

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**YANGINA KARŞI GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE MALZEME
ÖRNEKLERİ**

Berna ÇENGEL KOÇ

UZMANLIK TEZİ

HAZİRAN 2018



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**YANGINA KARŞI GÜNCEL YAKLAŞIMLAR VE MALZEME
ÖRNEKLERİ**

Berna ÇENGEL KOÇ

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı (Kurum)

Y.Mimar Özge ACAR

Tez Danışmanı (Ankara Üniversitesi)

Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN

ETİK BEYAN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Berna ÇENGEL KOÇ
19.06.2018

Yangına Karşı Güncel Yaklaşımlar ve Malzeme Örnekleri

(Uzmanlık Tezi)

Berna ÇENGEL KOÇ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

Haziran 2018

ÖZET

Yangın, yapılar ve dolayısı ile içinde barınanlar için risk taşıyan bir durumdur. Yapıda yangın çıkması ihtimali her zaman var olduğundan gerekli önlemlerin yapım aşamasında ve sonrasında alınması gerekmektedir. Yapılarda yangın güvenlik önlemleri mevzuatlarla sınırlandırılmış olsa da mimari tasarım aşamasından başlayarak, yapı var olduğu sürece kontrol edilmeli ve geliştirilmelidir. Tüm yapılarda, yapım öncesinde pasif yangın güvenlik önlemleri, yapım sonrasında ise mekanik ve otomasyona dayalı aktif yangın güvenlik önlemleri eksiksiz olarak yer almalıdır. Bu çalışma ile tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcılar için yangın riskine dikkat çekerek gerekli önlemlerin alınması hedeflenmiştir. Tez kapsamında, yangın kavramının tanımı ve özellikleri, yangın tehlikesine karşı alınan önlemler ile yangına dayanıklı yapı malzemeleri irdelenmiştir. Yapı tasarımında yangın güvenliğinin asgari standartları belirlenmiştir. Malzeme seçiminin yangın güvenli yapı tasarımında en önemli hususlardan biri olduğu anlaşılmıştır. Son bölümde ulaşılan sonuçlar değerlendirilerek tasarımcılara, uygulayıcı ve kullanıcılar yapılarında yangın güvenliği hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Yangın, yangın güvenliği, yapı malzemesi, yangına dayanım

Sayfa Adedi : 77

Tez Danışmanı : Y. Mimar Özge ACAR (Kurum)
Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN (Ankara Üniversitesi)

The Current Approaches against Fire and Material Examples

(ILBANK Expertise Thesis)

Berna ÇENGEL KO

ILLER BANKASI ANONIM SIRKETI

June 2018

ABSTRACT

Fire is a risky situation for buildings and so for its residents. Since the possibility of a fire always exists in the building, the necessary precautions must be taken during and after the construction. Despite the fire safety precautions in buildings are limited by the legislations, the fire safety of the structure should be checked and improved from the beginning of the architectural project phase and as long as the building exists. In all structures, passive fire safety precautions must be applied before construction and active fire safety precautions based on mechanics and automation must be applied after construction thoroughly. This study aims to draw the attention of designers, implementers and users to the risk of fire and make them take the necessary precautions. Within the scope of this thesis, definition and characteristics of fire concept, precautions against fire danger and fire resistant building materials have been examined. Minimum standards for fire safety have been determined. It is understood that material selection is one of the most important issues in fire safety. The results obtained in the last section were evaluated and recommendations were made to the designers, implementers and users for fire safety.

Key Words : Fire, fire safety, construction material, fire resistance

Page Number : 77

Supervisor : zge ACAR (Corporate)
Assoc. Prof. Arzuhan Burcu GLTEKİN (Ankara University)

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmaları sűrecinde katkılarını esirgemeyen ve grubuna kabul ederek sűrece dahil olmamı sađlayan Do. Dr. Arzuhan Burcu GŪLTEKİN'e, kurum danıŐmanım Y. Mimar Őzge ACAR'a ve destek veren tűm alıŐma arkadaŐlarıma teŐekkűrlerimi sunarım.

Bu çalıŐmanın hazırlanması sűresince birlikte geçireceđimiz deđerli vakitlerinden feragat etmek zorunda kalan kızım Zeynep Bilge KOÇ, ođlum Ali Kađan KOÇ ve eŐim Sadettin KOÇ'a, hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem Nuray ÇENGEL, babam Yusuf ÇENGEL ve kardeŐlerime sonsuz teŐekkűrler.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vi
RESİMLERİN LİSTESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ	1
1. YANGIN KAVRAMI VE KAPSAMI	7
1.1. Yangın Kavramının Tanımı ve Özellikleri.....	8
1.2. Yangının Aşamaları ve Sınıflandırılması	10
1.3. Yangın-Yapı İlişkisi	15
1.4. Binaların Tehlike Sınıflandırması	16
2. YAPILARDA YANGINA KARŞI GÜNCEL YAKLAŞIMLAR	17
2.1. Yapılarda Yangın Güvenliğinin Önemi	18
2.2. Yangına Karşı Pasif Güvenlik Önlemleri.....	19
2.2.1. Yapı tasarımı ölçeğinde önlemler.....	20
2.2.2. Yapı malzemesi ölçeğinde önlemler.....	31
2.3. Yangına Karşı Aktif Güvenlik Önlemleri	32
3. YANGINA KARŞI GÜNCEL YAPI MALZEMESİ ÖRNEKLERİ	37
3.1. Yapı Malzemelerinin Yanıcılık ve Yangına Karşı Dayanım Sınıflandırması.....	37
3.2. Yangın Esnasında Yapı Malzemelerinin Davranışı	40
3.3. Yapının Yangına Dayanımı İçin Önerilen Malzemeler	43
3.2.1. Taşıyıcı sistem için önerilen malzemeler	43
3.2.1. Cephe kaplamaları için önerilen malzemeler	50
3.2.1. İç mekan için önerilen malzemeler.....	53
3.2.2. Çatı kaplamaları için önerilen malzemeler	54
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	67
EK-1 Yapı tehlike sınıflandırmasına göre düşük tehlikeli yerler	68
EK-2 Yapı tehlike sınıflandırmasına göre orta tehlikeli yerler.....	69
EK-3 Yapı tehlike sınıflandırmasına göre yüksek tehlikeli yerler.....	70
EK-4 Kullanıcı yükü katsayı tablosu	71
EK-5 Binalarda en fazla kompartıman alanları	72
EK-6 Yapı elemanlarının yangına dayanım süreleri.....	73
EK-7 Çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları ve birim genişlikleri.....	74
EK-8 Test edilmeye gerek olmaksızın yanıcılık sınıfı A1 olan malzemeler	75
EK-9 Çatı kaplama malzemeleri	61
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Yangın sınıfları ve söndürme yöntemleri	14
Çizelge 1.2. Yangın yükünün mekan sıcaklığına etkisi	15
Çizelge 3.1. TS EN 13501-1 göre yapı malzemeleri yanıcılık sınıfları (Döşeme malzemeleri hariç).....	39
Çizelge 3.2. TS EN 13501-1 göre yapı malzemeleri (döşeme) yanıcılık sınıfları	39
Çizelge 3.3. Yapı malzemelerinin yangına karşı performansları.....	44
Çizelge 3.4. Minimum kalınlıkta beton korumalı kesit verileri.....	46

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Yanma üçgeni	7
Şekil 1.2. Konveksiyon (taşınım) yoluyla ısı iletimi	8
Şekil 1.3. Kondüksiyon (iletim) yoluyla ısı iletimi.....	9
Şekil 1.4. Radyasyon(ışınım) yoluyla ısı iletimi.....	9
Şekil 1.5. Yangının aşamaları	10
Şekil 1.6. Yangının gelişim süreci	11
Şekil 1.7. Yangının gelişim süreci	11
Şekil 1.8. Yangının gelişim süreci	12
Şekil 1.9. Yangının gelişim süreci	12
Şekil 1.10. Yangının gelişim süreci	13
Şekil 1.11. Yanma ürünleri	14
Şekil 2.1. Mimari tasarım öğeleri	17
Şekil 2.2. Yangın güvenlik prensipleri	19
Şekil 2.3. Yangın güvenliğinde blok yerleşimi.....	21
Şekil 2.4. Yangın kaçış merdiveni ve acil durum asansörü	24
Şekil 2.5. Yangın uyarı levhaları	25
Şekil 2.6. Cephelerde yangının yayılma yolları 1	27
Şekil 2.7. Cephelerde yangının yayılma yolları 2.....	28
Şekil 2.8. Cephelerde yangının yayılımı.....	28
Şekil 3.1. Kütleli koruma.....	46
Şekil 3.2. Taşıyıcı elemanın plakalarla kaplanması.....	47
Şekil 3.3. Su dolaşımı ile yalıtım	48
Şekil 3.4. Kompozit döşeme sistemleri.....	49

Şekil	Sayfa
Şekil 3.5. Çift kabuk giydirme cephe sistemleri	52
Şekil 3.6. Yangın durdurucu harç	54
Şekil 3.7. Sandviç panel çatı kaplaması.....	57

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Yangının büyüme hızı.....	10
Resim 2.1 Yapı malzemeleri.....	32
Resim 2.2. Duman kontrol cihazları	34
Resim 3.1. Taşıyıcı sistemin boya ile yangından korunması.....	48
Resim 3.2. Arduvaz.....	55
Resim 3.3. Beton kiremit	56
Resim 3.4. Kiremit çatı örtüsü	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
C	Santigrat
CaO	Kalsiyum oksit
CaOH₂	Kalsiyum hidroksit
CaCO₃	Kalsiyum karbonat
cm	Santimetre
CO	Karbonmonoksit
CO₂	Karbondioksit
kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
m²	Metrekare
mj/m²	Yangın yükü
N	Azot
S	Kükürt
sn	Saniye
Kısaltmalar	Açıklamalar
AET	Avrupa Ekonomik Topluluğu
ASTM	American Society for Testing and Material (Amerikan Test ve Malzeme Topluluğu)
A.Ş.	Anonim Şirketi
BYKHY	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
CE	Conformite European
CPD	Construction Product Directive (İnşaat Ürün Direktifi)
CPR	Construction Product Regulation (İnşaat Ürünleri Yönetmeliği)
DoP	Declaration of Performance (Performans Beyanı)
EC	European Concrete Federation (Avrupa Beton Federasyonu)
EN	Avrupa Standartları (European Norm)
ISO	International Standards Organization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
İZODER	Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği
İLBANK	İller Bankası
TS	Türk Standardı
NFPA	Ulusal Yangın Koruma Derneği (National Fire Protection Association)
SBI	Single Burning Item (Tek Yanan Madde)
TÜYAK	Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
PVC	Polivinil Klorür

GİRİŞ

Problem Durumu

Yangın, insanoğlunun ateş ile tanıştığı andan itibaren hayatımıza giren önemli bir kavramdır. Tarih boyunca yangın tehlikesine karşı çeşitli önlemler geliştirilmeye çalışılmış ve “Yangın Güvenliği” kavramı ortaya çıkmıştır. Yapılaşmanın yaygınlaşması ile yangın etkisi yapı tasarımını etkileyen öğelerden biri olmuştur. Çeşitli sebeplerle ortaya çıkan yangınlar ciddi can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır.

Dünya genelinde ülkeler yangın tehlikesine karşı vatandaşlarının mal ve can güvenliğini koruma görevini üstlenmişlerdir. Bu sebeple çeşitli mevzuatlar oluşturularak yangın öncesinde önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Türkiye’de mevzuat bazında ilk çalışma, 26 Temmuz 2002 tarihinde Bakanlar Kurulunca yürürlüğe konulan “Yapıların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY)”dir. Bu yönetmelik ile tüm yapıların yangınla mücadele için bulundurması gereken asgari ölçütler belirlenmiştir. Süreci içerisinde değişen ve gelişen yapı tasarımı ve teknolojiye uyum sağlayabilmek için 19 Aralık 2007, 9 Eylül 2009 ve 9 Temmuz 2015’te yönetmelikte değişiklikler yapılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Yüksek ve kompleks yapıların hızla çoğaldığı Türkiye’de yangın güvenliği kavramının önemi son dönemlerde anlaşılmıştır. Aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleriyle yapılarda yangın güvenliği sağlanmaya çalışılmaktadır. Günümüz yapılarında estetik, fonksiyonellik, ekonomi ve sürdürülebilirlik kadar yangın güvenliği de önem teşkil etmektedir. Bu çalışma ile yapılarda yangın riskine dikkat çekerek proje kontrollüğü ve tasarım yapan mimarların, yangın konusunda gereken önlemleri projelendirme aşamasında alması gerektiğinin ve bu husustaki sorumluluklarının vurgulanması amaçlanmıştır.

Araştırmanın Önemi

Gelişen ve değişen dünya koşulları yapılaşma konusunda büyük değişimlere sebep olmaktadır. Yapıların yangın güvenliğinin sağlanması için tasarımcılara önemli görevler düşmektedir. Yapılan çalışmalar, alınan pasif yangın güvenlik önlemlerinin (tasarım, malzeme seçimi vb.) yangını önlemede ve yangın hasarlarını azaltmada oldukça etkili

olduğunu göstermektedir. Bu sebeple pasif yangın güvenlik önlemleri konusunda çalışmaların artması ve bilimsel boyutlara taşınabilmesi için Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı (TÜYAK), Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Çevre Şehircilik Bakanlığı, Belediyeler gibi ilgili kuruluşların gereken maddi desteği sağlaması gerekmektedir. Bu çalışma, İller Bankası A.Ş.'nin projesine ve yapımına katkıda bulunduğu her türlü yapı için yangın güvenliği kavramının göz önünde bulundurulması, ilgili personelin bilinçlendirilmesi ve konu hakkında farkındalık yaratılması bakımından önem arz etmektedir.

Sınırlılıklar ve Kapsam

İller Bankası A Ş'nin son dönemlerde, arsa satışı gelir paylaşımı işleri, kendisi ve diğer kurumlar için ürettiği ofis yapıları, yurt ve okul yapıları ile karma kullanımlı ve/veya yüksek yapı niteliğindeki yapıların proje ve yapımında rol alması bu çalışmanın ortaya çıkmasında önemli bir etken olmuştur. Bu bağlamda bu tez çalışması, yangın kavramı, yangın için alınan önlemler ve yangına dayanıklı malzeme konuları ile sınırlandırılmıştır.

Bu tez çalışması; özet, giriş, sonuç ve kaynakça bölümlerinin dışında üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; yangın kavramı ve kapsamı tanımlanmıştır. Bu bölümün alt başlıklarında ise yangın kavramının tanımı ve özellikleri, yangının aşamaları ve sınıflandırılması ile yangın yapı ilişkisi hakkındaki bilgilere yer verilmiştir.

İkinci bölümde; günümüzde yangın riskine karşı alınan güvenlik önlemleri açıklanmıştır. Yapılarda yangın güvenliğinin önemi, yangına karşı alınan aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleri irdelenmiştir.

Üçüncü bölümde; yangına dayanıklı yapı malzemeleri ele alınmıştır. Yapı malzemelerinin yanıcılık ve yangına dayanım sınıflandırması, yangın anında yapı malzemelerinin davranışı, yapının taşıyıcı sistem, cephe kaplaması, iç mekan ve çatı kaplamaları için önerilen yangına dayanıklı malzemeler incelenmiştir.

Sonuç ve öneriler bölümünde; yapılan çalışmadan elde edilen çıkarımlar doğrultusunda yapılarda yangın güvenliğinin sağlanması bağlamında tasarım ve malzeme seçimiyle ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Yöntem

Konu hakkında kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Yangın kavramı ve yangın güvenliği ile ilgili bilgiler için bilimsel makale, tez ve kitaplar araştırılmış, TÜYAK gibi vakıfların yayınları incelenmiştir. Malzeme ile ilgili bölümler TSE'ye ait belgeler ile firmaların web sayfalarından elde edilen ürün tanıtım bilgileri derlenerek oluşturulmuştur.

Önceki Çalışmalar

Peacock,R.D.,Reneke,P.A., Bukowski,R.W ve Babrauskas,V., tarafından yapılan “Yangın riski hesabında flashover tanımı” çalışmasında performansa dayalı olarak malzemelerin yangındaki davranışları ve flashover oluşumu, daha önce yapılmış olan deneysel araştırmaların bulguları taranarak, değerlendirilmekte ve flashover tahmininde kullanılan yangın modellerinin karşılaştırması yapılmaktadır.

Chow, Han ve Du'nun yaptığı “Flashover anında farklı yanıcı maddelerin ani tutuşması ile gaz haline gelmiş yanıcı maddelerin arasında oluşan köprü” konulu çalışmada bir kompartman yangın deneyi ile farklı tutuşma sıcaklıklarına sahip yanıcı maddelerin neden flashover anında aynı tutuşma sıcaklığına sahipmiş gibi görünmeleri açıklanmaktadır. Flashover oluşumunu, farklı malzemeler (ahşap, PVC gibi) kullanılarak deneye dayalı karşılaştırmalı bir yöntemle açıklamaktadır.

Milke, J., Kodur, V. ve Marrion, C., “Yapılarda yangın güvenliğine genel bir bakış” isimli çalışmalarında malzemelerin yangın karşısındaki davranışlarını incelemiştir. Araştırmada; yangın güvenliği Amerika'da yapı malzemelerinin standart yangın test yöntemlerinin gelişimi ve bu standartların hükme dayalı zorunluluktan performansa dayalı zorunluluklara dönüştürülmesi süreci değerlendirilmiştir. Dünya Ticaret Merkezi yapısının strüktür bazında yangına dayanım durumunun incelenmiştir.

Hakkainen, T. ve Oksanen, T., “Ahşap cephelerde yangın güvenliği” isimli projelerinde ahşap taşıyıcı sistemi ahşap olan çok katlı konutlardaki yangın güvenliği ve ahşap cephelerin yangın sırasındaki davranışlarını ele almışlardır. Farklı koşullar ve senaryolar oluşturarak farklı sonuçlara ulaştıkları deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Troitzsch, J.H., “Yangın testinin evrenselleştirilmesi, polimer ve alev geciktiricileri üzerindeki etkisi” isimli araştırmasında; Avrupa yangın sınıflarının uyumlaştırılmasını, yangın testlerinin mevcut durumlarını ele almaktadır. Araştırmada, Avrupa standartlarına göre malzeme sınıflarından sadece CE işaretli olanların Avrupa’da serbest dolaşım hakkının olduğu, SBI (Single Burning Item Test) ve tek alev başlığıyla test yöntemlerinin termoplastik ürünlerin yangın sınıflarının oluşturulmasında temel değişikliklere neden olacağı anlatılmaktadır.

NFPA (National Fire Protection Association) ve ASTM (Amerikan Society for Testing and Material), pasif yangın güvenlik önlemleri kapsamında yer alan malzemelerin yangın dayanımı konusunda en geniş çaptaki araştırmalarda söz sahibidir.

Avrupa Birliği tarafından Yapı Malzemeleri Direktifi (Construction Product Directive-CPD) yayımlanarak Avrupa Birliğine üye ülkeler arasındaki malzeme farklılıklarını ortadan kaldırarak serbest dolaşım sağlanması hedeflenmiştir.

Lamont, S., Lane, B., Flint, G. ve Usmani, A., tarafından gerçekleştirilen “Strüktürün yangındaki davranışı ve gerçek bir tasarım örneği” isimli makalede; Londra’da 11 katlı bir ofis yapısının çelik ve betondan oluşan kompozit taşıyıcı sisteminin yangına dayanımı, farklı değişkenlere göre karşılaştırmalı olarak ve bir bilgisayar programı yardımıyla ölçülerek değerlendirilmektedir. Hükme dayalı kurallara göre imal edilmiş çelik taşıyıcı sistem ile performans dayalı ölçütlere göre tasarlanarak yangın önlemi alınmadan biçimlendirilen taşıyıcı sistemin dayanımı ölçülmüş ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Han, L. H., You-Fu Yang, Y. F. ve Lei XU, L.,’nin yaptığı deneysel araştırmada içi beton ile doldurulmuş farklı boyutlardaki çelik kolonların sıcaklık karşısındaki davranışları gözlemlenmiştir. Önce korunumsuz olarak yangına maruz bırakılmış, daha sonra yangın korunumu sağlanarak deney tekrarlanmıştır. Sonuç olarak korunumlu kolonların yangına daha uzun süre dayandıkları görülmüştür.

Lennon, T. ve Moore, D.’nin yaptığı “Doğal yangın güvenlik kavramı ve Cardington’da tam ölçekli testler” konulu araştırmanın amacı; gerçek ölçülerde bir kompartıman yangın deneyinde, alevlenme sonrasında mekan içerisinde durum tespiti yaparak, elde edilen verilerin doğal yangın durumu için geçerli olduğu ifade edilmiştir.

Avrupa Birliği Araştırma Programı işbirliği ile İngiltere Cardington’da yapılan araştırma 8 adet tam ölçekli deneyi içermektedir.

Benntts, I. D ve Thomas, I. R. tarafından yapılan “Yangın koşulları altında olan çelik strüktürlerin tasarımı” adlı deneysel araştırmada çelik strüktürlerin yangına dayanımı ile ilgili son gelişmeler ve araştırmalar ele alınarak, yeni deneylerle yeni veriler elde edilmiştir.

Wang, Y. C., “Çelik-beton kompozit strüktürlerin yangındaki performansları” konulu çalışmasında, güncel olan araştırmaları incelemiş ve döşeme sistemleri, kolonlar ve birleşim noktaları gibi kompozit strüktürlerle ilgili üç temel bölüm üzerinde durmuştur.

Türkiye’de yangın konusunda son yıllarda bir takım çalışmalar yapılmış ancak teknik yetersizlikler sebebiyle yapılan çalışmalar, araştırma ve derlemenin ötesine geçememiştir.

Demirel, F. ve Özkan, S., “Çelik yapı bileşenleri ve yangın güvenlik önlemleri” konulu makalelerinde; yangının çelik yapıyı oluşturan unsurlar üzerindeki etkilerini araştırarak, çelik yapılarda başvurulan pasif yangın güvenlik önlemlerini irdelemişlerdir..

Demirel, F. ve Altıntaş. S., farklı zamanlarda yaptıkları “Yapı elemanlarının yangına dayanım performanslarının Avrupa Birliği direktiflerine göre sınıflandırılması ve konunun Türkiye-Avrupa genelinde irdelenmesi” , “Yapı malzemelerinin Avrupa yangına tepki sınıfları, konunun Türkiye-Avrupa genelinde irdelenmesi ve Ulusal sınıfların yeni Avrupa sınıflarına uyarlanması”, “ Yapılarda yapısal yangına direncin sağlanması bağlamında ülke mevzuatlarının incelenmesi” ve “Çatı ve çatı kaplamalarının dış yangın performanslarının Avrupa Birliği direktiflerine göre sınıflandırılması ve konunun Türkiye-Avrupa genelinde irdelenmesi” adlı çalışmalar, Türkiye’de konu üzerinde yapılan az sayıdaki çalışmalardandır ve yangın güvenliği konusunda önemli katkılar sağlamışlardır

Türkiye’de yürürlükte olan BYKHY ve diğer uluslararası yönetmelikler, İngiltere’de kullanılan yönetmelik ve NFPA referans alınarak oluşturulmuş çalışmalardır. Yapı malzemelerinin yangın karşısındaki performansları ile ilgili bilimsel çalışmalar, teknik olanakların kısıtlı olması ve yeterli bütçe ayrılmaması sebebiyle yapılmaktadır.

1. YANGIN KAVRAMI VE KAPSAMI

Gelişen teknoloji sebebiyle yangın kavramı her geçen gün daha fazla hayatımıza girmektedir. Yapı çeşitliği, artan yakıt ve elektrik tüketimi, ihmal, dikkatsizlik ve sabotaj gibi sebeplerle yangın olayları sıkça karşımıza çıkmaktadır. Yangın kavramını açıklayabilmek için öncelikle yangını oluşturan ısı, sıcaklık ve yanma terimlerini açıklamak gerekir.

Isı, bir maddenin bütün moleküllerinin sahip olduğu hareket enerjisi toplamıdır. Birimi kaloridir. 1 gr suyun sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli olan enerji miktarı olarak da tanımlanır (Aktaran:Arpacıoğlu, 2004:3).

Sıcaklık, bir maddenin ortalama hızda bulunan bir molekülünün sahip olduğu hareket enerjisidir. Türkiye’de sıcaklık Celsius termometresi ile derecelendirilir (Eriç, M., 1976).

