

**ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİNDE ALINMASI GEREKEN YANGIN
GÜVENLİK ÖNLEMLERİ ve BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ**

125975

ENİS ÖZKAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(MİMARLIK)**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2002

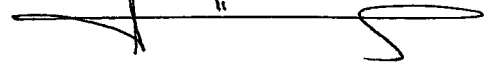
ANKARA

125975

Enis ÖZKAN tarafından hazırlanan ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİNDE ALINMASI GEREKEN YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ ve BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

DOÇ.DR.FÜSUN DEMİREL

Tez Yöneticisi



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

Başkan

: Prof. Dr. Ziya Utkutürk 

Üye

: Doç. Dr. Füsün Demirel 

Üye

: Yrd. Doç. Dr. Saadet Akın 

Üye

: _____

Üye

: _____

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



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	iv
ŞEKİLERİN LİSTESİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. YANGIN VE YANGIN GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	
2.1. Yangının Tanımı ve Süreci	3
2.1.1. Yangının fiziksel ve kimyasal özellikleri	6
2.1.2. Yapılarda yangın yükü	7
2.1.3. Yangın sınıfları	10
2.2. Yangın Güvenlik Önlemleri	11
2.2.1. Aktif sistemler	14
2.2.2. Pasif sistemler	15
2.3. Yangın ile ilgili Yerli ve Yabancı Standartlar, Yönetmelikler	16
3. YAPI MALZEMELERİ VE YANGIN GÜVENLİĞİ	
3.1. Yapı Malzemelerinin Yangın Güvenliği ile ilgili Özellikleri	20
3.2. Yangın Etkisi ile Yapı Malzemesinde Meydana Gelen Fiziki ve Kimyasal Değişimler	22
3.3. Yapı Malzemelerinin Isı İletkenlikleri	24
3.4. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Yanıcılık ve Yangın Dayanıklılık Sınıfları	26
3.5. Yangın Yalıtımında Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri	29
3.6. Yangın Güvenliği ve Malzeme Seçimi	34

4.	ÇELİK, ÇELİK TAŞIYICILI SİSTEMLER ve YANGIN GÜVENLİĞİ	
4.1.	Çeliğin Yapısal Özellikleri.....	37
4.1.1.	Çeliğin mekanik özellikleri	38
4.1.2.	Çeliğin termik özellikleri	40
4.2.	Çelik Taşıyıcılı Sistemler.....	41
4.2.1.	Çerçeve sistemler.....	41
4.2.2.	Hafif çelik yapı sistemleri.....	42
5.	ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİ, BİRLEŞİMLERİ VE YANGIN GÜVENLİĞİ	
5.1.	Çelik Yapı Bileşenlerinin Yangın Sırasındaki Davranışları.....	43
5.2.	Çelik Yapı Bileşenlerinde Alınan Yangın Güvenlik Önlemleri.....	44
5.2.1.	Korumasız çelikler.....	45
5.2.2.	Kütlesel yalıtım.....	46
5.2.2.1.	Beton kompozit sistemler ile yalıtım.....	46
5.2.2.2.	Taş ve tuğla ile yalıtım.....	53
5.2.2.3.	Çelik profillerin içinden su dolaştırılması ile yalıtım.....	53
5.2.3.	Çevreyi sarma sistemi ile yalıtım.....	56
5.2.3.1.	Sıva ile yalıtım.....	56
5.2.3.2.	Püskürtme sistemler ile yalıtım.....	58
5.2.3.3.	Kendiliğinden şişen boyalar ile yalıtım.....	60
5.2.4.	Çerçeve sistemler ile yalıtım.....	62
5.2.4.1.	Plakalar ile yalıtım.....	62
5.2.4.2.	Kompozit paneller ile yalıtım	68
5.3.	Çelik Dış Yapı Bileşenlerinde Alınan Yangın Güvenlik Önlemleri.....	69
5.4.	Çelik Yapı Bileşenlerinin Birleşimlerde Alınan Yangın Güvenlik Önlemleri	70

6.	BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ; Lütfü Kırdar Uluslararası Kongre Merkezi, Ek Kongre Salonu ve Sergi Merkezi.....	71
7.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	77
	KAYNAKLAR.....	80
	EKLER.....	84
	ÖZGEÇMİŞ.....	100



ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİNDE ALINMASI GEREKEN YANGIN

GÜVENLİK ÖNLEMLERİ ve BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ (Yüksek Lisans Tezi)

Enis ÖZKAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2002**

ÖZET

Ülkemizde çeşitli nedenlerle çelik yapı örnekleri hızla artmaktadır. Ancak günümüzde, konuyla ilgili bilimsel çalışmaların yeterli düzeyde olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu tezin amacı ise birçok avantajı olan çelik yapıların, yangına karşı zayıflığını gözler önüne sermek, çelik yapı bileşenlerinin yangından pasif korunma yollarını göstermek ve konuyla ilgili ülkemizdeki standart ve yönetmelik eksikliklerine dikkatleri çekmektir.

