

Mimari Bir Bağlam Olarak Binalarda Çeliğin Yangından Korunumu

Prof. Dr. Figen BEYHAN

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Giriş

Yaşam döngüsünün %90'ı, tasarım ve uygulama aşamalarında mimarlar başta olmak üzere tüm ilgili profesyonelliklerin aldığı kararlar ve önerdiği detay çözümler ile hayata kazandırılan binalarda geçmektedir. Karmaşık süreçlerin sonuç ürünü olan binalar tasarımın ilk aşamalarından itibaren alınan her kararla o projenin gerçekliğe dönüştüğü zamanki performansını, senaryosunu, vaat ettiği **yaşamın niteliğini** de önceden belirlemektedir. Çok fazla öngörü, teknik, fiziksel, psikolojik, sosyolojik, biyolojik bilgi birikimi gerektiren bina tasarım ve inşa süreci gelişen teknolojiye paralel olarak değişen malzeme ve yapım tekniklerine bağlı olarak değişmekte ve gelişmektedir. Bu bağlamda binalar günün ihtiyaçlarına cevap verebilmek ve yeni yapı malzemeleri ile yapım sistemlerinin olanaklarından yararlanmak gerekçeleri ile yükselmekte, genişlemekte, tasarımcılar da farklı görsel etkiler arayışına girmektedir. Sonuç olarak ta daha büyük kalabalıklara ev sahipliği yapan, daha çok insanı aynı anda farklı işlevlerde buluşturan binalar ortaya çıkmaktadır.

Böylece daha geniş açıklıklara ihtiyaç duyan ve/veya yetersiz kent alanlarında düşey olarak yükselmesi tercih edilen binalarda, beraberinde başka pek çok avantajı da getirerek mimari tasarımlara büyük olanaklar tanıyan çeliğin kullanımı da her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Birincil taşıyıcı sistemlerin mimarideki görsel zenginliğe katkısı, kabuk formların değişken yorumu ve buna bağlı olarak ikincil taşıyıcılarda ihtiyaç duyulan esneklik ve işlenebilirlik, zamanın her diliminde olduğu gibi, günümüzde de çelik uygulamalarının tasarımcı ve yatırımcı tarafından tercih edilmesinin ana sebepleri olmaktadır.



Resim 1: İzmir Adnan Menderes Hava Limanı-Dış Hatlar Terminali¹

¹ Y. Mimar Yakup HAZAN Arşivi



Resim 2: Yas Marina Oteli - Abu Dabi²

Çeliğin Avantajları

- Mimari Özgürlük
- Narinlik
- Hafiflik
- Çok Katlı Bina Yapımı
- Depreme Dayanım
- Prefabrikasyon
- Kolay Denetim
- Hızlı Yapı Üretimi
- Ekonomi
- Değişim
- Dönüşüm
- Güçlendirme

Ancak tüm olanak ve avantajlarına rağmen çelik özellikle yangın karşısındaki davranışı nedeniyle bir takım riskleri beraberinde getirmektedir. Fakat risk yönetilmediği/yönetilemediği durumda tehditir. Biliniyor, tanımlanıyor ve kontrol altına alınarak yönetilebiliyorsa tehdit olmaktan uzaklaşacaktır.

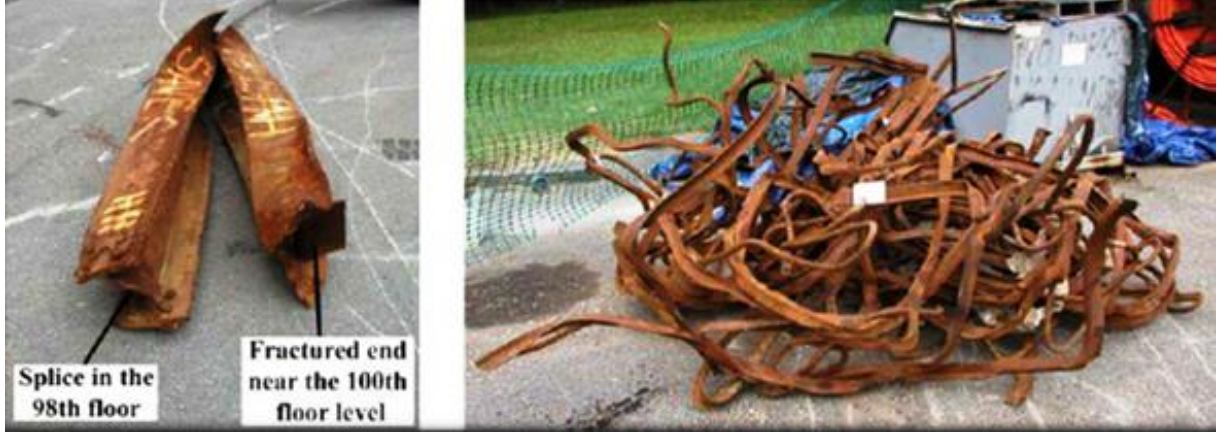
Yönetilebilir Bir Risk Olarak “YANGIN”

Doğru yönetilemediğinde insan kaynaklı bir felakete yol açabilecek olan yangın olaylarının gerçekleşebilmesi için “Yangın Üçgeni” olarak tanımlanan yanıcı madde, oksijen ve ısının bir arada olması gerekmektedir. Üçgeni oluşturan bu üç etkenden herhangi biri ortadan kaldırıldığında zincir bozulmakta ve yanma olayı kontrol altına alınabilmektedir. Ancak yangın bir başladı mı çok çabuk gelişmekte ve yayılmaktadır.

