda herhangi bir açıklık bulunmamalıdır. Yangın duvarının, yanabilir malzemeden oluşmuş çatı kaplamaları kullanıldığında çatının üzerinde parapet şeklinde yükselip, saçak bitiş hizasını da geçmesi gerekmektedir (Şekil 5.3) [15]. BYKHY’de ise yangın

duvarlarının; çatı düzlemini en az 60 cm aşacak şekilde yapılması gerektiği belirtilmiştir [14, Madde 28].



Şekil 5.3. Yangın duvarı [15]

Yangın kompartımanı; bir bina içerisinde, taban ve tavan döşemesi de dahil olmak üzere her yanı en az 60 dk yangına karşı dayanıklı yapı elemanlarıyla duman ve ısı geçirmez alanlara (hacim) ayrılmış bölümdür [14, Madde 7].

Bir mekandaki yangının tamamen gelişmesi halinde ve yangın ayırıcı bölgelerin bulunmadığı durumlarda ise yangın bitişikteki mekana çok hızlı bir şekilde sıçrayabilmektedir [77].

Yangın bulunduğu odadan ve alandan diğer bir tarafa yatay ve düşey olarak yayılabilir. Bu durumda, yangından ısınmış yanmamış erimiş ürünler taze havayla karışacak ve dışarıya doğru akacaktır. Yayılan alevlerin yanmaz tavanın altına hareket ederek aşağıdaki koridorlara, yukarıdaki açık merdivenlere ve boşluklara yayılacağı bilinen bir gerçektir. Şaşılabilecek bir benzerlikte, yangının yayılımının endüstriyel ve depo binalarında tavan altından olduğu gözlemlenmiştir. Yanabilir bitirme malzemeleri koridorlarda ve düşey açıklıklarda yangının yayılmasının önüne geçemezler, ısınarak sıcaklıkta eriyerek zararlı ürünler çıkaran bu ürünler ana yangına eklenerek yangının yayılmasına neden olurlar [77]. Yangın kompartımanları ile yangının yayılmasının önüne geçilebilir.

Yangın kompartımanı doğru tasarlandıklarında ve korunmuş açıklıklara sahip

olduklarında, yangını tutarak, düşük tehlikelere karşı mahalde bulunanlar için en yüksek derecede güvenlik sağlarlar. Bununla beraber, eğer tam anlamıyla uygulanmamışsa, bakımı yapılmamışsa ve bariyer açıklıkları korunmamışsa hiçbir yangın kompartımanı yangının yayılımına karşı koruma sağlamayacaktır. Bu nedenle, yönetmeliklerde belirli bir oranda duvar ve döşemelerde yangın geciktirici özellik şartı getirilmiştir [77]. Bununla ilgili olarak, Bölüm 4.2’de BYKHY’de belirtilen koşullar verilmektedir.

5.3. Kaçış Yollarının (Çıkış-Exit) Planlanması

BYKHY’de kaçış yolu; bir yapının herhangi bir noktasından zemin seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş yol olarak tanımlanmaktadır. Kaçış yollarının tamamı [14, Madde 31];

- Oda ve diğer bağımsız mekanlardan çıkışlar,
- Her kattaki koridor ve benzeri geçitler,
- Kat çıkışları,
- Zemin kata ulaşan merdivenler,
- Zemin katta merdiven başından aynı katta yapı son çıkışına götüren yollar,
- Son çıkış olarak belirtilmektedir

Kaçış yolu olarak tanımlanan tüm yollar ve merdivenler, güvenli bir kaçışı sağlamaları için yangına ve dumana karşı korunmuş olmalıdır.

Yangın güvenliğinde en önemli konulardan biri de insanların tahliyesidir. Kaçış ve tahliye yolları; insanların bulundukları bir ortamda, ani gelişen acil bir durum karşısında, darbe, çarpma, çökme, devrilme, kayma, ezilme, kesme, yaralama, boğulma, zehirlenme, yanma vb. onlara zarar verebilecek etkenlerden arındırılmış ve onlara en kısa yoldan bağımsız olarak sağlıklı bir açık alana çıkaran yollardır. Bu korunmuş yollar genellikle ikinci bir kaçış yolu olan yangın merdivenleri ile bütünlük sağlamalıdır. Gerek yangın anında kişilerin emniyetli bir kaçışının

sağlanması ve gerekse olay yerine gelen yangına müdahale edenler için uygun kaçış yolları ve yangın merdivenleri yapıların vazgeçilmez unsurlarıdır [78].

Binadan kaçış yollarının planlanmasında yeterli sayıda çıkış temin edilmeli, yangına ve dumana karşı korunmuş olan merdiven ve asansör alanları yangının bir diğer kata geçmesine engel olacak şekilde planlanmalıdır. Yangın emniyeti açısından sadece yangın merdivenleri değil, tüm çıkış yollarının yangına dayanıklı ve korunmuş bir şekilde inşa edilmesi gerekmektedir [78].

Acil bir durumda insanların, girmiş oldukları yoldan (ana giriş kapıları, atrium alanı vs) çıkmaya eğilimli olacakları kesindir. Bu durum; insanların sözü edilen mekanlarda daha çok alan ve daha az klastrofobik (kapalı alan korkusu) koşullar olduğunu düşünmelerindendir. Gerçekte geniş alan duman kontrolünün sağlanamadığı en tehlikeli bölgelerdir. Büyük hacimlerde genişleyen duman buradaki insanlar için tehlike oluşturmaktadır [78].

Binadan kaçış yollarının planlanmasının içindeki insan sayısına bağlı olduğu kadar binanın genel planlamasına ve yüksekliğine de bağlı olduğu gözardı edilmemelidir [78].

Yangın durumunda, binada bulunan insanların yaşları, sağlık durumları ve zihinsel kapasiteleri hareket yeteneklerini ve güvenli bir alana doğru ilerlemelerini etkilemektedir. Ayrıca, yüksek binalar insanların tahliyesini zorlaştırmaktadır [15].

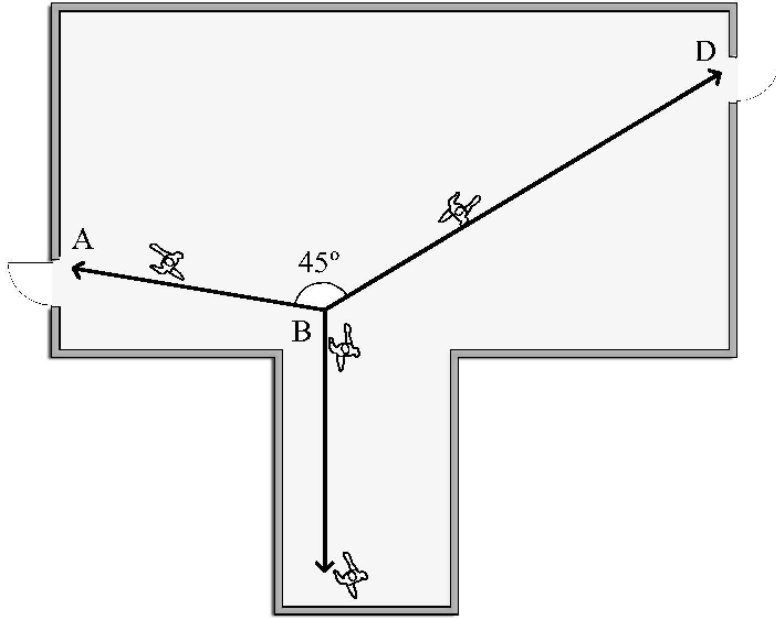
Kaçış yolu planlarında alternatif kaçış yolları bulunması gerekmektedir. Bir kaçış yolunun yangın ve duman nedeniyle kapanması durumunda diğer kaçış yolu insanların tahliyesini sağlamaktadır [15].

Bir binadaki kaçış tüm güvenli çıkışları içine almaktadır. Bir çıkış; kapı boşlukları, merdivenler, rampalar, koridorlar ve geçit yerleri (passageway) gibi yatay ve düşey yollardan oluşabilir [67].

Başka bir ifade ile çıkış; doğrudan çıkışa yönelten kapılar veya korunmuş bir bölümden geçerek dışarı ulaşım, duman geçirimsiz kuleler, iç ve dışarıdaki merdivenler, rampalar, binada bulunan yürüyen merdivenler ve hareketli yürüme yollarıdır [67]. BYKHY’de de belirtildiği gibi asansörler çıkış olarak kabul edilmezler [14].

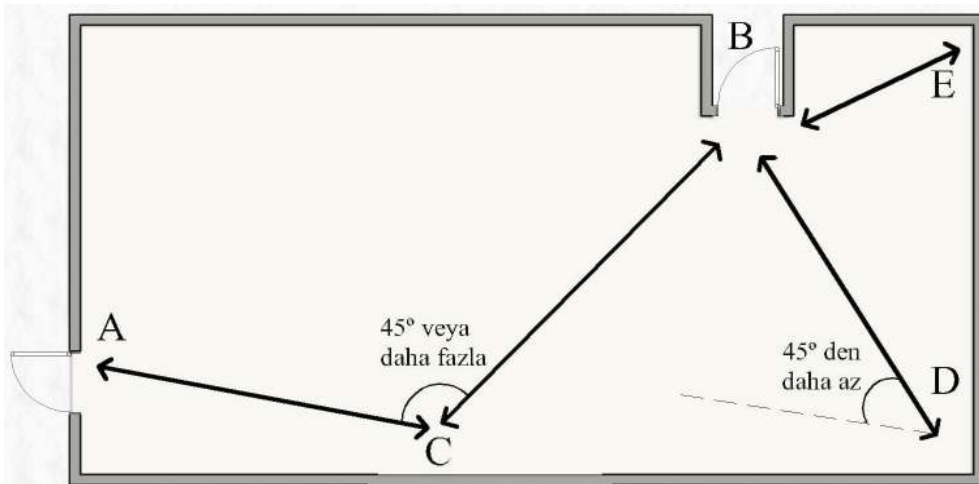
BYKHY’e göre, kullanıcı yükü, gerekli kaçış ve panik hesaplarında kullanılmak üzere brüt alana göre, konferans salonu, lokanta, bekleme salonları, konser salonları, topluma açık stüdyo, düğün salonu ve benzeri yerlerde $1,0 \text{ m}^2/\text{kişi}$, dans salonları, bar, oyun salonları ve benzeri yerlerin oturulan kısımları için $1,0 \text{ m}^2/\text{kişi}$, ayakta durulan kısımlarda $0,50 \text{ m}^2/\text{kişi}$, büro binalarında, dernek merkezlerinde, hastane yatak odalarında $10 \text{ m}^2/\text{kişi}$, süper marketlerde $2 \text{ m}^2/\text{kişi}$, alışveriş merkezlerinde $7 \text{ m}^2/\text{kişi}$, otoparklarda $30 \text{ m}^2/\text{kişi}$ alınır. Çıkış genişliği için, çıkış kapıları, kaçış merdivenleri, koridorlar ve diğer kaçış yollarının kapasiteleri 50 cm lik genişlik birim alınarak hesaplanır. Aksi belirtilmedikçe, birim genişlikten tahliye süresi, kagir yapılarda 3 dakika ve ahşap yapılarda 2 dakika alınıp, 50 cm genişlikten bir dakikada 40 kişi geçebileceği kabul edilmektedir. Çıkış sayısı, çıkış genişliğinin ikiye bölünmesi ile elde edilecek değere 1 eklenerek bulunur. Bununla beraber, 0,50 den büyük kesirlerde bir üst değer esas alınmaktadır. Örneğin; 1000 m^2 lik bir süper marketin kullanıcı yükü 2000 kişi, çıkış genişliği $2000/(3 \times 40) \times 0,5 = 8,34 \text{ m}$, çıkış sayısı $8,34/2 + 1 = 5$ dir. 50 kişinin aşıldığı her mekanda, 25 kişinin aşıldığı sinema, tiyatro, bar gibi eğlence yerlerinde ve yüksek riskli mekanlarda, çıkışlara erişmek için en az 2 kapı bulunması gerekmektedir. Kapılar birbirinden olabildiğince uzakta olup, iki kapı hiç bir noktadan 45 dereceden daha dar bir açı ile görünmemelidir. Kişi sayısı 500 kişiyi geçtiği durumlarda en az 3 çıkış düzenlenir [14, Madde 32].

Şekil 5.4’de görüldüğü gibi ABD arasındaki açı en az 45 derece olmalıdır. CBA veya CBD (hangisi daha kısa ise) alternatif kaçışlar için belirlenen maksimum mesafeden daha fazla olmaması gerekmektedir. Bununla beraber, CB mesafesi alternatif kaçışın olmadığı durumlarda maksimum kaçış mesafesinden daha fazla olmamalıdır [79].



Şekil 5.4. Kaçış mesafeleri [79]

Şekil 5.5’de C noktasında alternatif kaçış yolları kullanılabilir. Çünkü; ACB açısı 45 dereceden fazladır. Bu nedenle, CA veya CB (hangisi daha az ise) gerekli kaçış mesafesinden daha fazla olmaması gerekmektedir. D noktasında A alternatif kaçış yolu kullanılamamaktadır. Çünkü, ADB açısı 45 dereceden daha azdır. E noktasının da alternatif kaçış yolu bulunmamaktadır [79].



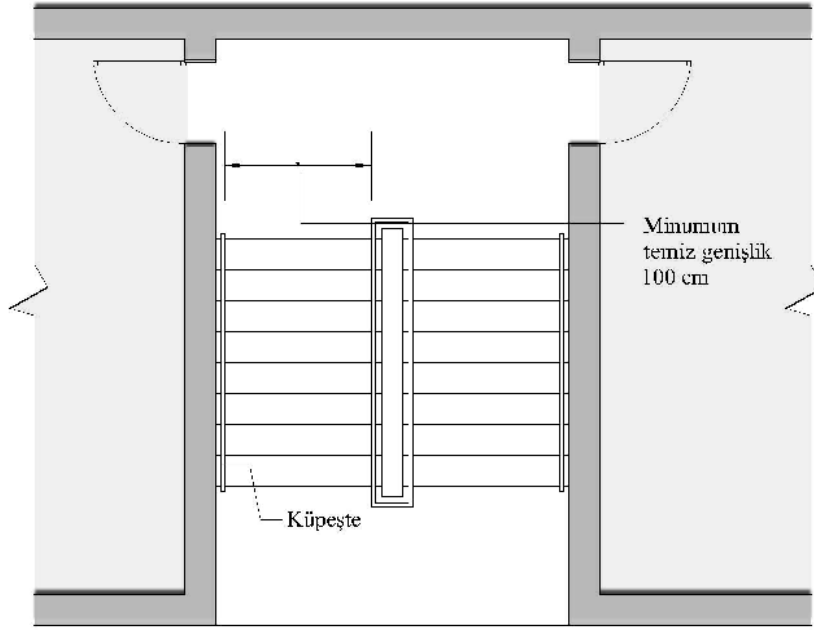
Şekil 5.5. Alternatif kaçış yolları [79]

Kaçış merdiveni ya da diğer kaçış yolları genişliği toplam kullanıcı sayısı 50 kişiden fazla olan binalarda bir kaçış yolunun genişliği 100 cm den az olamaz. Kaçış merdivenlerinin en çok genişliği 200 cm yi geçmemesi gerekmektedir. Genişliği 200 cm yi aşan merdivenler korkuluklarla 100 cm den az olmayan ve 200 cm den fazla olmayan parçalara ayrılır (Şekil 5.8). Kaçış merdivenlerinin çıkış kapasitesi hesaplanırken, 200 cm yi geçen fazlalıklar hesaba katılmaz. İki çıkış gereken mekanlarda her bir çıkış toplam kullanıcı yükünün en az yarısını karşılayacak genişlikte olup, genişlikler, temiz genişlik olarak ölçülür (Şekil 5.6, Şekil 5.7). Kaçış yolu genişliği ile ilgili kurallar aşağıda belirtilmiştir [14, Madde 33];

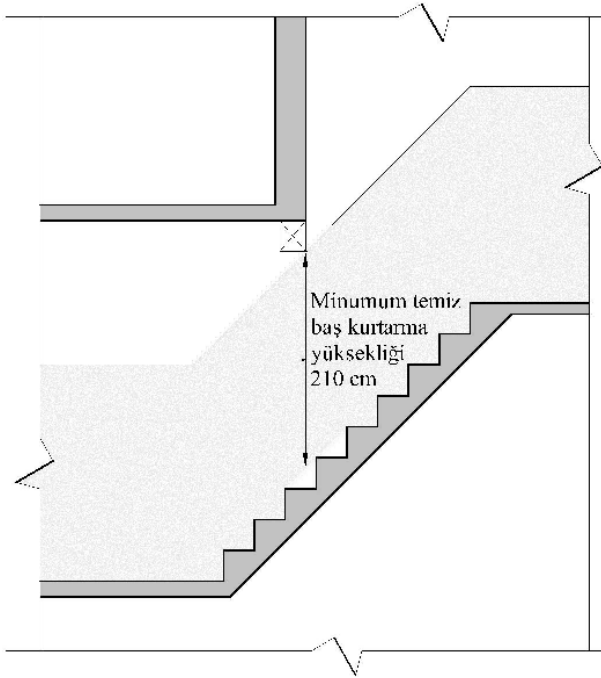
- Kaçış merdivenlerinde; merdiven kolu duvarlarla çevrelenmiş ise temiz genişlik her iki duvarın bitmiş yüzeyleri arasındaki ölçüdür. Merdiven kolunun bir tarafında duvar diğer tarafında korkuluk varsa temiz genişlik, duvar bitmiş yüzeyiyle korkuluk iç yüzeyi arasındaki ölçüdür. Merdiven kolunun her iki yanında da korkuluk varsa temiz genişlik, korkulukların iç yüzeyleri arasındaki ölçüdür ve her iki yandaki küpeşterler 80 mm den fazla çıkıntı yapmamalıdır.
- Çıkış kapısında; tek kanatlı kapıda temiz genişlik, kapı kasası ya da lamba çıkıntısıyla 90 derece açılmış kanat yüzeyi arasındaki ölçüdür. Tek kanatlı bir çıkış kapısının temiz genişliği 80 cm den az 120 cm den çok olmayacaktır. İki kanatlı kapıda temiz genişlik, her iki kanat 90 derece açık durumdayken kanat yüzeyleri arasındaki ölçüdür.

Tüm çıkışlar ve erişim yolları için aşağıda verilen gereklere uyulur [14, Madde 33];

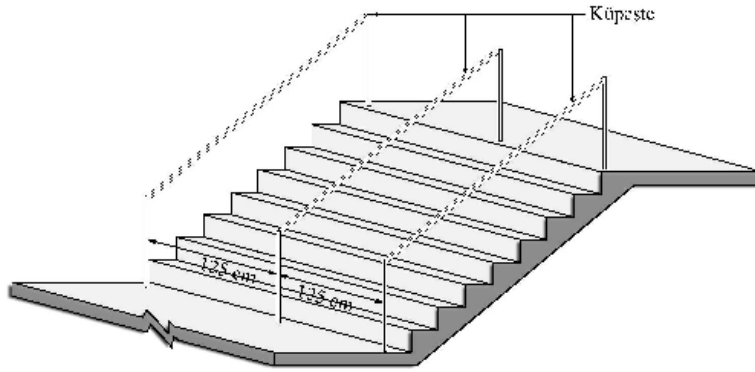
- Çıkışlar ve erişim yolları açık-seçik görülebilir olacak ya da konumları simgelerle vurgulanır. Her an kullanılabilmesi için engellerden arındırılmış durumda bulundurulur.
- Bir yapıda ya da katlarında bulunan her kullanıcı/kiracı için diğer kullanıcı/kiracıların kullanımında olan odalardan ya da mekanlardan geçmek zorunda kalmaksızın bir çıkışa ya da çıkışlara doğrudan erişim sağlanır.



Şekil 5.6. Merdiven genişliği [80]



Şekil 5.7. Merdiven yüksekliği [80]



Şekil 5.8. Bölünmüş kaçış merdiveni [80]

Çizelge 5.1’de insanların tahliyesi sırasında gerekli merdiven genişlikleri verilmiştir. Aşağıdaki çizelgede, insanların tahliyesinin 2 kat için olduğu farz edilmiştir. Kaçış merdivenlerinin genişlikleri aşağıdaki gibi formüle edilebilmektedir [79];

$$w=[(P \times 10)-100]$$

Semboller;

P: Merdiveni kullanan insan sayısı,

w: Merdivenin genişliği (mm)

Çizelge 5.1. İnsanların tahliyesi için gerekli minimum merdiven genişlikleri [79]

Binada bulunan maksimum insan sayısı	Merdiven genişliği (mm)
100	1000
120	1100
130	1200
140	1300
150	1400
160	1500
170	1600
180	1700
190	1800

BYKHY (Madde 70)'e göre kaçış yollarının her zaman aydınlatılmış durumda olması gerekmektedir. BYKHY'de aydınlatma bina ya da yapının genel aydınlatma sistemine bağlı aydınlatma tesisatı ile suni aydınlatma şeklinde sağlanacak, doğal aydınlatma yeterli kabul edilmemektedir. Ayrıca, kaçış yollarında tabanlarda, döşemelerde ve yürüme yüzeylerinde ölçülen aydınlatma seviyesi en az 10 Lüks olacağı, toplanma amaçlı binalarda ise gösteri veya projeksiyon yapılan sürelerde aydınlatma seviyesinin en az 2 Lüks olacağı belirtilmektedir [14, Madde 71].

Şehir şebekesi veya benzeri bir dış elektrik beslemesinin kesilmesi, yangın, deprem gibi nedenlerle bina ya da yapının elektrik enerjisinin güvenlik amacıyla kesilmesi ile normal aydınlatmanın kesilmesi durumuna karşı otomatik devreye girerek yeterli aydınlatma sağlayacak acil durum aydınlatma sistemi düzenlenmektedir. Acil durum aydınlatması normal aydınlatmanın kesilmesi durumunda en az bir saat süreyle çalışması gerekmektedir. Acil durum aydınlatması gereken binalar ve bölümleri BYKHY'de verilmektedir [14, Madde72];

- Toplanma, sağlık hizmeti, ticaret amaçlı binalarda,büro binaları ve endüstriyel binalar,
- Kullanıcı yükü 400'den fazla olan bütün yapılar,
- Çıkış seviyesinin altında 50 veya daha fazla kullanıcısı olan binalar,
- Tüm penceresiz yapılar ve yer altındaki yapılar,
- Tüm otel, motel ve yatakhaneler,
- Daire sayısı 20'den fazla olan apartmanlar,
- Bütün yüksek binalar,
- Tutukevi, cezaevi ve ıslahevlerinin topluma açık bölümleri,
- İçinde yalnız gündüz saatlerinde insan bulunan ve kaçış yolları gün ışığıyla yeterli düzeyde aydınlatılmış olanların dışındaki tüm depolama amaçlı binalardır.