Bu çalışmada, yangın ve yangın güvenliği ile genel bilgiler, yangının yapı malzemelerine etkileri, yangının çelik üzerindeki etkileri, çelik yapı bileşenlerinin pasif yangın koruma yöntemleri incelenmiştir. Son bölümde ise, toplu kullanıma açık bir çelik yapı, örnek olarak seçilerek yangın güvenliği açısından irdelenmiştir.

Bilim Kodu : 500.10.11

Anahtar Kelimeler : Yangın, Çelik, Pasif Yangın Koruması

Sayfa Adeti : 100

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Füsün DEMİREL

**FIRE SAFETY METHODS FOR STEEL STRUCTURE COMPONENTS
AND A CASE STUDY
(M. Sc. Thesis)**

Enis ÖZKAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
January 2002**

ABSTRACT

In Turkey, because of some advantages, the use of steel structures increased rapidly, but scientific base is not formed yet. The concept of the thesis is, to show the weakness and protection methods of steel structure components against the fire. Another aim of this work is to focus on lack of standards and specifications in Turkey about the subject.

In this work, step by step, general information about fire and fire safety, effects of fire on structural materials, effects of fire on steel and fire safety methods for steel structure components are searched. Finally chose a case study, which is the steel structure, contains too much live load. It is researched from the point of fire safety.

Science Code : 500.10.11

Keywords : Fire, Steel, Passive Fire Safety Methods

Page Number : 100

Thesis Supervisor : Asso. Prof. Füsün DEMİREL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Doç. Dr. Füsün DEMİREL' e , Y. Lisans eğitimim sırasında aldığım derslerde bana gösterdikleri ilgi ve destek için Yapı Anabilim Dalı'ndaki hocalarıma ve çalışmalarımın başından sonuna kadar manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Çeşitli yapı türlerinin yangın yükleri.....	9
Çizelge 3.1. Yapı malzemelerinin iletkenlik katsayıları.....	25
Çizelge 3.2. Yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları.....	27
Çizelge 3.3. Yangın dayanıklılık sınıfları.....	29
Çizelge 5.1. Beton kompozit sistemlerle yalıtımda kolondaki beton kaplama kalınlıklarının, yangın sınıflarına göre belirlenmesi....	48
Çizelge 5.2. Döşeme tipi ve boyutlarının , yangın dayanımına etkisi.....	52
Çizelge 5.3. Silikat lif plakaların, yangın sınıflarına göre uygulama kalınlıkları	63
Çizelge 5.4. Yangın sınıflarına ve farklı çelik türlerine göre taş yününün uygulanma kalınlıkları.....	65
Çizelge 7.1. Yangın yalıtım türlerinin, yangın dayanım süreleri.....	79

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 2.1.	Yangın evreleri.....	4
Şekil 2.2.	Yapılardaki yangın yükünün sıcaklığa etkisi	8
Şekil 2.3.	Yangın güvenlik sistemi bileşenleri.....	13
Şekil 2.4.	Aktif sistemlerin devreye girmesiyle gelişen yangın eğrisi.....	14
Şekil 2.5.	Yangın güvenlik önlemlerinin, yangınla mücadele aralıkları.....	15
Şekil 3.1.	Standart yangın eğrisi	29
Şekil 4.1.	Farklı yapılardaki çeliklerin ısı iletkenlikleri.....	40
Şekil 5.1.	Çelik yapı bileşenlerinin yangın sırasında davranışı.....	43
Şekil 5.2.	Çelik yapı elemanlarına uygulanan yalıtım türleri.....	44
Şekil 5.3.	Çelik kesit faktörünün ısınma oranına etkisi.....	45
Şekil 5.4.	Beton kompozit sistemler ile yalıtım türleri.....	47
Şekil 5.5.	Çelik kutu profilin, boya ve betonla yalıtımının çeliğin sıcaklığına etkisi.....	49
Şekil 5.6.	Kompozit kiriş uygulamaları.....	50
Şekil 5.7.	Yangın sırasında mekandaki döşeme ve tavan arasındaki sıcaklık farkı.....	51
Şekil 5.8.	Kompozit döşemeler.....	51
Şekil 5.9.	Su dolaşımıyla yalıtımın çalışma prensibi.....	54
Şekil 5.10.	Su dolaşımıyla yapılan korumada sudaki ve çelikteki sıcaklık eğrileri.....	55
Şekil 5.11.	Kiriş ve kolonlarda sıva ile yangın yalıtımı uygulamaları.....	56
Şekil 5.12.	Asma tavanlarda sıva ile yapılan yangın yalıtım uygulamaları.....	57
Şekil 5.13.	Sıvalarda kullanılan bazı malzemelerin ateşe maruz kalmayan yüzeyinde sıcaklığın 139 °C 'ye ulaşınca kadar geçen sürede, sıva kalınlığının etkisi.....	58