Aslında çelik yanmaz bir malzemedir ve yangın yüküne herhangi bir etkisi/katkısı yoktur. Ancak belirli bir sıcaklık (**Kritik Sıcaklık**) karşısında taşıyıcılığını, çok yüksek sıcaklıklarda ise tüm mekanik özelliklerini yitirir. Çeliğin akma sınırı 400 °C civarında emniyet gerilmeleri mertebesine düşer. Çekme mukavemeti de başlangıçta 150~300 °C bölgesinde biraz arttıktan sonra, daha yüksek sıcaklıklarda hızla azalır ve yangınlarda kolayca erişilen 600 °C sıcaklığında emniyet gerilmesinin altına düşer. Başlangıçta 150~300 °C bölgesindeki mukavemet artışı çeliğin içindeki gayri saflıklarla ilgilidir. Azot kolay difüzyon yaparak bu sıcaklıklarda tane sınırlarına yerleşir. Tanelerin içindeki dislokasyonlardan azotun azalması plastik şekil değiştirmeyi artırır, akma sınırının yok olmasına neden olur. Yüksek sıcaklıklarda bağ kuvvetlerinin azalması, çeliğin elastisite modülünün azalmasına neden olur. Elastisite modülünün değeri 20 °C’dakine kıyasla, 400 °C de % 15 ve 600 °C de ise % 40 kadar azalır. Bu olay, artan plastik şekil değiştirmelerle birlikte çelik konstrüksiyonların müsaade edilemeyecek kadar büyük şekil değiştirmelerine neden olur. Uzun süreli ısı gerilmelerin oluşmasına ve normal olarak yüksek sıcaklıklarda burkulma yapmayan kolonun burkulmasına ve daha düşük taşıma gücü göstermesine neden olabilir³.

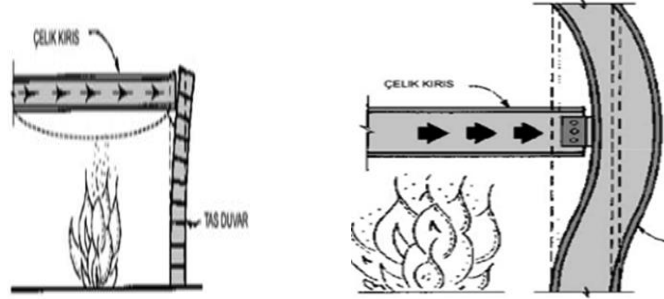
² <http://www.pbase.com/hqhe/image/142789438>

³ KILIÇ, A., “Betonarme ve Çelik Yapılar Yangın Güvenliği”,
(http://www.tibder.org.tr/makaleler/betonarme_ve_celik_yapilar_yangin_guvenligi.pdf)



Resim 3: WTC Binası yangın sonrası ana kolon ve destek elemanlarından örnekler⁴

Ayrıca çelik, çok iyi bir iletken olması nedeniyle yangın anında yüksek sıcaklığı kolaylıkla ve kısa zamanda diğer yapı elemanlarına iletteceğinden, kritik sıcaklığa ulaşılan zamanı kısaltır.



Şekil 1: Çelik yapı bileşenlerinin yangın anında davranış modeli



Resim 4-5: Çelik taşıyıcılı döşemenin standart yangın testinde deformasyonu ve yüksek ısı karşısında burkulan kiriş-kolon bağlantısı⁵

Yangınlar genellikle tek bir noktada ve küçük boyutta başlar; büyümesi için yakıt olabilecek malzeme gereklidir. Gerçekte çoğu yangın; yakıtın az olması ya da bina kullanıcılarının erken müdahalesi veya yağmurlama sistemleri gibi yangın söndürme sistemlerinin devreye girmesi ile söndürülebilir. Tutuşabilir malzemelerin çok kullanıldığı binaların ise kendisi en büyük

⁴ NIST NCSTAR 1, Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster: Final Report on the Collapses of the World Trade Center Towers, U.S. Government Printing Office, Washington. (2005).

⁵http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_bauingenieurwesen/ish/stahlbau/studium/diplomarbeiten/2007/kurzfassungen/2007_07_kallert

yakıt potansiyelini oluşturur. Tasarım ve inşaa ekibinin öncelik vermesi gereken önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- . Yangın *kompartment alanlarının belirlenmesi*, boyutlandırılması ve detaylandırılması,
 - . *Yangın bariyerleri*,
 - . Uygun yangın *algılama ve otomatik söndürme sistemlerinin tasarım ve uygulaması*,
 - . *Kaçış yollarının yetkin bir şekilde boyutlandırılarak tasarlanması*,
 - . İlgili söndürme ekiplerinin *binaya kolay ulaşımının ve uygun mücadele koşullarının sağlanması*,
- .Yetkin yöntemlerle çelik elemanları yalıtılmak.**

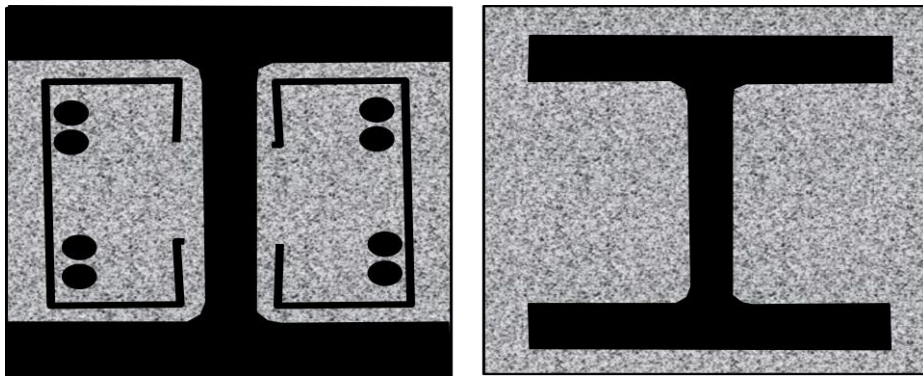
Çelik Bileşenlerin Yangına Karşı Korunum Yöntemleri

Bir yangın olayında güvenli kaçış ve yangına etkili müdahale için yeterli zamanı kazandırabilmek amacıyla çelik yapı elemanlarını yangından koruma önlemleri aşağıdaki gibidir:

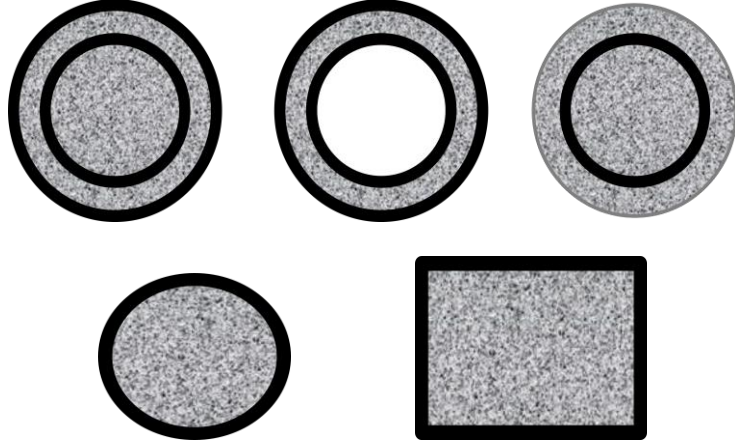
- . Kütleli Yalıtım
- . Çerçeveyi Sarma Yöntemleri ile Yalıtım
- . Kutuya Alma – Plakalar/Levhalar ile Yalıtım
- . Çelik Bileşenlerde Su Dolaştırılarak Soğutulması ile Korunum
- . Kolonların Dışarıya Alınması Yöntemi ile Korunum

Kütleli Yalıtım Yöntemi:

Çelik taşıyıcı elemanların beton, tuğla vb. malzemelerle çerçevesi veya doldurulması yöntemidir. Çelik elemanların kesit şekillerine göre, elemanın içine veya dışına uygulanabilen beton, uygulandığı elemanın üzerinde ısısal dağıtım yaparak, taşıyıcı elemanın kritik sıcaklığa ulaşmasını engeller ve diğer dış etkilere karşı koruma sağlar. Ancak; betona gömme yöntemi hafif beton kullanılsa bile yapıyı ağırlaştırılmaktadır.



Şekil 2: . Çelik profilin flanşlarının arası beton doldurulabilir ya da I kesitli profiller tamamen betona gömülebilir.



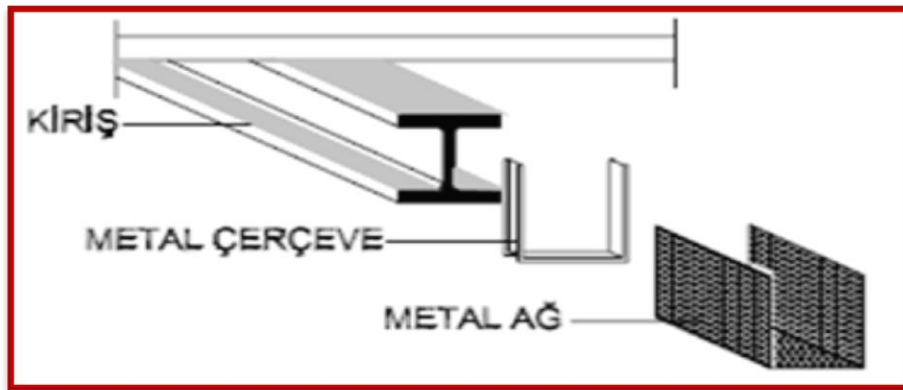
Şekil 3. Dörtgen ya da daire kesitli profillerde kesit boşluğuna beton dökülmesi veya profilin tamamen betona gömülmesi şeklinde uygulanabilir.

Kompozit kirişlerde yangın dayanım süresi; uygulama çeşitliliğine göre farklılık göstermektedir. Döşemenin altında tamamen açıkta kalan kirişlerdeki koruma süreleri sınırlıdır. Yangın dayanımını artırmak için kirişi tamamen veya kısmen betonun içine yerleştirmek dayanım süresini artırmaktadır. Büyük yüklere maruz kalan ve geniş açıklıklarda kullanılan kirişlerde; kiriş flanşlarının arasına donatı çubuklarının yerleştirilmesi ve betonla doldurulması şeklinde bir yöntem uygulanabilmektedir. Kompozit döşemelere ise ilave donatılar, döşemenin hafif beton olması, yangına dayanımlı asma tavan veya yalıtım kaplamalarının kullanımı gibi ek uygulamalar ile yangın dayanım süreleri artırılabilir.

Çerçeveyi Sarma Yöntemleri ile Yalıtım:

Sıva ile yalıtım, püskürtme sistemler ile yalıtım ve sıcaklıkta şişen (Intumuscent) boyalar ile yalıtım olmak üzere üç şekilde uygulanabilmektedir.

Sıva ile yalıtım; alçı taşı, çimento, perlit, vermükulit ve kum gibi malzemelerin karışımlarından elde edilen harcın, hazırlanan yüzeye sürülmesi şeklindedir. Ancak, harcın tutunabilmesi için çelik profile veya çelik etrafına konulacak metal dikmelere metal ağ giydirilmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Sıva ile yalıtım

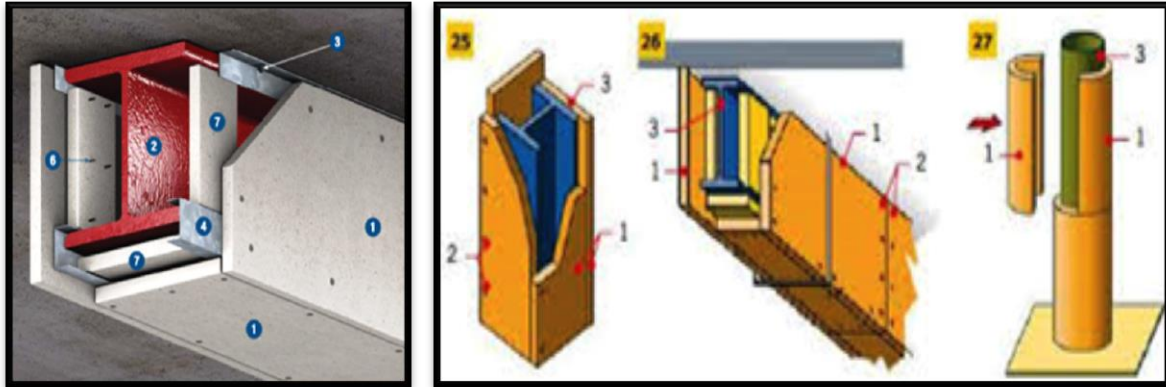
Çevreyi sarma yöntemlerinden biri de her tür profil kesitlerinde ve karmaşık birleşim detaylarında uygulanması kolay olan, makineden gelen basınçlı sıvanın tabancalarla çelik elemanlara püskürtülmesi işlemidir. Koruma katmanı olarak uygulanan püskürtme sıvanın üç çeşidi vardır: Vermikülit – Cüruf - Mineral liflerden oluşan sıva. Çelik eleman üzerinde estetik açıdan rahatsızlık verebilecek pürüzlü ve kirlili bir yüzey meydana geldiği için