Resim 5.1 ve Resim 5.2’de görüldüğü gibi acil durumda elektrik kesintisi halinde aydınlatma elemanlarını besleyen jeneratörün dış mekanda bulunması da bir güvenlik tedbiri olarak düşünülmüştür.



Resim 5.1. Kaçış yolu aydınlatmalarını besleyen jeneratör [81]

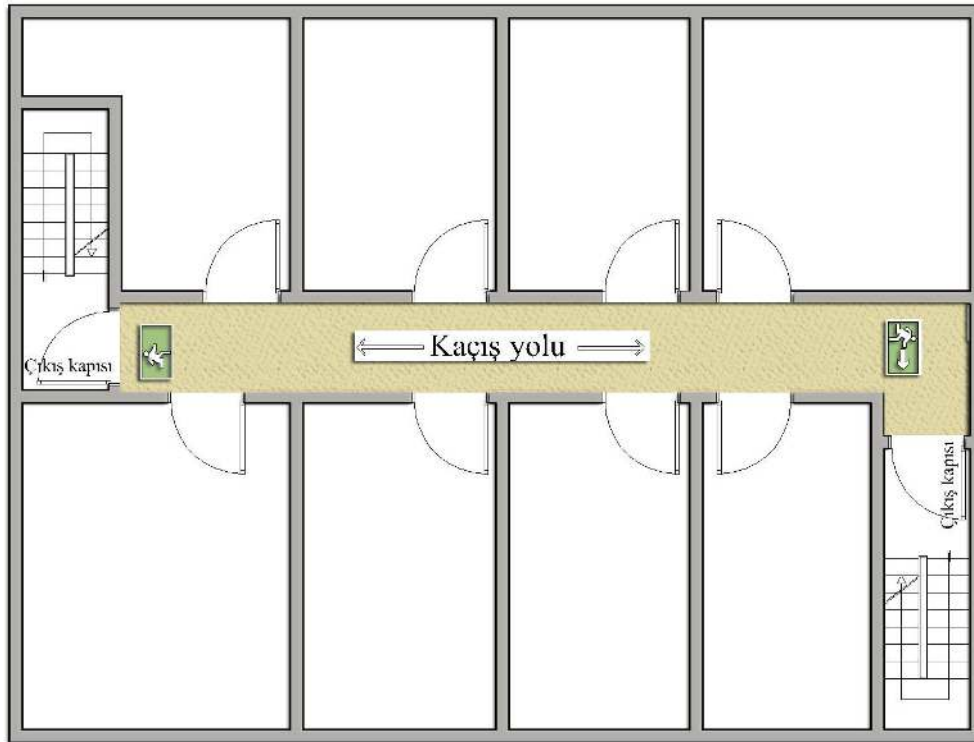


Resim 5.2. Jeneratörlerin beslediği acil aydınlatma elemanları [81]

BYKHY’de birden fazla çıkışı olan bütün yapılarda, kullanıcıların çıkışlara kolaylıkla ulaşabilmesi için acil durum yönlendirmesi yapılması gerektiği belirtilmektedir [14, Madde 73].

Kaçış yolu üzerinde yangın durumunda insanların yangın durumunda yapmaları gereken uyarı işaretleri anlaşılır biçimde düzenlenmelidir. Bu işaretlerin açık ve göze çarpan bir şekilde olup, çevresinde görsel engeller bulunmaması gerekmektedir. Çeşitli dekorasyon ve döşemelerin işaret levhalarının görünmesini engelleyecek şekilde düzenlenmesinden kaçınılması gerekmektedir [15].

Şekil 5.9’da görüldüğü gibi güvenilir kaynaklardan beslenen aydınlatmalı işaret levhaları koridorun her noktasından görülebilen noktalarda düzenlenmelidir. Oklu işaret levhaları çıkış yönünü tarif etmektedir. Bu işaretlerin insanların kaçış yolu üzerinde yönlerini karıştırmamaları için doğru bir anlatıma sahip olmalıdır.



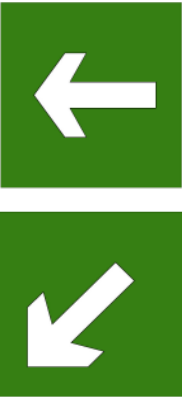
Şekil 5.9. Kaçış yolu işaretleri [15]

Acil bir durumda insanların seri bir şekilde tahliyesi için kaçış yolunun uygun olması yanında yönlendirmenin uygun olması ve insanların hangi kaçıya yöneleceğini önceden bilmesi gerekmektedir. Kaçış yolları belirgin olmalı, çıkış tahliye noktalarını gösteren işaretlendirme levhaları bulunmalıdır [82].

Kaçış yolu işaretleri ile ilgili sembol ve açıklamalar Şubat 1993’de yayımlanan TS 10691 no’lu standartta verilmektedir. Bu standarda göre kaçış yolu üzerinde bulunan işaret levhalarının yeşil zemin üzerinde beyaz sembollerle gösterilmesi gerektiği belirtilmektedir (Şekil 5.10, Şekil 5.11) [83].

Sembol	Anlamı	Şekil ve rengi	kullanılışı
	Acil çıkış	Kare ve dikdörtgen şeklinde, Zemin: Yeşil Sembol: Beyaz	Herhangi bir acil durumda kullanılacak bütün çıkışları belirtmek için kullanılır. Çıkış kapısının görünmediği durumlarda ok sembolü ile birlikte kullanılır

Şekil 5.10. Kaçış yolları sembolleri [73]

Sembol	Anlamı	Şekil ve rengi	kullanılışı
	Kaçış yönü	Kare ve dikdörtgen şeklinde, Zemin: Yeşil Sembol: Beyaz	Herhangi bir acil durumda çıkışların yönünü göstermek için kullanılır. Kaçış yolları sembolleri ile birlikte kullanılabilir

Şekil 5.11. Yardımcı semboller [83]

Renklere yüklenen anlamların standart olması insanların kolay anlaması ve riskleri ayırt etmesi açısından önemlidir. ISO 3846’de acil durum yönlendirmeleri için renkler verilmiştir. Renklerin güvenlik işaretlemesinde [82];

Yeşil: Git, korunmuş alan,

Kırmızı: Dur, yangın müdahale cihazları,

Sarı: Tehlikeli maddeler,

Mavi: Genel açıklamalar şeklinde kullanılması istenmiştir.

Kaçış yollarında yeşil rengin kullanım nedenleri aşağıda verilmektedir [82];

- Duman içinde yeşil renk daha kolay görülmektedir. İnsanların, renk spektrumunda görüşünün en iyi olduğu dalga boyları yeşil rengin sahip olduğu 500 nm ile 520 nm arasındaki dalga boyu aralığıdır. Zeminin yeşil seçilmesinin temel nedeni daha iyi görülebilirliği,dir,
- Bir yangında yeşil rengi hiç oluşmaz. Yangında alev rengi kırmızı ve sarı karışımı ve duman rengi siyahtır. Kırmızı seçildiği takdirde yangında oluşan renklerin yönlendirme işaretlerinin rengi ile karışma ihtimali mevcuttur.
- Yeşil renk dinginliğin, huzurun ve temiz atmosferin rengidir. Dolayısıyla açık havayı ve atmosferi temsil ettiğinden tehlikeden kurtulma işareti olarak kullanılması daha uygun olmaktadır.

Avrupa konseyi'nin EEC/92/58 sayılı direktifinde Avrupa Birliği ülkelerinde aynı grafik sembollerin kullanılması ve işaretlerin grafiklerle belirtilmesi ve son çıkışlarında grafik sembollerle gösterilmesi ve koşan adam, kapı ve yukarı ok kullanılması kararlaştırılmıştır [82].

Yönlendirme işaretlerinin bulunan noktadan açık seçik görülebilir ve anlaşılır olması gerekmektedir. EN 1838'e göre bir yönlendirme işaretinin boyutu bakıldığı noktanın yönlendirme işaretine uzaklığına bağlıdır. Yönlendirme işaretine 30 m mesafeye kadar işaretin yüksekliği 15 cm olmalı ve daha büyük mesafeler için azami görülebilir uzaklığı, dışarıdan veya kenarından aydınlatılan yönlendirme işaretleri için işaret boyut yüksekliğinin 100 katına ($d= 100 h$), içeriden ve arkasından aydınlatılan işaretlere sahip acil durum yönlendirme üniteleri için işaret boyut yüksekliğinin 200 katına ($d= 200 h$) eşit olan uzaklıkta olmalı, bu uzaklıktan daha

uzak noktalardan erişim için gerektiği kadar yönlendirme işareti ilave edilmelidir. Özellikle mesafenin 30 m den az olduğu yerlerde işaret yüksekliği en az 15 cm olmalıdır [82]. BYKHY’de bu uzaklık işaret boyut yüksekliğinin 200 katı olarak verilmektedir [14, Madde 73].

Yönlendirme işaretlerinin her zaman aydınlatılmış olması gerekmektedir. Normal zamanlarda ışıklı olması, insanların sürekli dikkatini çekmesi ve çıkış yerinin bilinç altına yerleşmesini sağlamaktadır. İnsan bilinç altına yerleştiği için acil durumlarda düşünmeden kaçış yoluna yönelirler. Ayrıca, normal zamanlarda arıza durumu fark edilip tamir edilebilir [82].

Kaçış yönlendirme işaretleri kolay görülebilir olmalıdır. En uygun görme yüksekliği baş hizasıdır. Kaçış yollarında yönlendirme işaretleri dışında, kaçış yönü ile ilgili tereddüt ve karışıklık yaratabilecek, hiçbir ışıklı işaret veya nesne bulundurulmamalıdır. Yönlendirme işaretleri hem normal aydınlatma, hem de acil durum aydınlatma durumlarında kaçış yolu üzerinde tüm erişim noktalarından görülebilir olmalıdır. Yönlendirme işaretleri, insanların başları üzerinden görülebilmelidir. Bu yüksekliğin 200 cm ile 250 cm arasında olması istenmektedir. Daha fazla yükseğe yerleştirildiklerinde duman üst kısımlarda biriktiği için görünürlüğü engellenmektedir. Görüş açısı içinde kalması ve üst kısımda biriken dumanın içinde kalmaması için kapıların hemen üzerine konulmalıdır. Yüksek olan hacimlerde asılarak göz hizasına indirilmelidir [82].

Yönlendirme işaretleri bir yapının herhangi bir noktasından dış alana kadar olan kaçış yolunun tamamında devam etmelidir. Kaçış merdiveni içinde de yönlendirmeler devam etmelidir. Merdiven sahanlıklarına konulan yönlendirme işareti aşağı veya yukarı dönük oklar olabilir. Merdiven son çıkışların kaçış sırasında insanların daha aşağıya veya yukarıya gitmelerini engellemek için belirgin bir şekilde işaretlenmesi gerekmektedir [82].

5.3.1. Koridorlar

Koridorlar dumana ve yangına karşı güvenli olmalıdır. Koridorların sağlıklı kaçıışı sağlayabilmeleri için gerekli toplam çıkış kapasitesi 2 veya 3 olmalıdır. Koridorlar, insanların merdivenlerden tahliyesini daha yavaş, zor olmayacak ve güvenli kaçıışı kolaylaştıracak şekilde tasarlanmalıdır [67].

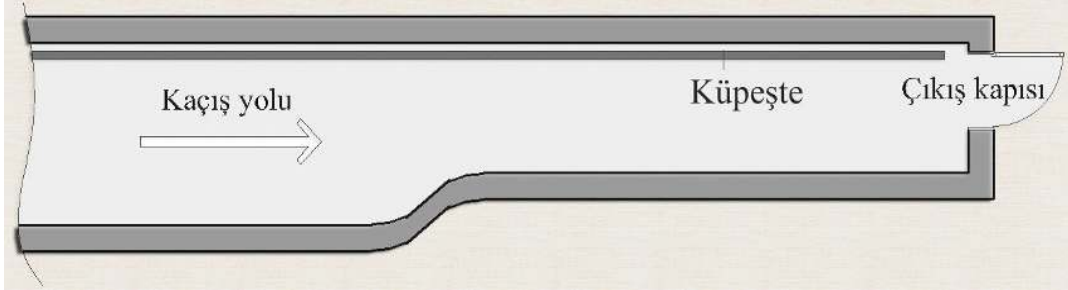
Kapılar koridorlarda yalnızca bir yöne açılmalıdır. Çift kanatlı kapılarda da kapılardan her birinin hareketi çıkış yönündedir. Korunmalı olması gereken bu kapıların, normalde otomatik olarak açılır olması gerekir [67].

BYKHY'e göre; bir yapıda ya da yapı katında, kaçış yolu olarak hizmet veren korunumlu koridor ya da korunumlu holler 3 veya daha az katlı yapılarda 60 dakika yangına dayanıklı, 15.50 m den daha yüksek yapılarda 120 dakika yangına dayanıklı olması gerekmektedir. İç kaçış koridorların ve geçitlerin aşağıda belirtilen özelliklerde olması istenmektedir [14, Madde 36];

- Bir iç kaçış koridoruna/geçidine açılan çıkış kapıları, kaçış merdivenlerine açılan çıkış kapılarına eşdeğer düzeyde yangına karşı dayanıklı olup, otomatik olarak kendiliğinden kapatan düzeneklerle donatılır.
- Kaçış koridoru boyunca döşemede yapılacak üç basamaktan az kot farkları en çok %10 eğimli rampalarla bağlanır. Rampalar yangın merdivenlerine eşit güvenlik önlemleriyle donatılıp, eğim sabit tutulur. Zemin kaymaz malzeme ile kaplanır.
- İç kaçış koridoruyla bağlantılı olan korunumlu merdivenin basınçlandırılması durumunda koridor mekanik yolla basınçlandırılır.

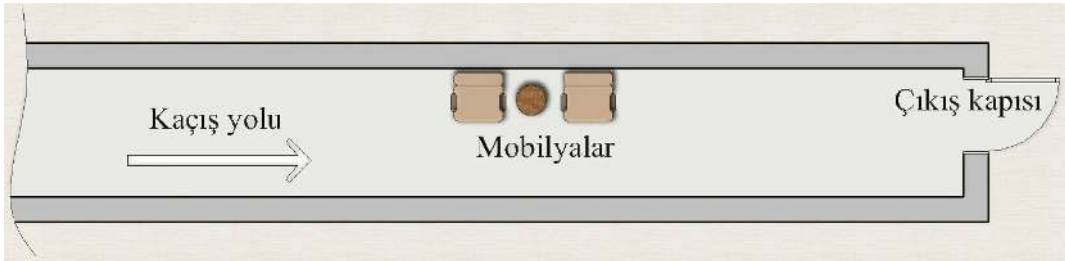
Koridorlar sürekli ve engelsiz kaçıışı sağlamak zorundadırlar. Kaçış yolunun bir parçası olan koridorların çıkış kapısına yönlendirme sağlaması gerekmektedir . Şekil 5.12'de olduğu gibi çıkış kapısına yönelen koridor genişliklerinin daralması sürekliliği engelleyecektir. Sürekliliği sağlamak için duvarda düzenlenen küpeşte çok

fazla çıkıntı oluşturmamalıdır [15].



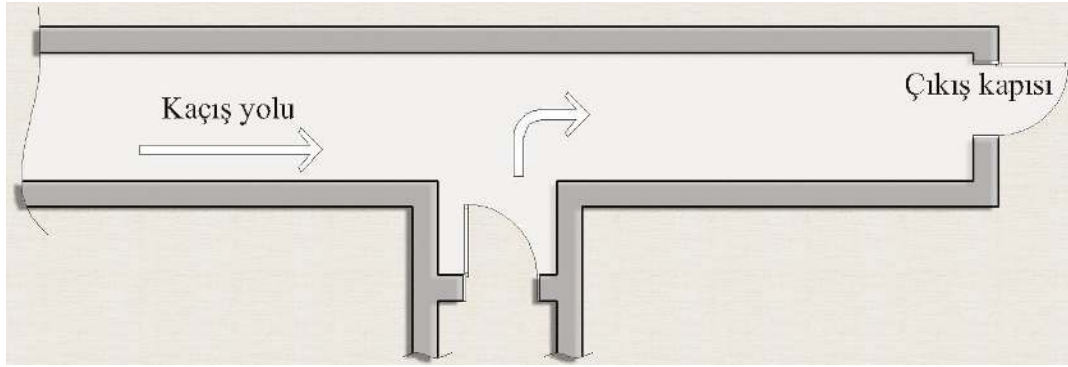
Şekil 5.12. Kaçış yolu genişliği [15, 55]

Şekil 5.13’de görüldüğü gibi kaçış koridorlarındaki mobilya, dekorasyon gibi objeler dar geçitlerin oluşmasına neden olurlar. Bu nedenle koridorlar üzerinde acil durumlarda kalabalık grupların geçişine engel olacak biçimde konumlanmış çeşitli objeler yerleştirilmemelidir [15].



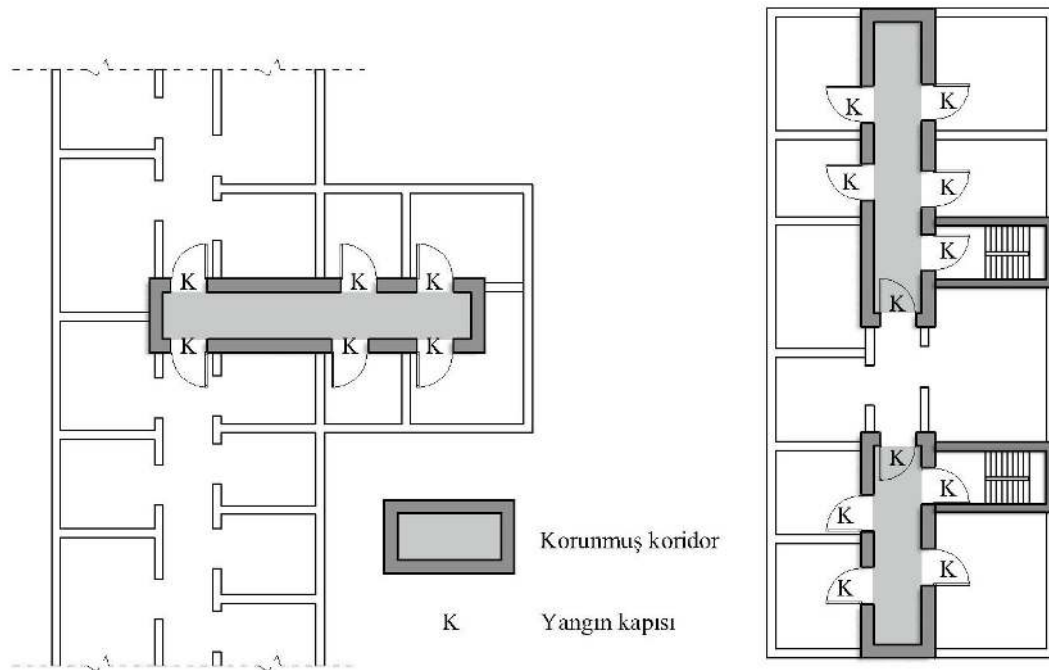
Şekil 5.13. Kaçış yolu üzerinde bulunan engeller [15, 55]

Kaçış koridorları üzerinde bulunan kapılar ve çıkış kapıları kaçış yolu genişliğini sınırlamamalıdır. Mekanların çıkış kapıları koridor yönüne açılmamalı, açılması zorunlu hallerde ise Şekil 5.14’de görüldüğü gibi kaçış yolu üzerinde bir engel oluşturmayacak şekilde tasarlanmalıdır [15].



Şekil 5.14. Kaçış yolu üzerinde bulunan kapılar [15, 55]

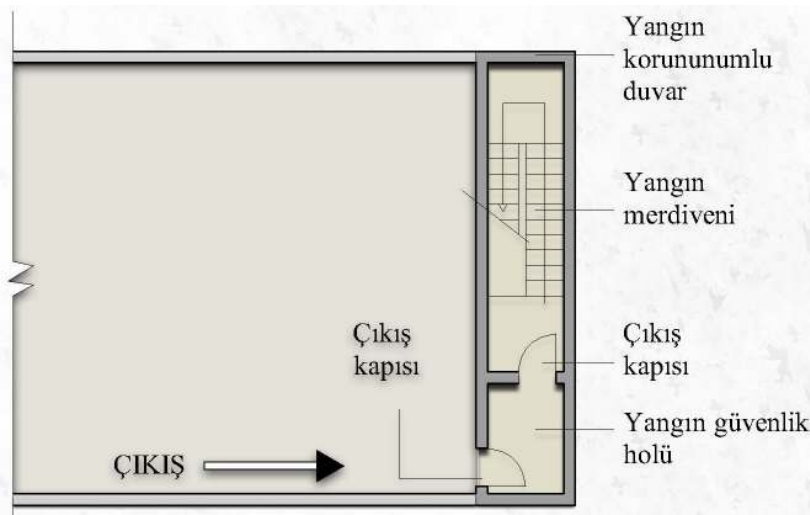
Kaçış koridorlarının çıkmaz bölümleri alternatif kaçış yollarına ulaşsa bile, yangın nedeniyle her iki kaçış yolunda oluşan dumandan dolayı çıkmaz koridorda bulunan insanların kaçıışı için risk taşımaktadır. Bu nedenle, kaçış merdivenlerinin ve koridorların korunmuş ve basınçlandırma sistemi düzenlenmiş olması gerekmektedir (Şekil 5.15). Ayrıca, 4,5 m yi aşan her bir çıkmaz koridorun korunmuş bölümlerinde kendi kendine kapanabilen yangın kapılarının bulunması gerekmektedir [79].



Şekil 5.15. Çıkmaz koridorlar [79]

5.3.2. Yangın güvenlik holü

Yangın güvenlik holü, kaçış merdivenine dumanın yayılımını engellemek üzere yapılır. Kullanıcıların hareketini engellemeyecek şekilde en az 3m² olması gerekmektedir. Döşemeye asansör holünde çıkış kapısına doğru 1/200'ü aşmayacak şekilde bir eğim verilir. Yanıcı madde içermeyen ve kullanım alanlarından bir kapı ile ayrılan koridor ve holler yangın güvenlik hacmi olarak kabul edilmektedir (Şekil 5.16) [14, Madde34].