Şekil 5.14.	Püskürtme sistemlerin çelik kirişe uygulanması.....	59
Şekil 5.15.	Kendiliğinden şişen boyanın, yangın dayanımına etkisi	61
Şekil 5.16.	Çelik kolon ve kirişlerin plakalarla kaplanması.....	62
Şekil 5.17.	İç duvar bileşenleri	66
Şekil 5.18.	Dış duvar bileşenleri.....	67
Şekil 5.19	Asma tavanlarda yangın plakaları uygulaması	67
Şekil 5.20	Kompozit panel eleman.....	68
Şekil 6.1.	Duvar içinde kalan çelik kolon	72
Şekil 6.2.	Hareketli bölme duvarların kolon etrafında toplanması.....	73
Şekil 6.3.	Döşeme tipleri.....	74
Şekil 7.1.	İngiltere'deki yangın yalıtım uygulamalarının 1981-1991 yılları arasındaki tercih oranları	78

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
A_m	Birim uzunluktaki elemanın çevresi yangına açık yüzey alanı (m^2/m)
K	Isı iletkenlik katsayısı (W/m °C)
K_c	Betonun ısı iletkenlik katsayısı (W/m °C)
R	Yalıtım değeri
V	Çeliğin kesit alanı (cm ²)
λ	Yoğunluk (kg/m ³)
NW	Normal ağırlıktaki beton
LW	Hafif beton
D	Trapez döşeme dış derinliği (mm)
D_s	Trapez döşemelerdeki beton kalınlığı (mm)
k	Trapez döşemede çelik sac kalınlığı (mm)

Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	American Society for Testing and Materials
FPA	Fire Protection Ass
IISI	International Iron and Steel Institute
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
KMO	Kimya Mühendisleri Odası
NFPA	National Fire Protection Ass
SPCE	Steel Promotion Committee of Eurofer
TYÇDY	Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UL	Underwriters Laboratories
YEM	Yapı Endüstri Merkezi

1. GİRİŞ

Tarih boyunca kontrol altına alınamayan ateşin, tüm uygarlıklarda can ve mal kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, yangın tehlikesinin tüm çalışmalara rağmen bugüne kadar tam anlamıyla çözümlenemediği de yadsınamayacak bir gerçektir. Yangınlardaki can kaybının kaza türleri içinde üçüncü sırayı aldığı saptanmış olup, yangından korunma ve güvenlik önlemlerinin yetersizliği, meydana gelen her olaydan sonra daha çok netleşmiştir. Yangından korunma çabaları, sosyal yaşantı içinde örgütlü olarak MS. 4. yüzyılın başlarında görülmekle birlikte, bilimsel araştırma düzeyinde ele alınışı ise 2. Dünya Savaşı sonralarındadır. (Sunar, 1981)

Yangınların, 1960 yılları öncesine göre daha fazla can kaybına neden olmasını, yapıya giren yeni sentetik maddelerin yanma sonucu çıkardığı gazlara bağlayan görüşler ileri sürülmektedir. Diğer taraftan kişi başına düşen yakıt tüketimindeki artış ile yangın riski ve yangına bağlı can kayıpları arasında doğru orantı olduğu istatistiklerde belirtilmektedir. Aynı gelir seviyesindeki ülkeler arasında daha az yakıt tüketen ülkelerdeki yangın sonucu can kayıplarının %50 oranında daha az olduğu yine aynı istatistiklerde görülmektedir. (Sunar, 1981)

Endüstriyel gelişim, daha çok enerji kullanımını, fazla enerji kullanımı da yangın riskini de beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla, binalarımız devamlı bir yangın tehdidi altındadır, ne kadar önlem alınırsa alınsın yangın çıkma olasılığı her bina için söz konusudur. Önemli olan yangının başlaması değil, gelişmesi ve çevresine sıçramasıdır. Bunun önlenmesi, hiç kuşkusuz yangın başlangıçlarının en kısa sürede fark edilmesi ve müdahale etme olasılıkları ile ilişkilidir. Gecikerek uyarılmış olmak, daha gelişmiş, daha şiddetli bir yangınla karşılaşmaya neden olacaktır. Başka bir ifade ile, yangın tehlikesinin önlenmesi ve en az zararla sonuçlandırılmasında, her türlü gecikmenin önüne geçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Yapılarda alınan yangın güvenlik önlemleri teorik olarak ne kadar başarılı olursa olsun gerçek bir yangının davranışları tam olarak saptanamaz ve tahmin edilemez. Yapı strüktürünün çökmesi yangında olabilecek en kötü durumdur ve öncelikle bu durum için önlem alınmalıdır. Bu nedenle taşıyıcı sistemler çok fazla önem kazanmaktadır. Çalışmanın konusu da yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı, çelik yapı bileşenleri ve yangın güvenlik önlemleri ile sınırlı tutulmuştur.

