İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YANGIN KOMPARTIMANLARININ YALITIMINDA KULLANILACAK YANGIN DURDURUCULARIN SEÇİMİ İÇİN YÖNTEM ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İdil TABAK

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YANGIN KOMPARTIMANLARININ YALITIMINDA KULLANILACAK YANGIN DURDURUCULARIN SEÇİMİ İÇİN YÖNTEM ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İdil TABAK
(502131506)

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU

ARALIK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131506 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **İdil TABAK**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"YANGIN KOMPARTIMANLARININ YALITIMINDA KULLANILACAK YANGIN DURDURUCULARIN SEÇİMİ İÇİN YÖNTEM ÖNERİSİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Mustafa Erkan KARAGÜLER** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER .....
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : 26 Kasım 2015
Savunma Tarihi : 25 Aralık 2015

ÖNSÖZ

Bir bina içerisinde çıkan yangının verebileceği zararları en az seviyede tutabilmek için bilinen ve uygulanan pasif yangın korunumu önlemlerinden en kapsamlısı, binayı yangın kompartımanlarına ayırmaktır. Ancak bu alanlardaki olası servis geçişleri için açılan delikler bu önlemi tamamen işlevsiz hale getirebilirler. Bu boşluk yada deliklerin yangın durdurucu ürünlerle geçirimsiz hale getirilmesi gereği vardır.

Diğer taraftan, yangın durdurucu ürün çeşitliliğinin fazlalığı, doğru ürün seçimi için çok fazla değişkenin bulunması, tasarım ve inşaat süresince etraflı bir araştırma yapmak için yeterli zaman olmaması gibi nedenler; bu konuda uzmanlığı olmayan çalışanları özellikle de işlerin yürüyüşü ve kontrolü ile ilgili sorumluluğa sahip mimarları doğru ürünün seçilmesi konusunda zorlamaktadır.

Bu sorun çerçevesinde hazırlanan ve sonucunda yangın durdurucuları değerlendirip seçim yapmaya yardımcı olacak bir seçim akış şeması geliştirilen bu çalışma süresince ilgili ve pozitif yaklaşımıyla bana yol gösteren değerli tez danışmanım Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU'na, bu zorlu süreçte bana karşı sabır gösterip her türlü destekle yanımda olan başta annem ve eşim olmak üzere tüm aileme, teknik bilgileriyle beni yönlendiren hocamlarım Prof.Dr.Abdurrahman KILIÇ, Doç.Dr. Mustafa ÖZGÜNLER ve Yrd. Doç. Dr. Nuri SERTESER'e teşekkürlerimi sunarım.

Kasım 2015

İdil TABAK
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
TERİMLER VE TANIMLAR ..... **xviii**
ÖZET ..... **xxi**
SUMMARY ..... **xxii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Amaç 2
1.2 Kapsam 2
1.3 Yöntem 3
1.4 Hipotez 4
2. YANGIN, PASİF YANGINDAN KORUNMA ÖNLEMLERİ VE YANGIN DURDURUCULARIN TANIMI **5**
2.1 Yangın ve yangın kompartımanlarının tanımı 5
2.2 Yangın durdurucular 8
3. YANGIN DURDURUCULARIN KULLANILDIĞI SERVİS AÇIKLIK TİPLERİ **11**
3.1 Yönlerine göre açıklık tipleri 11
3.1.1 Yatay açıklıklar 11
3.1.2 Dikey açıklıklar 12
3.1.3 Yatay dikey birleşimi 13
3.2 Boyutlarına Göre Açık Tipleri 13
3.2.1 Sızıntı açıkları 14
3.2.2 Küçük açıklıklar 14
3.2.3 Orta boyutlu açıklıklar 15
3.2.4 Büyük açıklıklar 16
4. YANGIN DURDURUCULAR **19**
4.1 Yangın Durdurucu Mastikler 20
4.1.1 Genel özellikler 20
4.1.2 Kullanım yerleri 22
4.1.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 25
4.1.4 Avantajları 25
4.1.5 Mastiklerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 26
4.1.5.1 Yapı elemanlarının yangın sınıfını belirleme 28
4.1.5.2 Yapı elemanlarının yangına dayanımını belirleme 29
4.1.5.3 Yangın durdurucuların yangına dayanım performansını belirleme 32
4.1.5.4 Yerleştirilmiş yangın durdurucu ürünün denetlenmesi 37
4.1.5.5 Ele alınan diğer standartlar 38
4.2 Yangın Durdurucu Boyalar 39

4.2.1 Genel özellikler 39
4.2.2 Kullanım yerleri 41
4.2.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 43
4.2.4 Avantajları 43
4.2.5 Boyaların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 44
4.3 Yangın Durdurucu Köpükler 44
4.3.1 Genel özellikler 44
4.3.2 Kullanım yerleri 46
4.3.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 47
4.3.4 Avantajları 47
4.3.5 Köpüklerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 48
4.4 Yangın Durdurucu Kelepçe 48
4.4.1 Genel özellikler 48
4.4.2 Kullanım yerleri 51
4.4.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 53
4.4.4 Avantajları 53
4.4.5 Kelepçelerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 53
4.5 Yangın Durdurucu Sargılar 53
4.5.1 Genel özellikler 54
4.5.2 Kullanım yerleri 56
4.5.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 56
4.5.4 Avantajları 56
4.5.5 Sargıların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 57
4.6 Yangın Durdurucu Bandajlar 57
4.6.1 Genel özellikler 57
4.6.2 Kullanım yerleri 58
4.6.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 59
4.6.4 Avantajları 59
4.6.5 Bandajların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi.. 59
4.7 Yangın Durdurucu Manşonlar 59
4.7.1 Genel özellikler 60
4.7.2 Kullanım yerleri 60
4.7.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 60
4.7.4 Avantajları 60
4.7.5 Manşonların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 61
4.8 Yangın Durdurucu Macunlar 62
4.8.1 Genel özellikler 62
4.8.2 Kullanım yerleri 63
4.8.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 64
4.8.4 Avantajları 65
4.8.5 Macunların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 65
4.9 Yangın Durdurucu Tıkaçlar 65
4.9.1 Genel özellikler 66
4.9.2 Kullanım yerleri 66
4.9.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 67
4.9.4 Avantajları 67
4.9.5 Tıkaçların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 67
4.10 Yangın Durdurucu Tuğlalar 67
4.10.1 Genel özellikler 67
4.10.2 Kullanım yerleri 69

4.10.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 69
4.10.4 Avantajları 69
4.10.5 Tuğlaların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi .. 69
4.11 Yangın Durdurucu Yastıklar 70
4.11.1 Genel özellikler 70
4.11.2 Kullanım yerleri 71
4.11.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 72
4.11.4 Avantajları 72
4.11.5 Yastıkların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi . 73
4.12 Yangın Durdurucu Harç 73
4.12.1 Genel özellikler 73
4.12.2 Kullanım yerleri 74
4.12.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 76
4.12.4 Avantajları 76
4.12.5 Harçların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 76
4.13 Yangın Durdurucu Paneller 77
4.13.1 Genel özellikler 77
4.13.2 Kullanım yerleri 78
4.13.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 80
4.13.4 Avantajları 81
4.13.5 Panellerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi ... 81
4.14 Yangın Durdurucu Menfez-Damperler 81
4.14.1 Genel özellikler 82
4.14.2 Kullanım yerleri 83
4.14.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 83
4.14.4 Avantajları 83
4.14.5 Menfezlerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 83
4.15 Yangın Durdurucu Gizli Boşluk Bariyeri-Perdeler 84
4.15.1 Genel özellikler 84
4.15.2 Kullanım yerleri 85
4.15.3 Avantajları 85
4.15.4 Perdelerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi ... 85
4.16 Yangın Durdurucu Ankastre Geçiş Aparatları 85
4.16.1 Genel özellikler 85
4.16.2 Kullanım yerleri 87
4.16.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 88
4.16.4 Avantajları 88
4.16.5 Geçiş aparatlarının değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 88
4.17 Yangın Durdurcu Bantlar 88
4.17.1 Genel özellikler 88
4.17.2 Kullanım yerleri 89
4.17.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri 90
4.17.4 Avantajları 90
4.17.5 Bantların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 90
4.18 Yardımcı Ürünler 91
4.18.1 Dolgu Yünleri 91
4.18.1.1 Genel özellikler 91
4.18.1.2 Kullanım yerleri 91
4.18.1.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım 92

4.18.1.4 Avantajları 92
4.18.1.5 Dolgu yününün değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi 92
5. YANGIN DURDURUCULARIN SEÇİMİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM ÖNERİSİ 93
5.1 Aşama I: Uygulama Alanının Tanınması 93
5.1.1 Çevresel etmenler 94
5.1.2 Bina türü 95
5.1.3 Mekan türü 96
5.1.4 Yapı elemanı türü 96
5.1.5 Kullanılacak açıklığın özellikleri 99
5.1.6 Servis Tipi 103
5.1.7 Ek Kriterler 105
5.1.8 Kontroller 106
5.2 Aşama II: Yangın Durdurucuları Değerlendirme Yönergesi 107
5.2.1 Yangına dayanım süresi 109
5.2.2 Dış etmenlere dayanıklılığı 109
5.2.3 Malzemelerle etkileşim 109
5.2.4 Farklı yapı elemanı tiplerinde uygulanabilirlik 109
5.2.5 Farklı yönlerde uygulanabilirlik 109
5.2.6 Açıklıkları kapatmak için yapısal özellikler 109
5.2.7 Uygulama ile ilgili özellikler 110
5.2.8 Kullanım ile ilgili özellikler 110
5.3 Yangin Durdurucu Seçim Yöntemi Akış Şemasi ve Bir Uygulama Örneği 110
5.3.1 Çevresel etmenler 111
5.3.2 Bina türü 114
5.3.3 Mekan türü 114
5.3.4 Yapı elemanı türü 115
5.3.5 Kullanılacak Açıklığın özellikleri 115
5.3.6 Servis tipi 116
5.3.7 Ek kriterler 117
5.3.8 Kontrol 117
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 119
KAYNAKLAR 124
EKLER 128
ÖZGEÇMİŞ 131

KISALTMALAR

TYKY	**:** Türkiye, Yangından Korunma Yönetmeliği
ASPF	**:** Association for Specialist Fire Protection
PFPF	**:**Passive Fire Protection Federation
FRL	**:**Fire Resistance Level: Yangın Dayanım Seviyesi
FSI	**:**Flame Spread Index: Alev Yayılım İndisi
SDI	**:**Smoke Developed Index: Duman Geliştirme İndisi
ÖRN	**:**Örneğin
BKZ	**:**Bakınız
VOC	**:**Volatile Organic Compounds: Uçucu Organik Bileşenler
NFPA	**:**National Fire Protection Association: Ulusal Yangından Korunma Birliği
MSDS	**:**Material Safety Data Sheet: Malzeme Güvenlik Bilgi Föyü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Binalarda en fazla kompartıman alanları [2, s. 103]. 7
Çizelge 5.1: Yangın durdurucu seçim uygulamasında kullanılabilecek yangın durdurucular. 112

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1:Geleneksel Yangın üçgeni kuramı 5
Şekil 3.1:Yatay olarak konumlandırılmış bir açıklık içinden yapılan servis geçişi .. 12
Şekil 3.2: Yangına dayanımlı duvar üzerine açılmış dikey yönlü açıklık, ... 12
Şekil 3.3: Yatay-dikey birleşim derz açıklıkları 13
Şekil 3.4: Duvar başı derz uygulaması 13
Şekil 3.5:Sızıntı açıklıklarına bir örnek 14
Şekil 3.6: Servis geçişi etrafında kalan küçük açıklık örneği 15
Şekil 3.7: Orta boyutlu açıklıklardan servis geçişi örneği 15
Şekil 3.8: Orta boyutlu açıklıklardan karma servis geçişi örneği 16
Şekil 3.9: Zemindeki büyük açıklıkları kapatmak için yangın durdurucu harç kullanımı 17
Şekil 3.10: Büyük açıklıkta tel örgü ile alttan desteklenmiş yangın durdurucu örneği 17
Şekil 4.1: Yangın durdurucu mastik 20
Şekil 4.2: Yangın durudurucu uygulamasında kullanılabilecek koruyucu ekipmanın bir kısmı 21
Şekil 4.3: Yangın durdurucu mastik uygulama örnekleri 22
Şekil 4.4: Mastik uygulanabilecek yapı elemanı birleşimlerine örnekler 23
Şekil 4.5: Betonarme döşeme tablasındaki (3) derz içerisine uygulanmış destek arkalığı(2) ve yangın durdurucu mastik(1) 23
Şekil 4.6: Kablo geçişlerinde mastik uygulaması 24
Şekil 4.7: Yangın durdurucu panel üzerine mastik uygulaması örneği 25
Şekil 4.8: Test edilmiş açıklık boyutu üzerinde izin verilen değişiklikler. 27
Şekil 4.9: Sprey tabancasıyla yangın durdurucu boya uygulaması 40
Şekil 4.10: Kablolar üzerinde yangın durdurucu sprey boya kaplaması örneği. 41
Şekil 4.11: Metal ondüle döşeme- duvar birleşiminde yangın durdurucu sprey uygulaması 42
Şekil 4.12:Orta boyutlu bir açıklıkta yangın durdurucu kullanımı: 1)100mm duvar ya da 150mm döşeme, 2) yangın durdurucu boya, 3)Servis (boru ya da kablo) üzerine uygulanmış yangın durdurucu boya 4)Servis elemanı (kablo ya da boru) 5)yangın durdurucu panel 6) panelin üzeri dahil bütün açıklığa 50mm dışa taşacak şekilde yapılan yangın durdurucu boya uygulaması. . 42
Şekil 4.13: Panel yerleşiminde yangın durdurucu boya kulanımı 43
Şekil 4.14: Yangın durdurucu köpük uygulaması 45
Şekil 4.15: Kablo araları gibi zor ulaşılacak karmaşık şekilli açıklıklarda yangın durdurucu köpük kullanılabilir 46
Şekil 4.16: Yangın durdurucu köpük kullanımı 47
Şekil 4.17: Yangın durdurucu kelepçe 49
Şekil 4.18:Döşemede yangın durdurucu kelepçe uygulaması 50
Şekil 4.19: Duvar üzerinde yangın durdurucu kelepçe uygulaması. 50

Şekil 4.20: Yangın durdurucu kelepçe altında yangın durdurucu harç ya da mastik kullanımı 51
Şekil 4.21: Betonarme duvarda yangın durdurucu kelepçe kullanımı: 1)Boru, 2)Yangın durdurucu kelepçe, 3)Betonarme duvar –min 100mm 4)Ankraj, 5)Yangın durdurucu kelepçe, 6)Dairesel boşluk içinde mastik ya da harç 52
Şekil 4.22: Alçıpanel duvarda yangın durdurucu kelepçe kullanımı: 1)Boru, 2)Yangın durdurucu kelepçe, 3)Alçıpanel duvar –min 100mm 4)Ankraj, 5)Yangın durdurucu kelepçe, 6)Dairesel boşluk içinde mastik ya da harç 52
Şekil 4.23: Döşemelerde yangın durdurucu kelepçe kullanımı: 1)Boru, 2)Yangın durdurucu kelepçe, 3)Döşeme –min 150mm 4)Ankraj, 5)Yangın durdurucu kelepçe, 6)Dairesel boşluk içinde mastik ya da harç 52
Şekil 4.24:Boruda yangın durdurucu sargı kullanımı 54
Şekil 4.25:Duvar ve döşemede yangın durdurucu sargı kullanımı 54
Şekil 4.26:Yangın durdurucu sargının duvar ve döşeme kesitinde yerleşimi. 55
Şekil 4.27:Yangın durdurucu bandaj 57
Şekil 4.28:Yangın durdurucu bandajın duvar ya da döşeme kesidindeki yerleşimi. . 58
Şekil 4.29: Yangın Durdurucu bandaj kullanım örnekleri 59
Şekil 4.30: Yangın durdurucu manşon 60
Şekil 4.31:Yangın durdurucu manşonun duvar içerisindeki konumu 61
Şekil 4.32:Elektrik kutusu üzerine yangın durdurucu macun uygulaması 62
Şekil 4.33:Kablo etrafına uygulanmış yangın durdurucu macun hamuru 62
Şekil 4.34:Kablo etrafına uygulanmış kılıf içerisinde yangın durdurcu macun. 63
Şekil 4.35: Yangın durdurucu macunun elektrik kutusunun içinden ya da dışından kullanımı 64
Şekil 4.36: Yangın durdurucu tıkaç 66
Şekil 4.37: Yangın durdurucu tuğla uygulama örneği. 68
Şekil 4.38: Yangın durcurucu tuğla kullanımı 68
Şekil 4.39: Yangın durdurucu yastık uygulama örneği. 70
Şekil 4.40: Yangın durdurucu yastık yerleşimi 71
Şekil 4.41: Yangın durdurucu yastık döşeme üzerinde uygulandığı zaman alttan çelik hasırla desteklenmelidir 71
Şekil 4.42: Yangın durdurucu harç uygulama örneği. 73
Şekil 4.43:Döşemede yangın durdurucu harç uygulaması 75
Şekil 4.44:Orta boyutlu açıklıkta duvar üzerinde yangın durdurucu harç uygulaması 75
Şekil 4.45:Yangın durdurucu boyalı panel uygulaması örneği. 77
Şekil 4.46:Yangın durdurucu metal panel uygulaması 77
Şekil 4.47:Yangın durdurucu panel uygulaması 78
Şekil 4.48:Yangın durdurucu panel üzerindenyapılan çeşitli servis girişleri için ek önlemler 80
Şekil 4.49:Duvar başı yangın durdurucu panel uygulaması örneği 80
Şekil 4.50:Yangın durdurucu menfez-damper tipleri. 82
Şekil 4.51:Yüksek sıcaklıkla şişmiş damper ızgara sistemi 83
Şekil 4.52:Asma tavan üzeri boşluk bariyeri uygulaması 84
Şekil 4.53:Yükseltilmiş döşeme altı yangın bariyeri uygulaması 84
Şekil 4.54:Yangın durdurucu ankastre geçiş aparatı 86
Şekil 4.55:Ankastre geçiş aparatı yerleşimi 87
Şekil 4.56:İntümesan yangın durdurucu bant uygulaması. 89
Şekil 4.57:Derzlerde yangın durdurucu bant uygulaması. 89
Şekil 4.58:Dolgu yünü uygulaması 91

Şekil 5.1: Yangın durdurucu seçiminde rol oynayan çevresel etmenler ve alt başlıkları 94
Şekil 5.2:Bina türünün yangın durdurcu seçimine etkisi 95
Şekil 5.3: Mekan türünün yangın durdurucu seçimine etkisi 96
Şekil 5.4: Yapı elemanı türünün yangın durdurucu seçimine etkisi 97
Şekil 5.5:Farklı kalınlıklarda yangın bariyerine yapılan farklı uygulama örneği 98
Şekil 5.6:Kullanılacak açıklığın özelliklerinin yangın durdurucu seçimine etkisi. . 100
Şekil 5.7:Yangın durdurucu panel içerisinden geçen kablo tavası uygulaması 101
Şekil 5.8:Yangın durdurucu panel içerisinden geçen kablo tavası uygulaması 101
Şekil 5.9:Düzensiz şekilli zor ulaşılabilen açıklıklarda kolay uygulanan, uygulandıktan sonra şişerek tüm boşlukları kapayan yangın durdurucu köpük tercih edilebilir..... 102
Şekil 5.10:Yük taşıyabilen yangın durdurucu harç..... 102
Şekil 5.11: Kullanılacak servis tipinin yangın durdurucu seçimine etkisi..... 103
Şekil 5.12:Yangın durdurucu kelepçe..... 104
Şekil 5.13: Yangın durdurucu seçimini sonlandıracak olan ek kriterler 105
Şekil 5.14: Yangın durdurucu değerlendirme tablosu 108
Şekil 5.15: Seçim şeması uygulamasının örneklendirileceği servis geçişi.. 111
Şekil 5.16: Seçim akış şeması sonunda seçilen yangın durdurucularla yeniden yangına dayanıklı hale getirilmiş duvar..... 118

TERİMLER VE TANIMLAR

Yangın (Fire): Isı yayılımı ve yangın etkileyicisi ile karakterize edilen ve genellikle duman, alev, ışıldama veya bunların birleşiminin eşlik ettiği yanma süreci [1, s. 11].

Yapı elemanı: Bir inşaat ortamının bütünleşik bölümü [1, s. 4].

Yangın performansı: Bir yangın deneyine maruz bırakıldığında bir deney numunesinin tepkisi [1, s. 13]. Bkz. Yangın davranışı

Yangına reaksiyon- tepki (Reaction to fire)**:** Bir yangın deneyinde belirtilen şartlar altında yangına maruz kaldığında bir deney numunesinin tepkisi.

Not - Yangın dayanımı özel bir durum olarak göz önüne alınır ve normal olarak yangın özelliğine bir reaksiyon olarak kabul edilmez [1, s. 28].

Yangına dayanım: Bir deney numunesinin yangına dayanması veya bir zaman süresi boyunca koruma sağlaması yeteneği [1, s. 14].

Yangına dayanımlı malzeme: belirli bir süre için duman, zehirli gaz ya da ısı geçirmeyen, yangının yayılmasını önleyen malzeme.

Maruz Kalan Yüzey (Exposed surface): Bir yangın deneyinin ısıtma şartlarına maruz kalan bir deney numunesi yüzeyi [1, s. 10].

Maruz kalma süresi sonrası: Maruz kalma etkilerinin değerlendirildiği maruz kalma süresinden sonraki zaman periyodu [1, s. 27].

Yangın engeli/engelleri, yangın ayırıcısı (Fire separation): Belli şartlar altında bir zaman periyodu için, yangının bütünlüğünü (Madde 4.113) veya yangının kararlılığını veya ısıl yalıtımını veya bunların birleşimini gösteren ayırıcı eleman [1, s. 11]

Yangın kompartmanı [kompartımanı] (Fire Compartment): Yangın engelleri ile komşu bölgelerden ayrılan, alt bölmelere bölünebilen kapalı mekan.

Bir bina içerisinde taban ve tavan döşemesi dahil olmak üzere, her yanı en az 60 dakika yangına karşı dayanıklı yapı elemanları ile ısı ve duman geçirmez alanlara ayrılmış bölge [2, s. 11].

Yangın bütünlüğü, bütünlük (Fire integrity): Standard bir yangın dayanım deneyinde belirtilen bir zaman süresi için, bir tarafta yangına maruz kaldığında, maruz kalmayan tarafta alev/alevlerin ve sıcak gazların geçişini veya alevin oluşmasını önlemek için ayırıcı elemanın yeteneği [1, s. 13].

Yangın yükü: Bütün sınırlayıcı yüzeylerin yüzleri dahil, bir hacim içindeki bütün yanabilir maddelerin tam yanmasıyla açığa çıkabilecek ısının niceliği [1, s. 13].

Yangın deneyi: Bir yangının davranışını veya bir birimin bir yangının etkilerine maruziyetini ölçen deney.

Not - Bir yangın deneyinin sonuçları yangın şiddetini veya yangın dayanımını belirlemede veya deney numunesinin yangına reaksiyonunu nitelemekte kullanılabilir [1, s. 14].

Deney numunesi (test specimen): Değerlendirme ve ölçme işlemine maruz birim.

Not - Bir yangın deneyinde, birim bir malzeme, ürün, bileşen, yapı elemanı veya bunların herhangi bir birleşimi olabilir. Aynı zamanda bu, bir ürünün davranışının benzetimi için kullanılan bir algılayıcı da olabilir [1, s. 32].

Isıl iletkenlik: Isının bir malzeme içinden aktığı hıza ilişkin parametre [1, s. 32].

Isıl yalıtkan: <Yangın dayanımı>, bir tarafındaki yangına maruz bırakıldığında, ayırıcı bir elemanın ısı aktarımına dayanma yeteneği [1, s. 33].

Yalıtım kriteri "I", "I" kriteri (Fire insulation): Isıl yalıtımın değerlendirildiği kriter [1, s. 21].

Bütünlük kriteri "E", "E" kriteri (Fire integrity): Alevlerin ve sıcak gazların geçmesini önleyen bir ayırma elemanının yeteneğinin değerlendirildiği kriter [1, s. 21].

Yük taşıma kriteri "R" (Loadbearing capacity) :Yük taşıma kapasitesi. Bir bina elemanının veya yapının, yangına maruz kaldığında verilen bir yüke dayanma yeteneğinin değerlendirildiği kriter [1, s. 23].

Servis Elemanları, Servisler: Kompartıman içerisine elektrik, su, iklimlendirilmiş hava, taze hava gibi hacmin beslenmesini sağlayan unsurları taşıyan kablo, kablo tavaları, kablo demetleri, konduitler, borular, havalandırma kanalları gibi ekipmanlar ile sonradan kullanılmak için açılmış ya da sonradan işlevini yitirmiş boş açıklıklar ya da yapısal amaçlarla açılmış, kompartıman dış sınırları üzerinden geçen derzler.

Servis geçişleri: Servis elemanlarının yangına dayanımlı kompartıman döşeme ya da duvarını dışarıdan delerek iç hacme ulaştığı noktalar, penetrasyonlar.

Servis geçiş delikleri-açıklıkları: Kompartıman dış sınırlarını oluşturan döşeme ya da duvarlarda serviş geçişleri için açılmış olan ya da derzlerle ortaya çıkan delik ya da boşluklar

İntümesan: Yüksek sıcaklıklarda hacmini genişleterek birkaç katı büyüklüğüne çıkarma özelliği.

Tiksotorpik: [Thixotropic] çalkalandığında ya da karıştırıldığında sıvı; statik duruma geçtiğinde yarı katı hale gelen malzeme.

İntümesan malzeme: yangın ya da yüksek ısı karşısında hacmini çok yüksek oranda arttıran mazeme tipi.

Ablatif malzeme: Yüksek sıcaklıkla karşılaştığında ısıyı emip altındaki katmanlara ısının geçmesini önleyen bir endotermik malzeme tipi. Ablatif malzemeler, yangın ya da yüksek ısı ile karşılaştıklarında ısıyı emer, kömürleşir ardından ufalanıp yok olurlar. Bu malzemeden gerektiği kadar koyulduğunda istenen yangın dayanım derecesine ulaşılabilir.

YANGIN KOMPARTIMANLARININ YALITIMINDA KULLANILACAK YANGIN DURDURUCULARIN SEÇİMİ İÇİN YÖNTEM ÖNERİSİ

ÖZET

Yangının binada yayılmasını önlemek için oluşturulan "yangın kompartımanları"na çeşitli servisleri ulaştırmak için bırakılan açıklıklar, bu kompartımanların zayıf noktaları olmaktadır. Kompartımanın işlevini yerine getirebilmesi için böylesi yerlerin, yangın durdurucular aracılığıyla yönetmeliklerce belirlenmiş süreler boyunca yangın geçirimsiz hale getirilmesi gerekmektedir. Ancak piyasada bulunan yangın durdurucuların gerek firma gerekse ürün açısından çok çeşitli olması, konu ile ilgili uzman sayısının az olması, tasarım için ayrılan sürenin konu ile ilgili uzun uzadıya inceleme yapıp karar almak için yeterli olmaması, bina yapımında koordinasyon ve denetlemeden sorumlu tasarımcıların bu denli detay ve kritik konuda yeterli bilgiye ve deneyime sahip olamaması, kullanılacak yangın durdurucu malzemenin seçimini zorlaşmaktadır.

Yangın kompartımanlarında kullanılacak doğru yangın durdurucunun seçiminin, konunun uzmanı olmayan tasarımcılar tarafından da, dağılmadan, kolay anlaşılabilir adımlarla, kapsamlı bir yaklaşım izlenerek yapılabilmesi için bir seçim sistemi geliştirilmesi gerekliliği belirlenmiştir.

Bu amaca yönelik olarak çeşitli literatür araştırmaları yapılmış, yangın ve yangın durdurucu ürünlerle ilgili bilgiler edinilmiştir. Paralel olarak uzmanlarla görüşmeler ve piyasa araştırmaları yapılarak günümüzde arz edilen ürünlerin ortak yönleri ve farklılıkları belirlenmiştir. Performans kriterlerini karşılayabilmek için hangi standart ve yönetmeliklerin esas alındığı araştırılmıştır. Bu yönetmelikler incelenerek, yangın durdurucu ürünlerin kullanımlarının zorunlu olduğu bölgeler belirlenmiştir. Standartlarda ürünlerin hangi performanslarının ölçüldüğü, ölçüm sırasında nelere dikkat edildiği ve ürünlerin performansını hangi detayların etkileyebileceği dikkate alınmıştır.

Çalışmanın sonunda bütün bu verilerden yola çıkılarak tasarım sürecinde karar vericiye yardımcı olmak amacıyla, yangın kompartıman duvarı/döşemesindeki servis geçişlerinin ve derzlerin hedeflenen süre boyunca yangın geçirimsizliğini ve duman sızdırmazlığını sağlayacak en verimli yangın durdurucunun seçimi için bir yöntem önerilmiştir. Yöntemde öncelikle uygulama alanında kullanılabilecek tüm yangın durdurucu ürünler belirlenmektedir. Sonrasında verilen seçim akış şeması üzerinde genel ölçekten özele doğru sıralanmış sistemlerin her birinin performans gereksinimleri belirlenmiştir. Seçim akış şeması üzerinde giderek özelleşerek, geçerli olan performans gereksinimlerini karşılayamayan yangın durdurucu ürünler elenmektedir. Eleme sonucunda kalan yangın durdurucular arasından ek kriterler kullanılarak bir seçim yapılmaktadır. Seçim yardımcısı olarak, yangın durdurucuların tüm özelliklerini içeren bir yangın durdurucu performans değerlendirme tablosu geliştirilmiştir. Ayrıca çalışmada önerilen yöntem, bir uygulama ile örneklendirilmiştir.

A FIRE STOPPING PRODUCT SELECTION METHOD FOR FIRE INSULATION OF COMPARTMENT BARRIERS

SUMMARY

Dividing a building into fire resistant sections called “fire compartments” is an extensive passive protection measure. However it is necessary to make some openings onto fire separating elements enclosing fire compartments in order to install plumbing, electrical or mechanical equipment. Even a joint between adjacent building elements, a movement joint or joints to compensate some constructional imperfections might pass through a fire compartment.

These joints and service openings are the weakest points of fire compartments whose essential function is to prevent fire from spreading across the building. Although the openings for service penetrations and joints seem negligible compared to the whole compartment barriers’ surface area, they may contribute to the spread of fire through adjacent compartments and cause deaths as well as damages.

In section 3. of the study, the openings on fire compartment barriers are grouped by orientation or by dimension. The openings may be horizontal (basically, the ones that are situated on floor slabs or ceilings) or vertical (the ones that are situated on vertical building elements such as walls) in terms of orientation. They may also be situated in between these two entities in the form of joints.

On the other hand, the openings may be grouped by dimension too. In this case, they are not strictly separated from each other but they are limited by four overlapping dimension intervals: leakage openings, small openings, mid-sized openings, big openings. This grading system introduces a structured framework to analyse the case.

The service openings and joints on fire barriers should be absolutely equipped with fire stopping products. These are used for helping fire separating building elements to regain their original fire resistance performance as required by regulations.

Although there is already a quite wide range of firestops in the market today, new products which are more efficient, more easily applicable or more economical will be launched going forward as the producers invest in research and development.

After a profound literature research and analysis of products supplied by six big companies from different parts of the World, the most common fire stops are classified in 17 groups as presented in section 4. Those products are sealants, brush grade sprayable mastics-paintings, foams, collars, wraps, bands, sleeves, putties, plugs, blocks, pillows, mortars, batts, vents, cavity barrier curtains, cast-in devices and strips. Lastly listed a backing material used for supporting some of these firestops.

Analysing this much of firestop products from all around the World, the testing standards that producer companies use to demonstrate their products’ performance are taken into consideration too. Most of them are analysed in section 4.1.5 .

Fundamentally, the service penetrations and joints undergo different types of tests in both Europe and United States of America. Service penetrations are tested in full scale in laboratories, while only a section of joints can be tested in laboratories.

The result of the tests in both America and Europe shows the time elapsed until the system fails to meet the minimum performance requirements. The performances measured by these tests are insulation and integrity functions of a system where a firestop product is installed. In case of a loadbearing system, the loadbearing capacity is added to performance requirements. Standards applied in United States of America and Canada have an additional request: to apply a hose stream test to measure resistance of the system, just after a fire incident, against pressurized water. Furthermore, voluntary tests evaluating water resistance or amount of air leakage through the test sample may be found on these standards

Wide range of products, limited timing of design phase and insufficient number of expert on this subject makes it more and more complicated to choose the right product for a specific place. Especially the designers who are in charge of the coordination and control of the building phase may have difficulties to select the right firestopping product to ensure a complete fire resistance.

This difficulty in selecting the right type of product may only be tackled by a systematic approach, which is the main objective of this study. In order to help the decision maker during the design phase, the study suggests a selection framework to find the most efficient firestop product providing a complete fire resistance and smoke proofing of service penetrations on the compartment wall/ floor for a required time.

As the first step in this method, all of the firestop materials that may be purchased and transported to the construction site on time are listed. On consecutive sequences, selection system gradually sets performance requirements for firestop products. The ones that do not meet those requirements are eliminated.

Right after defining all the possibilities, the elimination process begins as described in section 5.1.1 . The codes, standards, regulations and certification requirements of the respective country the construction takes place in, are thoroughly examined in this step. This may also show the amount of fire resistance time is required. In addition, if there is a special certificate requirement for the respective building, the additional requirements that the product needs to meet are listed as well. Firestops, which cannot meet such requirements, are eliminated.

Building type is the next step for defining some other performance criteria, as described in section 5.1.2 . The building’s fire hazard group would influence the selection of the firestop product. A building classified in extra hazard group may necessitate some extra measures compared to the ones in light hazard group. Additionally, the building’s function may add some further requirements such as acoustical or anti-bacterial attributes.

Similarly, some other attributes such as moisture resistance or air leakage resistance, etc. might be needed depending on the function of the room where the firestop will be applied, see 5.1.3 .

In addition, the building element type is determinant of some further requirements, see 5.1.4 . The firestop product selected should be compatible with the material of the building element. Also the firestop material should be adaptable to the orientation and thickness of the building element. Finally, after the firestop material has been

applied, the system as a whole should at least equal the fire resistance of the building element's own.

Dimension and type of the opening will be affecting firestop selection as well. If there are multiple service penetrations or the space between the services is not in a straight geometrical shape, more fluid firestops may be selected in order to fill the opening between services. On the other hand, if the opening cannot be reached easily, the firestops with difficult installment process should be eliminated. Additionally, for a loadbearing opening or movement joint, a product with the capability of moving or loadbearing should be chosen.

The service element type is the final criteria. Service elements may be combustive, moving or conducting electric. All of these properties have different performance requirements. Furthermore, if the service element melts at high temperatures reached during a fire, the respective firestops should be intumescent which increases their volume at the temperature causing the service element to melt. On the other hand, the firestops that reacts with the material of service elements should not be used. Also if the service element is not permanent or if the service element will be changed often during the building lifetime, firestops that can easily be removed and reapplied need to be preferred.

Even after this detailed filtering process, there still can be more than one firestops left. In this case, there will be some further criteria including the affordability, the credibility of the producer, the installment time and the level of damage to health and environment.

After this last step, the most effective product will be chosen, but still this should be checked via feedback. If there no problem is detected, a competent and educated group of workers should install the selected firestop product. In case there is still an opening left after the installment of the firestop, the selection system should be repeated again for that new opening until it is fully eliminated.

1. GİRİŞ

Yangın kompartımanlarının dışarıdan servis almasını sağlayan kablo, kanal, boru gibi geçişler, kompartımanların ayırıcı özellikteki yangına dayanıklı dış kabuklarını delerek onları tamamen işlevsiz hale getireceklerinden bu geçişlerin mutlaka yangın durdurucu ürünlerle yalıtılması gerekmektedir. Kompartmanların işlevlendirilmesinde bu kadar kritik bir rol oynayan yangın durdurucu ürünlere, tüm Dünya'da gittikçe daha büyük önem verilmekte ve özen gösterilmektedir. Pasif yangın korunumu önlemleri arasında ele alınan yangın durdurucular yönetmeliklerde eskisine göre çok daha ayrıntılı bir yer bulurken, yakın zamanlara kadar yapı elemanları için yapılmış standartlarla test edilen yangın durdurucular için günümüzde özel test yöntemleri ve değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Yangın durdurucu malzemelerin kullanımı özellikle Amerika, Avustralya ve Avrupa'da ilgili yönetmeliklerde ve her türlü yangınla mücadele derneklerinde özenle ve ayrıntılı bir şekilde ele alınmakta, sektör çalışanlarının konu ile ilgili bilinçlenmesi için çalışılmaktadır.

Bununla birlikte Dünya üzerinde birçok tanınmış firma yangın durdurucu üretimi yapıp tüm Dünya'ya satmakta ve bir yandan da yeni ve daha verimli ürünler geliştirebilmek için laboratuarlarında çalışmalarını devam ettirmektedir. Henüz tüm projelerde yangın yalıtımı için yeterli seviyede yangın durdurucu ürün kullanımı yapılmasa da giderek daha fazla projde yangın durdurucular yer bulmaktadır.

Yapılan testler sonucunda ise yangın durdurucu ürünlerin yangına karşı dayanımda oynadıkları büyük rol ile seçimlerinde ve kullanımlarında gösterilmesi gereken büyük özen daha da iyi anlaşılmıştır.

Türkiye'de yangın durdurucu ürünler, henüz çok daha az projede kullanılmakla birlikte ürünlerin kullanımı için zorunluluk getiren "Türkiye, Yangından Korunma Yönetmeliği (TYKY)"nde yangın durdurucularla ilgili çok kısa bir geçiş yapılmış yeterli ayrıntıya girilmemiştir.

Öte yandan can güvenliğinin öneminin ve yangının yaratabileceği tehlikelerin her geçen sene daha da iyi bilincine varıldığı ve bu konuda alınan güvenlik önlemlerinin katılaştırıldığı düşünülürse; önümüzdeki yıllarda gerek Dünya'da gerekse Türkiye'de yangın durdurucu ürünlerin çok daha fazla ön plana çıkacağı ve vazgeçilemez birer zorunluluk olarak tüm projelerde uygulanır hale geleceği açıkça görülebilmektedir.

1.1 Amaç

Servis geçişleri ya da yapısal derzlerin, yangın kompartımanlarının yangına dayanım performansında herhangi bir kayba neden olmaması için çok kritik olan yangın durdurucular arasından, kullanılacak alan için en doğru seçimin yapılması gereklidir. Ancak inşaat süreci için verilen zamanın çok yetersiz olması ve bu sürenin yangın durdurucularla ilgili ayrıntılı araştırma yapmaya fırsat tanımaması, her bina inşaatında bu konu ile ilgili uzmanlaşmış ya da bilgi sahibi bir yetkili bulunamaması ve yangın durdurucu türlerinin artması, aynı türlerin birçok firma tarafından üretilmesi ve seçiminin çok girdili karmaşık bir sürece dayanması gibi sebeplerle rasyonel bir seçim yapmak ve/ veya seçimi denetlemek imkansız hale gelmiştir.

Bu sorun çerçevesinde, yangın durdurucuların seçiminin sistematize edilmesi, seçimde rol oynayan kriterlerden hiçbiri atlanmadan seçim yapılmasını sağlayacak şematik ve rahat anlaşılır bir yöntem geliştirilmesi gereği doğmuştur. Çalışmada, yangın duruducu ürüne ihtiyaç duyulan alanın, yapı elemanı ve servis geçişinin tüm yönleriyle tanınıp analiz edilmesini sağlayarak, konu alanında uzmanlığı olmayan kullanıcıların, geliştirilecek yöntemle, yangın durdurucularla ilgili ön çalışmayı yürütebilmesi, yapılan seçimlerin uygunluğunu denetleyebilmesi ve gerektiğinde seçim yapabilmesi amaçlanmıştır.

1.2 Kapsam

Bu tez kapsamında yangın durdurucular ele alınırken daha derinlemesine bir inceleme yapıp konunun özüyle ilgili çok dağılmadan kolay anlaşılır bir araştırma ortaya koyabilmek için çok çeşitli kullanım alanlarına sahip yangın durdurucularla ilgili bir takım sınırlamalar getirilmiştir. Çalışma, yangın kompartıman duvar ve/ veya döşemelerini delip geçen servis elemanları ile duvar, döşeme ya da ikisinin birleşimlerinde yer alan derzlerin yangına karşı nasıl yalıtılacağı konusu ile

sınırlandırılmıştır. Yangın durdurucu ürün incelemesi sırasında ürünün özellikleri gereği kimi zaman kısaca değinilmiş olsa da çatı arası boşluğu, çift duvar arası boşluğu, cephe-döşeme birleşimi, şaft iç bölüntüler gibi alanlar bu tez kapsamına dahil edilmemiştir.

1.3 Yöntem

Çalışma için öncelikle bir literatür araştırması yapılmış yangın, pasif yangından korunma yöntemleri, kompartımanlar ve yangın durdurucu ürünlerle ilgili bir takım tez, kitap, ile bazı yönetmelik ve standartlar incelenmiştir.

Literatür araştırmasından edinilen bilgiler çerçevesinde yangın konusuyla ilgili uzmanlarla görüşmeler yapılmış, eş zamanlı olarak bir piyasa araştırması yapılmıştır. Bu piyasa araştırması kapsamında Dünya'nın farklı yerlerinde ürün satışı yapan ve yangın durdurucu konusunda uzmanlaşmış 6 adet üretici firmanın ürünleri incelenip genel olarak ürünlerin kullanım yerleri, kullanım şekilleri performans kriterleri, uygulamaların nasıl yapıldığı, ne gibi detaylara dikkat edilmesi gerektiği gibi çeşitli özellikleri derlenmiş ve ürün tipleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Amerika, Kanada, Avrupa, Avustralya gibi dünyanın farklı merkezlerine üretim ve satış yapan bu firmalar ele alınırken özellike ürünlerinin performansı ile ilgili değerlendirme ve beklentilerinde ne gibi farklılıklar ve benzerlikler içerdikleri belirlenmiştir. Firmaların, ürünleri ile ilgili sundukları bilgi föyleri (Data Sheet), malzeme güvenlik bilgi föyleri (Material safety data sheet), uygulama örnekleri ve sertifikalar dikkatlice incelenmiş, ürünlerin performansıyla ilgili verilen bilgilerin hangi standartlarda yer alan testler yaptırılarak bulunduğu ve kriterlerin hangi yönetmelik maddelerine dayandırıldığı tespit edilmiştir.

