

“Cephe Yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Deđerlendirilmesi”

Arař. Gör. Ümit Arpaciođlu (MSÜ Mimarlık Fakültesi)

Özet

Cephe yangınları ve kayıpları çoğu zaman bina yangınının neticesinde çıkmakta ve bina yangını tarafından gizlenmektedir. Günümüzde cephe malzemelerinin çeşitliliğinin artması cephede yangın güvenliğinin önemini arttırmıştır. Cephede yangın yayılımı, kullanılan malzeme ve cephe geometrisi ile doğrudan ilişkilidir. Çalışmada cephe yangınları, malzeme ve cephe boşluğu oranlarıyla ilişkisi ele alınmıştır. Cephe sistemlerinde yangın güvenliği, son bölümde yönetmelik ve önlemler açıklanmıştır.

GİRİŞ

Binalarda yangın etkisi tarihsel süreçte malzemeyi, malzeme kullanımını etkilemiş ve büyük ölçüde değiştirmiştir. Dünyada yangın yayılımına karşı bir çok önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Ülkemizde 2002 yılında yürürlüğe giren yeni yangın yönetmeliğinde malzeme kullanımı ile ilgili bir çok düzenleme vardır ve yönetmeliklerle standartların gelişimiyle yangın güvenliği her geçen gün önem kazanmaktadır. Yönetmelik ve standartların cephede yangın oluşumuna mümkün olduğunca izin vermeyecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Cephe Yangınları

Cephede yangın yayılımı, kullanılan malzeme ve cephe geometrisi ile doğrudan ilişkilidir. Yapıda bu bölgedeki yangın riski ve yayılımı, müdahalenin zor olması nedeniyle büyük öneme sahiptir. Dış duvarlardaki yanıcı malzemelerin kullanımı birçok ülkede yapı standartlarıyla sınırlandırılmıştır. Cephe yangınları ve kayıpları çoğu zaman bina yangınının neticesinde çıkmakta ve bina yangını tarafından gizlenmektedir. Bu nedenle cephe yangınları ile ilgili daha az yangın kaydedilmiştir. Buna rağmen, yanıcı cephe sistemleri son on yıl içinde yoğun bir şekilde tartışılmaktadır.

Bir binanın dış kaplaması için üç tutuşma kaynağı vardır.

- Yapı içerisindeki bir mahalde meydana gelmiş olan bir yangından çıkan alevli sıcak hava akımının yapı kabuğundaki boşluklardan dış cepheye geçmesi, bina dış yüzeyini yalayarak yükselmesi ve bu sırada dış cephe elemanları tutuşma sıcaklığına gelmesi yoluyla.
- Bitişikte yada yakında bulunan bir yangında meydana gelen ısının ve yanan küçük partiküllerin cepheye taşınılma ulaşması ve bu sırada yapı dış cephe elemanlarını tutuşturması (sıçrama) yoluyla.

- Karşıda, belli bir uzaklıkta bulunan bir yangında meydana gelen ısının radyasyonla yapı dış cephe elemanlarına ulaşması ve bu sırada yapı dış cephe elemanlarının tutuşma sıcaklığına gelmesi yoluyla.

Bunlardan, binanın içindeki bir akıcı bölme yangını dış cephe için şiddetli ve en önemli tutuşma kaynağı olanıdır. Yüksek yoğunluğun ortaya çıkışı, dış duvarın dış yüzüne alevin direkt vurmasından olur. Bir dış duvarda yangının ortaya çıkışı birim zamanda duvarın birim alanına alınan ısı miktarı ve ortaya çıkışın süresiyle en iyi şekilde ifade edilebilir[1].

3. Konu ile İlgili Literatür ve Çalışmalar

3.1 Cephe Açıklığı , Malzeme ve Yangın İlişkisi

Cephe yangınlarını malzeme kullanımı kadar malzemenin aleve maruz kalmasını etkileyen cephe açıklıklarının boyutları da önem taşımaktadır.