Yanma, yanabilir bir malzemenin bir oksitleyici ile birlikte, genellikle duman yayılması ve/veya kızıl parıltılar ve/veya alevlerle birlikte ortaya çıkan ekzotermik bir tepkimedir (Anonim,1976).

Bir yanma olayının gerçekleşebilmesi için yanıcı bir maddenin sıcaklık eşliğinde oksijenle tepkimeye girmesi gereklidir. Şekil 1.1.’de görüldüğü gibi yanıcı madde, oksijen ve sıcaklık bileşenleri “yanma üçgeni”ni oluştururlar (Yavuz, G., 1997) .



Şekil 1.1. Yanma üçgeni (İnternet 1)

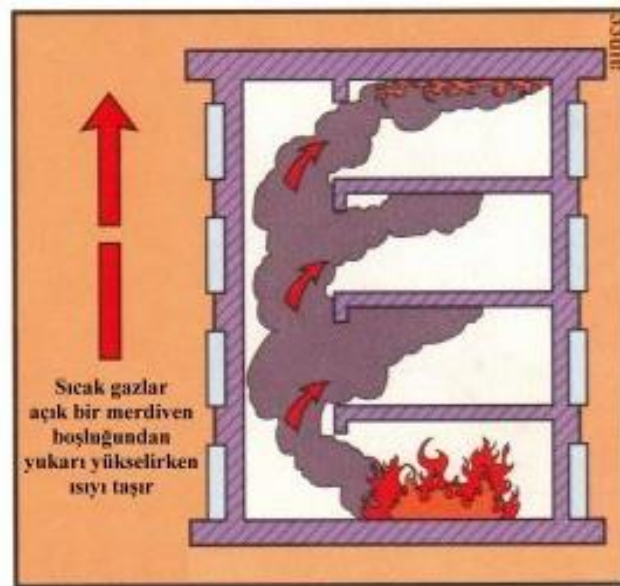
Yanma olayının büyüklüğü açığa çıkan ısı miktarı ile ölçülür. Açığa çıkan ısıya bağlı olarak ortamda bir parlama gözlemlenmiyorsa, için için yanma olayı gerçekleşmektedir. Sıcaklık 500 °C'yi geçtiğinde parlama olayı meydana gelir. (Arpacioğlu, 2004:4) Yanma reaksiyonu dört farklı şekilde gerçekleşir. Bunlar, yavaş yanma, hızlı yanma, için için yanma, patlama ve parlama şeklinde yanmadır.

1.1. Yangın Kavramının Tanımı ve Özellikleri

Yangın, yanabilen maddelerin çevresine farklı miktarlarda ısı ve ışık yayarak, kontrolsüz şekilde yanması olarak tanımlanmaktadır (Korkut, 1997). Yanma reaksiyonu, önlenemediği durumlarda kontrolden çıkarak yangına hatta doğal afet sayılabilecek çevresel felaketlere dönüşebilir. Yangın esnasında ısı üç şekilde transfer edilir. Bunlar, konveksiyon (taşınım), kondüksiyon (iletim) ve radyasyon(ışınım) 'dır.

Konveksiyon (taşınım)

Akışkan hareketi ile enerji taşınmasına konveksiyon adı verilmektedir. Bir sıvı veya gazın bulunduğu ortamlarda akışkan hareketi ile ısı enerjisi bir bölgeden diğer bir bölgeye sıcaklık farkından dolayı aktarılmaktadır (Şekil 1.2). Akışkanlar, katı maddelerle tecrit edildiklerinden, konveksiyon, bir yüzey ile akışkan madde arasındaki enerji transferinde en etkili yoldur (Aktaran: Arpacioğlu, 2004:6).



Şekil 1.2. Konveksiyon (taşınım) yoluyla ısı iletimi (İnternet 2)

Kondüksiyon (iletim)

Kondüksiyon alevin doğrudan teması ya da katı cisimlerin bir yangın bölgesinde oluşan yüksek ısıyı yanmamış bir bölgeye taşımasıdır. Bu tip yangının yayılmasına neden olan, maddenin ısı iletkenlik özelliğidir (Aktaran: Özkan, E., 2002: 5) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Kondüksiyon (iletim) yoluyla ısı iletimi (İnternet 2)

Radyasyon(ışınım)

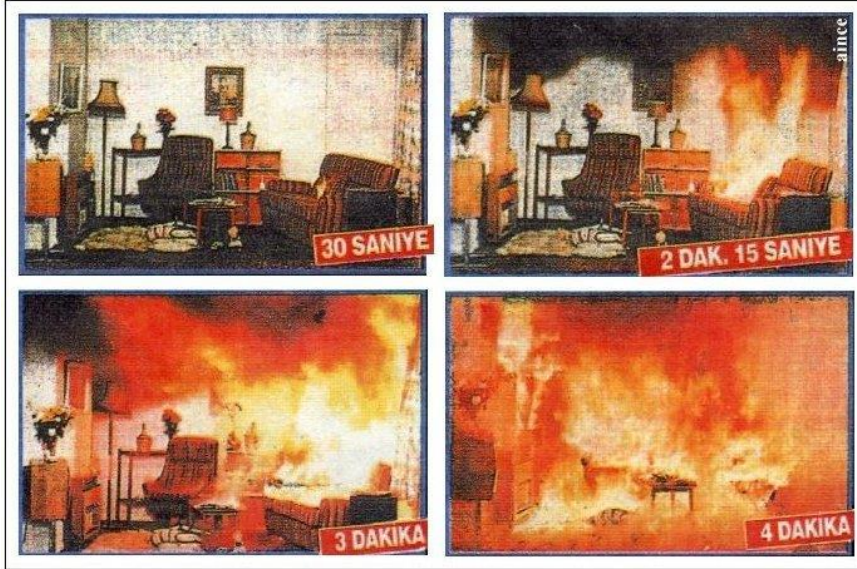
Isıl radyasyon santimetrekareye saniyede isabet eden ısı akışıdır. Radyasyon yolu ile transfer olan enerji, iki cismin arasındaki mesafeye ve sıcaklık farkına bağlıdır (Aktaran: Özkan, 2002:6). Yangının ışıınım yoluyla yayılmaması için çevre yapı yüzeylerinin soğutulması gereklidir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Radyasyon(ışıınım) yoluyla ısı iletimi (İnternet 2)

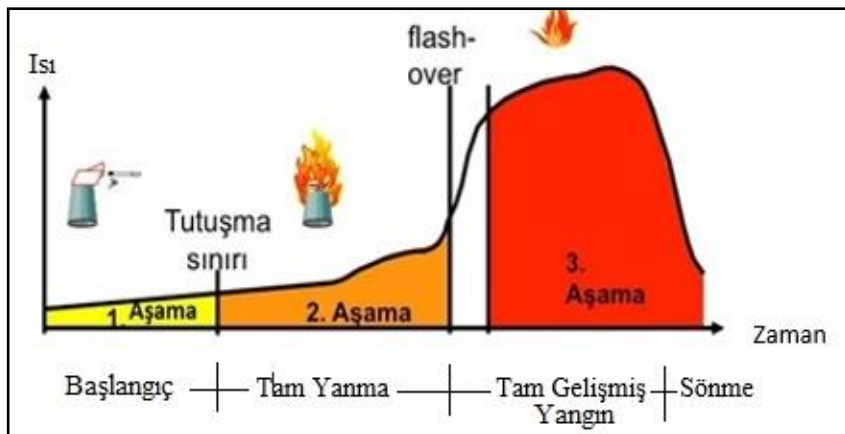
1.2. Yangının Aşamaları ve Sınıflandırılması

Yangın, başlangıç anından itibaren zaman içerisinde hızla değişen bir süreç yaşar. Yangın olgusu çok hızlı bir değişim gösterdiğinden ilk dakikalar çok önemlidir, çünkü yangın ilk 5 dakika içinde 500 °C'nin üzerine çıkmaktadır (Ballı, 2010:7) (Resim1.1).



Resim 1.1. Yangının büyüme hızı (İnternet 2)

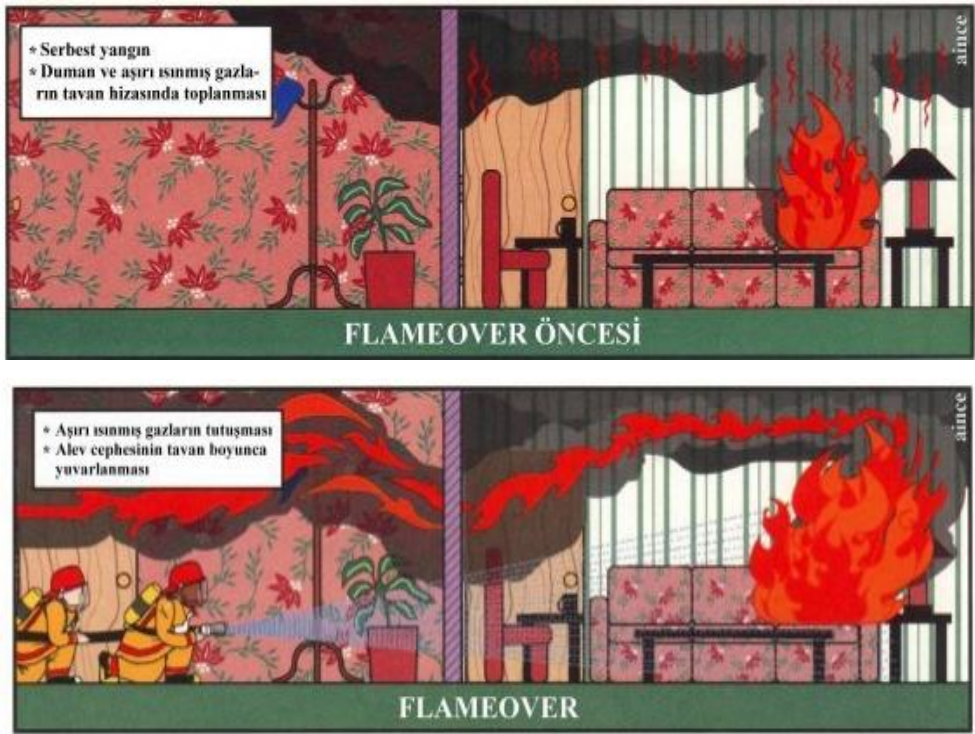
Yangının gelişimi başlangıç, tam yanma ve sönme olarak üç temel aşamada ele alınır (Şekil 1.5). Başlangıç evresi alevlenmeye kadar olan süreçtir ve yoğun duman çıkışı gözlemlenir. Ortam yeterli ısıya ulaşmadığından tam olarak yanma olayı gerçekleşmez (Şekil 1.6). Alevlenmenin ilk görüldüğü anda kısa süreli flame-over (alev dili) şeklinde yanma yaşanır (Aktaran:Arpacıoğlu,2004:11) (Şekil 1.7).



Şekil 1.5. Yangının aşamaları (internet 3)



Şekil 1.6. Yangının gelişim süreci (İnternet 2)



Şekil 1.7. Yangının gelişim süreci (İnternet 2)

Tam yanma evresinde ortamda yer alan tüm nesnelere ışımaya sebebiyle tutuşma sıcaklığına ulaştığından ani yanma (flashover) durumu yaşanır. Isı hızla yükselmekte ve yayılmakta olduğundan yanıcı tüm maddeler tutuşur (Şekil 1.8). Yapı hasarlarının oluştuğu evre tam yanma evresidir. Sönme evresinde yanıcı maddelerin ve oksijenin azalmasına bağlı olarak ısı miktarı azalmaya ve alevlerin boyu kısalmaya başlar (Aktaran: Arpacioğlu, 2004:13).

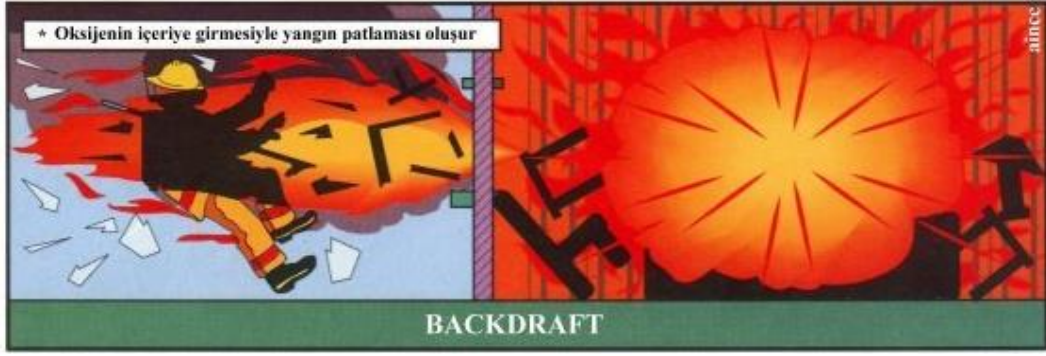


Şekil 1.8.Yangının gelişim süreci (İnternet 2)

Alevler görünür şekilde olmasa bile yeterli soğutma yapılmamış ise yanma devam ettiğinden yapı hasar görmeye ve ortamda zehirli gazlar oluşmaya devam eder (Şekil 1.9). Sıcak tütme denilen bu aşamada ortamın kontrolsüz şekilde oksijenle buluşması biriken gazlardan dolayı patlamaya (backdraft) sebep olur (Şekil 1.10) (internet 6).



Şekil 1.9.Yangının gelişim süreci (İnternet 2)






Şekil 1.10. Yangının gelişim süreci (İnternet 2)

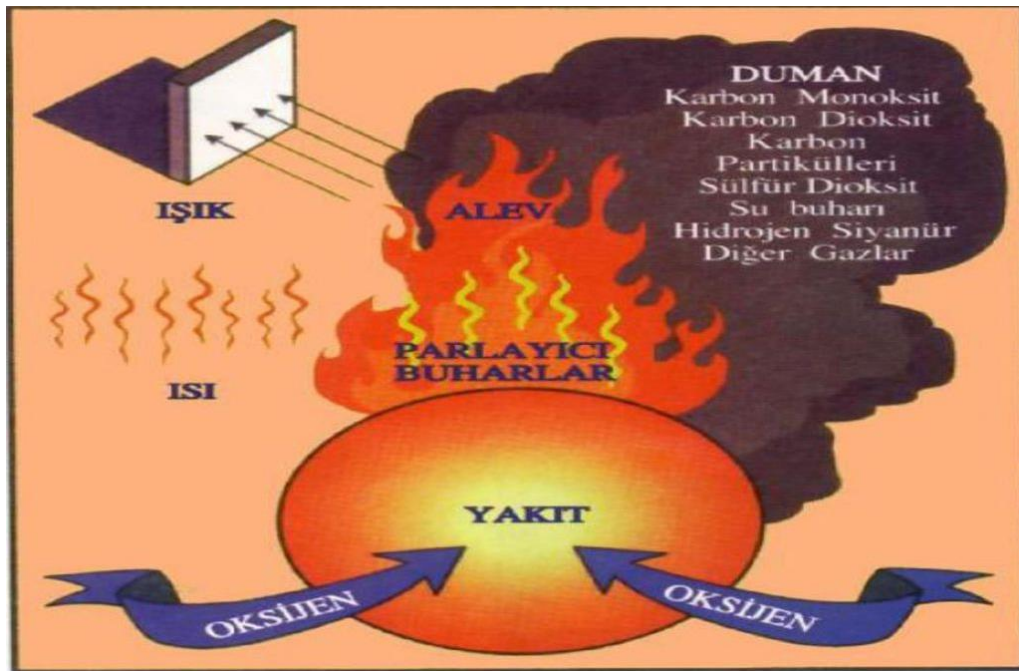
Maddelerin tutuşma hızları, sıcaklığın yanı sıra maddenin kimyasal özelliklerine göre farklılık gösterir. Yanıcı maddenin katı, sıvı veya gaz oluşu, saflık derecesi ve oksijenle tepkime hızı yanmanın hızını etkileyen faktörlerdir. Gaz halindeki maddeler (doğalgaz vb.) sıvı (benzin, tiner vb.) ve katı (odun, kömür vb.) maddelere göre daha hızlı yanma eğilimindedirler.

Yangınlar genel olarak yanan maddenin niteliğine göre dört sınıfa ayrılmaktadırlar (Çizelge 1.1). A sınıfı yangınlarda yanıcı madde katı maddelerdir (odun, kömür vb.). Su ile soğutma yaparak söndürülebilirler. B sınıfı yangınlarda etken madde yanıcı sıvılardır (benzin, mazot vb.). Kuru toz, kimyasal köpük, CO₂ kullanılarak boğma (oksijensiz bırakma) yapılarak söndürülür. C sınıfı yangınlar yanabilen gazların (hava gazı, hidrojen vb.) yanması sonucu oluşan yangınlardır. Söndürmek için kuru toz, kimyasal buhar oluşturan sıvılar ve CO₂ kullanılır. D sınıfı yangınlar yanma özelliği olan metal alaşım (magnezyum, sodyum vb.) ve radyoaktif maddelerin yanıcı madde olduğu yangınlardır. Kuru toz ve özel kimyasal maddeler kullanılarak söndürülür (BYKHY, 2007: Madde 4vv). Elektrik yangınları ayrı bir kategoride ele alınmaktadır. Söndürmek için kuru kimyasal toz ve CO₂ kullanılır.

Çizelge 1.1. Yangın sınıfları ve söndürme yöntemleri (İnternet 4)

YANGIN TÜRÜ	Kullanılan Söndürücü	Söndürme Yöntemi
 Normal (katı) A	Su Köpük Kuru kimyasal	Soğutma,yanmayı engelleme
 Yanıcı Sıvılar B	Köpük CO ₂ Kuru kimya HALON	Engelleme,boğma,soğutma
 Gaz C	ABC ve BC tozlu, CO ₂ ve halon gazlı söndürücü	Engelleme
 Metaller D	Sadece D tozlu söndürücü	Soğutma,boğma

Yangın esnasında, ortama yüksek derecede ısının yanı sıra, duman ve yanan maddelerin salgıladığı zehirli gazlar yayılır (Şekil 1.11). Yüksek ısı, ciltte farklı derecelerde yanıklara sebep olabilir hatta ölümlle sonuçlanan durumlara yol açabilir. Duman CO, CO₂, S, N ve su buharı gibi maddeleri içerir. Canlı üzerinde fiziksel hasarlara sebep olurken görüş mesafesini azalttığı için ortamdaki uzaklaşma ve kurtarma ekibinin olay yerine ulaşma durumunu zorlaştırmaktadır. Yanan maddenin kimyasal özelliklerine göre çeşitli zehirli gazlar ortama yayılmaktadır ve solunması durumunda ölümlle sonuçlanan durumlara yol açmaktadır.



Şekil 1.11. Yanma ürünleri (Aktaran:Ballı, 2010:8)

1.3. Yangın-Yapı İlişkisi

Yapılarda yangın oluşumuna sebep olan faktörler, yangın esnasında yapının tahliyesine yönelik çözümlerin varlığı veya yokluğu, yapıda kullanılan her türlü malzeme ve yapının kullanım amacı, yangın karşısında yapının hassasiyet faktörlerini ve yapının yangın güvenliğini ortaya koymaktadır.

Yapıların yangına ne derece duyarlı olduklarının bilinmesi önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapıların yangına duyarlılığı hususunda iki kavram ile karşılaşılmaktadır. Bu kavramlar; yangın yükü ve özgül yangın yükü kavramlarıdır (Arpacıoğlu, 2004: 30).

Yangın yükü, bir yapı bölümünün içinde bulunan yanıcı maddelerin kütleleri ile alt ısı değerleri çarpımları toplamının, plandaki toplam alana bölünmesi ile elde edilen ve MJ/m^2 olarak ifade edilen büyüklüktür (Arpacıoğlu, 2004: 30).

Özgül yangın yükü, yangın yükününün döşeme alanına bölünmesi ile elde edilen değerdir. Yapıda bulunan tüm yanabilen malzemenin yanma ısısının, yapının tüm alanına eş değerde ahşap miktarına bölünmesi ile bulunabilir (Arpacıoğlu, 2004: 32). Yangın yükü veya özgül yangın yükü değeri düşük olan bir yapı, yangın karşısında daha dirençlidir ve ortama daha az ısı yayılacağından hasar oranı da düşük olacaktır. Yangın yükü değeri yapıda olası bir yangının süresinin hesaplanabilmesi için önemli bir veridir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Yangın yükünün mekan sıcaklığına etkisi (Becan,A.S.,1994)

Yangın Yükü	Mekandaki azami sıcaklık
250 MJ/m ²	420 0°C
335 MJ/m ²	550 0°C
420 MJ/m ²	730 0°C
500 MJ/m ²	920 0°C
670 MJ/m ²	985 0°C
1000 MJ/m ²	1130 0°C

Yapıların yangın yükleri olası bir yangının şiddetini bir ölçüde sınırlasa da, yapı yangınlarının süre ve yayılma hızları daha genel olarak yangın alanındaki beş değişkene bağlıdır. Söz konusu değişkenler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Üzümeri, 1999).

- Yangın yükü,
- Yanıcı maddelerin dağılım şekli,
- Mahallerin büyüklüğü,
- Cephe çözümleri (açıklıkların alan ve şekilleri),
- Duvar ve tavanların ısı yalıtım dereceleri.

Yapının geometrisi, plan çözümü, kullanım amacı, cephe tasarımı yangının büyüme hızına etki eden faktörlerdir. Düz bir cepheye sahip olan yüksek yapılarda yangın yayılma hızı diğerlerine oranla daha yüksektir. Yapının karmaşık bir geometriye sahip olması kaçış yollarının planlanması ve algılanması açısından olumsuz bir durumdur.

1.4. Yapıların Tehlike Sınıflandırması

Yapının yapısal özellikleri ve kullanım amacı yapının ait olduğu tehlike sınıfını belirler. Birden çok işlevi bulunan yapılarda en tehlikeli işlev ne ise yapının tehlike sınıfı ona göre belirlenir ve tehlike sınıfına uygun olarak su ve pompa kapasitesi seçilir. Yapı tehlike sınıfları aşağıda sıralanmıştır. Ayrıca yapı tehlike sınıflarını gösteren çizelgeler Ek1, Ek 2 ve Ek 3'te yer almaktadır.

- Düşük tehlikeli yerler
- Orta tehlikeli yerler
- Yüksek tehlikeli yerler

2. BİNALARDA YANGINA KARŞI GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Teknolojinin gelişmesi, yaşam koşullarının değişmesi ve şehirlerde yapı yapılacak alanların giderek azalması, yapılaşma koşullarının değişmesine yüksek ve karmaşık yapıların artmasına sebep olmuştur. Bu durum yapı tasarımında tasarımcının göz önünde bulundurması gereken öğelerin sayıca artmasını ve öncelik sırasının değişmesini sağlamıştır (Şekil 2.1). Geçmişte yangın güvenliği, mimari tasarımı sınırlayıcı bir unsur olarak görülürken günümüz koşullarında artan enerji ihtiyacı, dikkatsizlik, sabotaj, doğal afet vb. sebepler yangın güvenliğini, tasarımın vazgeçilemez öğelerinden biri haline getirmiştir.



Şekil 2.1. Mimari tasarım öğeleri (Park, 2014:6)

Yangın tehlikesinin önlenmesi, algılanması, yangın esnasında yapının tahliye edilmesi, yangının kontrol altına alınması ve söndürülmesi, bir dizi tasarımsal ölçütün oluşturulmasını ve teknolojik sistemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Amaç en üst seviyede can ve mal güvenliğinin sağlanmasıdır.

Yapılarda yangın riskinin artması dünyada ve Türkiye’de bu konu üzerine çalışan kurum ve kuruluşların artmasına “yangın mühendisliği” gibi disiplinlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu bölümde yangın güvenliği kapsamında ele alınan konular “aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleri” olarak iki alt başlık altında ele alınmıştır.

Yangın güvenliğinde son dönemlerde yaşanan gelişmelerden biri de Avrupa'da ortak standartlarda malzeme kullanımına yönelik olarak yayınlanan Yapı Malzemeleri Tüzüğüdür(CPR). Performans özelliklerinin belgelenmesine dayanan bu sistemde mevzuatlarda önerilen yanıcılık sınıflarına ait malzemeler yetkili kurumlarca belgelenecek kullanılabilir. Bu da tüm Avrupa ülkelerinde malzeme konusunda ortak bir dil oluşmasına olanak sağlamaktadır.