Bu belirlemeler ışığında firmaların ürün tanıtımlarında ismi geçen ve farklı ülkelerde kullanılan standart ile yönetmelikler ele alınmış, yangın durdurucu ürünlerin yangın dayanımına katksını ölçerken ürünlerin hangi özelliklerine bakıldığı, yangın performansı dışında ne gibi kriterlerin değerlendirmeye alındığına dikkat edilmiştir.

Ancak bu çalışmada kullanılan tüm bilgiler firmaların yangın durdurucularla ilgili verileri üzerine yapılan genellemelere dayanmaktadır. Hiç bir şekilde yangın sırasında ürünlerin gerçek performansının burada verilen bilgilerle bire bir örtüşeceği düşünülmemelidir. Bunun ana sebebi, bir yangın durdurucunun performansının

üründen ürüne çok değişmesi, aynı zamanda bu performansın yangın bariyeri ve uygulamayı yapan kişinin bu konudaki yetkinliği gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olmasıdır.

Yangın durdurucuların yapıları ve performansları ile ilgili bütün bu bilgiler edinildikten sonra ise farklılıklar ve benzerlikler dikkate alınarak bir yangın durdurucu seçim sistemi oluşturulmuştur.

1.4 Hipotez

Seçimden sorumlu olan kişilerce, yangın ayırıcısı üzerinde kullanılacak yangın durdurucularla ilgili ön çalışmayı, denetimi ve seçimi yapmak detaylı bir çalışma gerektiren, zahmetli, çok zaman alan ve yanlış seçimle sonuçlanabilecek bir görevdir. Bu sorumluluğun kısa süre içerisinde doğruya en yakın şekilde yerine getirilebilmesinin, ancak akılcı, sistemli, kolay anlaşılır bir seçim sisteminin kullanılması ile mümkün olabileceği düşünülmektedir. Çalışmada önerilen yangın durdurucu seçim sistemi, ardışık adımlar halinde soru cevap şeklinde ilerleyerek gerekli performansı sağlayamayan ürünlerin elenmesi ve sonuç ürüne ulaşılması yoluyla bu sorunu çözmektedir.

2. YANGIN, PASİF YANGINDAN KORUNMA ÖNLEMLERİ VE YANGIN DURDURUCULARIN TANIMI

2.1 Yangın ve Yangın Kompartımanlarının Tanımı

Yangın, yanabilir bir malzemenin oksijenle birleşip ısı açığa çıkarmasıdır [9]. Bir diğer deyişle yanabilir malzemenin oksitleyici ile birleşerek duman ve /veya alev çıkardığı ekzotermik bir reaksiyondur [10].

Yangın, kendisini destekleyen ve büyümesine yardım eden oksijen ya da havanın bulunduğu bir ortamda, yanıcı bir malzemenin tutuşması ile ortaya çıkar [12, s. 34]. Bu tanımdan yola çıkılarak yangın için bir geleneksel üçgen kuramı ortaya atılmıştır. (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Geleneksel Yangın üçgeni kuramı [13, s. 4].

Bu kurama göre yangını oluşturan üç girdi vardır: ısı, yakıt ve oksijen. Bu unsurlardan birinin eksikliği yangının oluşmamasını sağlayacaktır [13, s. 4].

Yangının büyümesi, ilk tutuşan malzeme ile etrafındaki ya da bu malzemeyle temas halindeki diğer malzemelerin yanıcılığına bağlıdır. Böyle bir ortamda yangın, taşınım, iletim ve ışınım yollarıyla yayılır. Yangının çıktığı ortam sıcaklığı yaklaşık 600°C'a ulaştığında genel kavuşma evresi (flashover period) gerçekleşir. Bu evrede, oda içerisinde bulunan tüm malzemeler birden bire alev alır ve enerji eşliğinde duman ve zehirli yanma ürünleri-gazlar açığa çıkartırlar. Eğer yangının erişiminde, içinde hava bulunan ortam ve farklı ürünler varsa ısı daha da artar [12, s. 34].

Dolayısıyla yangın, bir bina içersinde, bulunduğu ortamdan çıkabilirse ekstra oksijen ve yakıt bulacak, bu şekilde de giderek güçlenerek büyüyecek ve bina içindeki ve çevresindeki canlıların hayatını tehlikeye sokacak, müdahale edilemeyecek bir

duruma gelecektir. Diğer taraftan yangının komşu birimlere sıçraması ve oksijen alması önlenebildiği süre boyunca bina kullanıcılarının kaçmasına fırsat verilmiş ve yangın söndürme ekiplerinin, büyümeden önce yangına müdahale edebilmesi için şans tanınmış olacaktır.

Bu amaçla binalarda yangını kontrol altında tutmak için kullanılan yöntemler 2 başlık altında gruplandırılmaktadır:

- Aktif yangından korunma öntemleri
- Pasif yangından korunma yöntemleri

Aktif önlemler, bina inşaatı tamamlandıktan sonra kurulumu yapılan, ve bir uyarı sistemiyle otomatik olarak devreye giren mekanik yağmurlama sistemi gibi savunma ve önleme sistemleridir.Bunlar ısı duman, alev, gaz dedektörleri gibi algılayıcılar , bunlardan aldığı sinyal sonrası yüksek sesle bina kullanıcılarına acil durum bilgisi veren alarm sistemi ve ateşi kontrol altında tutmaya yarayan söndürme sistemlerinden oluşmaktadır [13, s. 24].

Pasif yangından korunma önlemleri ise direk olarak binanın yapım sürecinde karar verilip uygulanan pencere büyüklüğü, mekanların ve acil çıkışların konumlandırılması, tahliye yollarının ve kaçış noktalarının boyut ve özellikleri [13, s. 24] gibi yangının gelişmesini önleyecek ya da binadakilerin kaçmasını, itfaiye görevlilerinin güvenli bir şekilde müdahale etmesini sağlayacak tasarım kararlarını içerir.

Pasif yangın önlemleri uygulanırken çıkabilecek olası bir yangının büyümesini, yayılmasını engellemek amaçlanır. Bunu yapabilmek için ise yangını, meydana geldiği mekan içerisine hapsetmek ve böylelikle yangınının sürekliliğini sağlayan oksijen, yanıcı madde ve ısı girdilerinin yangını daha fazla beslemesini önlemek gerekmektedir.

Yangını, oluştuğu mekana hapsetmek için bina, yangın kompartımanlarına (yangın zonlarına) bölünmelidir. TYKY'nin 24.maddesine göre bina yüksekliği 30.50m'den yüksek olan tüm konut binalarında ve 21.50m'den yüksek, konut dışı işleve sahip tüm binalarda; belirtilen bu yüksekliklerin üzerindeki katlar için en fazla üç kat bir yangın kompartımanı oluşturacak şekilde sınırlanmalıdır [2, s. 15]. Ek 4'teki "binalarda en fazla kompartıman alanları" tablosunda ise bina fonksiyonuna göre,

içerisindeki kompartımanların sahip olabileceği en büyük yüzey alanları listelenmiştir. (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1: Binalarda en fazla kompartıman alanları [2, s. 103].

Bina kullanım sınıfları			En fazla kompartıman alanı (m2)
1	Konutlar		sınırsız
2	Konaklama		4000 (1)
3	Kurumsal Binalar	Sağlık hizmeti amaçlı binalar	1500 (1)
		Eğitim tesisleri	6000 (2)
4	Büro Binaları		8000 (1)
5	Ticaret Amaçlı Binalar (4)		2000 (2)
6	Toplanma Amaçlı Binalar	Yeme içme	4000 (2)
		Eğlence	4000 (2)
		Müzeler ve sergi yerleri	4000 (2)
		Diğer toplanma amaçlı binalar	6000 (2)
7	Endüstriyel Yapılar	Orta Tehlike-3 ve üstü	6000 (2)
		Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2	15000(3)
8	a) Depolar	Orta Tehlike-3 ve üstü	1000 (2)
		Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2	5000 (3)
	b) Kapalı Otoparklar		Sınırlama yok

Not :
(1) Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi ve duman tahliye sistemi vb.) yapılmış ise, kompartıman alanı 2 katına çıkarılabilir.
(2) Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi ve duman tahliye sistemi vb.) yapılmış ise, kompartıman alanı sınırsızdır.
(3) Bina tek katlı ise sınırlama yoktur. Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi, duman tahliye sistemi vb.) yapılmış ise kompartıman alanı sınırsızdır.
(4) Sebze ve meyve halleri, balık halleri, et borsaları, metal yedek parça bulunan yerler ile benzeri yerler hariç.

Her bir yangın kompartımanınnın sınırları, yangın geçirmez yapı elemanları yani yangın ayırıcılar ile çizilmelidir. Yangın kompartımanının işlevini yerine getirebilmesi için bu yapı elemanları, belli bir süre için kesinlikle duman, gaz ve hatta ısı sızdırmaz olmalı, yani tam bir bütünlük sağlıyor olmalıdır. Bir yangında yangın geçirimsizliğini tam anlamıyla sağlamak için öncelikle yangın bariyerinin kendisine bakılmalıdır [14, s. 8].

Bu kompartımanların işlevlerine göre içlerinde yaşamın sürdürülebilmesi, teknik cihazların çalıştırılabilmesi, çeşitli malzemelerin uygun koşullar altında depolanabilmesi, sergilenmesi vs. gibi görevlerini sürdürebilmesi için bu kompartımanlar içerisine çeşitli servislerin ulaştırılması gerekmektedir.

Kompartıman içlerine servislerin ulaştırılmasını sağlayan elektrik kabloları, telekomünikasyon kabloları, tesisat boruları, havalandırma kanalları vb. servis

elemanları, kompartıman duvar ve döşemesi üzerinde delikler açılması yoluyla bu elemanların yangına dayanım özelliklerini tahrip ederler.

Servis geçiş açıklıkları diyebileceğimiz bu delikler, yangından koruyucu kompartıman sınırlarının zayıf noktalarını oluştururlar. Birçok bina strüktüründe en büyük tehdit, yangın ayırıcı duvar ve döşemelerin birleşimleri arasında kalan gizli açıklıklardır. Bu nedenle yangının yatay ve dikey yayılımını kısıtlamak ve yangını yeterli süre için kontrol altında tutmak için aslen yapılması gereken, bütün boşlukların ve açıklıkların sızdırmaz hale getirilmesidir. Bu konudaki ihmal, yangının engelsiz bir şekilde boşluk ve açıklıklar içerisinden yayılmasına neden olur [12, s. 29]

Efektif yangın kompartıman bariyerleri bütün açıklıkların tamamen sızdırmaz olacak ve yangın bütünlüğünü koruyacak şekilde yalıtılmalarını gerektirir [14, s. 6].

2.2 Yangın Durdurucular

Yangın kompartımanlarının can damarlarını oluşturan servis ve sirkülasyon boşluklarının, yangın sırasında tehdit oluşturmasını engellemek, yangının yayılma hızını azaltmak amacıyla yangın durdurucu malzemeler kullanılır. Yangın durdurucular, duvar, döşeme ya da tavan içerisinde kalan açıklıkları belli bir süreyle tamamen yalıtmaya yarayan malzemelerdir. Yangın sırasında oluşan dumanın, zehirli gazların ve ısının, geçirimsiz bir bölücü yapı elemanında açılmış açıklıklardan sızmasını önlemeye yararlar.

Yangın durdurucu ürünler, bir binadaki yangın dayanımlı kalıcı elemanlar arasındaki açıklıkların, yapım aşamasında yapılan hataların, tasarım aşamasında tanınan tolerans derzlerinin kapatılıp duman ve yangın geçişini kısıtlaması amacıyla yerleştirilen sızdırmazlık maddeleridir. Yerleştirildikleri bölücü elemanın üzerindeki hataları kalıcı olarak giderir ve bu elemanın yangın dayanım süresine eşit dayanım sürelerine sahip birer parçaları haline gelirler. Ürün tipine göre, yangına reaksiyon olarak şişerek, yayılarak, deforme olarak ya da sabit kalıp konumlarını koruyarak görevlerini yerine getirirler [12, s. 23]

Yangın durdurucuların sızdırmaz hale getirdikleri önemli noktalar şunlardır: Yangın ayırıcı duvar ya da döşeme üzerinde sonradan kullanım amacıyla açılmış, ya da önceden işlevli olup artık gereksinim kalmamış boş açıklıklar, kablolar, kablo

demetleri, kablo tavaları, konduitler, yanıcı (plastik) ya da yanıcı olmayan (metal)-yalıtımlı ya yalıtımsız tesisat boruları, kanallar, çoklu servis girişleri, derzler, yangın ayırıcı elemanlar üzerindeki yapım aşamasına ait hatalı üretimler.

2015 yılında yürürlüğe giren TYKY'nin 69. maddesinde, bina içerisinde tesisatların bir yangın zonundan diğerine geçmesi durumunda, yangın ve ya dumanın geçişini engellemek amacıyla uygun bir yangın durdurucunun kullanılması şart koşulmuştur [2,s.38]. Ayrıca yine aynı yönetmeliğin 24. maddesinde yangının bina içerisinde yayılmasını önlemek amacıyla yapılan kompartımanların etkili olabilmesi için kompartımanın etrafındaki yangına dayanıklı yapı elemanlarının birleşim noktalarının da yangına dayanıklı olması gerektiği belirtilmiştir, [2,s.15]. Bu amaçla kompartıman çevresindeki yapı elemanlarının birleşim noktalarında da yangın durdurucu ürünlerin kulanılması şarttır.

Diğer taraftan, test dilmiş bir yangın durdurucunun performansını etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlar arasında yangın durdurucu uygulanacak açıklığın boyutu, bu açıklıktan geçen servislerin sayısı, boyutları ve tipleri, doğru sistemin seçilmesi ve kullanılması, açıklığın yeri ve yönü, uygulaycının becerisi, müşterinin ihtiyaç ve isteklerini sıralayabiliriz [9, s. 10]

3. YANGIN DURDURUCULARIN KULLANILDIĞI SERVİS AÇIKLIK TİPLERİ

Şantiyelerde çeşitli gerekliliklerden ötürü servis geçiş açıklıkları standart bir boyda açılamayabilir. Ama yangın durdurucular belli aralıklardaki açıklıklar için üretilirler. Üstelik bu açıklıkları kapamak için bazen tek bir yangın durdurcu yetmeyebilir. Örnegin büyük açıklıkları kapatmak için kullanılan yangın durdurucunun kendi içerisinde özellikle de servis geçiş noktalarında küçük boyutlu açıklıklar kalabilir. Bu açıklıklar için ise bu boyuttaki açıklıklar için uygun bir başka yangın durdurucu kullanılır. Buna ilaveten yangın durdurucunun ve dolayısıyla uygulanacağı servis geçişinin yönü de belirleyici bir faktördür.

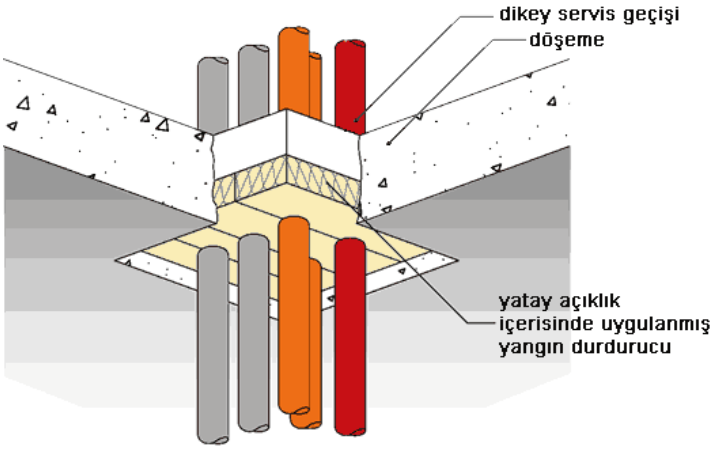
Yangın durdurucuların hangi açıklık tiplerinde kullanılmalarının uygun olduğunun kolaylıkla anlaşılabilmesi için yönlerine ve boyutlarına göre açıklık tipleri aşağıda sınıflandırılmıştır.

3.1 Yönlerine Göre Açıklık tipleri

Yönlerine göre açıklık tiplerini yatay, dikey ve yatay-dikey birleşimi olmak üzere üçe ayırabiliriz.

3.1.1 Yatay açıklıklar

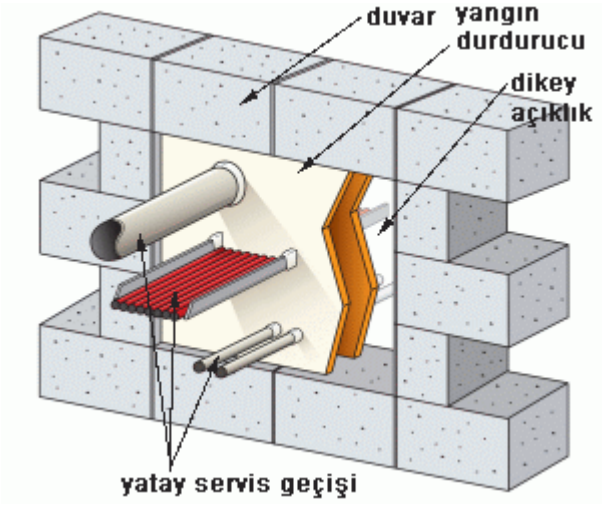
Yangın kompartımanının dış sınırlarındaki yatay yapı elemanları yani tavan ya da döşeme tablası üzerinde açılan boşluklardır. İçlerinden servis elemanları dikey olarak geçiş yapar. (Şekil 3.1). Burada kulanılacak yangın durdurcunun sarkma yapmayan tipte olması, eğer bir kalıp üzerine uygulama yapılacaksa kendiliğinden seviyelenebilecek kadar akışkan olması ancak kuruduktan sonra yer çekimine dayanıklı olması gerekmektedir. Yangın durdurucunun kullanıldığı yere bağlı olarak yük taşıma performansına sahip olması istenebilir, [3], [4], [5], [7].



Şekil 3.1: Yatay olarak konumlandırılmış bir açıklık içinden yapılan servis geçişi [11].

3.1.2 Dikey açıklıklar

Kompartımanların dış sınırlarındaki bölücü duvar ya da şaft duvarlarındaki açıklıklardır. Bu tip açıklıklarda servis geçişleri yatay yönde olup yangın yalıtımı, dikey yönde uygulanmış yangın durdurucularla yapılır. (Şekil 3.2).



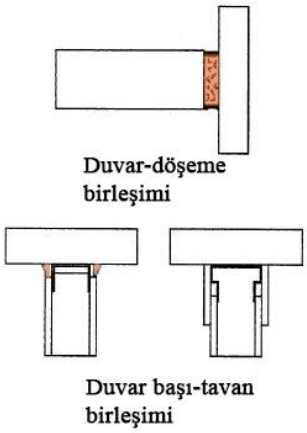
Şekil 3.2: Yangına dayanımlı duvar üzerine açılmış dikey yönlü açıklık, [12].

Dikey açıklıklarda yapılan uygulamalarda dikkat edilmesi gereken en önemli nokta yangının iki ayrı kompartımanı birbirinden ayıran bölücü yapı elemanının her iki tarafından birinde çıkabileceğidir. Isı, duman ve zehirli gazların yayılmasını önlemek için dikey açıklıklarda uygulamanın yangın durdurucu tipine bağlı olarak çift taraftan yapılması gerekebilir. Özellikle duvar kesitinin içinde değil de dıştan, yüzeyine

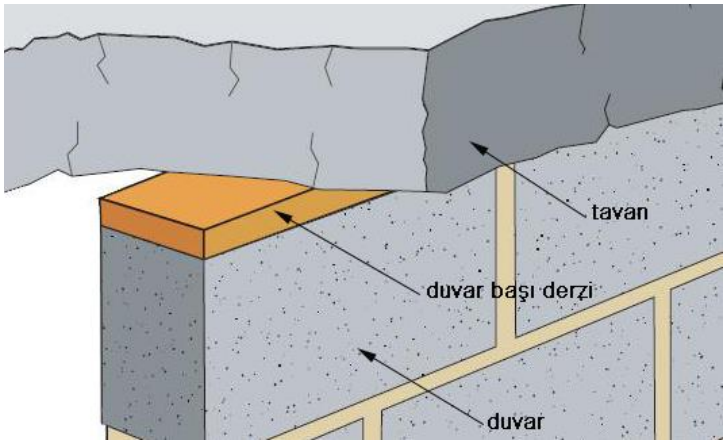
yapılan uygulamalarda yangın durdurcu, duvarın her iki yüzeyinde de bulunmalıdır, [3], [4], [5], [7].

3.1.3 Yatay dikey birleşimi

Bu tip açıklıklar genellikle derz birleşimlerinden oluşur. Duvarların tavanla birleştiği duvar başı derzleri ya da döşeme ile birleştiği hat boyunca oluşan derzlerdir. (Şekil 3.3, Şekil 3.4).



Şekil 3.3: Yatay-dikey birleşim derz açıklıkları [17, s. 6]



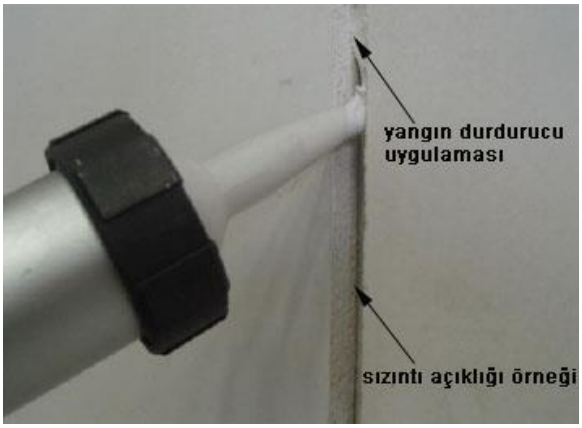
Şekil 3.4: Duvar başı derz uygulaması [13]

3.2 Boyutlarına Göre Açık Tipleri

Literatürde açıklık boyutlarını gruplamak için kesin sayılarla belirlenmiş özel bir terminoloji ya da sınırlandırma bulunmamaktadır. Ancak yangın durdurucuların kullanımlarının daha rahat kavranabilesi için açıklık boyutlarında bir genelleme yapmak uygun olacaktır. Söz gelimi açıklık tiplerini 4 grup altında toplamak ve aşağıdaki gibi birbirleriyle kesişecek şekilde sınırlar belirlemek mümkündür.

3.2.1 Sızıntı açıkları

1mm-50mm arasındaki kılcal da denebilecek çok küçük açıklıkları bu gruba sokabiliriz. (Şekil 3.5). Daha çok hareket ve birleşim derzleri, tekil kablo geçişi için açılmış bir delik ya da yangın durdurucu uygulanmış bir servis geçişinde servis elemanının etrafında kalan kılcal açıklıklar bu gruba dahildir.



Şekil 3.5:Sızıntı açıklıklarına bir örnek [14].

Bu açıklıklar önemli bir zarar vermeyecek gibi görünmesine rağmen, yeterli önlem alınmadığında yangının yayılmasına katkıda bulunurlar. Çünkü yangının başlangıç aşamasından hemen sonra yangının çıktığı hacimdeki zehirli gazlar ve duman yoğunluğu aşırı artmış olacağından her türlü sızıntı açıklığından yan kompartımanlara dağılmaya başlayacaktır.

Tek tehlike bununla sınırlı değildir. Yangının çıktığı hacimde oluşan aşırı sıcak gazlar, yangın halinde yeterli oksijen bulamadıklarından kimi zaman yanamazlar. Yangın odasındaki hava miktarı yani oksijen, oda içerisinde bulunan yakıtın yanmasını büyük ölçüde etkiler, [20, s. 69]. Ancak kompartıman dış sınırlarında buldukları bir sızıtı boşluğundan çevredeki kompartımana sızıp buradaki oksijenle buluştuğu anda yanmaya başlayabilirler. Böylelikle yangın, komşu kompartımana sıçramış olur. Bu küçük ihmal yangının gelişmesine neden olabileceğinden sızıntı açıklıkları ihmanl edilmemesi gerekir.

3.2.2 Küçük açıklıklar

30mm-125mm arası açıklıkları bu gruba dahil edebiliriz. Küçük açıklıklara örnek olarak tekil boru ya da ufak kablo demetleri için açılmış boşluklardan servis geçişleri yapıldıktan sonra kalan açıklıklar verilebilir. (Şekil 3.6).

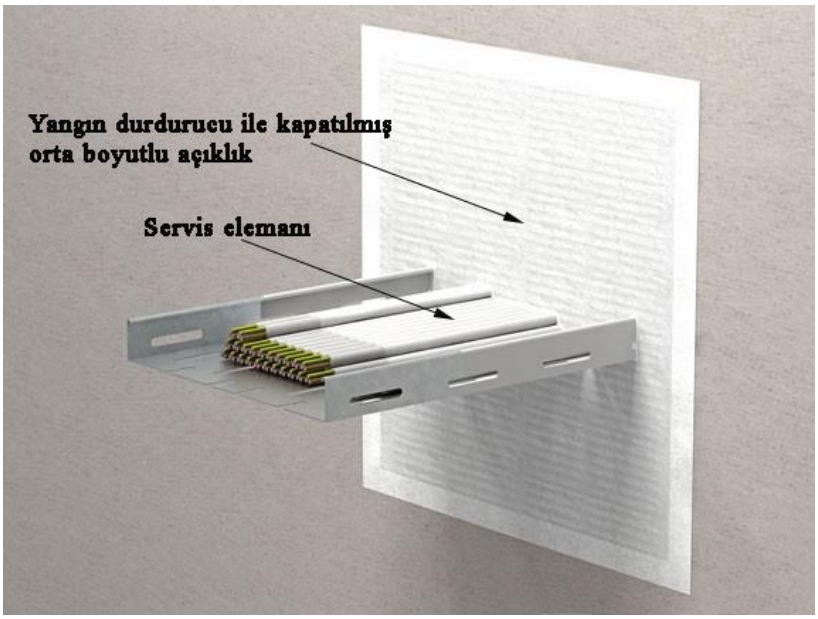


Şekil 3.6: Servis geçişi etrafında kalan küçük açıklık örneği [15].

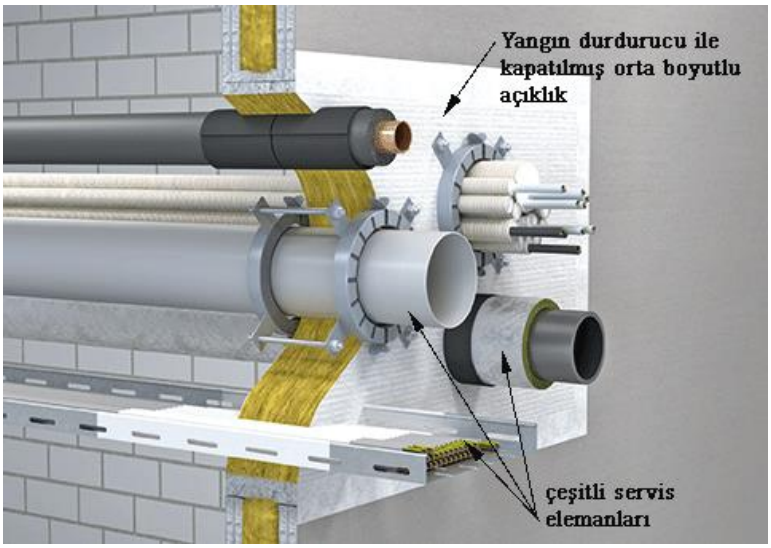
Buraların yalıtımı yapıldıktan sonra etrafında sızıntı açıklığı kalmış olması ihtimaline karşı iyice kontrol edilmeli, gerekirse sızıntı açıklığı için alınan önlemler burada da ilave olarak kullanılmalıdır.

3.2.3 Orta boyutlu açıklıklar

100mm-2000mm arası açıklıklar bu gruba girer. Bu tip açıklıklar daha büyük boyutlu servisler (Şekil 3.7) ya da birkaç servisin bir arada geçişi (Şekil 3.8) için açılmışlardır. İçlerinden kablo kanalları, kablo tavaları ve bunların yanında boru geçişi yapılabilir ya da yalnızca tekil kanal geçişi için açılmış boşluklar olabilir.



Şekil 3.7: Orta boyutlu açıklıklardan servis geçişi örneği [16].

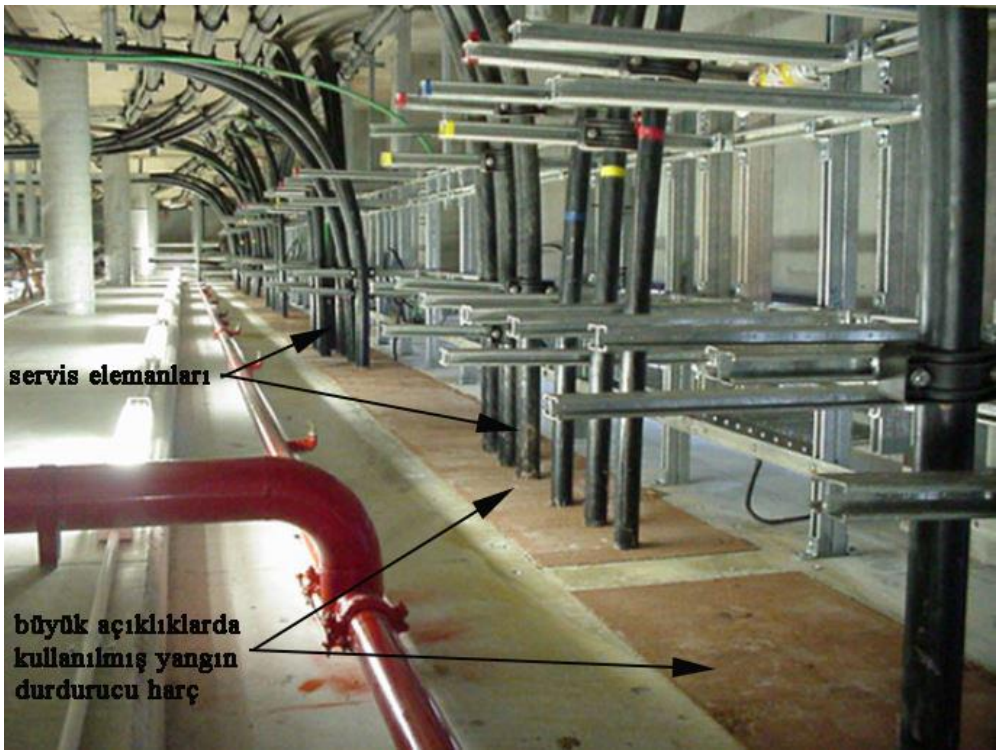


Şekil 3.8: Orta boyutlu açıklıklardan karma servis geçişi örneği [16].

Küçük açıklıklarda olduğu gibi, orta boyutlu açıklıkların da yangın durdurucu uygulaması yapıldıktan sonra etrafında kalan küçük ve sızıntı açıklıkları için gerekli yalıtımların ilave edilmesi gerekir.

3.2.4 Büyük açıklıklar

1000mm-5000mm arasındaki büyük açıklıklar bu grupta değerlendirilir. Bu açıklıklar genelde çoklu servis girişleri için açılmış daha karmaşık tipte boşluklar oluştururlar. (Şekil 3.9). Bazılarının yerleştirilebilmesi için ek destek kalıp ya da örgü tel kullanmak gerekebilir. (Şekil 3.10). Büyük mesafeler kapatması gerektiğinden burada daha hacimli yangın durdurucular tercih edilir. Ancak bu tip yangın durdurucular da genelde servis geçişlerinin etrafında orta - küçük boyutlu açıklıklar bırakırlar. Bu nedenle her açıklık için yapılan yalıtım uygulamasından sonra daha bir küçük açıklığın kalıp kalmadığı kontrol edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.



Şekil 3.9: Zemindeki büyük açıklıkları kapatmak için yangın durdurucu harç kullanımı [17].



Şekil 3.10: Büyük açıklıkta tel örgü ile alttan desteklenmiş yangın durdurucu örneği [18].

4. YANGIN DURDURUCULAR

Yangın durdurucuların, yangın kompartımanlarının içine alınacak servislerin geçeceği delikleri yalıtmak için kullanılacağı düşünülürse, buradaki yapı elemanı, servis ve servis geçiş açıklığına en iyi şekilde uyum sağlamaları beklenir. Uygulama alanındaki deliklerin büyüklüğü; servislerin sayısı, miktarı, boyutları, dizilmleri ya da inşai gereklilikler gibi unsurlar dikkate alınarak yangın durdurucular çeşitlenmektedir. Bu deliklerin içlerinden geçen servisler ise çok farklı tipte ve kombinasyonda olabilirler. Öte yandan içinde servis geçiş deliğinin açılacağı yapı elemanının malzemesi de farklılık gösterebilir. Her bir girdinin çokça farklılaştığı uygulama alanlarında en kolay yoldan, en verimli ve dayanıklı sonucu alabilmek için yangın durdurucular da çeşitlenmektedir.Bir uygulama alanında kullanılabilecek en doğru yangın durdurucuyu bulabilmek için öncelikle yangın durdurucu tiplerinin iyice tanınması gerekir.

Aşağıda en çok kullanılan yangın durdurucu yalıtım ürünleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler dünyanın farklı yerlerinde üretim yapan ve birçok farklı ülkede satış yapan 6 adet firmanın yangın durdurucu ürünlerinin analiz edilerek bazı sonuçlara ulaşılmasıyla derlenmiştir, [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Amerika,Kanada, Avrupa, Avustralya gibi çok farklı ülkelerde kulanıma sunulan bu ürünler analiz edilirken bilgi föyleri ve malzeme güvenlik föyleri incelenmiş, bu malzemelerin kullanım yerleri, birlikte kullanıldıkları servis elemanı tür ve boyuları, performans kriterleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri, uygulanmaları ile ilgili dikkat edilmesi gereken hususlar, saklama koşulları ile raf ömürleri tespit edilmiştir. Ardından farklı ürünler arası karşılaştırmalar yapılmış ve bazı sonuçlar elde edilmiştir. Aynı zamanda performanslarının belirlenmesi için kullanılan standartlar ve yönetmelikler de incelenmiş, performans ölçümlerinin neye dayandırıldığı ve nelerin dikkate alındığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada verilen bilgiler, üretici firmaların ürünlerini tanıtıp sertifikalarını sundukları veriler üzerine elde edilmiş genellemelerdir. Firmaların sağladığı resmi

bilgiler doğru kabul edilmiş, fazladan hehangi bir teste tabi tutulmamıştır.Bununla birlikte, çalışmadaki bilgiler bir çok ürün incelenerek ortak verilerin bir araya getirilmesiyle oluşturulduğundan, tekil olarak bazı ürünlerin özellikleriyle birebir uyuşmayan, kabul edilebilir farklılıklar gösterebilir.

4.1 Yangın Durdurucu Mastikler

Mastikler, en çok kullanılan yangın durduruculardan biridir. Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu mastik üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda mastiklerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 6, 7, 8].

4.1.1 Genel özellikler

Mastikler, yangın kompartıman dış sınırlarındaki en küçük açıklıkları yalıtmak için kullanılırlar. (Şekil 4.1). Akrilik ya da silikon gibi bir bağlayıcı içerisinde dağılmış organik, inorganik ya da intümesan[1] dolgudan oluşurlar [19, s. 14]. Çoğunlukla tiksotropik[2] yapıdaki yangın durduruculardır. Havadaki nemle temas ettikçe kürlenir ve içindeki bağlayıcının yapısına göre sertleşir ve rijit bir yapıya bürünür ya da elastikiyetini korurlar.



Şekil 4.1: Yangın durdurucu mastik [19]

Mastiklerin asıl kullanım amaçları sızıntı açıklıklarını ya da küçük boyutlu açıklıkları kapatmak olduğu için genellikle yüzeyden tabanca ya da mala yardımıyla

[1] Yüksek sıcaklıkla hacmi genişleyen.
[2] Çalkalandığında sıvı; statik duruma geçtiğinde yarı katı-jelimsi halde bulunan.

uygulaması yapılır. Bu nedenle iyi bir yüzey yapışma gücüne sahip olması beklenir. Kendiliğinden seviyelenenleri de vardır, bu tipleri yatay açıklıklar için uygundur.

Bir mastik ne kadar iyi yapışma gücüne sahip olsa da, gerçekten iyi bir yüzey tutuş performansı için uygulama alanının da çok iyi bir şekilde temizlenmesi, kir, toz, moloz, kalıntılar ve yağdan arındırılması gerekmektedir. Ancak temizleme işlemi sırasında alkol kullanılmamalıdır çünkü alkol, ürüne zarar verebilir.

Uygulamanın yapılacağı ortamda sıcaklığın belli değerler arasında olması gerekmektedir. Bu değerler ortalama olarak 5-40°C arasında oynamaktadır. Uygulama yapılacak yüzeyde nem ve buz bulunmamalıdır.

Çoğu akrilik bazlı mastiğin üzeri boyanabilir. Silikon bazlı mastiklerin ise yalnızca bir kısmının üzeri boyanabilmektedir, bunların üzerini boyamak için özel bir astar gereklidir.

Çoğu su ile temizlenebilir ve içlerinde mantar ya da parazit barındırmayacak katkı maddeleri bulunmaktadır.

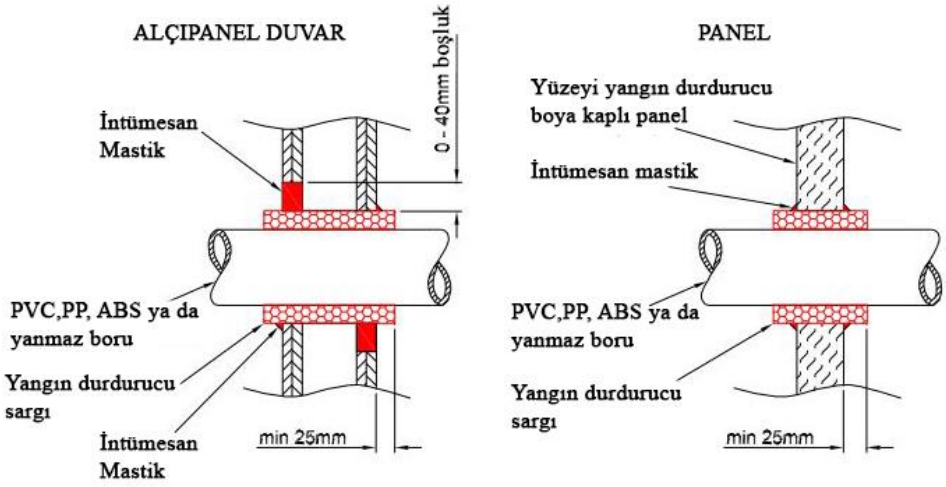
Mastiklerinin bir kısmının özellikle uygulama esnasında, sürekli ya da tekrarla maruz kalındığında bazı sağlık problemlerine neden olduğu bilinmektedir. Tekrarların sıklığına ve temas süresine bağlı olarak minör cilt sorunları, solunum sistemi ya da göz tahrişinden, kısırlığa, kardiyovasküler sistem, böbrek, idrar yolu problemlerine hatta kansere kadar varan sağlık sorunlarına yol açma ihtimali olan mastikler vardır. Bu nedenle uygulamadan önce ürünlerin malzeme güvenlik bilgi föyleri okunmalı ve uygulama, gerekli güvenlik önlemleri alınarak, koruyucu kıyafetlerle yapılmalıdır. (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Yangın durudurucu uygulamasında kullanılabilecek koruyucu ekipmanın bir kısmı [20]

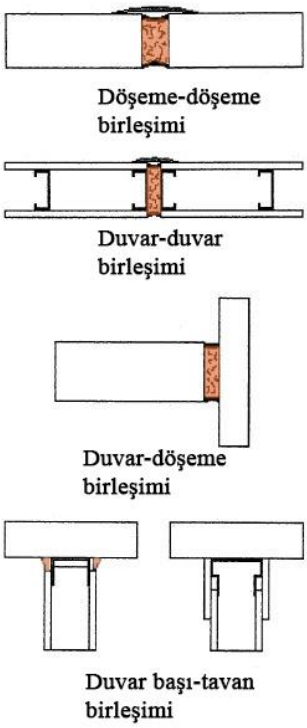
4.1.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu mastiklerin çoğu beton, taş, alçı panel, porlu beton, tuğla gibi çoğu duvar ve döşeme malzemeleri üzerinde kullanılmak için uygundur. (Şekil 4.3). Hatta metal ve cam gibi gözeneksiz malzemeler için üretilmiş ürünler de vardır. Öte yandan bazı malzemeler üzerinde reaksiyona girebileceğinden, uygulama yapılmadan önce malzeme üzerinde deneme yapılması gerekmektedir.



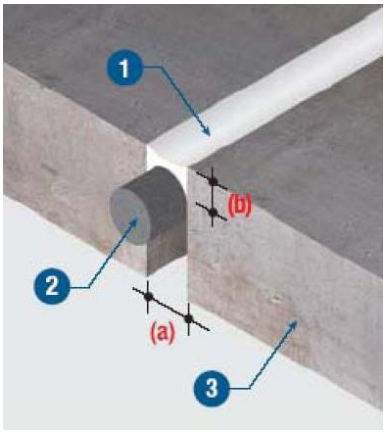
Şekil 4.3: Yangın durdurucu mastik uygulama örnekleri [3].

Perde duvar-bölücü duvar birleşimindeki emniyet boşlukları, duvar başı-tavan birleşimi, döşeme tablası-duvar birleşimi, duvar ya da döşeme içerisindeki deliklerde kullanılabilirler. (Şekil 4.4).

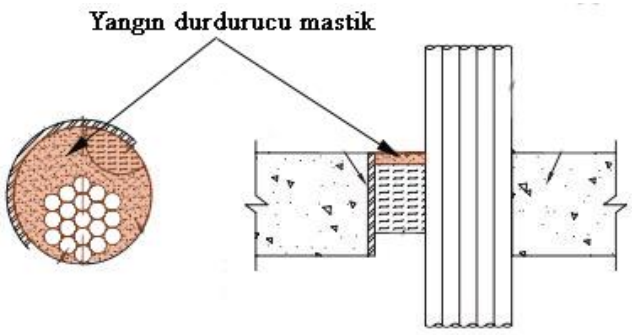


Şekil 4.4: Mastik uygulanabilecek yapı elemanı birleşimlerine örnekler [17, s. 6]

Beton plakalar, prekast panellerin arası gibi statik ve dinamik derzlerde (Şekil 4.5) kullanılabilecekleri gibi küçük boş açıklıklar, tekil kablo, kablo demetleri, kablo tavası (data, telekomünikasyon ve elektrik kabloları), havalandırma kanalları, damperler, metal boru geçişleri, yalıtımlı boruların etraflarında kullanılabilirler. (Şekil 4.6). Bazı durumlarda yangına dayanımlı duvar ve döşemelerden geçen yapısal elemanların etrafındaki boşluklarda da uygulanan tipleri vardır. Kompartıman duvarı üzerindeki yangına dayanımlı pencere ve kapıların yalıtımında da yangına durdurucu köpükle birlikte mastik kullanılabilir.