Dünyada , özellikle gelişmiş ülkelerde, çelik yapıların uzun zamandır kullanımda olduğu bilinmektedir. Ülkemizde ise, çelik yapı örneklerine genellikle endüstri yapılarında rastlanmaktadır. Günümüzde, orta ölçekli binalarda da çelik strüktür, yapıma getirdiği hız ve deprem dayanımı nedeniyle tercih edilmeye başlanmıştır. Ancak, çelik strüktürlü yapılar yangın güvenliği açısından riskli yapılardır. Araştırmaya duyulan gereksinim nedeniyle seçilen, bu konu üzerinde yapılan çalışmanın amacı, çelik strüktürlü yapıların ön plana çıkarılan avantajlarının yanı sıra, yangına karşı olan zayıflığını göz önünde tutmak ve yangın güvenliği için pasif sistemlerin önemini vurgulamaktır.

2. YANGIN VE YANGIN GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

2.1. Yangının Tanımı ve Süreci

Yangın güvenliği ile ilgili sorunlar çok eskilere dayanmasına rağmen, günümüzde çok daha ciddi boyutlara ulaşmıştır. Günümüz yapılarında kullanılan malzemelerin çeşitliliğinin artması ve içerisinde çok yoğun insan yükünü barındırmasıyla, yangının bilinen tehlikelerine karşı alınacak önlemlere teknik ve bilimsel olarak daha çok özen gösterilmesini gerekmektedir.

Bu nedenle yangın kavramının iyi anlaşılabilmesi için, yangın kimyasının terminolojisine ilişkin teorik esasların ve bazı temel kimya prensiplerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

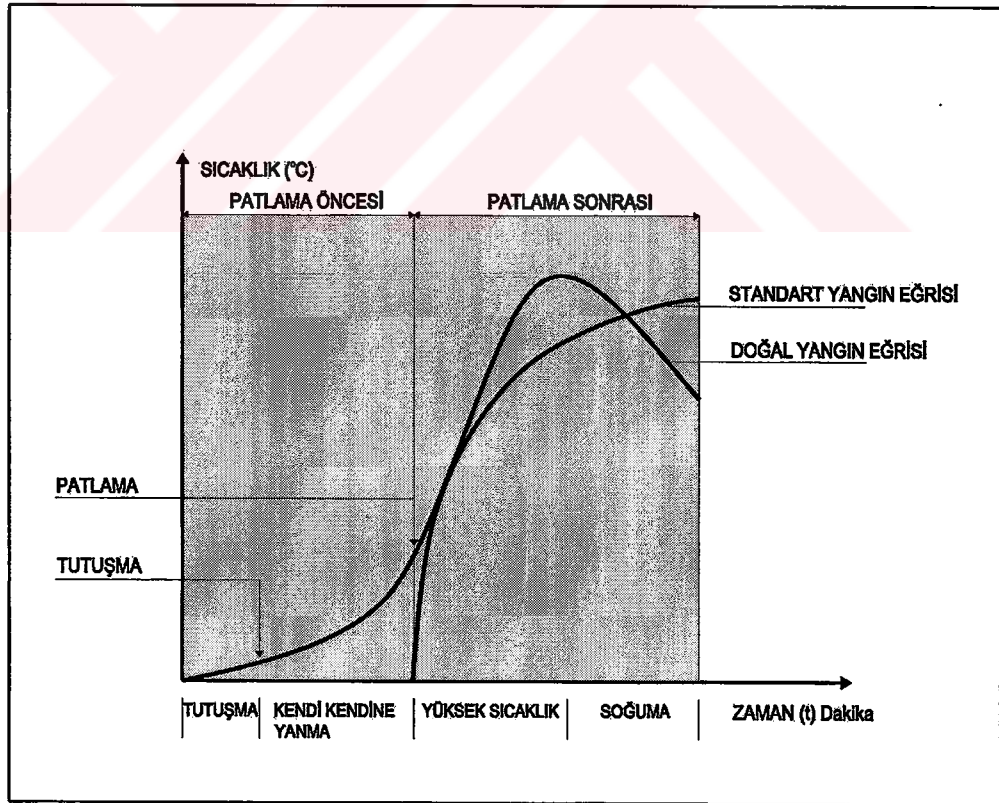
YANMA- yanıcı maddelerin / yakıtın havanın oksijeni ile çevreye ısı ve ışık vererek birleştikleri hızlı bir oksidasyon olayıdır. (Korkut, 1997)