Şekil 5.16. Yangın güvenlik holü [15]

Yangın güvenlik holü çıkış bileşenlerinden biridir. Her bir açıklık kaçış yollarını oluşturan duvarlarda zayıf bir nokta oluşturarak, yangın girişine izin verebilir. Yangının kaçış yollarına yayılmasıyla kullanımını engelleyebilir. Eğer kapı, kapanma ve kilitlenmede yetersiz kalırsa yangının yangın güvenlik holüne sızmasıyla sonuçlanacak ve kaçış yollarını tehlikeye düşürecektir. Yangın güvenlik holündeki kapı ve diğer açıklıklar kazan dairesi, depo alanları, çöp odaları ve bakım odaları gibi alanlara açılmazlar [67].

Yangın güvenlik holünü kaçış koridorlarıyla karıştırmamak gerekir. Yangın güvenlik hollerinin yapısal çevresinin (duvar-döşeme) korunmuş olması gerekir [67].

5.3.3. Kaçış merdivenleri

BYKHY’ de güvenli bir kaçış merdiveni tasarımı ile ilgili koşullar aşağıda belirtilmektedir [14, Madde 41];

- Bir yangın merdiveninin indiği nokta ile dış açık alan arasındaki uzaklık; bu alanın açıkça görülebilmesi, kullanıcı yükünü karşılayabilecek genişlikte dışa açılan kapı bulunması halinde, 10 m yi geçemez. Sprinkler korunumlu yapılarda sözü edilen mesafe 15 m olabilmektedir .
- Merdivenlerde her döşeme düzeyinde 17 basamaktan çok olmayan, 4 basamaktan az olmayan aralıklarla sahanlıklar düzenlenir.
- Basamaklar kaymaz malzeme ile kaplanır.
- Merdivenlerde baş kurtarma yüksekliği basamak üzerinden en az 210 cm, sahanlıklar arası kot farkı ise en çok 300 cm bırakılır.
- Merdivenlerin basamak yüksekliği (rıht) 17.5 cm den çok, basamak genişliği ise 25 cm den az olamaz. Pervane kanadı biçimindeki rıhtsız basamaklara konutlar dışında hiçbir yapıda kullanımına izin verilmez.
- Kaçış merdivenine ve yangın güvenlik holüne elektrik ve mekanik tesisat shaftı kapakları açılmaz.

Basamak genişlikleri ve yükseklikleri değişken olmamakla birlikte yüzeylerinin insanların takılıp düşmemesi için pürüzsüz olması gerekmektedir. Uygun genişlikteki basamaklar ayağın sağlam bir şekilde yere basmasını sağlar. Merdiven genişliklerinin olması gerekenden çok daha geniş olması durumunda insanların emniyeti için korkuluk düzenlenir [15].

Yangın durumunda insanların çıkışa ulaşmaları için gereken zaman çok kritik bir zamandır. Çıkışlara götüren en uzun kaçış mesafesi; kullanıcıların özelliklerine, yangın tehlikesine ve insanların fiziksel ve acil uyarıya karşı hazır olma kabiliyetlerine bağlıdır. Örnek olarak, konutlarda insanlar uzun zaman uykuda olacakları için kaçış mesafesi ofis binalarından daha kısa olacaktır [15].

Birbirine uzak mesafedeki yangın merdivenleri kaçış için alternatif oluşturmaktadır. Aynı zamanda, binadaki insanların daha kısa zamanda kaçış merdivenlerine ulaşmalarını sağlamaktadırlar. BYKHY’de kaçış merdivenlerinin yan yana yapılmaması ve yerinin belirlenmesinde en uzak kaçış mesafesi ve kullanıcı yükünün esas alınacağı belirtilmektedir. Kaçış uzaklığı, binanın içindeki bir mekanın en uzak noktasından en yakındaki kaçış merdiveninin güvenlik holü kapısına kadar ulaşan mesafe olmaktadır. Çizelge 5.2’de bina tiplerine göre gerekli kaçış uzaklıkları verilmiştir [14, Madde 32].

Çizelge 5.2. Çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları [14]

	Tek yönde en çok uzaklık (m)		İki yönde en çok uzaklık (m)	
Kullanım sınıfı	Sprinklersiz	Sprinklerli	Sprinklersiz	Sprinklerli
Yüksek tehlike	10	20	20	35
Endüstriyel	15	25	30	60
Yurtlar, Yatakhaneler	15	25	30	60
Mağazalar, Dükkanlar	15	25	45	60
Bürolar	15	30	45	75
Otoparklar	15	25	45	60
Okul ve Eğitim Yapıları	15	25	45	60
Toplanma Yerleri	15	25	45	60
Hastaneler	15	25	30	45
Oteller, Pansiyonlar	15	20	30	45
Apartmanlar	15	30	30	60

kaçış merdiveninin duvar, tavan ve döşemesinde hiçbir yanıcı malzemenin kullanılmaması ve yangına 120 dakika dayanıklı olması gerekir [14, Madde 38].

Normal merdivenler yaptığı baca etkisiyle kabul edilen en kötü kaçış yollarıdır. Yalnızca yangından kaçış için yönetmeliğe göre tasarlanmış yangın merdivenleri kullanılmalıdır [67].

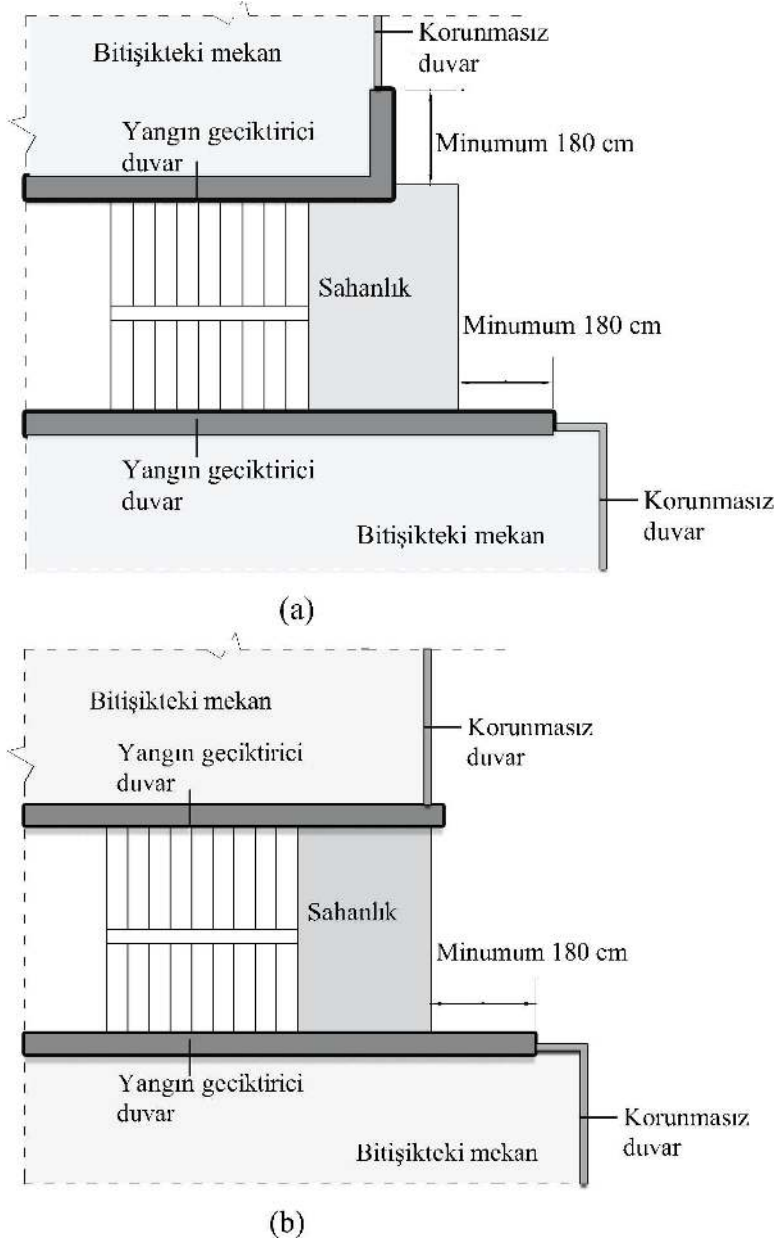
Kaçış merdivenleri ideal olarak sokağa veya zemin kata kadar uzanmalıdır. Eğer; yönetmelikler izin veriyorsa (ki BYKHY bunu kabul etmez), yangın çıkışları zemin kat seviyesinin üzerindeki balkonda son bulabilir. Zemin kata taşınabilir el merdiveni veya sıçrama dışında hiçbir yolla ulaşılmaması nedeni ile güvenilir değildir [67].

Bazı insanlar yükseklik korkusuna sahiptirler (klastrofobi). Dolayısıyla, yangın merdivenlerini isteksiz kullanırlar. O nedenle merdivenler, mümkün olduğu kadarıyla güvenlik duygusu sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Uygun korkuluk ve detaylar güvenlik için çok önemlidir. Kaçış merdivenleri eğer bina dışında yapılıyorsa bina duvarlarına sıkıca bağlanmalı ve paslanmayı engellemek için boyayla korunmalıdır [67].

Dış kaçış merdivenleri

Kaçış merdivenleri bina içinde veya dışında konumlandırılabilir, Ancak, yüksek yapılarda yangın merdivenleri bina içinde düzenlenmelidir [78]. Dışarıda yapılan açık kaçış merdiveni, ilgili gereklere uyulması koşuluyla iç kaçış merdivenleri yerine kullanılabilir ve ayrıca bir korunumlu yuva içinde bulunması zorunlu değildir. Dış kaçış merdiveninin herhangi bir bölümüne yanlardan yatay uzaklık olarak 3 m içerisinde ya da alttan düşey uzaklık olarak 3 m içerisinde kapı ve pencere gibi korunumsuz duvar boşluğu bulunmaz. Dış mekanda açık merdivenlere yüksek binalarda izin verilmemektedir [14, Madde 42].

Korunmuş kaçış merdivene bitişik dış duvarların biçimine bağlı olarak, binanın bir bölümündeki yangın dış duvardan korunmuş merdivene ısı yayabilmektedir. Eğer, korunmuş merdivenin bitişikindeki dış duvar yangın direncine sahip olursa yangın merdiveninin güvenliğini arttıracaktır. Şekil 5.17’de görüldüğü gibi korunmuş merdivenler ile bitişikindeki korunmamış alanlar arasında en az 1,8 m yangın direncine sahip duvar bulunmalıdır. Şekil 5.17 (b)’de sahanlık dış duvar yüzeyin içeride olduğu için bitişikteki duvarın yangın geciktirici özellikte olması gerekmektedir [79].



Şekil 5.17. Korunmuş kaçış merdivenlerinin dış korunması a) Sahanlık dışarıda düzenlenmiş merdiven b) Sahanlık içeride düzenlenmiş merdiven [79]

Dairesel merdivenler

Kaçış merdivenlerine asla odalardan çıkış verilemez. Bazı durumlarda yangın merdivenleri pencerelerden alevler çıktığı zaman insanların yangından korunmasız kalmasına neden olur. Pencere açıklıkları yangın çıkışları için tehlikelidir. Ancak sabit telli camlı pencereler metal çerçevelerle birlikte kullanılabilir [67]. BYKHY bu

tür merdivenler için aşağıdaki asgari koşulların yerine getirilmesini zorunlu kılmaktadır [14, Madde 43];

- Dairesel merdivenler, yanmaz malzemeden yapılmalı ve en az 80 cm. genişlikte olmaları durumunda kullanıcı yükü 25 kişiyi aşmayan herhangi bir kattan, ara kattan veya balkonlardan zorunlu çıkış olarak hizmet verebilmektedir,
- Dairesel merdivenler 9,50 m den daha yüksek olamaz,
- Basamağın kova hattında en dar basış genişliği 15 cm den, kova hattından 50 cm uzaklıktaki basış genişliği 25 cm den az olmaması gerekir,
- Basamak yüksekliği 17,5 cm den fazla olamaz,
- Baş kurtarma yüksekliği 2,5 m den az olamaz.

Bodrum kat merdivenleri

Normal kat kaçış merdivenleriyle aynı düzeyde tasarlanan bodrum kat kaçış merdivenleri diğer kaçış merdivenlerinden en az merdiven yuvası duvarı için istenen yangına karşı dayanıklı eşdeğer yapı elemanlarıyla ayrılır. Normal kat merdiveninin devam ederek bodrum kata hizmet vermesi durumunda aşağıda belirtilenlere uyulması gerekmektedir [14, Madde 46];

- Merdiven, bodrum katlar dahil 4 kattan çok kata hizmet veriyorsa, bodrum katlar dahil tüm katlarda merdivene giriş için yangın güvenlik holü düzenlenir,
- Bir acil durumda üst katları terk eden kullanıcıların bodrum kata inişlerini önlemek için merdivenin zemin düzeyindeki sahanlığı bodrum merdiveninden kapı veya benzeri bir fiziksel engelle ayrılır.

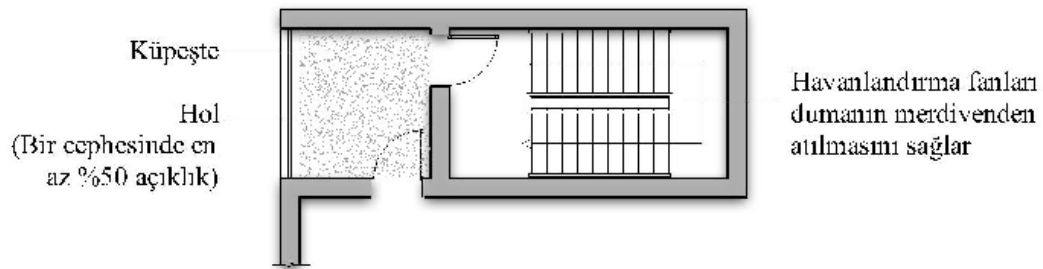
Kaçış merdiveni havalandırması

Konut dışındaki herhangi bir yapıda 21,50 m den yüksek bir kullanım alanı varsa basınçlı havalandırma yapılır. Bununla beraber, dörtten çok bodrum kat içeren bir yapıda yangın güvenlik holüyle bağlantılı olan kaçış merdiveni basıçlandırılmalıdır.

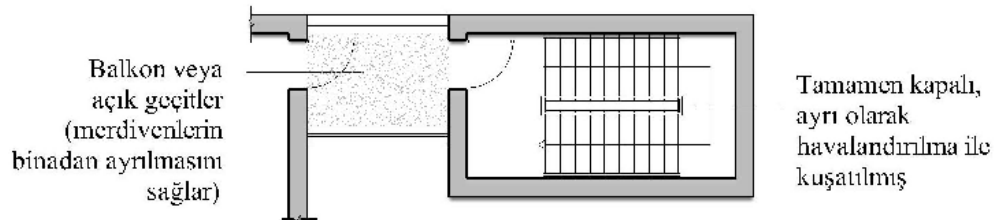
Basınçlandırma sisteminin yangın güvenlik holünde de yapılması durumunda; merdiven tarafındaki basınç, yangın güvenlik holündeki basınçtan daha yüksek olacak şekilde basınç dağılımı oluşturulmaktadır [14, Madde 45].

Duman geçirimsiz kuşatılmış kaçış merdivenleri tasarımı, içeriye dumanın sızmasını engellemektedir. Aynı zamanda, yangına müdahale edenlerin üst katlara güvenle ulaşmasını sağlamaktadır. Şekil 5.18, Şekil 5.19 ve Şekil 5.19’da duman geçirimsiz kuşatılmış kaçış merdivenlerinin farklı düzenlemeleri verilmiştir [15].

Bina çevresinde bulunan yangın merdivenin bitişikteki alana karşı korunması için geniş ve açık hol içinde tasarlanabilir. Rüzgar holden dışarıya duman akışını geciktirebilir veya ters çevirebilir. Buna ilave olarak, açık holler yağmurlu ve buzlu hava koşullarında kaygan zemin oluşturabilirler (Şekil 5.17, Şekil 5.18) [15].

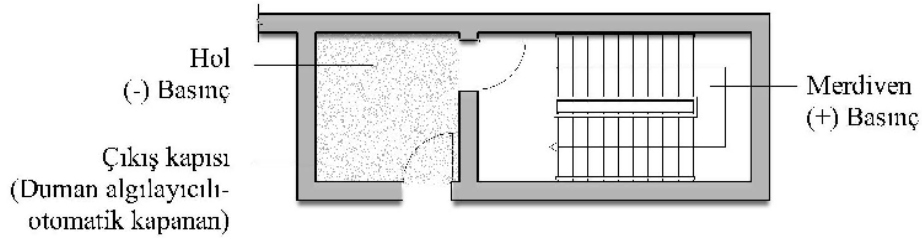


Şekil 5.18. Korunmuş kaçış merdiveni [15]



Şekil 5.19. Binadan ayrılmış kaçış merdiveni [15]

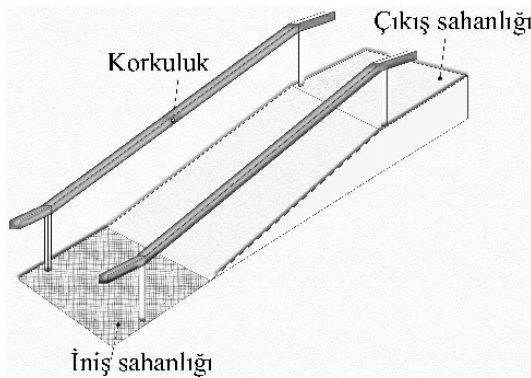
Korunmuş yangın holüne sahip kaçış merdivenlerine (+) hava basıncı, yangın hollerine ise (-) hava basıncı düzenlenerek merdivenlerin duman sızdırmazlığı sağlanmaktadır (Şekil 5.20) [15].



Şekil 5.20. Basınçlandırılmış kaçış merdiveni [15]

Kaçış rampaları

Kaçış rampaları zemin kat seviyesinde 3 den daha az basamak bulunan yerlerde kullanılır. Rampalar, acil durumlarda kalabalık koridorlarda kaçış halindeki insanların karşısına aniden çıkan merdiven basamağı gibi yüksekliklere takılıp düşmesini engellemektedir. Tekerlekli sandalyelerin rampa bitiminde durabilmelerine imkan verecek mesafede, kaymaz malzeme ile kaplanmış [kauçuk gibi] düz bir sahanlık gerekmektedir. Zemin seviyesinde düzenlenen rampalar fiziksel engellilerin yardım almadan binadan kaçışını sağlamaktadır. Rampaların başlangıcından bitişine kadar uzanan korkuluk düzenlenmesi gerekmektedir (Şekil 5.21) [15].



Şekil 5.21. Kaçış rampaları [15]

BYKHY'e göre; iç ve dış kaçış rampaları aşağıda belirtilenlere uygun olmak koşuluyla kaçış merdivenleri yerine kullanılabilir [14, Madde 44];

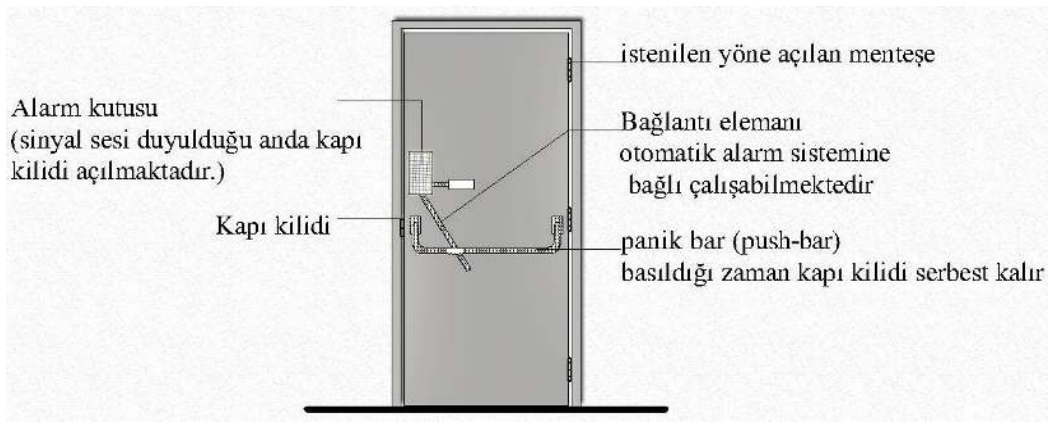
- Araç rampaları kaçış rampası olarak kabul edilmez,
- Kaçış rampalarının eğimi %10'dan dik olamaz,
- Kaçış rampaları düz kollu olup, doğrultu değişiklikleri yalnızca sahanlıklarda yapılır. Ancak, herhangi bir yerindeki eğimi 1/12'den daha büyük olmayan kaçış rampaları kavisli yapılabilir,
- Tüm kaçış rampalarının başlangıç, bitiş düzeylerinde ve gerektiğinde ara düzeylerde yatay sahanlıklar (düzlükler) bulunması gerekmektedir. Kaçış rampalarına giriş ve rampalardan çıkış için kullanılan her kapıda yatay sahanlıklar düzenlenir. Sahanlığın en az genişliği ve uzunluğu rampa genişliğinden az olmayacaktır. Ancak, düz kollu bir rampada sahanlık uzunluğunun 1 m den daha büyük olması gerekmemektedir,
- Kaçış rampalarına, merdivenlere ilişkin gereklere uygun biçimde duvar, korkuluk ya da küpeşterler yapılır,
- Tüm kaçış rampalarında kaygan olmayan yüzey kaplamaları kullanılır,
- Kaçış rampaları, kaçış merdivenlerine ilişkin gereklere uygun biçimde havalandırılır,
- Kaçış yolu olarak yalnızca tek bir bodrum kata hizmet veren kaçış rampalarının korunumlu yuva içinde bulunması gerekmemektedir.

5.3.4. Çıkış kapıları

Çıkış kapıları, kaçış yolu üzerinde yangın güvenlik holü ve kaçış merdiveni gibi yangına ve dumana karşı korunmuş güvenli alanlara açılan kapılar olarak tanımlanır.

Çıkış kapılarının temiz genişliği 80 cm den az olamaz. Kapılarda eşik bulunmayıp, dönel kapılar ve turnikeler çıkış kapısı olarak kullanılmamalıdır. Kaçış merdivenlerine, kaçış geçitlerine açılan çıkış kapılarının kanatları kullanıcıların hareketini engellemeyecek, kullanıcı yükü 50 kişiyi aşan mekanlardaki çıkış kapıları kaçış yönüne doğru açılıp, kendiliğinden kapanan düzeneklerle donatılır. Kaçış merdiveni ve yangın güvenlik holü kapılarının kilitli tutulmaması, gerektiğinde yangına müdahale edenlerin dışarıdan içeriye girmelerine imkan verecek özelliktedir.