genellikle asma tavan arkasında kalan döşemelerde, bodrum katlarda, çok kullanılmayan mekanlarda tercihen kullanılmaktadır. Bu malzemelerin bağlayıcılarla (çimento ve alçı v.b.) karıştırılması ile elde edilen sıvanın yüksek yoğunluklu (450 - 750 kg/m³ arasında) ve düşük yoğunluklu (250 – 350 kg/m³ arasında) püskürtülen çeşitleri ile yapı elemanına 10 mm -60 mm arasında uygulanabilir. Böylece 2 ile 4 saat arasında yangın dayanım düzeyi elde edilebilmektedir ⁶.

Sıcaklıkta şişen/genleşen (Intumescent) boyalar ile yalıtım ise boyanın bileşiminde bulunan gazın ısı ile açığa çıkarak kalın bir yalıtım köpüğü haline dönüşmesi sonucu çelik elemanların yangından korunması yöntemidir. Bağlayıcının ergimesiyle alevlenmeyen gazlar (karbondioksit, amonyak ve su buharı) salarak hava keseciklerinin oluşumuna aracı olan maddeden oluşur. Bunların çıkışıyla bağlayıcı şişer ve normal kalınlığının yaklaşık elli katı kalınlığa genişleyerek kömürleşen yalıtım tabakasına dönüşür. Uygulandıkları yüzeylerin biçimlerini dışa yansıtan farklı renkleri ile estetik kaygılara cevap veren avantaja sahip özel boyalar normal yangınlarda (ISO 834) 30-60 dakikalık dayanım sağlamaktadır.

Kutuya Alma – Plakalar/Levhalar ile Yalıtım:

Genellikle alçı, vermikülit (sodyum silikat), mineral lif veya kalsiyum silikat gibi A1-hiç yanmaz sınıfı levhaların yapıştırma, vidalama ve/veya kaynaklı pimlerle veya klipslerle sabitlenerek çeliği kaplaması şeklinde uygulanan yaygın bir yöntemdir. Kaplama levhalarının Genellikle yoğunluğu 600 - 800 kg/m³ ve ısı iletkenliği 0.15 - 0.20 W/m²°C civarında olan kaplama levhaları ile 3-4 saat yangın korunumu sağlanabilmektedir ⁷.



Şekil 5-6. Kutuya alma yöntemi ile yalıtım

Çelik Bileşenlerde Su Dolaştırılarak Soğutulması ile Korunum:

Isının dağılımı ile koruma yöntemlerinden olan su dolanımı, içi boş boru veya kutu profillerin içerisinde su dolaştırılmasıyla, yangında oluşan ısı enerjisinin su tarafından emilerek çeliğe etkisinin azaltılması ilkesine dayanır. Risk durumunda taşıyıcı profillerin içerisindeki su ısınarak aldığı enerjinin etkisiyle hareket eder ve yerini depodan gelen soğuk suya bırakır. Suyun sıcaklığı kaynama noktasını geçse bile çelik elemanın sıcaklığının 100- 200 °C'ın altında kalması sağlanmaktadır. Sistem iki şekilde uygulanabilmektedir:

. Kısmi su dolanımı ile soğutma; binanın dış cephesinde yangın tehlikesi yüksek olan bölgelerindeki bazı kolonlar için kurgulanan sistemdir. Her kolonun üzerinde kendine ait yeterli büyüklükte su deposu bulunur. Sistemde kolonların içerisinde devamlı su bulunur ve bir yangın esnasında ısınan su yoğunluğu azaldığı için üstteki depoya geri döner, ısınan suyun

⁶ Smith, R., "Fire Rated Cladding of Structural Steel", International Fire Protection Magazine, s10, 2002.

⁷ Güler, B.&Keyder E., "Çelik Yapıların Yangından Korunması", ECAS2002 Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu, 14 Ekim 2002.

yerini ise depodan gelen soğuk su doldurur. Suyun ısınmasıyla ortaya çıkan buhar depoya yükselerek buradaki buhar supabından dışarıya atılır. Dolaşım sisteminde devamlı olarak bulunan suya donmaması için potasyum karbonat, oluşabilecek korozyona karşı ise potasyum nitrat eklenebilir.

. Bütün kolon-kirişleri dolanan ve birbirleri ile bağlantı kuran su dolanım sistemi; daha karmaşık bir sistem olup genellikle çatıda kurgulanan bir tane su deposu ve dağıtımı sağlayan bir pompadan oluşur. Sistemin birleşim yerlerinde ve diğer kısımlarda su sızdırmazlığının sağlanması güç olduğu için alarm sistemiyle birlikte aktive olacak şekilde düzenlenmelidir. Bir boşaltma borusu ile buharlaşan su atmosfere atılarak eksilen su genellikle çatıya yerleştirilen bir su deposundan temin edilir. Yüksek yapılarda bu sistem kullanıldığı zaman suyun hidrostatik basıncı göz önüne alınarak gruplandırılarak yapılabilir. Oluşabilecek korozyon ve donma tehditlerine karşı ilave önlemler alınmalıdır.

Kolonların Dışarı Alınmasıyla Koruma Yöntemi:

Yapı tasarımında çelik elemanların yangına karşı korunmasında alınan önlemlerden bir diğeri ise kolonların binanın dış kısmında bırakılmasıdır. İç mekanda gerçekleşen yangınların etkisinden yapı kabuğu ile uzaklaştırılan çelik kolonların cephe boşluklarından da uzak konumlandırılması gerekir. Boşluklara denk gelen kolonlar için ise ayrı yöntemle koruma sağlanmalıdır.