Dış kaplamanın yanıcılığıyla ilgili yangın yayılımının riskini iki etken kontrol etmektedir:

Kaplamanın tutuşma riski ve kaplamanın alev yayılım eğilimi. Tutuşma riski yangının küçük kalmasını sağlayarak düşürülebilmektedir (bölümlere ayırma ve sprinkler yapma gibi) veya binanın cephesinin alev dili ile ısı iletimini sınırlandırarak, alev saptırıcı özelliği olan balkon ve çıkıntılar kullanılarak, binanın cephesinde dikey kanal formlarından kaçınılarak başarılabilmektedir. Alçak ve geniş pencerelerden kaçınılması kaplamanın tutuşma riskini düşürmektedir [1].

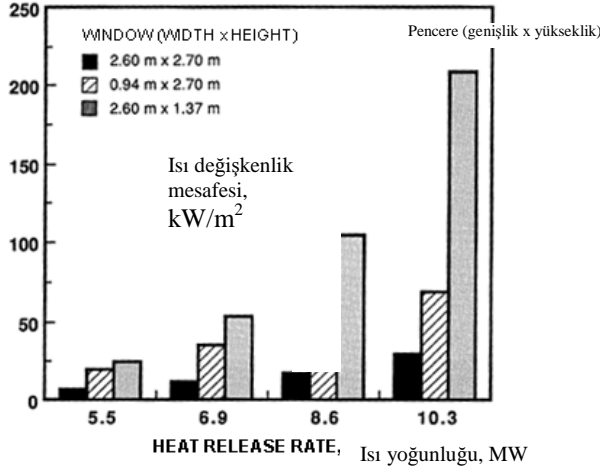
Yangın güvenliği açısından cephe kaplamalarının seçimi büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle aşağıdaki risk faktörlerinin seçilen malzeme için dikkate alınması gerekir[2].

- Yangın yükü
- Tutuşma kolaylığı
- Yangının yayılma hızı
- Duman ve zehirli gazların oluşumu
- Mekanik zarara karşı hassaslık
- Cephede kullanılan malzemenin yangına dayanıklılığı

Cephe malzemeleri ile ilgili bugüne kadar bir çok araştırma yapılmıştır. IRC (Institute for Research in Construction) yaptığı çalışmada dış duvarlardaki yangının ortaya çıkışında, yakıt olarak propan gazı kullanılan deney yangınlarının bir serisi, pencere boşluğunun boyutlarıyla birlikte yangın şiddeti etkisi araştırılmıştır[1].

Bu Çalışmada kaplama sistemleri dört kategoride incelenmiştir. Kategori 1, herhangi bir artan yangın tehlikesi ortaya çıkarmayan geleneksel, yanıcı olmayan duvarları (taş ve beton) göstermektedir. Kategori 2, yanıcı olmayan alçı ile iki ince kağıt katmanı içermektedir. Kategori 3, kabul edilebilirlik kriteriyle karşılaştırılmış ve ölçülmüş artan tehlikelere neden olabilecek malzemeleri göstermektedir. kategori 4, yüksek binalarda kabul edilemeyecek derecede önemli bir yangın tehlikesine neden olabilecek malzemeleri göstermektedir.

IRC (Institute for Research in Construction)'deki tam ölçek deneyleri 25 dakika için yangın çıkışı sağlayan üç katlı bir bina kullanılarak yapılmıştır. Bu deneylerde, ortalama ısı akışı yoğunluğu boşluğun 0.5 m üzerinde 45 ± 5 kW/m² ve yanıcı olmayan kaplamadaki boşluğun 1.5 m üzerinde 27 ± 3 kW/m²'dir.