Teknolojik gelişmeler ve şehirleşmenin artması şehirleşme kültürünü değiştirmektedir. Son dönemlerde karşılaştığımız uzaktan algılama sistemleri ve Türkiye'de de gündemde olan akıllı şehir kavramları yangın güvenliği hususunda da farklı bakış açıları oluşmasını sağlamıştır. Elektronik ve mekanik sistemlerle yangın algılama ve uyarı sistemleri merkezi birimlerce yönetilerek tüm şehrin yangın güvenliğinin tek bir merkezden kontrol edilebilmesi hedeflenmektedir.

Yapıların yangın güvenliğinin test edilmesine yönelik olarak geliştirilen simülasyon programları yapıda herhangi bir yangın olayı yaşanmadan olası tehlikeleri tespit etme imkanı sağlamaktadır. Bu programlar sayesinde yangının yayılım yönü, duman hareketleri ve uygun kaçış güzergahları belirlenebilmektedir.

2.1. Yapılarda Yangın Güvenliğinin Önemi

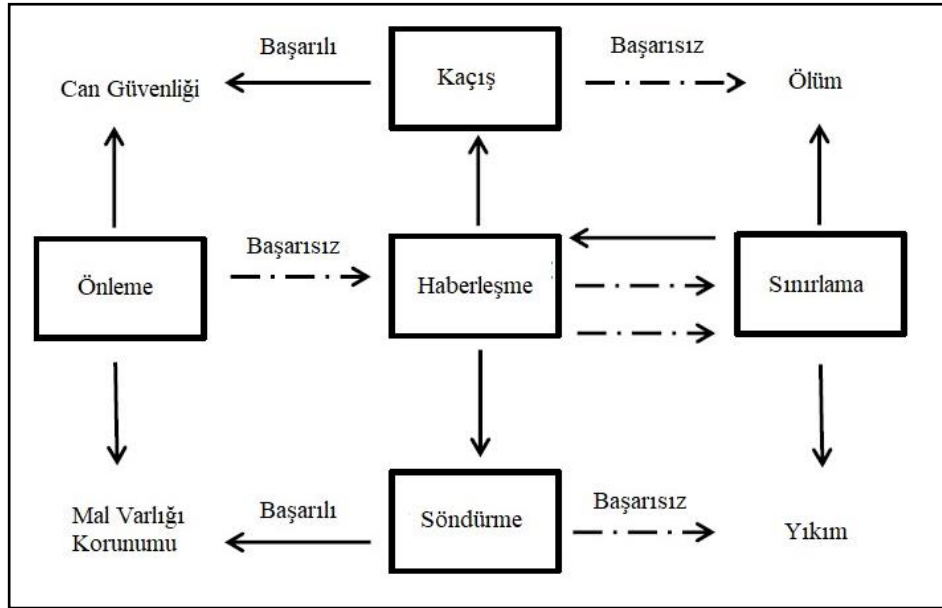
Dünyanın gelişmiş ülkelerinde meydana gelen yangın vakalarının sayısı, Türkiye'de görülen yangınlarla kıyaslandığında nicelik olarak fazladır. Örneğin İstanbul'da senede yaklaşık 15.000 kadar yangın vakası yaşanırken Avrupa'nın büyük kentlerinde 50.000 dolayındadır. Buna rağmen yaşanan can ve mal kaybı Türkiye'dekine göre daha düşüktür. Bireylerin yangın konusunda bilinçli olması, yangının önlenmesi ve yayılmasına yönelik önlemlerin eksiksiz olarak alınması yangın olaylarında yaşanan kayıpları azaltmaktadır (Ballı, 2010:XIII). Buradaki sayısal veriler yangın güvenliğinin önemli bir unsur olduğunun göstergesidir.

Mimarın yangın güvenliğini konusundaki amacı, yapı içinde ve dışında muhtemel can kaybı ve yaralanmaları engellemek, yapı ve içinde yer alan her türlü öğenin uğrayabileceği hasarı minimum seviyelere indirmektir. Mimar, yangın olayının ardından yapının fonksiyonunu olabildiğince devam ettirmesini ve onarılarak tekrar

kullanılabilmesini hedeflemektedir. Yapı, yangınla mücadele edildiği sırada emniyetli kalmalıdır. Ayrıca yakın çevredeki yapıların güvenliği ve dumanın çevre kirliliğine etkisi göz önünde bulundurulmalıdır (Arpacioğlu, 2004:34).

Yanma olayı sırasında ortaya çıkan iki ana ürün, duman ve ısı mimarın, yapı tasarımında yangın güvenliği konusundaki hedefleri için yol göstericidir. Birinci hedef, can güvenliği olmalıdır ve bunun için duman ve ısının insanla temas ettirilmemesi gerekmektedir. İkinci hedef mal güvenliğinin sağlanmasıdır ve bunun için ısının ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir.

Yangın güvenliği prensipleri Şekil 2.2’de görüldüğü gibi beş başlık altında toplanabilir. Önleme, haberleşme, kaçış, sınırlama ve söndürme başlıklarından ön önemlisi ve öncelikli olanı önlemedir. Tasarlanan bir yapı aktif ve pasif tüm yangın güvenlik önlemlerini içerir şekilde yapıldığı takdirde yangın güvenli yapı olarak tanımlanabilir.



Şekil 2.2. Yangın güvenlik prensipleri (Stollard P., Abraham J.,1991:17)

2.2. Yangına Karşı Pasif Güvenlik Önlemleri

Pasif yangın güvenlik önlemleri; birçok tasarım öğesi göz önünde bulundurularak projelendirme aşamasında belirlenen, mevzuatlarla sınırlandırılmış kalıcı önlemlerdir. Bu önlemlerle, yangından kaçış eksenli, merdiven ve toplanma yerlerinin planlanması, yapıda yangına dayanıklı bölümler oluşturulması (kompartıman), yanma ürünlerinin (duman ve

zehirli gazlar) yapıdan uzaklaştırılması, yanıcılık düzeyi düşük, duman yaymayan yapı malzemelerinin kullanılması, kaçış yollarının kullanıcı tarafından kolaylıkla algılanabilmesi, taşıyıcı sistemin yoğun sıcaklık altında stabil kalması hedeflenir (Başdemir ve Demirel, 2010).

Pasif önlemlerin yeterli seviyede ve uygun şekilde tasarlanması, aktif önlemlere (mekanik ve otomasyona dayalı) olan gereksinimi azaltarak ekonomik açıdan avantaj sağlayacaktır (Kılıç A., Beceren K., 1999:740-741). Proje aşamasında planlamanın doğru şekilde yapılması yapım sonrasında ortaya çıkabilecek estetik ve konfor sorunlarının önüne geçecektir.

2.2.1. Yapı tasarımı ölçeğinde önlemler

Yapılarda yangın olaylarının meydana gelme olasılığı her zaman var olduğundan yapı tasarımı bazında bir takım önlemlerin alınması kaçınılmaz olmuştur. Yangın güvenliği kapsamında, tasarım ölçeğinde alınan önlemler aşağıdaki alt başlıklarda sıralanmıştır (Aktaran:Yorulmaz, 2002: 34).

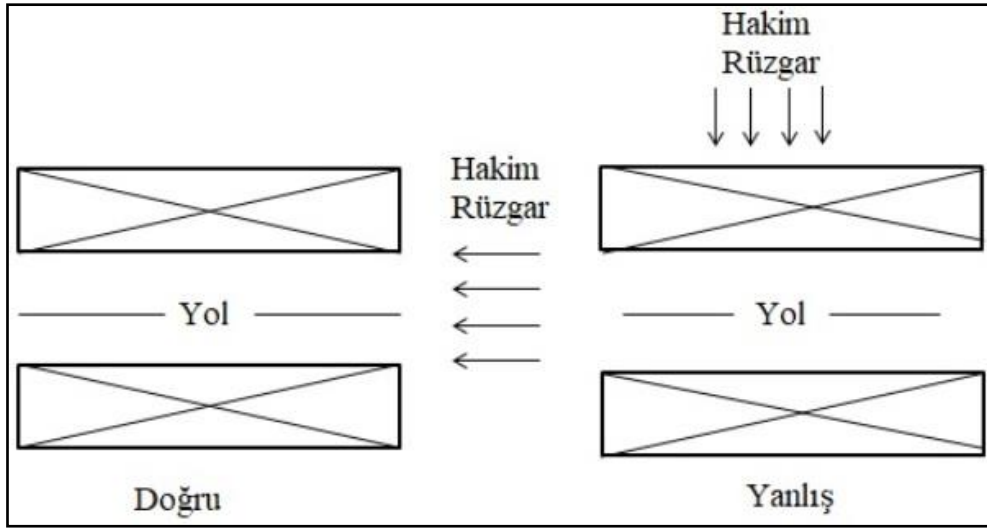
- Bloklarının yerleşimi,
- Algılanması kolay planlama
- Kaçış yollarının düzenlenmesi
- Yangın geçirimsiz bölümlerin (kompartment) oluşturulması
- Cephe tasarımı
- Yanma ürünlerinin kontrolü ve ortamdan uzaklaştırılması

Bloklarının Yerleşimi

Yapılar arası mesafe, yapıların bir birlerine ve rüzgar yönüne göre konumları, yangından korunma ve yangını kontrol etme açısından önemlidir (Şekil 2.3). “İmar planları yapılırken; konut, ticaret, sanayi ve organize sanayi gibi fonksiyon bölgeleri arasında, yangın havuzları ve su ikmal noktalarının yapımına imkan verecek şekilde yeşil kuşaklar ayrılması mecburidir. İmar planlarının tasarımında donatı alanları ile yerleşim fonksiyonları belirlenirken, yapı sınıflandırılmalarındaki yangın önlemleri esas alınır. Yeni planlanan alanlarda bitişik nizamda teşekkül edecek imar adalarının uzunluğu 75 m’ den fazla olamaz. Uzunluğu 75 m’ den fazla olan bitişik nizam yapı adalarında, yangına karşı güvenliğe ve erişim kontrolüne ilişkin düzenlemeler yapılır ve alınması gereken önlemler plan müellifi tarafından plan

notunda belirtilir. Plan yapımı ve revizyonlarında, planlama alanı ve nüfus dikkate alınarak, 0,05 m²/kişi üzerinden itfaiye yerleri ayrılır” (BYKHY, 2007: Madde 21).

Ayrık nizam yapılar arasındaki mesafenin en az 6-8 m, yapı ahşap ise en az 10 m olması gerekmektedir. Bu mesafelerden daha yakın yapılaşma durumunda cephelerde kapı ve pencere gibi boşlukların olmaması gereklidir. Duvarlar ise yangın duvarı niteliğinde olmalıdır.



Şekil 2.3. Yangın güvenliğinde blok yerleşimi (Öven, V.A ve D., 1997)

Arazinin topoğrafyası da yangının yayılmasını hızlandırır. Örneğin yamaçlar üzerine kurulu yerleşmelerde, yangının yamaç yukarı tırmanma hızı düz arazidekilerden daha fazladır. Bunun sebebi ısınan havanın akış hızının bir çıkıntı teşkil eden yüzeylerde artan hızı ile ilgilidir. Tepenin eğimi arttıkça çıkıntı yüzeyi artacak akışkan hızı buna bağla olarak artacaktır. Bu da yangının hızla yukarı taşınmasına sebep olacaktır. Yangının bir yerleşim alanı içinde yayılması yukarıdaki doğal etkenleri dışında, yapı yoğunluğu ve farklı şehrsel fonksiyonların birbirleriyle içiçeliğiyle yakından ilişkilidir. Konut, ticaret, hizmet ve sanayi-depo fonksiyonlarının birbirinden ayrı mekanlar içinde planlanması aynı risk grubuna ait yapıların korunmasını kolaylaştıracağı gibi, daha az risk teşkil eden yapılara yangının sıçramasını da engelleyecektir (Aktaran: Yorulmaz, 2010:30-31).

Algılanması Kolay Planlama:

Yapının geometrine uygun olarak, kullanıcıların panik anında net olarak algılayacağı kaçış yollarının planlanması yapıyı boşaltma sürecini hızlandıracaktır.

Karmaşık ve birçok farklı birimin yer aldığı karma kullanımlı bir yapıda, alt birimler oluşturularak kaçış yolları planlanmalıdır.

“Yapı giriş ve çıkışlarının ferah ve birden fazla alternatifinin olması bu konuda dikkat edilecek ilk husustur. Giriş ve çıkışların en az 5-6 insanın aynı anda tahliyesini sağlayacak ve itfaiye ekipmanını rahatlıkla içeriye alacak boyutlarda olması, panik esnasında oluşabilecek baskı nedeniyle ferahlamayı sağlayacak biçimde her iki yöne doğru açılabilmesi, sabit kanatlı kapıların ya da duvar dolgularından arındırılması gereklidir. Örneğin döner kapıların ve camlı yüzeyin az olduğu metal kapıların bu tür paniklerde potansiyel birer tuzak oluşturabilecekleri unutulmamalıdır. Yapı içindeki sirkülasyon alanlarının net ve kolay algılanabilir bir biçimde planlanması, duman ve panik anında görüş açısı azalmış olan insanların kaçış yollarını kestirmekte büyük kolaylık sağlayacağı açıktır. Mimarı bazı nedenlerle yapılacak sirkülasyon alanlarındaki girinti ve çıkıntılar, çıkmaz koridor ve merdiven kovalarının gizlenmesi gibi uygulamalar insanların tahliyesini güçleştirebileceği gibi kaçan insanların kafasını karıştırarak birer tuzak oluşturacaktır. Yapı karmaşık bir planlamaya sahip ise kendi içinde basit geometrik şekillere bölünmeli ve tahliye imkanları her bir bölüm için ayrı olarak irdelenmelidir. Ayrıca unutulmamalıdır ki fonksiyonel bir planlama yapıya ilk defa giren bir insanın gideceği yeri sormadan doğal olarak, hissederek bulmasına olanak tanıyan bir planlamadır.” (Öven, V. Atilla ve D., 1997). Bu aynı zamanda en iyi yangın pasif önlemidir.

Kaçış Yollarının Düzenlenmesi:

Yangın esnasında öncelikli olan konu kullanıcıların yapı içinden tahliye edilmesidir. Yangın başladığı anda yapıda bulunanların çıkışlara yönelmesi yaşanılacak ilk eylemdir ve yangın güvenlik önlemleri çıkışları kolaylaştırıp güvenli bir rota belirlemeye yönelik olmalıdır. Yangın anında kişilerin güvenli bir şekilde tahliye edilmeleri ve itfaiyecilerin yangına hızlı bir şekilde müdahalesi için uygun kaçış yolları ve yangın merdivenleri tasarlanmalıdır (Kılıç A, Beceren K., 1999:739). İtfaiye ekibinin büyük ve yüksek yapılarda kurtarma amacıyla iç mekana ulaşması mümkün değildir.

Toplam kapalı kullanım alanı 10000 m² den büyük imalathane, atölye, depo, otel, motel, sağlık, toplanma ve eğitim yapılarında, yapıya ait yangın tahliye projeleri, yapı girişinde ve yangın sırasında itfaiyenin kolaylıkla ulaşabileceği bir yerde bulundurulur. Bu projelerde; yapının kaçış yolları, yangın merdivenleri, varsa itfaiye asansörleri, yangın dolapları, itfaiye su verme ağızları, yangın pompaları ile jeneratörün yeri işaretlenir (BYKHY, 2007: Madde 7c).

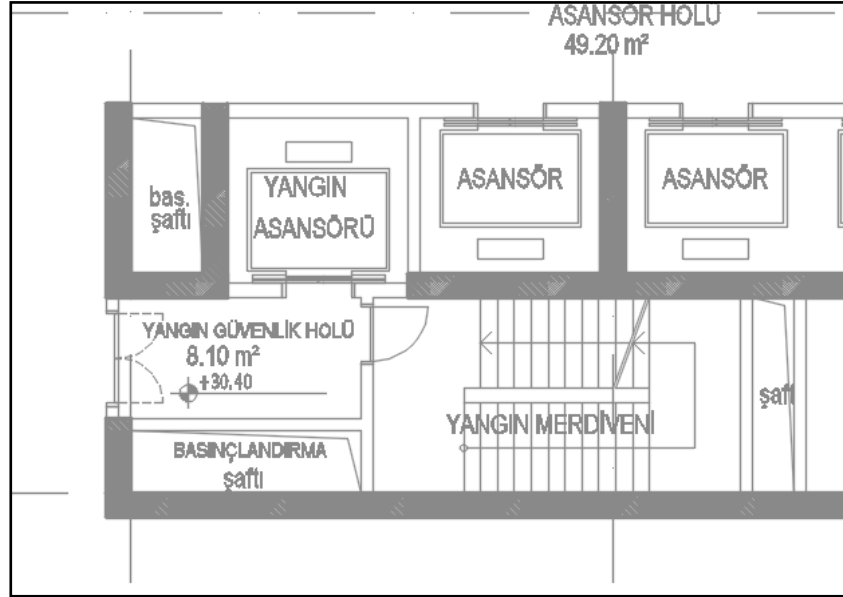
Kaçış yolu, bir yapının herhangi bir kısmından başlayıp, zemin seviyesindeki çıkıştan dış mekana ulaşıncaya kadar kesintisiz devam eden her türlü merdiven, koridor ve yangın asansöründen oluşan güzergahtır. Kaçış merdivenleri, koridorların şekli ve çıkış sayısı yapının büyüklük ve yüksekliğine göre bağlı olarak değişir (BYKHY, 2007: Madde 31). Kaçış yollarına ait ölçütler Ek-7’de yer almakta olup aşağıda belirtilen esaslara göre düzenlenmektedir (BYKHY, 2007: Madde 30):

- “İnsanlar tarafından kullanılmak üzere tasarlanan her yapı, yangın veya diğer acil durumlarda kullanıcıların hızlı kaçışlarını sağlayacak yeterli kaçış yolları ve donatılır. Kaçış yolları ve diğer tedbirler, yangın veya diğer acil durumlarda can güvenliğinin yalnızca tek bir tedbire dayandırılmayacağı biçimde tasarlanır.
- Her yapının, yangın veya diğer acil durumlarda yapıdan kaçış sırasında kullanıcıları, ısı, duman veya panikten doğan tehlikelerden koruyacak şekilde yapılması, donatılması, bakım görmesi ve işlevini sürdürmesi gerekir.
- Her yapıda, bütün kullanıcılara elverişli kaçış imkanı sağlayacak şekilde, yapının kullanım sınıfına, kullanıcı yüküne, yangın korunum düzeyine, yapısına ve yüksekliğine uygun tip, sayı, konum ve kapasitede kaçış yolları düzenlenir.
- Her yapının içinde, yapının kullanıma girmesiyle her kesimden serbest ve engelsiz erişilebilen şekilde kaçış yollarının düzenlenmesi ve bakım altında tutulması gerekir. Herhangi bir yapının içinden serbest kaçışları engelleyecek şekilde çıkışlara veya kapılara kilit, sürgü ve benzeri bileşenler takılamaz. Zihinsel engelli, tutuklu veya ıslah edilenlerin barındığı, yetkili personeli sürekli görev başında olan ve yangın veya diğer acil durumlarda kullanıcıları nakledecek yeterli imkanları bulunan yerlerde kilit kullanılmasına izin verilir.
- Her çıkışın açıkça görünecek şekilde yapılması, ayrıca, çıkışa götüren yolun, sağlıklı her kullanıcının herhangi bir noktadan kaçacağı doğrultuya kolayca anlayabileceği biçimde görünür olması gerekir. Çıkış niteliği taşımayan herhangi bir kapı veya bir çıkışa götüren yol gerçek çıkışla karıştırılmayacak şekilde düzenlenir veya işaretlenir.”

Kaçış yolunun en önemli öğelerinden biri merdivenlerdir. Yangın kaçış merdivenleri aşağıda belirtilen esaslara göre düzenlenmektedir (BYKHY, 2007: Madde 38):

- “Kaçış merdivenlerinin duvar, tavan ve tabanında hiçbir yanıcı malzeme kullanılamaz ve bu merdivenler, yangına en az 120 dakika dayanıklı duvar ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile diğer bölümlerden ayrılır.
- Kaçış merdivenlerinin kullanıma uygun şekilde boş bulundurulmasından, yapı veya işyeri sahibi ve yöneticileri sorumludur.
- Kaçış merdivenlerinin kapasite ve sayı bakımından en az yarısının doğrudan yapı dışına açılması gerekir.
- Kaçış merdivenlerinin, zemin düzeyindeki dışarı çıkışın görülebildiği ve engellenmediği hol, koridor, fuaye, lobi gibi bir dolaşım alanına inmesi halinde, kaçış merdiveninin indiği nokta ile dış açık alan arasındaki uzaklık, kaçış merdiveni bir kattan daha fazla kata hizmet veriyor ise 10 m’yi aşamaz. Yağmurlama sistemi olan yapılarda bu uzaklık en fazla 15 m olabilir. Dışa açık alanın, kaçış merdiveninin indiği noktadan açıkça görülmesi ve güvenli bir şekilde doğrudan erişilebilir olması gerekir. İç kaçış merdivenlerinden boşalan kullanıcı yükünü karşılayacak yeterli genişlikte dışa açık kapı bulunması şarttır.
- Kaçış merdivenlerinde her döşeme düzeyinde 17 basamaktan çok olmayan ve 4 basamaktan az olmayan aralıklı sahanlıklar düzenlenir. Yapı yüksekliği 15.50 m’den veya bir kattaki kullanıcı sayısı 100 kişiden fazla olan yapılarda dengelenmiş kaçış merdivenlerine izin verilmez.
- Sahanlığın en az genişliği uzunluğu, merdivenin genişliğinden az olamaz. Basamakların kaymayı önleyen malzemedan olması şarttır.
- Kaçış merdiveni sahanlığına açılan kapılar hiçbir zaman kaçış yolunun 1/3’den fazlasını daralacak şekilde konumlandırılmaz.
- Merdivenlerde baş kurtarma yüksekliğinin, basamak üzerinden en az 210 cm ve sahanlıklar arası kot farkının en çok 300 cm olması gerekir.
- Herhangi bir kaçış merdiveninde basamak yüksekliği 175 mm’den çok ve basamak genişliği 250 mm’den az olamaz.
- Kaçış için kullanılmasına izin verilen merdivenlerde, basamağın kova hattındaki en dar basamak genişliği, konutlarda 100 mm’den ve diğer yapılarda 125 mm’den az olamaz. Her kaçış merdiveninden her iki yanında duvar, korkuluk veya küpeşte bulunması gerekir.
- Kaçış merdiveni yuvasına ve yangın güvenlik holüne elektrik ve mekanik tesisat şaftı kapakları açılmaz, kombi kazanı, iklimlendirme dış ünitesi, sayaç ve benzeri cihaz konulmaz.”

Yangın merdivenlerinin her iki yanında tutamak olmalı, kapılarda eşik bulunmamalıdır. Son çıkış kapılarında genişlik 120 cm'den az olmamalıdır. Merdiven genişliği kullanıcı sayısına göre belirlenmektedir. Yirmi kattan yüksek yapılarda özel korunumlu acil durum asansörleri bulunmalıdır (Kılıç, M., 2003) (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Yangın kaçış merdiveni ve acil durum asansörü (İLBANK, Arşiv)

Yangın kaçış yolunu oluşturan öğelerden biri kaçış koridorlarıdır. Yangın kaçış koridorları aşağıda belirtilen esaslara göre düzenlenir (BYKHY, 2007: Madde 36):

- “Bir yapıda veya yapı katında, kaçış yolu olarak hizmet veren korunumlu koridorların veya korunumlu hollerin yangına dayanım sürelerinin Ek-6’da belirtilen sürelerle uygun olması mecburidir.
- Bir iç kaçış koridoruna veya geçidine açılan çıkış kapılarının, kaçış merdivenlerine açılan çıkış kapılarına eşdeğer düzeyde yangına karşı dayanıklı olması ve otomatik olarak kendiliğinden kapatan düzenekler ile donatılması mecburidir.
- İç kaçış koridorunun en az genişliği ve kapasitesi, 33 üncü maddeye göre belirlenen değerlere uygun olmak zorundadır
- Kaçış koridoru boyunca döşemede yapılacak dört basamaktan az kot farkları, en çok %10 eğimli rampalarla bağlanır. Bu rampaların zemininin kaymayı önleyen malzeme ile kaplanması şarttır.”