Geçmişten Gelen Öğretiler 1: Windsor Tower Binası Yangını⁸⁻⁹⁻¹⁰

Ticaret merkezi/ofis binası olarak Alas – Casariego tarafından tasarlanan ve 1974-78 yılları arasında inşa edilen Windsor Tower Binası Madrid'in ilk gökdelenlerinden biridir. 106 m yüksekliğindeki bina 32 katlıdır. Toplamda 20 000 m² kapalı hacme sahiptir ve taban alanı 1000 m² "açık plan" olarak tasarlanmıştır. İspanya'nın 1970'lerde sahip olduğu yönetmeliğe göre yapılmış olduğu için herhangi bir yangın güvenlik önlemi düşünülmemiştir.



Resim 6-7. Windsor Tower binası / Cephe kuruluşları

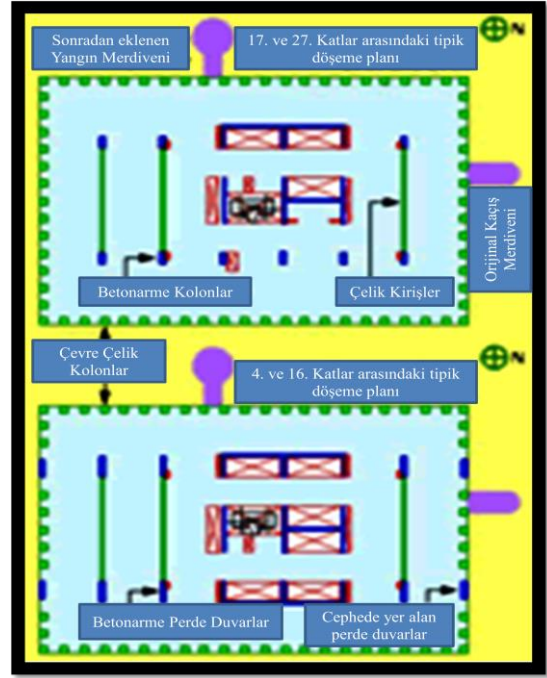
⁸ INTEMAC Report NIT 2-05, "Fire in the Windsor building, Madrid. Survey of the fire resistance and residual bearing capacity of the structure after the fire", December 2005.

⁹ BS 5950-8: 2003 Structural use of steelwork in building – Code of practice for fire resistant design.

¹⁰ SCI Publication P-113, "Investigation of Broadgate Phase 8 fire", June 1991.

Cephe kuruluşu, çelik kolonlara tutturulmuş alüminyum çerçevesi yansıtıcı cam panellerden oluşan büyük cam yüzeylere sahip giydirme cephe olarak düzenlenmiştir. Cephe sisteminin yatay ve düşey kayıtları çelik kolonlara monte edilmiş ve bunun üzerine yeni bir cephe strüktürü eklenmiştir.

İç kısımda betonarme kolonlar ve çelik kirişlerle desteklenen betonarme döşemeler ile dış çeperde çelik kolonlardan oluşan bir taşıyıcı sisteme ve temel yan duvarları ile uyumlu kuzey-güney doğrultusunda iki düşey hat boyunca betonarme kolonlarla desteklenen betonarme çekirdeğe sahiptir. Tipik bir katta 360 mm derinliğinde çelik I-kiriş ve çelik çevre kolonlar ile betonarme çekirdek, iç kısımda betonarme kolonlar tarafından desteklenmiş iki yönlü uzanan 280mm derinliğinde kaset döşeme mevcuttur.



Şekil 7. Taşıyıcı sistem ve çekirdekler



Şekil 8. Korunmamış şaftlar ve asansör kuyuları

Ve; 12 Şubat 2005 günü, saat 23.00'de gerekçesinin kısa devre olduğu söylenen bir yangın olayına maruz kalmıştır. 21. katta başlayan ve ortalama 820 °C sıcaklığa ulaşan yangın yaklaşık 18-20 saat boyunca devam etmiştir. Yedi itfaiye eri yaralanmış ve kalıntılarının yıkılması 22 milyon Euroya mal olan binanın yıkımı ağustos 2005'te tamamlanabilmiştir.

Yeni yönetmeliklerden gelen yükümlülüklerin yerine getirilmesini de içeren bir yenileme sürecinde yaşanan yangın olayı kısa sürede (yaklaşık 1 saat) üst katlara yayılmıştır. Yenileme çalışmaları çeperde yer alan çelik kolonlara yangın yalıtımı, sprej boya ile çelik kirişlere yangın koruması, yağmurlama sisteminin kurulması, yangın merdiveni ilavesi ve yeni bir alüminyum kaplama sistemini içermektedir.

Tablo 1. Tahmini yangın gelişim süreci

ZAMAN	YANGIN	KESİT
23:00	Yangın 21. Katta başladı.	
23:05 ~ 23:20	Yangın alarmı çalıştıktan sonra güvenlik 21.kata ulaştı~söndürme çalışmalarını bırakıp katı terk ettiler.	
23:21	İtfaiye arandı.	
23:25	İtfaiye ulaştı.	
23:30	İtfaiye söndürme çalışmalarına başladı. (haber raporu)	
00:00	21.kat üstündeki tüm katlara yayıldı. (haber raporu)	
00:30	İtfaiye çekildi ve yangının diğer yapılara sıçramaması için savunma pozisyonu aldı.	
02:00	Yangın 17.kattan aşağı yayıldı.	
02:15	Kaplama malzemeleri düşmeye başladı. (haber raporu)	
03:30	Yangın üst teknik katı geçip 16. Kattan aşağı yayılmaya başladı.	
04:00	Üstteki katlar çöktü. (haber raporu)	
05:30	Yangın 12.kattan aşağı yayılmaya başladı. (haber raporu)	
08:30	Yangın 4. Kattan aşağı yayıldı.	
13:30	Yangın kontrol altına alındı.	
17:00	İtfaiye yangının söndürüldüğünü ilan etti. (haber raporu)	