Kapıların duman sızdırmaz, en az 90 dakika yangına dayanımlı olmaları istenmektedir. Bir kattaki kişi sayısının 50'yi geçmesi halinde, yangın merdiveni ve yangın güvenlik holü kapıları Şekil 5.22'de görüldüğü gibi kaçış yönünde kapı kolu kullanılmadan (panik-bar veya benzeri düzenekli) açılır (14, Madde 47). “Panik-bar” kapılar karanlıkta ve panik anında kapının hızlı bir şekilde açılmasını sağlar. Dışarıya açılıp kapanabilen dış kapılarda kullanılabilir [15].



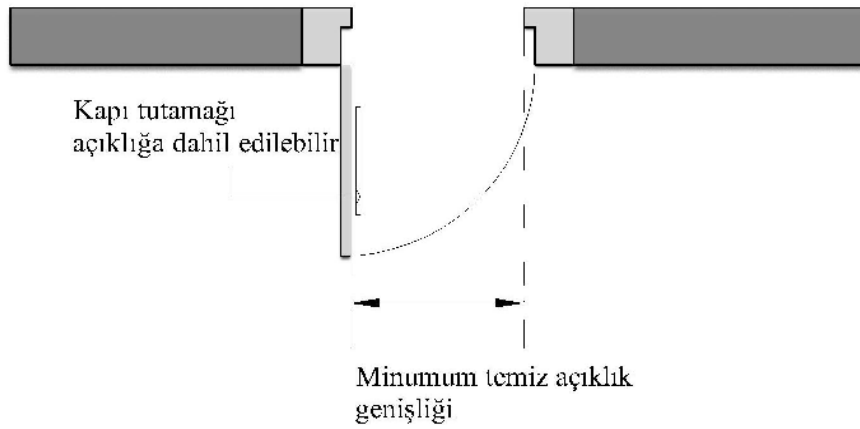
Şekil 5.22. Çıkış kapısı [15]

Resim 5.3'de görüldüğü gibi zemin kattaki kafeteryadan dış mekana açılan kaçış kapıları görünür bir biçimde işaretlenmiş kapıların panik bar (push-bar) olarak tasarlanması ile acil çıkış özelliği getirilmiştir [81].



Resim 5.3. Çıkış kapısı niteliği taşıyan panik-barlı dış kapı [81]

Şekil 5.23’de dik konumda açılmış kapının temiz açıklık genişliği belirtilmektedir. Yukarıda da söz edildiği gibi BYKHY’de kapı temiz genişliği en az 80 cm olarak verilmiştir [14, Madde 47]. Kapı tutamağı, 1 cm den daha fazla çıkıntı oluşturmadığı durumlarda açıklığa dahil edilebilmektedir [79].



Şekil 5.23. Kapı genişliği [79]

Çıkış kapıları yangın ve diğer acil durumlarda insanların anahtar gerektirmeden güvenli alanlara geçişlerini sağlayan kapılardır. Resim 5.4’de görülen yangın geciktirici özellikli kapılar bina içindeki yangın durumunda yangın kompartımanlarını oluştururlar. Çıkış kapıları Resim 5.4’de görüldüğü gibi kaçış için gerekli uyarı işaretleri ve söndürme aygıtları ile donatılmalıdır. Bina içinde yangın bölgelerini ayıran bu kapılar uyarı işaretleri ve alarm sistemleri ile insanların güvenli bölgede kalmalarını sağlarlar [68].



Resim 5.4. Yangın geciktirici ayırıcı bölme nitelikli çıkış kapıları [68]

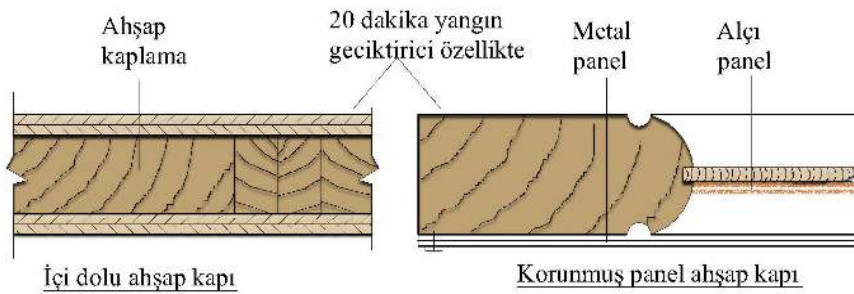
Kapılar için *bütünlük*; yangına maruz kalındığında 10 saniyelik bir süreden sonra belirli bir boyuttaki malzemenin değişmemesi ya da yanma sonucu oluşacak gaz formundaki sıcak oluşumun geçişine izin verecek boşlukların oluşmaması ve kapının yanmayan yüzünün alev almaması olarak ifade edilmektedir [84].

Yalıtımlı kapıların bütünlük performansı göstermesi gerekmektedir. Kapıların yanmayan taraflarında oluşacak ısı artışı ortalama 140 °C ya da 180 °C'nin altında olması gerekmektedir. Kapı kanatlarının içindeki dolgu malzemeleri olarak lifli malzemeler kullanılmalıdır. Sıcaklığın kapının yangına maruz kalmayan tarafına geçişini engellemek için kapı çerçeveleri yalıtım malzemesi ile doldurularak termal bir aralık bırakılır. Yangın kapısı malzemesi olarak çelik ideal bir malzemedir. Yanmaz olduğu için 240 dakikaya kadar yangına direnç göstererek tek parça halinde kalabilmektedirler. Çelik, 120 dakika yangın yalıtımı sağlamaktadır [84].

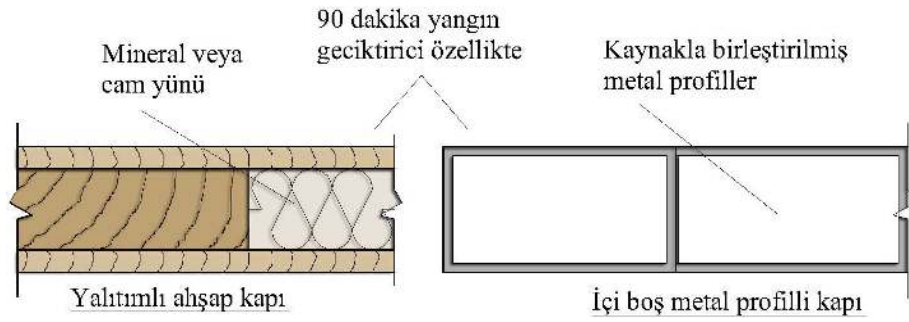
Şekil 5.24, Şekil 5.25, Şekil 5.26, Şekil 5.27'da 4,5 cm kalınlıkta tipik ahşap ve metal kapıların maksimum yangın dirençleri verilmiştir. Detayları verilen bu kapıların yapılan testler sonucunda yangının yayılımına karşı engel sağladığı gözlenmiştir. Yapılan testlerle, kapıların belirtilen yangın geciktiricilik değerleri, ısıya maruz tutulmayan yüzeylerinin istenen süre içinde belirtilen sıcaklığa ulaşmadığı gözlenerek tespit edilmiştir [15].



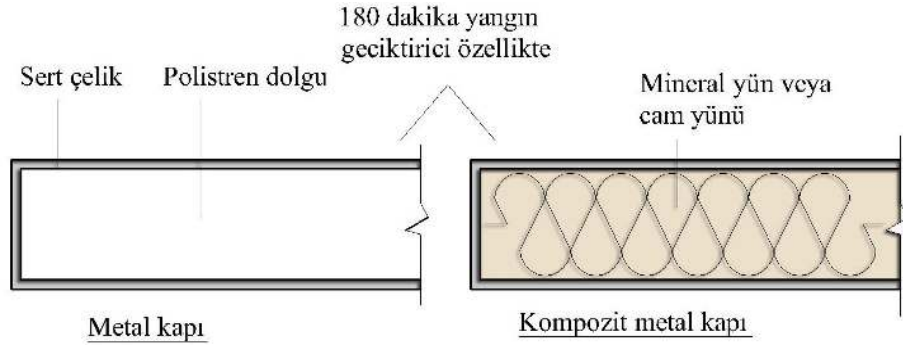
Şekil 5.24. Yalıtımsız ahşap kapı [15]



Şekil 5.25. 20 dakika yangına direnç gösteren kapılar [15]



Şekil 5.26. 90 dakika yangına direnç gösteren kapılar [15]



Şekil 5.27. 180 dakika yangına direnç gösteren kapılar [15]

5.4. Yangın Riski Yüksek Mekanlar

5.4.1. Mutfaklar

Mutfaklar ve çay ocakları binanın diğer alanlarından en az 120 dakika yangına dayanıklı bölmelerle ayrılmış şekilde düzenlenmektedir. Ayrıca, bölme olarak ahşap ve diğer yanıcı malzemeler kullanılmaz [14, Madde 57].

5.4.2. Isıtma merkezleri

Isıtma merkezleri binanın diğer alanlarından yangına en az 120 dakika dayanıklı bariyerlerle ayrılmış olarak merkezi bir yerde bulunmalıdır. Isıtma merkezlerinden diğer alanlara açılan kapılar, en az 90 dakika yangına dayanıklı malzemeden yapılmaktadırlar. Isıtma merkezlerinin kapıları, yangın merdiveni ve genel kullanım

merdivenlerine doğrudan açılmayıp, bir emniyet sahanlığına açılmaktadırlar. Döşeme alanı 100 m² nin üzerindeki ısıtma merkezlerinde, yangına en az 120 dakika dayanıklı ve duman sızdırmaz nitelikte, birbirinden uzakta iki çıkış kapısı yerleştirilmelidir [14, Madde 54].

5.4.3. Garajlar

BYKHY'e göre; dışarıya olan toplam açık alanı, döşeme alanının 1/20'sinden fazla ise ve bu açık alanlar eşit bir şekilde iki cephede bulunuyorsa açık otopark, aksi durumda kapalı otopark kabul edilmektedir. Araç kapasitesi 20'den fazla olan otoparklarda, otomatik sprinkler sistemi, yangın dolap sistemi yapılması gerekmektedir. Araçların asansörlere alındığı kapalı otoparklarda otomatik söndürme sisteminin yapılması zorunlu olmaktadır [14, Madde 60].

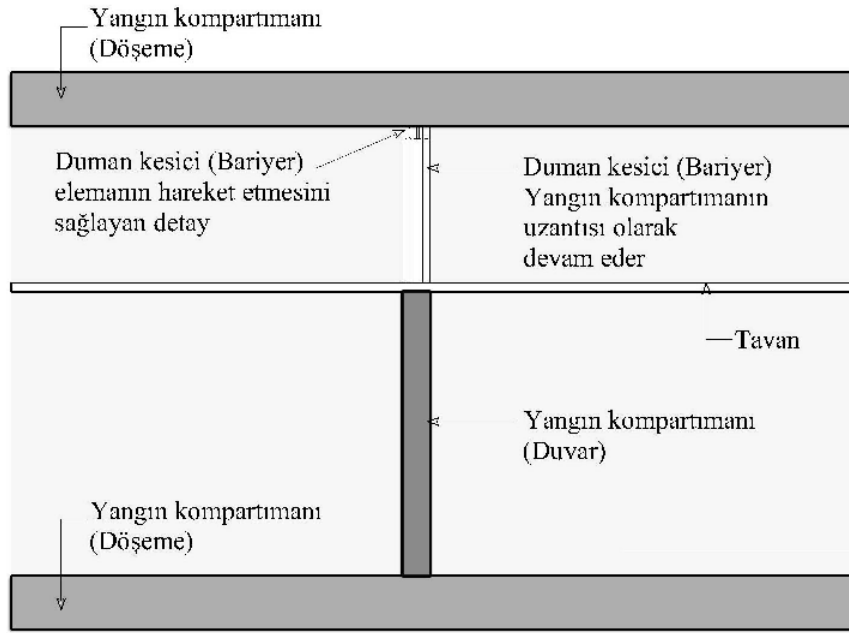
Otoparkların yangın yükü belirli olup, çok yüksek değildir. Havalandırılan otoparklarda düşük olasılıkta bir kattan diğerine yangın yayılabilmektedir. Havalandırma daha öncede söz edildiği gibi yangının ve dumanın yayılımında önemli bir faktördür [79].

İngiliz yönetmeliklerine göre; açık otoparklarda bodrum kat yapılmasına izin verilmez. Ayrıca, bina aynı zamanda başka fonksiyonlar için de kullanılıyorsa, otopark kısmının bu bölümlerden ayrılması gerekmektedir. Kapalı otoparklarda doğal veya yapay havalandırma sağlanmalı ve yangın geciktirici malzemelerin kullanılması gerekmektedir [79].

5.4.4. Tesisat ve havalandırma boşlukları

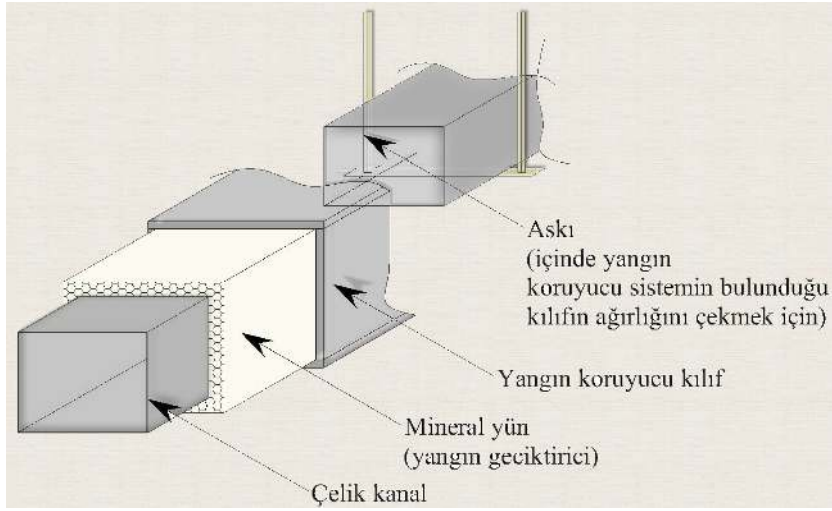
Yangın durumunda aktif havalandırma sistemlerinin kapalı olması gerekmektedir. Bunun yanında, bina içindeki hava hareketlerinin kaçış yolundan başka bir yöne doğru olması gerekmektedir. Yangın durumunda; korunmuş kaçış merdivenlerinde düzenlenen hava basıncı sistemleri, binadaki tüm mekanik havalandırma sistemleri ile uyum içinde çalışmak durumundadır [85].

BYKHY’de havalandırma tesisatları ile ilgili olarak mekanik duman tahliye sistemlerinde kullanılan kanalların çelik, alüminyum ve benzeri malzemelerden yapılması gerektiği belirtilmiştir. Sözü edilen kanallarının kaplama malzemeleri olarak en az B1 sınıfı malzemelerin kullanılması gerekmektedir. Duman tahliye kanalları kaçış yolu üzerinde bulunmaması, kaçış yolu üzerinde bulunuyorsa yangına dayanımlı bir malzeme ile kaplanması gerekmektedir. Duman tahliye kanallarının duvar geçişlerinde yangın damperi kullanılmalıdır. Havalandırma kanal ve bacalarının yangın bariyerlerinden geçmelerine özel detaylar dışında izin verilmemektedir (Şekil 5.28) [14, Madde 87].



Şekil 5.28. Yangın kompartımanı duvarı üzerinde bulunan duman kesici eleman [64]

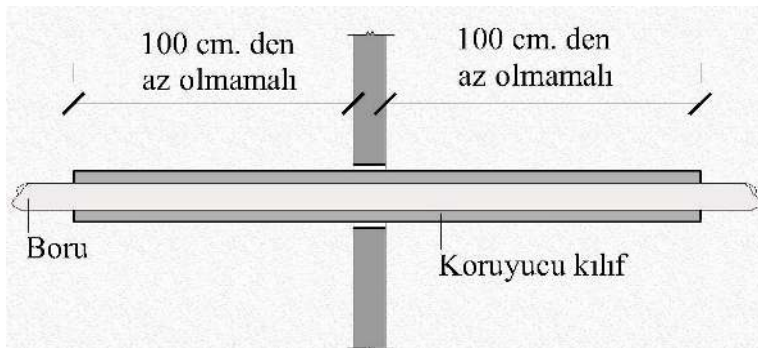
Yangının yayılmasına neden olan tesisat baca ve boşluklarının, yangın bariyerleri hizasında, tesisat dışında, çift taraflı en az 8 mm saçla kaplanmış ve arası yalıtılmış olması gerekmektedir. Hava kanalları, yanmaz malzemeden yapılmalı veya yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır [14, Madde 87]. Şekil 5.29’da çelik havalandırma kanalları için yangın yalıtım detayları verilmektedir. Tesisat boşluklarının en az 30 dakika yangın geciktirici özelliğe sahip olmaları gerekmektedir [85].



Şekil 5.29. Çelik havalandırma kanalları için yangın koruma sistemi [65]

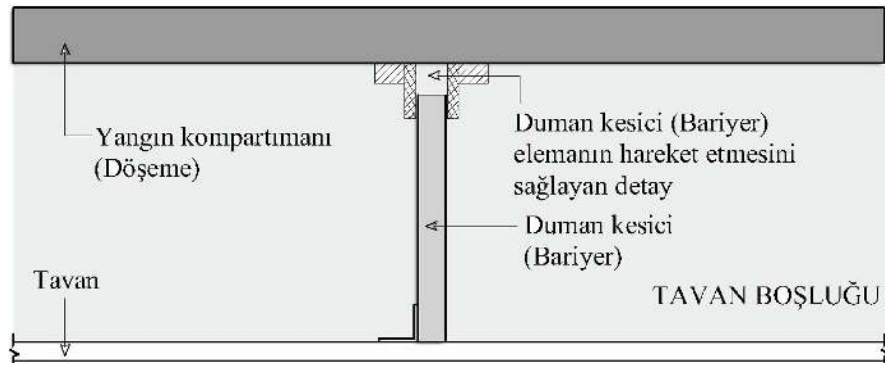
Tesisat borularının korunmuş tesisat boşluklarından geçmediği durumlarda yangına karşı korunmaları gerekmektedir. Şekil 5.30'da yangın bariyeri niteliğinde olan duvarlardan geçen tesisat borularının yangın korunumu verilmektedir. Yangın bariyerlerinin koruyucu özelliklerini tesisat borularının geçtiği noktalarda devam ettirmeleri için duvardan en az 100 cm mesafeye kadar korunmalıdır [79].

Tesisat borularını yangına karşı koruyucu kaplama malzemeler; çimento harcı, alçı esaslı sıva, çimento veya alçı esaslı vermikülit/ perlit karışımları, cam elyafı, seramik esaslı malzemeler ve şişen boyalardır [79].



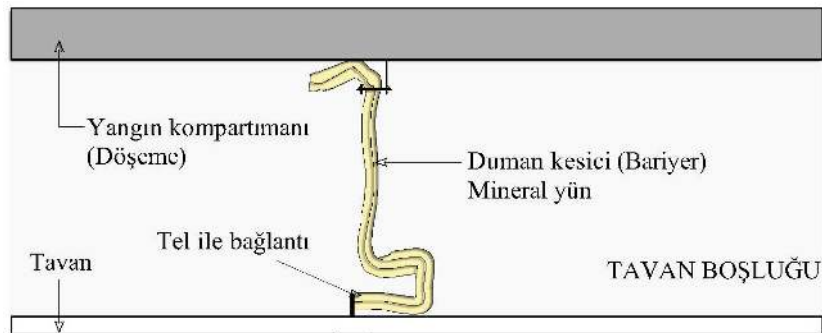
Şekil 5.30. Tesisat borularının yangın yalıtımı [79]

Havalandırma boşluklarındaki duman kesici elemanlarında kullanılan malzemelerin yangın geciktirici özellikte ve uygun düzenlenmiş olması gerekmektedir. Her iki tarafında kullanılan kaplama malzemelerinin yönetmeliklerde belirtilen uyması gerekir. Genel olarak kullanılan kalsiyum slika ve alçı kaplamaların kalınlıkları 12 mm den az olmamalıdır (Şekil 5.31) [65].



Şekil 5.31. Tavan havalandırma boşluğunun yangın koruyucu ve duman kesici eleman ile ayrılması [65]

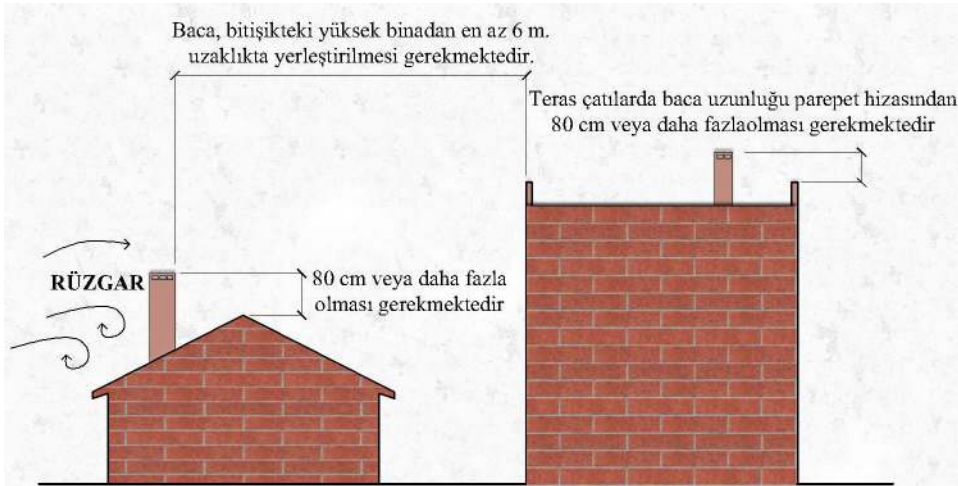
Mineral yün duman kesici elemanların küçük alanlarda kolay uygulanabilir olmasından dolayı üstünlükleri vardır. Kalınlıkları 40 mm den daha az olmamalıdır. Yoğunlukları 60 kg/m^3 olmalıdır. Mineral yünler doğal olarak yalıtım sağlarlar ancak, ek yerleri ve birleşim noktaları duman geçirimi nedeniyle tehlike oluşturabilmektedir (Şekil 5.32) [65].



Şekil 5.32. Tavan havalandırma boşluğunun mineral yün ile ayrılması [65]

5.4.5. Bacalar

Bacalar ve havalandırma boşluklarının, binanın çatı düzleminden yeterli ölçüde uzatılması gerekmektedir. BYKHY’de bu ölçü 80 cm verilmektedir. Bacalar komşu yüksek binanın etkisiyle baca çekişini azaltmamak için mümkünse bu binalardan en az 6 m uzaklıkta bulunacaktır [14, Madde 58]. Bu durumda, Şekil 5.33’de görüldüğü gibi her yönden esen rüzgarın, bacadan yukarıya doğru yükselen, duman ve gazlardan oluşan egzoza karşı bir basınç oluşturmaya engel olunmaktadır. Çatı biçimi, bitişikteki binalar, rüzgar durumu ve diğer faktörler, baca ve havalandırma boşluklarının yerini belirlerken göz önünde bulundurulmalıdır [15].