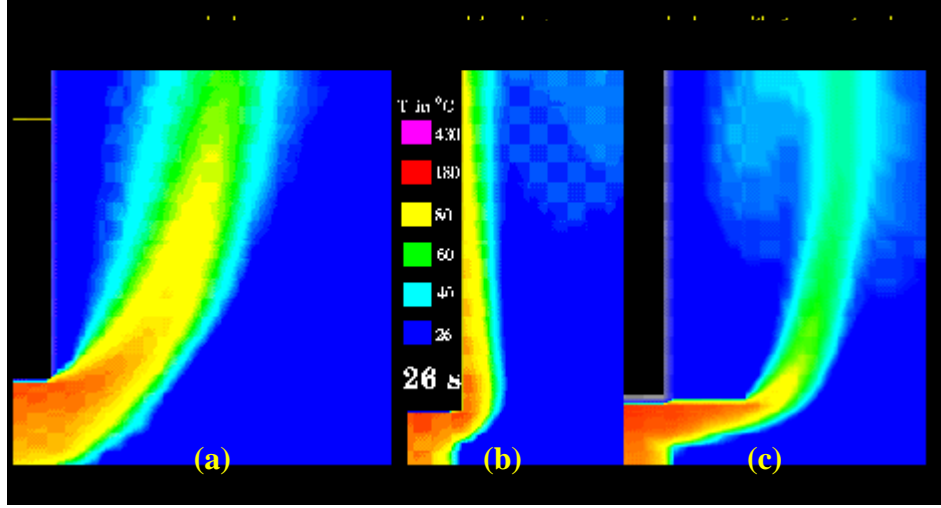
Şekil 1 Dört Kategoride Pencere Boşluğunun 0.5 M Yüksekindeki Zamansal Ortalama Toplam Isı Akış Yoğunluğu [1]

Farklı boyutlardaki üç pencere için odadaki yangın tarafından çıkan ısı oranına karşı pencere boşluğunun 0.5 m yüksekindeki zamansal ortalama toplam ısı akış yoğunluğunu göstermektedir. Geniş ve alçak pencere boşluğu (2.6 m genişliğe 1.37 m yükseklik) en yüksek yangın çıkışı vermektedir. Bu yangın bölmesinden çıkan yanan gazların hızıyla izah edilebilmektedir. Gazlar, pencere boşluğunun yüksekliğiyle artan kaldırma gücü tarafından yönlendirilmektedir. Alçak pencere boşluğundan yayılan düşük hızlı alevler pencerenin üstündeki duvara daha bitişik kalmakta ve daha uzun pencerelerden yayılan alevlerin duvara yaydığı ısıdan daha fazla ısı transfer edilmektedir[1].

3.2.Cephe Geometrisi ve Yangın

Cephede yangın yayılımını etkileyen bir diğer önemli etkende cephenin geometrik yapısıdır. Özellikle cephede yapılan dikey çıkıntılar alevleri cepheden uzaklaştırabilmektedir. Balkonlar, güneş gölgelikleri ve pencere çevresindeki derin bölme çıkıntıları, hem alev dilinden binanın cephesini korumakta hem de daha büyük yangın çıkışına engel olmaktadır.

Yangın çıkışında düz bir bina cephesinden çıkıntılarının etkilerine bakmak için yapılan deney sırasında dış duvara iki tip çıkıntı uygulanmıştır. Biri 1.22 m derinliğinde ve 2.44 m genişliğinde pencere boşluğunun hemen üzerinde duvara yapışık yatay bir panel, ikincisi pencere boşluğunun her iki yanı boyunca bitleştirilmiş bir çift 1.22 m derinliğinde dikey çıkıntılardır. Yatay panelin uygulaması pencere üstündeki duvara olan ısı akışının yoğunluğunda %90 düşüğe neden olmuştur. Balkonlar, “alev saptırıcıları” gibi elemanlar alev yayılımını sınırlamaktadır. Diğer taraftan, dikey çıkıntılar alev dilini yukarıya doğru yönlendirmekte ve pencere üstündeki duvara olan ısı akışının yoğunluğunda %50 artışa neden olmaktadır. Duvardaki bir dikey girintide yerleştirilen pencereler veya dikey gölgelik sağlayan tasarımlar pencerenin üstündeki duvara yangın çıkışını artırır[1].



Şekil 2 Greenwich üniversitesi FLOW3D programında (a) dar pencere (b) geniş pencere (c) 1m yatay pencere üzeri çıkıntı olan pencerede alev hareketi[3]

Cephe geometrisi ve yangın saptırıcılar ile ilgili çalışmalar ve cephede yangın güvenliği geliştirmeye yönelik saptamalar yapılmıştır.

Ashton ve Malhotra [4] ; 1960'da dört katlı bir bina üzerinde tam ölçek deneyler yürüterek, alevlerin kat kat yayılmasını araştırdı. ~900mm'lik dikey ve ~600mm'lik yatay saptırıcının, aşağı kattan gelen alevlerin içeri girmesini engellemek için yetersiz olduğunu görmüşlerdir.