Tablo 2. Önceki ve olay sırasında yürütülen yangın korunum sistemleri

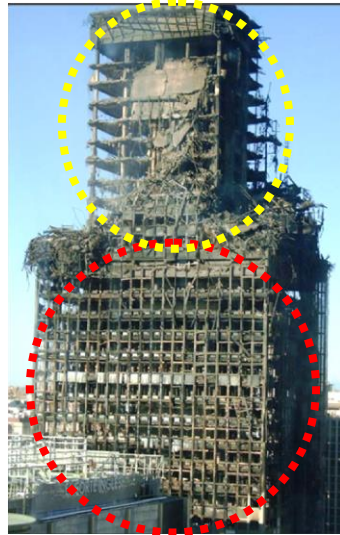
Ana yangından korunma sistemi	Yapıldığı zamanda (1970s İspanya kanunları)	Yangın zamanında (yenileme sürecinde)
Yangın kompartımanları	×	Konstrüksiyon altında
Yangın durdurucu (kaplama ile taşıyıcı sistem/özellikle döşeme arasında)	×	Konstrüksiyon altında
Çelik elemanların yangın korunumu	×	17.kat ve üstü: henüz tamamlanmamış (18.kat kısmen tamamlanmış) 4 ~ 15 kat: tamamlanmış (9 ve 15. Kat hariç)
Beton elemanlarda yangın koruma	×	×
Sprinkler sistemi	×	Konstrüksiyon altında
Yangın alarm sistemi	√	√
Kuru söndürme sistemi (Dry riser system)	√	√

Ancak 17. kata kadar yapılan yangından koruma uygulamaları, yenileme aşağıdan yukarıya doğru sürdürüldüğü için bu kattan itibaren dış tarafta yer alan çelik kolonlara henüz uygulanmamıştı. Alt katlarda ise 9. ve 15. katların yalıtım uygulamaları henüz tamamlanmamıştı. Dikey millerdeki boşluklar ve yangın kapıları tam olarak takılmamış; cephe kaplaması ve zemin döşemesi arasındaki tüm boşluklar da yanmaz malzeme ile kaplanmamıştı. Döşeme kenarları ile giydirme cephenin arasında kalan boşluklarda gerekli olan yangın durdurucuların olmaması hafif cephe strüktürel elemanlarının çok kısa bir sürede aşırı ısınmasına ve genişerek cephe yüzeyinin döşeme kenarından dışarıya doğru açılmasına/şişmesine yol açmıştır. Böylece oluşan basınç yüzünden camlar kırılmadan önce yangın ve yan ürünleri katlar arasında kolaylıkla yayılmıştır.



Resim 8-9. Korumasız çevresel çelik kolonların yangın sırasında burkulması (9. Kat)

9. ve 15. katlardaki kolonlar eriyerek tamamen eğilmesine rağmen, eğilen kolonların yükünün ayakta kalan BA kolonlar tarafından taşınmış olması nedeniyle alt katlardaki konstrüksiyonda bir çökme meydana gelmemiştir. Üst katlarda ise döşemelerin büyük oranda çöktüğü büyük bir yıkım gerçekleşmiştir.



Resim 10-11. Binanın tamamen çökmesi korkusu ile çevre yollar ve binalar boşaltılmıştır.

Halen kurulum aşamasında olan sprinkler sistemlerinin eksikliği yangının kontrol altına alınmasının önüne geçmiş, yoğun duman tabakası ve yüksek sıcaklık söndürme ekiplerinin binaya yaklaşmasını engellemiştir.



Resim 12-13-14. Yangın anında meydana gelen patlamalar ve yoğun duman tabakası

Yüksek sıcaklık ile yalıtım ve yapı malzemelerinde sayısız patlamalar meydana gelmiş, düşey kompartımanların olmayışı ve döşemeler ile cephede var olan boşlukların yetkin bir şekilde yalıtılmamış olması kısa süre içerisinde birden fazla kata yangının kolaylıkla yayılmasına neden olmuştur. Öte yandan; “Betonarme merkezi çekirdek, perde duvarlar, kolonlar, kaset döşeme ve yük transfer katlarının varlığı böyle şiddetli bir yangında çok iyi bir performans sergilemiştir.” düşüncesi çok katlı bina yangınları için çekirdek çözümlerinin önemini ortaya koymuştur.



Resim 15-16-17. Yangın anından kesitler

Geçmişten Gelen Öğretiler 2: First Interstate Bank Binası (Aon Center) Yangını¹¹⁻¹²

Ofis binası olarak The Luckman Partnership tarafından tasarlanan ve 1973 yılında inşa edilen First Interstate Bank Binası Los Angeles’ın o zamanki en yüksek binasıydı. Normal bir günde yaklaşık 4000 kişiye ev sahipliği yapan 262 m yüksekliğindeki bina 62 katlıydı. Tabanda 2000 m²’ye oturtulmuş ve itfaiye araçlarının tehlike anında yapıya ulaşmalarını sağlayacak yol olanakları yapı çevresinde sağlanmıştır.

¹¹ Federal Emergency Management Agency. (1988). Interstate Bank Building Fire – Los Angeles, California (May 4, 1988). United States Fire Administration Technical Report Series.

¹² <http://web.archive.org/web/20030829045943/http://www.iklimnet.com/hotelfires/interstatebank.html>.

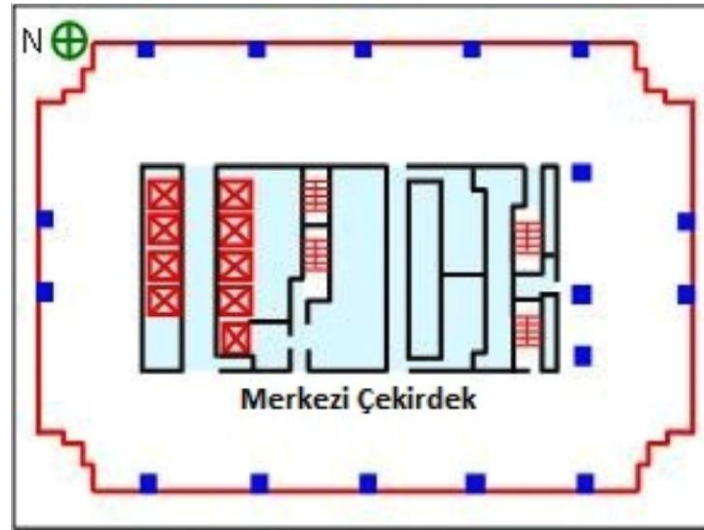


Resim 18-19-20. First Interstate Banka Binası

Cephe kuruluşu; döşeme kenarlarına ve çelik kolonlara sabitlenmiş cam ve alüminyum giydirme cephe olarak inşa edilmiştir. Boşluk, konsol veya geri çekmenin olmadığı düz bir cephe geometrisine sahiptir.