Şekil 5.33. Çeşitli etmenlere bağlı baca tasarımı [15]

TS 11386’da baca ile ilgili uyulması gereken yangın güvenlik önlemleri aşağıda belirtilmektedir [86];

- Bacanın sebep olmadığı, 90 dakika süren yangın durumunda yangına karşı direnç göstermeli ve bu süre içerisinde yangın baca yoluyla diğer katlara sıçramamalıdır,
- Baca yapımında kullanılan malzeme minimum 740 °C’de yanmaz olmalı, kalıcı biçim ve boyut değiştirmez olmalıdır,
- 500 °C baca gazı sıcaklığında, baca dış yüzey sıcaklığı 100 °C’yi geçmemelidir. Baca içinde olası bir kurum yangını anında dış yüzey sıcaklığı 160 °C’yi

geçmemelidir,

- Atık gaz sıcaklığı ve baca iç yüzey sıcaklığı, bacanın üst kısımlarına doğru düşüş gösterir. Bunun nedenleri; bacada ısı yalıtımının yapılmaması, doğru baca yüksekliğinin sağlanmaması (gereğinden yüksek bacalar), atık gaz hızının çok hızlı ya da yavaş olması ile baca iç yüzeyinin pürüzlü yapısından kaynaklanmaktadır.

6. YERLEŞME ÖLÇEĞİNDE PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Yangının yayılımı bina içinde olduğu kadar binalar arasında da önem taşımaktadır. Bina yerleşimlerinde, cephelerinin yangın durumunda potansiyel ısı taşıyıcı olduğunu ve binalar arasındaki mesafelerin birbirleri için yangın tehlikesi oluşturduğunu hesaba katmak gerekir. Binaların dış duvarların yangına direnci, pencereler, kapılar ve diğer açıklıkların durumu da yangının yayılımı açısından önem taşımaktadır [21].

Mimarlar yerleşim içindeki binaların tasarımlarını yaparken işlevsel ve teknik konularda mevcut yerleşme durumlarını da dikkate alarak değerlendirmek zorundadır. Aynı zamanda, mimar tasarladığı binanın yerleşim içindeki durumunun yangın güvenliği açısından uygunluğunu da hesaba katmak zorundadır [87].

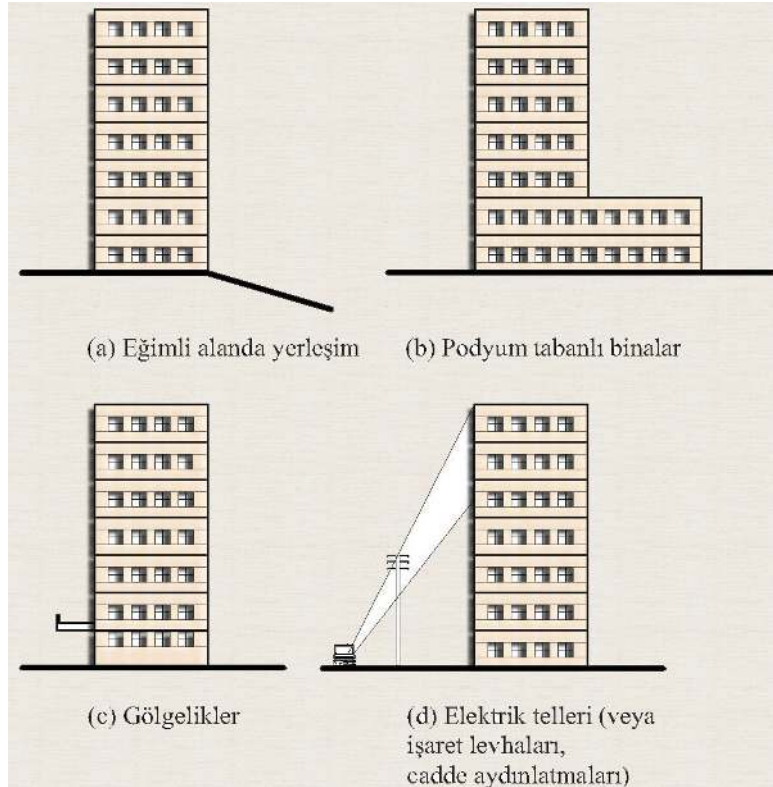
İmar planları yapılırken, konut ticaret, sanayi gibi fonksiyon bölgeleri arasında, yangın havuzları ve su ikmal noktalarının yapımına imkan verecek biçimde, yeşil kuşakların ayrılmasına ve bu yeşil kuşakların, yangın güvenliği açısından fonksiyon bölgelerini birbirinden ayırmasına özen gösterilmesi gerekmektedir [14, Madde20].

6.1. Bina Çevresinin Planlanması

Bina çevresinin, yangın anında yangın söndürme ve kurtarma operasyonlarına engel oluşturmayacak şekilde planlanmış olması gerekmektedir. Ayrıca, binanın çevresindeki alanın, havadan yapılacak müdahalelerde de kurtarma araçlarına engel olmayacak şekilde planlanmış olması gerekmektedir. Bu konuyla ilgili olarak Şekil 6.1' de görüldüğü gibi [15];

- Şekil 6.1.a'da, binanın çevresindeki dik eğim, yangın kurtarma araçlarının çalışması için tehlike ve zorluk oluşturacaktır.
- Şekil 6.1.b'de, binanın podyum taban özelliğinde olması, üst katlara ulaşımı sınırlamaktadır. Bununla beraber, kurtarma merdivenlerinin podyum çatısı üzerinden arkadaki katlara ulaşmasına da engel oluşturacaktır.

- Şekil 6.1.c’de, binanın boyunca düzenlenen saçaklar (kanopi), kurtarma araçlarının müdahalesine engel olacaktır.
- Şekil 6.1.d’de, elektrik telleri, aydınlatma elemanları v.b. engeller nedeniyle kurtarma araçları , işaretlenen bölge içinde bina cephesine ulaşamayacaktır.



Şekil 6.1. Bina çevresinde kurtarma operasyonlarına engel oluşturacak unsurlar
a) Eğimli alanda yerleşim b) Podyum tabanlı binalar c) Gölgelekler
d) Elektrik telleri (veya işaret levhaları, cadde aydınlatmaları) [15]

Ayrıca, bina çevresinin planlamasında, yangına müdahale edecek araçların binaya en yakın noktada park edebilmesine olanak sağlanması da çok önem taşımaktadır [15].

Bina çevresinde bulunan aydınlatma elemanlarının yangına neden olabileceği bilinen bir gerçektir. Yıldırım çarpması durumunda aydınlatma elemanları yangına sebep olabilmektedir. Yerleşim alanı içinde yıldırıma karşı gerekli önlemler alınmalı, bina aydınlatmaları da yangına karşı korunmuş olmalıdır. Özellikle çok katlı binaların çatılarındaki aydınlatmaların korunmaları gerekmektedir [15].

6.1.1. Ulaşım

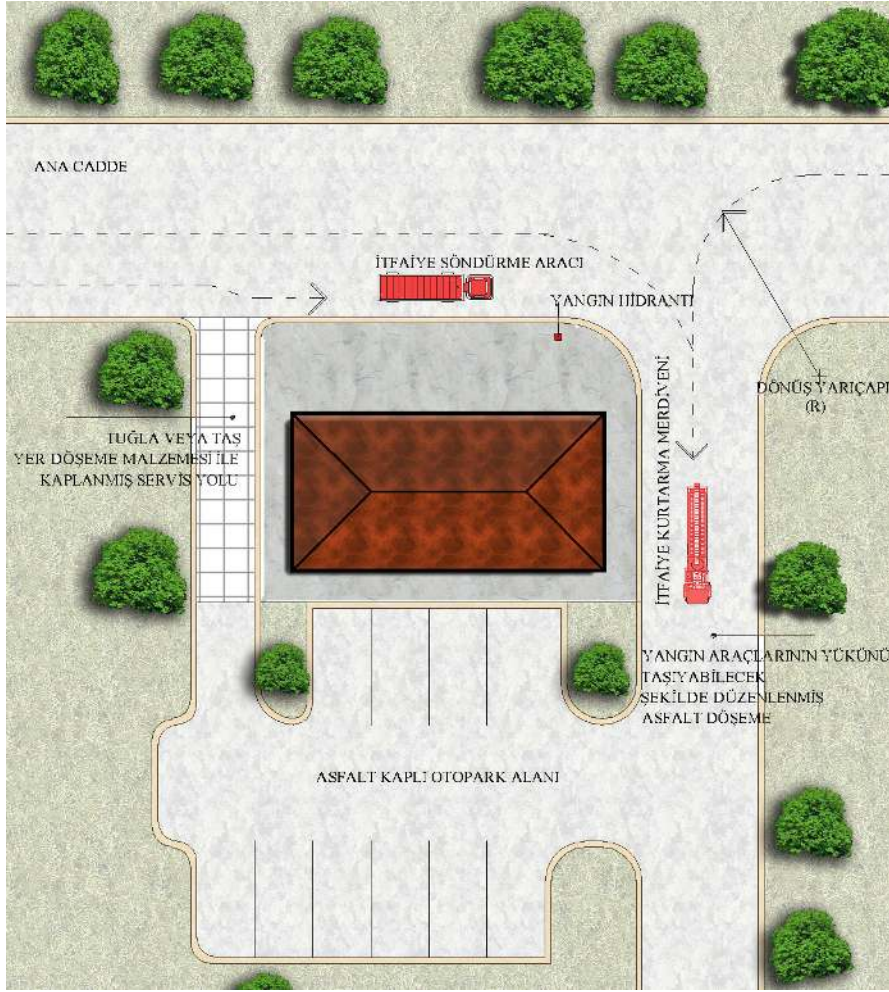
Binalara ulaşım konusu giderek karmaşıklaşmaktadır. Tasarımcılar bu önemli durumu planlama aşamasında göz önünde bulundurmalarıdır [87].

Binaların çevresindeki taşıt yolları, itfaiye araçlarının dönüş yapabilmesi ve park edebilmesi için yeterli genişlikte planlanmalıdır. Ayrıca, yangın söndürme araçlarının ilerleyebilmesi için sert ve düzgün bir yüzeye sahip olmaları gerekmektedir. İtfaiye araçlarının binaya ulaşım yolu üzerinde doğal ve yapay engeller bulunmamalıdır [15].

BYKHY’de herhangi bir binaya ulaşımı sağlayan iç ulaşım yolları için olağan genişliği en az 4 m çıkmaz sokak durumunda ise 8 m olarak belirtmektedir. Bu iç yollardaki dönemeç için iç yarıçap en az 11 m, dış yarıçap ise en az 15 m olması, yol eğiminin ise en çok % 6 olması istenmektedir. Yolun taşıma yükü en az 15 ton (10 tonluk arka dingil yükü düşünülecektir) alınması gerekmektedir [14, Madde 22]. İtfaiye araçların uzunluğu 12-18 m hortum uzunluğu 6-9 m dir [15].

Trafik durumuna bağlı olarak, bazı alanlarda yangına müdahale ciddi şekilde gecikebilir. Yangına müdahale edenler için sınırlı anayol girişini hesaba katmak yararlı olabilmektedir. Bu kriter yangın durumunda ulaşım için önemli bir etmendir olup, tasarımcılar tarafından binalar için uygun yangın güvenliğini seçmede göz önünde bulundurulmalıdır [87].

Dış mekandan binalara erişebilirlikte ideal durum; bütün cephelerden yangına müdahale olanağının bulunmasıdır. Bu durum, çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Yoğun yerleşim alanlarında, yalnızca binaların sokağa bakan cephelerine erişilebilmektedir. Ayrıca; topografya veya diğer engeller, yangına müdahale aygıtlarının etkili bir biçimde kullanımını engelleyebilmektedir [87]. Şekil 6.2’de bina çevresinin planlanmasında sözü edilen unsurlar belirtilmektedir [15].

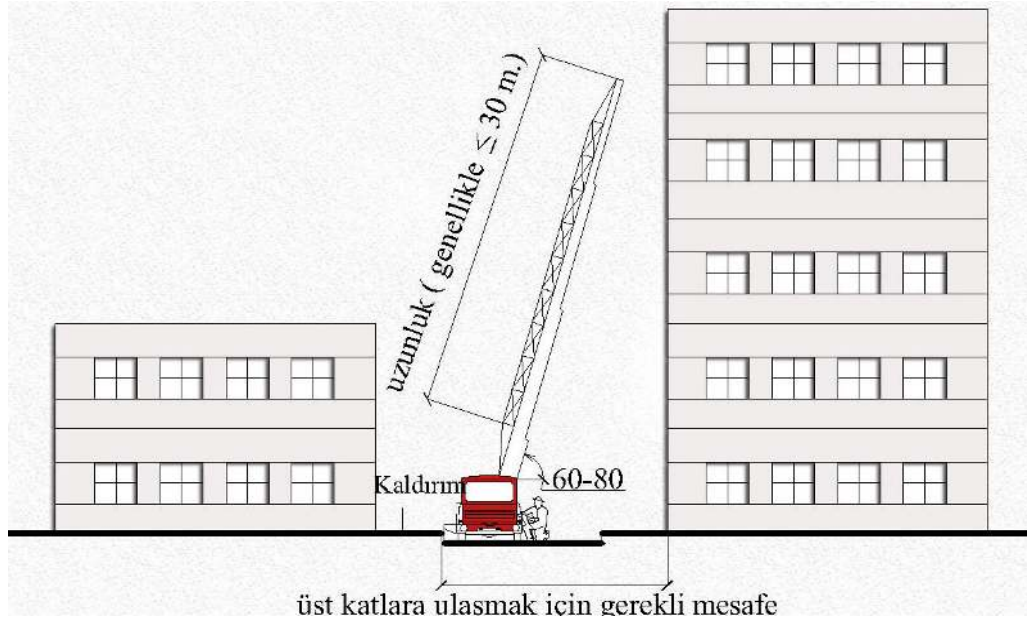


Şekil 6.2. Bina çevresinin planlanması [15]

Alışveriş merkezleri ve bazı binalar caddeden oldukça uzak mesafede yer alırlar. Bu binalara yangın söndürme sistemlerinin ulaşımı zordur. Bu durum, itfaiye merdivenin etkili kullanımını engeller, yükselme platformu ve su püskürtme aygıtları da fayda sağlamaz [87].

Şekil 6.3’de görüldüğü gibi itfaiye merdivenlerinin bina cephelerine emniyetli bir şekilde yükselebilmeleri için gerekli koşullar belirtilmektedir. İtfaiye merdivenin yatayla yaptığı açının 60-80 derece olması gerekmektedir. Bu nedenle, itfaiye merdivenin belirtilen şekilde konumlanabilmesi için bina ile arasında yeterli bir mesafeye ihtiyaç vardır. Bu mesafe binanın yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, 18 m yüksekliğindeki bir binanın çatısına itfaiye merdiveninin 70 derecelik

bir açıyla ulaşabilmesi için gerekli mesafe 7 m olmaktadır [15]. Bu koşullara göre binaya ulaşım yollarının genişlikleri belirlenmelidir.



Şekil 6.3. Yangına müdahale aygıtları için yol genişlikleri [15]

6.1.2. Su kaynakları

Su, normal olarak bina yerleşimlerinde ana su dağıtma sistemi içindeki ana borular ile sağlanır. Her bir şehir bölgesi için gerekli basınçta önemli miktarda su bu yolla temin edebilir [87].

Acil yangın durumu için su temini ve dağıtımına özen gösterilmelidir. Su basıncı yüksek binalarda özellikle çok önemlidir. Geniş cepheye sahip binalar için su teminine daha da fazla dikkat edilmelidir [87].

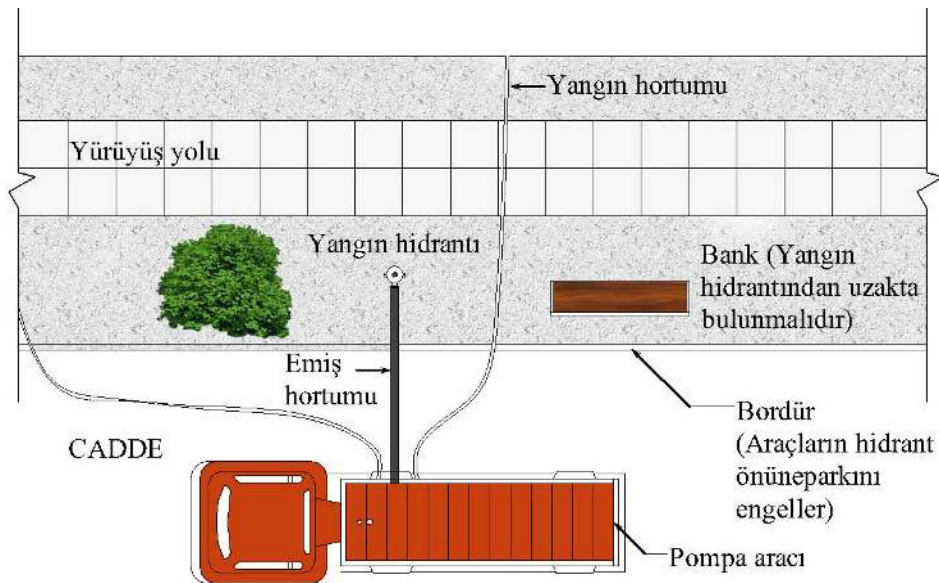
Gerekli basınçta ve yeterli sayıda su kaynağını dağıtmak yangın kontrolünde son derece önemlidir. Günümüzde özellikle alışveriş merkezleri ve konut bölgelerinde hidrantların sayısı ve yeri konusunda yetersiz önlem alındığı gözlenmektedir [87].

Hidrantlar

BYKHY, yangınların söndürülmesine dışarıdan müdahale edebilmek için yapının tüm çevresinde oluşturulacak sisteme bağlı hidrantların mümkün olduğunca araçların ve müdahale edenlerin ulaşabileceği bir yere yerleştirilmeleri gerektiğini belirtmektedir [14, Madde 95].

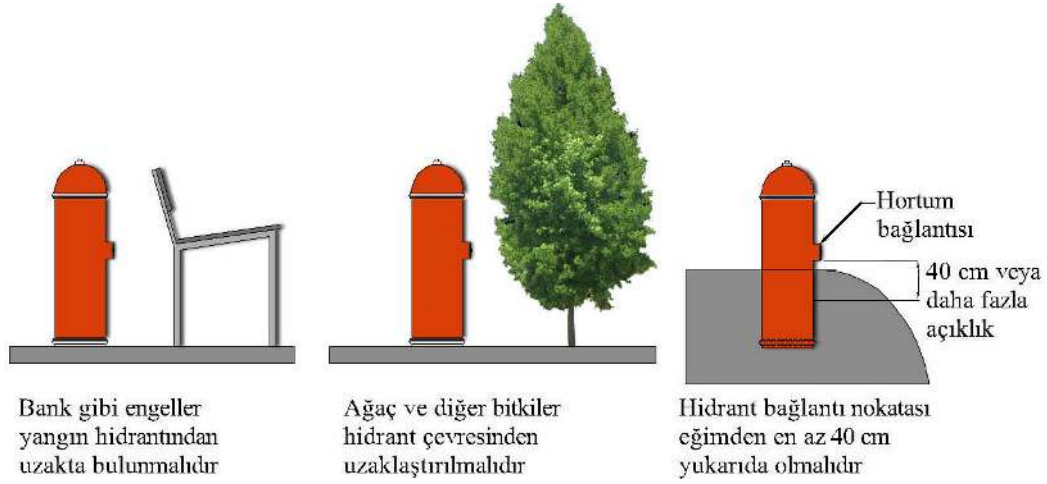
BYKHY'ye göre hidrantlar arası mesafe çok riskli bölgelerde 50 m, riskli bölgelerde 100 m, orta riskli bölgelerde 125 m, az riskli bölgelerde 150 m olması gerekmektedir. Normal şartlarda hidrantların binalardan 5-15 m uzaklıkta yerleştirilmeleri gerekmektedir [14, Madde 95].

Hidrantların taşıt yolundaki yangına müdahale araçlarının su emiş hortum hattıyla hızlı bir bağlantı sağlayabilecek şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, hidrantların taşıt trafiğini kapatacak şekilde yerleştirilmemeleri gerekmektedir. kaldırım bordürü ile diğer araçların hidrantların önüne park etmelerine engel olunması sağlanabilmektedir (Şekil 6.4) [15].



Şekil 6.4. Yangın hidrantı yerleşimi [15]

Bitki veya bir dış mekan mobilyası ile hidratlara ulaşımın engellenebilmektedir (Şekil 6.5) [15].



Şekil 6.5. Yangın hidrantları [15]

Hidrantlardaki dakikada akan litre başına su akışı (lt/dak), yangının söndürülmesinde gerekli yeterli su miktarını göstermektedir. BYKHY’de bu miktar 1900 lt/dak dır. Hidranttaki su basıncının binanın her bir bölümüne ulaşabilmesine olanak sağlaması gerekmektedir [15].

6.2. Yangının Çevreye Yayılmasının Engellenmesi

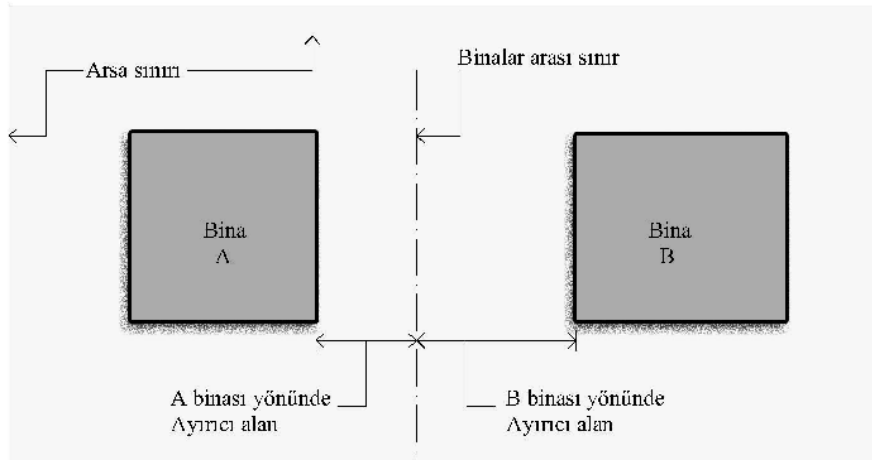
6.2.1. Binalar arası mesafe

Yanan binadan yangının ısıma ile bitişikteki binayı etkileyebileceği göz önünde tutularak, bir binadan diğer bir binaya yangının yayılımı engellemek, gerekmektedir. Yangın sırasında bitişikteki binaya ısı akışı ölçülebilmektedir. Eğer, ısı akışı, tutuşma için gerekli sıcaklık seviyesinde (ahşap için 12.6 kW/m²) ise binalar arasındaki mesafe önemli olmaktadır. Arsalar arasındaki sınırların planlanmış ve binalar arasındaki mesafenin de hemen hemen aynı olduğu da düşünülmelidir [18].