ATEŞ – ise, yanıcı maddeyle oksijen arasında oluşan kimyasal reaksiyonun gözle görülebilen bir bölümüdür. (Korkut, 1997)

YANGIN – Ateşin kontrol dışı yanması olayıdır. (Korkut, 1997)

Yangın büyük boyutlu kontrolsüz bir yanma olarak tanımlanabildiğine göre, burada yanmayı ön plana almak ve incelemek gerekir. Bir yanma olayı, yanan madde ve yakıcı gaz ikilisinin belirli bir sıcaklıkta bir arada bulunması ile ortaya çıkan kimyasal bir reaksiyondur. Bu reaksiyon sırasında bir enerji açığa çıkar. Sonuç olarak da yüksek sıcaklık ve yakıcı, boğucu gazların çıkması, yapılar ve insanlar üzerinde ağır kayıplara neden olur.

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi yangın 4 evreden oluşmaktadır. Tutuşma evresindeki yangının can ve mal kaybı riski çok fazla değildir. Bu evrede yanma belli bir bölgede gelişmektedir ve büyüme hızı yavaştır. Tutuşma evresinde yapılacak bir müdahale yangının büyümesini engelliyecektir. Kendi kendine yanma evresinde mekan içindeki diğer maddeler (özellikle bitkisel kökenli yağlı maddeler) ortam sıcaklığının artmasıyla oksitlenmekte ve ısının daha da artmasıyla kendi kendine yanmaya başlamaktadır. Bu evreye gelişme evresi de denilmektedir. Yangın sırasında yanan maddeler yarım yamış gazlar çıkarırlar. Bu gazlar yeterli oksijen ve sıcaklıkla buluştuklarında patlama meydana gelir. Patlamayla yüksek sıcaklık açığa çıkar. Bu evrede yüksek sıcaklığın verdiği zarar yanısıra patlamayla oluşan basınçta büyük zararlara neden olur. Yangınlarda son evre soğuma veya başka bir deyişle sönme evresidir. Bu evrede ortamdaki yanıcı maddelerin tükenmesiyle yangının şiddeti azalmaya ve sönmeye başlamaktadır.



Şekil 2.1. Yangın evreleri (SPCE, 1990)

Yanabilen bir madde tutuştuğu zaman, bulunduğu mahalde bulunan diğer yanıcı malzemeleri yakarak söndürülünceye kadar ilerleme ve yanma eğilimindedir. Bu aşamada söndürülememiş ise, bundan sonraki gelişme, mekanı çevreleyen duvarları, döşemeyi, ve tavanı etkileme yönündedir. Eğer duvarlarda ve döşemede açıklıklar varsa yangın, binanın diğer hacimlerine yayılır ve strüktür elemanları korunmamışsa, yapının çökmesi bile mümkündür.

Çeşitli nedenlerle çıkan yangınlar, değme, taşınım ve ısınım yolları ile büyür ve genişler. Bu olaya yangının yayılması denilmektedir. Isı bu yollar ile bitişik hacimlerdeki döşeme ve tefriş malzemelerini yakacak kadar sıcaklığı oluşturacak ısıyı duvar ve döşemeler tarafından iletebilir.

Bilindiği üzere ısı üç şekilde iletilmektedir:

- Kondüksiyon (Değme-Dokunma)
- Konveksiyon (Taşınım)
- Radyasyon (Işınım)

Kondüksiyon: Bu özellik alevin doğrudan teması yada katı cisimlerin bir yangın bölgesinde oluşan yüksek ısıyı yanmamış bir bölgeye taşımasıdır. Bu tip yangının yayılmasına neden olan, maddenin ısı iletkenlik özellikleridir.

(Koyuncu, 1985)

Konveksiyon: Isının herhangi bir madde ile nesneye taşınmasıdır. Konveksiyonla ısı transferi, taşıyıcı maddenin yoğunluğuna ve hareketine bağlıdır. Taşıyıcı madde genellikle hava ve sudur. Bazı hallerde de gazdır. Bilindiği gibi sıcak hava yükselir ve soğuk hava ile yer değiştirir. Bu şekildeki bir akımla yangın merkezinden uzaktaki nesnelerde etkilenir.(Koyuncu,1985)

Radyasyon : Isının transferindeki üçüncü yol ise radyasyondur. Isıl radyasyon santimetrekareye saniyede isabet eden ısı akışıdır. ($\text{cal/cm}^2 \cdot \text{sn}$)

Radyasyon yolu ile transfer olan enerji, iki cismin arasındaki mesafeye ve sıcaklık farkına bağlıdır. (Koyuncu, 1985)

2.1.1. Yangının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kimyasal yanma olayı, yakıtın türüne ve fizikokimyasal yapısına bağlı olarak çeşitli şekillerde meydana gelebilir.