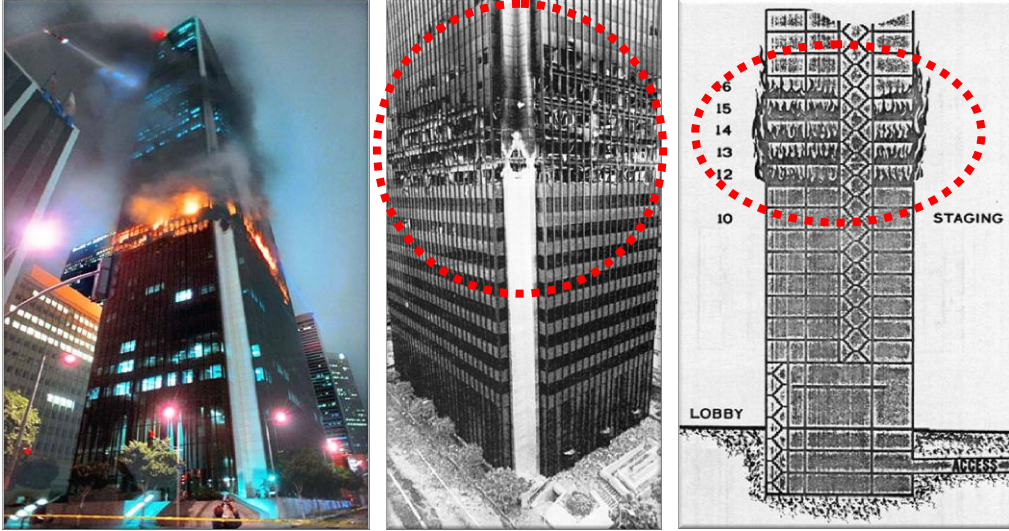
Çelik taşıyıcı sistemde yer alan elemanlar püskürtme sıva ile yangına karşı korunmuş, döşemelerde ise hafif beton kullanılmıştır. 3 bodrum katında yer alan 579 araç kapasiteli kapalı otopark yalıtımlı beton strüktürle desteklenmiştir. Bodrumda yer alan bu otoparkta üç asansör ofis binası ile ve 2. Bodrum Katta hem yaya hem de taşıtların kullanabileceği bir tünel, sokak ile bağlantı kurmaktadır.

4 ana merdiven, yolcu asansörleri, 3 servis ve yük asansörü, 2 yürüyen merdivenden oluşan çekirdek binanın merkezine konumlandırılmıştır. Strüktürleri betonarme olan merdivenlerin 2 tanesi ana havalandırma bacasına yakın konumlandırılmıştır. Ana merdivenler aynı zamanda yangın ve acil çıkış merdiveni olarak kullanılmaktadır.



Resim 21. Binanın merkezine konumlandırılan çekirdek

Ve; 04 Mayıs 1988 günü, saat 22.38'de, kesin olmamakla birlikte elektrik kontağı nedeniyle bir yangın olayına maruz kalmıştır. 12. katta başlayan ve 12-16. katları etkileyen yangın yaklaşık 3 saat 40 dakika sürmüştür.



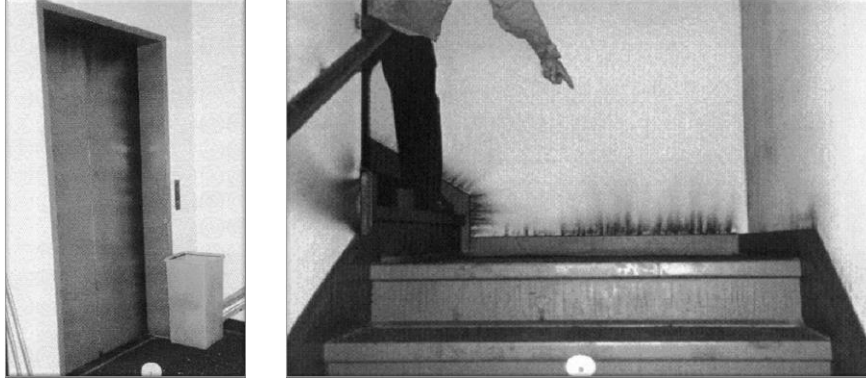
Resim 22-23-24. Yangın anı

12. kattan 16. kata kadar yayılan yangın ancak beş katın hepsi tamamen yandıktan sonra kontrol altına alınabilmiştir. Yangın anında bazıları temizlik, bakım ve onarım işçileri, bazıları ise geç saatlere kadar ofiste çalışan işçilerden olmak üzere binada 50 kişi bulunmaktaydı.