Şekil 4.5: Betonarme döşeme tablasındaki (3) derz içerisine uygulanmış destek arkalığı(2) ve yangın durdurucu mastik(1) [17].

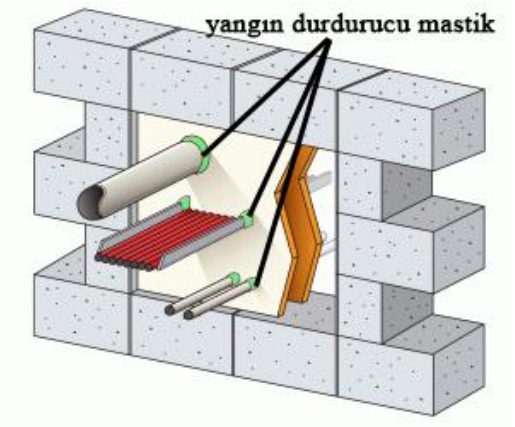


Şekil 4.6: Kablo geçişlerinde mastik uygulaması [21]

Plastik boru geçişlerine dikkat etmek gereklidir çünkü bu geçişlerde özel bir durum söz konusudur: plastik borular yangın sırasında oluşan yüksek sıcaklıklarda eridiğinden, yangın başında geçirimsiz olan servis geçişi, yangının ilerleyen aşamalarında borunun erimesiyle geçirimli hale gelebilmektedir. Bu nedenle plastik borular ya da eriyebilir tüm malzemelerin bulunduğu alanlarda intümesan (sıcaklıkla hacmi artan) bandaj, sargı ya da kelepçe gibi yangın durdurucu ürünlerin kullanılması gerekmektedir. Bu ürünler, servislerin eridiği sıcaklıklarda hacimlerini genişleterek açılan boşluğu tamamen kapatabilirler. Açıklıktan geçen servisin PVC, CPVC, PP, PE, HDPE ya da ABS plastik boru olduğu durumlarda intümesan mastik yangın durdurucu kullanılmalıdır.

Tüm bunların yanı sıra mastikler, sızıntı açıklıklarını kapatmak için kullanılan ürünler olduklarından yukarıda bahsedilen geçişlerin çevresinde kalan açıklıklar ancak sınırlı bir büyüklükteyse mastik kullanımı mümkündür. Günümüz teknolojisyle üretilen mastikler en fazla Ø125 plastik borularla ya da Ø160 metal borularla kullanılabilirler ve boru ile duvar ya da döşeme kesiti arasındaki açıklık en fazla 40mm civarında olabilir. Duvar ya da döşemelerde 35mm'ye kadar açıklıklarda mastikler tek başlarına kullanılabilirler ancak açıklığın içine taşyünü destek arkalığı gibi bir ürünle takviye yapılması durumunda bu ölçü 200mm'ye kadar çıkar. Öte yandan lineer derzlerde bahsedilen bu rakamlar yalnızca genişlik için geçerlidir, mastikler sonsuz uzunluktaki lineer derzlerde kullanılabilirler.

Birçok zaman mastikler daha büyük servis açıklıklarını kapamak için kullanılan hacimli yangın durdurucu ürünlerin ya da intümesan ürünlerin kenarlarında kalan küçük boşlukları kapamak için tamamlayıcı ürün olarak kullanılırlar. Böylelikle kalmış olan sızıntı açıklıklarından soğuk dumanın sızmasını önlemiş olurlar. (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Yangın durdurucu panel üzerine mastik uygulaması örneği [22].

Mastiklerin, bazı durumlarda yangın durdurucu köpükle desteklenmesi gerekebilir. Kablo tavaları, çelik ve bakır borular gibi sünek servisler kullanıldığında da yangın durdurucu sargı ya da kelepçe kullanımı da gerekebilir.

4.1.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Mastikler yaklaşık 5°C ile 30°C sıcaklıklar arasında, iç ortamda açılmamış paketinde saklanmalıdırlar. Bu süre zarfında donmamaları sağlanmalıdır. Raf ömürleri ortalama olarak 12 aydır ve kullanım ömürleri ise ortalama 30 yıl kadardır. Kullanımları süresince herhangi bir bakım gerektirmezler yalnızca rutin olarak kontrol edilmelidir. Yıpranmış bir kısım olduğu gözlenirse bu bölüm sökülmeli ve buraya uygulama yeniden yapılmalıdır.

4.1.4 Avantajları

Kolaylıkla, uygulandığı açıklığın şeklini alabildiğinden karmaşık şekilli servis girişleri için uygundur. Yoğunluğu uygun olan tipleri baş üstü uygulamalarda kullanılabilir ve sarkma yapmaz.

UV dayanımlı, su geçirmeyen, dış hava koşullarına dayanıklı tipleri mevcuttur.

Hareketli derzlerde uygulancak yangın durdurucuların esnek ve derzlerde gerçekleşecek bina hareketlerinin yaratacağı gerilimleri karşılayabilecek özellikte olması gereklidir. Bu amaçla üretilen mastiklerin hareket kabiliyeti ise % ± 10'dan başlar ve % ± 30'a kadar çıkar.

Çoğu mastik belli bir oranda su, ses ve hava geçirimsizliğine sahiptir. Ortalama 55-65 dB arası ses yalıtımı sağlarlar.

Çoğu maksimum 4 saatlik (servis geçişinin özelliklerine ve uygulama tipine göre değişkenlik gösterir) yangın dayanımı sağlarlar ama bazılarının yangın dayanım performansı 2 saattir.

Mastikler, tekrar servis girişi yapmak için uygun tipte yangın durduruculardır.

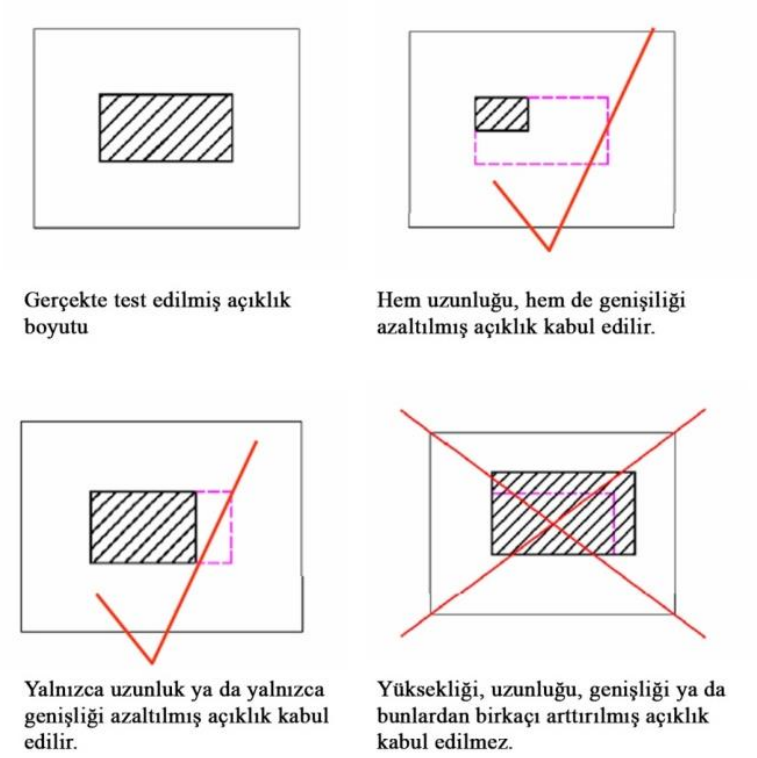
4.1.5 Mastiklerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yapı elemanlarının, bileşenlerin ya da malzemelerin yangın performanslarını doğru şekilde ölçebilmek için hepsinin aynı koşular altında test edilmesi, bu testlerin belli ortak kurallar çerçevesinde gözlemlenip değerlendirilmesi ve uygulanmış hallerinin belli bir ortak prosedüre bağlı kalarak denetlenmesi gerekmektedir. Böylelikle yapılarda kullanılacak sistem ya da malzemelerin gereksinimleri en iyi şekilde karşılayıp karşılayamadığına dair bigi edinilmiş olur. Bu amaçla ortak bir dil oluşturabilmek için malzemelerin sınıflandırılması, test edilmesi ve uygulama sonrası denetlenmesi bazı standartlara bağlanmıştır. Bu standartlar, özellikle yangın durdurucular gibi performans ölçümü hayati önem taşıyan ürünlerde dikkatle incelenmeli ve yorumlanmalıdır. Bu standartlarda anlatılan testler ve değerlendirme biçimleri, yangın durduruculardan beklenen performans kriterleri hakkında da önemli bilgiler içermektedir.

Geçmişte, yangın dayanımını belirlenirken malzemelerin tek başlarına tutuşma ve alev yayılımına karşı dayanımına bakılırken, günümüzde bu performansın belirlenebilmesi için yapı elemanlarının bir bütün olarak ele alınması gerekliliği anlaşılmıştır. Çünkü, bir sistem içindeki malzeme, çevresinden soyutlanarak değerlendirmeye alındığında çok iyi bir bireysel yanıcılık ya da yüzeysel alev yayılım performansı vermesine karşın yapı elemanı içerisinde kullanıldığında o kadar iyi bir performans gösteremeyebilir [28, s. 4].

Bu nedenle yangın durdurucular, hiçbir zaman tek başlarına yangın testlerine tabi tutulmazlar. Testler, sistem halinde, yangın ayırıcı duvar ya da döşeme üzerinde açılmış azami büyüklüğe sahip açıklık içerisinde servis elemanı mevcutken yerleştirilmiş yangın durdurcu üzerinde yapılır. Bu sistemde herhangi bir eleman değiştiğinde test geçersiz hale gelebilir ve o sisteme has yeni bir test yapılması gerekebilir. Özel durumlar hariç tutulmak üzere yangın durdurucu sistemleri ele aldığımızda bazı genel kurallar sıralanabilir. Bunlar, test edilen numuneye kıyasla sistemin verimini düşürebilecek uygulamalara izin vermeyecek şekilde düşünülebilir.

Örneğin uygulamada, yangın ayırıcı duvar ya da döşeme üzerindeki açıklık boyutu test edilenden daha büyükse sistem test sonucundan daha düşük bir verim ortaya koyabilir. Bu yüzden açıklık boyutu konusunda değişmez kural, test edilip onaylanmış boyuta eşit ya da daha küçük açıklığa uygulama yapmaktır. Daha büyük bir açıklık üzerine aynı yangın durdurucu uygulanırsa sistem aynı süre için yangına dayanımlı kabul edilmez. (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Test edilmiş açıklık boyutu üzerinde izin verilen değişiklikler [14, s. 9].

Bunun dışında, test edilen sızdırmaz ürünün malzemesinde herhangi bir değişiklik yapılamaz. Gerçek uygulamanın yapılacağı duvar ya da döşeme malzemesinin yangına dayanımı test edilenden daha düşük olamaz. Kullanılacak yangın durdurcu, derinliği değişebilir bir malzeme ise, uygulama derinliğinin, test edilen sitemden daha fazla yapılmasına izin verilir ancak derinliğin azaltılmasına izin verilmez. Önemli bir nokta da duvar ve döşeme uygulamalarının ayrı ayrı değerlendirilmesi ve sonuçlarının kendine has olmasıdır. Bir duvar üzerinde yapılmış test, döşeme için geçerli olamayacağı gibi, döşeme üzerinde yapılan test de duvar uygulaması için geçerli değildir. Uygulamada kullanılacak servis elemanlarının değiştirilmesi durumu da kritik bir noktadır. Her servis tipi özel bir uygulama olarak ele alınmalıdır. Kablo yerine boru, boru yerine kanal kullanılamayacağı gibi test edilen servisin

malzemesinin değiştirilmesi durumu bile bir takım kısıtlamalara tabi tutulmuştur. Örneğin test edilmiş metal bir borunun malzemesinden farklı metalden üretilmiş bir boru kullanılacaksa, uygulanacak borunun malzemesinin erime sıcaklığı, test edileninkine eşit ya da daha yüksek olmalı ve ısı iletim katsayısı test edilenden daha düşük olmalıdır. Bu tip kurallar kapsamlı olarak "Association for Specialist Fire Protection (ASFP)" derneği tarafından yayınlanmış "Red Book" rehberi içerisinde, bilgi föylerinin doldurulması için geçici kurallar bölümünde yer almaktadır [12, s. 38-46].

Kullanılacak yangın durdurucu sistemler, mutlaka test edilip değerlendirilmiş örneklerine uygun olarak yerleştirilmelidir, [9, s. 10]. Bir ürün ya da sistem yangın testine tabi tutulmazsa ya da yapılacak uygulamaya tam uyan test verisi bulunmazsa sorunlar ortaya çıkabilir. Örneğin bazı durumlarda boyutları nedeniyle bir yapının ya da ürünün üzerinde test uygulanması mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda yetkin bir yangın mühendisi tarafından sistemin değerlendirmesi yapılabilir. Böyle durumlar için Passive Fire Protection Federation'un (PFPF) internet üzerinden yayınlamış olduğu "Undertaking Assessments in Lieu of Fire Tests" kitapçığı incelenmelidir [29, s. 71].

Yangın durdurucu mastiklerin değerlendirilmesi için üretici firmalar, ürün bilgi föylerinde bir çok standart testinin sonuçlarını sunmaktadırlar. Yangın durduruculardan beklenen bütün performans kriterleri bu standartlarca anlatılan test yöntemleriyle ölçülmektedir. Bu standartlar arasında malzemenin yangın dayanım performansıyla ilgili belirleyici olanlar aşağıda ayrıntılandırılmış, diğerleri ise farklı performans kriterlerinin de anlaşılabilmesi için yalnızca listelenmiştir.

4.1.5.1 Yapı elemanlarının yangın sınıfını belirleme

Bütün Avrupa ülkeleri bazında yangın sınıflandırması BS EN 13501-1 ve BS EN 13501-2 standartlarına göre yapılmaktadır. (Türk standartları arasında TS EN 13501-1 ve TS EN 13501-2 koduyla anılmaktadır.) Bu standartlarda, yapı malzemeleri üzerinde yapılan yangın testlerinde alınan sonuçlardan bir yangın dayanım sınıflandırması yapabilmek için ortak bir dil oluşturulmaktadır.

Ürünler üzerinde yapılan bu testlerin sonuçlarına göre ürünlerin yangın dayanım sınıfları belirlenmektedir. Bir sınıfta değerlendirilen ürün, alt sınıflarının tüm gerekliliklerini yerine getiriyor olmalıdır. Bir ürünün belli bir sınıfa ait olarak

değerlendirilebilmesi için ürünün o sınıfın bütün gerekliliklerini eksiksiz olarak karşılaması beklenir.

Bu standartlarda yapı ürünleri A1, A2, B, C, D, E ve F sınıflarından birine girer. Bu sınıflardan A1, yanmanın hiçbir kademesinde yangının gelişimine katkıda bulunmayan ya da yangının tam olarak gelişmesini sağlamayan ve duman tehlikesi oluşturmadığı kabul edilen ürünleri temsil ederken E sınıfı, önemli ölçüde alev yayılması olmayan, küçük bir alev atağı karşısında kısa bir süre direnç gösteren ürünleri temsil eder. F sınıfına giren ürünler üzerlerinde ise herhangi bir performans testi uygulamaz.

Bunun dışında ürünler, duman oluşumu ve yanma damlası / tanecikleri oluşturma durumuna göre ilave kodlar alırlar [23] [24].

Çinde ürünlerin yangın dayanım sınıflarını belirlemede kullanılan standart GB 8624 koduyla anılır ve bu standartta da Avrupa'dakine benzer bir sistem kullanılır [25].

4.1.5.2 Yapı elemanlarının yangına dayanımını belirleme

Yapı elemanlarının yangına dayanımlarını belirlemek için kullanılan testlerin tamamı yalnızca belli ısı-zaman koşulları üzerinden yürütülür. Gerçek bir yangında mekan büyüklüğü, eşya dizilimi, malzemelerin yanıcılıkları gibi değişkenler sınırsız olduğundan böyle bir yangını her yönüyle canlandırmak imkansızdır. Bu nedenle gerçek bir yangın koşulunda aynı sonuçların alınbileceğine dair bir kesinlik yoktur. Amaç yalnızca temsili bir numuneyi belli bir ısı rejiminde teste tabi tutup performansını ölçmek farklı malzeme ya da strüktürlerinkiyle kıyaslanabilir cinsten bir veri elde etmektir [33, s. 1] [34, s. 1].

Aynı zamanda bu tip testler, yapı elemanlarının yangın sonrası kullanımları ya da test edilenden farklı koşullar altında kullanımlarıyla ilgili herhangi bir veri sağlamazlar [34, s. 1].

Yapı malzemelerinin yangına dayanımlarını belirlemek için Avrupa'da BS 476 (Fire Tests on Building Materials and Structures) kodlu standart kullanılır. Bu standart, bir binanın yangına dayanklılığını anlayabilemek için içinde kullanılan malzeme ve strüktürlerin performansını bulmamızı sağlayan bir dizi testi anlatmaktır.

BS 476-20'ye göre bu testler belli bir ısı ve basınç koşulları altında yapılmalıdır. Test numunesi gerçek bina elemanının bire bir aynısı ya da temsili olmalıdır.

Test sonuçları, yapı elemanının, ısıtmanın başlangıcından itibaren 3 kriteri karşılamayı sürdürdüğü zaman dilimi şeklinde belirtilir. Bu kriterler aşağıda sıralanmıştır:

• Yük taşıma kapasitesi: numunenin test yüklerini taşıyamadığı noktada yük taşıma kapasitesinin sonlandığı hükmüne varılır.

• Bütünlük: numunenin ısı uygulanmayan yüzeyine alevlerin geçmesi durumunda bu kriterin yerine getirilmediği kabul edilir.

• Yalıtım: ısıya maruz bırakılmayan yüzeydeki sıcaklık artışı, belli sınırların dışına çıktığında ya da bütünlük kriteri yerine getirilmemeye başlandığında yalıtım kriterinin artık yerine getirilemediği kabul edilir

Test sonucu olarak testin başlangıç anından, belirlenmiş kriterlerin artık yerine getirilemediği ana kadar geçen süre, 30 dakika ve katları cinsinden aşağı yuvarlanarak ifade edilir. Eğer numune, kriterlerden herhangi birinden başarısız olmadan test bitirilirse, yangın dayanımı testin başından sonlandırılmasına kadar geçen süre olarak ifade edilir. [26].

BS 476-22[3]'de anlatılan yük taşıyıcı olmayan bina strüktürleri için yangın testinde yukarıda belirtilen kriterlerden yalıtım ve bütünlük kriterleri aranır, yük taşıma kapasitesine bakılmaz. Bu test, yangın yalıtımı sağlamak amacıyla yapılmış dikey bölücülere, tam yalıtılmış, yarı-yalıtılmış ya da yalıtılmamış kapılara ve kepenk bileşenlerine (havalandırma kanalları içindeki damperler hariç), ayrıca yangın yalıtımı amacı taşıyan tavan bileşenlerine ve camlı yapı elemanlarına uygulanabilir [27].

Avrupa'da yangın dayanımını belirlemede kullanılan bu testlerin Amerika kıtasındaki karşılığı ASTM E119/UL 263'tür. Bu standartlar da bina malzeme ve bileşenlerinin yangına karşı dayanım karakteristiklerini bulmak için test yöntemleri verirler. Bu test, binalarda kullanılan yük taşıyan ya da yalnızca ayırıcı olan duvar, kolon, kiriş, döşeme ya da kompozit döşeme bileşenleri üzerinde uygulanabilir.

[3] Günümüzde bu test yalnızca Avrupa Birliği dışındaki markette ürün alım-satımı için gündemde tutulmaya devam etmektedir. Bu standardın yerini artık BS EN 1634 almıştır. Bu iki standart arasında test içerisindeki bazı koşullar dışında bir takım ölçüm metodu farklılıkları yapılmıştır. Bunun dışında kapı ekipmanları için yangın testi öncesi hareket çevrimi testi dahil edilmiştir [70].

Avrupadaki benzerlerinde olduğu gibi bu test de bina elemanlarının ne kadar süre ile yangını tutma ve bütünlüğünü koruma yetisini sürdürebileceğini anlamak amacıyla yapılır. Sonuçlar, malzemelerin dayanıklılık gösterdiği zaman dilimi cinsinden verilir. Eğer teste tabi tutulan, yük taşıyıcı bir bina elemanıysa test, normalde taşıyacağı yük altındayken uygulanır. İsteğe bağlı olarak bu yangın testini takiben hortumla su atış testi de yapılır. Tazyikle atılan suyun soğutucu etkisi, darbesi, aşındırıcılığı altında numunenin tepkisi ölçülür. Öte yandan ASTM standartlarına göre yangın dayanım performansı 1 saatin altındaki malzemeler için hortumla su atış deneyi yapılmasına gerek yoktur.

Avustralya ve Yeni Zelanda'da lokal olarak kullanılan yangın dayanım test metodu AS 1530-4'tür. Bu standart, uluslararası bir standart olan ISO 834 serisinin prensip ve prosedürlerini küçük farklılıklarla tek bir dokümanda toplamıştır. Diğer yangına dayanım testlerinde olduğu gibi bu testte de numune, basınç farkı altında bellirli bir zaman-sıcaklık grafiğine göre ısıtılarak teste tabi tutulur. Sistemde strüktürel yetkinlik (yük taşıma kapasitesi), bütünlük, yalıtım ve radyasyon kriterleri gözlemlenir. Test sonucu, bu kriterlerin belirlenen bazı değerlere ulaşmasına kadar geçen süre cinsinden belirtilir. Test edilen sistemin yangın dayanım seviyesi (Fire Resistance Level-FRL) strüktürel yetkinlik, bütünlük ve yalıtım kriterleri üzerinden aynı şekilde değerlendirilir [28]. Avustralya bina yönetmeliği bölüm C'ye göre, üzerinde bulunan herhangi bir servis girişi ya da açıklık, bir yangın bariyerinin FRL değerini düşürmemelidir [17, s. 29]. Buradan, yapı elemanının yangın dayanım seviyesini yakalayacak bir yangın durdurucu ürün kullanımı gerekliliğini anlayabiliriz. Öte yandan bir çok penetrasyon sistemi yük taşıyıcı olmadığından, bunların FRL sistemindeki yük taşıyıcılık kriterini yerine getirmesi beklenmez [17, s. 29].

ASTM E 84 / UL 723 testleriyle de duvar ya da çatı gibi yangına maruz kalabilecek yüzeylerde kullanılan bina mazlemelerinin yüzey yanıcılık özellikleri hakkında karşılaştırılabilir bir bilgi edinilir. Bu test sonucunda malzemenin ateşe tutulduğunda yüzeyinde oluşan alev yayılımı indisi (flame spread index-FSI) ve oluşturduğu duman yoğunluğu indisleri (smoke developed index -SDI) elde edilir [29].

Burada test edilen malzemenin sonuçları çimento lifli plaka ve işlemden geçirilmemiş kızıl meşe için elde edilen sonuçlar ile kıyaslanır. Çimento lifli plakanın alev yayılım indisi 0, kızıl meşeninki ise 100 olarak kabul edilir. Test edilen

malzemelerin indisleri 0 ile 200 arasında değerler alır. Bu indis büyüdükçe alev yayılımı oranı artar [30].

4.1.5.3 Yangın durdurucuların yangına dayanım performansını belirleme

Yakın bir zamana kadar yangın durdurucuların yangına dayanıma katkısını ölçmek için ayrı bir test prosedürü olmadığından, yangın durdurucular, içlerinde kullanıldıkları duvar ya da döşeme elemanları aracılığıyla onlar için yapılmış testlere tabi tutulurlardı. Ancak metodolojideki zorunlu farklılıklar nedeniyle test sonuçlarını birbiriyle karşılaştırmak imkansız hale geliyordu [31, s. 33].

Günümüzde ise yangın durdurucularla yalıtılmış servis girişleri için ayrı, derzlerde kullanılan servis girişleri için ayrı testler mevcuttur.

BS EN 1363-1(Türkçe versiyonu TS EN 1363-1) kodlu standart , değişik yapı elemanlarının standart bir yangın etkisi altında yangın dayanımlarını bulmak için genel prensipleri belirlemektedir. Yangın dayanımıyla ilgili yapılan birbirinden çok farklı testler için ortak genel prensiplerden bahsetmektedir. BS EN 1366'da (Türk standartları arasında TS EN 1366 koduyla anılmaktadır.) anlatılan özelleştirilmiş servis geçişi testlerinin tamamı bu standarda dayandırılır.

Bir objenin yangın dayanımını ölçmekteki ana amaç, bir yapı elemanı numunesinin belli bir sıcaklık ve basınç altındaki davranışını görmektir. Bu metod, yapı elemanının yüksek sıcaklıklara dayanma becerisini sayısallaştırmayı amaçlamaktadır. Daha önce anlatılan yangına dayanım testleriyle benzer şekilde temsili bir numune, belli bir ısıtma düzeninde test edilmeye başlanır. Numune sistem üzerinde yük taşıma, bütünlük, yalıtım kriterleri değerlendirmeye alınır.

Yük taşıma kapasitesi (Loadbearing capacity) : Numunenin, üzerindeki test yüklerini taşıma kabiliyetini yitirmeden geçen dakika üzerinden belirlenir. Taşıma kapasitesi ise hem şekil değiştirme miktarı, hem de defleksiyon oranı üzerinden belirlenir. İlk etapta hızla bir miktar defleksiyon gerçekleşip sonra daha stabil hale geçen durumlar gözlenebildiğinden, defleksiyon oranı kriteri için ilk 10 dakika göz önünde bulundurulmaz, sonrası dikkate alınır.

Bütünlük(integrity): Bu, yapı elemanının, ayırıcı fonksyonunu yitirmeden tamamladığı dakika cinsinden verilir. Bu kriter için numunenin bir yüzünün yangına maruz bırakılması durumunda diğer yüzünde alevlerin oluşmasını önleme; alevlerin

ve sıcak gazların geçişini önleyebilme kabiliyeti ölçülür. Bunun için arka yüzüne yerleştirilmiş bir pamuk pedin tutuşmaması, numune içerisinde herhangi bir boşluk oluşmaması, numunenin arka yüzeyinde sürekli bir alev oluşmaması koşulları aranır. Bu koşulların sağlanamadığı dakika, ölçümün bittiği zamanı belirler.

Yalıtım(insulation): Yapı elemanının yangına maruz bırakılmayan yüzeyindeki sıcaklık farkının belli bir noktayı aşmasına kadar geçen süredir. Bunun için yangına maruz kalmayan yüzeyde ölçülen ortalama sıcaklık ile, başlangıçtaki ortalama sıcaklık arasındaki fark 140K'den fazla olmamalıdır. Bununla beraber, herhangi bir noktanın sıcaklığı, başlangıçtaki ortalama sıcaklıktan 180K'den fazla artmış olmamalıdır. (Başlangıçtaki ortalama sıcaklık, yangına maruz bırakılmayan yüzeyin test başındaki ortalama sıcaklığıdır.)

Bu performans kriterleri BS EN 1363-1'de aynı zamanda birbirlerine de bağlanmıştır:Test edilen numune yük taşıma kapasitesi sağlanamadığı dakikada, yalıtım ve bütünlük kriterleri de sağlanamıyor kabul edilir. Bununla birlikte bütünlük kriteri sağlanamadığı dakikada, yalıtım kriteri de sağlanamıyor kabul edilir [32].

Numunenin, bu standartta belirtilmiş performansın altına düşenmesine kadar geçen süre üzerinden yangın dayanımı belirlenmiş olur. Elde edilen zaman değerleri, test edilen elemanın kullanıldığı yapının yangına karşı dayanıklılığıya ilgili bir fikir verir.

BS 1366-3 (Türkçe versiyonu TS EN 1366-3),özel olarak servis girişlerinde kullanılan yalıtımların, yangın ayırıcı bir yapı elemanının yangın dayanımını muhafaza etmesine katkısını değerlendirmek için geliştirilmiş test metodu ve kriterleri içermektedir. Bu standartta büyük ya da küçük kablo girişleri, bara (bus-bar) girişleri, kablo kutuları ve modüler ekipman girişleri, boru girişleri ve büyük karma girişler ile buralarda uygulanan yalıtım tiplerinin test yöntemlerine yer verilmektedir. Bu standart, BS 1363-1'de anlatılan test yöntemini baz alır. Ancak bu test, servis girişinin yük taşıma kapasitesine olan etkisini ölçmez. Yangın durdurucu uygulanmış sistemin bütünlük ve yalıtım performanslarının nasıl etkilendiği incelenir. Bu değerlendirmede çoklu servis geçişi söz konusuysa bu geçişteki herhangi bir servis elemanının zaafı, o servis geçiş sisteminin tümünün yetersizliği olarak düşünülür [33].

Servis geçişlerinde kullanılan yangın durdurucuların performansını ölçen standardın Amerika'da kullanılan versiyonu ASTM E 814/UL 1479 kodlu standarttır. Bu test

metodunun amacı, yangın dayanımı gerektiren bir noktada, bir yangın durdurucunun kullanımının uygun olup olmadığına dair veri sağlamaktır.

Bu test, servis geçişlerinde kullanılan yangın durdurucuların standart bir sıcaklık-zaman eğrisi üzerinden yangın; devamında gelen hortumla su atışı testiyle de yangın sonrası tazyikli suya dayanımını ölçer.

Bu testler sonrasında her yangın durdurucu sistemi için 2 tip derece verilir.

F derecesi:

Yangın durdurucu sistem, yangın testi boyunca, açıklığın içinden alev geçişine izin vermemeli ve maruz kalmayan yüzeydeki herhangi bir alev oluşumuna izin vermemelidir. Hortumla su atışı testi boyunca yangın durdurucu sisteminin üzerinde suyun diğer tarafa geçmesine izin verecek herhangi bir açıklık oluşmamalıdır. Bunu gerçekleştirdiği zaman dilimi üzerinden, yangın durdurucu sistemi F derecesi gerekliliklerini karşılamış olur. Özetle F derecesi alevlerin, yapı elemanının bir tarafından diğerine atlamadan geçen süredir.

T derecesi:

T derecesi için değerlendirme süreci boyunca, yangın durdurucu sisteminin bir tarafından diğerine geçen ısının, sistemin maruz kalmayan yüzeyinde herhangi bir noktanın sıcaklığını 325°F (181°C)'dan fazla arttırmaması gerekmektedir. Hortumla atış testi boyunca da sistem üzerinde, suyun bir taraftan diğerine geçmesine izin verecek herhangi bir açıklık oluşmamalıdır [34].

UL 1479'da, isteğe bağlı olarak yangın durdurucu sistemler üzerinde hava geçirgenlik testi ve su geçirgenlik testi de uygulanabileceği belirtilmiştir. Hava geçirgenlik testi sonrası sisteme L derecesi değeri verilir. L derecesi, oda sıcaklığında ve 400 °F(yaklaşık 205 °C'de) açıklıkığın bir tarafından diğerine ne kadar hava geçtiğini belirler. Bu iki sıcaklıkta yapılan testlerle soğuk ve sıcak duman geçişi tespit edilmeye çalışılır. Diğer taraftan su geçirmezlik testi sonrası W derecesi verilir. Bu değer, yangın durdurucu malzemenin bina içerisindeki suya dayanımını temsil eder. Bu ölçüm, özellikle yangın durdurucunun zemin bileşenleri arasından suyun sızıntısına neden olabileceği endişesine cevaben yapılmaktadır. [35].

Avustralya Bina yönetmeliği, (Building Code of Australia –BCA) bölüm C3.1 'de bütün açıklıkların AS 1530-4 ve AS 4072-1 standartlarının gereklerini yerine getiren

yangın durdurucu sistemlerle korunmasını zorunlu koşmuştur. Bu standartlardan AS 4072-1, Avustralya ve Yeni Zelanda'da yangın durdurcuları değerlendirmek için uygulanan testleri anlatan standarttır. Bu standartta yangın durdurucu sistemin gereksinimleri karşılayacak şekilde hizmet etmesi ve hareket edebilmesi koşulu öne sürülerek yangın durdurucu sistem tasarımı ele alınır. Bu standart, yalnızca test yöntemlerinin bulunduğu bir kitapçık değil aynı zamanda yangın durdurucunun yerleştirilmesi, etiketlenmesi ve sertifikasyonuna ait bilgiler içeren bir tasarım rehberi niteliği de taşır. Bütün yangın durdurucu sistem konfigürasyonlarını test etmek mümkün olmadığından, standart birkaç örnek konfigürasyon sunar ve sonrasında bu sistemler üzerinden ne gibi değişikliklerin kabul edilebileceğiyle ilgili bilgi sağlar. Bu standartta hem ayırıcı bina elemanları üzerindeki servis girişlerinde kullanılan, hem de bina elemanları arasında kalan derzlerde kullanılan ve yangın dayanımlı sistemlerle ilgili bilgiler yer almaktadır. [17, s. 26,30].

Öte yandan Avrupa ve Amerika'da derz sistemlerinin yangın dayanımlarını ölçmek için servis girişlerinden farklı standartlar oluşturulmuştur. Bunun en baş nedeni servis geçişlerinin yangına dayanım testleri yapılırken sistemin tam ölçekli olarak test edilebilmesine karşın çoğu derz sistemlerinin binalarda kullanıldıkları boyutlarıyla test edilmelerinin mümkün olmamasıdır. Bunun dışında derzler binanın kalıcı elemanlarıdırlar ama servis geçişleri, yangına dayanımlı kapı ve pencereler eklenebilir ya da kaldırılabilirler ve açıklıkları sonradan doldurulabilir [36, s. 11].

Lineer derzlerde kullanılan yangın durdurucuların yangına dayanım performanslarını ölçmek için Avrupa'da BS EN 1363-1'de anlatılan testleri baz alan BS EN 1366-4 (Türkçe versiyonu TS EN 1366-4), dikkate alınır. Bu tip yalıtıcılar derzlerde ya da benzer süreksizlik oluşturan noktalarda kullanılırlar. Bu derzler, taşıyıcı olmayan duvarlarla döşemeler arasında, dilatasyon boşluklarında bulunabilir, tasarımdan, işçilik hatalarından, tamir hatalarından kaynaklanabilirler. Testlerde yalıtım ve bütünlük kriterleri aranır. Eğer hareketli bir derzin değerlendirmesi yapılıyorsa yangın dayanım testi öncesi hareket çevrim testi de uygulanır [37].

Amerikada kullanılan bina derz sistemlerinin yangına dayanım testleri ASTM 1966/UL2079 da anlatılmaktadır. Bu testlerde derzde kullanılan yangın durdurucunun hareket çevrimlerine dayanımı, yük taşıma kapasitesi, sistemin alev ve sıcak gaz geçişini önleme kabiliyeti, ısının derz sisteminden geçişi, su geçişine dayanma kabiliyeti ölçülür. Binalardaki hareketli derzlerin, yangın testine tabi

tutulmadan önce hareket çevrimine sokulması gerekmektedir. Bu şekilde hareketli derzler, daha zorlu bir testten geçirilmiş olur ve hareket çevrimlerinin derz sistemini yorup yormadığı anlaşılmış olur. Ardından yangın dayanım testi yürütülür ve derz sisteminin yangın dayanım değeri, aşağıdakilerden herhangi birinin gerçekleştiği zaman cinsinden belirtilir:

- Maruz kalmayan yüzey ya da bitişik yüzeylerin bir notasındaki sıcaklık artışının 325 °F (181°C)'den daha fazla olması
- Maksimum genişliği 4inch (102mm)'den daha fazla olan derzlerde, maruz kalmayan yüzeyde ve taşıyıcı strüktüründe ortalama sıcaklık artışının 250 °F (181°C)'den daha fazla olması
- derz sisteminin, arkasından herhangi bir çatlak ya da deliğin oluştuğu noktaya tutulan pamuk pedin tutuşmasına yetecek kadar alev ve sıcak gaz geçişine izin vermesi

Üzerine yük bindirilen bir derz sistemi, bütün yangın dayanımı testi boyunca ağırlığı taşımaya devam etmelidir.

Hortumla su atış testi yapıldığında yangına dayanımlı derz sisteminde, basınçlı su atışı nedeniyle diğer tarafa su geçişine izin veren herhangi bir delik oluşmamalıdır.

Derz sistemlerinin yangın dayanım performansı diğer yapı elemanlarına oranla daha önemlidir çünkü bir derz sistemi normal koşullar altında birçok kompartımandan geçer ancak servis girişinde kullanılan yangın durdurucu, yangın kapısı ya da pencere, yalnızca bir kompartımanı diğerine bağlar [36]. UL 2079 standardında ek olarak isteğe bağlı olarak yapılabilecek hava sızdırmazlık (L derecesi verilir) testi ve suya dayanım testleri (W derecesi verilir) anlatılır [38].

Yangın durdurucu sistemlerin yangına dayanım testleri için Kanada'da CAN ULC-S115 kodlu standart kullanılır. Bu test metodu, içerisinden bir servis elemanı geçen ya da geçmeyen yangın durdurucular üzerine uygulanabilir. Bu standartta anlatılan yöntemle yangın durdurucunun, laboratuar koşullarında gerçekleştirilen yangın dayanım testi boyunca performansı kaydedilir. Öte yandan test, yangın durdurucunun yangın testine maruz bırakıldıktan sonraki kullanımını kapsamaz. Test metodu içerisinde, isteğe bağlı olarak yapılabilecek hava sızıntı testi de yer almaktadır.Bu standarda göre yangın dayanım testleri yürütülürken deney fırın odası ile dışarısı arasında belli bir basınç farkı olmalıdır. Bu test sonucunda ASTM testlerinde olduğu

gibi alevin sistemin diğer tarafına geçmediği süre cinsinden F derecesi (rating fire) verilirken , buna ilaveten ısı kriteri de devreye girdiğinde FT derecesi(Rating Fire& Temperature) verilir. Yangına dayanım testi sonrası Hortumla su atış testinde maruz kalmayan yüzeye su geçişini engelleyebilen yalıtım tipine FH (Rating Fire& Hose) derecesi verilir. ASTM E 814 testinde bir saate kadar yangın dayanıklılığı beklenen yangın durdurucular üzerinde hortumla su atış testi uygulanması gerekmez ancak CAN ULC -S 115'te bu test her türlü halde zorunludur.İsteğe bağlı olarak yapılan Hava sızıntı testi sonrası ise L (Leakage) derecesi verilir [39].

Bütün bu yangın dayanım testlerine bakılarak yangın dayanım sınıflandırması yapabilmek için BS EN 13501-2 (Türkçe versiyonu TS EN 13501-2) standardı kullanılır. Bu standartta test sonuçlarının dakika cinsinden nasıl ifade edilebileceği anlatılmaktadır, performansların beyanının nasıl yapılacağı anlatılmaktadır. Bu performans beyanlarına göre test edilen sistemlerin yangın dayanım sınıfları ortaya çıkmış olur [40].

4.1.5.4 Yerleştirilmiş yangın durdurucu ürünün denetlenmesi

Yangın durdurucu ürünün uygulaması ve oluşan yangın durdurucu sistemin durumu tüm aşamalarıyla sahada denetlenip, kontrol edilmeli ve onaylanmalıdır. Çünkü bir yangın durdurcu ne kadar iyi olsa da uygulaması ehil kişilerce, uygun koşullar sağlanarak yapılmazda işlevlerini tam olarak yerine getiremeyebilir. Bu nedenle uygulama aşaması ve sonrasının kontrol edilmesi çok önemli bir basamaktır. Bu iş için Amerika'da iki adet standart prosedür belirlenmiştir. Bunlardan ilki E2174−14b kodlu standarttır. Bu, kalifiye müfettişlerin, sahada uygulanmış yangın durdurucunun gereksinimleri karşılayacak şekilde yerleştirildiğini ve bu yerleşimin teftiş dokümanlarıyla uyumluluğunu denetlemesi için gerekli yöntemi içeren bir standarttır. Bu aşamada izlenecek yol şu şekilde özetlenebilir:

Müfettiş öncelikle uygulama öncesi kendisine ulaştırılmış olan teftiş dokümanlarını inceler. Ardından, sahada ise içerisine yangın durdurucu yerleştirilecek olan yapı bileşeninin listelenmiş, yangına dayanımlı bir yapı elemanı olduğunu doğrular. Uygulama başlamadan önce müfettiş, yapı elemanına ait, uygulama sonrasında gözükmeyecek bütün detayları teftiş formuna işler. Uygulamayı takiben en geç iki gün içinde müfettiş yangın durduruculu sistemi incelemelidir. Bu nedenle uygulama biter bitmez yüklenicinin müfettişi şantiyeye çağırması gereklidir. Müfettiş, yangın

durdurucu uygulamasının doğru ve listelenmiş şekilde tamamlanmış olduğunu kontrol eder. Yangın durdurucuyu ve alt katmanları iyice denetleyip, saha testlerine tabi tutar. Bu testlerin içine tahrip edici denetlemeler de girer ve bu denetleme sonrasında yangın durdurucunun tamiratı gerçekleştirilir. Her yangın durdurucu sistem tipinin en azından %2'si denetlenmelidir. Denetleme dokümanlarıya uyuşmayan tüm yangın durdurucu sistemleri tamir edilmeli ya da yeniden yerleştirilmeli, sonrasında da yine teftiş ettirilmelidir [41].

Derzler üzerinde denetleme yapabilmek için ise E2393−10a standardı geçerlidir. Bu standart da yangın durdurucu derz sisteminin sahada denetlenmesi, kontrol edilip onaylanmasıyla ilgili prosedurleri içerir. Bir çok yönüyle E2174-14b standardına benzemektedir. Aradaki tek fark, derz sistemi kontrollerinde müfettişin uygulama sırasında şantiyede bulunmasının zorunlu olması ve bütün yangına dayanımlı derz tiplerinin uzunluğunun en az %5'i tamamlanana kadar uygulamayı takip etmesi gerekliliğidir [42].

4.1.5.5 Ele alınan diğer standartlar

Yangın durdurucu mastiklerin değerlendirmesi için ürün tipi ve üreticinin hedef kitlesi için sunduğu ekstra özelliklere bağlı olarak bir takım farklı standartlarca anlatılan testler de uygulanmaktadır. Bu testlerin bir kısmı aşağıda listelenmiştir:

ISO 11600:Bina inşaatı:Derz malzemeleri-Sızdırmazlık malzemeleri için sınıflandırma ve gerekli şartlar.