Genel olarak aynı arsa içinde bulunan binalar arasındaki ayırıcı mesafe az bırakılmaktadır. Bazı durumlarda, bu mesafe için bitişikteki arsada bulunan binalar

arasındaki mesafe göz önünde bulundurulur. Binalar arasındaki mesafe aşağıdaki kurallara göre belirlenmelidir (Şekil 6.6) [79];

1. Binalar arasındaki mesafe belirlenirken binaların kullanım amacı göz önünde bulundurulmalıdır,
2. Binaların birbirine bakan cephelerinin korunmasız alanlarının oranı dikkate alınmalıdır, eğer binalardan biri mevcut ise binalar arası mesafeyi saptamada mevcut bina etken olacaktır.



Şekil 6.6. Binalar arası mesafeler [79]

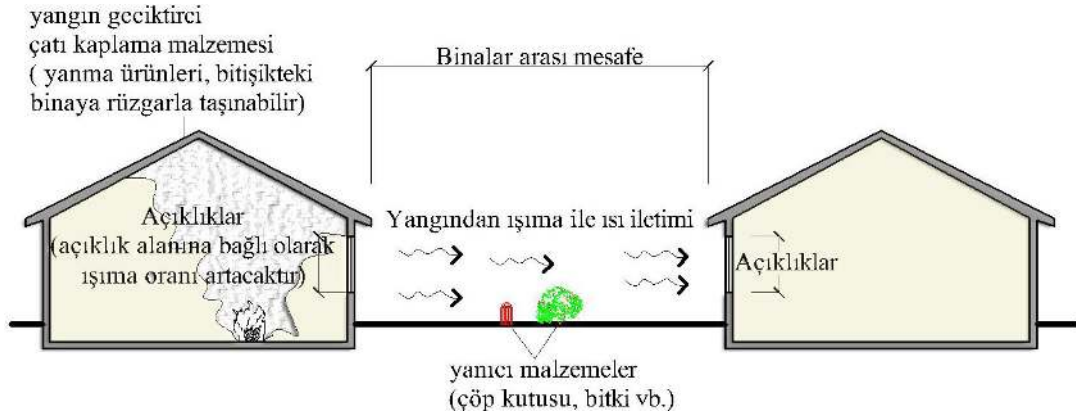
6.2.2. Komşu binaların cephe özellikleri

BYKHY; cepheleri, düşey dış yangın bölmeleri niteliğinde tanımlamaktadır. Bu nedenle, dış cephe kaplamaları yanmaz malzemeden oluşturulmalıdır. Bunun yanında aynı hacimde bulunmayan kapı ve pencere gibi cephe boşlukları arasındaki mesafenin en az 100 cm olması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, yangına en az 30 dakika dayanıklı özel pencereler kullanılmadığı durumlarda cephede en az 50 cm yatay alev itici nervürlerin düzenlenmesi gerekmektedir [14, Madde 27].

Daha önce de sözü edildiği gibi bir binadaki yangın, taşınım ve ısıtım yoluyla komşu binada yangın tehlikesi yaratabilir. Ek olarak, uçuşan, yanan parçalar da tehlike oluşturabilmektedir. Işıma içeride oluşan yangının pencere ve diğer açıklıklardan

geçmesi sonucu ortaya çıkabilir. Aynı zamanda, yanan binaların pencerelerinden, veya binanın yanan cephesindeki alevlerden meydana gelebilir [87].

Yangın anında binanın dış cephesindeki açıklıklardan ısıma yolu ile yayılan ısı, çok yakındaki yanıcı malzemeleri ve yakındaki binaları tutuşturabilir. Şekil 6.7’de görüldüğü gibi, binalar arasındaki mesafe, duvarlardaki açıklıklar ve çevredeki tutuşabilir malzemeler binalar arasında yangının yayılımına neden olan etmenleri oluşturmaktadır. Dış duvar kaplama malzemelerinden beton ve tuğla gibi malzemeler, metallere göre daha az ısıma ile ısı iletirler [15].



Şekil 6.7. Binaların cephe özellikleri [15]

Yangının bitişikteki binanın yapı sistemine etkileri çok önemlidir. Yangının ısı etkisinin yanında, yangın süresince bitişikteki binaların güvenliği etkileyen diğer etmenler şunlardır [87];

- Dış duvar ve çatıların yapım sistemleri,
- Yangının genişliği,
- Yangının yüksekliği,
- Korunmamış dış duvarların açıklıklarının yüzdelik oranı (yüzde yüz açıklıklara sahip olabilirler),
- Dış duvarlar yanabilirliği (yangını bastırmak için yeterli dirence sahip olmayabilirler),

- Odadaki havalandırma özellikleri,
- Yakıt dağılımı veya yüzeydeki yakıt oranının miktarı,
- Odanın boyut ve geometrisi,
- Bitirme malzemelerinin ısısal özellikleri,
- Binalar arasında bırakılan koruyucu mesafe,
- Binaların arasında yanmaz malzemeden oluşan koruyucu yangın duvarı oluşturulması,
- Rüzgarın yönü ve hızı,
- Havanın sıcaklığı ve nem oranı,
- Yangına müdahalenin özelliği ve süresi olmaktadır.

7. BİNALARDA PASİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNE İLİŞKİN KONTROL LİSTELERİNİN OLUŞTURULMASI

Kontrol listelerinin oluşturulduğu bu bölümde, yangın güvenlik önlemlerine ilişkin yapılan analizler sonucu oluşan, tasarımcıyı karar almaya yöneltici bilgilerin kullanımını sağlayacak yöntemin elde edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, oluşturulan kontrol listeleri ile tasarım süreci içerisinde binanın yangın güvenliği kriterlerine uygunluğunu denetleme imkanı sunulmuştur. Kullanılan yöntemde mimarın tasarımında sürecinin neresinde hangi bilgiyi nasıl kullanacağına cevap aranmaktadır. Tasarlanan projenin yangın güvenlik kriterlerinin mevzuatlara olan uygunluğu araştırılırken, mevzuatların da eksikliği ortaya çıkmaktadır.

Yapılan çalışmanın kapsamı yangın güvenliğinin genel bir bakış açısıyla değerlendirilmesi olması nedeniyle önerilen yöntemin de çalışmayla paralellik taşıması amacıyla aynı yaklaşım seçilmiştir. Yönetmelikte kapsam olarak genel yangın güvenlik önlemleri ele alınmıştır. Birkaç özel durum dışında (yangın riski yüksek mekanlar, oteller, alışveriş merkezleri, tehlikeli maddelerin üretim ve depolama tesisleri) farklılaşma bulunmamaktadır.

Daha önce de söz edildiği gibi tezde yangın güvenlik önlemleri yapı malzemesi, yapı elemanları, bina ve yerleşim olmak üzere dört aşamada incelenmiştir. Kontrol listelerinde tasarımcıya yön vermesi ve tasarımına aktarabilmesi amacıyla her aşama kendi içinde irdelenerek, izlenmesi gereken adımların belirlendiği performans kriterlerine dönüştürülmüştür. Kontrol listelerinde düzey olarak performans kriterleri sıralanırken yatayda bu kriterlerin yangın güvenliğinde nasıl olması gerektiği açıklanmıştır. Bu açıklamaları, yapılan araştırmalar ve kriterlerin uygunluğunun denetiminin yapıldığı ilgili yönetmelik maddeleri oluşturmaktadır. Ayrıca “açıklama” sütunlarında da konuya ilişkin tezde yer alan açıklama, çizelge ve şekillere göndermeler yapılmıştır.

Çizelge 7.1. Yapı malzemeleri ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	Malzemenin yangına tepki sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Yapısal malzemeler	Beton	Diğer yapı malzemelerini yangına karşı koruyucu kaplama malzemesi olarak kullanılır. Betonarme sistem içinde betonun kritik pas payı kalınlığı belirlenmelidir.	A1 (Alev almaz, yanmaz, kömürleşmez)	Madde 23	Bakınız Tez, Bölüm 3.4.1, Sayfa (78-80)
	Çelik	Eğer binada çeliğin kritik sıcaklığının (540 °C) üzerinde sıcaklık artışına sebep olacak yanıcı malzemeler bulunuyorsa çelik yapı elemanlarının yalıtılmaları gerekmektedir	A1 (Alev almaz , yanmaz, kömürleşmez)	Madde 23	Bakınız Tez, Bölüm 3.4.1 Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 Sayfa (71-78)
	Ahşap	Ahşap yapı malzemelerinin yanmaya karşı korunması gerekmektedir	B2 (Normal alevlenici), B1 (Zor alevlenici), B3 sınıfı ahşap, yapıda kullanılamaz (d<2 mm)	Madde 23	Bakınız Tez Bölüm 3.4.1, Sayfa(80-82)

Çizelge 7.1. (Devam) Yapı malzemeleri ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri	Tasarım kriterleri	Malzemenin yangına tepki sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Yalıtım malzemeleri	İnorganik (Mineral kökenli, cam elyafı, taş yünü, perlit)	A1 (Alev almaz , yanmaz, kömürleşme z)	Madde 28, Madde 29, Ek-7, Ek-9	Bakınız Tez, Bölüm 3.4.3, Çizelge 3.6, Sayfa (85-88)
	Organik (Sentetik kökenli, polistren, poliüretan, polietilen köpükler)	B3 (Kolay alevlenici)	Madde 28, Madde 29, Ek-6	Bakınız Tez Bölüm 3.4.3, Çizelge 3.6., Sayfa (85-88)
Bitirme malzemeleri	Duvar ve döşeme kaplamaları	B2, Yüksek binalarda A1	Madde26, Madde 29, Ek-6, Ek-7, Ek-8, Ek-9	Bakınız Tez, Bölüm 3.4.2 Sayfa (82-85)

Çizelge 7.1. (Devam) Yapı malzemeleri ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	Malzemenin yangına tepki sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Dekorasyon malzemeleri	Mobilya	Zehirli ve boğucu duman üreten malzemeler kullanılmamalıdır (petrol türevli). Mobilya dolgu malzemesi olarak B3 sınıfı malzemeler kullanılmamalıdır (Poliüretan köpük gibi)	Yapı malzemeleri sınıflarında yer almamaktadır	Bu konuda bir bilgiye rastlanmamıştır	Bakınız Tez, Bölüm 3.4.4, Sayfa (88-89)
	Tekstil	Yapay kumaşların kullanımına dikkat edilmelidir. Yandığı zaman eriyip kaybolarak altındaki dolgu malzemesini ortaya çıkarırlar. Kumaşlar Propan ve provatex ile işlenerek yanmaları halinde kömürleşmeleri sağlanır	Yapı malzemeleri sınıflarında yer almamaktadır	Bu konuda bir bilgiye rastlanmamıştır	Bakınız Tez, Bölüm 3.4.4 Sayfa (88-89)

Çizelge 7.2. Yapı elemanları ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	Yapı elemanının dayanıklılık sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Taşıyıcı sistem elemanları	Kolon ve kirişler	Yangına müdahale edilebilmesi, yapının mümkün olan en uzun sürede ayakta kalabilmesi ve yangının bitişikteki mekanlara yayılmasının engellenebilmesi için yangına dayanıklı olmaları gerekmektedir. Betonarme sitemlerde pas payı kalınlıklarına dikkat edilmelidir. Çelik kolon ve kirişler yangına karşı yalıtılmalıdır.	F30-B, Yüksek binalar için F90-A	Madde 23, Ek-4, Ek-7, Ek-8, Ek-9, Madde104	Bakınız Tez, Bölüm 4.2, Bölüm 3.4.1, Sayfa (97-101)
	Döşeme ve tavanlar	Yangına doğrudan maruz kalan tavan yüzeyi yangına dayanıklı olmalıdır. Döşeme/tavan bileşenleri için yangına dayanımlı detay düzenlenmelidir (tavan için beton, korunmuş çelik veya alçı kaplama).. Asma tavanlar, gerekli durumlarda yangın bariyerleri ile bölünmelidir. Çatı elemanlarının korunumu için çatı döşemesinin yangına dirençli olması gerekmektedir Çatılar 120 dakika dayanıklı tavanlarla depo ve üretim hacimlerinden ayrılmalıdır.	En çok 2 katlı müstakil konutlar için F30-B2, Diğer binalar için F60-B1 Bodrum üstü döşemeler için F90-A, Garajlar için F90-A	Madde26, Madde 52, Madde 104, Madde120, Ek-4, Ek-7, Ek-8, Ek-9	Bakınız Tez, Bölüm 4.2, Bölüm 4.6, Sayfa (97-101)

Çizelge 7.2. (Devam) Yapı elemanları ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	Yapı elemanının dayanıklılık sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Duvar elemanları	Dış duvarlar	Dış duvarlar yangının bitişikteki mekana yayılmasını engelleyici nitelikte (yangın bariyeri) düzenlenmelidir	F30-B, Mağazalar için F 90-A, Toplantı salonları için F90-A, Garajlar için F90-A	Madde 24, Madde27, Madde 107, Ek-4, Ek-6, Ek-7, Ek-8, Ek-9	Bakınız Tez, Bölüm 4.3, Çizelge 7.12 Sayfa (101-105)
	İç duvarlar	Yanmaz malzeme ile kaplanmalıdırlar. Ahşap ve metal dikmeli bölme duvarlarda malzeme seçimi ve detayı önemlidir. Saydam duvarlarda telli cam kullanılmalıdır. Üretim ve depo gibi riskli mekanlar yangına dayanımlı iç duvarlarla diğer mekanlardan ayrılmalıdır. Bina yangın riski taşıyan bölümlerini ayırmak için yangın bariyerleri veya yangın duvarları şeklinde düzenlenebilir	Yangın bölmesi niteliğini taşıyorsa F90-A Mağazalar için F90-A, Toplantı salonları için A, Garajlar için F90-A	Madde 25, Madde 50, Madde 104 Ek-4, Ek-7, Ek-8	Bakınız Tez, Bölüm 4.3, Bölüm 5.2, Sayfa (101-105)

Çizelge 7.2. (Devam) Yapı elemanları ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri	Tasarım kriterleri	Yapı elemanın dayanıklılık sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Çatı elemanları	Çatı elemanlarının yangının yayılmasına içeriden ve dışarıdan önemli katkıları olduğu için yangına dayanıklı olmaları gerekmektedir. Çatı elemanları ile saçak, çatı ve aydınlatma birleşim noktalarında yangının yayılmasının engellenmesi için doğru detaylandırılmalıdır. Çatı elemanları yangına dirençli çatı döşemeleri ile korunmalıdır. Asma çelik konstrüksiyonlu çatılarda çatı elemanlarının yangın korunumu (tavan kaplaması) düşünülmelidir.	En az B2, Yüksek binalar için F90-A, Mağazalar için F90-A, Garajlar için A	Madde 28, Madde29, Madde 61, Ek-4, Ek-7, Ek-9, Madde 120	Bakınız Tez, Bölüm 4.4, Şekil 4.5., Şekil 4.6, Sayfa (105-109)
	Dışarıdan meydana gelebilecek yangına karşı tüm çatı kaplama bileşenlerinin yanmaz malzemelerden oluşması gerekmektedir. Hazır çatı kaplamalarında mineral kökenli yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır.	En az B2, Büyük garajlar için A, Diğer garajlar için B1	Madde 28 Madde29 Madde 61, Ek-4, Ek-9	Bakınız Tez, Bölüm 4.4, Sayfa (105-109)

Çizelge 7.2. (Devam) Yapı elemanları ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	Yapı elemanının dayanıklılık sınıfı	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Cephe elemanları	Cephe elemanları	Yangının bitişikteki mekana ve komşu binalara yayılmasını engellemek için cephe elemanlarının yanmaz malzemelerden oluşması gerekmektedir.Cephe elemanların birleşim noktalarında kullanılan malzemeler yanmaz özellikte olmalıdır. Farklı hacimlere ait cephe boşlukları arasındaki güvenli mesafeye (100 cm) uyulmalıdır.Cephe boşluklarında yatay ve düşey koruyucu nervürler düzenlenebilir.	İki kata kadar olan binalarda B2, daha yüksek binalarda A, Mağazalar için A, Garajlar için A	Madde 27, Madde29, Madde 104, Ek-6, Ek-7, Ek-9	Bakınız Tez, Bölüm 4.5, Sayfa (109-115)
Kapı ve pencereler	Kapılar	Duman kesici nitelikte olup, mekanları yangına karşı korumaya yardımcı olmalıdır.Kapılar kaçış yönüne doğru açılmalıdır. Kullanıcı yükü 50 kişiyi aşan mekanlarda insanların sıkışmasını önlemek için panik bar düzenlenmelidir.	Mağaza binaları için F90-A	Madde25, Madde47, Madde49, Madde50, Madde104, Madde104, Madde120, Ek-7	Bakınız Tez, Bölüm 4.6, Sayfa (115-123)
	Pencereler	Pencerelerden yangının ışıma ile mekan içindeki tutuşabilir malzemelere ve diğer binalara yayılmasını engellemek için pencere sistemindeki çerçeve, cam ve bunların birleşim detaylarının yangına dayanımı düşünülmelidir.	Mağaza binaları için F90-A	Madde25, Madde 104, Ek-7	Bakınız Tez, Bölüm 4.6, Sayfa (115-124)

Çizelge 7.3. Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Kaçış yollarının planlanması	Çıkış kapasitesi ve çıkış sayısı	Çıkış genişlikleri ve sayıları, kullanıcı yüküne bağlı olarak hesaplanmalıdır. 50 kişinin aşıldığı her mekanda ve 25 kişinin aşıldığı toplanma mekanlarında en az iki çıkış olmalıdır İki çıkış arasındaki açı 45°'den daha az olmamalıdır. Ayrıca, tehlikeli maddelerin depolandığı mekanlarda biri doğrudan dışarıya diğeri ana koridora açılan en az iki kapı gerekmektedir	Madde 32, Madde 49, Madde 50, Madde 51, Madde 52 Madde 104, Madde 102	Bakınız Tez, Bölüm 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5, Sayfa (138-140)
	Kaçış yolu genişliği	Kaçış koridorları, kaçış merdivenleri ve çıkış kapıları için, yeterli temiz çıkış genişliği belirlenmelidir. Her an kullanılabilmesi için engellerden arındırılmış olması gerekmektedir	Madde 33, Madde 47, Madde 102	Bakınız Tez, Bölüm 5.3, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8, Çizelge 5.1, Sayfa (140-143)
	Kaçış uzaklığı	Binanın içindeki herhangi bir mekanın en uzak noktasından en yakındaki kaçış merdiveninin yangın güvenlik holü kapısına kadar olan uzaklıktır. Mesafe, bina tipine ve kullanıcı yüküne bağlı olarak belirlenmektedir. Kaçış merdiveni ve/veya alternatif kaçış merdiveninin yeri kaçış uzaklığına göre belirlenmektedir	Madde 32, Madde 41	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.3, Çizelge 5.2, Sayfa (153-155)

Çizelge 7.3. (Devam) Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Kaçış yollarının planlanması	Koridorlar	Güvenlik için sürekli ve engelsiz kaçışı sağlamaları gerekmektedir. Kaçış yolu olarak hizmet veren koridorların yangına karşı en az 60 dakika dayanıklı olması gerekmektedir. 15,50 m'den yüksek yapılarda 120 dakika yangına dayanımlı olması gerekmektedir Zemin malzemesi kaymaz malzeme ile kaplanmalıdır	Madde 36, Madde37, Madde117	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.1, Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14, Şekil 5.15, Sayfa (149-152)
	Yangın güvenlik holü	Yanıcı madde içermeyen kullanım alanlarından bir kapı ile ayrılan koridor ve holleri kapsamaktadır Yangın güvenlik holü kapılarının yangının ve dumanın kaçış merdivenine yayılmasını engellemesi gerekmektedir. Kapı, duvar ve döşemelerinin yangına dayanımlı olması gerekmektedir	Madde34, Madde117	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.2, Şekil 5.16, Sayfa (152-153)

Çizelge 7.3. (Devam) Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Kaçış yollarının planlanması	Kaçış merdiveni	Kaçış merdivenleri Basamak genişliği ve yüksekliği değişken olmayıp, zeminin kaymaz ve düzgün yüzeyli olması gerekmektedir Kaçış merdivenlerinin zemin kata ve güvenli bir dış mekana ulaşması gerekmektedir Duvar, döşeme ve tavanlarda yanıcı malzeme kullanılmayıp, yangına 120 dakika dayanıklı olması gerekmektedir	Madde 38, Madde 40, Madde 41, Madde 48 Madde 52, Madde 117	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.3, Çizelge 5.2, Sayfa (153-155)
		Bodrum kat merdivenleri Normal kat kaçış merdivenleri ile aynı düşeyde ve eşdeğer yapı elemanları ile düzenlenebilir. Üst katlardan kaçışta bodrum kata inişleri engellemek için zemin kat sahanlığında düzenlenecek bir kapı ile bodrum katın ayrılması gerekmektedir	Madde 46, Madde 117	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.3, Sayfa (158)
		Dış kaçış merdivenleri Yüksek binalarda izin verilmemektedir. Bina cephesinde merdivenlerin yanlardan ve alttan 3 m mesafede kapı ve pencere gibi duvar boşluğunun bulunmaması gerekmektedir	Madde 42	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.3, Şekil 5.17, Sayfa (156-157)
		Dairesel merdivenler İnsanların güvenli ve hızlı tahliyesi için gerekli koşulları sağlamaları halinde uygulanmalıdır.	Madde 43	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.3, Sayfa (157)

Çizelge 7.3. (Devam) Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri	Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Kaçış yollarının planlanması	Kaçış merdiveni havalandırması	Madde 45, Madde 89	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.3, Şekil 5.18, Şekil 5.19, Şekil 5.20, Sayfa (158-159)
	Kaçış rampaları	Madde 44	Bakınız Tez Bölüm 5.3.3, Şekil 5.21 Sayfa (159-161)
	Çıkış kapıları	Madde 47	Bakınız Tez, Bölüm 5.3.4, Resim 5.3, Resim 5.4, Şekil 5.22-5.27, Sayfa (161-166)