Tablo. Tahmini yangın gelişim süreci

ZAMAN	SÜREÇ
22:22	Söndürme sisteminin devreye girmesi için tüm katlardaki sabit hortum sistemlerinin vanaları kapatıldı
22:25	Camların patladığı duyuldu ve dumanın tavan seviyesinden yükseldiği görüldü. 5. katta yangın alarmı aktive edildi ve 2 saniye sonra sustu.
22:30	12. katta 1 duman detektörü harekete geçti ama bir güvenlik görevlisi tarafından durduruldu.
22:32	12. katta 3 duman detektörü aktive oldu ve güvenlik görevlisi tekrar onları devre dışı bıraktı.
22:34	12. katta 4 duman detektörü aktive oldu ve resetlendi.
22:36	12. kat ile 30. kat arasında birçok duman detektörü aktive oldu. Bir bakım-onarım işçisi alarmların kaynağını araştırmak için 12. kata servis asansörü ile ulaştı ve kapı açıldığında yangının etkisiyle hayatını kaybetti.
22:37	Bina dışından kişiler itfaiyeye yangını haber verdi. 15 dakika geç kalındı.
22:40	İtfaiye ekipleri binaya ulaştı ve binanın kuzey cephesinin dörtte üçü de ve doğu cephesinin tamamında yangının etkin olduğunu gördü.
22:41	Binanın içinden ilk yangın raporu geldi.
22:49	Yangın 13. ve 14. katlara yayıldı.
23:10	İtfaiye ekipleri yangınla mücadeleye başladı.
01:30	15. kat tamamen yangının etkisi altına girdi ve döşeme ile giydirmeye cephe arasında boşluğa doğru ulaşan yangın 16.katın kuzey cephesine kadar yangının büyümesine yol açtı.
02:19	Yangının söndürüldüğü raporlandı.

Yangın güvenlik kapısı yerleştirilmeyen servis asansör kuyuları yangın sırasında baca gibi çalışarak yüksek sıcaklık ve yoğun dumanı üst katlara taşımış, yangın kısa sürede 12.kattan 16. kata kadar yayılmıştır. Yangın sırasında aşırı sıcaklık ve duman merdivenlerdeki acil ışık sisteminin çalışmasını da durdurmuştur.



Resim 25. Merdivenlerde döşemeden sızan duman (22. Kat)



Resim 26-27. Düz cephe geometrisinde “alev saptırıcı” herhangi bir girinti çıkıntı veya elemanın olmaması sebebiyle cephe yüzeyinde yaklaşık 9,5-10 m alev yüksekliği olmuştur.

12. kattan 16. kata kadar tüm dış cephede camlar kırılarak binanın tüm çevresine dağılmıştır. Kırılan cam parçaları ve enkaz yüzünden su hortumları birçok kez kesilmiş ve yenilenmek zorunda kalmıştır. Ayrıca zaman zaman yangın pompalarındaki mevcut su basıncı azalarak müdahalenin gecikmesine neden olmuştur.

Yapıda bodrum katlar ve tünel hariç hiçbir yerde otomatik yangın söndürme sistemi bulunmamaktaydı. Çünkü yapıldığı tarihte yürürlükte olan yönetmeliklerde böyle bir zorunluluk yer almamaktaydı. Ancak binanın çelik strüktürü yangına karşı çok iyi yalıtılmış, bina genelinde duman dedektörleri, alarm sistemi ve sabit boru hortumu sistemi tesis edilmiştir.

Değerlendirme/Sonuç

Yangın korunumunun en öncelikli konuları can güvenliği, taşıyıcı sistemin/strüktürün korunumu ve yangının önlenmesidir. Bina yangınlarında yakıt görevi gören yapı malzemelerinin tutuşabilir malzemelerden olması binaların kendisinin en büyük yakıt kaynağı olmasına yol açacaktır. Ancak taş, tuğla, beton ve çelik gibi tutuşmayan malzemeler yanmaz

ve yangınlarda yakıt olarak görev yapmazlar. Yine de; tutuşmayan malzemelerin yüksek sıcaklık karşısında göstermiş oldukları fiziksel özellikler, yangın olayının büyümesine ya da şiddetine etki etmeseler bile yangın olaylarında zayıf kalmalarına neden olabilir. Hafif sistemlerin tercih edilmesi ile yüksek yapılarda yaygın olarak kullanılan çelik sistemlerin yangına karşı korunması, kaçış sürelerinde ve müdahale koşullarında yarattığı güçlükler nedeniyle yüksek yapılar başta olmak üzere tüm binalarda dikkate alınmalıdır. Bu yüzden çelik binalarda yangın güvenliğinin tasarım aşamasından itibaren sürece bir bağlam olarak katılması önemlidir. Binanın işlevine- yangın yüküne, taban alanına, yüksekliğine bağlı olarak yangın kompartıman alanları, yangın bariyerleri, kaçış yolları, ilgili söndürme ekiplerinin binaya kolay ulaşımının ve uygun mücadele koşullarının sağlanması, gerekliliğine göre duman-ısı-kombine algılama sistemleri, otomatik söndürme sistemleri ve özel boyalar, püskürtme sıvalar, betona gömmek, kolonları su ile doldurmak veya yalıtım malzemeleri ile kaplamak gibi yöntemlerle çelik elemanları yalıtım yangından kaçış ve etkili müdahale için yeterli zamanı kazandıracak yöntemler olarak tasarım ekibince düşünülmelidir.

Kaynaklar

1. Y. Mimar Yakup HAZAN Arşivi
2. <http://www.pbase.com/hqhe/image/142789438>
3. KILIÇ, A., “Betonarme ve Çelik Yapılar Yangın Güvenliği”, (http://www.tibder.org.tr/makaleler/betonarme_ve_celik_yapilar_yangin_guvenligi.pdf)
4. NIST NCSTAR 1, Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster: Final Report on the Collapses of the World Trade Center Towers, U.S. Government Printing Office, Washington. (2005).
5. http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_bauingenieurwesen/ish/stahlbau/studium/diplomarbeiten/2007/kurzfassungen/2007_07_kallert
6. Smith, R., “Fire Rated Caldding of Structural Steel”, International Fire Protection Magazine, s10, 2002.
7. Güler, B.&Keyder E., “Çelik Yapıların Yangından Korunması”, ECAS2002 Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu, 14 Ekim 2002.
8. INTEMAC Report NIT 2-05, “Fire in the Windsor building, Madrid. Survey of the fire resistance and residual bearing capacity of the structure after the fire”, December 2005.
9. BS 5950-8: 2003 Structural use of steelwork in building – Code of practice for fire resistant design.
10. SCI Publication P-113, “Investigation of Broadgate Phase 8 fire”, June 1991.
11. Federal Emergency Management Agency. (1988). Interstate Bank Building Fire – Los Angeles, California (May 4, 1988). United States Fire Administration Technical Report Series.
12. <http://web.archive.org/web/20030829045943/http://www.iklimnet.com/hotelfires/interstatebank.html>.