Yanma Çeşitleri:

- a- Yavaş yanma / oksitlenme
- b- Kendiliğinden yanma
- c- Hızlı Yanma
- d- Parlama ve Patlama

Patlamayı yanmadan ayıran en belirgin özellik; yüksek enerji boşalım hızına sahip olmasıdır. Bu ani enerji boşalım hızı nedeniyle patlama yangın nedeni değil bir sonucudur. (Koyuncu, 1985)

Bir yanma olayının gerçekleşebilmesi; yanma şartı için gerekli olan yeterli ısının (1. unsur), Havanın oksijeni/ oksitleyici etken (2. unsur), ve yanıcı madde etkeninin (3. unsur) bir arada bulunmasına bağlıdır. Bunların özellikleri şu şekilde özetlenebilir. (Koyuncu, 1985)

- 1- *Yeterli Isı* : Moleküllerin yüksek düzeydeki titreşiminden doğan bir enerji türü olup, aynı zamanda sıcaklığın bir fonksiyonudur. Isı; elektriksel, mekaniksel ve kimyasal kaynaklardan meydana gelir. Isı, yakıtın yanıcı buharlar çıkartarak bozunmasına sebep olan sıcaklığı da sağlar.
- 2- *Havanın Oksijeni* : Yanmanın başlayabilmesi için, oksijen konsantrasyonunun %16 'nın altında olmaması gerekir. (Koyuncu, 1985) Aksi taktirde yanmayı başlatmak mümkün olmaz.

3- Yanıcı Madde / Yakıt : Doğada katı, sıvı ve gaz halinde bulunan yanıcı maddeler, birbirlerinden farklı buharlaşma/gazlaşma noktası sıcaklığına, alevlenme/parlama noktası sıcaklığına, tutuşma ve yanma noktası sıcaklığına sahiptirler. Bu nedenle, parlayıcı ve patlayıcı özellikler açısından risk de taşıyan yanıcı kimyasalların; depolanmasında ve yapılarda kullanılmasında çok iyi iş emniyeti ve çevresel yangın güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Yangın kimyasının temelini oluşturan iki yanma teorisi vardır. (Korkut, 1997)

1. Teori (Klasik Yangın Üçgeni Teorisi): Bu teoride yangının meydana gelmesi:

- a- Yanıcı maddenin yani yakıtın,
- b- Yanmayı sağlayacak yeterli ısının,
- c- Havanın oksijeninin

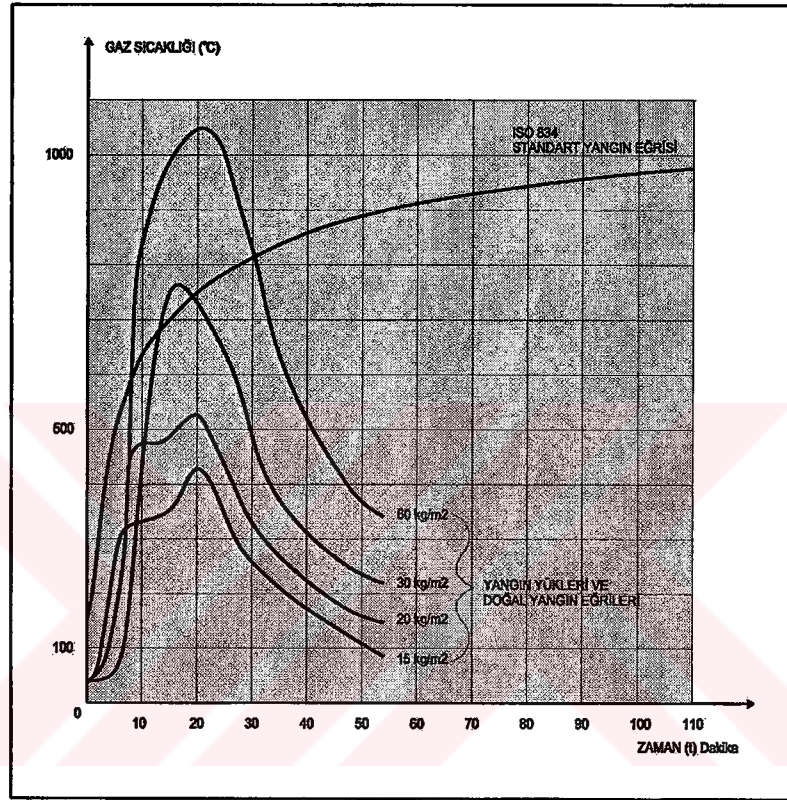
bir arada bulunmasına bağlıdır. Yanma şartı için gerekli olan bu üç öğeden birisi bulunmazsa yanma olayı gerçekleşmez.