Çizelge 7.3. (Devam) Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri		Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Kaçış yolları	Çıkışların işaretlenmesi	Tüm kaçış yolu üzerinde çıkış tahliye noktalarını belirten işaretler, yeşil zemin üzerine beyaz , kaçış yönünü gösteren sembollerle düzenlenmelidir. Güvenilir kaynaktan beslenen sürekli aydınlatmalı işaret levhaları, kaçış yolların her noktasından görülebilir olmalıdır. Çevresinde görsel engeller bulunmamalıdır.	Madde73	Bakınız Tez, Bölüm 5.3, Şekil 5.9, Şekil 5.10, Şekil 5.11, Sayfa (145-149)
	Kaçış yolu aydınlatılması	Tüm kaçış yolları sürekli olarak şarjlı aydınlatma tesisatı ile aydınlatılır Bina kullanım özelliğine bağlı olarak aydınlatmanın kesilmesi durumunda devreye giren acil durum aydınlatması düzenlenir	Madde71 Madde72	Bakınız Tez, Bölüm 5.3, Resim 5.1, Resim 5.2, Sayfa (143-145)
yüksek	Mutfaklar	Binaların diğer alanlarından en az 120 dakika yangına dayanıklı bariyerlerle ayrılmalıdır. Mutfaklardaki havalandırma kanalları diğer bölümlerden bağımsız olmalıdır.	Madde57, Madde 113	Bakınız Tez, Bölüm 5.4.1, Sayfa (165)

Çizelge 7.3. (Devam) Bina ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri	Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Yangın riski yüksek mekanlar	Isıtma merkezleri	Binanın diğer alanlarından yangına en az 120 dakika dayanıklı bariyerlerle ayrılmış olarak merkezi bir yerde bulunur. Kapıları kaçış merdivenine ve genel kullanım merdivenine açılmamalıdır. Isıtma merkezlerinin baca duvarları 500°C sıcaklığa dayanıklı malzemeden yapılır. Ayrıca havalandırma bacası yapılır. Döşeme alanı 100 m ² nin üzerindeki ısıtma merkezlerinde yangına en az 120 dakika dayanıklı, birbirinin ters yönünde iki çıkış kapısı bulunmalıdır.	Madde54-56, Madde58, Madde113 Bakınız Tez, Bölüm 5.4.2, Sayfa (165)
	Garajlar	Garajlar diğer bina bölümlerinden ayrılmalıdır. Kapalı otoparklarda doğal veya yapay havalandırma sağlanmalı ve yanmaz malzemeler kullanılmalıdır. Kapalı otoparklarda duman tahliye sistemi bulunmalıdır. Araç kapasitesi 20 den fazla garajlarda otomatik söndürme sistemleri düzenlenir.	Madde60, Madde 86, Ek 7.13, Bakınız Tez, Bölüm 5.4.3, Sayfa (166)
	Tesisat ve havalandırma kanalları	Duman tahliye kanalları kaçış merdiveninden ve yangın güvenlik holünden geçmemelidir. Çelik, alüminyum vb. malzemelerden yapılır. Duvar geçişlerinde yangın damperi kullanılır. Yangın durumunda aktif havalandırma sistemleri kapalı olmalıdır.	Madde87, Madde88 Bakınız Tez, Bölüm 5.4.4, Şekil 5.27-5.32, Sayfa (166-170)
	Bacalar	Bacalar ve havalandırma boşlukları çatı düzleminden en az 80 cm uzatılmalıdır. Bacalar komşu binadan en az 6 m uzaklıkta konumlandırılmalıdır. Bacalar, 750°C'de yanmaz, kalıcı biçim ve boyut değiştirmez malzemeden yapılmalıdır	Madde58 Bakınız Tez, Bölüm 5.4.5, Şekil 5.33, Sayfa (170-170)

Çizelge 7.4. Yerleşim ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

Performans Kriterleri	Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Bina çevresinin planlanması	İmar planları yapılırken fonksiyon bölgeleri arasında yangın havuzlarına ve su ikmal noktalarına imkan verecek yeşil kuşakların yapılması gerekmektedir. Bina çevresinin yangın söndürme ve kurtarma operasyonlarına engel oluşturmayacak şekilde planlanması gerekmektedir . Yangına müdahale araçlarının binaya en yakın noktada park edebilmeleri sağlanmalıdır. Bina cephelerine kurtarma araçlarının müdahalesini engelleyecek bina boyunca düzenlenen saçaklar, elektrik telleri ve binanın podyum tabanlı tasarlanmasından kaçınılmalıdır.	Madde21 Madde22	Bakınız Tez, Bölüm 6.1.1, Şekil 6.1, Sayfa (172-173)
Binalara ulaşım yolları	Bina çevresindeki taşıt yolları, itfaiye araçlarının ulaşımına ve park etmelerine imkan verecek genişlikte ve özellikte olmalıdır. Binanın bütün cephelerinden yangına müdahale olanağı sağlanmalıdır. Binalar arasındaki yolların mesafesi kurtarma araçlarının merdivenleri için uygun genişlikte olmalıdır. Bina çevresindeki topografya itfaiye araçlarına engel oluşturmamalıdır Ayrıca, binalara ulaşım yolları üzerinde park yapılmamalı ve sürekli açık tutulmalıdır	Madde22, Madde104	Bakınız Tez, Bölüm 6.1.1, Şekil 6.2, Şekil 6.3, Sayfa (174-176)
Su kaynakları	Yangın durumunda yeterli basınçta ve yeterli sayıda su temini sağlanmalıdır. Yangına dışarıdan müdahale edebilmek için binanın tüm çevresini kapsayacak şekilde hidrantlar yerleştirilmelidir	Madde91, Madde95, Madde97	Bakınız Tez, Bölüm 6.1.2, Şekil 6.4, Şekil 6.5, Sayfa (176-178)

Çizelge 7.4. (Devam) Yerleşim ölçeğinde alınacak pasif yangın güvenlik önlemlerine ilişkin kontrol listesi

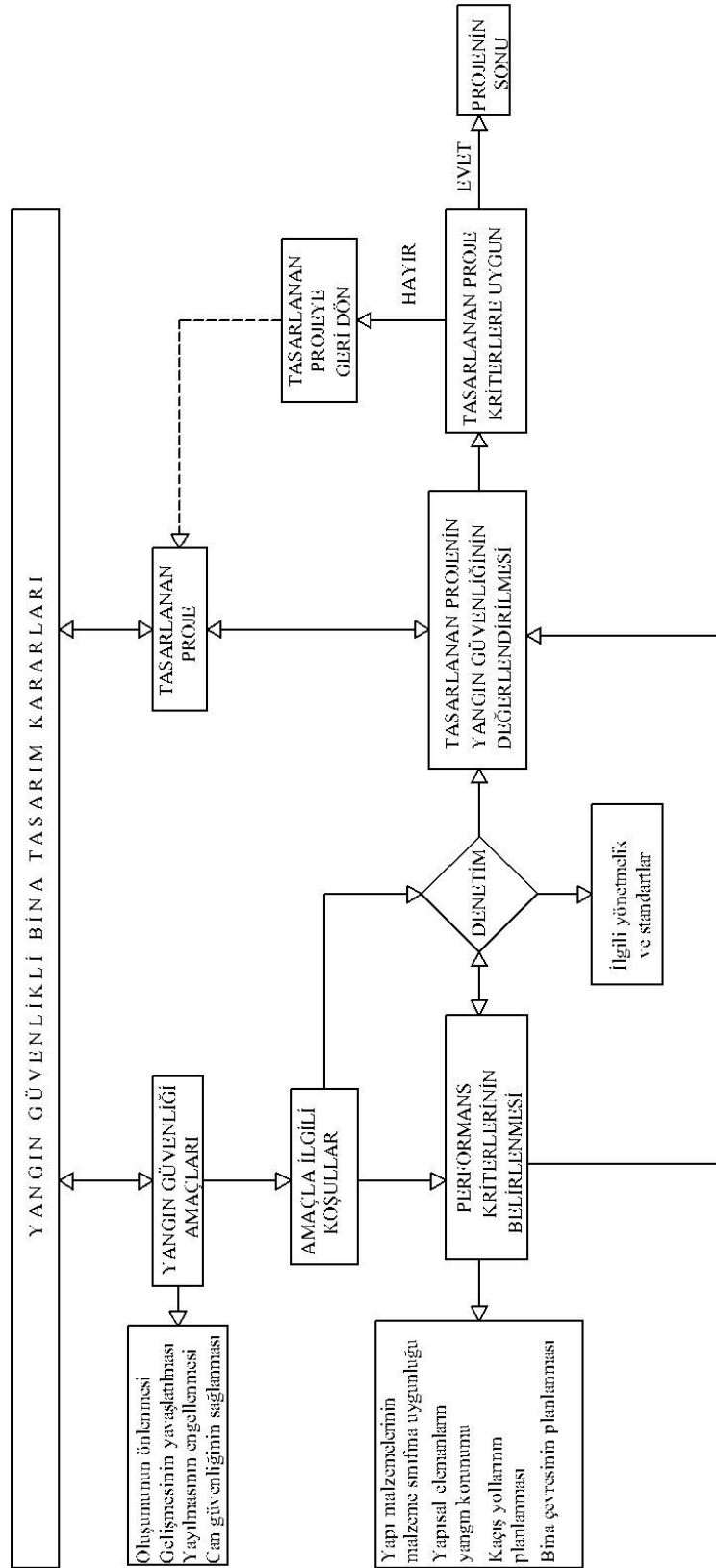
Performans Kriterleri	Tasarım kriterleri	İlgili yönetmelik maddesi (BYKHY)	Açıklama
Binalar arasındaki mesafe	Binaların kullanım amacı ve cephe özelliklerine bağlı olarak yangının bitişikteki binaya yayılımının engellenmesi için binalar arasındaki mesafe göz önünde bulundurulmalıdır.	Madde 21, Madde 102	Bakınız Tez, Bölüm 6.2.1, Şekil 6.6, Sayfa (178-179)
Komşu binaların cephe özellikleri	Cepheler düşey yangın bariyeri niteliğinde olup, yanmaz malzemeden oluşturulmalıdır. Cephedeki açıklıklar ısıma ile çevredeki yanabilir malzemeleri tutuşturarak yangının bitişikteki binalara yayılması düşünülmelidir	Madde 27, Madde 104, Madde102	Bakınız Tez, Bölüm 6.2.2, Şekil 6.7, Sayfa (179-181)

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Binalarda pasif yangın güvenlik önlemlerinin temel hedefleri; ortaya çıkan bir yangının yayılmasının engellenmesi ve insanların tahliyesi şeklindedir. Öncelikli hedef; insanların can güvenliğini sağlamaya yöneliktir. Bu nedenle, binanın tasarım, uygulama ve işletme sürecinde görev alan tüm kişiler bu sorumluluğu taşımak durumundadır.

Tasarım sürecinde pasif önlemlerin yeterince alınabilmesi aktif sistemlerin kullanımını azaltacaktır. Bu durum maliyetin yanı sıra, enerji tüketiminin azalmasını ve olası tehlikelere karşı can ve mal kayıplarının önlenmesini sağlayacaktır. Bu nedenle, tasarlanan projenin yangın güvenlik kriterleriyle planlanmasının yanısıra denetimi de önem taşımaktadır. Denetim ilgili yönetmelikler aracılığı ile olacaktır. Ancak, yönetmeliğin cevap veremediği ya da tasarımcıya yeterli gelemediği noktalarda başvurabileceği güvenilir kaynaklara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda gelişmiş ülkelerde yangın güvenliğine ilişkin her konuda yayımlanmış kodlar ve el kitapları bu gereksinimi karşılayacaktır.

Tasarımcının fonksiyon, estetik, dayanıklılık hedeflerinin yanı sıra, yangın güvenliğini de sağlayabilmesi için, tasarım sürecinin başından itibaren yerini bulması gereken, mimari kararları etkileyebilecek yangın güvenliğine ilişkin önlemlerin belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmada (Şekil 8.1) yangın güvenli bina tasarım kararlarının alınmasına ilişkin bir yöntem önerilmektedir.



Şekil 8.1. Yangın güvenli bina tasarım kararları

Önerilen bu akış şeması doğrultusunda öncelikle yangın güvenliği amaçlarının belirlenip, ortaya konan performans kriterlerinin amaçlarla uygunluğunun kontrolü yapılmalıdır. Daha sonra tasarımda kullanılan yangın güvenlik kriterlerinin yönetmelikler ve standartlarla denetimi sağlanmalıdır. Bu amaçla oluşturulan performans kriterleri Ülkemiz yangın yönetmeliğine paralel olarak hazırlanmıştır. Ancak ülkemizde yangın güvenlik önlemlerine ilişkin standart ve yönetmelikler tasarımcının sorunlarına yeterince cevap verememektedir. Bu durumda mimar insanların yaşam güvenliğinden sorumlu olduğu bilinci ile diğer ülkelerdeki uygulamaları, standart ve yönetmelikleri devreye sokmak durumundadır. Bununla beraber; tasarımcı projesinin mevzuat kurallarına uygunluğunu tespit etse bile yapının gerçekte yangın güvenlik kriterlerine cevap verip veremeyeceğini sorgulamalıdır.

Yangın güvenli bina tasarım kararları alınırken birçok etmen göz önünde bulundurulmalıdır.

1. Özellikle kaçış yollarının planlanmasında insan davranışı önemli bir etkindir. Yapılan araştırmaya göre bina kullanıcılarının yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite ve sosyal farklılıkları gibi özelliklerinin onları acil durumlarda farklı davranışlara yönelttiklerini göstermektedir. Bu durum kaçış yollarının planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken hususlardan biridir. Bununla ilgili olarak topluma açık yapılarda kaçış yollarının planlanmasında insanların panik davranışları göz önünde bulundurularak karmaşık mekanlar yerine basit çözümler tercih edilmelidir. Mevzuatları incelediğimizde ise bu konunun hiç ele alınmadığını görmekteyiz. Bu konuda yapılacak yeterli düzeydeki bilimsel çalışmalar gelecekte mevzuatlardaki ilgili bölümlere de kaynak oluşturacaktır.

2. Yapısal elemanların korunumu, güvenli sürede insanların tahliyesinde ve yangına müdahale edilmesinde önemlidir. Binaların kullanım ve tehlike sınıfına göre yapısal elemanların seçiminde ve korunumunda farklı güvenlik önlemleri gerekmektedir. Buna bağlı olarak, tasarımcının yapısal elemanda alacağı koruma koşulunu BYKHY'e göre belirleyebilmesi mümkün değildir.

3. Yangın güvenli bina tasarımı bina sınıflarına göre farklı özellik göstermektedir.

Örnek olarak, konut hastane ve büro binalarının yangın güvenlik önlemleri düşünüldüğünde; kullanıcı yükü, insan davranışları ve yangın yükü gibi yangın güvenlik önlemlerini farklılaştıran etmenlerin olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak, kaçış yollarının planlanması, yapısal korunumları ve bina çevresinin planlanması gibi önlemlerin farklılaşması gerekecektir. Bu nedenle, yangın güvenlik önlemlerinin bina kullanım sınıfları içinde ayrı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla; bina kullanım sınıflarının BYKHY’de yer alıp, tasarımcının projesinde kullanabileceği kararları belirlemesine olanak sağlanmalıdır.

Gelişmiş ülkeler mevzuatlardaki eksiklikleri gidermek için yönetmeliklerin yanında geniş kapsamlı standart ve kodlar yayımlamışlardır. Bunlar arasında; EN, BS, DIN ve Amerika’da kullanılan geniş kapsamlı kodlar (NFPA) yer almaktadır. Belirtilen standart ve kodlarda yangın güvenlik önlemleri bina kullanım sınıflarına göre ayrı olarak incelenmektedir. Ülkemizde de benzer standart ve kodların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Özgünler, M., “Pasif yangın güvenlik önlemlerinde etkili olan tasarım değişkenleri ve ilgili mevzuatın irdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, ***İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 1-57, 77-103 (1994).
2. Kınık, P., “Yüksek yapılarda yangın kaçış yolları ve ilgili mevzuatın irdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, ***Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 1-4, 79-95 (1995).
3. Bostankolu, A., “Mimari tasarımlarda yangın korunumu ve sigortacılık ilişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, ***Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 1-26 (1997).
4. Yücebalkan, R., “Yapı fiziği açısından yangın etkisi ve korunumu üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, ***Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 1-72 (1997).
5. Özterzi, E., “Metal çerçeveli giydirme cephe sistemli binalarda yangın güvenliğini araştırmaya yönelik bir çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, ***Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü***, Gebze, 7-65 (2000).
6. Hekimoğlu, S., “Konaklama yapılarında yangın güvenlik önlemleri rehabilitasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, ***Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü***, Gebze, 1-46 (2001).
7. Sarıkaya, Y., “Kentsel yangın riski tanımlaması: Ankara, Altındağ ve Çankaya ilçelerinde kentsel yangın olaylarının sosyo-ekonomik özelliklerine göre istikşafi çözümlemesi”, Yüksek Lisans Tezi, ***Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 1-32, 76-188 (2001).
8. Küçük, S., “Yanma Sırasında Oluşan Yanma Ürünleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, ***Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 7-69 (2001).
9. Özkan, E., “Çelik yapı bileşenlerinde alınması gereken yangın güvenlik önlemleri ve bir uygulama örneği”, Yüksek Lisans Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 37-80 (2002).
10. Serteser, N., “Yanan binadan karşısındaki binaya ışınlama yangın yayılımının önlenmesi için güvenli sınır mesafesinin belirlenmesinde bir model önerisi”, Doktora Tezi, ***İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 1-56 (2004).
11. Gültek, M., “Yangın güvenliği çerçevesinde Atriumlu alışveriş merkezlerinin mevzuat değerlendirmesi ve örnek projeler aracılığı ile kaçış yollarının

- modellenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-73, 345-352 (2005).
12. Demirel, F., Altındaş, S., “Yapı elemanlarının yangına dayanım performanslarının Avrupa Birliği direktiflerine göre sınıflandırılması ve konunun Türkiye-Avrupa genelinde irdelenmesi”, *Politeknik dergisi*, Ankara 8(3) (2005).
 13. Demirel, F., Altındaş, S., “Yapı malzemelerinin Avrupa yangına tepki sınıfları, konunun Türkiye-Avrupa genelinde irdelenmesi ve Ulusal sınıfların yeni Avrupa sınıflarına uyarlanması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Ankara 21(1) (2002).
 14. “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik”, *Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı*, İstanbul, 4-59, 89-96 (2002).
 15. Egan, M. D., “Concepts in Building Firesafety”, *Jhon Wiley&Sons, Inc.*, New York, USA, 2-10, 38-50, 180-203 (1978).
 16. Eriç, M., “Yapı Fiziği ve Malzemesi”, Mimar Sinan Üniversitesi, *Literatür Yayıncılık*, İstanbul, 160-164, 207-333 (2002).
 17. İnternet: Heat Transfer, <http://www.firesafetyinfo.org/Environment> (2005).
 18. Chitty, R., Mitchell, J. F., “Fire Safety Engineering A Reference Guide” *Building Research Establishment*, London, 2-30, 44-54 (2003).
 19. İnternet: Fire Behavior, <http://www.jjay.cuny.edu/course documents/unit 1> (2005).
 20. Eugene, M., “Chemistry of Hazardous Materials”, *Lewis University*, New Jersey, 6-10, 100-103 (1997).
 21. Shields, T. J., Silcock, G. W. H., “Buildings and Fire”, *Longman Scientific & Technical*, England, 64-110, 290-295 (1987).
 22. Haksever, A., “Kapalı Hacimlerdeki Tabii Yangınların Analizinde Yeni Bir Model”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, İstanbul (1989).
 23. Caymaz, A., “Model Yangın Hızlandırıcılarının Saptanması ve Bunların İş Oluşumuna Etkisi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Entitüsü*, İstanbul (1997).
 24. Carter, H., “Fire Fighting Strategy and Tastisc. Fire Protection Publications” *Oklohoma State University*, USA (1998).
 25. İnternet: Materials World, <http://www.materials.org.uk> (2005).

26. Cibse, Guide, E., "Fire Engineering", *The Chartered Institution of Building Services Engineers*, London (1997).
27. "NFPA, 92 B Guide for Smoke Management Systems in Malls Atria and Large Areas", *National Fire Protection Association*, Denver, USA, 64-85 (1999).
28. Balık, G., Beceren, K., Kılıç, A., "Doğal Duman Tahliyesinde Optimum Havalandırma Açıklığının Sayısal Yöntemle Belirlenmesi", *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 80: 32-42 (2004).
29. Gann, G. R., Averil, D. J., Butler, M. K., Jones., W. W., Mulholland, W. G., Neveiaser L. J., Ohlemiller, J. T., Peacock, D. R., Reneke, A. P., Hall, R. J., "İnternational Study of the Sublethal Effects of Fire Smoke on Survivability and Health", Final Report, *National İnstitutue of Standart and Technology*, USA, Technical Note:1439 (2001).
30. Sumi, K., Tsuchiya Y., "Toxic Gases and Vapours Produced at Fires", Technical Note, *Canadian Buildig Digest-144*, Canada
31. NFPA-720 "Carbonmonoxide Risks at Home", *National Fire Protection Association*, Denver, USA (1988).
32. İnternet: The Burning Process and Enclosure Fires, <http://www.hangergarder.com/sample/56990-356-5.pdf> (2005).
33. Akkaplan, S., Boran, K., Haksever A., "Yapı Malzemeleri ve Yangın", *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, İstanbul, 40-47 (1999).
34. "TS EN 2-Yangın Sınıfları", *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 3-4 (1998).
35. İnternet: Human Behavior and Fire, [http://www.jjay.cuny.edu/course/documents/unit 4](http://www.jjay.cuny.edu/course/documents/unit%204) (2005).
36. Yavuz, G., "Yapılarda yangın Güvenliği", Seminer Notları (YANGIN-A), *İYEM*, Gebze, 6-31 (2002).
37. "Yangın Söndürme Sistemleri", *Makine Mühendisleri Odası*, Ankara, 1-7 (2003).
38. İnternet: Fire safety in Chemical Laboratories, <http://www.rsc.org>. (2005).
39. Bryan, J. L., "Cape Durasteel", Fire Protection Handbook, *National Fire Protection Association Quincy*, Massachusetts,16: 23-26 (2002).
40. Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L., "Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme", İTÜ Mimarlık Fakültesi, *Literatür Yayıncılık*, 74-83, 87, 305 (2000).