Yangın güvenlik holleri yangın kaçış yolunu merdivenlerle birleştiren bağlantı noktalarıdır. Aşağıda belirtilen esaslara göre düzenlenir (BYKHY, 2007: Madde 34):

- “Yangın güvenlik holleri; kaçış merdivenlerine dumanın geçişinin engellenmesi, söndürme ve kurtarma elemanlarınca kullanılması ve gerektiğinde engellilerin ve yaralıların bekletilmesi için yapılır. Hollerin, kullanıcıların kaçış yolu içindeki hareketini engellemeyecek şekilde tasarlanması şarttır.
- Yangın güvenlik hollerinin duvar, tavan ve tabanındaki hiçbir yanıcı malzeme kullanılmaz ve bu hollerin, yangına en az 120 dakika dayanıklı duvar ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile diğer bölümlerden ayrılması gerekir.
- Yangın güvenlik hollerinin taban alanı, 3 m²'den az, 6 m²'den fazla ve kaçış yönündeki boyutu ise 1.8 m'den az olamaz.
- Acil durum asansörü önünde yapılacak yangın güvenlik holü alanı, 6 m²'den az, 10 m²'den çok ve herhangi bir boyutu 2 m'den daha az olamaz.
- Döşemeye, asansör holünde çıkış kapısına doğru 1/200' ü aşmayacak bir eğim verilir.
- Aksi belirtilmedikçe kaçış merdivenlerine, bir yangın güvenlik holünden veya kullanım alanlarından bir kapı ile ayrılan hol, koridor veya lobiden geçilerek ulaşılır.
- Acil durum asansörü ile yapı yüksekliği 51.50 m'den fazla olan yapılarda kaçış merdiveni önüne yangın güvenlik holü yapılması zorunludur. Acil durum asansörünün yangın merdiveni önündeki güvenlik holüne açılması gerekir.
- Yangın güvenlik hollerinin kullanmaya uygun şekilde boş bulundurulmasından, yapı veya işyeri sahibi ve yöneticileri sorumludur.”

Simgeler, kullanıcılara ve itfaiyeye doğru bilgi vermede son derece önemlidir. Dolaşım yollarının ve tehlike çıkışlarının açık seçik düzenlendiği ve kullanıcıların çevrelerini tanıyıp olmaları halinde bunlara gerek görülmeyebilir.



Şekil 2.5. Yangın uyarı levhaları (internet 5)

Çalışma yerlerinde ve kuruluşlarda önceden düzenlenmiş bir yapı boşaltma stratejisi bulunmalıdır. Personelin eğitilmesi yanında uyulması istenen kuralların kolay anlaşılır ve özet halde hazırlanarak uygun yerlere asılması gereklidir. Bu kurallar, yangın durumunda gerçekleştirilecek eylemleri, yangın kompartımanı bağlamında uygulanacak

boşaltma planının ayrıntılarını ve önceden belirlenmiş toplantı noktalarını içerebilir (Aktaran:Arpacıoğlu, 2004: 78).

Yangın Geçirimsiz Bölümlerin (kompartıman) Oluşturulması:

Yapının sınırlandırılarak, yangını oluştuğu kısımda tutmak, başka bölümlerin ısı ve dumandan etkilenmesini engellemek, can ve mal güvenliği sağlamak için yapı içinde yüksek yangın dayanımlı malzemeler seçilerek oluşturulan alanlar kompartıman olarak adlandırılır. En etkili pasif yangın güvenliği yöntemlerinden biridir.

Bölümleştirme esas itibari ile yapıyı yangın geçirmez alt hacimlere ayırarak yangını çıktığı alt hacimlerde tecrit ederek, zararın yapının diğer bölümlerine sıçramasını çok etkili bir önlemdir. Doğal olarak bölümleştirme ne kadar fazla ise yangın yükü de azalacağı için yangından korunma o ölçüde artar. Bu koruma önlemleri bilinen yangın duvarı ile karıştırılmamalıdır (Yorulmaz, 2002: 60). Yangın duvarı bitişik nizamda bulunan yapıları ayıran düşey koruyucu duvardır. Kompartıman ise yapı içinde yer alan yatay ve düşey her yönden korumunlu olan birimlerdir.

Tasarımcının unutmaması gereken temel ilke, bölücü elemanların bütünlüğünü sürdürmesi, böylece yangın ve duman engellerinin işlevlerini ortadan kaldıracak zayıf noktalar ve boşlukların bulunmasına izin verilmemesidir. Kompartıman duvarlarını ya da döşemelerini delerek geçen servis boruları ya da kanalları, duvarlarla eş değer düzeyde yangın direnimi sağlayacak biçimde tasarlanmalıdır (Arpacıoğlu, 2014: 79). Yanıcı malzemelerin, parke, halı gibi bölünmüş birimler arasında sürekli olmaması yangının diğer bölümlere yayılmasını engelleyecek ya da yavaşlatacaktır.

Kompartıman sayısı, yapının tehlike sınıfına, yüksekliğine, kullanıcı sayısına göre mevcut yönetmeliklere uygun şekilde belirlenmelidir. Yapı kullanım amacına göre yapılabilecek en fazla kompartıman alanı Ek-5'te yer almaktadır. Yüksek risk taşıyan yapılarda yangın yükünü azaltmak için daha küçük ve fazla sayıda bölüm oluşturulmalıdır.

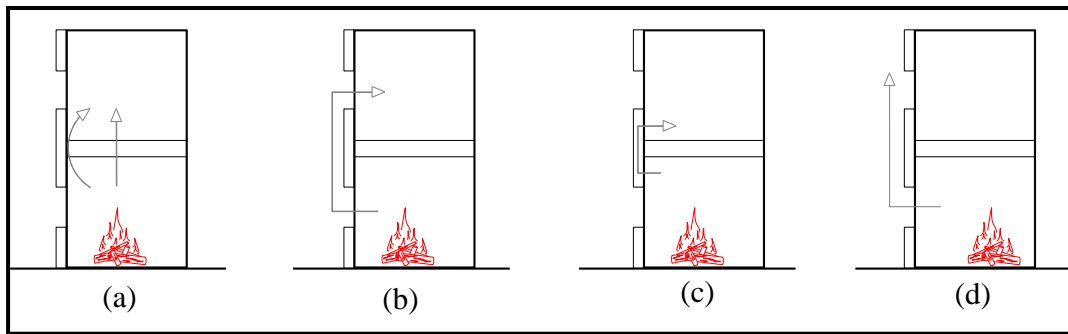
Yangın kompartıman duvar ve döşemelerinin yangına en az direnç sürelerine Ek-6'da yer verilmiştir. "İki veya daha çok yapı tarafından ortak kullanılan duvarlar, kazan dairesi, otopark, ana elektrik dağıtım odaları, yapı içindeki trafo merkezleri, orta gerilim merkezleri, jeneratör grubu odaları ve benzeri yangın tehlikesi olan kapalı alanların duvarları ve döşemeleri kompartıman duvarı özelliğinde olur. Yapı yüksekliği 21,50 m'den fazla olan konut harici yapılarda ve yapı yüksekliği 30.50 m ' den fazla olan konut yapılarında belirtilen yüksekliklerden daha yukarıda olan katlarında en çok üç kat bir yangın

kompartımanı olarak düzenlenir. Yangın kompartımanlarının etkili olabilmesi için, kompartımanı çevreleyen elemanların yangına dayanıklılığı birleşme noktalarında da sürekli olur ve kompartımanlar arasında yangına dayanıksız açıklıklar bulunmaz” (BYKHY, 2007: Madde 24).

Cephe Tasarımı:

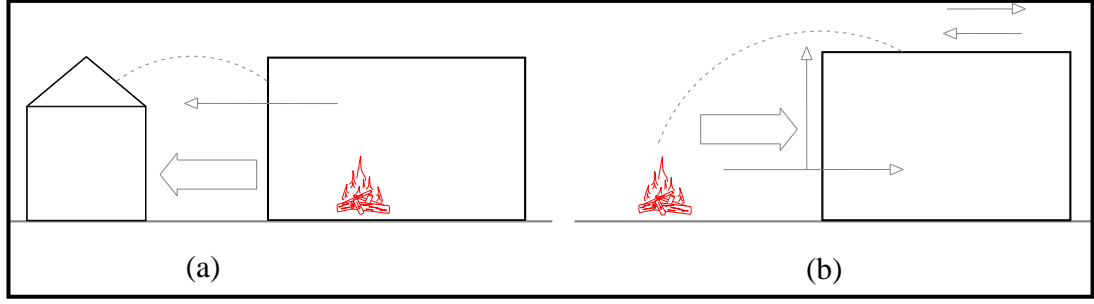
Günümüz yapılarında kullanılan cephe malzemelerinin çeşitliğin artması, yapıların dışarıdan müdahale için yükseklik ve yaklaşma koşulların açısından uygun olmaması cephelerde yangın güvenliğinin önemini artırmıştır. Cephe yangınlarında malzeme seçimi ve cephenin geometrisi etkili olmaktadır. Cephelerde yangının yayılma yolları incelendiğinde aşağıdaki olasılıklar tespit edilmiştir (Altıntaş, 2014).

- Yangının, yapısal bütünlüğün veya izolasyonun hasara uğraması nedeniyle döşeme ve duvar elemanı arasında yangından önce ya da yangın sırasında elemanların hareketi sebebiyle oluşabilecek açıklıklardan geçerek farklı hacimlere ulaşması (Şekil 2.6.a).
- Alt katlardaki cephe açıklıklardan çıkarak, yeterli miktarda ısı akışı oluşturacak boy ve şiddete sahip alevlerin (ve sıcak gazların) daha üst kotlardaki malzemelerin tutuşmasına neden olması (Şekil 2.6.b).
- Yangının yapı cephelerinin arkasından veya içerisinden üst kotlara doğru yayılması. (Şekil 2.6.c)
- Cephe yüzeylerindeki yanabilir malzemelerin, alevlerin yapı üzerinde dikey doğrultuda yayılmasına neden olması (Şekil 2.6.d).



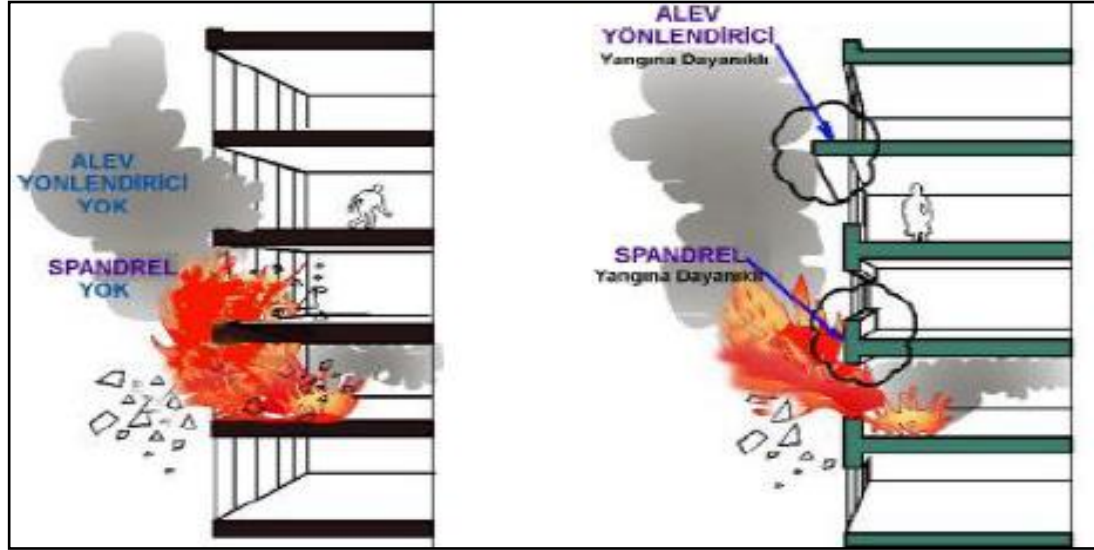
Şekil 2.6. Cephelerde yangının yayılma yolları 1 (Altıntaş, 2014)

- Komşu yapıdaki ya da yapı dışındaki herhangi bir alev yayma unsurundan yapıya radyasyon yolu ile ısı iletimi, alevin direkt olarak temas etmesi ve/veya yanan maddelerden çıkan kıvılcımlar aracılığıyla yayılması (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Cephelerde yangının yayılma yolları 2 (Altıntaş, 2014)

Şekil 2.8’da görüldüğü gibi cephede yangının yayılımını etkileyen en önemli faktör cephenin tasarımıdır. Cephede düzenlenen dikey çıkıntılar alevlerin cephe ile temasını azaltmaktadır. Pencere etrafındaki derin bölme çıkıntıları, güneş kırıcılar ve balkonlar cephede alev dili (flame-over) oluşumunu engelleyerek yangın olayının kontrolünü sağlamaya yardımcı olmaktadır (Arpacıoğlu, 2004).



Şekil 2.8. Cephelerde yangının yayılımı (Kılıç, 2013)

Cephenin geometrisi kadar seçilen kaplama malzemesi de yangın güvenliği açısından önemlidir. Bu sebeple malzeme seçiminde aşağıda sıralanan risk faktörleri dikkate alınmalıdır (Wade ve Clampet, 2000).

- Yangının yayılma hızı
- Yangın yükü
- Tutuşma kolaylığı
- Mekanik aşınmaya karşı hassasiyet

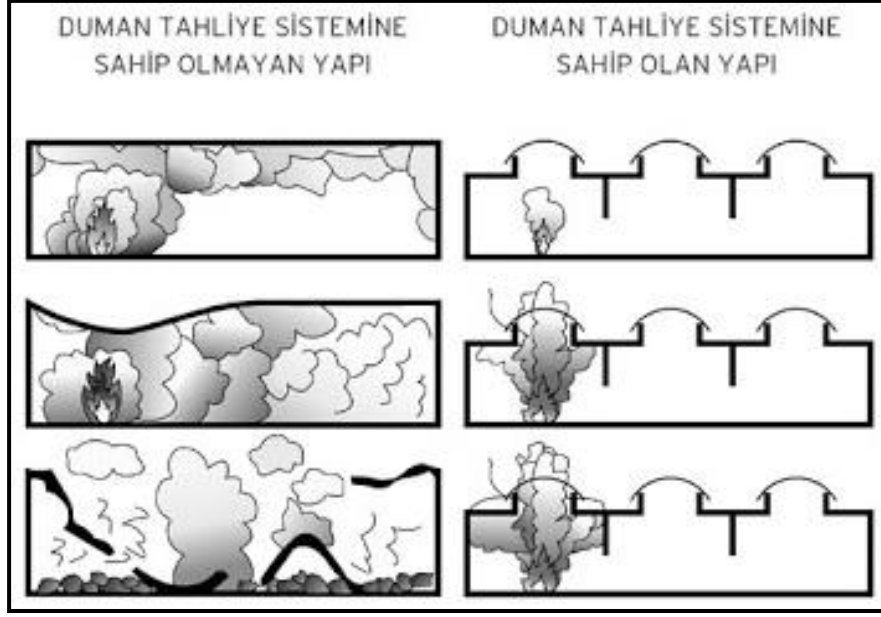
- Duman ve zehirli gazların oluşumu
- Cephe kaplama malzemesinin yangına dayanımı

Cepheler, düşey dış yangın bölmeleri niteliğindedir. Dış cephe malzemesinin, bazı durumlar haricinde, yanmaz malzemedan seçilmesi gerekmektedir. Pencere ve kapı gibi cephe boşlukları arasında, farklı hacimlerde olmaları koşuluyla 100 cm yatay dolu yüzey bulunmalıdır. Bu yüzeylerin, bir düşey yangın bölmesi veya duvarı olması halinde, 40 cm çıkıntı oluşturacak şekilde düşey yanmaz nervürlerle desteklenmesi önerilmektedir. Konut yapılarında bu yöntem uygulanmayabilir. Cephede kullanılan pencerelerin ez az 30 dakika yangına dirençli olması gerekir. Aksi takdirde 50 cm'den az olmayacak şekilde yatay alev itici nervür yapılması gerekmektedir (Kılıç, A., Beceren, K., 1999).

Yanma Ürünlerinin Kontrolü ve Ortamdan Uzaklaştırılması

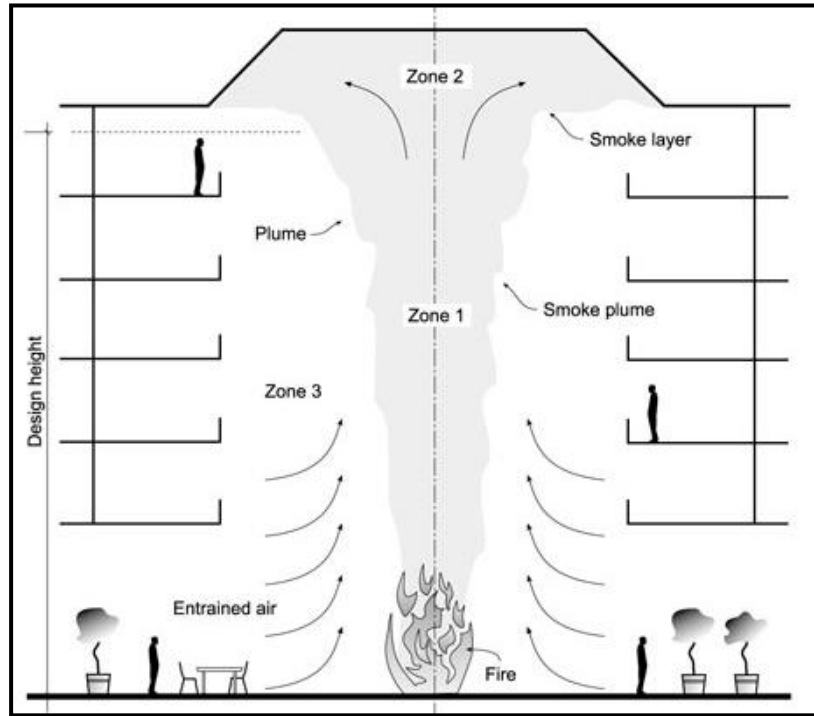
Yangın esnasında açığa çıkan duman, zehirli gazlar ve ısı insanları paniğe sevk ederek, görüş alanını azaltarak ortamdan uzaklaşmalarına, dumandan etkilenerek oksijensiz kalıp ölmelerine sebep olmaktadır. Bu da bize yangın sırasında oluşan duman ve zehirli gazların, yapı dışına veya kaçış rotalarından uzaklaştırılması gerekliliğini ve şartını gösterir. Bu ise doğal veya suni havalandırma ve yangından korunan yerlerin duman sızdırmazlığı ile sağlanabilir (Yorulmaz, 2002: 61).

Yangının yayılımının sınırlanması duman perdeleri ile oluşturulan duman hazneleri ile yoluyla sağlanır. Duman perdeleri sabit ya da yangın durumunda aşağıya inecek biçimde tasarlanabilir. Duman hazneleri dumansı sıcak gazların vereceği hasar alanın sınırlanmasına ve havalıkların en yüksek verimle çalışmasına yardımcı olmaktadır (Arpacıoğlu, 2004: 76) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Yapılarda duman tahliyesi (İnternet 6)

Atriumlu yapılarda atrium boşluğu boyutları yangın fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun boyutta olmalıdır. BYKHY'nin 24. Maddesinde atriumlu yapılar ile ilgili sınırlamalar getirilmiştir Buna göre yalnız düşük ve orta tehlikeli yapılarda atrium boşlukları bulunabilir. 90 m^2 'den küçük atriumlar için 45 cm boyunda duman perdeleri kullanılmalıdır. Doğal ve mekanik olarak duman tahliyesi yapılmalıdır (Şekil 2.9).



Şekil 2.10. Atriumlu yapılarda duman oluşumu (internet 7)

Duman bacası ve tahliye kapaklarının ortamın oksijen yoğunluğunu arttırması hususunda endişeler yaşanmış, fakat yapılan deneylerle havalandırılan kısımların, tamamen yalıtılmış alanlara göre daha az ısındığı tespit edilmiştir (Başal T., 1995).

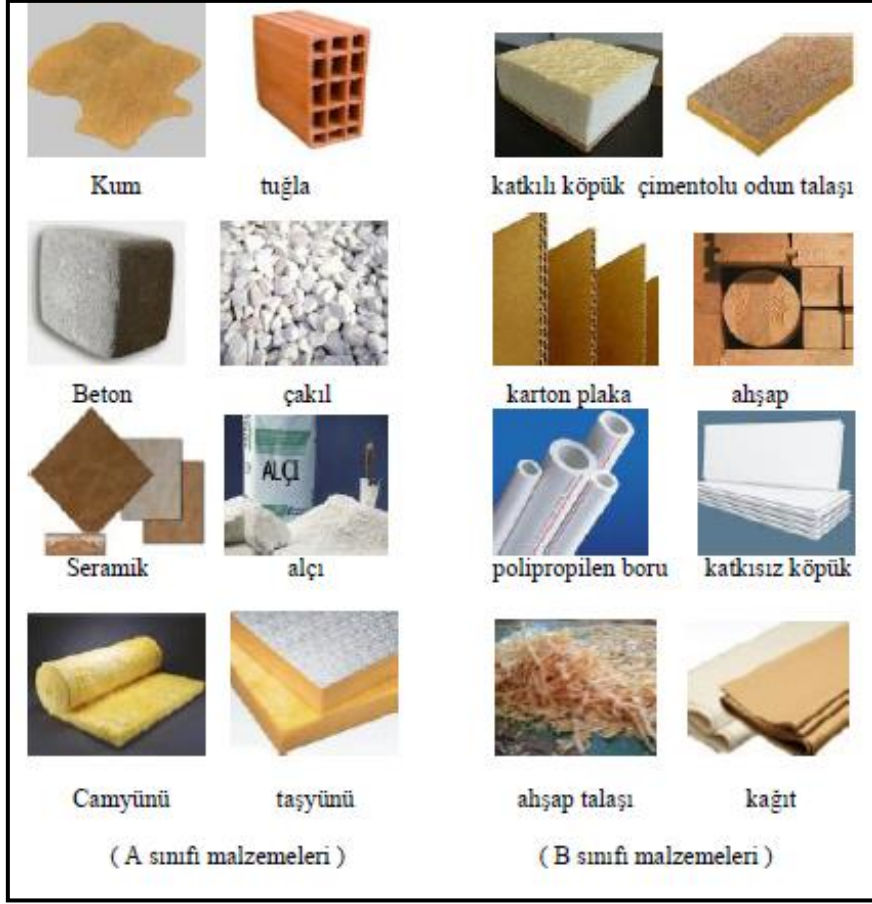
2.2.2. Yapı malzemesi ölçeğinde önlemler

Yangın dayanımı yüksek, yangın esnasında zehirli gaz ve duman çıkarmaz malzemelerin kullanılması yapının yangın güvenliği açısından son derece önemlidir. Yaşanan yangınlar yapılarda kullanılan malzemelerin zaman için değişmesine sebep olmuştur.

Yangın güvenliğine yapı malzemesi seçiminden başlamak gerekir. Yapıların kullanıcıları ve yapıda bulunan eşyanın kurtulabilmesi açısından, yapı malzemeleri belirlenirken, bunların yanıcılık özellikleri ve dayanımları göz önünde bulundurulmalıdır (Aktaran:Bahaelden, 2015: 42). Yapıyı oluşturan malzemelerin yangın ile temas etme sırası aşağıdaki şekildedir (Bostankolu, A., 1997:88):

- Mobilya türünde döşeme malzemeleri,
- Bitirme ve dekorasyon malzemeleri,
- İzolasyon malzemeleri,
- Strüktürel malzemeler

Pasif yangın güvenliğinde sayısal gereklilikler dışında tüm önlemlerin aslında malzeme ile ilişkili olduğu görülmektedir. Atriumlar, duman tahliye bacaları, tüm yapı elemanları (duvar, tavan, döşeme), kaçış yolları çeşitli malzemelerin bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır. Bu da malzeme seçiminin yangın güvenliğinde en önemli hususlardan biri olduğunu göstermektedir.



Resim 2.1. Yapı malzemeleri (Aktaran: Bahaeldeen, 2015: 45)

Malzeme sınıfları ve yangına dayanıklı malzemeler ile ilgili ayrıntılı açıklama tez çalışmasının 3.Bölümünde yer almaktadır.

2.3. Yangına Karşı Aktif Güvenlik Önlemleri

Pasif yangın güvenlik önlemlerine ek olarak yapının yapımı sırasında ya da yapım sonrasında eklenen ve yalnızca yangın esnasında fonksiyonu olan, çalışabilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan, belli bir hedef için alınmış önlemler aktif yangın güvenlik önlemleridir. Aktif önlemler direkt olarak yangın olayı ile ilişkilidirler (Başdemir ve Demirel, 2010).

Aktif yangın güvenlik önlemleri, yangın algılama, yangın güvenliği yönetim, uyarı, duman kontrol, basınçlandırma ve havalandırma ile söndürme sistemlerinden oluşmaktadır. Daha çok mekanik ve otomasyonla ilgili sistemler olmasına karşılık mimari tasarımla iş birliği yapılarak estetik ve konfor sorunlarının önüne geçilebilir.