Moulen [5] , 1974'de katlar arasında dikey ve yatay saptırıcı yapımının çeşitli kombinasyonlarını incelemek için onda-bir ölçekli modeller kullandı. Kat döşemesinin üzerine ve aşağısına inşa edilen parapet duvarın aynı etkiyi sağlayamayacağı sonucuna vardı. Ayrıca; doğrudan kat döşemesinin altında dikey duvar inşaatı yokken; 650mm'lik yatay saptırıcının, alevleri binanın yüzeyine geri döndürdüğünü saptamıştır. Ancak; kat döşemesinin altından 900mm'lik dikey ve 650 mm'lik yatay saptırıcının, alevlerin cepheden uzağa püskürtülmesini sağlamak için yeterli olduğunu belirlemiştir.

Kanada Ulusal Araştırma Konseyi'nde yapılan araştırmada pencere boşluğunun üzerine bir yatay panel konulduğunda; bir pencere alevinden üzerindeki bir yapı cephesine doğru olan ısı transferinde gözle görülür bir düşüş olduğu saptanmıştır. Bu, belli bir boydaki yatay saptırıcının, aynı boydaki dikey saptırıcıdan çok daha etkili olduğunu göstermiştir.

Oleskiewicz'in 1991'de yaptığı üç katlı, yüksek kapasiteli yanma deneylerinde, pencerelerin üzerine kurulan yatay projeksiyonların koruma sağladığı saptanmıştır. (pencere boşluğunun genişliği: 2.6m, yüksekliği: 1.37m; kompartman yangını : 5.75MW ve 6.9MW'tır.).

Bu Çalışmada boşluğun bir metre üzerindeki:

- 300mm'lik bir yatay saptırıcının, yayılımı yaklaşık %50 oranında düşürdüğü,
- 600mm'lik bir yatay saptırıcının, yayılımı yaklaşık %60 oranında düşürdüğü,
- 1000mm'lik bir yatay saptırıcının, yayılımı yaklaşık %85 oranında düşürdüğü,



Şekil 3 Knowsley Heights, Liverpool, 1991, Cephenin geometrik yapısı nedeniyle baca etkisi oluşmuş, cephe kaplamasının yanıcılığı yangını destekleyerek üst katlara yayılmıştır. [2].

3.3. Cephe Sistemleri

Yanıcı Cephe Kaplamaları; Dış duvardaki yanıcı kaplama üzerindeki alev yayılımı itfaiyeciler için problem yaratabilmekte veya yangını kaynağı olan katın üzerindeki katlara yangının yayılmasına neden olabilmektedir. Tehlike yüksek binalar için aşırı derecede fazladır. Çünkü bir cephe yangını yangın servislerinin ulaşabileceğinin ötesine genişleyebilmektedir.

Sıradan yanıcıların tutuşması 12.5 kW/m^2 kadar düşüktür. Şekil 1’de gösterilen kaydedilmiş değerler bu değeri bir çok kez geçtiği için yanıcı kaplama, iç yangının dışarı çıktığı bir pencere boşluğunun üzerindeki alanda taşacaktır. Yanan kaplama pencere alevine daha fazla ısı eklemese ve kaplamadaki alev yayılımı pencere alevinin alevlenen kısmının arkasındaki alanla sınırlanmışsa, kaplamanın yanıcılığına bağlı olarak tehlike önemli olmayabilir. Birim alan için yancıların miktarı, yanmalarının ısıları ,kaplamanın yanıcı bileşenlerinin tutuşma sıcaklıkları, termik atalet, kaplamanın bileşimi ve bütünlüğünün korunumu gibi etkenler dikey alev yayılımı için eğilimi belirlemektedir[2].

Her geçen gün uygulama sayısı artan EIFS (Exterior Insulation and Finish Systems), bir ağırlığı desteklemeyen dış duvar kaplama sistemidir. Malzemeye mekanik olarak birleştirilmiş veya yapıştırılmış, genellikle köpük polystyren’den yapılmış bir izolasyon katından; kaplamalı fiberglas ağ ile güçlendirilmiş sıvalı bir taban kaplamasından ve bir de bitiş tabakasından oluşmaktadır. EIFS’ler aslen II. Dünya Savaşı’ndan sonra Avrupa’da geliştirilmiştir. Enerjide verim söz konusu olduğunda bu sistemin belirgin ekonomi avantajları olabilmektedir.