41. Cooke, R. A., İde, R. H., “Principles of Fire Investigation”, The *Institution of fire Engineers*, Birmingham (1995).
42. Lie, T. T. “Energy Conservation İn Buildins” Fire Protection Handbook, *National Fire Protection Association Quincy*, Massachusetts, 16: 156-162 (2002).
43. Hadjisophocleous, G., Benichou, N., “Fire Safety Desingn Guidelines For Federal Buildings”, National Fire Laboratory, *National Research Council*, Canada, 15-96 (1996).
44. “TS 1263 Yapı Elemanlarının Yanmaya Dayanıklılık Sınıfları ve Yanmaya Dayanıklılık Deney Metodları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1983).
45. Gümüş, H., “Pasif Yangın Koruma Sistemleri Yangın Durdurucu Malzemeler” *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, İstanbul, 30(1997).
46. CPD-(89/106/EEC) “Construction Product Directive”, *Official Journal of The European Union*, 92 (1989).
47. Commmission Decision 2000/147/EC, *Official Journal of The European Union*, (2000).
48. “EN 13501-1 Fire Classification of Construction Products and Building elements Part 1: Classification Using Data From Reaction to Fire Test”, *European Committe for Standardization* (2002).
49. “TS EN-13501-1 Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları-Yangın Sınıflandırması Bölüm 1: Yangın Karşısındaki Davranış Deneylerinden Elde Edilen Verilen Kullanılarak Sınıflandırma”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (2003).
50. “Yapı Malzemeleri yönetmeliği (89/106/EEC) Kapsamında, yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflandırma ve Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına Dair Tebliğ (tebliğ No: TAU/ 2004-001)”, *Resmi Gazete*, 25537: 29 Temmuz (2004).
51. Thomas, G., Langdon, J., “Fire Safety in Buildings, Principles and Practise” (1998).
52. Demirel, F., Özkan, E., “Çelik Yapı Bileşenleri ve Yangın Güvenlik Önlemleri”, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Ankara, 18(4) (2003).
53. “International Fire Engineering Design for Steel Structures”, State of The Art, *International Iron and Steel Institue*, Brussels (1993).
54. Fitzgerald, R. W., “Structural İntegrity During Fire” Fire Protection Handbook, , *National Fire Protection Association Quincy*, Massachusetts, 16: 82-105 (2002).

55. Demirel, F., “Binalarda Yangın Güvenliği”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi*, Ankara (2005).
56. Perkins, P. H., “Concrete Structures; Water Proofing and Protection”, *Applied Science Public*, London, 99-135 (1987).
57. İnternet: Betonarme Yapılarda Yangın Hasarı ve Yangın Sonunda Taşıyıcılığın Belirlenmesi, <http://www.sika.com.tr/images/Bet.YanginHasar.pdf> (2000).
58. Özturan, T., Cülfik, M. S., “Residual Strenght and Elastic Properties of Normal and High Strenght Concrete Subjected to High Temperature”, *Proc., Cement and Concrete technology in The 2000*, İstanbul, 97-106 (2000).
59. Breitenbücker, R., “High Strength Concrete C105 With İncreased Fire Resistance Due to Polypropylene Fibers”, *Utilization of High Strenght/High Performance Concente*, Paris, 571-578 (1996).
60. Noumowe, A., Duval, R., Lefeure, A., “Microstructure of polypropylene High Strength Concrete Exposed to Eleveted Temperature”, *Proc., Cement and Concrete Technology in The 2000*, İstanbul, 107- 114 (2000).
61. İnternet: Fire Hazards of Materials, [http://www.jjay.cuny.edu/course documents/unit 2](http://www.jjay.cuny.edu/course/documents/unit%202) (2005).
62. Dehan, N., “İnterior Finish”, Fire Protection Handbook, *National Fire Protection Association Quicy*, Massachusetts, 16: 72-81 (2002).
63. Gewain, R. G., and Jeans D. C., “Building Construction”, Fire Protection Handbook, , *National Fire Protection Association Quicy*, Massachusetts, 16: 56-71 (2002).
64. Alpdoğan, T., “Yangın Güvenliği Yönünden Yapı Malzemesi Seçimi”,Yapı Dergisi, , *YEM Yayınları*, İstanbul, 169 (1995).
65. “The Design Guide for the Fire protection of Buildings 2000”, A Code of Pracice fhe protection of Business, *Fire Protection Association*, London, 87-119, 183-287 (2000).
66. İnternet: Reducing Fire Hazards in Small Buildings, <http://www.nrc.ca/irc/bsi/90-2> (2005).
67. Jhon, L. Bryan, “Concepts of Egress Design” Fire Protection Handbook, *National Fire Protection Association Quicy*, Massachusetts, 16: 20-39 (2002).
68. “Emergency Door Furtniture Provided for Escape Purposes in The Event of Fire”, University College London, *Fire Safety Technical Guide*, London, 1-11 (2005).

69. Calvin, J., “Yangından korunmada cam”, *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, İstanbul, 75: 42-44 (2003).
70. İnternet: Burning of Plastics, <http://www.firesafety.org/FlameRetardants> (2003)
71. Becan, S., “Konutlarda Bina Yangın Güvenliği Sorunlarını Gözetten Mimari Tasarım Kararları için bir Yaklaşım Modeli Araştırması”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul (1990).
72. Toydemir, N., “Cam ve Cam Yapı Malzemeleri”, İstanbul (1990).
73. Hansel, G. O., Morgan, H. P., “Design Approaches for Smoke Control in Atrium Buildings”, *Building Research Establishment Report*, Garston (1994).
74. Wild, J. A., “ Basınçlandırma ve Havalandırma ile Duman Kontrolü”, *TTMO III. Uluslararası yapıda Tesisat Bilimi ve Teknolojisi Sempozyumu*, 565-577 (1998).
75. “TS 7012 Yangından Korunma-Terimler-Duman Kontrolü”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1989).
76. “TS 10546 Yangından Korunma-Yapılarda Duman Engelleri”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1992).
77. Campbell, J. A., “Confinement of Fire in Buildings” Fire Protection Handbook, *National Fire Protection Association Quincy*, Massachusetts, 16: 109-123 (2002).
78. Beceren, K., Kılıç, A., “Mimari Tasarımda Yangın Güvenliği”, *IV.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir (1999).
79. “The Building Regulations 2005-Fire Safety B”, *Office of the Deputy Prime Minister*, Norwich, 28-130 (2005).
80. “General Buildings Designated for Conservation”, Singapore Fire Code 2002 Handbooks, *Fire Safety & Shelter Department*, Singapore, 6-15 (2002)
81. İnternet: NIST Building 101, <http://www.nist.gov> (2004).
82. Kılıç, A., “Acil Çıkış Yönlendirmesi”, *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, İstanbul, 90: 8-10 (2005)
83. “TS 10691 Yangından Korunma-Semboller”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1993)
84. “Parmaklarınızı yakmayın”, *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, İstanbul, 75: 58-60 (2003).
85. İnternet: Examination of the Fire Resistance Requirements for Ducts and Dampers, <http://www.bre.co.uk> (2005).

86. Gündoğan, Z., “Bacalarda Yoğuşma Problemi”, *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, İstanbul, 76 (2004).
87. Clifford S. Harvey, “Building and Site Planning for Firesafety ” Fire Protection Handbook, *National Fire Protection Association Quincy*, Massachusetts, 16: 41-47 (2002).
88. “TS 7486 Yangından Korunma-Terimler”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1-2 (1989).
89. “TS 7395 Yangından Korunma-Terimler ve Kaçış Yolları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1989).
90. “TS 7394, Yangından Korunma-Terimler-Korunma İçin Yapı Elemanları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1989).
91. “TS 12116 Yangın Önleme-Yapı Malzemeleri Yangına Dayanıklılık Sınıfları ve Özellikleri”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1-3 (1997).

EKLER

EK-1 Türkçe-İngilizce terminoloji

Acil aydınlatma (Emergency lighting): Mevcut normal aydınlatmanın yetersiz kaldığı durumlarda aydınlatma sağlamak için kullanılır [79].

Alev (Flame): Gaz fazında, ışık yayılması ile birlikte görünen yanma bölgesidir [88].

Alevlenebilirlik (Flammable): Bir alevle tutuşma kapasitesidir [88].

Alternatif kaçış yolu (Alternative Egress route): Yön ve mesafe olarak veya yangına dayanıklı bir yapı ile birbirinden yeterince ayrılmış, diğerleri yangından etkilendiğinde birinin kullanıma müsait olacağı kaçış yollarıdır [89].

Alternatif çıkış (Alternative exit): Her birinin diğerinden uzak olduğu bir veya daha fazla çıkış [79].

Ani parlama (Flashover): Tutuşabilir malzemeli bir yangının, bir bölümü çevreleyen bütün yüzeye ani geçişidir [88].

Alevsiz yanma (Flameless combustion): Alev olmaksızın, katı durumdaki bir malzemenin yanmasıdır [88].

Baca etkisi (Chimney affect): Sıcak gaz ve dumanın düşey kanal ve baca içinde meydana gelen konveksiyon akımları etkisiyle yukarıya doğru itilmesidir [88].

Bütünlük (Fire integrity): Bir yangın direnç deneyinde, belirli bir zaman dilimi için bir tarafından yangına maruz bırakılan yapı bölme elemanının alev ve sıcak gazların diğer tarafa geçmesini veya aleve maruz kalmayan tarafta alevlenme olmasını önleme kabiliyetidir [88].

Çıkamaz (Dead-end): Kaçışın yalnız tek yönde mümkün olabildiği alanlardır [89].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

Dış tahliye (kaçış) yolu (External means of egress): Son çıkışa veya bir diğer kaçış yoluna açılan çatı, merdiven, balkon, köprü, teras, bina geçişi, geçit veya dış avlu gibi bina dışı kaçış yollarıdır [89].

Duman (Smoke): Yanma ve proliz'den dolayı ortaya çıkan katı ve /veya sıvı parçacıkların havadaki gözle görülebilir süspansiyonudur [88].

Duman algılayıcı (Smoke detector): Yanma sonucu havada oluşan duman önceden belirlenmiş bir yoğunluğa ulaştığında çalışan algılayıcıdır.

Duman perdesi (Smoke screen): Yükselen dumanın yanıl yayılımını sınırlamak amacıyla tavanda sabit konumda, uzaktan kapatılabilen ya da bir dedektör uyarısıyla kapanan yangına karşı dayanıklı bölücü perdedir [14].

Duman bölgesi (Smoke zone): Çatı ve tavan perdeleriyle sınırlandırılmış tavan veya çatı ile taban arasındaki serbest boşluktur [75].

Güvenlik bölgesi (Safety zone): Binadan tahliye edilen kişilerin güvenli bekleyecekleri bölgedir [14].

Güvenli kaçış için gerekli zaman (Required Safe Egress Time): Yangının başlamasından binayı terk eden son insanın da güvenli bir yere ulaşmasına kadar geçen süredir. Başka bir deyişle toplam kaçış süresidir [18].

Isı algılayıcı (Heat detector): Önceden belirlenmiş bir sıcaklığa ya da sıcaklık artış hızına ulaşıldığında çalışan algılayıcıdır.

İtfaiye asansörü (Fire department elevator): Kullanımı doğrudan bina söndürme ve kurtarma ekiplerinin veya itfaiyenin denetimi altında olan ve ek korunum uygulanmış özel asansördür [14].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

İtfaiye bağlantı noktası (Fire department connection): Kuru yada sulu sabit boru sistemleri bulunan binalarda, itfaiyenin boru sistemine bağlantı yapabilmesi için bina dışında bırakılan uçtur.

İtfaiye girişi (Fire department entrance): Yangın söndürme ekibine ve malzemesine giriş imkanı veren veya bina içinde hareket kolaylığı sağlayan bölümdür [90].

Kaçış aydınlatması (Escape lighting): Kaçış aydınlatması, kaçış yolu üzerinde her zaman aydınlatma sağlaması nedeniyle acil aydınlatmadan ayrılmaktadır [79].

Kaçış-Tahliye (Egress or escape): İnsanların yangın veya diğer acil durumlarda güvenli bir bölgeye yer değiştirmesidir [89].

Kaçış yolu-Tahliye yolu (Means of egress or means of escape): Binanın herhangi bir noktasından zemin seviyesindeki cadde veya sokağa kadar olan ve hiçbir şekilde engel bulunmayan yolun tamamıdır. Oda ve diğer müstakil hacimlerden çıkışlar, kattaki koridor ve benzeri geçişler, kat çıkışları, zemin kata ulaşan merdivenler ve bina çıkışına giden yollar bu kapsamdadır [14].

Kaçış uzaklığı (Egress distance): Kat içinde herhangi bir noktada bulunan bir kullanıcının kendisine en yakın bir kat çıkışına kadar almak zorunda olduğu yolun gerçek uzunluğudur [14].

Korunmamış açıklık (Unprotected opening): Yangına maruz cephede bulunan ve istenen yangından korunma derecesinde bir kapatıcı ile kapatılmamış olan kapı, pencere v.b. açıklıklardır.

Korunmuş alan (Protected area): Diğer alanlar içinde yeterli derecede yangın direncine ve alternatif kaçış yollarına sahip alanlardır [89].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

Korunmuş merdiven (Protected stairs): Binanın içinde veya dışında, yeterli yangın direncine sahip, aynı zamanda korunmuş bir kaçış yolunun düşey bileşenini oluşturan merdivendir [90].

Kullanıcı yükü-Teorik insan yoğunluğu (Occupant load): Belirli bir iş için bir odanın kullanılabilir döşeme alanında metrekare başına düşen kişi sayısıdır. Bir odanın veya alanın çıkış genişliği ve sayısını hesaplamakta kullanılır [89].

Maruz cephe (Exposing building face): Binanın ya da bina bina yangın kompartımanlarına ayrılmışsa yangın kompartımanlarının bir yöne bakan cephesi.

Mevcut güvenli kaçış süresi (Available Safe Egress Time): Yangının başladığı zaman ile çevredeki insanlar için tehlike yarattığı ilk durum arasında geçen güvenli kaçış süresidir [18].

Oksitleyici (Oxidizing agent): Diğer maddelerin oksitlenmesine veya yanmasına sebep olabilecek kimyasal element veya bileşiğe denir [88].

Patlama (Explosion): Ani sıcaklık ve/veya basınç ile birlikte ortaya çıkan ani oksidasyon veya ayrışma reaksiyonudur [88].

Piroliz (Pyrolysis): Bir malzemenin, oksidasyon olayı olmaksızın sıcaklığındaki artışa bağlı olarak tersinir olmayan kimyasal tepkisidir [88].

Parlama noktası (Flash point): Bir sıvının özel deney şartları altında tutuşturma kaynağının uygulanması ile parlama meydana gelmesine yetebilecek alevlenebilir gazı çıkarmaya başladığı en düşük sıcaklıktır [88].

Son çıkış (Recent exit): Kaçış yolu ile güvenlik bölgesi arasında bulunan geçiş noktasıdır [89].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

Tahliye asansörü (Tahliye asansörü): İnsanların tahliyesi için kullanılan asansörlerdir [79].

Tam büyüme (Backdraught): Yangın mekanında, yanmanın oksijen yetersizliği nedeniyle azaldığı durumda; ortamdaki oksijen miktarının ani artması ile[kapı veya pencere yolu ile hava girdiğinde], yanıcı madde buharının havayla karışarak hızla yanmasıdır [18].

Tahliye oranı (Escape rate): Belirli bir zamanda çıkış genişliğinin bir biriminden geçebilen insanların sayısıdır [89].

Tutuşma (Ignition): Yanmanın başlamasıdır [88].

Tutuşma sıcaklığı (Ignition temperature): Özel deney şartları altında bir malzemenin devamlı olarak yanmasının başlatılabileceği en düşük sıcaklıktır [88].

Yanma (Combustion): Yanabilir bir malzemenin, bir oksitleyici ile birlikte, genellikle, duman yayılması ve /veya kızıl parıltılar ve/veya alevlerle birlikte ortaya çıkmış egzotermik reaksiyonudur [88].

Yangın (Fire): Dumanın veya alevin veya her ikisinin beraberce ısı yayması ile karakterize edilen yanma olayıdır. Yanmanın zaman ve mekan olarak kontrol edilememiş bir şekilde yayılmasıdır [88].

Yangın asansörü (Fire elevator): Acil bir durumda makinesi, güç kaynakları ve komuta tertibatı yalnızca yangın söndürme ekipleri tarafından kullanılabilen, binanın cephesinde veya yangına dayanıklı yapı bölümleriyle çerçevelenmiş, korunmuş olarak binanın içinde bulunan asansördür [90].

Yanabilirlik (Combustible): Malzemenin yanabilme özelliğidir [88].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

Yangın bariyeri (Fire barrier): Bina içinde, yangının ve dumanın ilerlemesi ve yayılmasını tanımlanan süre içinde durduran, yatay veya düşey konumlu elemandır[Döşeme, duvar, tavan gibi] [14].

Yangın bölgesi (Fire zone): Yangın durumunda, uyarı ve söndürme önlemleri diğer bölümlerdeki sistemlerden ayrı olarak devreye giren bölümdür [14].

Yangın damperi (Fire damper): Havalandırma kanallarında bulunan, normal durumlarda açık olan fakat bir yangın anında otomatik olarak kapanarak yangının başka bölümlere yayılmasını engelleyen kapaktır.

Yangın direnci (Fire resistance): Standart bir yangın direnç deneyinde bina konstrüksiyonuna ait ana veya taşıyıcı bir elemanın, belirli bir zaman diliminde gerekli kararlılığı, yangın geçirimsizliğini ve/veya ısı yalıtımını yerine getirmesi beklenen diğer görevlerini yapabilme kabiliyetidir [88]. Başka bir deyişle; bir yapı bileşeni ya da elemanının yük taşıma, bütünlük ve yalıtkanlık özelliklerini belirlenen bir süre koruyarak yangına karşı dayanmasıdır [14].

Yangın duvarı (Fire wall): İki bina arasında veya aynı bina içinde farklı yangın yüküne sahip hacimlerin birbirinden ayrılması gereken durumlarda, yangının ilerlemesini ve yayılması tanımlanan süre için durduran düşey elemandır [14].

Yangına dayanıklı malzeme (Fire resistance material): Yükselen ısıya karşı, en az 3 dakika ve daha fazla, dayanım gösteren malzemelerdir [91].

Yangın güvenlik holü (Fire safety lobby): Kaçış merdivenlerine yangının ve dumanın geçişini engellemek için yapılacak güvenlik holleridir [14].

Yanma ısısı (Heat of combustion): Bir malzemenin bütün kütlesinin tamamen yanması ile serbest kalan kalorifik enerjisidir [88].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

Yangın kapısı (Fire door): Bir yapıda kullanıcılar için dolaşım olanağı sağlayan, kapalı tutulduğunda duman, ısı, alev geçişine belirli bir süre direnecek nitelikteki kapılardır [14].

Yangın kararlılığı (Fire stability): Standart bir yangın direnç deneyinde, şartları altında belirli bir zaman dilimi için, bina konstrüksiyonuna ait bir elemanın çökmeye dayanabileceği yük taşıma kabiliyetidir [88].

Yangın kompartımanı (Fire compartment): Bir veya daha çok oda ve alandan meydana gelen ve içeriden dışarıya, dışarıdan içeriye belirli bir zamanda yangın yayılmasını önleyecek şekilde inşa edilmiş bir bina bölümüdür [80]. Bir bina içerisinde, üstü ve altı da dahil olmak üzere her yanı en az 60 dakika yangına karşı dayanıklı yapı elemanlarıyla duman ve ısı geçirmez alanlara ayrılmış (hacim) bölümdür [14].

Yangından korunma (Fire protection): Yangınların yapı ve insanlar üzerindeki tehlikesini azaltmak amacıyla tespit eden, söndüren veya yayılmasına engel olan proje düzenlemeleri, sistemler, binalar ve diğer yapılarıdır [88].

Yangın merdiveni (Fire staircase): yangın durumunda, binadaki insanların emniyetli olarak ve süratle tahliyesi için özel olarak yapılan yangından korunmuş kaçış merdivenidir. Kaçış yolları bütününe bir parçası olup diğer kaçış yolu bölümlerinden bağımsız olarak tasarlanamazlar [14].

Yanma özelliği (Burning behaviour): Bir malzeme, ürün ve/veya yapının, yandığı veya yangına maruz kaldığında, ortaya çıkan bütün fiziksel ve kimyasal değişiklikleridir [88].

Yangına tepki (Reaction to fire): Özel deney şartları altında yangına maruz bırakılan malzemenin yangına katılmaya olan tepkisidir [88].

EK-1 (Devam) Türkçe-İngilizce terminoloji

Yanma ürünleri (Products of combustion): Bir yangın veya piroliz etkisi ile çıkan gazların, parçacıkların veya aerosollerin tümüdür [88].

Yangın yükü (Fire load): Duvarların, bölmelerin, döşemelerin ve tavanların kaplamalarını içeren bir hacimde yer alan elemanların tüm kalorifik enerjisidir [78]. Başka bir deyişle, bir yapı bölümünün içinde bulunan yanıcı maddelerin kütleleri ile alt ısı değerleri çarpımlarının toplamının plandaki toplam alana bölünmesi ile elde edilen büyüklüktür (MJ/m^2) [14].

Yangın yükü yoğunluğu (Fire load density): Döşeme alanlarına bölünmüş yangın yüküdür [88].

EK-2 Faydalı internet kaynakları

1. <http://www.acfse.org> (Alliance for Consumer Fire Safety in Europe).
2. <http://www.nfpa.org> (National Fire Protection Association).
3. <http://www.usfa.fema.gov> (United States Fire Safety and Evacuation).
4. <http://www.wpi.edu> (Worcester Polytechnic Institute).
5. <http://www.firesafe.com>
6. <http://www.wondor.com/Pages>
7. <http://www.nyc.gov>
8. <http://www.nrc-cnrc.gc.ca>
9. <http://www.fire.nist.gov>
10. <http://www.engineering.cornell.edu>
11. <http://www.wfrc.co.uk>
12. <http://www.jjay.cuny.edu>
13. <http://www.materials.org.uk>
14. <http://www.bre.co.uk>
15. <http://www.nrc.ca>
16. <http://www.firesafety.org>
17. <http://www.rsc.org>
18. [http://www. Blegroup.co.uk](http://www.Blegroup.co.uk)
19. <http://www. Irc.nrc.cncr.gc.ca>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : İPLİKÇİ, Emel

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 29.09.1972 Denizli

Medeni hali : Bekar

e-mail : emeliplikci@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi /Mimarlık Bölümü	2006
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi/ Mimarlık Bölüm	1999
Lise	Denizli lisesi	1989

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2001-2006	Jandarma Genel Komutanlığı	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Dağcılık, Tenis