Yangın Algılama Sistemleri

Otomatik dedektörlerle duman, ısı, ışık ve hava akımını algılayan sistemlerdir. Yazılımsal olarak gelen verileri değerlendirip uygun birimlere iletilir. Yangın ihbar butonları, yangın dedektörleri, optik duman dedektörü, lineer ısı ve duman dedektörü, sıcaklık artış ve ısı artış hızı dedektörleri, alev dedektörü ve gaz dedektörü algılama sisteminin giriş birimleridir.

Akış Algılayıcı Sistemleri

Sprinkler, balon gibi sistemlerin otomatik olarak devreye girdiğini algılayan ve bunun haberini yangın ihbar sistemine yollayarak uyarıcı sinyalin çalışmasını sağlayan elemanlardır (Tenker, 1995: 24).

Yangın Güvenliği Yönetim sistemleri

Sistemi koordine eden, gerektiğinde devreye sokup, gerektiğinde devreden çıkaran kumanda merkezidir. Söndürme sistemini devreye sokma, havalandırmayı yangın konumuna getirmek, kapıları kapatmak, yangın yerini belirlemek ana işlevleri arasındadır (Arpacıoğlu, 2004: 61).

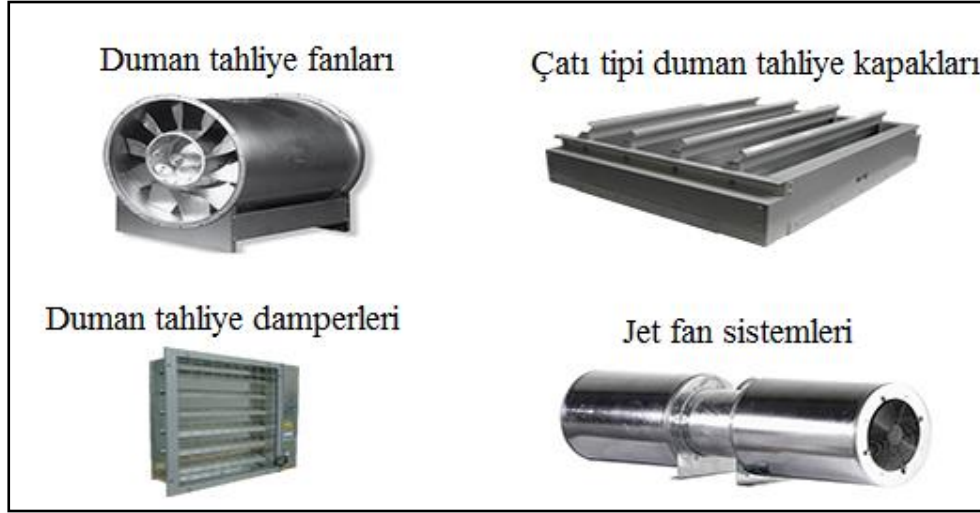
Uyarı sistemleri:

Erken uyarı sistemleri, yangını henüz küçük ve söndürülebilir halde iken haber veren dedektör yardımı ile duman ve ısıyı algılayabilme özelliği olan sistemlerdir. Yangının büyümeden söndürülmesi yapıyı büyük hasarlardan koruduğu için kullanıcıların da zarar görmesini engellemektedir. Yeni sistemlerde, yapının birinci ve ikinci bodrumunda veya ilk kattaki lobi alanında, güvenlik odasının yanında bir yangın kontrol odası bulunmalıdır. Yeni nesil uyarı panoları, odanın içinde bulunduğu konumu ve diğer değişen koşulları bildirecek şekilde yapılmaktadır (Kılıç, M., 2003).

Duman Kontrol Sistemleri:

Duman ve ısı tahliyesi sağlayan, kaçış yollarını hızlı bir şekilde dumandan arındıran, yangınla mücadele esnasında dumansız alan oluşturan, yapı mahallerini koruyan,

yangının sebep olduğu deformasyonu en aza indiren mekanik sistemlerdir (Kılıç, M., 2003).



Resim 2.2. Duman kontrol cihazları (internet 7)

Basınçlandırma ve havalandırma sistemleri

Yangın sırasında dumandan korunmak için elektronik kontrollü pozitif basınçlandırma sistemlerinden yararlanır. Basınçlandırma sisteminin amacı, kaçma yolları üzerinde basınç farkı oluşturarak dumanın korunan hacimlerden uzaklaştırılmasıdır (Bozbey, Z.B., 2014). Asansör boşluğu, merdiven ve yangın güvenlik holleri yangına dayanıklı ve duman sızdırmaz kapılarla yapının diğer kısımlarından ayrıldığından, bu mahallere uygulanan pozitif basınç ile duman geçişi engellenmektedir (Kırbaş, C., 2011).

Söndürme sistemleri:

Başlamış olan bir yangını kontrol altına almak ve sonlandırmak için kullanılan sistemlerdir. Yanma üçgenini oluşturan bileşenlerden birinin eksilmesiyle yanma reaksiyonu sona erer. Yanıcı madde bittiğinde tüm yangınlar sonlanır ancak yapısal hasarların önüne geçmek ve can güvenliği sağlamak için en hızlı şekilde yangının söndürülmesi gereklidir.

Yangınlar, çıkış sebebine, sınıfına ve yapının risk grubuna göre belirlenen söndürme sistemleri kullanılarak durdurulur. Sabit boru-hortum, otomatik sprinkler, su sprej, köpük-su sprinkler, köpük sistemleri, sabit kuru kimyasal söndürme, gazlı söndürme

sistemleri ile taşınabilir söndürücüler kullanılarak söndürme işlemi yapılmaktadır (Kılıç, 2003).

Yangın söndürme sistemi belirlenirken olası bir yangın olayının çıkışı ve ilerleyişi hakkında ne kadar doğru bir senaryo oluşturulabilirse seçilecek olan yangın söndürme sistemi de o derece etkili olacaktır. Bu sebeple yangın söndürücü seçiminde aşağıda belirtilen tespitlerin yapılması önerilmektedir (Kılıç, 2003)

- Olası yangın durumunda ortamda bulunan her türlü nesnenin malzemesinin ne olduğu, yangın sınıfının ya da sınıflarının ne olabileceği tespit edilmelidir,
- Olası bir yangında yanabilir nesnelerin boyutu, mahal içindeki yerleşimi, ısı yükleri, yayılma eğilimi ve şiddeti dikkate alınarak yangının boyutu belirlenmelidir.
- Yangında kullanılması düşünülen söndürücünün etkisi belirlenmeli.
- Kullanılacak söndürücünün kullanım özellikleri (kullanım kolaylığı, duruma uygunluğu vb.) bilinmelidir.
- Yanan malzeme ile söndürücünün kimyasal reaksiyona girebilme ihtimalleri değerlendirilmelidir.
- Seçilen yangın söndürücünün ortamın çevresel koşulları açısından uygunluğu irdelenmelidir.

3. YANGINA KARŞI GÜNCEL YAPI MALZEMESİ ÖRNEKLERİ

Yapıların yangın güvenliğinin sağlanmasında malzeme seçimi önemli bir pasif yangın güvenlik önlemidir ve tasarım aşamasında yapılmalıdır. Malzeme seçiminde deneysel yöntemlere dayalı bilimsel çalışmalar sonucu oluşturulan malzeme sınıfları ve yürükte olan mevzuatlar dikkate alınmalıdır (Demirel ve Başdemir 2010).

Yapıların cephe, çatı, taşıyıcı sistem ve iç mekan gibi farklı bölümleri yangın anında değişik etkilere maruz kalmaktadır. Bu sebeple kullanılacak malzeme özellikleri de yapı bölümünün gereksinimine uygun olarak belirlenmelidir.

3.1. Yapı Malzemelerinin Yanıcılık ve Yangına Karşı Dayanım Sınıflandırması

Birçok ülke, yangın güvenliği kapsamında sınırlılıkları belirlemek amacıyla mevzuata dayalı ölçütler belirlemişlerdir. Bu ölçütler, tasarımcı ve uygulayıcılar için yol gösterici olmaktadır. Fakat, sadece hükme dayalı zorunluluklarla ortaya çıkan tasarımlar istenilen esnekliği ortaya koyamadığı gibi fonksiyonel gerekliliklerin karşılanmadığı durumlara da sebep olmaktadır. Performans odaklı düzenlemelerde (DoP) ise, kabul edilebilir sonuçlar ve çok sayıda çözüm üzerine yoğunlaşma söz konusudur (Lord, J., Marrion, C., 2003). Son dönemlerde, dünya genelinde işleve ve performansa dayalı düzenlemelerin, yönetmeliklerin oluşturulması yönünde bir yaklaşım benimsenmiştir.

Avrupa Birliği, ülkeler arası pazarlama faaliyetlerini kolaylaştırmak için 2011 yılında, yürürlükte olan Yapı Malzemeleri Direktifi(CPD) üzerine oluşturulan Yapı Malzemeleri Tüzüğünü (Construction Product Regulation-CPR) yayınlamıştır. CPR ile üye ülkeler arasında malzeme konusunda dil birliği sağlayarak yapı malzemelerinin pazarlanmasına yönelik uyumlaştırılmış kurallar belirlenmiştir. Yönetmelik, malzemelerin performansını belirlemek için ortak bir teknik dil sunar. Güvenilir bilgilerin profesyonellere, kamu otoritelerine ve tüketicilere ulaşmasını sağlar; böylece farklı ülkelerdeki farklı üreticilerin ürünlerinin performanslarını karşılaştırabilirler. CPR'nin yedi temel gereği bulunmaktadır. Bu temel gerekler aşağıda sıralanmıştır (İnternet 8).

- Enerji tasarrufu ve ısı korunumu
- Mekanik dayanım ve kararlılık,
- Yangın güvenliği,
- Hijyen, sağlık ve çevre,
- Kullanımda erişilebilirlik ve emniyet,
- Gürültüye karşı korunma,
- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı

Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET) üyesi olan Türkiye, AB pazarında yerini alabilmek için 10 Temmuz 2013'te CPR ile uyumlu yeni Yapı Malzemeleri Yönetmeliğini yayınlamıştır. Yönetmelikte malzeme sınıfları AB standartlarına uygun olarak düzenlenmiştir.

TSE standartlarına göre malzemeler, yanmaz ve yanıcı olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Yapı malzemeleri, yanıcılık özelliklerine ve yangın karşısında gösterdikleri direnç sürelerine göre sınıflandırılmaktadır. Yapı malzemelerinin yanıcılık, duman çıkarma (smoke) ve damla (droplets) oluşumu gibi özelliklerine göre sınıflandırma şekli Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de detaylı olarak gösterilmektedir. Ayrıca taşıyıcı nitelikte olan malzemelerde taşıma kapasitesi (R), mekan tecridi (E) ve ısı yalıtımı (I) özellikleri aranmaktadır (Arpacıoğlu, 2004: 27-29).

Çizelge 3.1. TS EN 13501-1 göre yapı malzemeleri yanıcılık sınıfları (Döşeme malzemeleri hariç)

Yanıcılık Sınıfı	Tanımı	Söz konusu sınıfta belirlenmiş yapı malzemeleri
A1	A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmazlar. Bu sebeple, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşağı sınıflar için belirlenen bütün özellikleri yeterince sağladığı kabul edilir.	Bkz. EK-2.c
A2	TS EN 13823'e göre B sınıfı için belirlenen kriterleri sağlar. İlave olarak, tam gelişmiş yangın şartı altında bu malzemeler yangın yükü ve yangın gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmamalıdır.	
B	C sınıfı için belirlenen kriterlere ilave olarak daha ağır şartları sağlar.	
C	D sınıfı için belirlenen kriterlere ilave olarak daha ağır şartları sağlar. Ayrıca tek alev başlıkla yapılan termal atak karşısında yanılma yayılması sınırlı bir oranda kalmalıdır.	
D	E Sınıfı kriterlerini sağlayan ve önemli ölçüde alev yayılması olmayan küçük bir alev atağı karşısında uzun bir süre direnç gösteren malzemeler. İlave olarak, yeterince tutulmuş ve sınırlı ısı açığa çıkaran tek yanan cisimle yapılan ısıl atak şartlarına dayanıklı olmalıdır.	
E	Önemli ölçüde alev yayılması olmayan küçük bir alev atağı karşısında kısa bir süre direnç gösteren malzemeler.	
F	Yangın performansı tayin edilmemiş ve A1, A2, B, C, D, E sınıflarından biri olarak sınıflandırılmayan malzemeler.	
Duman Oluşumu İçin İlave Sınıflandırmalar		
s3	Duman üretimi açısından herhangi sınırlama olmayan	
s2	Duman üretiminin artış hızı yanında toplam duman üretimi de sınırlanmış olan	
s1	s2'den daha ağır kriterleri sağlayan	
Yanma Damlları/Tanecikleri İçin İlave Sınıflandırmalar		
d2	Sınırlama yok	
d1	Belirlenen bir süreden daha uzun sürede yanma damlları/tanecikleri olmamalı	
d0	Yanma damlları/tanecikleri oluşmamalı	

Çizelge 3.2. TS EN 13501-1 göre yapı malzemeleri (döşeme) yanıcılık sınıfları

Yanıcılık Sınıfı	Tanımı
A1 _n	A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmaz. Bu sebeple, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşağı sınıflar için belirlenen bütün özellikleri yeterince sağladığı kabul edilir.
A2 _n	Isı akısı ile ilgili olarak sınıf B _n için belirlenen özellikler için yeterlidir. İlave olarak, tam gelişmiş bir yangın şartı altında, bu malzemeler yangın yükü ve yangın gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmamalıdır.
B _n	Sınıf C _n olarak, fakat daha ağır şartlar.
C _n	Sınıf D _n olarak, fakat daha ağır şartlar.
D _n	Sınıf E _n için yeterli ve ilave olarak bir ısı akısı atağına belirli bir süre dayanıklı olan malzemeler.
E _n	Küçük bir aleve dayanıklı olan malzemeler.
F _n	Yangın performansı tayin edilmemiş ve A1 _n , A2 _n , B _n , C _n , D _n , E _n sınıflarından biri olarak sınıflandırılmayan malzemeler.
Duman oluşumu için ilave sınıflandırmalar	
s2	Sınırlama yok.
s1	Toplam duman oluşumu sınırlanmıştır.

Yapı malzemelerinin niteliği yangın güvenliğinde önemli bir yere sahip olduğundan Türkiye’de yürürlükte olan mevzuat gereği malzeme seçimine bir takım sınırlamalar getirilmiştir. Söz konusu ölçütler aşağıda sıralanmıştır (BYKHY, 2007: Madde 29):

- “Yangına karşı güvenlik bakımından, kolay alevlenen yapı malzemelerinin inşaatla kullanılmasına müsaade edilmez. Kolay alevlenen yapı malzemeleri, ancak, bir kompozit içinde normal alevlenen malzemeye dönüştürülerek kullanılabilir.
- Duvarlarda iç kaplamalar ile içte uygulanacak ısı ve ses yalıtımları; en az normal alevlenici, yüksek yapılarda ve kapasitesi 100 kişiden fazla olan sinema, tiyatro, konferans ve düğün salonu gibi yerlerde ise en az zor alevlenici malzemeden yapılır.
- Yüksek yapılarda ıslak hacimlerden geçen bransman boruları hariç olmak üzere, 70 mm’den daha büyük çaplı tesisat borularının en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Normal alevlenici malzemeden pis su tesisat borusu kullanılması halinde, pis su borusu kat geçişlerinde yangın kompartıman duvarının yangına dayanım süresi kadar yangına dayanım sağlayacak yangın kesicileri kullanılır.
- Dış kaplamalar, iki kata kadar olan yapılarda en az normal alevlenici, yüksek yapı sınıfına girmeyen yapılarda zor alevlenici ve yüksek yapılarda ise zor yanıcı malzemeden yapılır.”

3.2. Yangın Esnasında Yapı Malzemelerinin Davranışı

Yapı malzemeleri kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre yangın sırasında farklı davranışlar gösterirler. En yaygın yapı malzemeleri olan ahşap, çelik, beton, alçı, cam, seramik, tuğla, taş ve alüminyum malzemelerin yangın karşısındaki davranışları şu şekildedir;

Taş, ısı iletkenliği düşük bir malzeme olduğundan dış yüzeyi ısınırken iç kısımlara ısı iletilmez. Kabuk kısmında ısı ile genişleyen kısımlarda parçalanma meydana gelir. Yangın söndürme işlemleri sırasında taşın ani soğumaya maruz kalması taşın yapısını bozarak hasara sebep olmaktadır. Maddesel açıdan tabii taşların kuarzlı bileşenleri 573 °C genişerek atmaktadır. Mika parçalar 600 °C ‘den itibaren kristal suyunu kaybetmektedir. Kireç taşı ve bazalt, özellikle beton agregası olarak, yangın güvenliği için en uygun özellikleri göstermektedirler. İnce taneli olanlar, kaba taneli olanlara oranla daha uygundur. Kesme taşlarda, yangın esnasında kabukvari dökülmeler görülmektedir. Sıcaklık ve sıkışmadan kaynaklı gerilmeler bu duruma sebep olmaktadır (Eriç, M., 1981).

Tuğla, zayıf bir ısı iletkeni olduğundan ve üretimleri aşamasında yüksek ısılarla maruz kaldığından 12000 °C ila 13000 °C sıcaklığa ulaşıncaya kadar ısıdan çok

etkilenmediği görülmüştür. Bu nedenle yangına maruz kalmış bir tuğla duvarda renk değişikliği veya dayanım kayıpları gözlemlenmemektedir. Yüksek ısılara maruz kamış tuğla duvarlarda özellikle bağlayıcı unsur olan harçların özelliklerinin kaybolup kaybolmadığı incelenmelidir. Harç türü ve işçilik kalitesi iyiye, tuğla duvar genellikle ateşe karşı iyi direnç gösterir.

Seramik, yüksek ısıda sinterleşme¹ ile dayanım kazanmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı geçmişten günümüze yoğun ısıya maruz kalan yüzeylerde kullanılmışlar ve sanayide yüksek ısı teknolojisinin kullanılmasına imkan vermişlerdir. Bu nedenle seramik malzemelerde yangın tahribatı yalnızca içerde oluşan gerilmeler sebebiyle olmaktadır. (Eriç, M., 1981).

Ahşap, yanıcı bir malzemedir ve bu sebeple kullanım alanı sınırlıdır. Ancak yeterli kesit alanına sahip ahşabın çökmeye karşı dayanıklı olduğu söylenebilir. Yüzeysel olarak yanmaya başlayan ahşap, ısı iletkenliğinin düşük olması sebebi ile ısıyı iç kısımlara yavaş şekilde iletir. Bünyesinde su tutma eğilimi olduğundan yanma hızı da yavaşlamaktadır. Ahşabı ateşe dayanıklı hale getirmek için yüzeyleri amonyum fosfat ve sülfat, boraks ve borik asit, çinko klorür ve boya gibi bazı kimyasallarla kaplanır. Bu durum sıcaklığın yükselişini geciktirir.

Beton, en yaygın taşıyıcı sistem malzemesidir. Demir donatı ile bir araya gelerek birçok yapının strüktüründe yer alır. Yangın durumunda betonun gerçek davranışı kullanılan çimento ve agrega kalitesine bağlıdır. Betonarme ve ön gerilmeli betonlarda, çeliklerin konumuna da bağlıdır. Beton kaplamanın daha büyük olması, elemanın yangın direncinin daha iyi olması demektir. 250 °C'ye kadar ısıtıldığında betonda güç kaybı yoktur. Sıcaklık 250 °C'nin üzerine çıkarsa mukavemet azalması başlar. Normal olarak takviyeli beton yapılar, 1000 °C sıcaklıkta yaklaşık bir saat boyunca ateşe direnebilir. Bu nedenle beton yangına dayanım konusunda ideal bir malzemedir.

Çelik, kullanım alanı geniş bir malzemedir. Yapılarda taşıyıcı sistem bünyesinde ve cephelerde cephe elamanlarının montajında ve çatılarda kullanılmaktadır.

¹ Sinterleşme: Preslenmiş parçayı oluşturan tozların yüksek sıcaklıkta birbirine bağlanarak parçanın mukavemet kazandığı ısı işlem

Çelik, yapıda kullanılan diğer metaller gibi yanmaz özellikte olmasına karşın, yapı yangınlarında karşılaşılan yüksek sıcaklıklara uzun süre dayanmaktadır. Yumuşak çeliğin dayanımında 250 °C' ye dek artış olmakla birlikte, 400 °C ' de normal dayanıklılık değerine dönmektedir. Sıcaklık 550 °C civarındayken yumuşak çelikte çalışma gerilimine erişmekte ancak soğutma yapılması halinde kaybedilen dayanımın çoğu tekrar kazanılabilmektedir. Yüksek dayanımlı çelik alaşımlar da ısıtıldıklarında benzer özellikler göstermektedirler. Diğer yandan yumuşak çelikten farklı olarak ön gerilmeli betonda kullanılan soğuk işlenmiş yapı çeliğinin dayanımında 400-450 °C sıcaklıkta önemli düşüş görülmektedir. Orijinal yumuşak çelik formuna dönüşle ilgili olarak da yine soğuk işlenmiş çelikte sorunlar oluşabilmektedir. Bu nedenle bu tür çeliklerin kullanıldığı yapılarda yangında kısa bir zaman sonunda bile kalıcı deformasyonlar görülebilmektedir. Çeliğin strüktürel çerçeve veya cephe kaplaması olarak kullanılması durumunda yüksek termal genleşmeler sebebiyle strüktürel bütünlük zarara uğrayabilmektedir. Eğer strüktürde kullanılan çelik elemanlar yangına karşı korunmamışsa, yangının başlangıç aşamalarında deformasyonlar meydana gelmektedir. Strüktürel elemanlarda eğilme, çatlama ve çökmeler oluşmaktadır (Özgünler ve D., 2001:174).

Betonarmede kullanılan donatı çeliği, yapı çeliği ile benzer özellikler göstermektedir. Yangın sırasında çıkan ısının çok yükselmesi ile betonda parça kopmaları gözlenmektedir; bu da donatı çeliğinin ortaya çıkmasına ve ısıyla direkt temas etmesine sebep olmaktadır. Hele birde beton içindeki donatı pas payları yeteri kadar bırakılmazsa ısının donatı betonun patlamasına yol açmaktadır. Betonarme donatının taşıyıcı kısımlarda yüzeyden 6 cm, taşıyıcı olmayan yerlerde ise en az 3 cm betona gömülü olması istenmektedir (Eriç, M., 2002).

Cam, 500-600 °C ' de yumuşamakta ve 900-1000 °C' de kıvamlı bir kütle şekline gelmektedir. Pencereelerde kullanılan camlar genellikle yangınlarda sıkışma ve gerilmelerden dolayı büyük patlamalara uğramaktadırlar (Eriç, M., 1981).

Alüminyum, 100-150 °C'de mukavemetini kaybetmektedir. Çekme mukavemeti, 250 °C'de ilk mukavemetinin yarısına, 400 °C'de 1/20'sine kadar inmektedir. Alüminyum yangın karşısında çok zayıf bir malzemedir. 600 °C'de erimektedir (Arpacıoğlu, 2004: 25).

3.3. Yapının Yangına Dayanımı İçin Önerilen Malzemeler

Bir yapı, kendini oluşturan malzemelerin yüksek sıcaklık altındaki davranışlarını ve mekanik özelliklerini sergilemektedir. Yapının strüktürel elemanları ve diğer tüm kısımlarında kullanılacak yapı ürünlerinin seçimi, yangın korunumu açısından önem teşkil etmektedir (Meacham, B., 1999). Test edilmeye gerek olmaksızın yapıda kullanılması önerilen malzemeler Ek-8' de gösterilmektedir.

Yangında yapı malzemelerinin davranışları etkileyen değişkenlerin tespit edilmesi, malzeme uygunluğunun belirlenmesinde önemli bir faktördür. Malzemelerin yangın anındaki davranışlarını etkileyen değişkenler aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Akıncıtürk ve İpekçi, 2004).