EN 10140-2:Akustik:Yapı elemanlarının ses yalıtımının laboratuvarda ölçülmesi-Bölüm2: Hava ile yayılan ses yalıtımının ölçülmesi.

EN 1026: Kapı ve pencereler: hava geçirgenliği deney metodu

BS EN ISO 1314-1: hava geçirgenliği

EN ISO 20140-10: Akustik:Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi-Bölüm 10 Küçük yapı elemanlarında hava ile yayılan ses yalıtımının laboratuvar ölçmeleri

EN ISO 20140-3: Akustik:Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi-Bölüm 3: Yapı elemanlarında havada yayılan ses yalıtım değerinin laboratuvarda ölçülmesi

ASTM G21-96: mantarların tahrif testi

EN ISO 846:Plastikler: Mikroorganizmaların etkisinin değerlendirilmesi

ASTM C 1241: Lateks mastiklerin kürlenme sırasında hacmen küçülmeleri test metodu

ASTM C 793: Derz mastikleri üzerinde laboratuvar ortamında uygulanan hızlandırılmış yaşlandırma testi

ASTM E 2307: Çevresel yangın bariyerlerinin yangın dayanımını tespit test metodu.

ASTM C 920: Derz macunları için spesifikasyon standardı

ISO 9001: Kalite Yönetimi

ASTM E 1399: Mimari derz sistemlerinde hareket çevrimleri ile minimum ve maksimum derz genişliklerinin ölçümü için test metodu.

UL 2818: Bina malzemelerinde organik salınımın ölçülmesi

ASTM E 90: Hava kaynaklı seslerin bina bölmeleri ve elemanları üzerinden iletiminin ölçülmesi testi

DIN 4102(EN ISO 11925-2): EN 13501-1 kapsamında, sınıflandırma amacıyla yapılan tutuşabilirlik deneyidir. Bu deney, bir yapı elemanının küçük bir aleve maruz kalması durumunda yanabilirlik değerini bulma amacıyla yapılır [23, s. 12].

4.2 Yangın Durdurucu Boyalar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu boya üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda boyaların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 5, 6, 7].

4.2.1 Genel özellikler

Yangın durdurucu boyalar akrilik bazlı mineral katkılı malzemelerdir.

Yangın durdurucu boya ve mastikler oldukça benzer özelliklere sahiptirler. Boyalar, mastiklere göre biraz daha az yoğun oldukları için fırça, rulo veya basınçlı sprey boya makinalarıyla uygulanmaları mümkündür. (Şekil 4.9). Öte yandan aynı ürünlerin malayla uygulanabilen yoğunlukları da mevcuttur.



Şekil 4.9: Sprey tabancasıyla yangın durdurucu boya uygulaması [3].

Bir yüzeyin üzerini örtme, kaplama amaçlı, sızıntı açıklıklarını tamamen kapatmak için kullanılırlar. Bir altlığın, bir birleşim yüzeyinin üzerine uygulanır, genel bir kapatıcılık sağlamaları beklenir. Hava ile temas ederek kürlenirler. Yüksek yapışma kuvvetine sahip olmaları istenir. Yapışma gücünün azalmaması amacıyla kablo ya da derz gibi uygulama yapılacak yüzeylerin üzerlerinde herhangi bir toz, partikül, korosif madde ya da yağ kalıntısı olmamalıdır. Ayrıca uygulama yapılacak yüzeylerin 5°C'nin üzerinde bir sıcaklığa sahip olması ve nemli olmaması daha olumlu sonuç verecektir. Bir çok boya tamamen kuruduktan sonra neme dayanıklı bir hal almasına rağmen uygulama sırasında bağıl nem %80'in altında olmalıdır aksi takdirde yüksek nem seviyelerinden zarar görebilir.

Uygulamanın yapılacağı alanda 5mm'den büyük açıklık olması durumunda açıklığın öncelikle taşyünü parçalarla doldurulması daha sağlıklı bir sonuç alınmasını sağlar. Uygulamanın yapılacağı yüzeylerin boyanın kullanımına uygun olup olmadığı kontrol edilmeli, malzemenin boya ile reaksiyona girmediğinden emin olunmalıdır.

Tamamen kürlendikten sonra boyaların çoğunun üzeri boyanabilir.

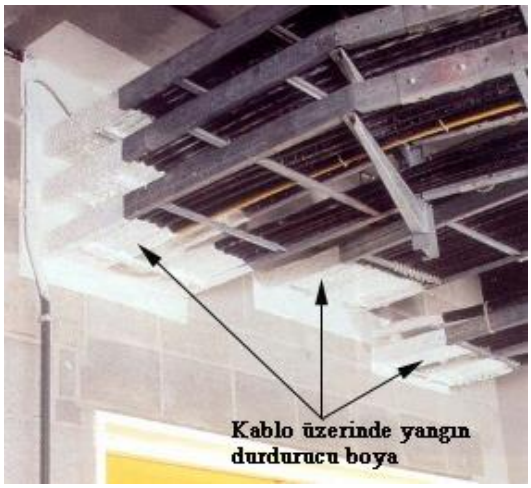
Suyla temizlenebilirler, çoğu küflenmez ve mantar barındırmaz.

Uygulamanın yapılacağı alanın sıcaklığı 5°C-40°C arasında olmalıdır. Çoğu su bazlı olduğundan, ortam sıcaklığının donma derecesinin altına düşmemesi gereklidir.

Uzun süreli ya da tekrarlı maruz kalma durumunda cilt ve gözde minör tahrişe, çok nadiren de kansere kadar varan ciddi sağlık problemlerine neden olabildiğinden, uygulamaya başlanmadan önce ürünlerin güvenlik bilgi föyleri okunmalı ve uygulama gerekli koruyucu ekipmanlarla yapılmalıdır.

4.2.2 Kullanım yerleri

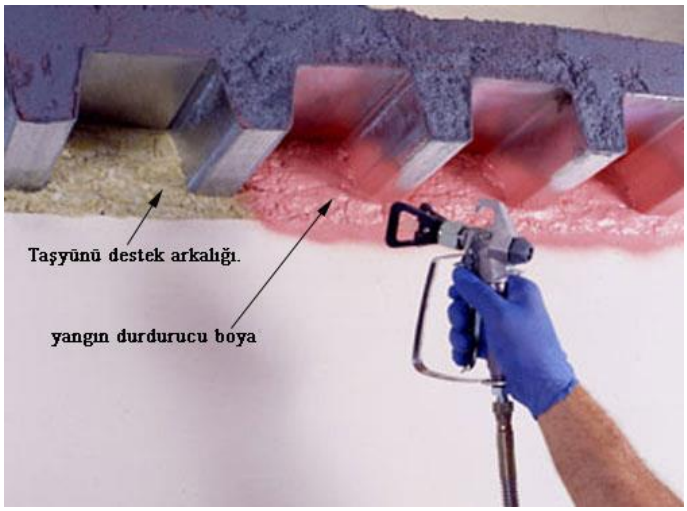
Yangın durdurucu boyaların kullanımlarını başlıca üçe ayırabiliriz. İlki kablolar üzerine yapılan boya uygulamasıdır. (Şekil 4.10).



Şekil 4.10:Kablolar üzerinde yangın durdurucu sprey boya kaplaması örneği [43].

Bu tip uygulamalar, kablo kullanımının çok yoğun olduğu ve kablolar üzerindeki herhangi bir arızanın hızla diğer kablolar üzerinde yayılarak büyük yangınlara yol açabileceği telekomünikasyon santralleri, endüstriyel tesisler, yangın açısından çokça tehlikeli petrokimya-doğalgaz tesisleri kağıt fabrikaları gibi binalarda görülmektedir. Kablo boyaları, Alçı panel, beton, tuğla malzemelerden üretilmiş duvar ve döşeme içerisinden yapılan geçişlerde kablo tavaları ve içlerindeki kablo demetlerinin yalıtımında kullanılabilirler.

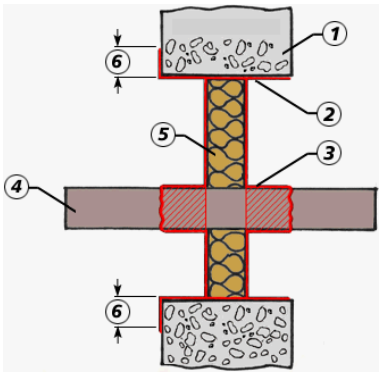
İkinci yangın durdurucu boya uygulaması derz birleşimleridir. Yüksek hareketli derzlere uyum sağlama kabiliyetleri çok yüksektir. Geniş ve ulaşılması zor olan derzler için sprey tipi kullanılır. Beton, kagir, alçıpan, çelik, cam, metal malzeme üzerine uygulama yapılabilir. Duvar başı ile metal asma tavan ya da beton döşemenin birleştiği noktalar ile genleşme derzlerinde tercih edilebilirler. (Şekil 4.11). Aynı zamanda döşeme ile giydirme ya da prekast cephe bireşimlerinde de kullanılırlar.



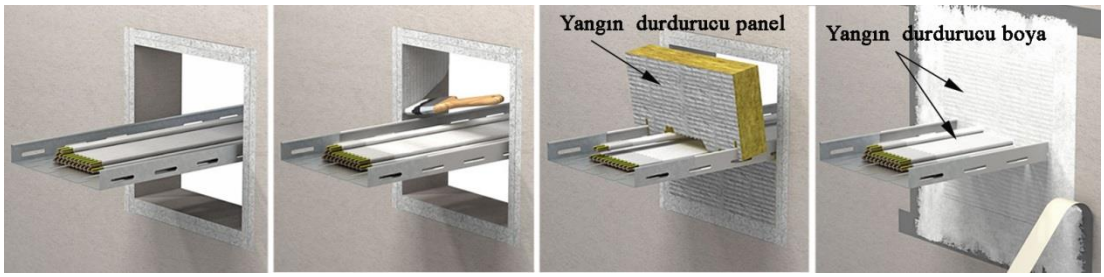
Şekil 4.11:Metal ondüle döşeme- duvar birleşiminde yangın durdurucu sprey uygulaması [44].

Üçüncü tip ise yangın durdurucu paneller üzerine uygulanan boyadır. Taşyünü paneller üzerine uygulanır ve bu panellerin daha iyi yalıtılmasını sağlayarak birer yangın durdurucu haline getirir, aynı zamanda panellerin partküllerininin uçuşmasını ve tozumalarını önler.

Yangın durdurucu taşyünü panelin üzeri boya kaplı da olsa şantiyede yerine uygun şekilde kesildikten sonra dış kenarları ve kesilen kenarları kaplamasız kalır. Buraların yalıtımını sağlamak için tüm boşta kalan yüzeylere ve içerisinden yapılan servis geçişlerine yangın durdurucu boya sürülmesi gereklidir. (Şekil 4.12, Şekil 4.13).



Şekil 4.12:Orta boyutlu bir açıklıkta yangın durdurucu kullanımı: 1)100mm duvar ya da 150mm döşeme, 2) yangın durdurucu boya, 3)Servis (boru ya da kablo) üzerine uygulanmış yangın durdurucu boya 4)Servis elemanı (kablo ya da boru) 5)yangın durdurucu panel 6) panelin üzeri dahil bütün açıklığa 50mm dışa taşacak şekilde yapılan yangın durdurucu boya uygulaması [44].



Şekil 4.13: Panel yerleşiminde yangın durdurucu boya kulanımı [16].

Bu tip uygulamalara çoğunlukla eğitim kurumları, sağlık kurumları, eğlence merkezleri, ticari binalar, endüstriyel binalarda rastlamak mümkündür.

Boyalar, yüzeysel uygulamalar için uygundurlar, 5mm'den büyük açıklıklarda arkalıksız kullanılmamalıdırlar.

Yangın durdurucu boyalar akma ya da sarkma yapmadıkları için baş üstü uygulamalar için uygundurlar.

4.2.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yangın durdurucu boyalar, ortalama olarak 5°C -30°C arası sıcaklıkta, kuru, nemden ve doğrudan güneş ışığından korunaklı alanda bir yıl kadar saklanabilirler. Ancak donmaları mutlaka önlenmelidir. Yaşlandırma testi performansları yaklaşık 30 yıldır.

Kullanımları sırasında herhangi bir bakım gerektirmezler ancak rutin kontrollerden geçirilmelidirler.

4.2.4 Avantajları

Yangın durdurucu boyalar, genel anlamda yüksek kapatıcılığa sahiptirler.

İntümesan (yüksek sıcaklıkta hacmini arttıran) ve ablatif (yüksek sıcaklıkta ısıyı emip kömür haline gelmek suretiyle altındaki malzemeyi yanmadan koruyan) tipleri mevcuttur.

Su geçirmeyen ya da dış mekan kullanımına uygun tipleri vardır. 600Pa'a kadar hava geçirimsiz tipleri bulunmaktadır.

Metal borular gibi ses yalıtımlı servislerin yalıtım özelliğini koruması için kullanılır. 62dB'e kadar ses yalıtımı yapabilen tipleri vardır.

Yangın durdurucu boyalar, kablolarda gerilim azalmasına yol açmayacak tipte olmalıdırlar. Yalıtkandırlar,özellikle kablolar ve hareketli derzlerde kullanılacak

boyaların ise kuruduktan sonra esnekliğini koruması beklenir.Kimilerinde %±25'e kadar varan hareket kabiliyeti olur.

Uygulama alanındaki bir takım kriterlerden etkilenmekle birlikte genelde derz birleşimlerinde ve panel üzeri uygulamalarda 4 saate, servis girişlerinde ise 2 saate varan yangın dayanımı gösterirler.

4.2.5 Boyaların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu boyaların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS 476-20, BS 476-22, BS EN 1366-3, BS EN 1366-4, UL 1479 (ASTM E-814), UL 263 (ASTM E-119), UL 723(ASTM E-84), ASTM E90, UL 2079 (ASTM E-1966), ASTM E-1399, EN 13501, EN 1026

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için Bkz.bölüm 4.1.5

BS EN ISO 10140: Akustik-Yapı elemanlarının ses yalıtımınının laboratuvarda ölçülmesi-Bölüm 1 : Özel mamüller için uygulama kuralları

4.3 Yangın Durdurucu Köpükler

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu köpük üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda köpüklerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 7].

4.3.1 Genel özellikler

Yangın durdurucu köpükler, sızıntı açıklıkları, küçük ya da orta boyutlu açıklıklarda, özellikle daha güç ulaşılan, karmaşık şekilli alanlarda tercih edilirler. (Şekil 4.14).



Şekil 4.14: Yangın durdurucu köpük uygulaması [45].

Silikon bazlı çift komponentli bir malzemedir. Bir tetikle içinde bulunduğu tüpten dışarı çıkarılan malzemenin iki komponenti birbirine karıştığında malzemeler köpürmeye başlar ve bu şekilde hacmini arttırır. Köpük, oda sıcaklığında sertleşmeye başlar ve oldukça dayanıklı bir yalıtım malzemesi oluşturur. Ürün, uygulandıktan bir süre sonra nemle kürlenir ve kürlendikten sonra rahatlıkla kesilebilir. Ürün nemle kürlendiği için, uygulama yapılacak yüzeylerin bir miktar nemlendirilmesi, kürlenme süresinin kısalmasına yardımcı olur.

Uygulamanın yapılacağı alan, öncesinde iyice temizlenmeli, kirden, tozdan, küçük partiküllerden arındırılmalıdır. Uygulama yapılacak yüzeyler ıslak ya da buzlanmış olmamalıdır. Sürekli ıslak ya da suya daldırılmış yüzeylerde yangın durdurucu köpük kullanılmamalıdır. Aynı zamanda uygulama sırasında kartuş sıcaklığının 10°C'den daha düşük olmaması gereklidir. Uygulama sırasında genleşen malzemeyi kontrol altında tutmak ve kürlenene kadar akmasını önlemek amacıyla geçici ya da kalıcı kalıplar kullanılabilir.

Yangın durdurucu köpükler, içeriklerinden ötürü, yeterli koruyucu ekipman kullanılmadan uygulandığında etrafa yaydığı buhar nedeniyle gözlerde, ciltte ve solunum sisteminde tahrişe neden olabilir. Hatta solunması halinde, astım, alerji ya da soluma güçlüğü gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Karsinojenik[4] etkisi ile ilgili sınırlı kanıt bulunmaktadır.

[4] Carcinogenic effect: kanser yapıcı etki

4.3.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu köpükler aslen erişimin güç olduğu, servis gruplarının tanımsız,amorf ve karmaşık açıklıklar bıraktığı noktalarda kullanım için idealdir. (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Kablo araları gibi zor ulaşılacak karmaşık şekilli açıklıklarda yangın durdurucu köpük kullanılabilir [46].

Beton, taş, tuğla, alçı panel gibi genel duvar malzemeleri üzerinde uygulanabilirler. Alçı panel tipi içi boşluklu ve taşıyıcılı duvarlarda yangın durdurcu köpük kullanabilmek için öncelikle duvar kestinin taşyünü ile doldurulması gerekmektedir. Bazı köpükler metaller üzerinde kullanıma uygun değildirler. Bazı tipleri ise polikarbonat, yağ içeren, akışkanlaştırıcı ve solvent içeren malzemeler üzerinde (örnek: emprenye ahşap, yağ bazlı mastik) ya da klorine polivinilklorid içeren ürünlerle (CPVC) kullanıma uygun değildir. Bu nedenle yangın durdurucu köpük kullanılacağı zaman seçim yapılmadan önce mutlaka yüzeyler ve servis elemanı üzerinde bir test yapılmalı ve böyle bir uyumsuzluk varsa müdahale edilmelidir.

Köpüklerin yatay ya da düşey uygulaması yapılabilir, bu durumda uygun köpük seçilerek döşeme ya da duvar üzerinde bir açıklığı yalıtmak mümkündür ancak kendisinden herhangi bir yük taşıma performansı beklenmemelidir.

Köpükler, tekli ya da çoklu servis girişleri için uygundur ayrıca sonradan servis girişi yapma olanağı verirler. Tekli kablolar, kablo demetleri, kablo tavaları, belli bir genişlikte lineer derzler, metal borular (yanıcı veya yanıcı olmayan izolasyonlu), ya da plastik borularla kullanılabilirler. Ø50mm'ye kadar olan plastik borularda intümesan bir köpüğün tek başına kullanılması yeterlidir ancak bundan daha geniş bir yanıcı boru söz konusu olduğunda 110mm'ye kadar yanıcı borularda yangın durdurucu manşon, sargı ya da kelepçe desteği ile kullanılabilirler. Kabaca 400x400mm'ye kadar servis geçişlerinde kullanılabilirler. Yangına dayanımlı kapı-

pencere doğraması ile kompartıman duvarları arasındaki boşluğu doldurmak için kullanılan tipleri de mevcuttur.

Yalnızca bazıları dış mekan kullanımına uygundur.

Bazı durumlarda yangın durdurucu köpüğün yangın dayanım ya da hava geçirimsilik performansını arttırmak için üzerine yangın durdurucu boya uygulaması yapılmaktadır.

4.3.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yanıgın durdurucu köpükler, kuru iç ortamda 5°-25°C arası sıcaklıklarda, açılmamış ambalajında 12 ay kadar saklanabilirler. Aşırı ısıdan uzak tutulmalı, direk gün ışığı almamalıdırlar. Yaşlandırma testi performansları yaklaşık 30 yıldır.

Uygulama sonrası ürün herhangi bir bakım gerektirmez, yalnızca zarar gören bir bölüm olursa bu bölümün sökülüp yeniden uygulama yapılması gerekir.

4.3.4 Avantajları

Yangın durdurucu köpüğün tercih edilmesinin asli sebebi zor erişilebilen alanlarda ve karmaşık şekilli boşluklarda rahatlıkla kullanılabilmesidir. Mastik kullanabimek için büyük kalan; harç, panel, tuğla ya da yastık kullanabilmek için küçük kalan açıklıklar için idealdir. Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Yangın durdurucu köpük kullanımı [4].

Köpükler, uygulama bittikten sonra esnekliğini korur ve ilave kablo geçişi gibi küçük oynamalar yapılmak istendiğinde buna rahatlıkla olanak tanır. Bu özelliği tamir edilebilme olanağı da sağlar.

Suya dayanıklıları, buhar direnci olanları vardır. Bazı tipleri belli bir oranda hava geçirmezliği performansı da gösterir. Çoğu, akustik yalıtım yapmaktadır hatta bu yalıtım düzeyleri bazı ürünlerde 56 dB'e kadar çıkar.

Bazı yangın durdurucu köpükler intümesandır.

Çoğu yangın durdurucu köpük 2 saate kadar yangın dayanımı sağlar ancak 4 saate kadar yangın dayanımı sağlayan tipleri de bulunmaktadır.

4.3.5 Köpüklerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu köpüklerin değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS 476-20, CAN/ULC-S115, ASTM E814(UL 1479), ASTM E84 (UL 723), ASTM G21, ASTM E90, EN 1366-3, EN 1366-4, EN ISO 20140-10, EN 13501, DIN 4102(EN ISO 11925-2)

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için Bkz.bölüm 4.1.5 .

ASTM E 413: ses yalıtım derecesine göre sınıflandırma yöntemi

EN ISO 140-3:Akustik: yapıda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi-bölüm 3:Yapı elemalarında havada yayılan ses yalıtım değerinin laboratuvarda ölçülmesi.

4.4 Yangın Durdurucu Kelepçe

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu kelepçe üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda kelepçelerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 6, 8].

4.4.1 Genel özellikler

Yangın durdurucu kelepçe, galvanize çelik kılıf içerisine yerleştirilmiş intümesan dolgu malzemesinden oluşur. (Şekil 4.17). Başlıca kullanım alanı plastik borulardır.



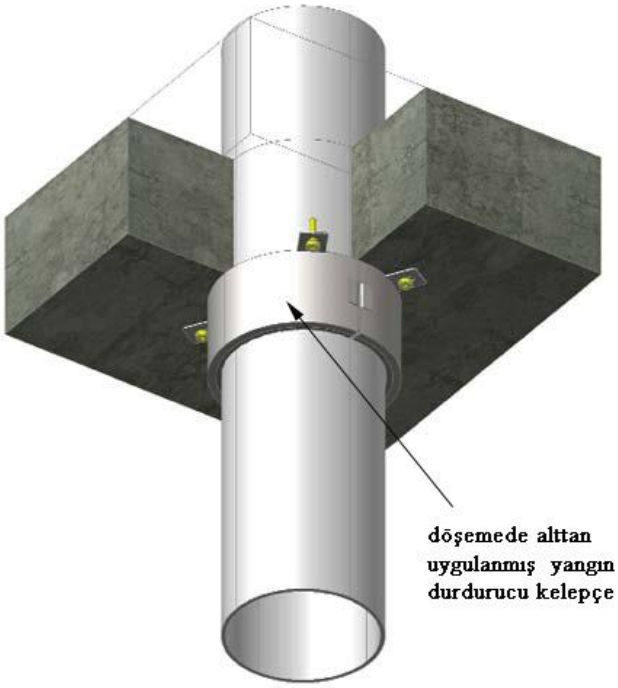
Şekil 4.17: Yangın durdurucu kelepçe [47]

Çeşitli boylarda borular için farklı çaplarda üretilirler. Yangın sırasında erişilen yüksek sıcaklıklarda plastik borular eriyip duman ve yangın geçişine olanak sağlayacaklarından, erimiş borunun oluşturduğu açıklığı kapatmak amacıyla kullanılır. Plastik borunun erimesine neden olan yüksek sıcaklıklar aynı zamanda dıştan metal kılıfla sarılmış intümesan malzemenin hacmini arttırmasını sağlar. Dışa doğru genişleyemeyen intümesan malzeme kılıf içinde hacmini arttırdıkça boruyu sıkıştırır böylelikle zehirli ve yancı gazların bu delikten geçmesini önler.

Yangın durdurucu kelepçeler, inşaat sonrası yangın yalıtımı yapılmak istenen plastik borularda, dıştan uygulanabilen bir yangın durdurucu türüdür. Ürünün montajı, servis geçişi yapılan kompartıman duvar ya da döşemesinin yüzeyine vidalamayla yapılır.

Yangın durdurucunun kullanılacağı alanda boru ile duvar-döşeme arasında 25mm ya da daha küçük bir açıklık kalıyorsa borunun etrafı mastikle, daha büyük boşluklar kalıyorsa yangın durdurucu harçla doldurulmalıdır. Ardından bu alana yangın durdurucu kelpçe takılarak yangına dayanıklı hale getirirlir. Çok büyük boşluklarda kelepçe, yangın durdurucu panel ile birlikte kullanılmalıdır.

Ürünün uygulaması -5°C ile 50°C arası sıcaklıklarda yapılmalıdır. Ürün montajında bölücünün yangın çıkma riski taşıyan tarafına yangın durdurcu kelepçe koymak esastır. Yangında oluşacak duman ve zehirli gazların hareketi gözetilerek, kelepçelerin döşemelerde genelde yalnızca alttan (Şekil 4.18), duvarlarda ise her iki taraftan (Şekil 4.19) uygulanması gereklidir.



Şekil 4.18:Döşemede yangın durdurucu kelepçe uygulaması [20].



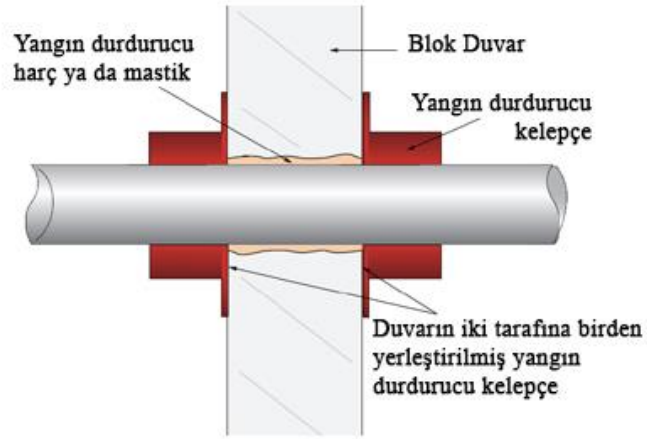
Şekil 4.19: Duvar üzerinde yangın durdurucu kelepçe uygulaması [3].

Kelepçenin montajı yapılmadan önce, servis deliğinden geçen plastik borunun iyice temizlenmesi gerekir. Yangın sırasında intümesan materyal genleşerek, plastik boruyu kapatır. Boruların üzerindeki kirler (örn. harç kalıntıları) bu kapanma işleminde gecikmeye yol açabilir. Aynı şekilde kelepçenin monte edileceği duvar ya da döşeme yüzeyi, kelepçenin sıkıca sabitlenmesini sağlayacak şekilde pürüzsüz ve kalıntılardan arındırılmış olmalıdır.

Yangın Durdurucu Kelepçe, yalnızca sabitlendiğinde, yangına karşı koruma sunar. Kelepçeyi sabitlemek için yangınla test edilmiş, özel dübeller kullanılmalıdır. ASPF Red Book kitabında yangın durdurucu kelepçenin montajına özellikle dikkat çekilmiş, herhangi bir yangının, kelepçenin yangına dayanıklı yapı elemanına bağlantısını riske sokmayacak nitelikte olması gerektiği belirtilmiştir. Bu anlamda

bakıldığında tüm bağlantı elemanları bu fonksiyon için yeterince uygun olmayabileceğinden, bu amaçla özel olarak üretilmiş bağlantı elemanlarının tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır [31, s. 18].

Bir diğer önemli nokta da yangın durdurucu kelepçenin yangına dayanımlı duvar/döşeme ile birleştiği noktadır. Burada yalnızca sabitleme ankrajları yeterli gelmeyebilir. Ara kesitte kalmış sızıntı boşlukları için önlem olarak yangın durdurcunun duvar ya da döşeme ile birleştiği ara kesite yangın durdurucu mastik ya da harç uygulanması gereklidir. (Şekil 4.20). Bu uygulama soğuk duman geçişini önleyecek; intümesan malzeme devreye girmeden önce de tam yalıtım sağlayacaktır.

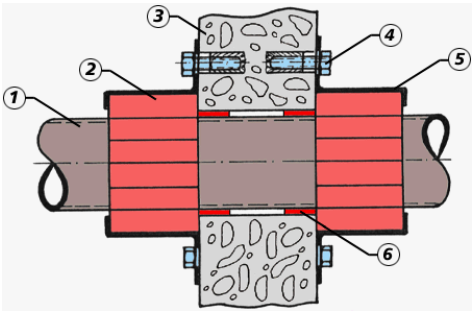


Şekil 4.20: Yangın durdurucu kelepçe altında yangın durdurucu harç ya da mastik kullanımı [48].

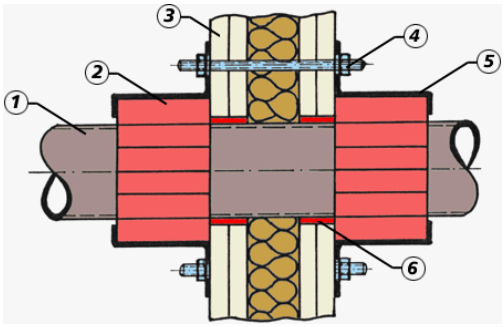
İçeriğindeki maddenin tozu gözlerde, ciltte ve solunum sistemi üzerinde tahriş edici etkiye neden olabilir, koruyucu ekipman takılarak montajı yapılmalıdır.

4.4.2 Kullanım yerleri

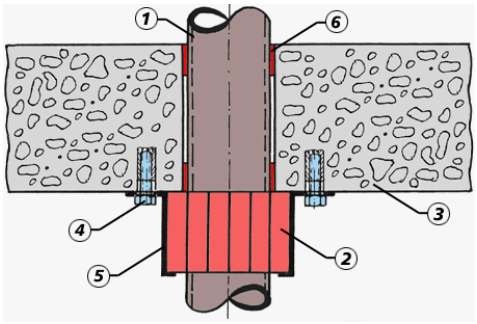
100 mm'den kalın duvarlar ile 150 mm'den kalın döşemelerde kullanılır. Duvar ya da döşemenin malzemesi beton, taş, alçıpanel olabilir. (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23).



Şekil 4.21: Betonarme duvarda yangın durdurucu kelepçe kullanımı: 1)Boru, 2)Yangın durdurucu kelepçe, 3)Betonarme duvar –min 100mm 4)Ankraj, 5)Yangın durdurucu kelepçe, 6)Dairesel boşluk içinde mastik ya da harç [49].



Şekil 4.22: Alçıpanel duvarda yangın durdurucu kelepçe kullanımı: 1)Boru, 2)Yangın durdurucu kelepçe, 3)Alçıpanel duvar –min 100mm 4)Ankraj, 5)Yangın durdurucu kelepçe, 6)Dairesel boşluk içinde mastik ya da harç [49].



Şekil 4.23: Döşemelerde yangın durdurucu kelepçe kullanımı: 1)Boru, 2)Yangın durdurucu kelepçe, 3)Döşeme –min 150mm 4)Ankraj, 5)Yangın durdurucu kelepçe, 6)Dairesel boşluk içinde mastik ya da harç [49].

Sağlık binaları, tatil-dinlence binaları, okul, üniversite, ticaret, taşımacılık, endüstriyel binalar, kullanım için tercih edilen bina tiplerinin başında gelir.

32mm'den 250mm'e kadar her çapta boru için kullanılabilen yangın durdurucu kelepçe vardır. Akustik yalıtımlı borular, atık su boruları, kullanma suyu boruları, içme suyu borularında kullanılabilir. PVC, HDPE, PP, U-PVC, PE, ABS, CPVC, FRPP, PVDF, ccABS malzemelerinden üretilmiş borular ile kullanıma uygun tipleri vardır. Bazı kelepçeler, hem dik hem de 45° açılı borularla kullanılabilir.

4.4.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yangın durdurucu kelepçenin depolama ve nakliye sıcaklık aralığı yaklaşık ortalama -5°C ile 40 °C arasındadır. Ürün, iç ortamda, nemden korunan bir yerde, orjinal ambalajında ömür boyu saklanabilir.

Uygulama sonrası ürün herhangi bir bakım gerektirmez, rutin olarak kontrol edilmelidir. Yaşlandırma testi performansı yaklaşık 30 yıldır.

4.4.4 Avantajları

Yangın durdurucu kelepçeler özellikle plastik borular için üretilmiş ürünlerdir. İçlerinde, çok yüksek genleşme oranına sahip intümesan madde bulunur.

İçlerinden geçen boruların termal nedenlerden ötürü genleşip büzülmsine olanak sağlayan bir sisteme sahiptirler.

4 saate kadar varan yangın dayanım performansı gösteren tipleri vardır.

39 dB'e kadar ses yalıtımı da sağlarlar.

Tadilata uygundurlar.

4.4.5 Kelepçelerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu kelepçelerin değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTM G21, EN ISO 846, BS 476-20, BS 476-22 , EN ISO 20140-10, BS EN 13501-2, AS1530-4, AS4072-1

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için Bkz.bölüm 4.1.5 .

4.5 Yangın Durdurucu Sargılar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu sargı üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda sargıların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 6, 7, 8].

4.5.1 Genel özellikler

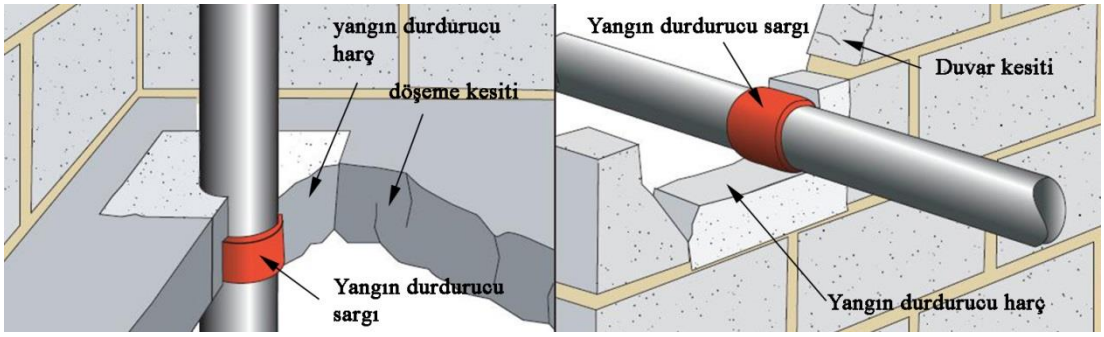
Yangın durdurucu sargılar, duvar ya da döşemeden geçen plastik borular ve konduitlerin yangın sırasında ulaşılan yüksek ısılarda erimesi sonucu oluşan açıklığı kapatmak için kullanılan intümesan esaslı mazlemedir. (Şekil 4.24).



Şekil 4.24: Boruda yangın durdurucu sargı kullanımı [4].

Sargılar, plastik kılıf içerisinde intümesan malzemeden oluşurlar. Bazı tiplerinin üzerleri alüminyum folyo kaplıdır. Boruların etrafını rahatlıkla sarabilmeleri için elastik yapıdadırlar çeşitli boru çapları için çeşitli boyutta sargılar mevcuttur. Kompartıman sınırlarını delen borunun etrafında yeteri kadar boşluk olması durumunda kullanılabilir. Bu nedenle daha çok yeni binalarda uygun boyutta açıklık bırakılmış kompartıman duvarlarının içinde kullanılır.

Yangın durdurucu sargı, duvar ya da döşeme kesitinin içerisinde uygulanan bir yangın durdurucu malzemedir. (Şekil 4.25).



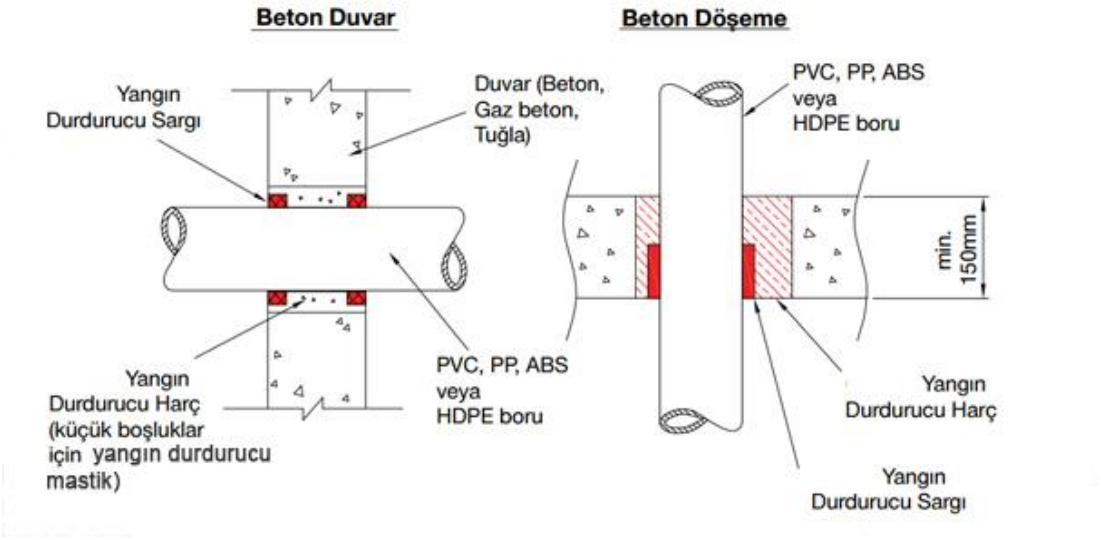
Şekil 4.25: Duvar ve döşemede yangın durdurucu sargı kullanımı [13].

Uygulamanın yapılması için ortam sıcaklığının yaklaşık olarak -5°C ile 50°C arasında olması gereklidir.

Uygulamaya başlamadan önce, boru geçiş noktalarının temizlenmesi gerekmektedir. Plastik boruların üzerindeki harç kalıntıları gibi kirler, etrafındaki yangın durdurucu sargının yüksek sıcaklıkta genleşerek borunun erimesi sonucu oluşan açıklığı

kapamasını geciktirir. Bu nedenle uygulamanın yapılacağı noktada, boruların etrafında herhangi bir kalıntı varsa mutlaka temizlenmelidir.

Sargının yerleştirilebilmesi için borunun etrafında yaklaşık 10mm daha geniş bir delik açılmalıdır. Sargı şeridi borunun etrafına kaplandıktan sonra, açıklığın içine doğru yüzey ile hemyüz oluncaya kadar itilmelidir. Döşemelerden geçen borularda bandajın, döşeme alt yüzeyine uygulanması yeterlidir. 150mm kalınlığa kadar duvarlardan geçen boruları yalıtmak için tek bir yangın durdurucu sargı kullanılabilir ancak uygulama sonrasında sargının duvarın iki yüzeyinden de hafifçe dışarı taştığına , uçlarının açıkta olduğuna emin olmak gerekir. Duvar kalınlığının 150mm'yi geçtiği durumlarda ise iki yüzeye de hizalanacak şekilde iki sargı birden kullanılmalıdır. (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: Yangın durdurucu sargının duvar ve döşeme kesitinde yerleşimi [3].

Sargı uygulaması yapıldıktan sonra servisin etrafında kalan açıklık eğer büyükse yangın durdurucu harç kullanılarak tamamen yalıtılmalıdır. Servis geçişlerinden sonra kalan açıklık karmaşık bir geometriye sahip değilse ya da açıklık çok büyükse yangın durdurucu panel de kullanılabilir. Harç ya da panel yerleşiminden sonra kalmış olabilecek sızıntı açıklıklarına karşı yangın durdurucu mastik kullanılmalıdır. Kullanılan bu mastik, aynı zamanda yangın durdurucunun henüz genleşmeye başlamadığı süre içerisinde açıklıktan soğuk duman sızıntısını önemeye de yarar.

4.5.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu sargılar, çoğunlukla yeni inşa edilen binalarda, servis geçişinin yapılacağı duvar ya da döşemede uygun açıklık bırakılarak kullanılır.

Beton, alçı panel, taş malzemelerle kullanıma uygundur.

Çeşitli duvar kalınlıklarına göre, 50-160mm'lik yanıcı plastik boruların çevresinde yangın durdurucu sargı kullanılabilir. PVC, ABS, ccABS, PP, PE, ccPVC, RNC, FRPP ve HDPE borularla kullanılabilecek yangın durdurucu sargılar olduğu gibi, dik ve 45° açılı borularla kullanıma uygun tipleri de vardır.

Yangın durdurucu sargının duvar ya da döşeme kesitinin içine itilemediği durumlar için sargı ile birlikte kullanıma uygun kısıtlayıcı kılıflar mevcuttur. Çok büyük çaplı plastik borular için de sargının etrafında kısıtlayıcı kılıf kullanılmalıdır.

Yüksek korozyona sebebiyet verebilecek ortamlarda sargı yerine yangın durdurucu kelepçe tercih edilmelidir. CPVC borularla kullanıma uygun olmayan sargı tipleri olduğundan, uygun sargı seçilirken borunun malzemesi ile uyumuna dikkat edilmelidir.

4.5.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

5°-40°C arası sıcaklıklarda nemden korunmuş iç ortamda açılmamış paketinde ömür boyu saklanabilir. Uygulama sonrası ürün herhangi bir bakım gerektirmez ancak rutin olarak kontrol edilmelidir. Eğer sargının bir bölümü zarar görürse sargının sökülüp yeniden uygulanması gerekir. Yaşlandırma testinden elde edilen performansı 30 yıldır.

4.5.4 Avantajları

Yangın durdurucu sargıların, 4 saate kadar yangın, duman ya da zehirli gaz geçişini önleyen tipleri mevcuttur.

Yangın durdurucu kelepçeye göre daha ekonomik olduğu için tercih sebebi olabilir.

İntümesan yapıya sahip yangın durdurucu sargıların, yüksek sıcaklıklarda hacimlerini cok büyük oranda arttırabilme özellikleri vardır. Bu özelliğiyle yangın sırasında etrafını sardığı borunun erimesi sonucunda oluşan boşluğu genleşerek kapatır ve bu noktadan duman ya da alevin ilerlemesini önler.

Bir servis geçişinden çıkartılıp tekrar bir diğer servis geçişinde kullanım olanağı sağlarlar. Çok dar boşluklarda kullanım için uygundur. Elastik ve esnek yapısıyla boruların çevresine çok rahat uyum sağlar.

Mastik ya da macunla birlikte kullanıldığında soğuk duman geçişini de engeller.

4.5.5 Sargıların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu sargıların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

EN1366-3, BS476-20, BS476-22, EN ISO20140-10, CAN/ULC-S115, UL 1479(ASTM E 814), ASTM G21, ASTM E 84 (UL 723), CAN4-S115M, EN 13501-2, AS 1530-4, AS 4072-1

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

4.6 Yangın Durdurucu Bandajlar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu bandaj üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda bandajların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4].