Yanıcı cephe yangınlarının yukarı doğru yayılmasında kaplama, cephelerde alevlerin, üst katlara yayılıp itfaiyecilerin dışarıdan müdahalesini etkisiz veya imkansız hale getirecek kadar aşırı olmasına izin verilmemelidir. Genellikle (geleneksel olarak) bu önlem, dış duvar ve kaplamalar için yanmayan malzemelerin kullanılması ile alınmaktadır.

8 katlı bir apartmanda çıkan yangın sonucu, Oleskiewicz [6] , 1995’de şu sonuçlara varmıştır:

Her alana uygulanan sistemin genel özellikleri, laboratuarda yangın yayılması deneyi yapılan sistemle aynı olmalıdır. Köpük kalınlığı gibi özellikleri değiştirmek sistemin yangın performansını

değiştirebilmektedir. Özellikle yüksek binalarda yanıcı EIFS kullanılacağı zaman yangın durdurucuların her kata veya her iki kattan birine yerleştirilmesi ciddi olarak göz önünde tutulmalıdır.

Oleskiewicz [7], 1992'de ayrıca şu sonuca varmıştır; EIFS'ler yanıcı olduğundan, tasarım ve uygulamada çok dikkatli olunmalıdır. Tam ölçek deneyi geçmenin yanmayan kaplamalara her durumda eşitlik sağlandığını düşünmek tehlikeli olabilir. Bu uygulamalar testte olduğundan daha büyük bir alev yayılmasıyla sonuçlanabilir.

Christensen [8], 1995'de Almanya'daki Karlsruhe Üniversitesi'nde EIFS'nin iki tam ölçek cephe yangın deneyi çalışmasında bir dış köşesi, bir de iç köşesi olan iki katlı bir test odası kullandı. Numunelerden birinin genişletilmiş polystyren köpük yalıtımı, diğerinin mineral bazlı yalıtımı vardı. Mineral bazlı sistemde sadece küçük zararlar olduğunu ve Ama köpük bazlı sistem alevlerin üst kata yayılmasına engel olamadığını belirlemiştir.



Şekil 4 Apartment Building, Munich, 1996[2], Yanıcı cephe kaplamasının bir çöp varilinden alev alması sonucu cephe yangını oluşmuştur.



Şekil 5 Motel fire, NSW, Australia 1999[2], Parapetlerde kullanılan PVC malzemenin yangını desteklemesi ile üst katlara yayılan cephe yangını

Giydirme cepheler; 1986'da South West Research Institute'te yapılan tam-ölçek deneyde alüminyum giydirme cephe ve kat arasında oluşan boşlukların içinden geçerek yangının yayılması gibi sorunların altını çizdi. Bu boşluklar test panelleri yamulunca veya bu yamukluk yalıtıma engel olunca oluşmaktadır. Bu yargı, yangında giydirme cepheli yüksek binalarda güven üzerine bir rehber yayımlayan Architectural Aluminium Manufacturers Association tarafından verilen tavsiyeyi, yangın yalıtımı üzerine verilmiş ayrıntılı bilgileri ve yalıtımın yerine sabitlenmesi ihtiyacını da desteklemiştir.

İngiltere'deki Hasar Önleme Meclis'i, yangının çok katlı binaların dışına yayılması potansiyelini araştırmak için başlattığı program; tipik cilalı veya sırlı alüminyum çubuk türü bir cephenin önemli bileşenlerinin kronolojisine karar vermeyi; belirlenmiş problemlerin üstesinden gelmek için aktif ve pasif yangın tekniklerinin elverişliliğini değerlendirmeyi kapsamaktadır. Araştırma, alüminyum sabitleştirici desteklerin, alüminyum iskeletin, pencere bölümlerin ve saptırıcı ünitelerinin performansını; sprinklerlerin ve yangına dayanıklı yapının kullanılabilirliğini ele almıştır.