- Yanabilirlik, yanıcılık sınıfı
- Isısal genleşme davranışı,
- Isı ve sıcaklık iletme özellikleri
- Mekanik- termik davranışları
- Ateşe direnci veya sıcaklığa bağlı olarak, kimyasal açıdan yangından korunma reaksiyonları
- Termik mukavemet davranışı

Yapı malzemesi olarak öncelikli olarak A sınıfı malzemeler tercih edilmelidir. Genleşmiş kil, perlit, vermikülit, mineral yün, cam, selüler cam, beton, gaz beton, mineral agregalar, alaşım metaller, alçı ve alçı bazlı sıvalar, killi malzemeler (tuğla, karo), kalsiyum silikat, doğal taş ve arduvazlar, çimento mozaik, seramik ve seramik A sınıfı yapı malzemelerdir.

3.3.1. Taşıyıcı sistem için önerilen malzemeler

Taşıyıcı sistem yapıyı ayakta tutan kolon, kiriş, çerçeve, perde ve duvar gibi yapı elemanlarından oluşan sistemdir. Görevi yapının kendi yükünü ve üzerine gelebilecek her türlü yükü (deprem, rüzgar, kar vb.) taşımaktır. Taşıyıcı sistemin yangına dayanımı kullanıcıların yapıyı boşaltarak, can kaybının önlenmesi açısından önemlidir

Bir yapının yangına karşı direnç gösterme düzeyini, taşıyıcı sistemini oluşturan elemanlar belirlemektedir. Duvar, kolon döşeme ve kiriş gibi, yapı elemanları ısınan yüzeyleri yönünde sehim yapma eğilimindedirler (Marchant, E,W., 1972).

Taşıyıcı sistem elemanlarında yangın güvenliği aşağıdaki maddelerde belirtilen uygulamalarla sağlanabilmektedir (Tama, 2012).

- Her zaman bulunan yapısal olarak sağlanmış olanaklarla yangın çıkarsa da çıkarsa da tehlikenin, yanıcı madde ve tutuşturucunun, zarara uğrayabileceklerin sınırlandırılması,
- Malzemenin kimyasal yapısı değiştirilerek tutuşmaya karşı direncinin artırılması ve yanmanın engellenmesi
- Yangını ve yanmayı geciktiricilerle malzemenin bütünleştirilmesi,
- Malzeme yüzeyinin sarılması veya kaplanması,
- Malzemelerin bölmelere ayrılarak yangının durdurulması,
- Malzemelerin düzenleme ve bulunma şekillerinin değiştirilmesi

Günümüz yapılarının çoğu yüksek yapı niteliğinde olduğundan yaygın olarak kullanılan taşıyıcı sistem malzemeleri çelik, beton ve kompozit malzemelerdir. Yüksek yapı niteliğinde olmayan daha basit yapılarda ahşap kullanımına rastlanmaktadır. Çizelge 3.3'de taşıyıcı sistem malzemelerinin yangın karşısındaki performansları karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 3.3. Yapı malzemelerinin yangın karşı performansları (ECP, 2007,3)

Korunmasız inşaat malzemeleri	Yangın direnci	Yanabilirlik	Yangın yüküne katkı	Kesit boyunca sıcaklık artış oranı	Yapılarda yangın güvenliği	Yangın sonrası onarılabilirlik	Yangın zedeler ve itfaiyeciler için koruma
Kereste	Düşük	Yüksek	Yüksek	Çok Düşük	Çok Düşük	Hiç	Düşük
Çelik	Çok Düşük	Hiç	Hiç	Çok yüksek	Düşük	Düşük	Düşük
Beton	Yüksek	Hiç	Hiç	Düşük	Yüksek	Yüksek	Düşük

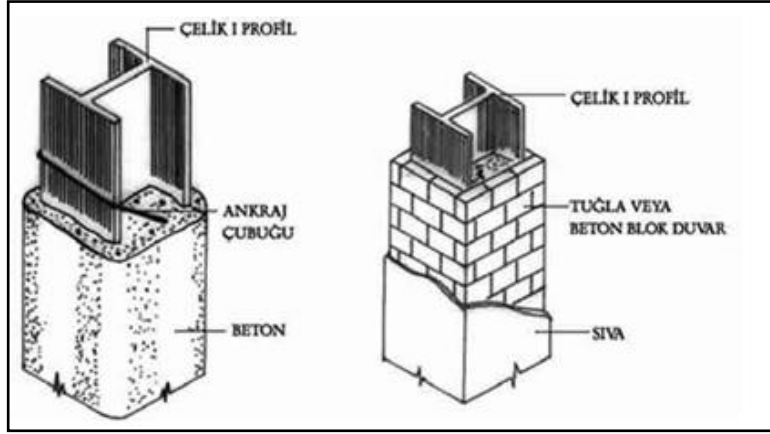
Çelik Taşıyıcı Sistemin Yangından Korunması

Yangın esnasındaki yüksek sıcaklık çelik yapı ürünlerinin boyu, dayanımı ve yük taşıma kapasitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Çelik taşıyıcıların yüzeyinde levha, sprej ya da şişme kaplamalar gibi yangın koruyucuların uygulanması ya da çelik taşıyıcıların yüzeyinde kullanılan ürünlerin, kalınlıklarının artırılmasıyla yangının olumsuz etkilerin taşıyıcıya ulaşması geciktirilebilir (Tama, 2012).

Çelik taşıyıcı yapılar da yapısal çeliğin ilk yapım aşamasında yangına dayanıklı olarak üretilmesi yangından koruma yöntemlerinden biridir. Taşıyıcı sisteme yönelik pasif yangın koruma önlemlerinin maliyetleri sebebiyle ek uygulama gerektirmeyen, alternatif çelik taşıyıcı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler; bütünleştirilmiş kirişler, kompozit döşemeler, kısmi olarak kaplanmış kolon ve kirişler, çelik dış iskelet ve birleşik kirişlerdir (Eren ve Mayuk, 2013). Çelik taşıyıcı sistemin yangından korunmasına yönelik önlemler aşağıda sıralanmıştır:

- Kütleli Yalıtım
- Taşıyıcı Elemanları Kaplama:
- Sprej Malzemelerle Koruma
- Kolonların Su Dolanımı İle Yangından Korunması
- Yangına karşı dayanıklı boya ile boyama

Kütleli yalıtım, çelik bir kolonun beton, tuğla ve alçı gibi malzemelerle kaplanması veya içinin beton ile doldurulmasıyla yangına karşı direncinin artırılmasına yönelik bir yöntemdir (Şekil.3.1). Taşıyıcı elaman yangına dayanıklı malzemeler aracılığıyla tecrit edilmektedir.



Şekil.3.1. Kütlesel koruma (Demirel ve Özkan, 2003)

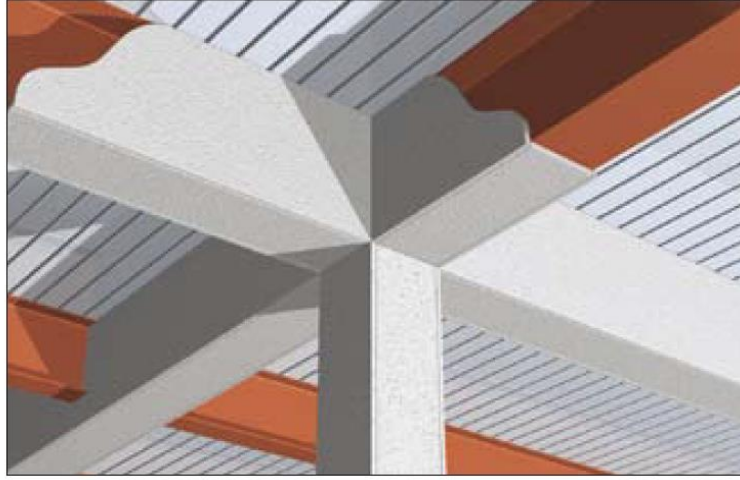
Çelik taşıyıcının yangına dayanımı yalnızca 5 dakika iken 5 cm'lik bir kaplanmasıyla 130 dakikaya çıkarılabilmektedir. Çizelge 3.4'de kaplama malzemesinin kalınlığına göre direnç sürelerinin değişimi gösterilmektedir. Kaplama için beton ve alçı gibi yanmayan ve ısınma ısısı çok yüksek malzemeler kullanılmaktadır. Beton kaplama, çelik kollarını yangının yanında darbe ve dış etmelere karşı da korumaktadır. Taşıyıcının etrafında kafes teli veya tel etriye kullanılması betonun dayanımını arttırmaktadır (Eren ve Mayuk, 2013). Ancak maliyeti yüksektir, yapı ağırlığını önemli ölçüde artırır ve uygulaması da zaman alıcıdır (Tama, 2012).

Çizelge 3.4. Minimum kalınlıkta beton korumalı kesit verileri (Anon, 1993)

Yangın Dayanımı (dk)	60	90	120	180	240
Min. Kalınlık (mm)	25	30	40	50	60

Taşıyıcı elemanları kaplama yöntemi çerçeveleme sistemler olarak da ifade edilmektedir. Bu yöntemde çelik yapı elemanları, plaka halindeki izolasyon malzemeleri ile kaplanmaktadır (Resim 3.2). Yapı bileşeninin türüne göre uygulama yöntemi ve kaplama malzemesi çeşitlilik göstermektedir. Yangına karşı dayanım süresini arttırmak için plakalar birkaç kat halinde uygulanabilmektedir. Plakalar arasındaki birleşim yerlerinin üst üste binmemesi için, plakalar kaydırılarak yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ek yerlerine benzer özellikteki yanmaz malzeme ile sıva yapılmalıdır (Tama, 2012). Uygulama kolaylığı ve plakaların yangın dayanımında gösterdikleri performans sebebiyle çelik yapılarda sıkça kullanılan bir yöntemdir. Kalınlıklar ürüne göre farklılık gösterse de 6 mm ila 80 mm arasında değişmektedir. Genellikle alçıtaşı, taş yünü, perlit ve

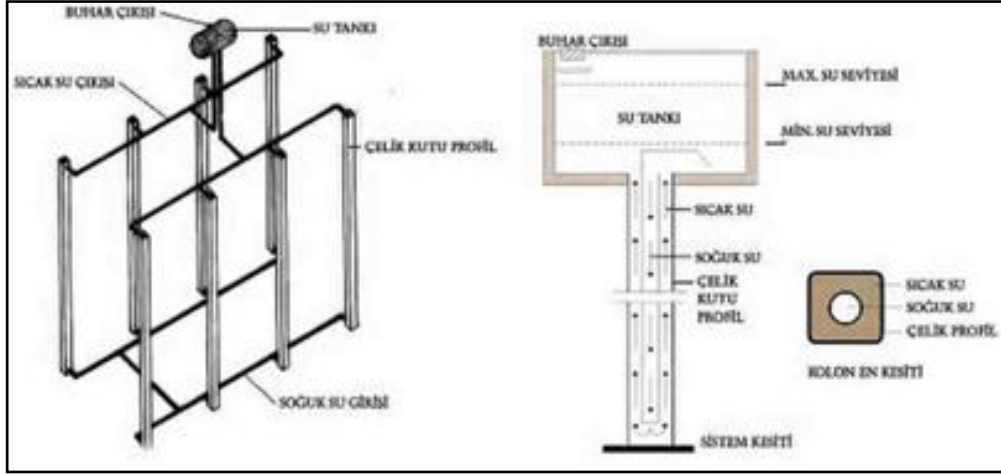
vermükulit gibi hiç yanmaz yapı malzemeleri kullanılmakta olup, istenilen tüm yangın dayanım süreleri, kalınlık ve içindeki malzeme bileşenleri aracılığı ile elde edilebilmektedir (Tama, 2012).



Şekil 3.2. Taşıyıcı elemanın plakalarla kaplanması (İnternet 9)

Sprey malzemelerle koruma; taşıyıcı yüzeyine çimentolu plasterler ve mineral fiberler gibi malzemelerin püskürtülerek kaplanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntem püskürtme işlemi esnasında yapının kirlenmesine sebep olduğundan, uygulama zamanı doğru seçilmeli ve sıva üst yüzeyi pütürlü olacağından kolon başka bir malzemeyle tekrar kaplanmalıdır. Sıcakta şişerek hava kesecikleri oluştururlar ve yalıtımı bu şekilde sağlarlar (Akıncıtürk ve İpekçi, 2004).

Kolanların su dolanımı ile yangından korunması; taşıyıcı sistem profillerinin içinde su kullanılması ile soğutma yapılması ile uygulanan yöntemdir. Su ısı özgül katsayısının büyük olması ve buharlaşırken soğurduğu enerji nedeniyle soğutucu özelliğe sahiptir. Suyun donma özelliğine karşı önlem olarak içine bir takım katkı maddeleri eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca çelik elemanların hesabında içinde bulunan suyun basıncı da göz önünde bulundurulmalıdır (Akıncıtürk ve İpekçi, 2004). Bu yöntem, kutu profillerden oluşan sistemlerde kullanıma uygundur (Şekil 3.3). Su kaynama sıcaklığına ulaşsa dahi 200°C sıcaklığı aşamaz. Çelik malzemenin fiziksel özellikleri sebebiyle, bu ısıda mekanik özelliklerinde herhangi bir bozulma olmaz (Tama,2012).



Şekil.3.3. Su dolaşımı ile yalıtım (Tama ve Özberk, 2011)

Yangına karşı dayanıklı boya ile boyama; taşıyıcı sistem yüzeyinin yangın esnasında aktif hale gelerek kabarma özelliği gösteren boya ile kaplanmasına yönelik yöntemdir. Çelik malzemede sıcaklık 200 C' ye ulaştığında, boya kabarak aktif hale gelir. Çelik üzerinde kabaran bir köpük şeklini alarak, yüksek ısı ve yangına karşı yalıtım sağlar (Resim 3.1). Koruma süresi, malzemenin kalınlığına göre 30, 60, 90 ve 120 dakika şeklinde değişiklik gösteririr (Akıncıtürk ve İpekçi, 2004).

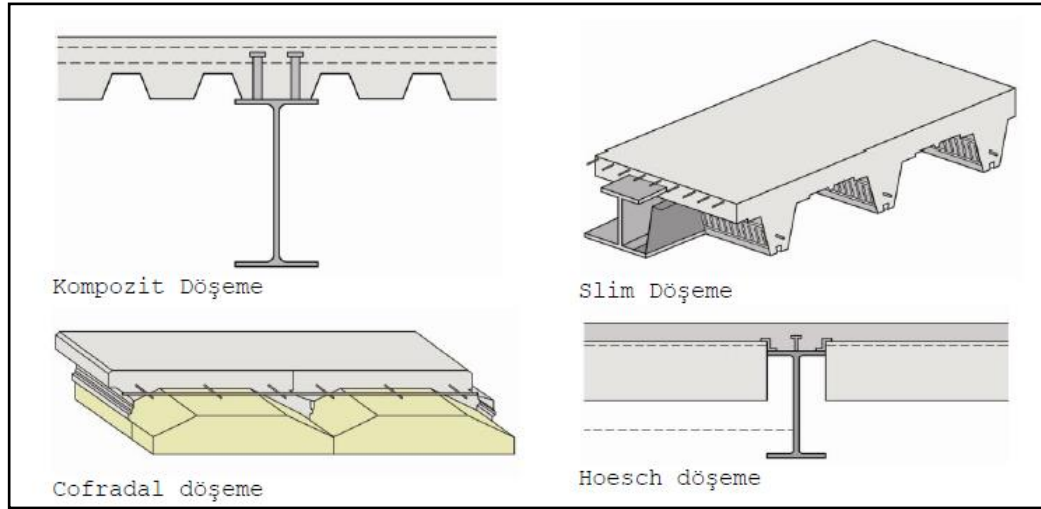


Resim.3.1. Taşıyıcı sistemin boya ile yangından korunması (Arpacıoğlu, 2004:196)

Kompozit Taşıyıcı Sistemlerin Yangından Korunması,

Prefabrik betonarme döşemeler, uygun donatı ve detay çözümünün sağlanması halinde, hiçbir çelik yapı elemanı ile bağlantılı değilken, 120 dk'nın üzerinde yangın dayanımına sahiptir. Fakat, çelik bir kirişin üst başlığı üzerine uygulanan bir prefabrik betonarme döşemenin yangına dayanım süresi, çelik ve betonarmenin yangın esnasında farklı gerilmelere sahip olmamasından dolayı daha kısadır. Bu sebeple, çok katlı yapılarda, prefabrik döşemelere alternatif olarak, çelik tabliyelili kompozit döşemeler tercih

edilmektedir. Trapez profillerden oluşan çelik tabliyelerin üzerine, beton dökülmesiyle kompozit döşemeler oluşturulur (Şekil 3.4). Kompozit döşemelerde, beton ve tabliye kısmındaki gerilme ve büzölmelerin farklı olması sebebiyle oluşabilecek çatlamları engellemek için döşemeye lif ya da donatı eklenmektedir. Bu yöntem sayesinde, döşemenin yangın durumunda çökme ve yıkılmasına karşı da önlem alınması sağlanır (Eren ve Mayuk, 2013).



Şekil.3.4. Kompozit döşeme sistemleri (Eren ve Mayuk, 2013)

Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Yangından Korunması.

Betonarme taşıyıcı sistemlerin yangın etkisi altındaki davranışları göz önüne alındığında taşıyıcı elemanların yangın güvenliğinin sağlanmasında donatı çeliğinin dış ortam ile temas etmeyecek şekilde beton içinde kalmış olması önemlidir. Çelik donatının çatlamlar sonucunda açığa çıkması, ısının hızla iletilerek beton malzemede ani ısı değişimlerine ve dolayısıyla betonun çatlamasına ve donatının gücünü yitirmesine sebep olur. Beton, taşıyıcı sistem veya kaplama ögesi olarak ısı iletkenlik değerinin düşük olmasından dolayı tercih edilmektedir (Yavuz, G., 1979).

Yangın, portland çimentosunun kimyasal özelliklerini değiştirmektedir. Çimento bileşenlerinden olan CaO, ısı ve suyun etkisiyle Ca(OH)₂'e dönüşür. Bu durum malzemenin genişmesine ve aşınmasına sebep olmaktadır. Çimento bünyesinde meydana gelen kimyasal tepkime sonucu oluşan su, ısının daha da artması ile buharlaşır ve betonun moleköl yapısı ve bağları değişime uğrar. Bu değişim çimentonun bağlayıcılık özelliğinin azalmasına ve oluşan iç gerilmeler sonucunda betonda dağılmalara sebep olur. (Baradan,

B., 1994) Uygun agrega ve çimento kullanımıyla betonun koruyuculuk değeri arttırılabilir. Betonun dayanım düzeyini artırmak için yüksek fırın cürufu ve alüminli çimentoların kullanılması önerilmektedir (Çobanoğlu, 2003: 44-48).

Yığma Yapıların Yangından Korunması

Yığma yapılarda, duvarlar taşıyıcı nitelikte olduğundan kullanılan malzemenin yangın dayanımı ve yük taşıma kapasitesi yüksek olmalıdır. Volkanik faaliyetler sonucu oluşan homojen özellikteki taşlar, oluşum esnasında yüksek sıcaklığa maruz kaldığından yangın karşısında da yüksek performans gösterirler. İçinde CaCO_3 bulunan taşlar, yüksek ısı ve suyun etkisiyle Ca(OH)_2 'e dönüştüklerinden yük taşıma kapasiteleri azalmaktadır.

3.3.2. Cephe kaplamaları için önerilen malzemeler

Dış kaplamalar, yapının çevresel faktörler ve atmosferle temasını sağlayan en dış katmanını oluştururlar. Duvar çekirdeğini dış ortamın zararlı etkilerinden koruma görevini yerine getirmektedirler. Bu amaçla kullanılacak kaplama malzemelerinin atmosferin kimyasal etkilerine dayanıklı olması, güneş ışınlarının zararlı etkilerinden bozulmaması sıcaklık farkları dolayısıyla oluşacak genleşme ve daralmalardan zarar görmemesi, yağış sularından bozulmaması ve suyu içine almaması, don etkisiyle bozulmaması, içten gelen ve iç yüzeyde oluşan buharın dışarıya çıkmasına engel olmaması gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlarla birlikte ısı, ses ve yangın yalıtımını da sağlamalıdır (İnternet:Sogukoğlu M.M., İnce,A.). Cephedeki yangın kontrolünün iç mekandakilerden çok daha zor olması sebebiyle cephe malzemeleri yangın güvenliğinde kilit rol oynamaktadır. Bu nedenle, tasarımcının malzemenin yangın esnasında davranışı ve performansı konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir (internet 10) .

BYKHY'te dış cephe malzemeleri için dış duvarlar, dış cepheler ve dış kaplamalar olmak üzere üç farklı terimin yer aldığı görülmektedir (Altıntaş ve Demirel:2011). Dış cephe malzemeleri için çok sayıda seçenek bulunmaktadır. Yaygın olarak karşımıza çıkan cephe malzemeleri, boyalar, kaplamalar (opak cam, seramik, pres tuğla, metal levha, siding ve ahşap), cam mozaikler, doğal/yapay taş plakalar, çimento esaslı levhalar ve sandviç panellerdir (internet 11).

Dış duvarlar

Yapının dış ortam ile temas halinde olduğu kimi zaman taşıyıcılık görevini de üstlenen yapı elemanlarıdır. Dış duvarlar için en çok kullanılan malzemeler tuğla, bims (pomza) ve gazbetondur.

Bims (pomza), son dönemlerde ısı ve ses yalıtım özelliği sebebiyle çok tercih edilen öz kütlesi düşük, hafif bir malzemedir. Volkanik faaliyetler sonucu oluşmuştur, çevresel etkilere karşı dayanıklıdır. Isı dayanımı yüksektir, 1100 °C sıcaklığa yaklaşık 230 dakika dayanmaktadır (internet 12).

Gazbeton, gözenekli, yoğunluğu düşük ve uygulaması kolay bir malzemedir. % 70 oranında boşluk içermektedir. Isı iletkenliği düşük olduğundan, ısı yalıtım performansı yüksektir. A1 sınıfı hiç yanmaz malzemeler sınıfındadır (internet 13).

Tuğla, en yaygın duvar malzemesi olmasının yanında, asmolen döşeme, baca ve cephe kaplaması gibi yapının farklı bölümlerinde kullanılabilir. Son dönemlerde geliştirilen çeşitleri sayesinde ısı ve ses yalıtımı sağlamaktadır. Ekonomik ve sağlıklı bir malzemedir. A1 sınıfı hiç yanmaz yapı malzemelerindedir (internet 14).

Dış cephe kaplamaları

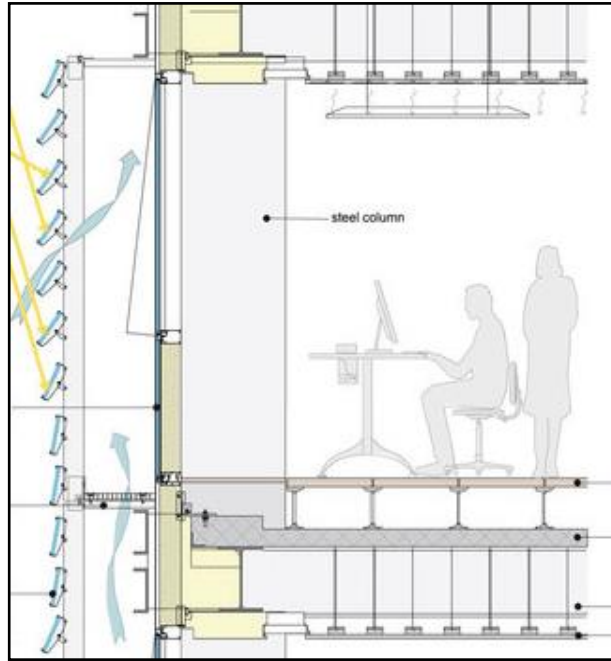
Cam, seramik, tuğla, granit, çeşitli metal ve çimento esaslı levhalar, taş ve ahşap gibi malzemelerin yapıştırma malzemesi kullanılarak ya da mekanik montaj yapılarak duvar yüzeyine eklenmesi ile yapılmaktadır. Cam, tuğla, granit, seramik ve taş kaplamalar doğal malzemelerden elde edilen ısıya ve dış etkenlere karşı dayanıklı malzemelerdir.

Çimento esaslı yonga levhaların, ham maddesi çimento ve çam ağacıdır. İnşaat çimentosu ve malzemeyi hafifletmek için çam ağacının kabukları soyulduktan sonra yongalanarak karıştırılmasından oluşturulan bir yapı malzemesidir. Çimento esaslı yonga levhalar, yangın, su, nem gibi çevresel şartlara dayanıklı bir malzeme olduğundan dış cephelerde kullanılmaktadırlar (Mermer, 2008: 63).