2. Teori (Tetrahedron / Düzgün Dört yüzlü Piramit Teorisi): bu modern teoride üç unsura ek olarak BAĞIMSIZ ZİNCİR REAKSİYONU da bulunmaktadır. 4. unsur, yanıcı madde/yakıt ile havanın oksijeni arasındaki kimyasal reaksiyondan söz eden unsurdur. Bu teorinin temeli, yanmanın devam edebilmesi için zincir reaksiyonunun devamlı oksijenle beslenmesi esasına dayanır.

2.1.2. Yapılarda yangın yükü

Günümüzde yapı teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak giderek daha konforlu, daha büyük ve daha kompleks binalar inşa edilmektedir. Konfor şartlarının artması daha karmaşık sistemlerin binalarda kullanılmasını gerektirmektedir. Bunun sonucunda kendi içinde bağımsız veya diğer sistemler ile entegre çalışan bir çok sistemin, ekipmanın bir arada bulunması

gerekliliği ortaya çıkmakta, binalar bu sebeple kompleks yapılara dönüşmektedir. Basit veya karmaşık her sistem, her bina, belirli kullanım zorluklarını ve riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu risklerin en önceliklisi de yangındır.



Şekil 2.2. Yapılardaki yangın yükünün sıcaklığa etkisi (SPCE,1990)

Yapılardaki yangına dayanım tanımı, “ Yangın Yüğü” tanımı ile anlam kazanmaktadır. Yangın yükü , bir hacim içinde yer alan yanıcı maddelerin bir kilogramın yanması halinde açığa çıkan kilokalori cinsinden ısı değeri nin o hacmin alanına bölünmesi ile bulunur. Bir başka değiş te, yapının içinde bulunan yanıcı maddelerin kütleleri ile ısı değeri leri çarpımlarının toplamının plandaki toplam alana bölünmesi ile elde edilen büyüklüktür. (kg/m^2) (Öner, 2000)

Yapının çeşitli bileşen ve parçalarının üzerindeki yangın etkisi, sıcaklığın yüksekliği ve süresine bağlıdır. Bir hacimde ne kadar fazla yanabilecek

malzeme varsa, sıcaklığın o kadar yükseleceği ve sürenin de uzayacağı açıktır (Şekil 2.2.).

Gerçekte bir mahalde bulunan bütün yanıcı maddelerin bir yangında tamamen yanmaları beklenmemelidir. Yapılan incelemeler, yangın yükünün bir yangında %50 ila %90 arasında değişen oranlarda işe katıldığını göstermektedir. (Arda, Yardımcı, 1995)

Yurtdışındaki yangın araştırma enstitüleri ve laboratuvarlarında standart malzemeler kullanılarak yapılmış olan deneyler sonucunda, yangın yüklerine ait bazı ortalama değerler saptanmıştır. Örnek verilecek olursa, 146 kg/m^2 yangın yüküne sahip bir yapı, yangına dayanım süresi 3 saat olan yapı bileşenleri ile üretilmiş olmalıdır. (Öner, 2000)

Çizelge 2.1. Çeşitli yapı türlerinin yangın yükleri (Öner, 2000)

YAPI TİPİ	YANGIN YÜKÜ (kg/m^2)
APARTMANLAR	40 – 48
SINIFLAR	35
DOSYA ODALARI	20 – 420
KÜTÜPHANELER	175
OFİSLER	10 – 220
RESEPSİYON ALANLARI	15 – 44
TUVALETLER	10 – 48

Örneğin, 146 kg/m^2 yangın yüküne sahip olan çelik bir yapıda, 537°C kritik sıcaklık dikkate alınarak, kullanacağımız profil niteliklerine göre, yangına karşı dayanımını saptayıp, korunması için izolasyon kalınlığı hesabı yapılmalıdır.

2.1.3. Yangın sınıfları

Yangınların sınıflandırılması; yanıcı maddelerin cinsine göre değişmektedir. Uluslararası standartlar ve Türk standartları (TS EN 2), yangınları dört sınıfta toplamışlardır. (Koyuncu, 1985)

- **A Sınıfı Yangınlar:** Alevli ve korlu yanan organik kökenli katı maddelerin yangınları bu sınıfa girer. Örneğin, odun, kömür, kağıt, tekstil, kauçuk, deri yangınları.
- **B Sınıfı Yangınlar:** Alevli yanan sıvı yanıcı maddelerin yangını bu sınıfa girer. Örneğin; benzin, gazyağı, boya, vernik, alkol, tiner yangınları.
- **C Sınıfı Yangınlar:** Alevli yanan gaz halindeki yanıcı maddelerin yangını bu sınıfa girer. Örneğin; metan, propan, hidrojen, asetilen, lpg, doğalgaz, yangınları.
- **D Sınıfı Yangınlar:** Yanabilen hafif metallerin ve alaşımlarının yangını bu sınıfa girer. Örneğin; magnezyum, lityum, potasyum, sodyum ve alaşımlarının tozlarının yangınları.