Deneylerde, pencere bölümlerinin ve saptırıcı panellerde 13 dk, alüminyum cephe panellerde 24dk, alüminyum sabitleştirici desteklerde ise 28 dk sonra yetersizlik olduğunu gördüler. Kompartman sprinklerlar çok etkiliydi, çünkü gaz sıcaklığını aleve dayanıksız cepheye karşı tehdit oluşturmayacak seviyeye düşürmüşlerdir[2].

Sandviç Paneller; İngiltere'deki yapılan testler de sandviç panellere bağlı risklerin en başta itfaiyecileri kapsadığını desteklemiştir. Yanan sandviç panellerden dolayı bina sakinlerinin doğrudan risk altında kalabileceği durumlar olabilse de kanıtlar, ilk tutuşan yerler paneller ise yangının gelişimi daha yavaş ve kontrollü olacağını ve panellerin sadece çoktan büyümüş ve tehlikeli hale gelmiş yangınlara katılacağını göstermekteydi. İtfaiyecilerin bu tür yangınları kontrol etmesi de çok zordur.

Çünkü paneller hijyenik nedenlerden dolayı su geçirmez bir yüzey sağlayacak şekilde üretilmiştir.

Eğer yangına dayanıklı değilse, bir yangında paneller birden devrilebilir veya katman katman dökülebilir. Yanıcı yalıtım malzemesi de yangını körükleyebilir ve hatta alevler panellerin içinde görünmeden yayılabilir.

FRS Yapılan araştırmalara dayanarak böyle durumlarda yangın riskinin çeşitli yollarla azaltılabileceğini önermektedir. Panel bitimlerini yanmaz bir malzemeyle veya intumescent seal'le kapatmak; plastik köpük yerine mineral yün gibi yanmayan çekirdek malzeme kullanmak, ve sprinkler sistemleri döşemek. FRS, panellerdeki katman dökülmelerinin potansiyelini araştırmış ve çekirdek yanıcı olmasa bile katman dökülmesinin olduğunu görmüştür. Paneller ayrıca 300°C nin altında ve çekirdek malzeme tutuşmadan önce de dökülmüştür.

Yalıtılmış sandviç panellerle ilgili en büyük riskin, kötü tasarlanmış panellerin (özellikle tavanların) düşüp, devrilip itfaiyecilerin binada kapana kısılmalarına neden olmaları olduğu belirlenmiştir. Polystyren yalıtım malzemesi bulunduran paneller sorun çıkarmaya daha meyillidir[9].

Yanan sandviç panellerden dolayı bina sakinlerinin doğrudan risk altında kalabileceği durumlar olabilse de kanıtlar; ilk tutuşan yerler paneller ise yangının gelişimi daha yavaş ve kontrollü olacağını ve panellerin sadece çoktan büyümüş ve tehlikeli hale gelmiş yangınlara katılacağını göstermektedir [2].

3.4 Yangın Yönetmeliği Önlemleri

2002 yılında kabul edilen yönetmeliğimizde [10] de cephe ile ilgili istenilenler şu şekildedir;

Cepheler, düşey dış yangın bölmeleri niteliğindedir. Cephe dış kaplamasının yanmaz malzemedan olması esastır. Cephe elemanları ile alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atlamasını engelleyecek şekilde yalıtılmalıdır.

Kapı, pencere ve benzeri cephe boşlukları arasında, aynı bir iç hacme ait değilse en az 100 cm yatay dolu yüzey bulunmalıdır. Bu dolu yüzeylerin, bir düşey yangın bölgesi veya duvarı olması durumunda, bina dışına en az 40 cm taşan düşey yanmaz nervürlerle pekiştirilmesi tercih edilmelidir.

Konut olarak kullanılan yapılar bu uygulamanın dışındadır.

Yangına en az 30 dakika dayanıklı özel pencereler kullanılmadığı takdirde, cephede en az 50 cm çıkıntılı yatay alev itici nervürler düzenlenecektir.

4. SONUÇ

Pencereye doğru akan cephe yangınları bir dış duvarın dış yüzüne en yanıcı yapı malzemelerini tutuşturmak için yeterince yüksek termik bir çıkış yaratabilmektedir. Bu çıkış koruyucu katmanı yok edebilir ve kaplama sistemindeki yanıcı malzemeleri tutuşturur.