Giydirme cepheler

Giydirme cepheler, kolay uygulanabilmesi ve görsel etkileri sebebiyle günümüzde hastane, okul, ofis gibi birçok yapıda dış cephe malzemesi olarak tercih edilmektedir (Şekil 3.6). Enerji etkin tasarımın önem kazanması sebebiyle çift kabuk cephe sistemleri kullanımı yaygınlaşmaktadır. Havalandırma, ısı ve ses kontrolü, doğal aydınlatma ve estetik gibi unsurlarda yüksek performans sağlayan çift kabuk cephe sistemlerinin yangın güvenliği kapsamında da iyi bir performans göstermesi için bazı önlemlerin alınması gerekmektedir (Kıasf, 2016).

- Tüm cephe bileşenleri yangına dayanıklı malzemelerden seçilmelidir.
- Dumanın ortamdaki uzaklaştırılabilmesi için uygun boşluklar tasarlanmalıdır.
- Dumanın cephe boşluğu içerisinde hareketini engellemek için yatay kapak sistemleri düzenlenmelidir.
- Duman ve alevin aynı kat hizasında ilerleyişini durdurmak için iç hacimleri baz olarak düşey bölmeler oluşturulmalıdır.
- Yangın dayanımı yüksek olan kutu tipi çift kabuk cephe sistemleri tercih edilmelidir. Modüllerden oluşması sebebiyle kutu tipi sistemler yangının ilerleyişine engel olmaktadır.



Şekil.3.5. Çift kabuk giydirme cephe sistemleri (İnternet 15)

Dış cephe yalıtım malzemeleri

Taş yünü, volkanik taşlardan sağlanan minerallerin eritilerek elyafa dönüştürülmesiyle elde edilmektedir. Uygulandığı yüzeylerde ısı ve ses yalıtımı sağlamaktadır. Yapılarda ısı ve yangın durdurucu olarak kullanılırlar (İnternet 16).

Cam yünü; ham maddesi kum, soda, boraks gibi inorganik maddelerin karışımıdır. Yapılarda, taşıtlarda, tesisat ve sanayide ısı ve ses yalıtımı amacıyla kullanılır. Yangın sınıfı A olup yangın güvenliğinin istenildiği yapılarda güvenle kullanılmaktadır (Akratan: Özkan, 2002: 31).

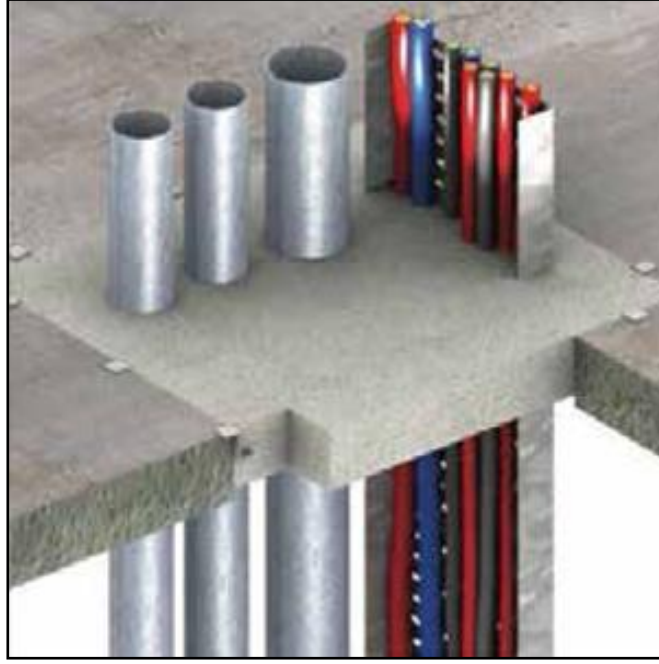
Seramik yünü; seramik elyafları alüminyum ve silikadan oluşur. Levha ve şilte formunda üretilmektedir. 1900 °C'ye kadar olan yüksek sıcaklıklara dayanım göstermektedir (Özkan, 2002: 31).

3.3.3. İç mekan için önerilen malzemeler

İç hacim uygulamalarında yanmaz malzeme kullanımı önem teşkil etmektedir. İç bitirmelerde tuğla, beton, alçı panel, alçı sıva, seramik kaplama, cam kaplama ve vinil duvar kağıtları gibi yanmayan malzemeler tercih edilmelidir (Aktaran :Ağa , 2015: 20).

Yangın anında, yapıyı oluşturan bileşenler ve tefriş elemanları yanmaya başlamakta ve yangının büyümesine etki etmektedir. Kolay alevlenen tutuşma noktası ısısı düşük, yangın yükü yüksek malzemeler ve kaplamalar yangının çıkması, genişlemesi ve dağılmasına neden olmaktadır.

Duvarlar deliksiz ve boşluksuz olmalıdır. Bölmelerde kapı ve sabit ışık penceresi gibi boşluklardan kaçınmak mümkün değilse, bunlarda en az duvarların yangına karşı dayanım süresinin yarı süresi kadar yangına karşı dayanıklı ve yangın kesici özellik göstermesi gerekmektedir. Kompartıman duvarlarını ya da döşemelerini delerek geçen servis boruları ya da kanalları, duvarlar ve döşemelerle aynı düzeyde yangın direnimi sağlamalıdır. Döşeme ve duvarlardaki en küçük delikler için bile yangın durdurucular düşünülmelidir (Ağa, 2015: 23) (Şekil 3.6).



Şekil.3.6. Yangın durdurucu harç (İnternet 17).

3.3.1. Çatı kaplamaları için önerilen malzemeler

Çatı, bir yapıyı üstünden etkileyen yağmur, kar, rüzgar, sıcak ve soğuk gibi dış etkilerden korumak üzere yapının en üstünde inşa edilen yapı elemanıdır. Bu nitelikteki bir elemanın yapımında malzemenin büyük önemi vardır (Yıldırım ve Söyler, 2016). Çatıların inşasında; aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulur (BYKHY,2007: Madde 28/1):

- Çatının çökmesi,
- Çatıdan yangının girişi ve çatı kaplaması yüzeyinin tutuşması,
- Çatının altında ve içinde yangının yayılması
- Çatı ışıklığı üzerindeki rüzgar etkileri,
- Çatı ışıklığından yapıya yangının geçmesi,
- Yangının çatı kaplamasının dış yüzeyi üzerine veya katmanlarının içerisine yayılması ve alev damlalarının oluşması ,
- Bitişik nizam yapılarda, çatılarda çıkan yangının komşu yapıya geçmesi

Çatı kaplamalarının Broof sınıfı malzemelerden, çatı kaplamaları altında yer alan yüzeyin veya yalıtımın en az zor alevlenici malzemelerden olması gerekir. Ancak çatı kaplaması olarak yanmaz malzemelerin kullanılması durumunda üzerine çatı kaplaması uygulanan yüzeyin en az normal alevlenen malzemelerden olmasına izin verilir. Yüksek

yapılarda ve bitişik nizam yapılarda, çatıların oturdukları döşemelerin, yatay yangın kesici niteliğinde, çatı taşıyıcı sistemi ve çatı kaplamalarının, yanmaz malzemeden olması gerekir (BYKHY, 2007: Madde 28/1).

Günümüzde en fazla kullanılan çatı malzemeleri metal esaslı, kil esaslı, bitüm esaslı ve plastik esaslı malzemelerdir. Çatı kaplama malzemelerinin yanıcılık sınıfı Ek-9'da yer almaktadır.

Arduvaz, ana maddesi doğal bir taş olan arduvaz uzun yıllardır kullanımda olan yangına karşı dayanıklı bir çatı kaplama malzemesidir. Uzun ömürlüdür ve görsel açıdan etkileyici bir malzeme olması sebebiyle prestij yapılarında tercih edilmektedir (İnternet 18) (Resim 3.2).



Resim 3.2. Arduvaz (İnternet 18)

Çimento esaslı malzemeler

Perlitli kiremit ve beton kiremit çimento esaslı çatı kaplama malzemeleridir. Donma ve çözülme gibi dış etkenlere karşı dayanımları yüksektir. Bünyesinde kimyasal madde olmadığı için doğaya zarar vermezler. Montajında kilit sistemi kullanıldığından düşük eğimli çatılar ve şiddetli rüzgara maruz kalan bölgelerde kullanımları uygun görülmektedir (Yıldırım ve Söyler 2016).

Beton kiremit, betonun kalıp içinde sıkıştırılarak düşük sıcaklıkta prize yapması², sonucu üretilen bir çatı kaplama malzemesidir (Resim 3.3). Kil esaslı çatı kaplamalarına göre daha hafiftir ve su emici özelliği daha fazladır. Yangın dayanımı yüksektir (İnternet 19).

Perlitli kiremit, volkanik bir tuf olan perlit ve çimento kullanılarak üretilir. Isı iletkenliği düşük olduğundan ısı yalıtım özelliği vardır. 1000° C sıcaklığa kadar dayanıklıdır (İnternet 19).



Resim 3.3. Beton kiremit (internet 20)

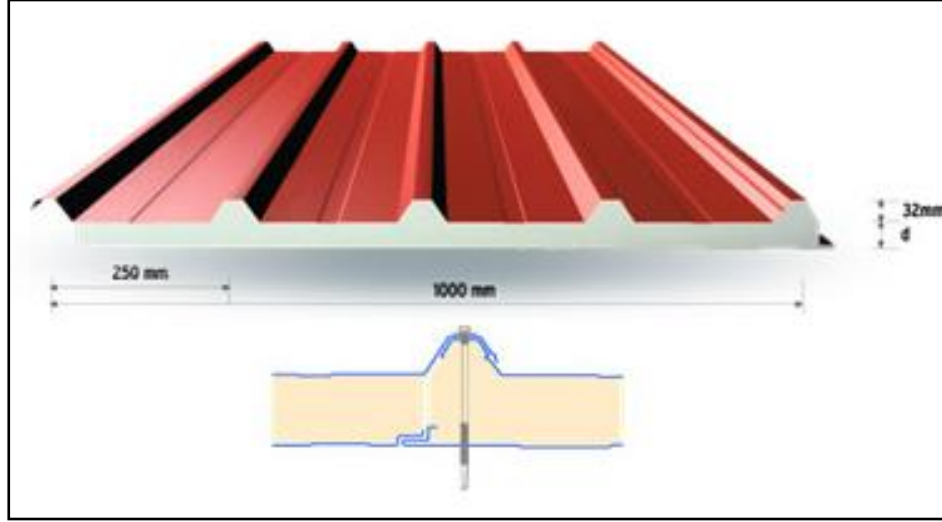
Metal esaslı malzemeler:

Geniş açıklıklar üzerinde veya tonoz ve benzeri eğrisel yüzeylerde metal esaslı çatılar yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli metaller yalnız olarak kullanılabilirdiği gibi arasında dolgu maddesi yer alan sandviç panellerde kullanım amacına göre tercih edilmektedir.

Taşıyünü dolgulu galvaniz sandviç panel, A1 sınıfı hiç yanmaz özelliği olan metal esaslı çatı kaplama malzemelerinden biridir (Şekil 3.7). Türkiye’de üretim ağının geniş

² Prize yapmak: Betonun yapısındaki suyu kaybederek sertleşmesi

olması sebebiyle temin edilmesi kolaydır. Dolgu maddesi olarak kullanılan mineral yün, ısı yalıtımı sağlar (internet 21).



Şekil 3.7. Sandviç panel çatı kaplaması (internet 21)

Kil esaslı malzemeler

En yaygın ve temin edilmesi en kolay çatı kaplama malzemelerinden olan kiremitler kil esaslı doğal malzemelerdir (Resim 3.4). İçeriklerinde doğaya zararlı kimyasal maddeler barındırmamalarından dolayı çevreye zarar vermezler. Bünyelerinde su bulundururlar ve yanmaz malzemelerdir (Yıldırım ve Söyler, 2016). Doğal olmalarından dolayı atıkları ayrışarak ham maddesine tekrar dönüşmektedirler. Uygulaması kolaydır ve hasarlı bölümler kısmi olarak değiştirilebilmektedir.



Resim 3.4 . Kiremit çatı örtüsü (internet 22)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşadığımız ortamlarda yanabilir maddeler ve ateş olduğu sürece yangın tehlikesi de var olacaktır. Yapılaşmanın her geçen gün artan bir hızla devam etmesi, ihtiyaç duyulan yapıların çeşitlenmesi ve karmaşık hale gelmesi yangın güvenliği kavramının önemini arttırmıştır. Yangın güvenliği tasarımda estetik, konfor ve fonksiyonellik gibi yapının temel unsurlarından biri haline gelmiştir.

Tez kapsamında yangın güvenliği ile ilgili çalışmalar ve Türkiye'deki mevzuatlar ele alınmıştır. Konuyla ilgili güncel yaklaşımlar irdelenmiş, aktif ve pasif yangın güvenlik önlemlerinin asgari koşulları belirlenmiştir. Gelişen teknolojinin yangın güvenliği kavramına katkıları araştırılmıştır. Sonuçta tasarım ve malzeme kullanımı hakkında çözüm önerileri getirilmiştir.

Yangın güvenli yapı tasarımının giderek önem kazanması ve teknolojik olanakların artması, bu kapsamında bir takım yeni yaklaşımlar ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Buna göre yangın güvenliği konusundaki güncel yaklaşımlar aşağıda sıralanmıştır:

- Dünyada ve Türkiye'de yangın güvenliğinin önemli ve disiplinler arası bir konu olduğunun anlaşılması ve “yangın mühendisliği” gibi disiplinlerin ortaya çıkması,
- Yangın güvenliğinde malzemenin önemli bir husus olduğunun anlaşılması sebebiyle yayınlanan yönetmeliklerle uluslararası platformda malzeme konusunda ortak standartlar oluşturulması,
- Yangınlara en kısa sürede müdahale edebilmek için uzaktan algılama sistemlerinden faydalanılması,
- Özellikle yüksek yapılarda simülasyon programları kullanılarak yangın senaryoları ile yangın olayı yaşanmadan olası risklerin tespit edilmesi, yapının yangın karşısındaki performansının tespit edilmesi ve yangın anında uygulanacak stratejinin belirlenmesi.

Yangın güvenli yapı tasarımında mimarlara büyük ve önemli görevler düşmektedir. Yangın güvenliği konusunda başarı elde edebilmek için, mevcut mevzuatları,

yapıya, mimari üslubuna, uygulama tekniğine göre uyarlaması gerekmektedir. Tasarım anlayışı, şehircilik ölçeğinden başlayarak, yangının önlenmesi, yapıların arsa üzerindeki yerleşimi, kullanıcıların kolay algılayabileceği plan şemalarının oluşturulması, kaçış yollarının doğru planlanması, yangın güvenliğine uygun cephe tasarımı, kompartıman alanları oluşturulması, duman tahliyesi ve yangına dayanıklı malzeme seçimi hususlarının gerçekleştirilebileceği bir düzende olmalıdır. İmar planlarının hazırlanması aşamasında, yeşil alan büyüklükleri, söndürme sistemleri, yapı bloklarının birbirine göre konumları belirlenirken yangın güvenliği konusunda titiz davranılmalıdır. Tüm yapıların yangın esnasında çökme riski ortadan kaldırılmalıdır. Yangının yayılmaması ve taşıyıcı sistemin ayakta kalması için yapı elemanlarının yalıtılması, gerekmektedir. Merdivenlerin ve kaçış yollarının, yeri, kullanıcı yüküne uygun sayıda ve genişlikte olmaları sağlanmalıdır.

Yangın güvenli yapı tasarımı, toplumun konu hakkındaki farkındalığının artırılması ve mevzuatların yeterliği için aşağıdaki hususların gerçekleştirilmesi önerilmektedir:

- Yangınla ilgili mevzuatların gelişen teknoloji ve uluslararası mevzuatlara uygun olarak güncelleme
- Yangın güvenliği kavramının ilgili meslek disiplinlerine bilgi aktarımı yapılarak farkındalığın artması,
- Tasarım öncesi ve anında güvenlikle ilgili ölçütlerin eksiksiz olarak sağlanması
- Yapı tipi ve kullanımı amacına yönelik doğru önlemlerin alınması ve uygun malzeme seçimi
- Malzemenin yangın güvenliğinin gereklerine uygun şekilde kullanılması
- Tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcıların yangın güvenliği hakkında sorumluluklarını yerine getirecek donanımda olmaları
- Yapının kullanıcıları için bir sistematik ve senaryo çerçevesinde belirli dönemlerde yangın tahliye uygulamalarının yaptırılması.
- Toplumun her kesimine gerekli eğitimin verilerek kendi sorumluluklarını öğrenmesi ve yangın anında üzerine düşeni gerçekleştirebilmesi için yangın güvenliği bilincinin oluşturulması.

KAYNAKLAR

- Ağa, D. (2015). *Karma Kullanımlı Yüksek Yapılarda Yangın Güvenlik Önemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 20, 23
- Akıncıtürk N. ve İpekçi, C.A., *Çelik Taşıyıcı Sistemlerde Yangın Yalıtımı ve Alçının Kullanımı*, 2004.
- Altıntaş, S. ve Demirel, F. (2011,13-14 Ekim). *Dış Cephelelerdeki Yangından Korunma Önlemleri*. TÜYAK 2011 Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul.
- Altıntaş, S. (2014,3-4 Nisan). *Cephelelerde Yangın Oluşumu ve Yayılımı*. 7.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu,İstanbul.
- Anonim, (1976). *Steel High-Rise Building Fire*, The Steel Committe teknik raporu.
- Arpacıoğlu, Ü.T. (2004). *Yangın Olgusu ve Yüksek Yapılarda Yangın Güvenliği*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4, 6, 11, 13, 25, 30, 61, 76, 78, 79.
- Arpacıoğlu, Ü.T. (2004,2-3 Nisan). *Cephe yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi*, *1.Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*, İstanbul.
- Ballı, E.N.(2010). *Mimari Tasarımda Yangın Korunumu ve Sigortacılık İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 7.
- Bahaelden, M. (2015). *Yüksek Ofis Yapılarının Yangın Güvenliği Üzerine Bir İnceleme "Türkiye'deki Bazı Kentlerin Ofis Binası Örneklerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Adana, 42.
- Becan A.S. (1994). *Konutlarda Bina Yangın Güvenliği Sorunlarını Gözeten Mimari Tasarım Kararları İçin Yaklaşım Modeli Araştırması*, İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul.
- Başdemir H. ve Demirel F. (2010). *Binalarda pasif yangın güvenlik önlemleri bağlamında bir literatür araştırması*, *Journal of Polytechnic*, (13)2, 101-109.
- Benntts, I.D. and Thomas,I.R. (2002). *Design of steel structures under fire conditions* Prog. Struct. Engng Mater. :4:6-17,(DOI: 10.1002/pse.100).
- Bostankolu, A. (1997). *Mimari Tasarımda Yangın Korunumu ve Sigortacılık İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 82.
- Bozbey, Z.B, (2014,25-27 Eylül). *Acil Durum Asansör Kuyularının Basınçlandırılması*. Asansör Sempozyumu, İzmir.

CPD (89/106/EEC) Construction Product Directive, Official Journal of the European Union L 40, P:92, 11.2.1989.

Çobanoğlu E. (2003). *Çelik İskelet Strüktürlerde Yangın Korunumu*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 44-48.

Demirel, F. ve Altındaş, S. (2005). Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye-Avrupa Genelinde İrdelenmesi. *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, 8(4), 381.

Demirel, F. ve Altındaş, S. (2006). Yapı Malzemelerinin Avrupa Yangına Tepki Sınıfları, Konunun Türkiye- Avrupa Genelinde İrdelenmesi ve Ulusal Sınıfların Yeni Avrupa Sınıflarına Uyarlanması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(1), 39-54.

Demirel, F. ve Altındaş, S. (2009,9-10 Ekim). Binalarda Yapısal Yangına Direncin Sağlanması Bağlamında Ülke Mevzuatlarının İncelenmesi. *TÜYAK 2009 Yangın ve Güvenlik Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul, 135-142.

Demirel, F, Altındaş, S. (2010). Çatı ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performanslarının Avrupa Birliği Direktiflerine Göre Sınıflandırılması ve Konunun Türkiye - Avrupa Genelinde İrdelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 13 (1), 65-70.

Eren,Ö. ve Güzelçoban, M.S.(2012). Çelik Yapıların Yangından Korunma Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. *E-Journal of New World Sciences Academy* , 8(3),157-170.

Eriç M. (1976). Malzemede Yangın Etkisi, Alınması Gereken Tedbirler ve Onarımlar. *Bina Endüstri Merkezi BİNA Dergisi*, 19, 49-57.

Eriç, M. (1981). *Yapılarda Yangının Malzemeye Etkisi*. I.Yangın Ulusal Kurultayında sunuldu, Ankara.

Eriç M. (2002). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. (İkinci Baskı). İstanbul: Literatür Yayınları,

Hakkainen, T. and Oksanen, T. (2002). *Fire Safety Assesment of Wooden Facades*. *Fire and Materials*; 26:7-27(DOI:10.1002/fam.780),

Han, L.,H., You-Fu Yang, Y.,F., Lei Xu, L., (2003). “An experımantal study and calculation on the fire resistance of concrete-filled SHS and RHS columns ” *Journal of Constructional Steel Research* 59, 427-452,

İnternet1: Yanma Üçgeni, Şekil. URL:

<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fsiperyangin.com.tr%2Fyangin-nasil-baslar&date=2018-01-12>. Son Erişim Tarihi: 12.01.2018

İnternet2:Yanmanın Aşamaları, Isı Transfer Türleri, Yangının Büyüme Hızı, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Ffireeng.tripod.com%2Fyan%2Fgin.htm&date=2018-01-12>. Son Erişim Tarihi: 12.01.2018

İnternet3:Yangının aşamaları, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fdemofire.com.tr%2Fduman-ve-yanigin%2F&date=2018-03-13>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnternet4:Yangın sınıfları ve söndürme yöntemleri, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.slideshare.net%2Fsa%2Fbaytr77%2F1-yanigin&date=2018-03-13>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnternet5:Yangın uyarı levhaları, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.birceyangin.com%2Fikaz-levhaları.php&date=2018-03-13> Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnternet6:Yapılarda duman tahliyesi, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fahmetsertkan.blogspot.com.tr%2F2010%2F06%2Fduman-isi-tahliyesi-ve-sistemleri.html&date=2018-03-13>.
Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnternet7:Duman kontrol sistemleri, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.teknofan.com%2Fdu%2Fman-kontrol-sistemleri.php&date=2018-03-13>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnternet8:Duman kontrol sistemleri, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.elektriktesisatportali.com%2Fcpr-construction-products-regulations-yapi-malzemeleri-yonetmeli%2F&date=2018-03-13>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnterne9:Taşıyıcı elemanın plakalarla kaplanması, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftr.scribd.com%2Fdocument%2F89919012%2FFire-Resistance-FINAL&date=2018-03-13>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnterne10:Cephe kaplama malzemeleri, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.wfm.co.in%2Ffacade-design-technology-for-fire-safety-in-building%2F&date=2018-01-27>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnterne11:Cephe kaplama malzemeleri, Paragraf. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.abdurrahmanince.net%2FDis_Cephe.pdf&date=2018-03-13. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018

İnterne12:Duvar malzemesi, bims, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.blokbims.com.tr%2Fbims-nedir.html&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018

- İnterne13:Duvar malzemesi, gazbeton, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.akg-gazbeton.com%2Fgazbeton-nedir&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne14:Duvar malzemesi, tuğla, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kudret.com%2Fyatay-delikli-tuglalar%2F&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne15:Çift kabuk giydirme cephe sistemleri, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mimdap.org%2F%3Fp%3D106928%29&date=2018-03-13>. Son Erişim Tarihi: 13.03.2018
- İnterne16:Dış cephe yalıtım malzemesi, taşyünü, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.knaufmantolama.com%2Fbilgi-bankasi%2Fas-yunu-nedir-6&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne17:Yangın durdurucu harç, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.profire.com.tr%2Fyangin-durdurucu-harc.html&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne18:Çatı malzemesi, arduvaz, Paragraf, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.caliskanlar.com%2Furun-detay%2Farduvaz-1191.html&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne19:Çatı malzemesi, beton kiremit, perlitli kiremit, Paragraf. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.gnyapi.com.tr%2Fci-mento-esasli-cati-kaplamalari&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne20:Çatı malzemesi, beton kiremit, Şekil. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fcinarcati.com%2Fimages%2Furunler%2F6417_3.jpg&date=2018-03-14. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne21:Sandviç panel çatı kaplaması, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kace.com.tr%2Ftasyunu-dolgulu-cati-panelleri.html&date=2018-03-14>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- İnterne22:Kiremit çatı örtüsü, Şekil. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.gninsaat.com.tr%2Fkiremit-nedir-cesitleri&date=2018-03-15>. Son Erişim Tarihi: 14.03.2018
- Kars, F. (1999,4-7 Kasım). *Yapılarda Yangın Riskinin Sınırlamaya Yönelik Önlemler ve Duman Kontrolünün Sağlanması*. 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir

- Kıasif, G. Ç.(2016,2-3 Haziran). *Enerji etkin çift kabuk cephe sistemlerinde yangın performansını iyileştirecek yöntemler*. 8.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Kılıç, A. ve Beceren, K. (1999,4-7 Kasım). *Mimari tasarımda yangın güvenliği*. 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Tebliği, İzmir.
- Kılıç, M. (2003). *Yapılarda Yangın Güvenliği ve Söndürme Sistemleri*. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8 (1).
- Kırbaş, C. (2011). *Basınçlandırma ve Duman Kontrolü*. Yangın Merdivenlerinin Basınçlandırılması, *MMO Kocaeli Şubesi*.
- Korkut, Ö. (1997). Yangın ve çevre ilişkisi. *Yangın Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, Kimya Mühendisleri Odası, Ankara.
- Lamont, S., Lane,B., Flint,G., Usmani,A. (2006). *Behavior of Structures in Fire and Real Design – A Case Study*. Journal of Fire Protection Engineering, Vol. February
- Lennon, T. and Moore,D., (2003). *The natural fire safety concept-full- scale tests at Cardington*. Fire Safety Journal 38, 623-643.
- Lord, J. and Marrion C. *Developments in Codes Around the World*. Fire Protection Engineering Magazine, Summer 2003.
- Marchant, Eric,W. (Editör), 1972. *A complete guide to fire and buildings*.168.
- Meacham, B. (1999). International Experience in the Development and Use Of Performance-Based Fire Safety Design Methods; Evolution, Current Situation and Thoughts for the Future. Fire Safety Science-Proceedings Of The Sixth International Symposium, Fransa.
- Mermer, O. (2008). *Hafif Çelik Konutlarda Yangın Güvenliği*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 63.
- Milke, J., Kodur,V., Marrion,C. (2004). *A overview of fire protection in building*. World Trade Center Building Performance Study, Federal Emergency Management Agency USA.
- Öven, V.A., Çelikhan,S., Atasayan. Ö., Eryılmaz. Y. (1997). *Yangın Riskinin Bina ve Bölge Planlaması Ölçeğinde Azaltılma Önerileri*. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikli Sempozyumu.
- Özgünler, M., Serteser N., Acun, S. (2001). *Yangın Güvenliği Açısından Malzeme Seçimi*. I.Ulusal Bina Malzemeleri Kongresi ve Sergisi Bildiriler-1, İstanbul.