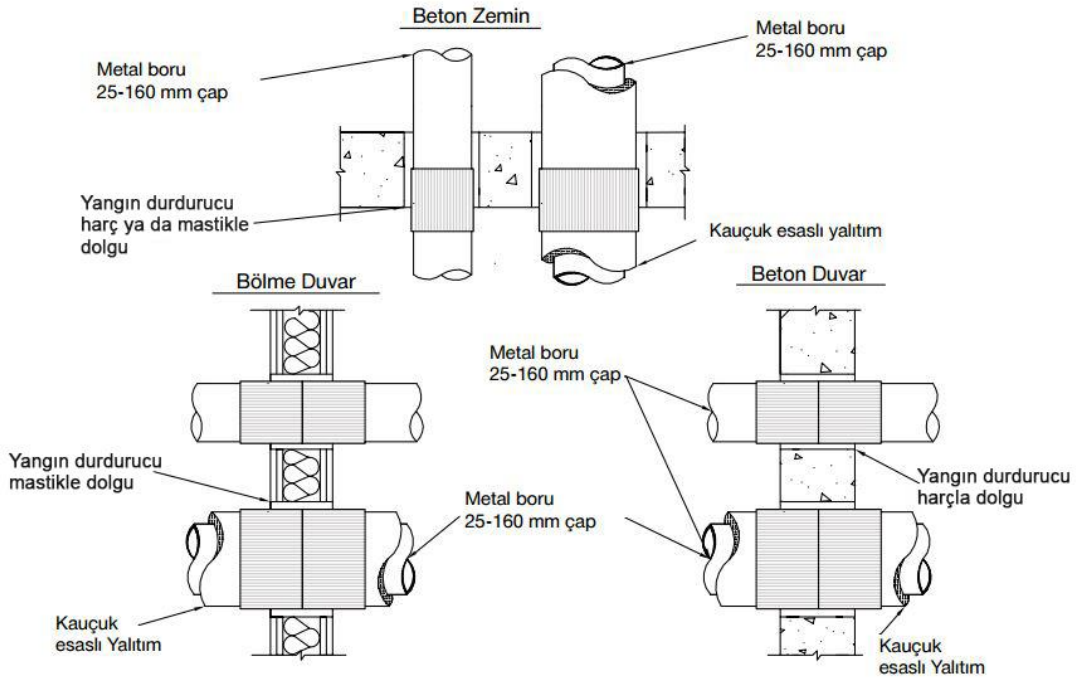
4.6.1 Genel özellikler

Yangın durudurucu bandajlar, sargılarla bir çok ortak özelliğer sahiptir. Ancak sargılar eriyebilen planstik boruların yalıtımı için kullanılırken bandajlar daha ince yapıda olup, yanıcı olmayan ve yalıtımlı metal borularda kullanıma uygundur. (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: Yangın durdurucu bandaj [3].

Yangın durdurucu bandajlar aynı sargılar gibi döşemelerde, bir kısmı açıkta kalacak şekilde yalnızca alt taraftan uygulanabilirler ancak duvarlarda iki taraftan da birer bandaj kullanılması gerekmektedir. (Şekil 4.28).



Şekil 4.28: Yangın durdurucu bandajın duvar ya da döşeme kesidindeki yerleşimi [3].

Uygulamanın yapılabilmesi için uygun sıcak aralığı 5°C ile 50°C arasındadır.

Uygulamanın yapılacağı boru geçiş noktası öncelikle iyice temizlenmeli, borunun üzeri kalıntılardan arındırılmalıdır. Bandajın etrafında kalan boşluk, yangın durdurucu mastik ya da harçla kapatılmalı, sistem tamamen yalıtımlı hale getirilmelidir.

4.6.2 Kullanım yerleri

Beton, tuğla, alçı panel duvralar ve döşemelerde kullanılabilirler.

Bakır, çelik, pik demir, paslanmaz çelik ve alüminyum kompozit borularla kullanılabildiği gibi sentetik, kauçuk, taş yünü ya da camyünü yalıtımlı borularda kullanılabilirler. (Şekil 4.29).



Şekil 4.29: Yangın Durdurucu bandaj kullanım örnekleri [3].

4.6.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Bandajların orjinal ambalajında ortalama -5°C ve 30°C arasındaki sıcaklıklarda nemden korunmuş bir yerde saklanması gerekmektedir.

4.6.4 Avantajları

Yangın durdurucu bandajın kullanımı için minimum boşluk yeterli olmaktadır. Metal boruların kullanımları sırasında gösterdikleri termal hareketleri kısıtlamaz, metal borularla uyumlu bir şekilde çalışır.

İntümesan yapıdaki bu malzeme 4 saate kadar yangın dayanımı sağlar.

Yangın durdurucu bandajlar, aynı zamanda iyi akustik yalıtım performansı gösterirler.

4.6.5 Bandajların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu bandajların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, BS 476, CAN/ULC-S115, UL 1479(ASTM E 814), ASTM E 84 (UL 723)

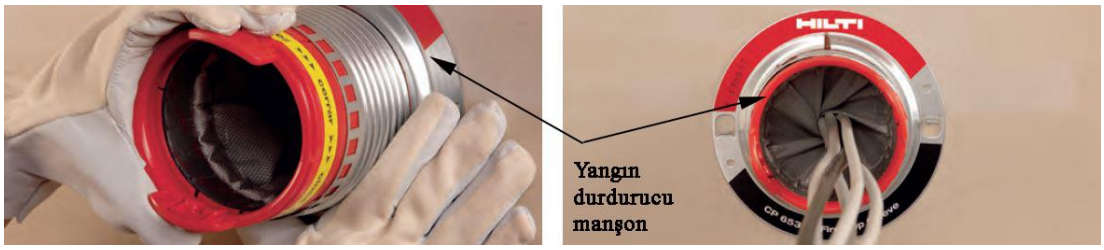
Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

4.7 Yangın Durdurucu Manşonlar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu manşon üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda manşonların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 5].

4.7.1 Genel özellikler

Manşonlar, çelik kılıf içerisine yerleştirilmiş intümesan malzemeden oluşur. (Şekil 4.30). 55mm, 82mm, 110mm gibi çeşitli büyüklüklerde üretilirler. Sürekli kablo değişimi gerektiren servis geçişleri için idealdir.



Şekil 4.30: Yangın durdurucu manşon [3].

Yangın durudurucu manşonlar, -5°C ile 50°C arasıdaki sıcaklıklarda uygulanabilirler. Uygulamanın yapılacağı açıklığın yüzeyleri iyi bir şekilde temizlenmelidir.

Uygulamanın öncesinde duman ve gaz geçişini engellemek için manşon çevresindeki küçük boşlukların uygun mastik ile doldurulması gerekir. Eğer manşonun etrafında daha büyük boşluk kaldıysa yangın durdurucu panel ile yalıtım yapılmalıdır. Aynı uygulama, manşonun takıldığı duvarın diğer tarafında da yapılmalıdır.

4.7.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu manşonlar alçı panel, beton, taş malzemeden yapılmış duvar, tavan ve döşemelerde kullanılır.

Manşonların asıl kulanım amcı, tekli kablolar ve kablo demetleri içeren geçişlerin yalıtımıdır. Öte yandan plastik kanallar ve 110mm'e kadar U-PVC borularda kullanım için üretilmiş manşon tipleri bulunmaktadır. Küçük ve orta boyutlu açıklıkların yalıtımı için uygundur.

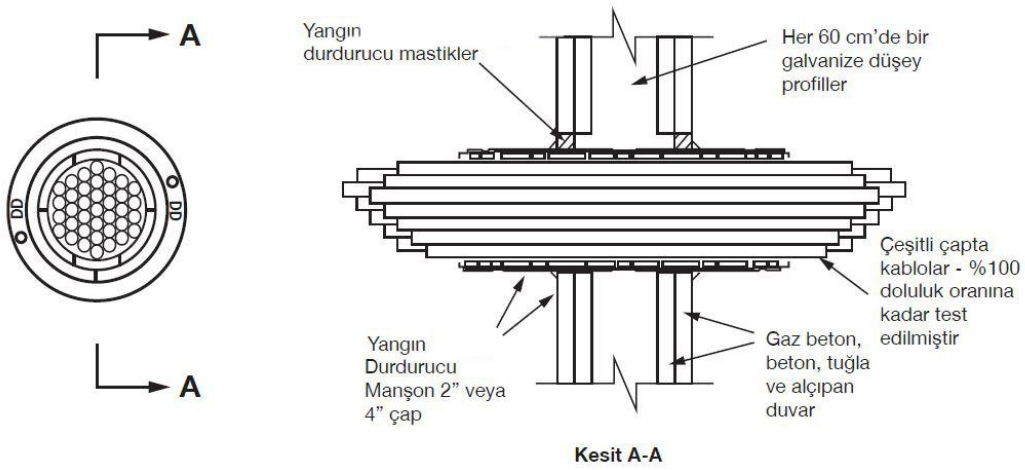
4.7.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yangın durdurucu manşonlar, 5°-40°C arası sıcaklıklarda iç ortamda açılmamış paketinde ömür boyu saklanabilir.

4.7.4 Avantajları

Yangın durdurucu manşonlar sıklıkla değişim gerektiren kablo geçişleri için idealdir. Çünkü manşonlar rahatlıkla açılabilir, içlerinde gerekli servis değişimi yapıldıktan

sonra tekrar kapatılır. Böylelikle, bakım ya da yenileme amacıyla, kablo ekleme ya da çıkarma yapmak mümkündür. Bununla birlikte çok yüksek miktarda kablonun güvenli şekilde servis açıklığından geçişi için uygundur. Yangın durdurucu manşonlar %100 dolulukta bile belirlenen süreler için yangın geçirmezlik sağlarlar. (Şekil 4.31).



Şekil 4.31: Yangın durdurucu manşonun duvar içerisindeki konumu [3].

Kolaylıkla servis açıklığına monte edilirler ve montajın yapılmasından hemen sonra işlevli hale gelirler, kürlenmesi ya da hazır olması için beklemek gerekmez.

2 saate kadar yangın dayanımı sağlarlar. İçerisindeki cam elyafı takviyeli kumaş gaz ve duman sızdırmazlığı sağlar.

Yoğuşmadan ya da mantardan etkilenmeyecek şekilde üretilirler.

4.7.5 Manşonların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu manşonların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, UL1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTMG21, BS476-20, BS476-22

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

UL 2043: Isı ve görünür duman salınımını inceleyen yangın testi.

4.8 Yangın Durdurucu Macunlar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu macun üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda macunların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 6, 7].

4.8.1 Genel özellikler

Duvar içerisine yerleştirilmiş elektrik kutuları, yangın ve zehirli gazların geçişine imkan veren açıklıklar oluştururlar. Yangın durdurucu macunlar, duvar iç kesitindeki elektrik kutusunu içten ya da dıştan kaplayarak yangına karşı yalıtımlı hale getirir. (Şekil 4.32). Özellikle dikdörtgen ped halinde olan macunlar elektrik kutularının arkasında rahatlıkla uygulanabilir.



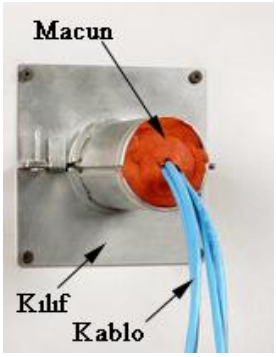
Şekil 4.32: Elektrik kutusu üzerine yangın durdurucu macun uygulaması [50].

Öte yandan hamur olarak üretilmiş macunlar, elektrik kablolarının ve tavaların etrafını yalıtmak için kullanılabilirler. (Şekil 4.33).



Şekil 4.33:Kablo etrafına uygulanmış yangın durdurucu macun hamuru [4]

Hamur şeklindeki macunların kullanımı için ayrıca macun kılıfları da üretilmiştir. Bu macun kılıfları özellikle çok kablo girişinin olduğu yerlerde ve gereğinden daha büyük açılmış açıklıklarda kullanılabilirler. (Şekil 4.34).



Şekil 4.34: Kablo etrafına uygulanmış kılıf içerisinde yangın durdurcu macun [4].

Yangın durdurucu macunlar, silikon ya da akrilik emülsiyon içerisinde grafit ve mineral dolgulu malzemedir. Tiksotropik yapıdadırlar ve oldukça yapışkan olurlar.

Macun uygulamasının yapılabileceği sıcaklık aralığı yaklaşık olarak 0°C ile 40°C arasındadır. Suya maruz kalan alanlarda macun kullanılmamalıdır. Uygulamadan önce macunun yapıştırılacağı alanların tamamı iyice temizlenmeli, kirden, tozdan, küçük partiküllerden arındırılmalıdır.

Macun pedler, elektrik kutusunun arkasına yapıştırılırlar ve kenarları kıvrılarak herhangi bir boşluk bırakmayacak şekilde kutunun tamamen kaplanması sağlarlar. Ardından etraflarındaki fazlalıklar kesilir.

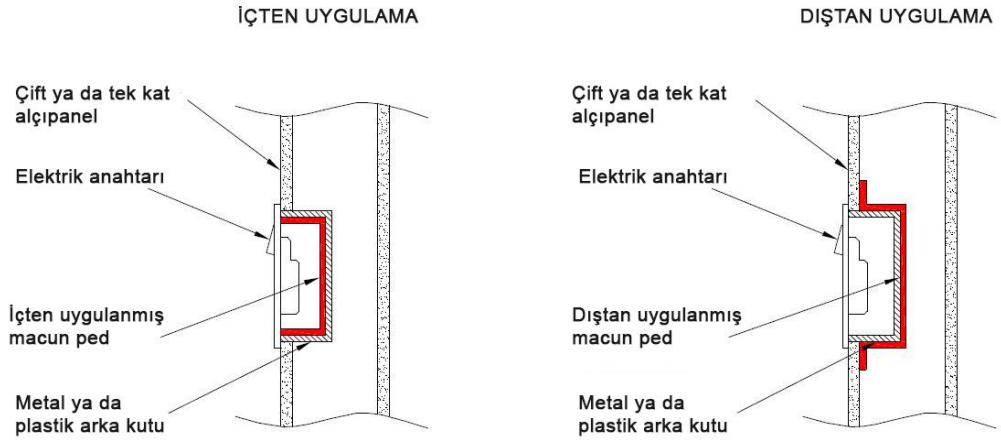
Gereğinden fazla kalınlıkta ürün kullanımı dikey uygulamalarda sarkmaya neden olabileceğinden, açıklığı kapatmak için yeteri kadar ürün kullanılmalı, üzerine fazladan macun yapıştılmamalıdır.

Uygulamaların gerekli koruyucu ekipman takılarak yapılması, mazlemenin cilt ve göz ile temasından kaçınılması gerekmektedir. Uzun süreli maruz kalma ciltte minör tahrişe neden olabilir.

4.8.2 Kullanım yerleri

Alçı panel duvar gibi hafif bölme duvarı tiplerinin tümünde yangın durdurucu macun kullanılabilir. (Şekil 4.35). Bunun dışında taş, beton,tuğla malzemeden yapılmış

yangın dayanımlı duvar ve zeminlerde yalıtım için yangın durdurucu macun kullanılabilir. Bir çok inşaat malzemesine çok kuvvetli yapışabilir.



Şekil 4.35: Yangın durdurucu macunun elektrik kutusunun içinden ya da dışından kullanımı [3].

Hem dikey, hem yatay alanlarda kullanıma uygundurlar. Tiksotropik yapısı ile baş üstü uygulamalarında kullanılabilirler.

125 mm çapa kadar açklıklarda yangın durdurcu macun kullanılır.

Ped halindeki macunların esas kullanım amacı elektrik kutularının yalıtımıdır. Çeşitli boyutta plastik veya metal elektrik kutuları için uygundurlar. İki elektrik kutusunun sırt sırta tek bir dikme içerisine yerleştirildiği alanlarda kullanıma müsaittirler. Bununla beraber hamur halindeki macunlar, alçı panel ve beton yapı elemanları içindeki boş açıklıklar, kablolar, kablo demetleri, kondüitler, yalıtımlı borular, metal borularda kullanılırlar. Data, güç, koaksiyel ya da telekomünikasyon kabloları ile boş açıklıklarda macun, kılıf içerisine yerleştirilerek kullanılabilirler.

4.8.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yangın durdurucu macunlar, orjinal ambalajında, 5℃ ve 30℃ arasındaki sıcaklıklarda nemden korunmuş bir yerde 12 ay kadar saklanabilirler. Uygulanmış yangın durdurucu macunlar herhangi bir bakım gerektirmezler ancak macunun bir bölümü zarar görmüşse o bölüm sökülüp yüzey iyice temizlenmeli ve yerine uygun kalınlıkta yeni macun yerleştirilmelidir.

4.8.4 Avantajları

Elle yoğrulup şekillendirilebilir bir malzemedir. Karmaşık şekilli açıklıkların etrafında kullanıma uygundurlar, istenildiği gibi şekil verilebilir.

Metallere karşı korosif etki yapmaz, sentetik kablo kaplamalarıyla uyumludur.

İçerğindeki intümesan malzeme yangınla birlikte hacmini genişleterek içindeki boşluğun tamamen kapanmasını sağlar.

Ortalama 2 saate kadar yangın dayanımı sağlarlar.

Akustik yalıtıma katkıda bulunurlar. Nemden, mantardan ya da parazitten etkilenmez, çürümezler. Esnek kaldığı için, duvardan ya da döşemeden geçen servislerin termal ve mekanik hareketlerine izin verirler. İletken değildirler. Hava geçişine izin vermezler.

Kurumaz ve yaşlanmazlar böylelikle yeni servis girişi ilavesine ya da servisin çıkarılmasına olanak sağlarlar.

4.8.5 Macunların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu macunların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, BS EN 1363-1, BS EN 1364-1, UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTM G21, BS 476-20, BS 476-22 , BS EN 13501-2, EN ISO 846, ASTM E 84 (UL 723), ASTM E119(UL 263), ASTM E 90, CAN/ULC-S101, EN 1026

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

BS EN ISO 140-3: Akustik: yapıda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi-bölüm 3:Yapı elemalarında havada yayılan ses yalıtım değerinin laboratuvarda ölçülmesi

ASTM E 413: ses yalıtım derecesine göre sınıflandırma yöntemi

4.9 Yangın Durdurucu Tıkaçlar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu tıkaç üretimi-satışı yapan bir firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda tıkaçların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3].

4.9.1 Genel özellikler

Tıkaçlar, küçük açıklıklar için uygun yangın durduruculardır. Dairesel açıklıklar için yuvarlak ya da koni biçiminde üretilirler. (Şekil 4.36). Metal çatı döşemelerinin altında kalan boşlukları yalıtmak için ise trapezoidal yangın durdurcu tıkaçlar da üretilmiştir.



Şekil 4.36:Yangın durdurucu tıkaç [3].

Tıkaçlar, vermikülit, taş yünü, alçı ya da çimento bazlı malzemelerden üretilebilirler. Bazı tıkaç tipleri, kendiliğinden yangın dayanımlıdırlar, diğer tipleri ise intümesan malzemeler ile kaplanmışlardır.

Yaklaşık 5°C ile 40°C arasında uygulama yapılabilir. Uygulamadan önce yüzeyler moloz, kir, yağ, nem, buz ve mumdan temizlenmelidir. Hava ve UV ışınına maruz dış mekanlar veya ıslak mekanlarda kullanıma uygun değildirler. Kalsiyum, potasyum ya da sodyum silikat gibi maddelerle yapılmış tıkaçlar çevredeki yüksek neme karşı korunmalıdır.

Uygulamadan sonra tıkaçların derzlerinde ve arayüzlerinde kalmış olabilecek sızıntı açıklıkları için mastik kullanılmalıdır.

4.9.2 Kullanım yerleri

Tıkaçlar, beton, alçı panel ile taş duvar ve döşemelerin yangına karşı yalıtımında kullanıllabilirler.

Ortalama 50mm-100mm arası dairesel geçişlerde, küçük açıklıklarda kablo, kablo demetleri ve boru geçişleri için kullanılırlar.

4.9.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Depolama ve nakliye sıcaklık aralığı -5°C ile 40°C arasındadır. Nem ve doğrudan güneş ışığından korunan bir yerde orjinal ambalajında saklanmalıdırlar.

4.9.4 Avantajları

Kalıp gerektirmeden döşemelerde kullanılabilirler.

İntümesandırlar ve akustik yalıtım sağlarlar.

Değiştirme işlemlerinin ve yeniden kablo girişlerinin sık yapıldığı açıklıklar için uygundurlar.

2 saate kadar yangın yalıtımı sağlarlar ve üzerleri boyanabilir.

Uygulamanın hemen sonrasında kullanıma hazır olurlar, kürlenmeleri gerekmez

4.9.5 Tıkaçların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu tıkaçların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTM G21, ASTM E 84 (UL 723), ASTM E 90

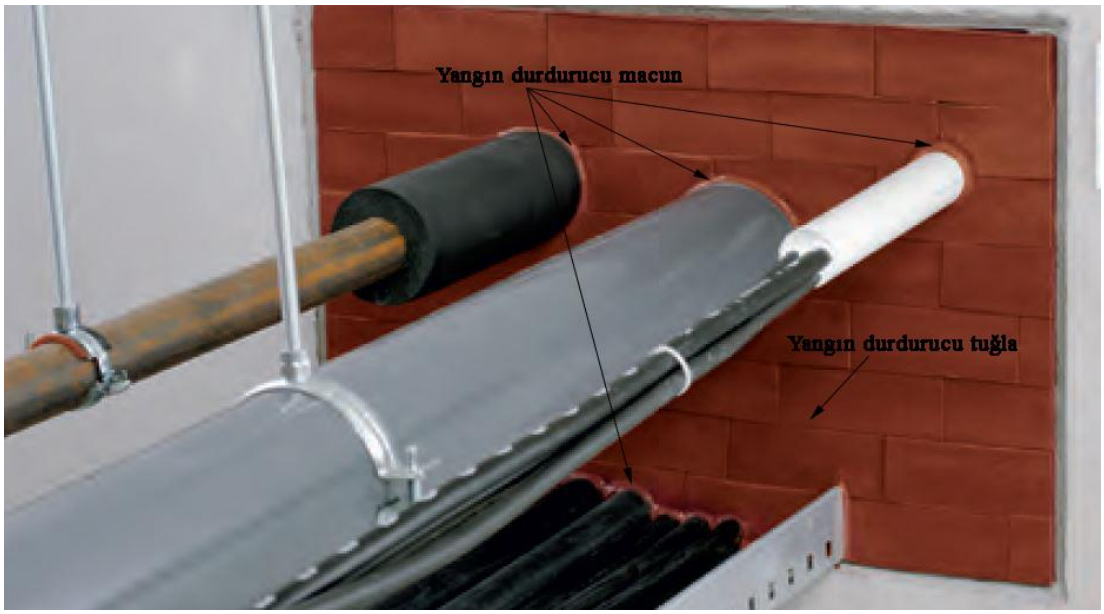
Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5

4.10 Yangın Durdurucu Tuğlalar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu tuğla üretimi-satışı yapan yapan bir firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda tuğlaların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3].

4.10.1 Genel özellikler

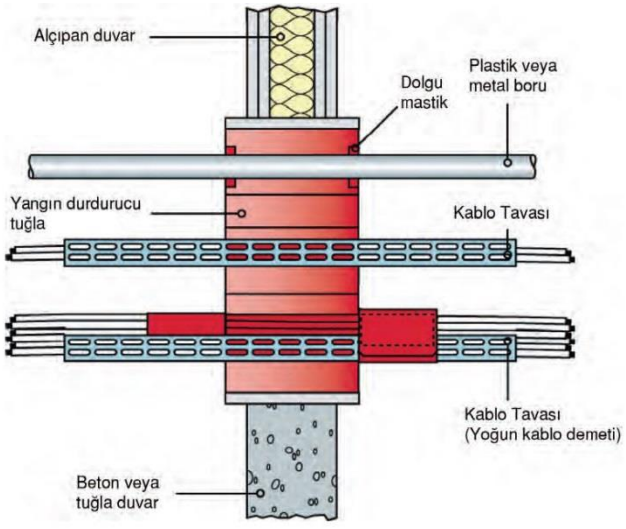
Dikdörtgen şekilli poliüretan köpükten yapılmış tuğlalar, orta ve büyük boyutlu servis açıklıklarının içine örülerek yerleştirilirler. (Şekil 4.37).



Şekil 4.37: Yangın durdurucu tuğla uygulama örneği [3].

Yaklaşık 5° C ile 40 ° C arasındaki sıcaklıklara uygulama yapılabilir. Uygulamadan önce tuğlaların yerleştirileceği açıklığın temizlenmesi gerekmektedir. Yangın durdurucu tuğlaların dış hava koşullarına ve UV ışınlarına maruz bırakılmaması gereklidir.

Tuğla uygulaması sonrasında kalan küçük açıklıklar, yangın durdurucu intümesan mastik ile kapatılmalıdırlar. (Şekil 4.38).



Şekil 4.38: Yangın durcurucu tuğla kullanımı [3].

4.10.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu tuğlalar ahşap, beton, taş malzemelerden yapılmış duvar ya da döşemelerde en fazla 180cm x 90cm açıklıklara kadar kullanılabilirler.

Kablo, kablo tavaları ile plastik ve metal boru geçişlerinde kullanılabilirler.

4.10.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

0°C ile 60°C arası sıcaklıklarda depolanabilir ya da nakliye edilebilirler.

Nem ve doğrudan güneş ışığından korunan bir yerde orjinal ambalajında saklanmalıdırlar.

4.10.4 Avantajları

Tuğlalar, intümesandır, yangın halinde şişerek oluşabilecek açıklıkları tamamen kaparlar.

Birbirlerine harçla yapıştırılmadıkları için sökülüp tekrar yerleştirilebilirler. Bu şekilde daha önce kullanılmış tuğlalar başka bir açıklıkta yeniden kullanılabilir ya da bir açıklıktaki tuğlaların bir kısmı sökülerek yeni bir servis girişi yapılabilir.

Uygulama tipine göre değişiklik göstermekle birlikte 4 saate kadar yangın dayanımı sağlayabilirler.

Akustik yalıtım özellikleri vardır.

Uygulamadan hemen sonra kullanıma hazır olurlar, kürlenmeleri gerekmez.

4.10.5 Tuğlaların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu tuğlaların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTM G21, ASTM E 84 (UL 723), ASTM E 90

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

4.11 Yangın Durdurucu Yastıklar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu yastık üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda yastıkların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 7, 8]..

4.11.1 Genel özellikler

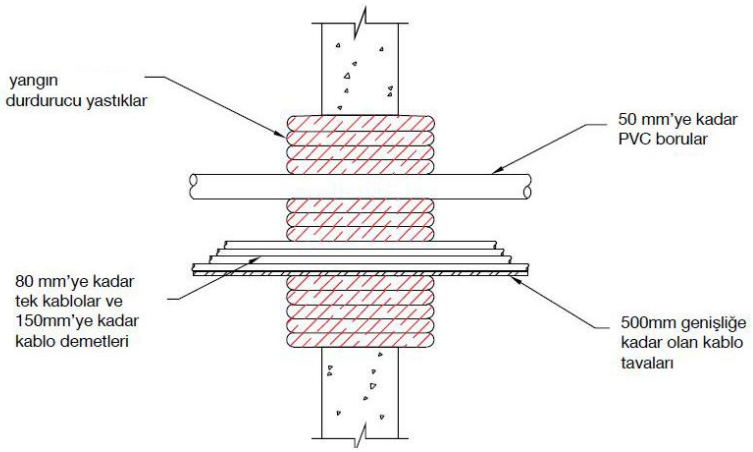
Yangın durdurcu yastıklar inorganik malzeme karışımı ve intümesan malzeme ile doldurulmuş yüksek kalite cam yünü kumaştan çeşitli boylarda üretilmiş paketlerdir. (Şekil 4.39). Açıklık boyutuna göre bu yastıklardan uygun olan büyüklük seçilir ve kullanılır. Bu çeşitleme sayesinde yangın durdurcu yastıklar hem büyük, hem de orta boyutlu açıklıklarda kullanılabilir.



Şekil 4.39: Yangın durdurucu yastık uygulama örneği [47].

Yangın durdurcu yastıklar kolaylıkla yerleştirilip kaldırılabilirler. Yerleşimi biter bitmez kullanıma hazır halde olurlar. Bu özellikleriyle geçici ya da kalıcı uygulamalar için son derece uygundurlar.

Uygulama yapmadan önce açıklığın iyice temizlenmesi gerekmektedir. Üzerinde herhangi bir toz, partikül, korosif madde ya da yağ kalıntısı olmamalıdır. İstenen yangın durduruculuk seviyesine ulaşabilmek için, yastıklar minimum %33 sıkıştırılarak, belli bir yönde yerleştirilmelidir. (Şekil 4.40). Açıklıktan kablo tavası geçiyorsa tavanın içi ve üstü, yangın durdurucu yastıklarla sıkıca doldurulmalıdır.



Şekil 4.40: Yangın durdurucu yastık yerleşimi [3].

Yastıkların içindeki maddeden hassas ciltler etkilenebileceğinden uygulamanın dikkatlice yapılması gerekmektedir. Aynı şekilde içeriğin solunması ya da yutulması da tahrişe neden olabilir.

4.11.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu yastıklar duvar ve döşemelerde kullanılabilir ancak döşeme açıklıklarını kapatırken alt yüzeyde bir çelik hasırın sabitlenerek taşıyıcı görevi görmesi gerekmektedir. (Şekil 4.41). Duvarlarda ise normalde ek desteğe ihtiyaç duymadan yerleştirilebilirler ama eğer duvardaki açıklığın boyutu çok büyükse ya da birden çok servis geçişi varsa, servis geçişinin iki taraftan çelik hasır ile desteklenmesi gerekebilir.



Şekil 4.41: Yangın durdurucu yastık döşeme üzerinde uygulandığı zaman alttan çelik hasırla desteklenmelidir [3].

Yangın durdurucu yastıklar, duvarda en fazla 1200 x 1500mm ya da 3000x800mm açıklıkta, döşemede ise en fazla700mm x sınırsız açıklıklarda kullanılabilir.

En az, 100mm kalınlığında duvarlarda ve 150mm kalınlığında döşemelerde kullanılabilir.

Yangın durdurucu yastıklar alçı panel, taş ya da beton bileşenlerde kullanılabilir.

Kablolar, kablo demetleri, kablo tavaları, kablo kanalları ve 50 mm PVC boruların geçtiği açıklıklar ile boş açıklıklar, yangın durdurucu yastık kullanımı için uygundurlar. Ancak kablo yoğunluğunun açıklık boyutuna oranı maksimum %60 olabilir.

Yangın durdurucu yastıklar, yangın durdurucu harç, panel ya da mastikle desteklenebilir. Kalan sızıntı açıklıklarının etrafının mutlaka mastikle yalıtılması gerekmektedir.

Tam bir yalıtım için, kablo tavaları, çelik ve bakır borular gibi sünek servislerin etrafında yangın durdurucu sargı kullanılması gerekmektedir.

4.11.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yaklaşık olarak 5°C ile 40 °C arasında kuru ortamda saklanmalıdır. Yerleştirilmiş yastıklar belli aralıklarla kontrol edilmeli, zarar görmüş yastıklar yenileriyle değiştirilmelidir.

4.11.4 Avantajları

Yangın durdurucu yastıklar kolaylıkla yerleştirilen ve yine kolaylıkla sökülebilen malzemeler olduğundan bilgisayar ya da komünikasyon merkezleri gibi servis değişimlerinin sıklıkla gerçekleştiği yerlerde kullanılırlar.

İnşaası sırasında yangın riski içeren yerlerde geçici amaçla yerleştirilebilirler. Öte yandan uygulamanın tamamlanması için ekstra bir işlem gerektirmediğinden kalıcı yangın durdurucu olarak da kullanılabilirler ya da sökülüp başka bir servis boşluğunda yeniden işlevlendirilebilirler.

Yangın yalıtımı dışında yangın durdurcu yastıklar 58dB'e kadar akustik yalıtım sağlarlar. İçinde intümesan mazleme bulundurduğundan yangın sırasında şişerek açılan yeni boşlukları yangın geçirimsiz hale getirirler. Yaklaşık 4 saate kadar yangın dayanımı sağlarlar.

Yangın durdurcu yastıklar su, nem veya orta derece buzlardan etkilenmezler.

İçinde grafit bulundurmayan tipleri elektriği iletmezler.

4.11.5 Yastıkların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu yastıkların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, BS 476-20, BS 476-22, BS EN 13501-2, ASTM E 84 (UL 723), EN 1026, EN ISO 20140-10, AS 1530-4, AS 4072-1

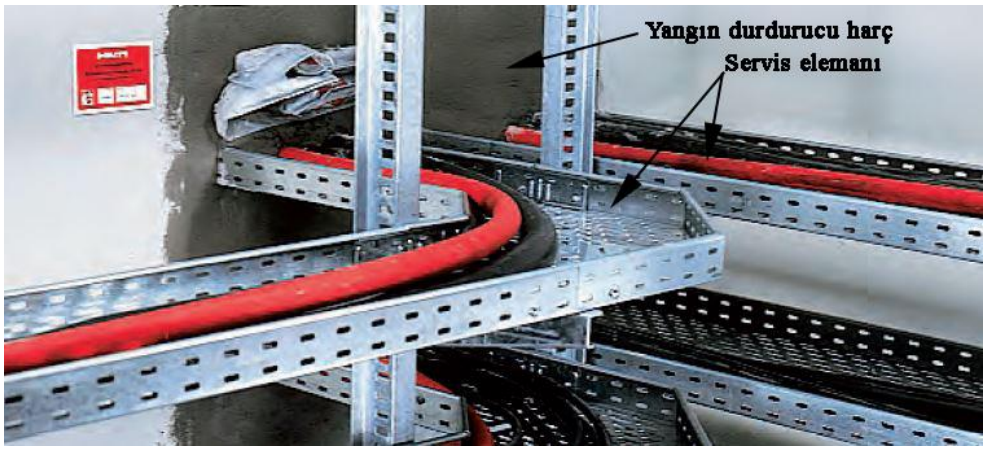
Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

4.12 Yangın Durdurucu Harç

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu harç üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda harçların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 6, 7, 8].

4.12.1 Genel özellikler

Duvar ve zemin üzerindeki orta ve büyük ölçekli açıklıklarda kalıcı bir yangın durdurucu olarak harçlar kullanılabilir. (Şekil 4.42).



Şekil 4.42: Yangın durdurucu harç uygulama örneği [3].

İnorganik hafif dolgu malzemesi, kompozit donatılar ve kimyasal dönüştürücüler ile alçı ya da çimento bazlı tozun karışımından oluşan harçlar, suyla karıştırılarak hamur

haline getirilirler ve servis geçişlerinin etrafına ve arasına uygulanırlar. Zamanla harçlar kürlenir ve rijit bir yangın durdurcu oluştururlar.

Ortalama olarak 5°C ile 35°C arası sıcaklıklarda uygulama yapılabilir. Uygulamadan önce açıklığın çevresinin temizlenmesi ve nemlendirilmesi gereklidir. Kablolar ve kablo kanalları, kuru, tozsuz ve yağsız olmalıdır. İçlerinden geçen servislerin yerleşimi ve çevredeki yapı elemanlarına uzaklıkları, ürün bilgi föyüne uygun olacak şekilde belirlemelidir.

Döşemeye harç dökülürken yalnızca alttan kalıcı ya da geçici kalıp kullanılması gerekmektedir, duvarda ise iki taratan kalıp koyulmalıdır ama küçük açıklıklarda kalıpsız, sadece malayla harç sürülebilir.

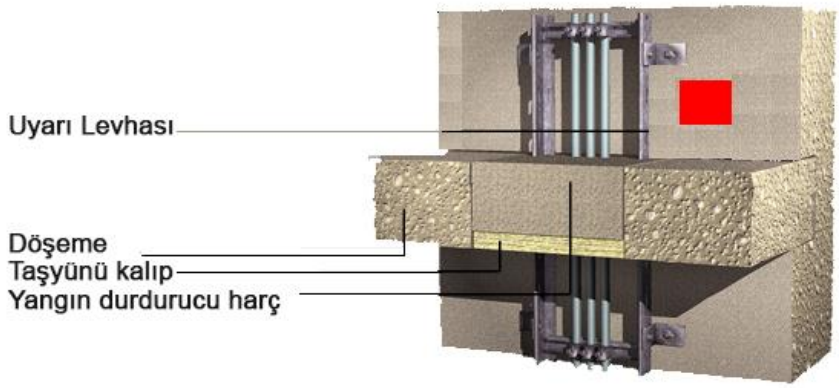
Bu farklı uygulama tipleri için harç tozu farklı miktarda suyla karıştırılmalıdır. Dökerek uygulayabilmek için daha çok suyla karıştırmak gerekir, böylelikle kendi kendilerine seviyelenebilirler. Malayla sürmek için ise daha az suyla karıştırmak gerekir.

Yangın durdurcu harçların tozları cilt, göz ve solunum yolu tahrişine neden olduğu gibi alerjik cilt reaksiyonlarına, hatta kansere bile yol açabilir. Bu nedenle uygulamanın mutlaka koruyucu ekipman takılarak yapılması gerekir.

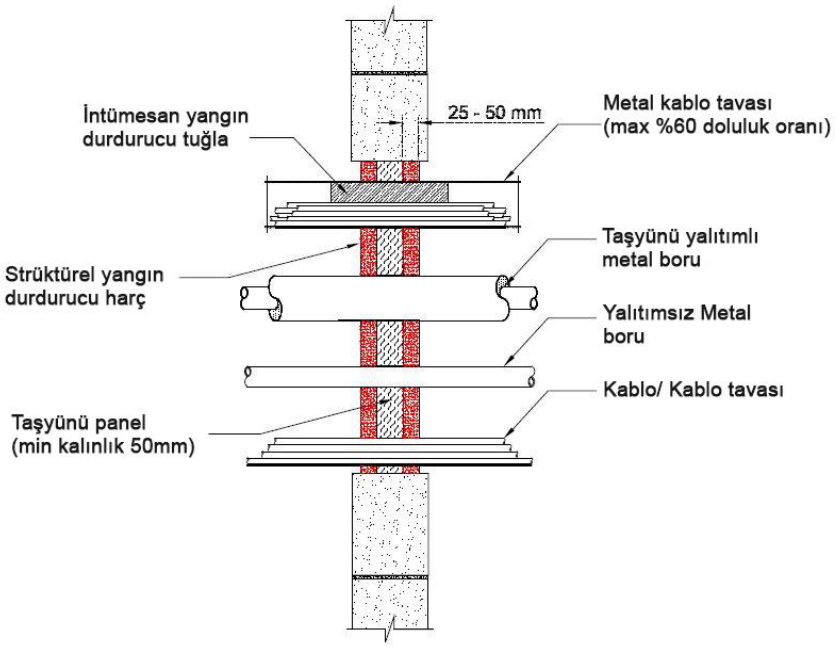
4.12.2 Kullanım yerleri

Özellikle beton, gazbeton ya da tuğla döşeme ya da duvarlarda kullanılmak için üretilmişlerdir ancak hafif bölücü alçı panel duvarda da kullanılabilirler. Bazı durumlarda taşıyıcı strüktürle desteklenmeleri gerekebilir.

Duvarlarda harç uygulanabilecek en büyük açıklık boyutu 1200 x 2000 mm , döşemede ise en fazla 2000 x 600 mm'dir. Duvarda uygulama yapabilmesi için en az 150 mm; döşemede uygulama yapılabilmesi için en az 100 mm kalınlık gereklidir. (Şekil 4.43, Şekil 4.44).



Şekil 4.43:Döşemede yangın durdurucu harç uygulaması [21].



Şekil 4.44: Orta boyutlu açıklıkta duvar üzerinde yangın durdurucu harç uygulaması [3].

Yangın durdurcu harçlar tekil, çoklu ve karışık geçişler için uygundur. Tekil kablolar, kablo demetleri, kablo tavaları, havalandırma kanal sistemleri ve yanıcı olmayan borular için yangın durdurucu harçlar kullanılabilirler. Yanıcı borular için geçiş sağlanacağı yerde yangın durdurucu sargı, kelepçe ve bandaj ile birlikte kullanılmalıdırlar. Kalan küçük boşlukların etrafı ise mastik ile tam olarak kapatılmalıdır.

Termal hareketler nedeniyle yapacakları genleşme-büzülme hareketleri sırasında zarar görmemeleri için, kırılgan bütün boruların etrafında, yumuşak conta kullanılmalıdır.

4.12.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yangın durdurucu harçların tozu, rutubetten ve sudan korunan yerde 5°C ile 35°C arasındaki sıcaklıklarda yaklaşık 12 ay boyunca saklanabilir. Asitlerle bir arada saklanmamalıdırlar .

Uygulama sonrası herhangi bir bakım gerektirmezler ama rutin olarak kontrol edilmelidirler. Yaşlandırma testi performansları yaklaşık 30 yıldır.

4.12.4 Avantajları

Özellikle çoklu ve karmaşık servis geçişlerinin olduğu, düzensiz boşluklu açıklıklarda kullanım için uygundurlar. Prefabrike üretilen malzemelerin kesiminin ya da şekil verme işleminin zor olduğu karmaşık boşluklu servis geçişlerinde rahatlıkla uygulanarak açıklığın şeklini kendiliğinden alırlar.

Uygulama tipine bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte yaklaşık 4 saate kadar yangın dayanımı sağlarlar.

Ayrıca 59 dB'e kadar ses yalıtımı sağlarlar. Üzerleri boyanabilir, su ile temizlenebilirler. Isı yalıtımı ve hava akımı yalıtımı sağlayan tipleri mevcuttur.

Belli bir boyuta kadar olan açıklıklarda belli kalınlıkta uygulandığında yük taşıyıcı özelliğe sahiptirler.

Kalıcı bir yalıtım tipi olmakla beraber tekrar servis geçişi açmak için de uygundurlar.