Geniş pencereler yangın bölmesinin içinde küçük pencerelerin izin verdiğinden daha çok yakıtın yanmasına izin vermektedir. Uzun pencerelerin alevlerin duvarla termik birleşmesini düşürerek alevleri duvardan uzağa fırlatmaya eğilimi vardır. Bir binanın cephesindeki dikey kanallar cephede yüksek yangın çıkış tehlikesini attırır. Cephe boyunca dikey hava hareketlerini bozan özellikler (balkon gibi) yukarı yangın çıkış tehlikesinden cepheyi korur. Bu nedenle tasarım aşamasında yangın güvenliği düşünülmeli ve planlanmalıdır. Kullanılan malzemelerin mutlaka deney sertifikaları olmalı, dayanımları onaylanmalıdır.

Enerji korunumu için kullanılan yanıcı cephe malzemeleri yerine yanıcı olmayan ısı yalıtım malzemeleri kullanımı sağlanmalıdır. Yüksek yapılarda bu konu büyük öneme sahiptir.

Giydirme cepheler yalıtılmalı ve yangın güvenliğine uygun detaylandırılmalıdır. Giydirme cephelerde kullanılan cam malzeme yaralanmalara yada ölümlere sebebiyet vermemelidir.

Ülkemizde hızla artan yapılaşmanın kalitesinin artması için standartlarımızı ve yönetmeliklerimizi düzenlememiz gerekmektedir. Yangın güvenliği ülkemizde her geçen gün önemi artan bir konudur.

Yönetmeliklerin ve standartların yetersizliği ve denetimsizliği, kalitesiz, plansız yapılaşma, kısa vadeli düşünce, ekonomik zorluklar malzeme kullanımımızı etkilemektedir. Yangın güvenliği bilincimizin henüz gelişmemiş olması ve yaptırım sorunları binalarımızdaki yangın güvenliği şartlarını kötü yönde etkilemektedir. Halkın yangın güvenliği bilinci artırılmalıdır.

Kaynaklar

- Oleszkiewicz I.** (1990). "Fire and Combustible Cladding" Construction Canada Jul-Aug 1990, p 16-18, 20-21.
- C.A. Wade and J.C. Clampett,**(2000) "Fire Performance Of Exterior Claddings", Fire Code Research Reform Program, Project Report FCRC PR 00-03
- E R Galea, D Berhane, N A Hoffmann,**(1996), "CFD Analysis of Fire Plumes Emerging from Windows with External Protrusions in High-Rise Buildings" Proceedings of the 7th Intern. Fire Science and Engineering Conference, s 835-839, St John's College, Cambridge, England
- Ashton L. A., Malhotra,H.L.** (1960). "External Walls of Building - Part I the Protection of Openings Against Spread of Fire From Storey to Storey"
- Moulen, A. W.** (1974). "A Model Study of the External Likely Spread of Fire From Storey to Storey of a Building" Technical Record TR 44/153/416, Experimental Building Station, Australia.
- Oleszkiewicz I.** (1995), "Fire Testing and Real Fire Experience with EIFS in Canada" ASTM STP 1187. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Oleszkiewicz I.** (1992). "Fire performance of an exterior insulation system : observations made after the fire at 393 Kennedy Street, Winnipeg, Manitoba", January 10, 1990. Internal Report No. 596. National Research Council Canada. Institute for Research in Construction.
- Christensen G.L.** (1995) "Full scale Fire Test of Various Exterior Wall Systems, Development, Use and Performance of Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS)" ASTM STP 1187, Mark F. Williams and Richard G. Lampo, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Shipp, M., Shaw K., Morgan P.** (1999) "Fire Behaviour of Sandwich Panels"
- Anonim,** (2002) "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik" – 2002 / 4390, 26 Temmuz 2002 – 24827 sayılı Resmi Gazete

İrtibat :

Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Bölümü

Yapı Fiziği ve Malzeme Bilim Dalı

0212 2521600 / 250-326

0532 4745668

umit@msu.edu.tr

1. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu 01-04 Nisan
2004