- Özkan, E. (2002). *Çelik Yapı Bileşenlerinde Alınması Gereken Yangın Güvenlik Önlemleri ve Bir Uygulama Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 5-6.
- Park,H. (2014). *Development of a Holistic Approach to Integrate Fire Safety Performance With Building Design*. Degree of Doctor Philosophi, Worcester Polytechnic Institute, 6
- Peacock,R.D., Reneke,P.A., Bukowski,R.W, Babrauskas,V., “*Defining flashover for fire hazard calculations*” Fire Safety Journal 32, 331-345, USA
- Tama, Y.S. (2012). *Çelik Yapıların Yangına Karşı Korunması (İnternette Türk Yapısal Çelik Derneği Sayfası) Denizli*.
- Tenker, S. (1995). *Yüksek Otellerde Yangın Korunum ve Kaçış Yollarının İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 24.
- Troitzsch,J.H. (2005). *The globalisation of fire testing and its impact on polymers and flame retardants*. Polymer Degradation and Stability Volume 88,Issue 1, April, 146-149.
- Üzümeri, Y. (1999). *Yüksek Binalarda Yangın Güvenliği ve Kuzey Amerika İnşaat Yasaları*, Nort york, Antonio, 33.
- Wade, C. A. and Clampett, J.C.(2000). *Fire Performance of Exterior Claddings*. Fire Code Research Reform Program, Project Report FCRC PR 00-03.
- Wang,Y.C. (2005). *Performance of steel- concrete composite structures in fire*. Prog. Struct. Engng Mater.; 7:86-102.
- W.K. Chow, S.S. Han, W.F. Du, (2006). *Bridge-mixing of Gasified Fuel Vapors and Simultaneous Ignitions of Different Combustibles at Flashover*. Journal of Fire Sciences, Vol.24-January.
- Yavuz, G. (1979). *Yapılarda Yangın Korunumu ve Mimari Tasarıma Etkileri*. Yayımlanmamış Doçentlik Tezi, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi.
- Yavuz, G. (1997), *Yangın Korunumu Kimyasına İlişkin Özet Bilgiler*. Yangın ve Güvenlik Dergisi 31, İstanbul, 87-91.
- Yıldırım. M., Söyler, A., (2016,2-3 Haziran). *Çatı ve Cephelerde Kullanılan Yalıtım Malzemelerinde Yangın Riski*. 8.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Yorulmaz, G. (2002). *Yangından Korunma ve Binalarda Yangın Güvenliği Önlemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Konya, 34, 60, 61.

EKLER

EK-1-Yapı tehlike sınıflandırmasına göre düşük tehlike kullanım alanları

Düşük yangın yüküne sahip, düşük yanabilirliği olan ve yangına karşı direnci en az 30 dakika olan 126 m²'den büyük bölümü olmayan mekânlar. Okullar ve diğer eğitim kurumları (belirli alanları*), bürolar (belirli alanları*) , hapishaneler

EK-2-Yapı tehlike sınıflandırmasına göre orta tehlike kullanım alanları

KULLANIM TÜRÜ				
Cam ve seramikler			Cam fabrikaları	
Kimyasallar	Çimento işleri	Fotoğraf laboratuvarları, fotoğraf film fabrikaları	Boyama işlemleri, sabun fabrikaları	Mum ve balmumu fab., kibrit fab.ları, boyahaneler
Mühendislik	Metal levha üretimi	Otomotiv fabrikaları, tamirhaneleri	Elektronik fab.ları, buzdolabı ve çamaşır makinesi fab.ları	
Yiyecek ve içecekler	Mezbahalar, mandıralar	Fırınlr, bisküvi, çikolata, şekerleme imalathaneleri, bira fabrikaları	Hayvan yemi fabrikaları, meyve kurutma, suyu çıkarılmış sebze ve çorba fabrikaları, şeker imalathaneleri, tahıl değirmenleri	Alkol damıtma
Çeşitli	Hastaneler, oteller, konutlar, lokantalar, kütüp., (kitap depoları hariç), okullar, bürolar	Fizik laboratuvarları, çamaşırhaneler, otoparklar, müzeler	Radio ve televizyon yayınevleri, tren istasyonları, tesisat odaları	Sinemalar, tiyatrolar, konser salonları, tütün fabrikaları
Kâğıt			Cilthaneler, mukavva fabrikaları, kâğıt fabrikaları, baskı işleri ve matbaalar	Atık kâğıt işletmeleri
Lastik plastik			Kablo fab.ları, plastik döküm ve plastik eşya (köpük plastik hariç), kauçuk eşya fab.ları, sentetik lif (akrilik hariç) fab.ları , Vulkanize fab.ları	Halat fabrikaları
Dükkânlar ve ofisler	Bilgisayara veri işleme ofisleri (veri saklama odaları, hariç)		Büyük mağazalar Alışveriş merkezleri	Sergi salonları
Testiller ve konfeksiyon		Deri eşya fabrikaları	Halı fabrikaları (kauçuk ve köpük plastik hariç), kumaş ve giysi fab.ları, fiber levha fab.ları, ayakkabı imalathaneleri, triko (örgü), ev tekstili (bez) fabrikaları, yatak, şilte fab.ları (köpük plastik hariç), dikim ve dokuma atölyeleri, yün ve yünlü kumaş atölyeleri	Pamuk iplikhanesi, keten ve kenevir hazırlama tesisleri
Kereste ve tahta			Ahşap işleri fab.ları, mobilya fab.ları (köpük plastikler hariç), mobilya mağazaları, koltuk, kanepeler ve benzeri döşemelerinin (plastik köpük hariç) imalathaneleri	Odun talaşı fabrikaları, yonga levha fabrikaları, kontrplak levhaları
Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2 kullanım alanlarında boyama işlemi ve benzeri yüksek yangın yüküne sahip alanlar var ise kullanım alanları Orta Tehlike-3 olarak değerlendirilir.				

EK-3-Yapı tehlike sınıflandırmasına göre yüksek tehlike kullanım alanları

Yüksek Tehlike -1	Yüksek Tehlike -2	Yüksek Tehlike - 3	Yüksek Tehlike -4
Döşemelik kumaş ve muşamba fabrikaları kumaş ve muşamba yer döşemeleri imalatı	Aydınlatma fişegi fabrikaları	Selüloz nitrat fabrikaları	Havai fişek fabrikaları
Boya, renklendirici (ahşap renklendirici ve koruyucuları-pnoteks) ve vernik imalâtı	Plastik köpük ve sünger imalathaneleri, lastik köpük eşyaları,		
Yapay kauçuk, reçine, lamba isi ve terebentin imalatı	Katran damıtma		
Talaş fabrikaları Odun yünü imalatı	Otobüs ambarı, yüklü kamyonlar ve vagonlar Otobüsler, yüksüz kamyonlar ve demiryolu vagonları için depolar		

EK-4-Kullanıcı yükü katsayı tablosu

	Kullanım Alanı	m ² /kişi	
1	Konferans salonu, çok amaçlı salonlar (balo vs), lokanta, kantin, bekleme salonları, konser salonları, sinema ve tiyatro salonları, topluma açık stüdyo, düğün salonu vb.	1.5	
2	Dans salonları, bar, gece kulüpleri ve benzeri yerler	Oturulan kısımları için	1.0
		Ayakta durulan kısımları için	0.5
3	Sergi alanları, stüdyolar (film, radyo, televizyon, kayıt)	1.5	
4	Terminallerin yolcu geliş gidiş bekleme salonları	3	
5	Derslikler, bilgisayar odaları, seminer salonları	1.5	
6	Resepsiyon alanları, bekleme alanları, atrium zemini	3	
7	Çok amaçlı spor tesisleri	3	
8	Süpermarketler, mağazalar, dükkânlar	5	
9	Sanat galerileri, müzeler, atölyeler	5	
10	Fitnes merkezleri, aerobik salonları, okuma salonları	5	
11	Ofisler, dernek merkezleri, halk kütüphaneleri	10	
12	Öğrenci yatak odaları	10	
13	Paketleme yerleri, fabrika üretim alanları	10	
14	Hastane yatak odaları, hemşire odaları	20	
15	Mutfaklar, çamaşırhaneler	10	
16	Otel yatak odaları	20	
17	Hastane laboratuvarları, eczaneler	20	
18	Muayenehane, öğrenci laboratuvarları	5	
19	Depolar, ambarlar, makina daireleri	30	
20	Otoparklar	30	
<p>Kullanıcı yükü; gerekli kaçış ve panik hesaplarında kullanılmak üzere 1, 2, 3 ve 4. satırlarda yer alan kullanım alanlarında net alana, diğer satırlarda yer alan kullanım alanları için brüt alana göre hesaplanır. Kişi sayısı belirli olan mahallerde, yukarıdaki değerlere göre hesaplanan değerden az olmamak üzere, belirtilen kişi sayısı esas alınır.</p>			

EK-5-Binalarda en fazla kompartıman alanları

Bina kullanım sınıfları		En fazla kompartıman alanı (m ²)	
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	
		Müzeler ve sergi yerleri	6000 (2)
		Diğer toplanma amaçlı binalar	
7	Endüstriyel Yapılar	Orta Tehlike-3 ve üstü (Bkz. Ek-1)	6000 (2)
		Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2 (Bkz. Ek-1)	15000 (3)
8	a) Depolar	Orta Tehlike-3 ve üstü (Bkz. Ek-1)	1000 (2)
		Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2 (Bkz. Ek-1)	5000 (3)
	b) Kapalı Otoparklar	Sınırlama yok	
<p>Not :</p> <p>(1) Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi, duman tahliye sistemi ve benzeri) yapılmış ise kompartıman alanı 2 katına çıkarılabilir.</p> <p>(2) Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi, duman tahliye sistemi ve benzeri) yapılmış ise kompartıman alanı sınırsızdır.</p> <p>(3) Bina tek katlı ise sınırlama yoktur. Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi, duman tahliye sistemi ve benzeri) yapılmış ise kompartıman alanı sınırsızdır.</p> <p>(4) Sebze ve meyve halleri, balık halleri, et borsaları, metal yedek parça bulunan yerler ile benzeri yerler hariç.</p>			

EK-6-Yapı elemanlarının yangına dayanım (direnç) süreleri

	Yapı Elemanı	Yangın Dayanım Süresi (dak)	Etkilenen Yüzey
1.	Taşıyıcı Sistem (çerçeve, kiriş veya kolon)	R Bkz. EK-3c	Etkilenen yüzeyler
2.	Yük Taşıyıcı Duvar (aşağıdaki maddelerde de açıklanmayan duvar)	R Bkz. EK-3c	Ayrı ayrı her bir yüzey
3.	Döşemeler		
	a) İki katlı konutun ikinci katında (garaj veya bodrum kat üstü hariç)	REI 30	Alt yüzeyden
	b) Bir dükkân ve üstündeki kat arasında	REI 60 veya Bkz. EK-3c (hangisi daha büyükse)	
	c) Kompartıman döşemeleri dahil her türlü diğer döşemeler	REI Bkz. EK-3c	
	d) Bodrum kat ile zemin kat arası döşeme	REI 90 veya Bkz. EK-3c (hangisi daha büyükse)	
4.	Çatılar		
	a) Kaçış yolu teşkil eden her bölüm	REI 30	Alt yüzeyden
	b) Döşeme görevi yapan her türlü çatı	REI	
	c) Dıştan yangına maruz kalan çatılar (yük taşıyıcı değil)	EI	Dış yüzeyden
5.	Dış Duvarlar		
	a) Parsel sınırın herhangi bir noktasına 2 m.'den daha yakın her bölüm	REI	Ayrı ayrı her bir yüzey
	b) Parsel sınırdan 2 m. veya daha uzak olan her bölüm	REI	Binanın iç yüzeyden
6.	Yangın Kompartıman Duvarları (Bina içindeki farklı kullanım işlevlerini birbirinden ayıranlar)	REI 60	Ayrı ayrı her bir yüzey
7.	Yangın Kompartıman Duvarları (6 numarada belirtilenler dışındakiler)	REI	Ayrı ayrı her bir yüzey
8.	Korunumlu Şaftlar (korunumlu yangın merdiveni yuvaları ve acil durum asansör kuyuları hariç)	REI 120	Ayrı ayrı her bir yüzey
9.	Korunumlu Yangın Merdiveni Yuvaları, Acil Durum Asansörü Kuyuları ve Yangın Güvenlik Holü		
	a) Binanın geri kalanından ayıran duvar	REI 120	Binaya bakan yüzey
	b) Yangın merdiveni yuvası, acil durum asansör kuyusu ve yangın güvenlik holünü birbirinden ayıran duvar	REI 60	Ayrı ayrı her bir yüzey
10.	Yangın Kesici	EI 30	Ayrı ayrı her bir yüzey
11.	Asma Tavan	EI 30	Alt taraftan
12. (1)	Asansör Kat Kapıları		
	a) Yapı yüksekliği 51.50 m'den yüksek binalarda	E 60	Etkilenen yüzeyler
	b) Yapı yüksekliği 51.50 m'den alçak binalarda	E 30	Etkilenen yüzeyler

EK-7-Çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları ve birim genişlikleri

Kullanım Sınıfı	Tek yön en çok uzaklık (m)		İki yön en çok uzaklık (m)		Birim genişlik için kişi sayısı				Çıkamaz koridor en çok uzaklık(m)	
	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemli	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemli	Kapı Açıklıklarında		Kaçış Merdivenlerinde	Rampalar ve Koridorlarda	Koridorlar	
					Dışarı Çıkış kapısı	Diğer kapılar ve koridor kapıları			Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemli
Yüksek Tehlikeli	10	20	20	35	50	40	30	50	10	20
Endüstri Amaçlı Yapılar (1)	15	25	30	60	100	80	60	100	15	20
Yurtlar, Yatakhane	15	30	45	75	50	40	30	50	15	20
Mağaza Dükkan Market	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Otopark ve Depolar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Okul ve Eğitim Yapıları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Toplanma Amaçlı Binalar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Hastane Huzur evi	15	25	30	45	30	30	30 (1)	30	15	20
Oteller, Pansiyon	15	20	30	45	50	40	30	50	15	20
Apartman	15	30	30	75	50	40	30	50	15	20
(1) (Değişik: 10/8/2009-2009/15316 K.) Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan endüstriyel amaçlı yapılarda tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.										
Not: Kaçış mesafeleri için, dış kaçış geçitlerinde yağmurlama sistemli binalardaki, açık otoparklarda ise yağmurlama sistemli otopark kaçış mesafeleri esas alınır.										

EK-8-Test edilmeye gerek olmadan yanıcılık sınıfı A1 ve A1fl olarak değerlendirilen malzemeler

Malzeme	Notlar
Genleşmiş kil, genleşmiş perlit ve genleşmiş vermikülit, mineral yün, selüler cam	
Beton	Hazır karıştırılmış beton ve prekast betonarme önerilmeli ve ön sıkıştırılmalı malzemeler
Beton (integral ısı yalıtımlı olan agregalar hariç yoğun ve hafif)	Katkı maddeleri ve ilaveler (örneğin: PFA), pigmentler ve diğer malzemeleri içerebilir. Prekast birimleri de kapsar.
Gaz (gözenekli) beton üniteler	Çimento ve/veya kireç gibi su bazlı bağlayıcıların ince maddeler (silisli maddeler, PFA, uçucu fırın cürufu) ve gözenek üreten maddeler ile birleşmesiyle üretilen birimler. Prekast birimleri de kapsar.
Çimento, elyaflı (telcikli) çimento ve kireç, yüksek fırın cürufu/toz uçucu kül (PFA) ve mineral agregalar	
Demir, çelik ve paslanmaz çelik, bakır ve bakır alaşımları, çinko ve çinko alaşımları, alüminyum ve alüminyum alaşımları, kurşun	Tamamen ayrı bir formda olmak üzere (şekilsiz)
Alçı ve alçı bazlı sıvalar	Katkı maddeleri (geciktiriciler, dolgu maddeleri, lifler, pigmentler, hidrate olmuş kireç, hava ve su tutucular ve plastikleştiriciler), yoğun agrega (örneğin: doğal veya kırma kum) veya hafif agregalar (örneğin: perlit veya vermikülit) içerebilir.
İnorganik bağlayıcı elemanları olan harçlar	Düzeltilme/sıvama harçları ve bir veya birden fazla inorganik bağlayıcıya dayanan şaplar, örneğin: çimento, kireç, duvar çimentosu ve alçı.
Killi malzemeler	Kilden ve kum, yakıt veya diğer katkı maddeleri içeren veya içermeyen diğer killi maddelerden yapılmış birimleri, tuğlaları, karoları, döşeme karoları ve şömine birimlerini (örneğin: baca tuğlaları) kapsar.
Kalsiyum silikat birimler	Kireç ve doğal silisli maddelerden (kum, silisli çakıl veya kaya veya bunlardan yapılmış karışımlar) yapılmış birimler, renklendirici pigmentler içerebilir.
Doğaltaş ve arduvaz birimler	Doğal taşlardan (magmatik, tortul veya metamorfik kayalar) veya arduvazlardan elde edilmiş işlenmiş veya işlenmemiş elemanlar.
Alçı birimler	Agregalar, doldurucular, lifler ve diğer katkı maddeleriyle birleşen ve pigmentlerle renklendirilebilen kalsiyum sülfat ve sudan oluşan birimleri ve blokları kapsar.
Çimento mozaik	Karo mozaikleri ve yerinde dökme yer döşemelerini kapsar.
Cam	Isı ile güçlendirilmiş, kimyasal olarak katılaştırılmış, lamine ve telli cam.
Cam seramik	Billur ve artık cam içeren cam seramikler.
Seramik	Toz preslenmiş ve kalıptan çıkarılmış malzemeleri kapsar, sırlanmış veya sırlanmamış.

EK-9-Çatı malzemelerinin TS EN 13501-1 ve TS EN 13501-5'e göre yangıncılık sınıfları

Yangıncılık Sınıfı B_{ROOF} çatı kaplaması malzemeleri	
Test edilmesine gerek olmadan "Dış yangın performansı" özelliklerinin tüm gereklerini karşılayan B _{ROOF} çatı kaplaması terimi, çatı teşkilinde en üst tabakayı oluşturan ürünü tanımlamak için kullanılır.	
Arduvazlar: Doğal arduvazlar, suni arduvazlar	Ek-2/C sınırlamalarına uygun
Kiremitler: Taş, beton, kil, seramik veya çelik çatı kiremitleri	Ek-2/C sınırlamalarına uygun. Herhangi dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) $\leq 4\text{MJ/m}^2$ veya kütlelerinin $\leq 200\text{ g/m}^2$ olması
Çimento esaslı elyafli levhalar: Düz ve profilli tabakalar, arduvazlar	Ek-2/C sınırlamalarına uygun veya PCS (Brüt Kalori Değeri) $\leq 4\text{MJ/m}^2$ olması
Profilli metal tabakalar: Alüminyum, alüminyum alaşım, bakır, bakır alaşım, çinko, çinko alaşım, kaplanmamış çelik, paslanmaz çelik, galvanize çelik, halka sac kaplanmış çelik, vitrifiye emaye çelik	Kalınlık $\geq 0.4\text{ mm}$, herhangi bir dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) $\leq 4\text{MJ/m}^2$ veya kütlelerinin $\leq 200\text{ g/m}^2$ olması
Yassı metal tabakalar: Alüminyum, alüminyum alaşım, bakır, bakır alaşım, çinko, çinko alaşım, kaplanmamış çelik, paslanmaz çelik, galvanize çelik, halka sac kaplanmış çelik, vitrifiye emaye çelik	Kalınlık $\geq 0,4\text{ mm}$, herhangi dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) $\leq 4.0\text{ MJ/m}^2$ veya kütlelerinin $\leq 200\text{ g/m}^2$ olması gerekir.)
Normal kullanımında yan sütunda listelenen inorganik örtülerle tamamen kaplanması amaçlanan malzemeler	En az 50 mm kalınlığında veya $\geq 80\text{ kg/m}^2$ kütlede gevşek serimli çakıl (agrega büyüklüğü en az 4 mm en fazla 32 mm), En az 30 mm kalınlığında kum/çimento şap, en az 40 mm kalınlığında dökme suni taş veya mineral altyüzeyler
<p>(1) Bu tablolar, TS EN 13501-1'e göre malzemelerin yangıncılık sınıflarını göstermektedir. TS 1263'de verilmiş olan yangıncılık sınıflarına sahip yapı malzemelerinin, TS EN 13501-1'de verilen yangıncılık sınıflarına denkliği için, söz konusu yapı malzemelerinin TSE EN 13501-1'de belirtilmiş olan ilgili sınıfa ait test standartları şartlarını sağlaması gerekir.</p> <p>(2) Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında, Avrupa Birliği Komisyonunun ilgili kararları ile ortaya konulmuş, uyumlaştırılmış standartlara tabi yapı malzemelerinin uyacakları Avrupa Sınıflarıdır.</p>	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : Çengel Koç, Berna
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 20.11.1979 Aksaray
Medeni Hali : Evli
Telefon Numarası : 0 (312) 3033768
Faks Numarası : 0 (312) 3033799
E-posta Adresi : ckoc@ilbank.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi - Mimarlık	Devam ediyor
Lisans	Anadolu Üniversitesi - Mimarlık	2009
Lise	Sokullu Mehmet Paşa Lisesi(YDA)	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013 -	İller Bankası A.Ş. Proje Dairesi Başkanlığı	Tek. Uzm.Yrd.
2012-2013	Türkiye Taş Kömürü Kurumu İnşaat-Emlak Dairesi Başkanlığı	Mimar
2011-2012	BCT İnşaat Mimarlık Mühendislik Müşavirlik A.Ş	Mimar
2010-2011	Emcan Mimarlık Mühendislik Taah. Sanayi ve Tic. LTD. ŞTİ	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Seyahat, doğa yürüyüşü



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