4.12.5 Harçların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu harçların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTM G21, BS 476-20, BS 476-22 , BS EN 13501-2, ASTM E 84 (UL 723), ASTM E119(UL 263), CAN/ULC-S101, AS 1530-4, AS 4072-1

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

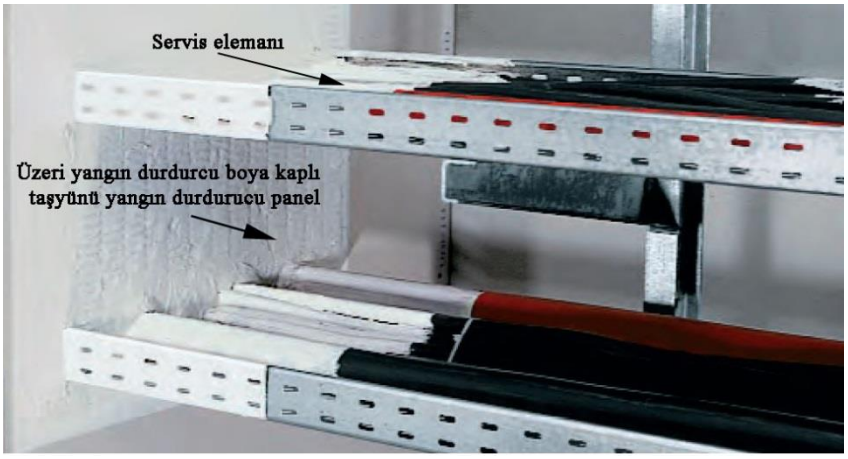
BS EN ISO 140-3: Akustik: yapıda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi-bölüm 3:Yapı elemalarında havada yayılan ses yalıtım değerinin laboratuvardaa ölçülmesi

4.13 Yangın Durdurucu Paneller

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu panel üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda panellerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [3, 4, 5, 6, 7, 8].

4.13.1 Genel özellikler

Yangın durdurcu paneller, orta ve büyük boyutlu açıklıklarda kullanılırlar. Panellerin çoğu yüksek yoğunluklu taşyünü levhalardan oluşur. (Şekil 4.45). Buna ek olarak rijit poliüretan malzemeden yapılmış paneller de vardır. Taşyünü ya da poliüretan panellerin üzerleri metal folyo kaplamalı ya da ablatif yangın durdurcu boya kaplı olabilirler. Bunlar haricinde kompozit metal panel tipleri (Şekil 4.46) ve sıkıştırılabilir intümesan panel ile grafit ve köpük dolgusundan oluşan sandviç panel tipleri de vardır.



Şekil 4.45: Yangın durdurucu boyalı panel uygulaması örneği [3].



Şekil 4.46: Yangın durdurucu metal panel uygulaması [51].

Yaklaşık 5° C ile 40 ° C arası sıcaklıklarda yangın durdurucu panel uygulanabilir. Ürün yerleşiminin yapılmasından önce açıklık yüzeylerinin temizlenmesi, kalıntı, kir ve yağdan arındırılması gerekir. Buradan geçecek servis elemanlarının kuru, tozsuz ve yağsız olması gerekmektedir. Taşyünü ya da poliüretan panellerin, uygulanacakları servis açıklığından yaklaşık %10 daha büyük (minimum 5mm daha büyük) kesilmesi gerekmektedir. Paneller,açıklığın içerisine sıkıştırılarak yerleştirilir

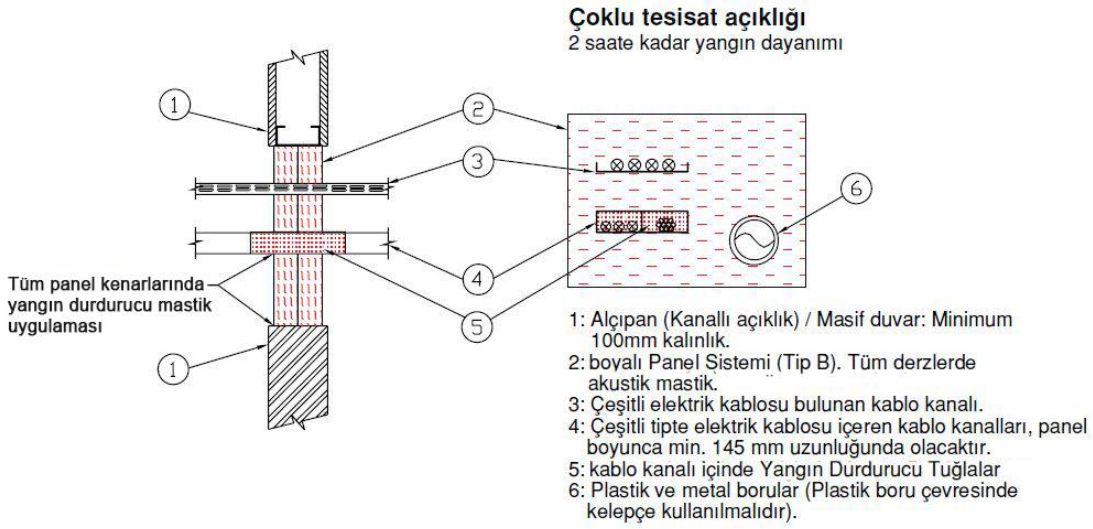
İki panelin birleşim yerlerinde üzerine bir kaplama şeridi geçirilerek yangın dayanımı desteklenmelidir Çok büyük açıklıklarda yangın panelinin kullanılması durumunda klips gibi ek mekanik destek gerekebilir

Yalıtımın tam olabilmesi için panelin kesilmiş kenarlarına ve servis girişlerinin etrafına yangın durdurucu mastik ya da boya sürülmelidir.

Uygulama sırasında toz oluşmasından kaçınılması ve kişisel koruyucu giyilmesi gerekmektedir aksi takdirde panellerin kesimi sırasında çıkan tozlar ciltte ve gözde tahrişe neden olabilir.

4.13.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu paneller alçıpan, beton, tuğla ve taş yapı elemanlarıyla birlikte kullanılabilir. Duvar ve döşemelerde kullanıma uygundur ama bu yapı elemanının kalınlığının en az 100 mm olması gerekir. Şekil 4.47).



Şekil 4.47: Yangın durdurucu panel uygulaması [3].

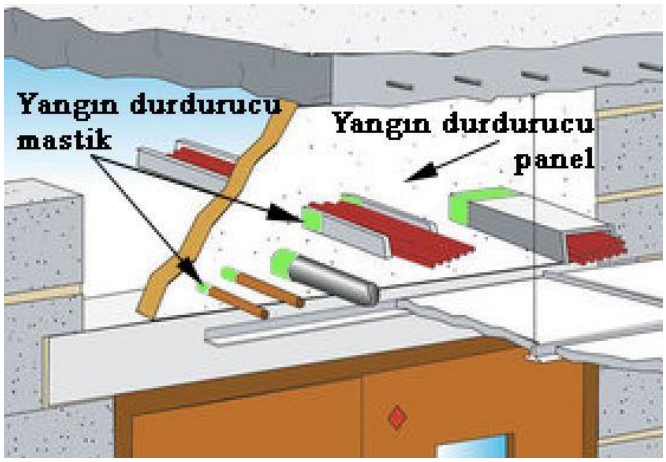
Yangın durdurucu panellerin çoğu nemli ortamlarda, dış mekanda, UV ışınlarına maruz kalan ortamlarda kullanıma uygun değildir.

Duvarda geçilebilecek en büyük desteksiz açıklık tek panel kullanıldığında yaklaşık 2880mm x 1440mm; çift panel kullanıldığında 2400mm x 1200mm döşemede çift panel kullanıldığında ise 3500mm x 1125mm civarındadır. Daha geniş açıklıklar için ek mekanik destek kullanılması gerekir.

Yangın durdurucu paneller, tekli ya da çoklu girişler için uygundur. Desteksiz, geniş, yük taşımayan açıklıkları kapatmak için idealdir. Hareketli derzlerde, boş açıklıklarda, yanmaz ve yanıcı borularda, damperli HVAC geçişlerinde, tekil kablo, kablo demeti,kablo kanalı geçişlerinde kullanılabilir.

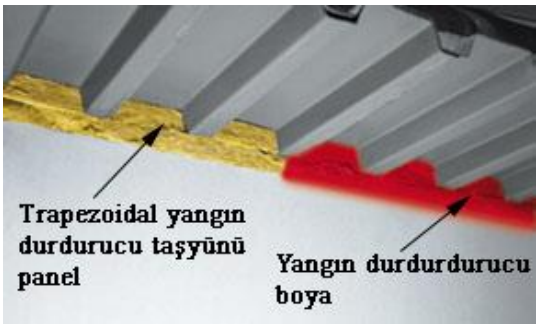
Ancak bu servis elemanlarının bazıları için alınması gereken ekstra önlemler vardır. (Şekil 4.48). Örneğin, panelin içinden gevşek ya da serbest birden fazla kablo geçişi yapıldığında kabloların her biri yangın durdurucu boya ile yalıtıldıktan sonra bir araya toplanarak bağlanmalıdır. Kablo kanallarında ise içteki kablolar yerleştirilmeden önce bir miktar yangın durdurucu mastik koyulmalı, ardından, kablolar mastiğin içine doğru gömülmeli ve sonrasında kablo aralarında kalan boşluklar bol miktarda mastikle doldurulmalıdır. En son olarak da hiçbir boşluk kalmayacak şekilde kablo kanalı çevresine de mastik uygulanarak yangın durdurucu panel yerleştirilmelidir. Büyük bir kablo kanalı içerisinden az miktarda kablo geçmesi durumunda, yangın paneli yerleşiminden önce kanalın kapağı kaldırılmalı ve içerisindeki boşluk yangın durdurucu yastıkla ya da tuğlayla doldurulmalıdır.

Plastik borularla birlikte kullanıldığında boru çevresinde yangın durdurucu kelepçe ya da sargı kullanılmalıdır.



Şekil 4.48: Yangın durdurucu panel üzerindenyapılan çeşitli servis girişleri için ek önlemler [52].

Duvar başlarında ise panel sistemi yalnızca duvara sabitlenir, tavana sabitleme işlemi yapılmaz. Bina hareketlerine olanak verecek şekilde panel ve üst döşeme arasında 10mm mesafe bırakılır. (Şekil 4.49).



Şekil 4.49: Duvar başı yangın durdurucu panel uygulaması örneği [3].

Paneller, mastik kullanımına elverişli olmayan, (örneğin 35 mm'den büyük, akustik yalıtım gerektiren, sürekli genleşme, basınç ve titreşim çevrimlerinde çalışan) derzlerde kullanılabilir. Çatı ile duvar bitişindeki trapezoidal boşlukların kalıcı yalıtımı için de panel kullanılabilir. (Şekil 4.49). Yükseltilmiş döşeme altı ve asma tavan üstünde yangın geçişini önlemek için yangın durdurcu panel kullanılabilir.

4.13.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yangın durdurucu panellerin depolama ve nakliye sıcaklık aralığı 5°C ile 40°C arasındadır. Ürünler, nem ve doğrudan güneş ışığından korunan bir yerde orjinal ambalajında ömür boyu saklanabilir. Yaşlandırma testi performansı yaklaşık olarak 30 yıldır. Bakım gerektirmezlar ancak zarar gördüğünde tamir edilmelidirler.

4.13.4 Avantajları

Yangın durdurcu paneller orta ve büyük boyutlu açıklıklar için idealdir.

4 saate kadar yangın dayanımı sağlayan tipleri vardır. Duman sızdırmazlar.

65dB'e kadar aksutik yalıtım sağlayan tipleri olduğu gibi su sızdırmayan tipleri de vardır. Isıl ve hava akımı yalıtımı da sağlarlar.

Hafif, kullanıma hazır paneller halinde satılırlar.Tekrar servis girişi yapma olanağı da tanırlar.

Folyolu olan tipleri, yoğuşmaya karşı buhar bariyeri görevi görür.

Küflenmez, mantar, parazit ya da bakteri barındırmazlar.

Hem içten hem dıştan yangına karşı dayanıklıdırlar: mutfak çıkışları- yağlı havalandırma için uygundırlar. Kapilariteyle su emmezler.

Üzerleri boyanabilir.

Kaplaması ablatif olan tipleri ve yüksek sıcaklıklarda hacmini genişleten intümesan dolgu malzemesi içerikli paneller de bulunmaktadır.

Bazı tiplerinin hareket kabiliyeti vardır.

4.13.5 Panellerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu panellerin değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115, ASTM G21, BS 476-20, BS 476-22, BS EN 13501-2, ASTM E 84 (UL 723), DIN 1026, ISO 9001, AS 1530-4, AS 4072-1

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

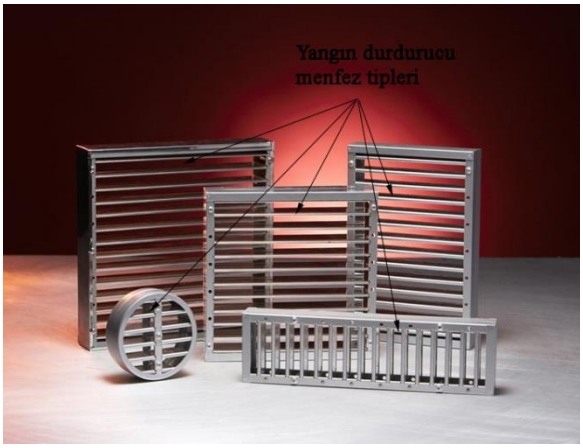
BS EN ISO 140: Akustik: yapıda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi

4.14 Yangın Durdurucu Menfez-Damperler

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu damper üretimi-satışı yapan bir firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda damperlerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [5].

4.14.1 Genel özellikler

Yangın durdurucu menfez ve damperler, metal çerçeve içerisine yerleştirilmiş grafit bazlı yüksek basınçlı intümesan malzeme ya da seramik lifli ağ tabakasından oluşurlar. Mekanik tiplerinden farklı olarak herhangi bir otomatize sisteme bağlı olmaksızın, yüksek sıcaklıkta kendiliğinden hacmini genişleterek duman ve zehirli gaz geçişini önlerler. Dairesel tipleri de mevcuttur. Havalandırma için bırakılan bu boşluklarda ağ tabakası, haşaratların geçmesini önlemek için ızgara şeklinde örülmüştür. İstege bağlı olarak dekoratif ızgaralı tipleri de kullanılabilir. (Şekil 4.50).



Şekil 4.50: Yangın durdurucu menfez-damper tipleri [53].

Normal koşullar altında havanın bir taraftan diğerine rahatça geçişini sağlayacak şekilde alanının %80 kadarı boş açıklık olarak bırakılmıştır. Yangın durumunda ağ içeriğindeki lif-grafit kompozisyonu hacmini genleştirir ve bir tarafından diğerine yangın ile duman geçişini önler. (Şekil 4.51).



Şekil 4.51:Yüksek sıcaklıkla şişmiş damper ızgara sistemi [17].

4.14.2 Kullanım yerleri

Yangın kapılarındaki havalandırma boşlukları ile kompartıman duvarları ve döşemesinde hava transferi için açılmış boşluklarda kullanılırlar. Aynı zamanda havalandırma kanalları içinde intümesan yangın damperi olarak da kullanılabilirler.

Ürünün yerleştirildiği açıklıkla ürün arasında kalan boşlukların tam yalıtımını sağlamak için, ürün etrafına yangın durdurucu mastik çekilmesi gerekmektedir.

4.14.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Yaklaşık 5°C ile 40°C arası sıcaklıklarda iç ortamda açılmamış paketinde ömür boyu saklanabilir.

4.14.4 Avantajları

Yangın dayanımlı havalandırma boşluğu oluşturmak için idealdir.

2 saate kadar yangın dayanımı sağlar.

Neme ve parazite karşı dayanıklıdır.

4.14.5 Menfezlerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu menfezlerin değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

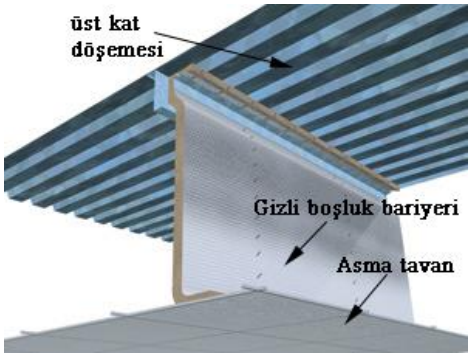
BS 476-22 (Bu testle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5)

4.15 Yangın Durdurucu Gizli Boşluk Bariyeri-Perdeler

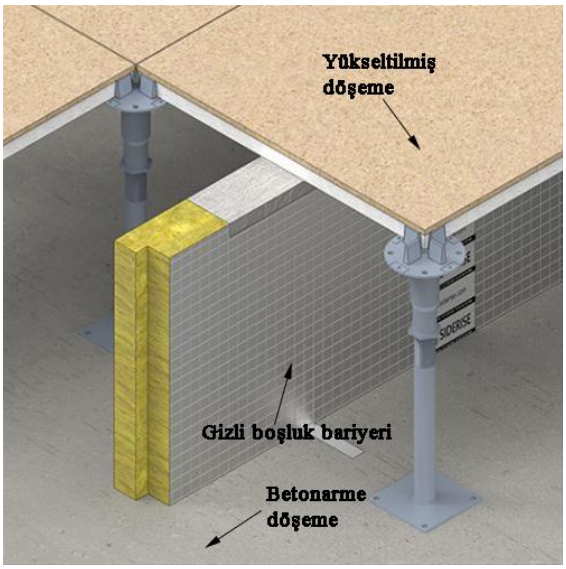
Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu perde üretimi-satışı yapan bir firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda perdelerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [5]..

4.15.1 Genel özellikler

Her ne kadar servis girişi ya da derz kategorisine girmese de fark edilmeden yangının yayılmasında büyük rol oynayan asma tavan üstü (Şekil 4.52), çatı arası çift duvar arası ve yükseltilmiş döşeme altlarındaki (Şekil 4.53) gizli açıklıkların yangına karşı yalıtımından da bahsetmek gereklidir. Bu tip gizli boşluklarda yangın yalıtımı sağlamak amacıyla yangın durdurucu gizli boşluk bariyerleri-perdeler kullanılırlar. Bunlar, çelik çerçeveli, bazen dış yüzeyi folyo kaplı hafif cam yünü ya da taşyünü malzemelerdir.



Şekil 4.52: Asma tavan üzeri boşluk bariyeri uygulaması [54].



Şekil 4.53:Yükseltilmiş döşeme altı yangın bariyeri uygulaması [55]

4.15.2 Kullanım yerleri

Asma tavan üzeri, yükseltilmiş döşeme altı ya da çatı boşluğu gibi gizli kalan açıklıklarda yangının yayılmasını önleyen bölücüler olarak kullanılırlar. Büyük boşlukları sınırlandırmaya ya da bölmelendirmeye yararlar.

Kendi çelik taşıyıcısı sayesinde ekstra taşıyıcı gereketirmeden kendi yerleştirilebilirler. Sistem hafif olduğundan, aşırı yükleme yapılmadan küçük strüktürel çelik elemanlarla birleştirilebilir.

4.15.3 Avantajları

Yangının ve dumanın 30 ya da 90 dakika boyunca yayılmasını önlemeye yarayan tipleri vardır.

Çok az toz çıkartırlar, bu nedenle toz istenmeyen yerlerde kullanıma müsaittirler.

4.15.4 Perdelerin değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu perdelerin değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS 476-20, BS 476-22 (Bu testle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5)

BS 7346: Duman kontrol sistemleri için bileşenler.

4.16 Yangın Durdurucu Ankastre Geçiş Aparatları

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu geçiş aparatı üretimi-satışı yapan bir firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda geçiş aparatlarının özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [4].

4.16.1 Genel özellikler

Geçiş aparatları, döşeme betonu dökülürken içinden servis geçeceği belirlenen noktada rezervasyon boşluğu bırakmak amacıyla yerleştirilen ürünlerdir. (Şekil 4.54). Geçiş aparatları, çelik bir kabuk içinde intümesan malzemeden oluşurlar. Ayarlanabilir yüksekliği sayesinde çeşitli yükseklikteki döşemelere adapte edilebilirler.



Şekil 4.54: Yangın durdurucu ankastre geçiş aparatı [4].

Döşemenin betonu dökülmeden önce yangın durdurucu geçiş aparatları monte edilir. Böylelikle içinden mekanik, elektrik ya da tesisat geçişinin sağlanabileceği bir boşluk oluşturulur. (Şekil 4.55). Bu aparatlar, döşemede boşluk yaratmak için kalıp görevi görür ve borunun etrafında ekstra kelepçe, ya da bandaj kullanma gerekliliğini ortadan kaldırırlar. Aparatlar ile duvar ya da döşeme arasında boşluk kalırsa ek yalıtım malzemesiyle sızdırmaz hale getirilmelidirler.



Şekil 4.55: Ankastre geçiş aparatı yerleşimi [4].

Servis yerleşiminden sonra cihazın ucları köpük tıkaç ve mastikle ya da macunla tamamen kapatılmalıdır. Yivli metal deckler için metal deck uyarlayıcısı vardır.

4.16.2 Kullanım yerleri

Yangın durdurucu geçiş aparatları, yangın dayanımlı beton döşemeden geçen servisler için kullanılırlar. Bakır, demir, çelik, elastik gaz boruları metalik borularla kullanılabildiği gibi ccPVC, PVC, ENT, CPVC, FRPP, PVDF, ccABS, ABS benzeri metalik olmayan servis geçişleri için kullanılabilirler. Boş açıklıklar, mekanik, elektrik, tesisat servisi için uygundurlar.

4.16.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

Firmalarca verilen ürün bilgi föylerinde yangın durdurcu geçiş aparatlarının ömür boyu herhangi bir bakım gerektirmediği belirtilmektedir.

4.16.4 Avantajları

Yangın durdurucu geçiş aparatları, henüz yapım aşamasındayken servis geçişi için gerekli açıklığın bırakılmasını sağlarlar ve bu şekilde fazladan iş gücü kaybı önlenmiş olurlar. Yan yana birden fazla cihaz yerleşim imkanı ile çoklu girişlere olanak sağlarlar.

İçeriklerindeki intümesan malzeme, yangınla birlikte hacmini genişleterek 3 saate kadar yangın ve duman geçişini önler.

Tekrar giriş için uygundurlar.

4.16.5 Geçiş aparatlarının değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu geçiş aparatlarının değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC-S115

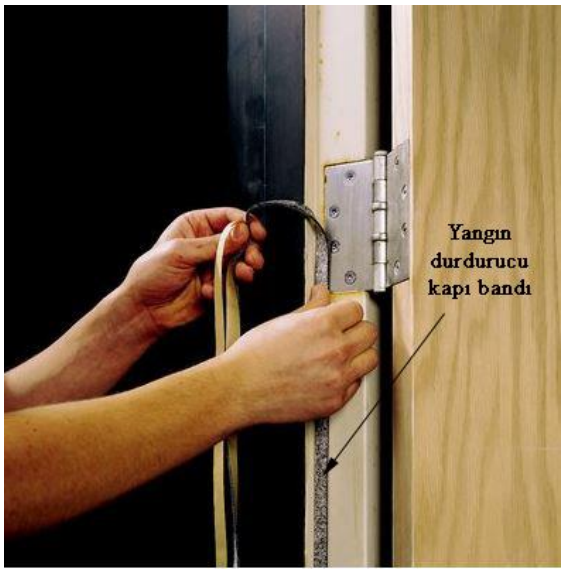
Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

4.17 Yangın Durdurucu Bantlar

Dünyanın farklı yerlerinde yangın durdurucu bant üretimi-satışı yapan birkaç firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda bantların özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [5, 7].

4.17.1 Genel özellikler

Çeşitli amaçlarla üretilmiş değişik tipte yangın durdurucu bantlar mevcuttur. Bunlardan bir kısmı yangın dayanımlı kapı ve pencerelerde yalıtımı sağlamak için kullanılırlar. (Şekil 4.56).



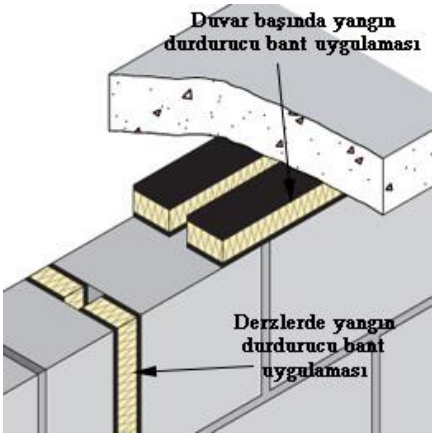
Şekil 4.56:İntümesan yangın durdurucu bant uygulaması [4].

Yangın durdurucu bantlar, PVC kılıf içinde yaklaşık olarak 2mm kalınlığında yüksek basınçlı grafit ve lateks bazlı intümesan malzemeden oluşurlar.

Çok hareketli derzler için özel olarak üretilen tipleri vardır.

4.17.2 Kullanım yerleri

Kapı kanadı ile çerçevesi arasında kalan boşlukta ya da çift kapılarda yangın yalıtımı yapmak için kullanılan yangın durdurucu bantlar olduğu gibi yangın durdurucu mastikler ve sıkıştırılabilir durdurucuların kullanılamadığı hareketli lineer derz aralıkları ve açıklıklar için uygun tipleri de vardır. Bunlar, yatayda duvar başı-döşeme altı birleşimlerinde, bina boşluklarında, genleşme derzlerinde, strüktürel sistemdeki köşe birleşimlerde, dinamik hareket derzlerinde, boşluk bariyerlerinde, döşeme-giydirme cephe birleşimlerinde kullanılabilirler. Şekil 4.57).



Şekil 4.57: Derzlerde yangın durdurucu bant uygulaması [56].

Uygulamanın yapılacağı bölgede öncelikle derzin iki yanında en az 1,5m'lik alanın temizlenmesi gerekmektedir.

Uzun süreli aşırı miktara maruz kaldığında sağlığa olumsuz etkileri olabilmektedir. Bu nedenle kesim sırasında ortaya çıkan tozların 10mg/m³, solunabilecek tozların ise 5mg//m³'ü aşmamasına özen gösterilmelidir.

4.17.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım özellikleri

5°C ile 35°C arası sıcaklıklarda iç ortamda açılmamış paketinde ömür boyu saklanabilirler. Yangın durdurucu bantlar uygulamadan sonra herhangi bir bakım gerektirmezler, yalnızca rutin kontroller yeterlidir.

4.17.4 Avantajları

Çok büyük genleşme hareketlerinin olduğu yatay ya da dikey hareket derzleri için uygundur.

Kapı yalıtımı için kullanılanlarında 30 dakika ve 60 dakika dayanımlı yangın durdurcu bantlar bulunmaktadır. Yapı derzleri için kullanılanlarında ise 4 saate kadar yangın dayanımı sağlayanları vardır.

Hacimlerini, yüksek miktarda genişletme özellikleri vardır.

Derzler için kullanılanları her yöne, büyük bina hareketlerini karşılayabilme özelliğine sahiptir. Hem düşük hem de yüksek büyüklükteki düzenli hareketlere uyum sağlarlar. Sıkıştırılabilirler ve esnektirler.

Nemden etkilenmezler. Akustik yalıtım da sağlarlar.

4.17.5 Bantların değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durdurucu bantların değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları aşağıda belirtilmiştir:

BS EN 1366-3, BS EN 1366-4, BS 476-22, BS 476-23, BS 476-31, BS EN 13501-2

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz.bölüm 4.1.5 .

BS EN ISO 140-3: Akustik: yapıda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının ölçülmesi-bölüm 3:Yapı elemalarında havada yayılan ses yalıtım değerinin laboratuvarda ölçülmesi

4.18 Yardımcı Ürünler

Bazı yangın durdurucu ürünler, tek başlarına uygulanamazlar. Böyle durumlarda yardımcı ürünlerden yararlanılır.

4.18.1 Dolgu Yünleri

Dolgu yünleri, bir yangın durdurucu ürünün, normaldekinden daha büyük açıklıklarda kullanabilmesi için yardımcı arkalık olarak uygulanırlar. Dünyanın farklı yerlerinde dolgu yünü üretimi-satışı yapan bir firmanın yayınladığı bilgi föyleri ve güvenlik bilgi föylerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda dolgu yünlerinin özellikleri aşağıda sıralanmıştır, [4].

4.18.1.1 Genel özellikler

Belli bir miktardan daha geniş aralıklarda mastik uygulayabilmek için altlık olarak bir destek dolgusuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla taşyünü kullanımına alternatif olarak bu tip noktalar için özel olarak üretilen dolgu yünleri kullanılabilir. (Şekil 4.58).



Şekil 4.58: Dolgu yünü uygulaması [4].

Uygulamadan önce alt katmanın iyice temizlenmesi, kirden, tozdan, küçük partiküllerden ve buzdan arındırılması gerekmektedir.

4.18.1.2 Kullanım yerleri

Taşyünü gibi malzemelerin alternatifi olarak boşlukları doldurmak için destek altlık olarak kullanılırlar. Alçı panel ve beton yapı elemanlarıyla kullanılabilirler.

Metal borular, metal olmayan borular, yalıtılmış borular, havalandırma kanalları, güç ve iletişim kablolarının yalıtımında kullanılabilirler.

4.18.1.3 Raf ömrü, kullanım, dayanım, bakım

Kuru iç ortamda, orjinal paketi içinde ömür boyu saklanabilirler. Uygulama sonrası herhangi bir bakım gerektirmezler.

4.18.1.4 Avantajları

4 saate kadar yangın dayanımı sağlarlar.

Elle parçalanıp yerleştirilebilirler.

4.18.1.5 Dolgu yününün değerlendirilmesi için kullanılan standartların irdelenmesi

Yangın durduruculara arkalık olarak kullanılan dolgu yününün değerlendirilmesi için üretici firmaların ürün bilgi föylerinde sonuçlarını sundukları başlıca test standartları şunlardır:

UL 1479(ASTM E 814), CAN/ULC S 115, ASTM E 84 (UL 723)

Bu testlerle ilgili ayrıntılı bilgi için Bkz.Bölüm 4.1.5 .

ASTM E 136: malzemelerin750°C'lik dikey tüp fırınındaki tepkileri için standart test metodu.

ASTM C 1338 yalıtım malzemelerinin mantara dayanıklılık testi

5. YANGIN DURDURUCULARIN SEÇİMİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM ÖNERİSİ

Servis geçişleri ya da yapısal derzlerin, yangın dayanımlı yapı elemanları ile çevrili yangın kompartımanlarında neden oldukları zaafiyeti gidermek için yangın durdurucu ürünler kullanılmalıdır. Bu durumda yangın kompartımanlarının işlevlerini koruyabilmeleri için kilit rol oynayan yangın durdurucularla ilgili doğru seçimin yapılması hayati öneme sahiptir. Ancak çeşitli nedenler dolayısıyla bu seçim çok karmaşık, zor ve ayrıntılı teknik bilgi-araştırma gerektiren bir sürece dayanmaktadır.

Bu sebeple yangın durdurucu seçimini kolaylaştıracak ve hatalara daha kapalı hale getirecek bir seçim sistemi geliştirilmesi gerekliliği oluşmuştur. Bu doğrultuda, yangın durdurucunun seçimini etkileyecek tüm kriterlerle, adım adım ilerleyen, belli bir sistematik altında toparlanmış, hiç bir ayrıntının gözden kaçmayacağı şekilde düzenlenmiş bir yangın durdurcu seçim yöntemi oluşturulmuştur.

Kompartıman yalıtımında kullanılacak yangın durdurucunun seçimi için önerilen yöntem, birbirine paralel giden iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan biri uygulama yapılacak alanın özelliklerini belirlemek ve gerektirdiği performans kriterlerini listelemek için kullanılan tanı aşaması, (bkz çizelge ek A), diğeri ise bu alanda kullanılacak yangın durdurucuda aranacak özelliklerin tamamının belirlendiği bir değerlendirme aşamasıdır, (bkz. Bölüm 5.2).

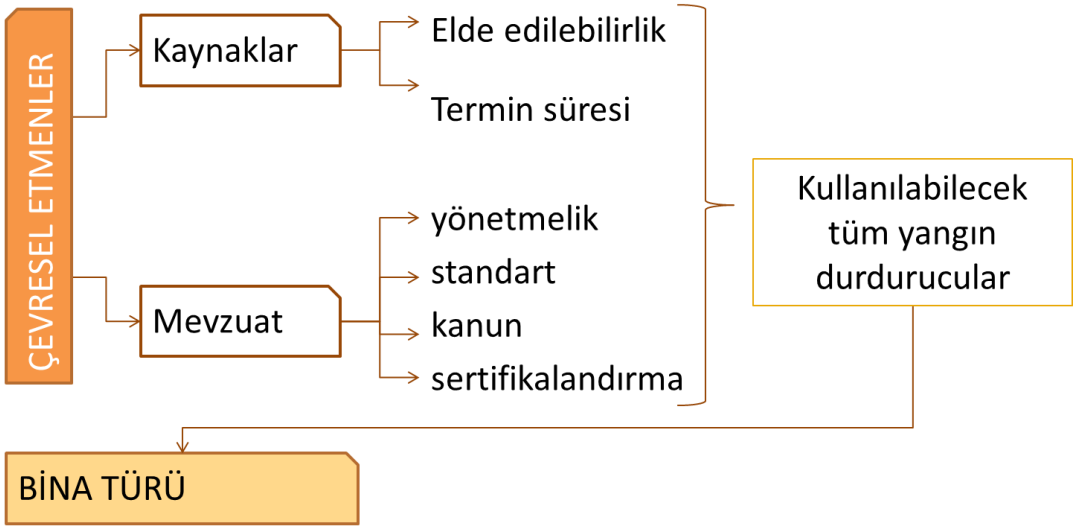
5.1 Aşama I: Uygulama Alanının Tanınması

Yangın durdurucuların uygulanacağı alan, burada kullanılacak ürünün seçimiyle ilgili çok fazla gereksinim ortaya koymaktadır. Ancak burada kullanılacak ürün ile ilgili doğru ve kolay şekilde seçim yapabilmek için bu gereksinimlerin belli bir düzen içerisinde ele alınması gerekir. Oluşturulan seçim akış şeması yardımıyla, uygulamanın yapılacağı alanla ilgili bilgi toplanarak, beklenilen özelliklerin tamamı belirlenmektedir. Bu aşama "tanı etabı" olarak da adlandırılabilir. Bu aşamada genelden özele doğru 7 adımda tüm ayrıştırıcı nitelikler belirlenir. Bu nitelikler,

seçilecek yangın durdurucudan beklenecek performans özelliklerinin netleştirilmesi için kullanılmaktadır. Aşağıda tanı aşamasının 7 adımı sırasıyla açıklanmaktadır.

5.1.1 Çevresel etmenler

Seçim akış şemasının ilk adımı Şekil 5.1'de gösterildiği gibi, çevresel etmenlerin belirlenmesidir.



Şekil 5.1: Yangın durdurucu seçiminde rol oynayan çevresel etmenler ve alt başlıkları

Bunlar, uygulamanın yapılacağı ülke ya da bölgeye ait özelliklerdir. Başlangıç olarak uygulamanın yapılacağı ülkeye temin edilebilecek tüm yangın durdurucu tip ve markaları listelenerek bir ürün havuzu oluşturulur ve değerlendirme süreci başlatılır. Bundan sonraki etapların tamamında, o etabın gerekliliklerini karşılayamayan yangın durdurucular elenerek sonuç ürüne ulaşılmaya çalışılır.

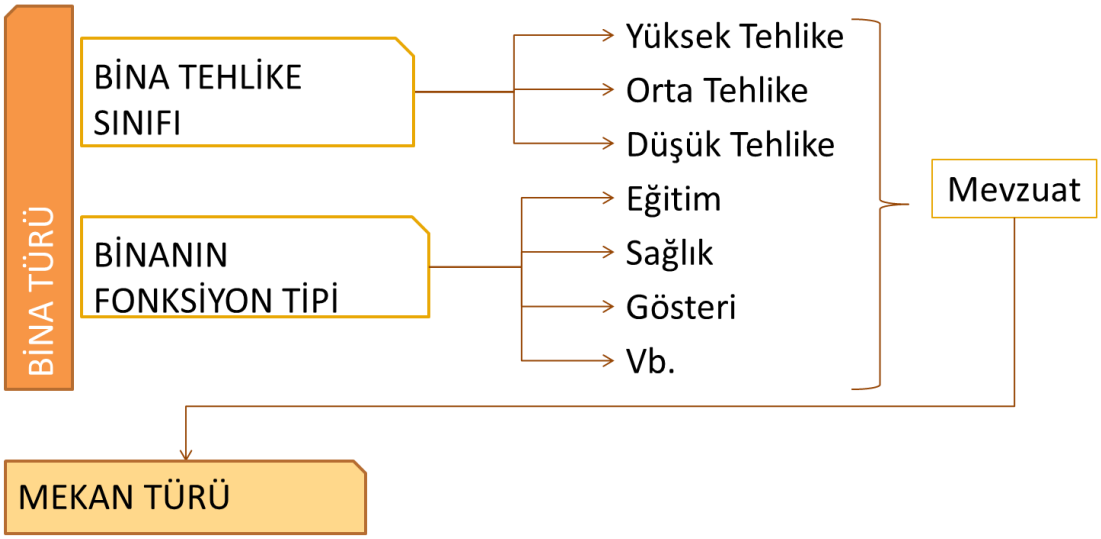
İlk adımda uygulamanın bitiş süresi önem taşımaktadır. Sipariş sonrasında seçilen ürünlerin üretilip getirtilebilmesi için geçecek zaman dilimi, uygulama için öngörülen bitiş tarihini ötelemeyecek şekilde ürünler seçilmelidir.

Ardından bu bölgede geçerli mevzuatlar ele alınır. Tüm kanun ve yönetmeliklerde, alınması gereken pasif yangın önlemleri ve dolayısıyla yangın durdurucuların kullanımıyla ilgili kısıtlamalar belirlenir. Özellikle tüm ülkelerde geçerli olmayan bu bölgeye has, ek bir madde ya da aranan ek bir kriter varsa bunun üzerinde durulması gerekir.

Eğer söz konusu projede LEED, BREEAM ya da benzeri sürdürülebilir bina sertifikaları alınmak isteniyorsa, bu sertifikasyon sitemlerinin gereklilikleri dikkate alınır. Bu tip sürdürülebilir bina sertifikasyon sitemleri ürünlerin kullanımında büyük kısıtlamalar getirebilmektedir. Yangın durdurucular konu olduğunda, en sık rastlanan kriter, ürün tarafından çevreye salınan uçucu organik madde miktarı (Volatile Organic Compounds- VOC) olmaktadır. Bu maddeler, insan sağlığı ve çevreye zararlı olduğu için çevreye salınımları, sertifikasyon programlarınca ürün tipine bağlı olarak değişen azami miktarlarla sınırlandırılmıştır. Örnek olarak LEED sertifikası alınmak istenen bir binada bu eşiğin üzerine çıkacak şekilde VOC salınımına sahip bir yangın durdurucu mastik ya kullanılmamalı ya da başka malzemelerin verilen eşik değerin bir o kadar altında kalması şartı sağlanmalıdır [57].

5.1.2 Bina türü

Bir sonraki aşama, bina türünün belirlenmesidir. (Şekil 5.2).

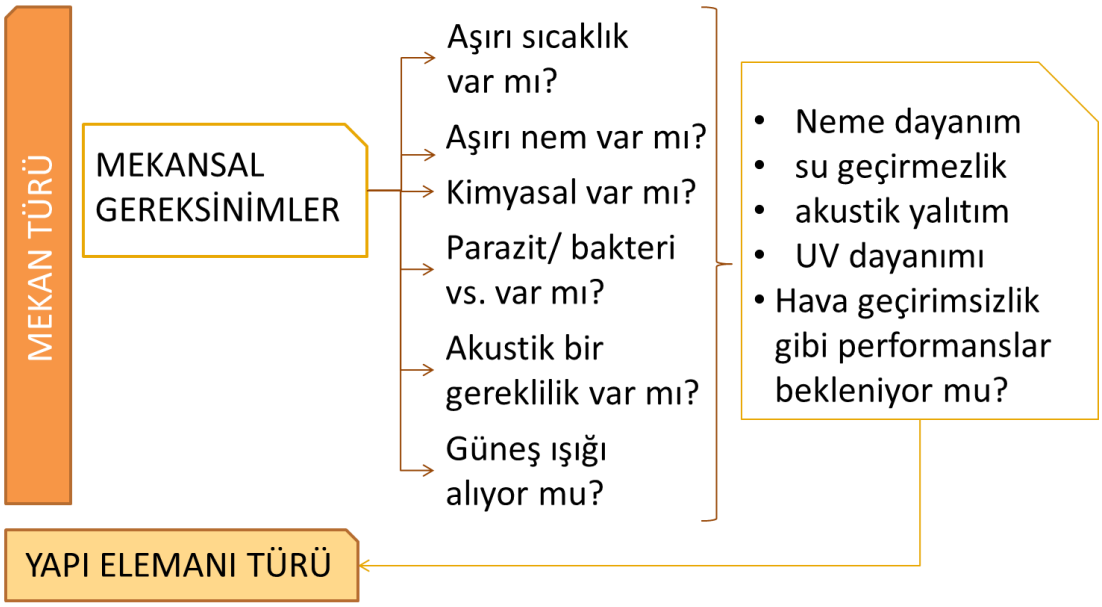


Şekil 5.2: Bina türünün yangın durdurcu seçimine etkisi.

Aslında mevzuatla da ilişkili olan bu aşamada binanın kullanım amacına göre tehlike sınıfı ortaya çıkar. Binanın yüksek-orta-düşük tehlike sınıfında olması, her kompartımanda kaçar dakikalık yangın dayanımı gerektiğinin belirlenmesini sağlar. Bunun dışında bina fonksiyonu da kullanılacak yangın türünü belirlemede etken olabilir. Örneğin bir hastane binasında yangın durdurucu mastik kullanılacaksa üzerinde mikrorganizma ya da mantar barındırmadığına dair test sertifikaları bulunan ürünler seçilmelidir.

5.1.3 Mekan türü

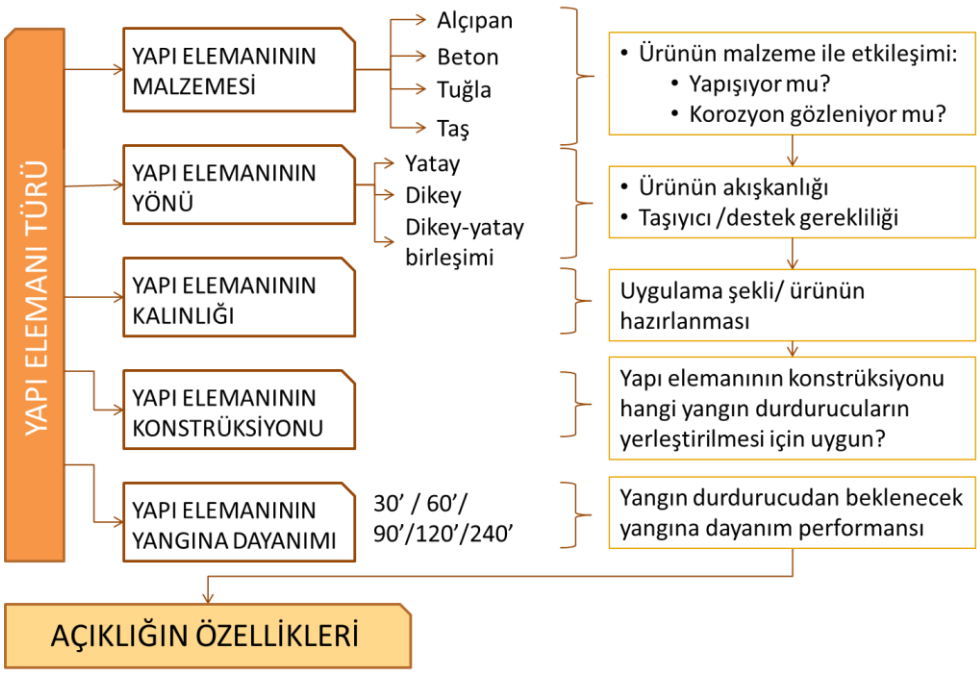
Fonksiyonel gereksinimler açısından bina türü mekan türüyle bir miktar kesişir. Bazen binanın genelinde fonksiyon itibariyle herhangi bir ek gereksinim bulunmazken, bina içerisindeki özel bir mekan bazı ek kriterler getirebilir. Sözgelimi ofislerin bulunduğu bir binada laboratuvar birimi farklı güvenlik ya da dayanıklılık gereksinimleri getirebilir. Öte yandan bir kültür merkezi içerisindeki gösteri salonu ile sergi ya da seminer salonlarının gereksinimleri de birbirinden farklı olacaktır. Mekanın kullanım sınıfına göre aşırı ısıya dayanım, akustik yalıtım, kimyasallara dayanım, su geçirmezlik gibi gerekli performans kriterleri, yangın durdurcu seçiminde etken olacak maddelerdir. (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Mekan türünün yangın durdurucu seçimine etkisi.

5.1.4 Yapı elemanı türü

Yapı elemanı ölçeğinde yangın durdurucu seçimini etkileyen kriterler 4 ana başlığa ayrılır. (Şekil 5.4).



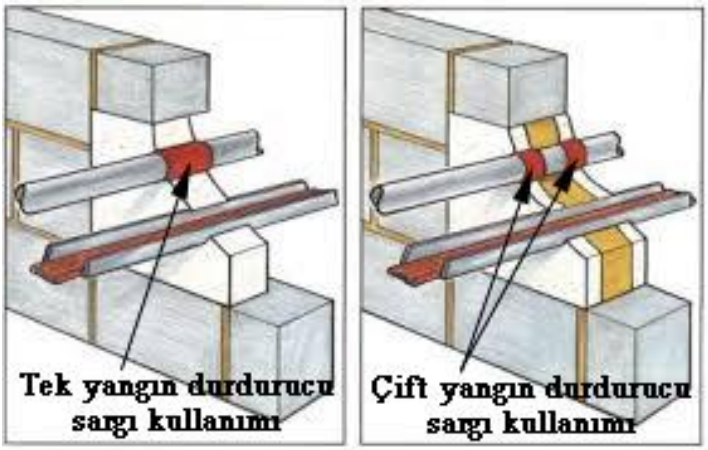
Şekil 5.4: Yapı elemanı türünün yangın durdurucu seçimine etkisi.

Bu başlıklardan ilki, yangın durdurucunun uygulancağı, yangın bariyeri olarak kullanılan yapı elemanının malzemesidir. Buradaki açıklığa yerleştirilecek yangın durdurucunun, yapı elemanının yapılmış olduğu malzeme ile ters etkileşime girmemesi, yangın durdurucunun malzemeye iyi şekilde yapışması ya da açıklığa iyi şekilde oturması, özetle yangın bariyeriyle bütünleşebilmesi gerekmektedir.

İkinci olarak yapı elemanının yönü yangın durdurucunun seçimini ya da hazırlanışını değiştirebilir. Bu anlamda duvarlarda ve döşemelerde aynı tip yangın durdurucu kullanılsa bile farklı şekilde uygulanır. Örneğin yangın kelepçesi dikey yönde konumlandırılmış bölücü duvarlarda her iki taraftan da uygulanırken, yatay yönde konumlandırılmış döşemelerde ürünün yalnızca döşeme altından uygulanması yeterlidir. Yine benzer şekilde yangın durdurucu harç yatay uygulamalarda rahat seviyelenmesi için daha akışkan olacak şekilde hazırlanır ve genelde alttan taşıyıcılarla desteklenirken, dikey uygulamalarda akmaması amacıyla daha koyu kıvamlı hazırlanır ve herhangi bir taşıyıcı konstrüksiyon gerektirmez. Bunlar dışında kullanım yeri aslen yatay ve düşey iki yapı elemanın birleşim derziyse burada bir çok yangın durdurucu elenir ve yalnızca derzler için kullanılan ürün tipleri kalır.

Yapı elemanı ölçeğinde yangın durdurucu seçimini etkileyen bir diğer unsur da yapı elemanının kalınlığıdır. Söz gelimi duvarın et kalınlığı içerisinde kullanılacak bir yangın durdurucu için bir kalınlık sınırlaması olabilir. Bir ürünün minimum

sınırından daha ince duvarlarda dıştan uygulama gerekebileceği gibi, maksimum sınırından kalın duvarlarda ya da Şekil 5.5'teki gibi çift ürün kullanımı gibi zorunluluklar ortaya çıkabilir.



Şekil 5.5: Farklı kalınlıklarda yangın bariyerine yapılan farklı uygulama örneği [58].

Yapı elemanının konstrüksiyonu bütün yangın durdurucu ürünlerin yerleşimi için uygun olmayabilir. Örneğin duvar kesitinin içinde kullanılan malzemeler, dolu kütleli duvarlarda kullanılabilirken içi boşluklu, taşıyıcı konstrüksiyonlu duvarlarda kullanılamayabilir. Bu bağlamda alçı panel duvar içerisinde yangın durdurucu sargının tek başına kullanımı mümkün değildir; çünkü yangın durumunda hacmini büyütmeye başlayan sargı, etrafında sarılı olduğu borunun yüksek sıcaklıkla erimesi sonucu oluşan iç boşluğa doğru ilerlemek yerine duvar kesitinin içine doğru genişleyecektir ve plastik borudan duman geçmeye devam edecektir. Böyle bir durumda ya sargı kullanımı tercih edilmemeli ya da sargıları dıştan sınırlandırmak için üretilmiş özel kılıflar kullanılmalıdır. Bu tip nedenlerle duvar ve döşemelerin iç yapıları tanımlanmalı ve bu yapıya uygun olmayan yangın durdurucu ürünler elenmelidir.

Son olarak yapı elemanının yangın dayanım performansı yangın durdurculardan beklenecek yangın performansı konusunda belirleyici olacaktır. TYKY 25. madde 2.bendinde **"**Su, elektrik, ısıtma, havalandırma tesisatının ve benzeri tesisatın yangın duvarından geçmesi hâlinde, tesisat çevresi, açıklık kalmayacak şekilde en az yangın duvarı yangın dayanım süresi kadar, yangın ve duman geçişine karşı yalıtılır." şeklinde bir hüküm verilmiştir. Yine aynı şekilde 26. maddenin 5. Bendinde "su, elektrik, ısıtma ve havalandırma tesisatı ile benzeri tesisatların döşemeden geçmesi hâlinde,

tesisat çevresi, açıklık kalmayacak şekilde en az döşeme yangın dayanım süresi kadar, yangın ve duman geçişime karşı yalıtılır" diye belirtir, [2, s. 16].

Amerika Birleşik Devletlerinin ulusal yangından koruma birliğinin (National fire protection association-NFPA) yayınlamış olduğu NFPA 5000 bina yapımı ve güvenlik yönetmeliği de bütün bunlara paralel olarak iki hükümden bahsetmektedir. Bunlardan birincisi belli bir yangın dayanımı istenen yangın bariyeri ya da duman bariyerinin, bir servis geçişi ile delinmesi durumunda, sistemin yangın dayanımının korunması ya da istenenden daha düşük çıkmayacak şekilde 2,5 Pa'lık bir pozitif basınç farkı altında yangın dayanım testinden geçmesidir [65, s. 480]. İkincisi ise iki yangna dayanımlı yapı elemanı arasında ya da içinde yer alan derz açıklığının, bu yapı elemanı kadar yangın dayanımı olacak şekilde tasarlanmış ve test edilmiş bir derz sistemi tarafından korunması gerekliliğidir [65, s. 117].

İngiltere ve Birleşik Krallık'ın tamamında yangın yönetmeliği olarak kullanılan "Building Regulations 1991 Approved Document B"de de yangın durduruculardan aynı performans beklenmekte ve yangın kompartımanlarını delen servis geçişlerinin, duvar ya da döşemenin yangına dayanım performansını yakaladığı test edilerek kanıtlanmış uygun bir sızdırmazlık sistemiyle korunması gerektiği belirtilmiştir [66, s. 38]

Dünya'nın farklı bölgelerinde geçerli olan bütün bu yönetmeliklerin ortak olarak aradığı şarta göre, belli bir yapı elemanı üzerindeki açıklığı yangın ve duman geçirimsiz hale getirmek için kullanılacak yangın durdurucunun, minimum, içerisinde kullanıldığı yapı elemanının kendi yangın dayanım performansını yakalaması gerekmektedir.

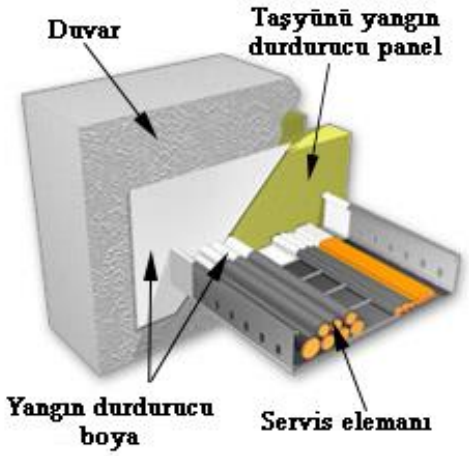
5.1.5 Kullanılacak açıklığın özellikleri

Yangın durdurucu seçiminde en ayırt edici iki aşama, kullanılacak açıklık ve buradan geçen servis tipi ile ilgili gereksinimlerdir. Yangın durdurucunun kullanılacağı alandaki açıklığın boyutu ve tipi birçok yangın durdurucunun elenmesinde etkilidir. (Şekil 5.6).

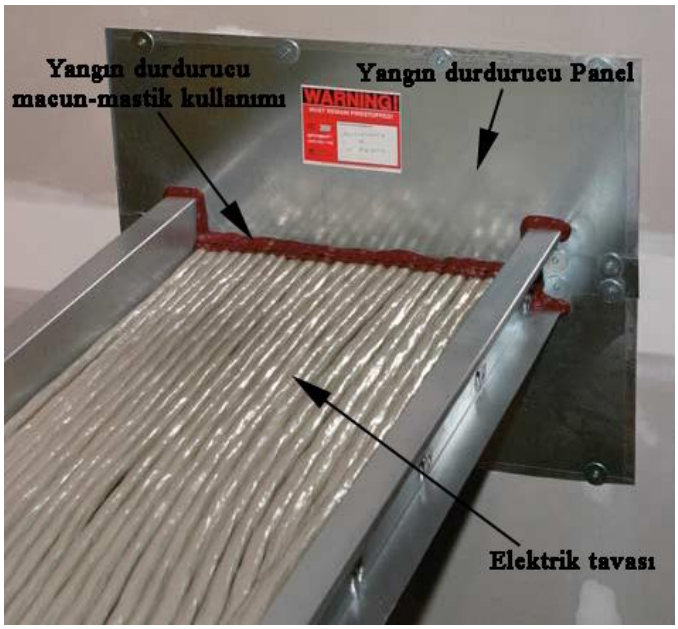


Şekil 5.6: Kullanılacak açıklığın özelliklerinin yangın durdurucu seçimine etkisi.

Kullanılacak alandaki açıklığın boyutu ilk belirleyici özelliktir. Büyük açıklıklarda daha büyük kütleli yangın durdurucular tercih edilirken, açıklıklar küçüldükçe daha küçük hacimli ve daha akışkan, boşluk bırakmayacak ürünler tercih edilmelidir. Öte yandan büyük açıklıkların kapatılması için kullanılan hacimli yangın durdurucuların kenarlarında ya da servis geçişlerinin yapıldığı kısımlarda hala daha küçük boyutlu açıklıklar kalacağından, bu açıklıkların da boyutlarına uygun yangın durdurucularla takviye edilmesi gerekir. Örneğin 1x2m'lik, içinden elektrik tavası geçen bir açıklıkta, açıklığın genelini kapatmak için yangın durdurucu levha kullanılır. Ancak elektrik tavasının panelle birleştiği noktalarda, panelin kapatamadığı küçük boyutlu açıklıklar kalacaktır; levhanın duvar ya da döşeme ile kesiştiği noktalarda ise daha da küçük boyutlu sızıntı açıklıkları kalır. Böyle bir durumda Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'teki uygulamalarda görüldüğü gibi tava etrafında kalan küçük boyutlu açıklıklar için ek panel parçaları, yangın durdurucu köpük ya da yangın durdurucu mastik kullanılmalı, panel etrafındaki sızıntı açıklıkları için ise yangın durdurucu mastik takviyesi kullanılmalıdır. özellikle taşyünü panel kullanılıyorsa üzerine yangın durdurucu boya uygulanarak tam sızdırmazlık sağlanmalıdır.



Şekil 5.7: Yangın durdurucu panel içerisinden geçen kablo tavası uygulaması [59]



Şekil 5.8: Yangın durdurucu panel içerisinden geçen kablo tavası uygulaması [20].

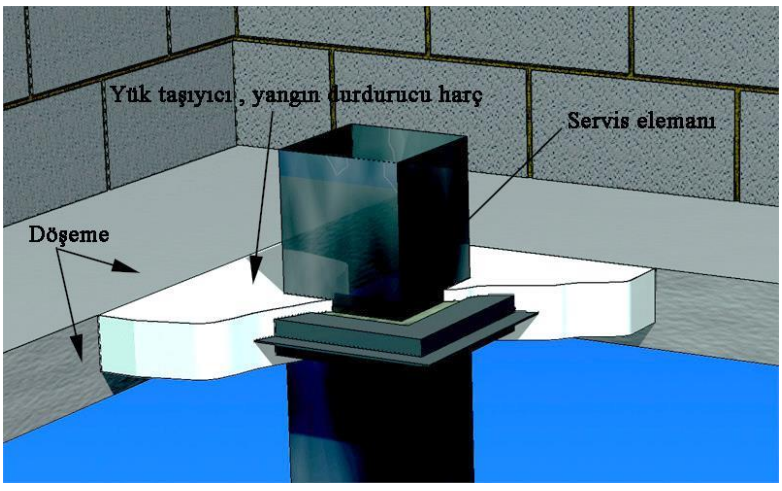
Açıklık içindeki servis geçişlerinin etrafında kalan boşluğun şekli de yangın durdurucu seçimi açısından belirleyici bir özelliktir. Burada çoklu servis geçişi varsa ya da düzensiz, amorf bir boşluk kalıyorsa kesilerek şekillendirilmesi gereken bir ürün yerine harç, köpük ya da yastık gibi daha kolay şekil alan, boşluk dolduran, çok pislik yaratmadan uygulanabilecek ürünler tercih edilecektir. (Şekil 5.9).



Şekil 5.9:Düzensiz şekilli zor ulaşılabilen açıklıklarda kolay uygulanan, uygulandıktan sonra şişerek tüm boşlukları kapayan yangın durdurucu köpük tercih edilebilir [60].

Benzer şekilde uygulama yapılacak alan zor ulaşılabilir bir noktadaysa, vidayla montajlı, zahmetli ürünler yerine kendiliğinden şekil alan, kolayca yerleştirilen ürünler seçilmelidir.

Bazı harç ya da paneller belli boyuttaki açıklıklarda kullanıldıklarında yük taşıyabilme kabiliyetine de sahip olurlar. Eğer özellikle yük taşıması gereken bir uygulama yapılacaksa bu tip panel ya da harç çeşitleri arasından seçim yapılmalıdır. (Şekil 5.10) ancak bazen belli bir boyuttan daha büyük açıklıklarda yük taşıyıcılık özelliğinin devam edebilmesi için destek örgü teli ya da z klips gibi ürünlerin kullanılması gerekebilir. Böyle bir uygulama gerektiren durumların mutlaka not edilmesi gerekir.



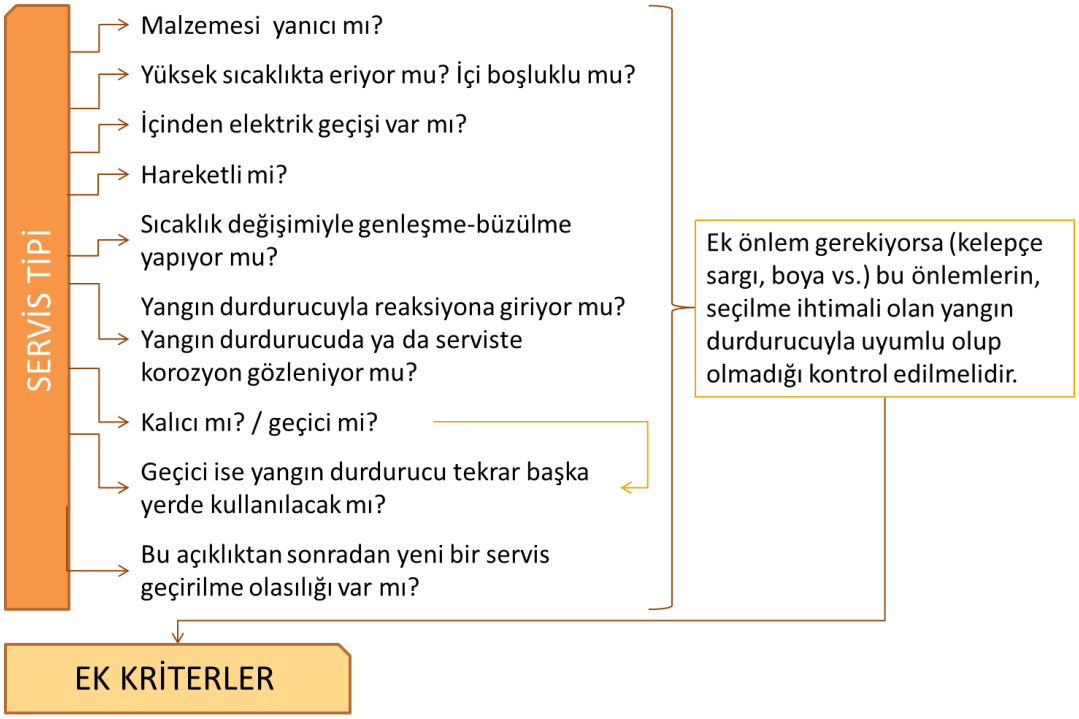
Şekil 5.10:Yük taşıyabilen yangın durdurucu harç [61].

Açıklığın özellikleriyle ilgili son belirleyici konu da açılığın hareketli olma durumudur. Eğer binanın termal hareketleri ya da rüzgar –deprem gibi yanal yüklerin etkisi altında büyük hareketlerin gerçekleştiği bir derzde ya da servis geçişinde hareket kabiliyetine yani yeterli elastikiyete sahip bir yangın durdurucu

kullanılmazsa bu yükler altında yıpranan yangın durdurucu, yangın halinde bütünlüğünü koruyamayarak duman ya da alev geçişini önleyemeyecektir. Bu nedenle hareketli derzler ile sismik güçlerin etkili olduğu bölgelerdeki servis geçişlerinde rijit yangın durdurucular elenmelidir.

5.1.6 Servis tipi

Yangın durdurucu seçiminde asli rolü açıklığın içinden geçen servis tipi oynar. (Şekil 5.11).



Şekil 5.11: Kullanılacak servis tipinin yangın durdurucu seçimine etkisi.

Öncelikle servis tipinin yanıcı olup olmaması önemli bir kriterlerdir. Eğer açıklıktan yanıcı bir servis geçiyorsa ekstra önlemlerin alınması yerinde olacaktır. Mesela elektrik kabloları üzerinden, yangın çok hızlı bir şekilde ilerleyebilir. Bu nedenle kablolar üzerine yangın durdurucu intümesan sprey-boya sıkılması çok önemlidir.

Öte yandan yangın sırasında ulaşılan yüksek sıcaklıklara dayanabilme gücü olmayan PVC boru gibi servisler, metal borulardan farklı olarak, yangın sırasında erirler. Böylelikle eriyen boruların geçtiği açıklıklarda yangının rahatlıkla yayılabileceği yeni açıklıklar oluşmuş olur. O nedenle bu tip boruların etrafında, herhangi bir sızıntı olmaması için yangın esnasında şişerek plastik borudan açılan boşluğu doldurma özelliğine sahip intümesan madde dolgulu yangın durdurucu kullanılmalıdır. Bu tip

durumlarda çoğunlukla yangın durdurucu kelepçe ya da sargı kullanılması tercih edilir. (Şekil 5.12).



Şekil 5.12: Yangın durdurucu kelepçe [3].

Açıklıktan geçen servisin kablolar ya da elektrik kutuları gibi içlerinden elektrik geçen ekipmalar olması durumunda kullanılan yangın durdurucu ürünlerin iletken olmaması tercih edilir.

Diğer taraftan yangın durdurucuların içlerinden geçen servisler de hareketli olabilir.Örneğin havalandırma kanalları belli bir titreşimle çalışabilirler. Ya da metal tesisat boruları, içlerinden sıcak su geçmesiyle genleşebilir. Bu tip durumlarda genleşen metal boru ya da titreyen havalandırma kanlı yangın durdurucu üzerinde bir gerilim oluşturur. Eğer bahsedilen yangın durdurucu bu tip titreşim ya da genleşme hareketlerine uygun bir ürün değilse bir süre sonra yıpranıp sızdırmazlık özelliğini kaybedebilir. Bu nedenle bu tip servis geçişlerinde belli bir miktara kadar hareket kabiliyetine sahip ürün seçilmesi gerekmektedir.

Aynı yapı elemanı mazlemesinde olduğu gibi, yangın durdurucuların servis malzemesiyle de uyumlu çalışması gereklidir. Eğer bu iki malzeme bir araya geldiğinde korozyon gibi bir kimyasal reaksiyon başlıyorsa, bu durum, yerleştirilmiş yangın durdrucu ve servisin bir süre sonra işlevini südüremez hale gelmesine neden olacaktır.

Yine kalıcı olarak yerleştirilmiş bir servis tipi ile server odaları gibi sıklıkla değişiklik gerektiren servis tipleri için farklı yangın durdurucusu kullanılmalıdır. Sabit servis geçişlerinde harç gibi durdurucular kullanılırken, sık servis değişimi gerektiren alanlarda yangın durdurucu yastık, manşon ya da tuğla gibi ürünler tercih edilmelidir.

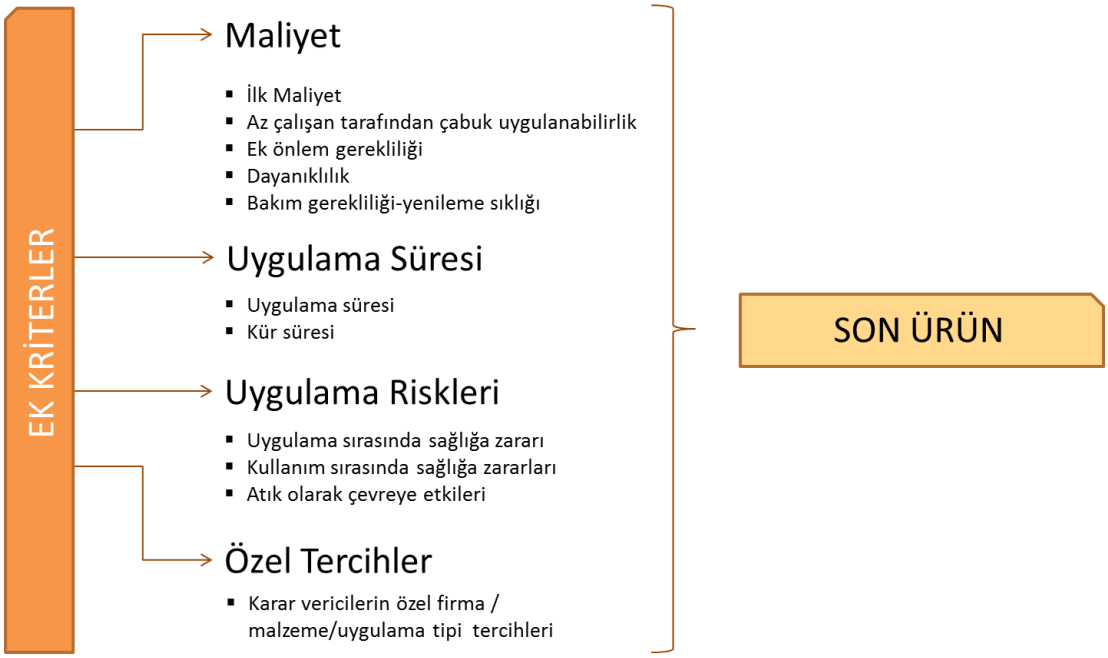
Ayrıca yangın durdurucu tuğlalar ya da yastıklar hiç bozulmadan değişiklik yapmaya olanak verdikleri gibi, bir yerden çıkarıldıktan sonra başka bir açıklıkta yeniden kullanılabilirler. Bu nedenle eğer geçici olarak yerleştirilmiş bir yangın durdurucunun sonradan yine kullanılması isteniyorsa buna uygun olmayan tipler elenmelidir.

Eğer yangın durdurucunun kullanıldığı açıklıktan, sonradan yeniden servis girişi yapılacaksa ya da servislerin değiştirilmesi gerekecekse mutlaka yangın durdurucu tuğla ya da yastık gibi rahatlıkla değiştirilebilen, sökülüp tekrar yerleştirilebilen ürünler kullanılmalıdır.

Yukarıda bahsedildiği gibi, açıklıktan geçen servis tipine göre bazen yangın durdurucu sargı, kelepçe ya da boya gibi ek önlemler alınması gerekmektedir. Seçenekler arasında bu ek önlemle uyumlu olarak çalışamayak tipte yangın durdurucular varsa elenmelidirler.

5.1.7 Ek kriterler

Bütün bu elemelerin sonucunda seçenekler arasında hala birden fazla ürün kalma olasılığı vardır. Böyle durumlarda Şekil 5.13'te belirtilmiş olan ek kriterler devreye girer.



Şekil 5.13: Yangın durdurucu seçimini sonlandıracak olan ek kriterler.

Günümüz inşaatlarında kuşkusuz maliyet, bu ek kriterler arasında en önemli yere sahip olandır. Maliyet kriteri hem ürünün satın alımı sırasında yapılan ödemeye, hem de bu ürünün yerleştirilmesinde çalışacak kalifiye ustanın sayısı ve yerleşim için harcadığı zamana bağlıdır. Ayrıca ürün yerleşimi için ek malzeme almak ya da tam yalıtım sağlamak için birkaç tane ürünle desteklemek fazladan maliyet yükü getireceğinden böyle yangın durdurucular yerine mümkün olduğunca tek başına işlevli yalıtım ürünleri tercih edilir. Ürünün kullanım süresince gerektirdiği bakım ve değiştirilmeden kullanımının sürdürülebileceği zaman dilimi de seçim için önemli olabilecek kriterlerdir. Bu kriter için yaşlandırma testi sonuçlarına bakılmalıdır.

Maliyeti, hemen sonrasında ürünün çabuk uygulanabilirliği ve kullanıma hazır olaması için geçen kürlenme süresi takip eder. Hızın son derece önemli olduğu günümüz inşaatlarında bir an önce kullanıma hazır hale gelen ürünler tercih edilip inşaat süresi kısaltılmaya çalışılacaktır.

Yangın durdurucuların uygulama ve kullanım sırasında sağlık problemlerine neden olma gibi herhangi bir risk barındırıp barındırmaması da seçim için önemli rol oynar. Ürünün uygulaması sırasında ne tip koruyucu ekipmanın kullanılması gerektiği, kullanım sırasında herhangi bir zararlı gaz vs. Çıkartıp çıkartmadığının bilgisi, üretici şirketlerin ürünle ilgili sundukları malzeme güvenlik bilgi föylerinde (Material Safety Data Sheet-MSDS) yer alır.

Yangın durdurucuların seçiminde etkili olan son önemli kriter karar vericinin şahsi malzeme/firma seçimi ya da ürünün uygulamasının nasıl yapıldığıdır. Karar vericiler örnek daha çok güvendikleri bir markayı ya da ürün tipini tercih edebilirler.

5.1.8 Kontroller

Seçim akış şeması üzerinden gidilerek tek bir ürün seçildikten sonra son olarak ürünün uygunluğunun kontol edilmesi gerekir.

Yangın durdurucunun uygulanması sonrasında ürünün üzerinde, servis elemanının geçtiği noktada yada ürünün yapı elemanıyla kesiştiği noktalarda daha küçük bir açıklık kalıyorsa ve bu açıklıkta birden fazla ürün kullanılma ihtimali varsa seçim şemasında başa dönülür ve yeni açıklık için yangın durdurucu seçilir.

Öte yandan seçilen yangın durdurucu herhangi bir açıklık bırakmıyorsa, geri besleme ile son kontroller yapılır. Seçilen ürünün uygunluğundan, seçim şemasındaki tüm etaplarda belirtilen performans kriterlerinin karşılandığından emin olunmalıdır.

Seçilen ürünle ilgili son kontroller de yapıldıktan sonra ehil bir ekip tarafından uygulama gerçekleştirilir. Burada uygulamanın titizlikle, eğitimli kişilerce yapılması, uygulama sonrası ise sitemin bütün halinde kontrolden geçmesi çok önemlidir. Sistemin güvenilirliğinden ancak uygulama sonrası kontrollerle emin olunabilir.

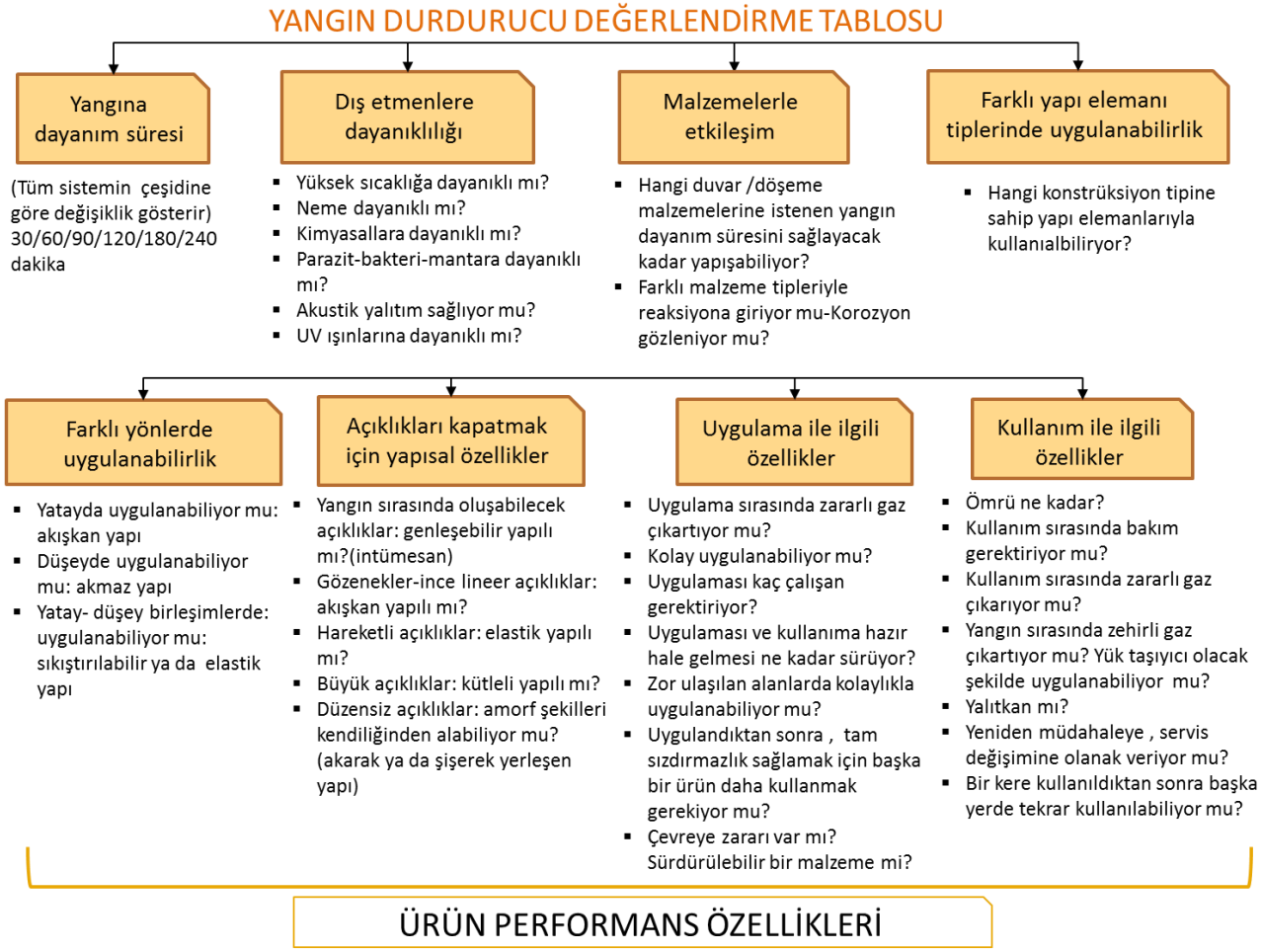
5.2 Aşama II: Yangın Durdurucuları Değerlendirme Yönergesi

Uygulama alanı tanı aşamasında belirtildiği üzere (Bkz. bölüm 5.1) yangın durdurucu seçim akış şeması üzerinden ilerleyebilmek için öncelikle çevresel etmenler başlığı altında ele alınan, inşaatın bulunduğu bölgedeki mevzuatın gerektirdiği ve bu bölge için belirli süre zarfında temin edilebilecek tüm yangın durdurucuların belirlenerek bir ürün havuzu oluşturulması gerekmektedir. Sonrasında bu şema boyunca yangın durdurucular arasından eleme yapılmak suretiyle kullanılması gereken doğru yangın durdurucuya ulaşılır.

Yangın durdurucu seçimini karmaşık hale getiren, ürün çeşitliği, seçimde fazlasıyla kriterin etkin olması ve bir çok defalar birkaç ürünün birlikte kullanılması gerekliliğidir. Söz gelimi açıklıkta kullanılacak servis tipine karar verilmiş olsa bile aynı servis tipinde iki ürünün birbirinden çok farklı özelliklere sahip olması mümkündür. Aynı markanın aynı yangın durdurucu tipinden iki farklı ürünü bile birbirinden bazı özellikleriyle farklılaşmaktadır.

Bu nedenle ürünlerin ayırt edici özelliklerinin tamamının değerlendirmeye alınabilmesi için bir örnek yangın durdurucu değerlendirme şablonu hazırlanmış ve yangın durdurucuların birbirinden rahatça ayrışmasını sağlayacak sorular belli başlıklar altında Şekil 5.14'de gösterildiği gibi gruplanmıştır.

Şekil 5.14'te yer alan kriterlerin hangilerinin ele alınan uygulama alanı için geçerli olacağı uygulama alanı tanı aşamasında verilen yanıtlarla belirlenir. Bu şablondaki gibi herhangi bir yangın durdurucu için geçerli olabilecek tüm performans kriterleri arasından bu uygulama için önem taşımayanlar elenir ve bu uygulamaya has bir bir performans kriter listesi elde edilir.



Şekil 5.14: Yangın durdurucu değerlendirme tablosu.

Şekil 5.14'teki tabloda ele alınan belirleyici kriterler şu şekildedir:

5.2.1 Yangına dayanım süresi

Aslen bu süre, uygulama yapılacak açıklığın ve içinden geçen servis elemanının özellikleri ve uygulama biçimiyle doğrudan ilişkilidir. Söz konusu uygulamada bu yangın durdurucunun kullanılması durumunda, tüm sistemden kaç dakikalık yangın dayanımı elde edileceği bulunmalıdır.

5.2.2 Dış etmenlere dayanıklılığı

Yangın durdurucunun kullanılacağı mekana göre maruz kalabileceği yıpratıcı etmenler sıralanmaktadır. Yangın durdurucunun kullanılacağı alanda bu etmenlerden hangilerinin olduğu, üründen beklenecek dayanıklılık kriterlerini belirleyecektir.

5.2.3 Malzemelerle etkileşim

Bu başlık altında yangın durdurucunun temas halinde olduğu malzeme türlerine karşı tepkisi saptanmalıdır. Yangın durdurucunun uygulanacağı alanda kullanılan malzemelerle yangın durdurucunun uyumlu olup olmadığı, herhangi reaksiyona girip girmediği, birbirlerine iyi yapışıp yapışmadığı kontrol edilmelidir.

5.2.4 Farklı yapı elemanı tiplerinde uygulanabilirlik

Kimi malzemeler, yapıları gereği bazı yapı elemanı tiplerinde kullanılamazlar. Örneğin uygulama yapılacak duvarın dolu kütleli veya boşluklu-taşıyıcılı olup olmadığına bakılarak o yangın durdurucunun ele alınan duvar tipi için kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmalıdır.

5.2.5 Farklı yönlerde uygulanabilirlik

Yapı elemanı üzerindeki açıklığın yatay, dikey ya da bunların birleşim noktası olabilir. Buna göre yangın durdurucuların kullanılabileceği açıklık yönleri belirlenmelidir.

5.2.6 Açıklıkları kapatmak için yapısal özellikler

Açıklığın tipine göre, yangın durdurucunun bazı özelliklere sahip olması beklenir. Açıklık boyutuna göre kütleli ya da akışkan bir yapı aranabildiği gibi hareketli

açıklıklar için elastik, yangın sırasında büyüyebilecek açıklıklar için ise intümesan yapı özellikleri sorgulanır.

5.2.7 Uygulama ile ilgili özellikler

Seçim akış şemasında belirlenen maliyet, çevre, sağlık ve süre kriterleri ile ilgili bilgiler bu başlık altında ele alınmaktadır.

5.2.8 Kullanım ile ilgili özellikler

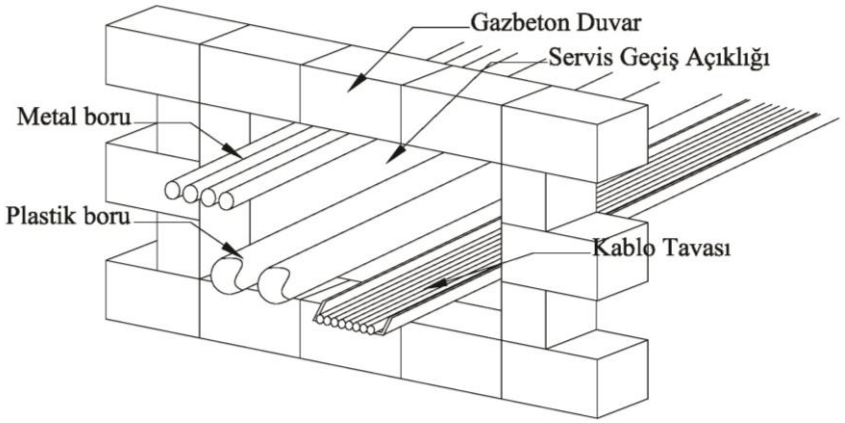
Kullanım süresince yangın durdurucudan beklenen performansın karşılanıp karşılanamayacağı ,bu başlık altındaki sorularla belirlenir.

Şekil 5.14'teki sorulara yanıt aranırken bilgi kaynakları seçimi üzerinde hassasiyetle durulması gerekmektedir. Bu sorulara yanıt verirken satıcı firmaların ürün satmak için yayınlamış oldukları gayri-resmi bilgiler değil üretici firmanın resmi olarak yayınlamış olduğu, yaptırdığı -üçüncü firma ya da laboratuvarlarca onaylı- testler doğrultusunda ortaya çıkan verilerle işlenmiş bilgi föyleri(data sheet) ve malzeme güvenlik bilgi föyleri (material safety data sheet) dikkate alınmalıdır [62, s. 10]. Bu aşamada eğer yayınlanmışsa üçüncü kurumlarca onaylanmış test sonuçlarını içeren sertifikalar incelenmelidir. Bu sertifikalar yayınlanmamışsa, ürün seçimi yapıldıktan sonra firmadan bu ürüne ait sertifikalar istenerek gereken performans kriterlerinin sağladığından emin olunmalıdır. Bununla birlikte yangın durdurucular mutlaka test edilmiş örneğindeki gibi kullanılmalı, yetkin bir yüklenici tarafından, üreticinin uygulama talimatları doğrultusunda yerleştirilmelidir, [9, s. 10]

5.3 Yangın Durdurucu Seçim Yöntemi Akış Şeması ve Bir Uygulama Örneği

Bölüm 5.1'de uygulama alanını tanımak için sorgulanması gereken bilgiler, başlıklar altında toplanmış ve açıklanmıştı. Seçim yapmayı daha kolaylaştırıp strüktürel bir hale getirebilmek amacıyla da Ek A'da gerekli görülen bu bilgiler birbirini izleyen sorular şeklinde ilerleyecek bir yangın durdurucu seçim şemasına dönüştürülmüştür. Bu şemaya göre her etabın kendi soruları arasında sırayla ilelenip alınan cevaplara göre ya yangın durdurucular arasında uyumsuz olanlar elenir ya da bir sonraki soruya geçilir. Yangın durdurucular arasında bu elemeyi yapabilmek için onlarla ilgili dikkate alınması gereken bilgiler ise bölüm 5.2'de verilmiştir.

Bu seçim akış şemasının işeyişinin daha iyi kavranabilmessi için aşağıda bir örnek üzerinde, uygulamanın yapılacağı yangına dayanımlı bir duvar içerisinden geçirilen çoklu servis elemanı örneği verilmiştir. (Şekil 5.15).



Şekil 5.15:Seçim şeması uygulamasının örneklendirileceği servis geçişi.

Uygulamada, İstanbul'da bir otel binasında, odalar ve koridoru ayıran 20 cm kalınlığında gazbeton duvar içindeki 1,00m x 0,60m'lik açıklıktan geçen bir adet kablo tavası, iki adet plastik testisat borusu ve 4 adet de metal boru geçişini yangın ve duman geçirmez hale getirecek yangın durdurucu ürün bulunacaktır.

5.3.1 Çevresel etmenler

Öncelikle "çevresel etmenler" etabının "kaynaklar" başlığında ele alındığı gibi şantiyenin iş programında zamanlama konusunda aksamaya neden olmadan yurt içi ya da yurt dışından getirtilebilecek ürünler ve bu ürünlerin bölüm 5.2'ye göre belirlenmiş özellikleri listelenir. (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1: Yangın durdurucu seçim uygulamasında kullanılabilecek yangın durdurucular.

	A firması yangın durdurucu boya	A firması yangın durdurucu kelepçe	B firması yangın durdurucu kelepçe	A firması yangın durdurucu harç	A firması yangın durdurucu panel	B firması yangın durdurucu yastık	B firması yangın durdurucu tugla	B firması yangın durdurucu mastik
akustik performans gazbetonla etkileşim	x yok	39 dB'e kadar. yok	39 dB'e kadar. yok	59 dB'e kadar. yok	62 dB'e kadar yok	58 dB'e kadar. yok	52 dB'e kadar. yok	65 db'e kadar. yok
düşey duvar uygulamasına uygunluğu	uygun	uygun	uygun	uygun ancak yatay uygulamaya göre daha kıvamlı hazırlanıp malayla sürülecek hade olmalı.	uygun	uygun	uygun	uygun
uygulama yapılabilecek yapı elemanı kalınlığı	x	duvar: min. 100mm döşeme: min. 150mm	duvar: min. 100mm döşeme: min. 150mm	duvar: min. 150mm döşeme: min. 100mm	duvar: min. 100mm	duvar: min. 100mm döşeme: min. 150mm	x	x
gazbeton iç konstrüksiyonuyla kullanım olanağı	x	uygun	uygun	uygun	uygun	uygun	uygun	x
Bu konstrüksiyon için yangına dayanım süresi	60 dakika	240 dakika	240 dakika	120 dakika	90 dakika	240 dakika	120 dakika	120 dakika
kullanılabildiği açıklık boyutu	x	x	x	Duvar: max1200 x 2000 mm Döşeme: max 2000 x 600 mm	*orta ve büyük boyutlu boş açıklıklar *Geniş açıklıklar için idealdir	Duvar: max1200 x 1500mm Döşemede 700mmx sınırsız açıklıklarda kullanılabilir.	maksimum 1800 mm x 900 mm açıklıklara kadar uygulama	0-35mm arası genişlikteki dezlerde kullanılabilir. *maksimum duvar ya da döşeme açıklığı 35mm, maksimum hareket derzi aralığı 150mm *boruların etrafindaki 20mm'ye kadar boşlukları yalıtmada

Çizelge 5.1(devam): Yangın durdurucu seçim uygulamasında kullanılabilecek yangın durdurucular.

	A firması yangın durdurucu boya	A firması yangın durdurucu kelepçe	B firması yangın durdurucu kelepçe	A firması yangın durdurucu harç	A firması yangın durdurucu panel	B firması yangın durdurucu yastık	B firması yangın durdurucu tugla	B firması yangın durdurucu mastik
intümesan	hayır	evet	evet	hayır	hayır	evet	evet	evet
Kullanıldıkları servis tipleri	*taşyünü panellerin üst katman boyası olarak *yanıcı kabloların üzerinde	*32 mm ile 160 mm arası çaplara sahip yanıcı boruların yalıtılması	*32 ila 250 mm çapları arasındaki yanıcı boruların yalıtımı	*kablo, kablo tavaları ve yanıcı olmayan borular *Tekil, çoklu ve karışık geçişler * Havalandırma kanal sistemi damperleri *Metal borular	*boş açıklıklar *damperli HVAC geçişleri *Geniş çaplı kablolar, tekli kablolar, kablo demetleri, kablo kanalı, hava kanalları ve boruları *Sınırsız uzunlukta 5 metre genişliğe kadar olan tesisatlar	*Kablolar, kablo demetleri ve PVC borular *Düşeyde kablo tavaları arasında minimum 80 mm mesafe olmalıdır.	*Kablolar ve kablo tavaları *Plastik ve metal borular.	*0-35mm arası genişlikteki dezler *maksimum duvar ya da döşeme açıklığı 35mm, maksimum hareket derzi aralığı 150mm *boruların etrafindaki 20mm'ye kadar boşluklar *Hareket derzleri, duvar başları gibi lineer derzler. *kablolar, çelik borular, bakır borular, kablo tavaları, yanıcı borular, damperler, ya da ya yangın durdurucu paneller
Yalıtım sağlamak için beraberinde kullanılması gereken ürünler	x	*Kelepçenin yapı elemanıyla birleşimi yangın durdurucu mastikle kapatılmış olmalıdır. *Çok büyük boşluklarda yangın durdurucu panel ile birlikte kullanılmalıdır.	*Kelepçenin yapı elemanıyla birleşimi yangın durdurucu mastikle kapatılmış olmalıdır. *Çok büyük boşluklarda yangın durdurucu panel ile birlikte kullanılmalıdır.	*Yangın durdurucu sargı, kelepçe ya da bandaj	* Tüm derzlerde, panelin kesilen yerlerinde, kablo aralarında yangın durdurucu akustik mastik kullanılmalıdır. *Plastik borularla birlikte kullanıldığında boru çevresinde yangın durdurucu kelepçe ya da sargı kullanılmalıdır.	*Gerekli görüldüğü takdirde yastıklar arası küçük boşluklar yangın durdurucu mastikle kapatılmalıdır.	*Tuğla uygulaması sonrasında servislerin etrafında ve yapı elemanı ile arasında kalan küçük boşluklar yangın durdurucu intümesan mastik ile kapatılmalıdır.	x
servis elemanının malzemeleriyle etkileşim	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
uygulanmaması gereken servisler	yok	*Metal borular ile birlikte ve aşındırıcı yüzeylerde kullanılmamalıdır.	*Metal borular ile birlikte ve aşındırıcı yüzeylerde kullanılmamalıdır.	yok	yok	yok	yok	yok
uygulamanın kalıcı ya da geçici yapılabilmesi	kalıcıdır	kalıcıdır	kalıcıdır	kalıcıdır	kalıcıdır	rahatlıkla sökülüp tekrar kullanılabilir	rahatlıkla sökülüp tekrar kullanılabilir	kalıcırdır

Mevzuat bölümü kapsamında TYKY'ye bakıldığında, 50. Maddesinin 2. Bendinde otellerde odaları ve koridor duvarını ayıran duvarların en az 60 dakika yangına dayanıklı olarak yapılması gerektiği hükmü yer almaktadır [2, s. 28]. Dolayısıyla bu binadaki uygulamada en az 60 dakika yangına dayanımlı bir duvar olması gerekmektedir.

Bununla birlikte yine aynı yönetmeliğin 25. maddesinin 2. Bendine göre de bu tip bir yangın duvarının içerisinden su, elektrik, ısıtma ya da havalandırma tesisatı geçmesi durumunda bu geçişin çevresinin en az duvarın yangın dayanım süresi kadar duman ve yangın geçirmeyecek şekilde yalıtılması istenmektedir [2, s. 16]. Bu maddeden de seçilen yangın durdurucunun dayanım süresinin duvarınkine eşit ya da daha yüksek olması zorunluluğu ortaya çıkar..

5.3.2 Bina türü

Yönetmeliğe göre otel binaları, orta tehlike-1 sınıfında konaklama amaçlı binalar arasında yer almaktadır [2, s. 9, 92]. Bu sınıfın yangın duvarı ya da durdurucusundan gerektirdiği ek bir performans kriteri yoktur.

Öte yandan otel binalarında zaman zaman işletmeci firmaların kendi marka kimliklerine ait ekstra konfor koşulları gereksinimi olabilmektedir. Bu tip durumlarda otel binası gibi binalarda işletmecinin uyulmasını istediği bir gereksinimler kitapçığı varsa mutlaka bu anlamda incelenmelidir.

5.3.3 Mekan türü

Mekan, bir otel odası olarak kullanıldığından, burada uygulanacak bir yangın durdurucudan beklenen özellikler arasında en önemlisi akustik yalıtımdır. Özellikle koridor ile yatak odalarını ayıran bir duvar söz konusu olduğundan, koridorda oluşabilecek hava ya da darbe kaynaklı seslerin içerideki misafiri rahatsız etmemesi için iyi bir akustik performansa sahip ürün seçilmelidir. Ayrıca boru ve kanalların içinden geçen akışkanların servisler üzerinde titreşime neden olduğu durumlarda bu titreşimlerin duvara iletilmemesi istenir. Tabloda sıralanmış ürünlerden harç, panel, yastık,tuğla, mastik bu akustik performansı karşılamada yeterli olan ürünlerdir. Dolayısıyla boyalar bu aşamada elenmiş olurlar.

5.3.4 Yapı elemanı türü

Yapı elemanı malzemesi gazbetondur. Bu malzemenin negatif etkileşime girdiği herhangi bir malzeme yoktur.

Bu örnekte düşey bir duvar uygulaması yapılmaktadır. Seçenekler arasındaki bütün yangın durdurucular düşeyde uygulanabilmekte, yalnızca harcın düşey uygulama için, yatay uygulamaya göre daha az akışkan, malayla yerleştirilebilecek şekilde hazırlanması gereklidir..

Duvarı örmek için kullanılan gazbeton 200mm kalınlığındadır ve tüm yangın durdurucu seçenekleri bu kalınlıkta kullanıma uygundurlar.

İçi dolu kütleli gazbeton duvar kesitinde tablodaki bütün yangın durdurucular kullanılabilmektedir.

Gazbeton duvarın yangına dayanım süresi 90 dakika olarak belirlenmiştir. Başta belirtilen yönetmelik esaslarına göre bu açıklığa yerleştirilecek yangın durdurucu en az 90 dakika yangına dayanımlı olmalıdır. Bu durumda kalan seçenekler arasından yalnızca boya elenmektedir.

5.3.5 Kullanılacak açıklığın özellikleri

Uygulamada 1,00m x 0,60m ölçüsünde orta boyutlu bir açıklık yalıtılmaya çalışılmaktadır. Bu açıklık için yalnızca harç, panel, yastık ve tuğla kullanılabilmektedir.

İçinden hem tesisat borularının hem de kablo tavasının geçtiği bir açıklık üzerinde çalışılmaktadır. Bu nedenle çok servis girişli bir açıklık tipinden söz edilebilir. Bu tip açıklıklarda kelepçelerin kullanımı mümkün değildir, kelepçelerin içerisinden yalnızca birer plastik boru geçebilmektedir.

Kablo tavası ve dairesel kesitli borulardan kalan boşluk düzensizdir. Bu tip boşluklarda, elde kalan seçenekler arasından yapısal olarak harç ve yastıkların kullanımı oldukça rahatken panel ve tuğlaların boruların şekillerine uygun şekilde kalıplarının alınıp kesilmesi gerekmektedir. Bu pek kolay olmayan bir yöntemdir ve bu uygulamanın yapılması üretimi yavaşlatacaktır. Bu nedenle bu tip bir uygulama örneği için tercih edilmeyeceklerdir. Bu durumda geriye yalnızca harç ve yastık seçenekleri kalır.

Bu açıklık, uygulamanın yapılmasını etkileyecek şekilde ulaşımı zor bir noktada konumlanmamaktadır. Gerek oda içinden, gerek koridordan rahatlıkla ulaşılabilecek bir noktadadır, bu nedenle bu kriter, seçimi etkilemeyecektir.

Uygulama alanı, taşıyıcı olmayan bir duvar üzerinde bulunmaktadır. Yangın durdurucu üzerine herhangi bir yapısal yük binmeyecektir.

5.3.6 Servis tipi

Bu uygulama alanında kullanılan servis tiplerinden elektrik kabloları yangına dayanımlı seçilmediği takdirde ek bir yangın durdurucuyla yalıtılmaları gerekecektir. Büyük açıklıklar kapatıldıktan sonra kabloların büyük açıklığı kapatan yangın durdurucularla birleştiği noktadan itibaren bir miktar yangın durdurucu boya ile spreylenmeleri gereklidir.

Yine benzer bir şekilde plastik borular yangında erişilen yüksek sıcaklıklarda erir. İçerisinde boşluk bulunan boru eridikten sonra yangının geçebileceği yeni bir açıklık ortaya çıkacaktır. Bu tip durumlara karşı yangın durdurucu harç seçilirse plastik boruların etrafına yangın durdurucu kelepçe ya da sargı kullanmak gerekir. Bu vakanın seçenekleri arasında kalan kelepçelerden, biri kullanılabilir. Yangın durdurucu yastıklar ise içlerinde intümesan malzeme bulunduğu için ekstra bir kelepçe ya da sargı uygulamasına ihtiyaç duymazlar, plastik borulardan açılan boşluğu yastıkların içindeki intümesan malzeme sişerek kapatacaktır.

Açıklıktan geçen servislerden metal borular, ısı ile termal genleşme hareketleri yaparlar. Bu nedenle kullanılacak yangın durdurucunun bu hareketleri karşılayabilecek yapıya sahip olması gerekir. Bu uygulama için hem harç, hem de yastıklar, bu tip termal hareketlerle uyumludur dolayısıyla her ikisi de yalıtımsız metal borularla kullanılabilirler.

Ayrıca buradaki seçeneklerden kelepçeler dışında hiç biri herhangi bir malzemeyle etkileşime ya da kimyasal reaksiyona girmemektedir. Dolayısıyla malzeme bazında tüm servis elemanlarıyla kullanılabilirler.Yalnızca kelepçeler metal botularla kullanıma uygun değildirler.

Burada yapılan uygulama kalıcı olduğundan, tekrar sökülme ya da tekrar kullanılma şartı aranmasına gerek yoktur.

Binanın kullanımı süresince sıkça servislerin değiştirilmesini gerektirecek bir mekan olmadığından dolayı yangın durdurucular arasında servis değişim ya da eklemesine izin vermesi koşulu aranmaz.

5.3.7 Ek kriterler

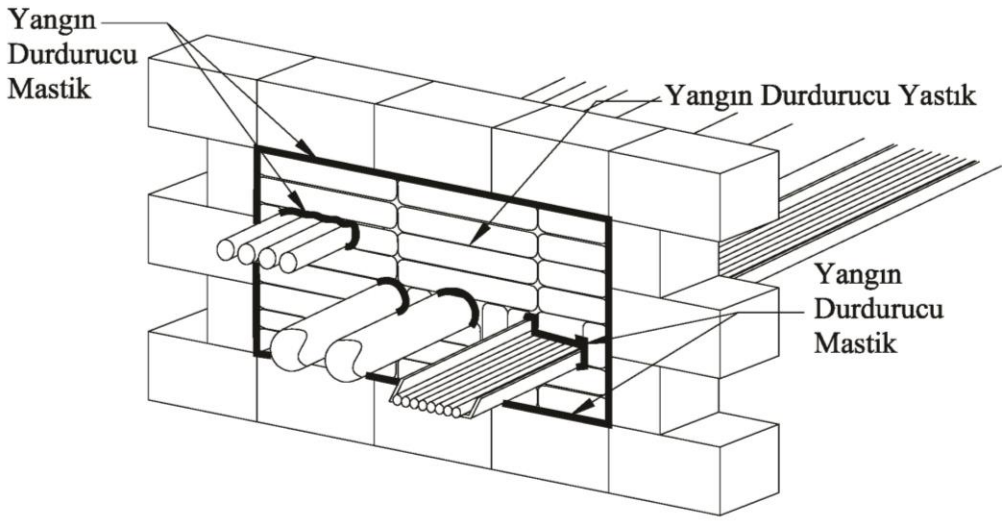
Eğer, seçim şemasının sonunda yangın durdurucular arasında birden fazla ürün kaldıysa, karar verici, ek kriterleri göz önünde bulundururarak bu ürünler arasından eleme yapar. Bu uygulama için seçenekler arasında yalnızca yangın durdurucu harç ve yastık kalmıştır. Burada ek önlem gerekliliği anlamında yastıklar kelepçe kullanımı gerektirmeyerek, daha kolay bir şekilde etrafta kir ya da toza neden olmadan, daha kolay ve kısa sürede uygulancaktır. Bu nedenle yangın durdurucu yastıklar bu alanda yangın yalıtımını sağlayabilmek için, yangın durdurucu harcın önüne geçmektedir. Karar vericinin firmayla ilgili ya da maliyet açısından özel bir tercihi olmaması durumunda, seçilen ürün yangın durdurucu yastık olacaktır.

5.3.8 Kontrol

Seçim işlemi bittikten sonra seçim şeması üzerinden gidilirken uygulama ile ilgili alınmış notlar gözden geçirilmelidir. Özellikle tam yalıtımın sağlanması için birlikte kullanılması gereken ürünler bölümüne özen gösterilmelidir. Bu uygulama için elektrik tavasının ve metal-plastik boruların etrafına tava içerisindeki kabloların aralarına ve yastıkların duvarla kesiştiği noktalara yangın durdurucu mastik uygulanmalıdır. Henüz sıcaklığın çok yükselmediği yangının baş aşamalarında gelişebilecek soğuk duman geçişini önlemek için yangın durdurucu mastik uygulaması çok önemlidir. Çünkü yangının bu aşamasında yeterli sıcaklığa ulaşılmamış olduğundan yastıklar şişmeye başlamazlar. Bu sırada mastik sızıntı açıklıklarından dumanın geçmesini önler. Bununla birlikte yanıcı olma ihtimallerine karşın tava içindeki kabloların üzerine her iki taraftan belli bir kalınlıkta yangın durdurucu boya sıkılması güvenlik seviyesini arttıracaktır.

Açıklığa yangın durdurcu yastıklar yerleştirildikten sonra ek boşuk kalıp kalmadığı incelenmelidir. Eğer daha küçük bir bolşuk kalıyorsa seçim şemasının başına dönülüp bu işlemler yeni küçük açıklık için tekrar uygulanmalıdır

Aşağıda, seçim akış şeması yardımıyla seçilen yangın durdurucuların örnek uygulamada verilen duvar içerisindeki açıklığa yerleştirilmiş hali verilmektedir. (Şekil 5.16).



Şekil 5.16: Seçim akış şeması sonunda seçilen yangın durdurucularla yeniden yangına dayanıklı hale getirilmiş duvar.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Aşağıda, yapılan araştırmalar ve incelemeler sonucunda elde edilen bazı çıkarımlar listelenmekle birlikte, bu çalışmadan yola çıkılarak ileride yapılabilecek çalışmalar ve bu çalışmanın devamı için aşağıda bazı öneriler sıralanmaktadır.

6.1 Yangın Durdurucuların Önemi

Çalışmada, yangının karakteristiği, yayılımı ve pasif yangın dayanımı üzerine yapılan araştırmalarda, yangının yayılmasını önlemede yangın durdurucuların çok önemli bir görev üstlendiği görülmüştür. Küçük bir delik ilk bakışta yangının gelişmesi için önemsiz gibi görünse de yangına dayanımlı bir yapı elemanının üzerindeki bu türden bir açıklık yangın çıkış bölgesinden diğer kompartımanlara yayılım için oldukça etkili olabilmektedir. Böyle bir açıklık hem yangının çıkmış olduğu kompartımana yanmanın devam etmesini sağlayacak oksijenin girmesini, hem de yanmanın olduğu kompartımandan çevre birimlere zehirli yanıcı gaz ve duman çıkışını sağlayarak insanların hayatını tehdit edecektir.

Yangın durdurucuların önemi tüm Dünya'da giderek daha da iyi anlaşılmaya devam etmektedir. Birçok yangınla mücadele derneğinin yangın durduruculara çokça ağırlık vermekte olduğu, internet siteleri ve kitaplar yardımıyla insanları ve profesyonelleri bu konuda bilgilendirmeye çalıştıkları görülmektedir. Türkiye'de ise daha geriden olsa da Avrupa ve Amerika'daki gelişmelerin takip edilmekte olduğu anlaşılmaktadır.

6.2 Yangın Durdurucuların Çeşitliliği ve İlerlemeler

Yangın durduruculara başvurulmasını gerektiren durumların çok değişkenli bir yapıya sahip olması, kullanılabilecek ürünlerin de çok çeşitlenmesine yol açmıştır. Çalışmada, yangın durdurcu ürünler, tanımlanmaları ve anlaşılmalarını kolaylaştırmak için belli kategoriler altında toplanmıştır, bkz. bölüm 4. Bu ürünlerden kimi daha sıklıkla kimi daha nadiren ya da daha özel durumlar için

kullanılmaktadır. Kimi yalnızca kısıtlı bir açıklık boyutu ya da yönünde kullanılırken diğerleri farklı faklı boyut ve koşullara uyarlanabilmektedir. Ayrıca aynı başlık altında toplanan yangın durdurucu ürünler bile büyük bir çeşitlilik gösterebilmektedirler. Bu çeşitlilik yangın durdurucudan beklenebilecek ekstra performansları karşılayabilmek için örneğin yük taşıma dayanımı, su geçirmezlik, üzerinin boyanabilmesi ya da ses geçirmezlik sağlayabilmek için malzemenin kimyasal özelliklerinin değişiklik göstermesi şeklinde olabilmektedir. Diğer taraftan ise aynı işlevi karşılamak için, aynı kategoride sıralanabilecek farklı tipte çözümler de üretilmiş olabileceği görülmüştür. Örneğin bir servis geçişi için genelde uygulanan bir yangın durdurucunun çok daha kolaylıkla uygulanmasını ya da çok daha etkili olmasını sağlayacak farklı görünümde ya da içerikte bir alternatifi bulunabilir. Nitekim, yapılan çalışmalar sonucunda gün geçtikçe yeni ve daha efektif yangın durdurma yöntemlerinin devreye girdiği görülmüştür.

6.3 Yangın Durdurucularla İlgili Testler

Konu, bağlayıcı hükümler açısından incelendiğinde, yangın durdurucu ürünlerin tamamının kendilerinden beklenen görevleri yerine getirmeleri için performanslarının belli standartlar çerçevesinde ölçülmesi gerektiği görülmüştür. Günün koşullarında yangın durdurucuların yangın dayanımlarını ölçmek için Avrupa ve Amerika'da kullanılan standartlar 2'ye ayrılmaktadır. İlki, yangın durdurucunun binada kullanıldığı halinin bütün olarak laboratuvar ortamında test edilebildiği servis geçişleri (penetrasyonlar) ve diğeri, ancak binada kullanılanın bir bölümünün teste tabi tutulabildiği derzler. Bu büyük ayrım dışında yangın durdurucu tipleri için ayrı ayrı belirlenmiş yangın dayanım testleri yoktur ancak yangın durdurucuların zaten tek başlarına değil de sistem halinde test edildiği düşünülürse özel durumlar dışında yangın durdurucu tiplerine göre değil, uygulanma tipine göre farklı test sitemleri gerekebileceği görülmüştür.

Bahsedilen bu derz-servis geçişi ayrımı Avustralya'da kullanılan yangın dayanım testi standardında tek bir başlık altında toplanmıştır. Bu standart, sistemin bakım ve etiketlenmesini de içeren bilgilerle daha da kapsamlı hale getirilmiştir.

Yangın durdurucu ürünlerin test edilmesi için hem Avrupa hem de Amerika'da sistemin bütünlüğünü ve yalıtım özelliklerini koruduğu süreye bakılmaktadır. Eğer sistem yük taşıyıcıysa bunlara ek olarak yük taşıma kapasitesini koruduğu süre de ele

alınmaktadır. Amerika ve Kanada standartlarında bunlara ek olarak yangın durdurucunun yangın sonrası tazyikli su atışından dolayı zarar görüp görmediği de kriterler arasındadır. Bunların dışında isteğe bağlı olarak sistemin su geçirmezliği ve hava geçirmezlik kapasitesi de ölçülmektedir. Aynı zamanda eğer hareketli bir derz açıklığı söz konusuysa, sistem yangın dayanım testine tabi tutulmadan önce mutlaka hareket çevrimine tabi tutularak binadaki kullanımı sırasında yangın durdurucunun performansında düşüş olmadığından emin olunmaya çalışılmaktadır.

6.4 Yangın Durdurucular İçin Seçim Sistemi Oluşturulmasının Nedenleri ve Bu Sisteme İlişkin Önemli Noktalar

Çalışmada, yangın durdurucuların uygulama alanının çeşitliliğinin, çok fazla değişken olmasının, çok fazla yangın durdurcu ürün olmasının yangın durdurucuların seçimini zorlaştırdığı görülmüştür. Bu sorun çerçevesinde konuya çözüm getirmek amacıyla bölüm 5. te belli bir noktada uygulanabilecek yangın durdurucu ürünün seçilebilmesi için bir yöntem önerilmiştir. Yöntemin, konu alanında çalışan değişik kullanıcılarca kolaylıkla uygulanabileceği ve önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Önerilen yöntemde öncelikle uygulama alanında kullanılma ihtimali olan tüm yangın durdurucular belirlenerek bir ürün havuzu oluşturulmuştur. Eş zamanlı olarak uygulama alanının çevresinden başlanarak giderek daralan bir ölçekte binaya, mekana, yapı elemanına, yapı elemanı üzerindeki açıklığa ve buradan geçen servis elemanına ait yangın durdurucu seçimini etkileyecek faktörler sıralanmıştır. Bu faktörleri karşılayamayan yangın durdurucular elendikten sonra elde kalan yangın durdurucu ürünler birden fazlaysa bunların arasından tercih yapılabilmesi için ek kriterler belirlenmiştir. Gelişen teknoloji ile ileriki yıllarda bu kriterlerin üzerine ekleme yapılması ya da seçim sisteminin güncellenmesi gerekeceği açıktır. Ancak bu kadar çok girdinin etkileyeceği bir karar için sistemli ve somut bir adımlar dizisi izlenmelidir. Yangın durdurucu seçimi hayati önem taşıyan bir karardır. Böyle kritik bir seçim yapılırken hiç bir detayın atlanmamış olması ve tüm kriterler somut kanıtlarıyla (standartlara ait testlerin istenen sürelerde başarılı olduğuna dair onay belgeleri ve sertifikalarla) ele alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Önerilen seçim akış şeması takip edilirken bazı adımlarda uygulama sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar ya da seçim yapılırken gözden kaçabilecek bazı detaylar

da tanımlanmıştır. Özellikle uygulamanın yapılacağı sırada tanımlanan bu önemli uyarılar dikkate alınmalıdır. Çünkü tasarım kararları ve ürün seçimleri ne kadar doğru yapılmış olursa olsun, yangın esnasında performansın belirleyicisi, doğru uygulama ve bakımdır

6.5 Yangın Durdurucu Uygulaması Sonrası Kontroller

Yangın durdurucuların, çoğu zaman bir kez yerleştirildikten sonra, üzerleri kaplanmakta ve gizli olarak kalmaktadırlar. Bir yangın durdurucuyu yerleştirildikten sonra teftiş etmek çok zordur [12, s. 23]. Bu nedenle uygulamalar, her zaman sertifikalı, özel eğitimli ustalarca yapılmalı uygulamanın doğruluğu ve performansı, yetkin müfettişlerce E2174−14b ile E 2393-10a standartlarına göre kontrol edilmelidir. "Passive fire protection federation" tarafından yayınlanan "Building Fire protection" yayınında İngiltere ve birleşik krallık sınırlarında kullanılan yönetmelikte sertifikalı yangın durdurucu ürünlerin, bu işle ilgili özel eğitim almış akredite üçüncü şahıslar tarafından uygulanması gerektiği ve başta hedeflenen yangın dayanım performansının elde edildiğinden emin olunması gerektiği belirtilmektedir [9, s. 1]. "Association for Specialist Fire Protection" derneğinin yayınladığı "Red Book" ta ise yerleşimi yapılmış bir yangın durdurucu ürünün; doğru yerde kullanıldığı, tasarımdaki farklılıklara rağmen istenen yangın dayanım performansının yakalandığı, önerilen sistemlerin, son kullanımlarına uygun olduğu, uygulanacak sistemlerin, kullanımlarına uygun test raporları ve değerlendirmelerinin olduğu, bina kullanımı sırasında yönetici olarak görev alacak şahısların, yangın durdurucuları muayene etmek ve bakımlarını yapmak için gerekli olan tüm dokümantasyona sahip olduğunun kontrol edilmesi gerektiği belirtilmiştir [12, s. 25].

Bu bilgiler ışığında, genelde, kullanım sırasında yapılacak rutin kontrollerle eskiyen ya da yıpranan yangın durdurucular üzerinde gerekli tamir işlemleri geciktirilmeden yapılmalıdır. Eskiyen ya da yıprandığı için gerekli performansı gösteremeyen bir yangın durdurucu işlevini yitirmiş olacağından bir yangın durumunda, yangının daha da beslenerek büyümesine neden olabilecektir.

6.6 Sonuç

Sonuç olarak yangın durdurucular, Binaların yangından korunumu için son derece önemli yapı malzemesi ürünleridir. Bu nedenle yangın durdurucu ürünlerin seçimlerinden yerleşimlerine hatta kullanım süreçlerinin sonuna kadar her aşamalarının özenle takip edilmesi gerekmektedir.

6.7 Öneriler

Bu çalışmada yangın durdurucu ürünler için bir seçim şeması verilmektedir. Bu seçim şeması ileriki çalışmalarda geliştirilerek etaplar halinde ilerleyen, etkileşimli bir bilgisayar programı haline getirilerek sektör çalışanlarının çok daha kolay ulaşabileceği ve kullanabileceği bir formata sokulabilir. Bununla birlikte bu seçim şeması örneği üzerinde bazı parametreler değiştirilerek yapı sektöründeki kullanılacak diğer malzemeler için de birer seçim şeması oluşturulabilir. Tüm etapların aynı önem derecesine sahip olmadığı durumlar için ise bir puanlama cetveli de entegre ederek çeşitli yapı malzemeleri içerisinden en verimli ve uygun olanın seçilmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

[1] **TSE** (2012) *Yangın Güvenliği- Terimler ve Tarifler* (TS EN ISO 13943).

[2] **Türkiye, Yangından Korunma Yönetmeliği**. **(2015)). T. C. Resmi Gazete, 29411, 09.07.2015**

[3] **Hilti: Yangın Durdurucu ve Yangın Koruma Sistemleri.** (t.y.). Erişim: 05.2014-07.2015, https://www.hilti.com.tr/#/stage2/cls_firestop_and_fireprotections_systems_foldout/

[4] **3m: Fire Safety Products**. (t.y.). Erişim: 05.2014-07.2015, http://solutions.3m.com/wps/

[5] **Firetherm: Products: Fire Stopping**. (t.y.). Erişim: 10.2014-07.2015, http://www.firetherm.com/productlist.php?ID=19. [Accessed 2014-2015].

[6] **Tremco Commercial Sealants & Waterproofin**g: Firestopping. (t.y.). Erişim: 07.2015, http://www.tremcosealants.com/category/firestopping.aspx

[7] **Nullifire, Tremco illbruck Coatings Limited**, (t.y.). Erişim: 08.2015, http://www.nullifirefirestopping.co.uk/.

[8] **Trafalgar:Passive Fire Protection Systems& Access Solutions** ,(t.y.). Erişim: 08.2015, http://trafalgarfire.com.au/.

[9] **Passive Fire Protection Federation**, (2004, Ekim). Building Fire Protection. *Supplement to Fire Prevention & Fire Egineers Journal.* Erişim Adresi: http://pfpf.org/pdf/supplement/supplement.pdf.

[10] **Aydın, U.** (1994) *Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılık Testleri* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[11] **Becan, A. S.** (1994) *Konutlarda Bina Yangın Güvenliği Sorunlarını Gözeten Mimari Tasarim Kararları İçin Bir Yaklaşım Modeli Araştırması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[12] **Association for Specialist Fire Protection**,(2011, 11 Ekim) *Red Book Fire Stopping: Linear Joint Seals, Penetration Seals & Small Cavity Barriers*, Erişim: 05.03.2014, http://asfp.associationhouse.org.uk/default.php?cmd=210&doc_category=121.

[13] **Özgünler, M.** (2004) *Yangın Kaçış Yollarında Kullanılan Duman Perdelerinin Duman Hareketlerine Etkisinin Belirlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi* (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[14] **Passive Fire Protection Federation**, (2006, Mart).*Fire Stopping of Service Penetrations Part A-General Information Relating to Fire Stopping*

Erişim: 03 12 2014, http://www.pfpa.com.au/docs/buyers%20guides/PFPA_TG_Fire_Stopping_Part_A.pdf?phpMyAdmin=ZlesLyIQHdlTOtrt-8XBatCVvU6.

[15] **Url-1** < http://www.firestopsolutionsireland.com/products.html>, erişim tarihi 14.10.2015.

[16] **Url-2** < http://www.cnofire.com/products/>, erişim tarihi 14.10.2015.

[17] **ASTM**,(2015). *Standard Practice forOn-Site Inspection of Installed Fire Resistive Joint Systems and Perimeter Fire Barriers* (ASTM E2393 − 10a) (Reapproved 2015).

[18] **Url-3** <http://www.pfc-corofil.com/products/view/1742/pfc-corofil-intumescent-pipe-wraps>, erişim tarihi 25.10.2015.

[19] **Url-4** <http://www.euroform.co.uk/versa_seal_what_is.shtml>, erişim tarihi 24.10.2015

[20] **Beceren, K**. (1996) *Kapalı Hacım Yangınlarının Modellenmesi ve Komşu Hacımlara Yangın Geçişinin İncelenmesi* (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[21] **Url-5 <**http://www.csdaustralasia.com.au/onshore/firestop-products/rise-duct-seal/>, erişim tarihi 24.10.2015

[22] **Url-6 <**http://www.kuhn-brandschutz.com/systeme/roku-system-mfs-kombischott/?lang=en>, erişim tarihi 24.10.2015

[23] **Url-7 <**http://mxfire.com/solutions-services/solutions-and-services-for-power-plants/structural-fire-protection/cable-fire-stops/>, erişim tarihi 24.10.2015.

[24] **Url-8 <** http://www.buildings.com/article-details/articleid/5851/title/the-basics-of-passive-fire-protection-.aspx>, erişim tarihi 20.10.2015

[25] **Url-9 <**http://www.cableorganizer.com/>, erişim tarihi 20.10.2015

[26] **Url-10<** http://dengeyapi.com.tr/>, erişim tarihi 24.10.2015

[27] **Url-11<**http://www.astroflame.com/fire-batt.html>, erişim tarihi 24.10.2015

[28] **British Standards Institution**, (1953). *Fire Tests on Building Materials and Structures (BS 476-1).* Erişim: https://0-bsol.bsigroup.com.divit.library.itu.edu.tr/en/BsolHomePage/

[29] **Ellicott, G.,** (2004, Eylül). Fire-stopping and penetration Seals. *Fire Prevention & Fire Engineers Journal. Erişim: 17.10.2015,* http://pfpf.org/pdf/passive_data/fire_stopping.pdf

[30] **British Standards Institution,**(2007, güncelleme: 2009) .*Fire classification of construction products and building elements (BS EN 13501).*

[31] **Türk Standartları Enstitüsü** (2010). *Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması (TS EN 13501).*

[32] **Ecosafene Products Service Co. Ltd, GB 8624 : Fire Test to Building Material- Chinese Standard**, (t.y.). Erişim: 10.10.2015, http://www.ecosafene.com/EN/firetesting/building/224.html.

[33] **British Standards Institution,**(1987). *Fire Tests on Building Materials and Structures-Part 20:Method for Determination of the Fire Resistance of Elements of Construction (General Principles) (BS 476-20).*

[34] **ASTM,** (2014). *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials (ASTM E 119-14).*

[35] **British Standards Institution,**(1987). *Fire tests on building materials and structures - Part 22: Methods for determination of the fire resistance of non-loadbearing elements of construction (BS 476-22).*

[36] **Australia Standards,** (2005), *Methods for fire tests on building materials, components and structures-Part 4: Fire-resistence tests of elements of construction (AS 1530-4)*

[37] **ASTM,** (2015), *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials(ASTM E 84-15a).*

[38] **Underwriters Laboratory,** (10.09.2008). *Standart for Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials (UL 723*). Erişim: 10.10.2015, http://ulstandards.ul.com/standard/?id=723_10

[39] **British Standards Institution,** (2012), *Fire resistance tests Part 1: General Requirements (BS EN 1363-1)*

[40] **British Standards Institution,** (2009), *Fire resistance tests for service installations-Part 3: Penetration seals (BS EN 1366-3)*

[41] **ASTM,** (2013), *Standard Test Method for Fire Tests of Penetration Firestop Systems (ASTM E 814-13a)*

[42] **Underwriters Laboratory,** (10.06.2015). *Standart for Fire Tests of Penetration Firestops (UL 1479)* Erişim: 10.10.2015, http://ulstandards.ul.com/standard/?id=1479_3

[43] **ASTM**, (2015). *Standard Test Method for Fire-Resistive Joint Systems (ASTM 1966-15)*

[44] **British Standards Institution,** (2006, güncelleme :2010). *Fire resistance tests for service installations -Part 4: Linear joint seals (BS EN 1366-4).*

[45] **Underwriters Laboratory,** (26.08.2015). *Standards for Tests for Fire Resistance of Building Joint Systems (UL 2079).* Erişim: 10.10.2015, http://ulstandards.ul.com/standard/?id=2079_4

[46] **The Standards Council of Canada (SCC),** (06.01.2011). Standard Method of Fire Tests of Firestop Systems (CAN/ULC-S115-11). Erişim: 10.10.2015, ttps://www.scc.ca/en/standardsdb/standards/26063

[47] **Türk Standartları Enstitüsü** (2013). *Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması - Bölüm 2: Yangına dayanım deneylerinden elde edilen verilerkullanılarak sınıflandırma (havalandırma tesisatları hariç (TS EN 13501-2)*

[48] **ASTM** (2014). *Standard Practice for On-Site Inspection of Installed Firestops (ASTM E 2174-14b)*

[49] **Url-12**<http://www.fire-security.net/firestopping>, erişim tarihi 25.10.2015

[50] **Url-13**<http://flamesafe.rectorseal.com/products.php>, erişim tarihi 25.10.2015

[51] **Url-14**<http://www.cablinginstall.com/.>, erişim tarihi 25.10.2015

[52] **Url-15**<http://www.cablinginstall.com/>, erişim tarihi 25.10.2015

[53] **Url-16**<http://www.stifirestop.com/products/product-selector/>, erişim tarihi 25.10.2015

[54] **Url-17**<http://xtinguish.co.ke/firestopping/>, erişim tarihi 25.10.2015

[55] **Url-18**<http://www.jastramtechnologies.com/bst/bst-reg-4-brm-intumescent-

collar.htm>, erişim tarihi 25.10.2015

[56] **Url-19**<http://www.avsforum.com/forum/19-dedicated-theater-design-construction/1509173-soundproofing-master-thread-28.html>, erişim tarihi 25.10.2015

[57] **Url-20**< http://www.fcia.org/>, erişim tarihi 24.10.2015

[58] **Url-21**<http://www.fireprotectiononline.co.uk/fire-rated-foam-board/>, erişim tarihi 25.10.2015

[59] **Url-22**<http://www.lorientuk.com/>, erişim tarihi 26.10.2015

[60] **Url-23**<http://www.knaufinsulation.ee/en/suspended-ceilings-0 >, erişim tarihi 26.10.2015

[61] **Url-24**<http://www.ribaproductselector.com/>, erişim tarihi 26.10.2015

[62] **Url-25**<http://rwukvianew.inforce.dk/>, erişim tarihi 26.10.2015

[63] **LEEDuser**, (t.y.), *NC-2009 IEQc4.2: Low-Emitting Materials – Paints and Coatings*. Erişim:19.10.2015, http://www.leeduser.com/credit/nc-2009/ieqc4.2

[64] **Url-26**<http://www.usherinsulations.com/>, erişim tarihi 26.10.2015

[65] **National Fire Protection Association**,(2012), *Building Construction and Safety Code (NFPA 5000).*

[66] **Building Regulations 2000 Approved Document B -Volume 1**"online version,"(2006). Erişim: 20.10.2015, http://www.planningportal.gov.uk/uploads/br/BR_PDF_ADB1_2006.pdf

[67] **Url-26**<http://bst.co.at/register_start.php?reg_id=32>, erişim tarihi 20.10.2015

[68] **Url-27**<http://shealyelectrical.com/take-the-mess-out-of-firestopping/>, erişim tarihi 20.10.2015

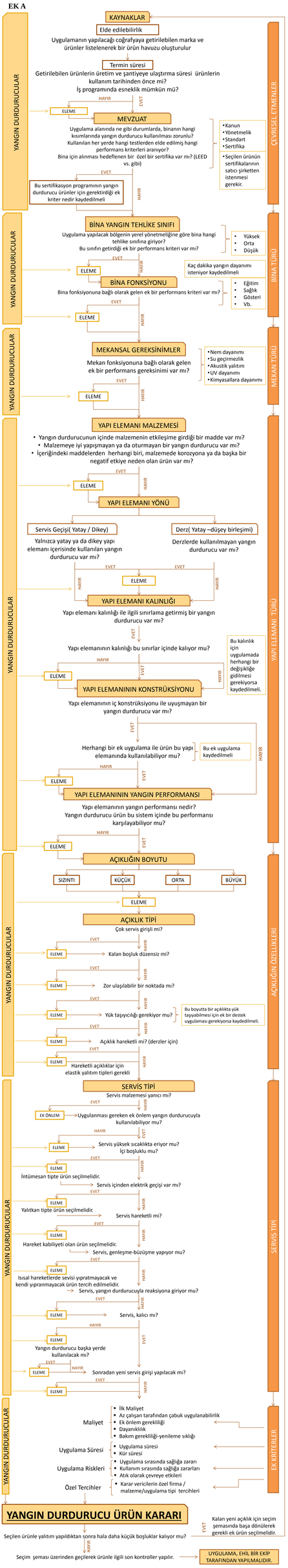
[69] **Url-28**<http://www.fireseal.ie/products/firestopping/>, erişim tarihi 25.10.2015

[70] **Osborn, J.J.,** (01.2002), Chiltern International Fire,*The Timber Research and Development Association (TRADA*). Erişim: 18.10.2015, http://www.trada.co.uk/images/onlinebooks/26150CA0-890B-4F6B-B671-14D594DDECC8/ar01s02.html

EKLER

EK A: Yangın durudurucu ürün seçim akış şeması

EK A



Çizelge A.1: Yangın durdurucu ürün seçim akış şeması

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad **:İdil Tabak**

Doğum Tarihi ve Yeri **: 02.03.1985 - Şişli**

E-posta **:** idilaygunal@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Ortaöğrenim** **:** 2004, Galatasaray Lisesi
- **Lisans** **:** 2009, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yükseklisans** **:** 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Lisansüstü Programı

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Tabak, İ., Arıoğlu, N., Serteser, N. 2015. Yangın Kompartımanlarının Yalıtımında Kullanılacak Yangın Durdurucuların Seçim Yöntemi. İçinde A.Kılıç (Editör): *Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi*, 2015, (ss.72-79) İstanbul. İstanbul:Senk Ajans Reklam Matbaacılık.