Elektrik donanımlarının yanmasıyla oluşan yangınlar bir çok araştırmada ayrı bir yangın sınıfı olarak açıklanmaktadır. (Koyuncu, 1985) Ancak yapılan gözlemlerde elektrik yangınlarının iletkenlerin dışındaki izoleler ve iletkenlerin çevresinde bulunan kolay yanıcı maddelerin tutuşması şeklinde olduğu anlaşıldığından, elektrik yangınları ayrı bir yangın sınıfı olarak değerlendirilmemelidir. Elektrik enerjisi zamana bağlı olarak ısı oluşturmaktadır. Herhangi bir nedenle (aşırı yük, kısa devre gibi) oluşan bu

ısı giderek artarsa iletkenlerin birbirlerine değmesini önlemek amacıyla kullanılan (petrol atıklarından elde edilen) izolasyon malzemeleri ısınacak ve yanıcı gazlar çıkarmaya başlayacaklardır (Koyuncu, 1985). O nedenle bu tezde elektrik yangınları ayrı bir sınıf altında değerlendirilmeyip C sınıfı yangınların içerisinde incelenmektedir.

Yangınlar ayrıca, *Kapalı Alan* ve *Açık Alan* yangınları olmak üzere 2 ayrı kategoride ele alınırlar.(Korkut, 1997)

- *Kapalı Alan Yangınları:* İçerisinde sınırlı miktarda hava bulunan, etrafı duvarlarla ve üstü çatı ile kapatılmak suretiyle sınırları belirlenmiş alanları kapalı alan olarak tanımlayabiliriz. Örnek olarak; konutlar, ticaret merkezleri, eğitim ve öğretim kurumları v.s. gösterilebilir.
- *Açık Alan Yangınları:* Direkt atmosfere açık olan ve herhangi bir şekilde sınırları belirlenmemiş alanlardır. Örnek olarak; kuru ve ormanlar, fuar ve pazarlar, akaryakıt istasyonları v.s.gösterilebilir.

2.2. Yangın Güvenlik Önlemleri

Tasarlanan her yapıda bir yangın riski vardır ve yangına karşı kusursuz bir güvenlik sağlanması mümkün değildir.(Sunar, 1981) Yapılarda belirli bir yangın güvenliği seviyesine ulaşabilmek için, yangından korunma ve bina yangın güvenliği sorunlarına eğilmek ve bir bütün olarak ele alıp planlamak gerekmektedir. Bunun içinde, ilk önce kriterleri ve bunların önem derecelerini saptamak ve daha sonrada kaynaklar ve diğer olanaklar göz önünde tutularak bu kriterlere cevap verecek, saptanan hedeflere götürecekt stratejilerin belirlenmesi ve formüle edilmesi gereklidir. Bu işlemler de yangın mühendisleri tarafından yapılmaktadır. (Sunar, 1981)

Yangın risk analizi, yangın istatistiklerinin güvenilirliği ile bina tür ve farklılıklarını yansıtan bilgilerin varlığına bağlıdır. Ancak bu şekilde, binalarla ilgili olarak sağlıklı bir yangın senaryosu oluşturulabilir.

Bina yangın şiddetinin tahmin ve değerlendirilmesi ise; kısmen istatistiki bilgi ve verilerle, kısmen de bu konuyla ilgili yapılan deneysel çalışmalar ile yapılabilir.

Bina yangın güvenliği seviyesinin ana bileşenleri aşağıda verilen dört ana başlıkta incelenebilir. Ancak yangından korunma ve bina yangın güvenliği karar ve kriterlerinin doğru ve yeterli olabilmeleri için yangın güvenlik sistemi bileşenlerinin de bilinmesi ve bunların sistem bütünü içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 2.3.). (Sunar, 1981)

Bina tasarımı

Yapı daha kağıt üzerinde tasarım aşamasında iken oluşturulan yangın senaryoları ile olası yangınlara göre planlanmasını öngörmektedir.

Bina kullanımı

Yapının kullanım özelliklerine göre yangın senaryosunun belirlenmesi. Örneğin, okul, hastane veya endüstri yapıları için geliştirilen yangın senaryolarının birbirlerinden farklı olma zorunluluğu vardır.

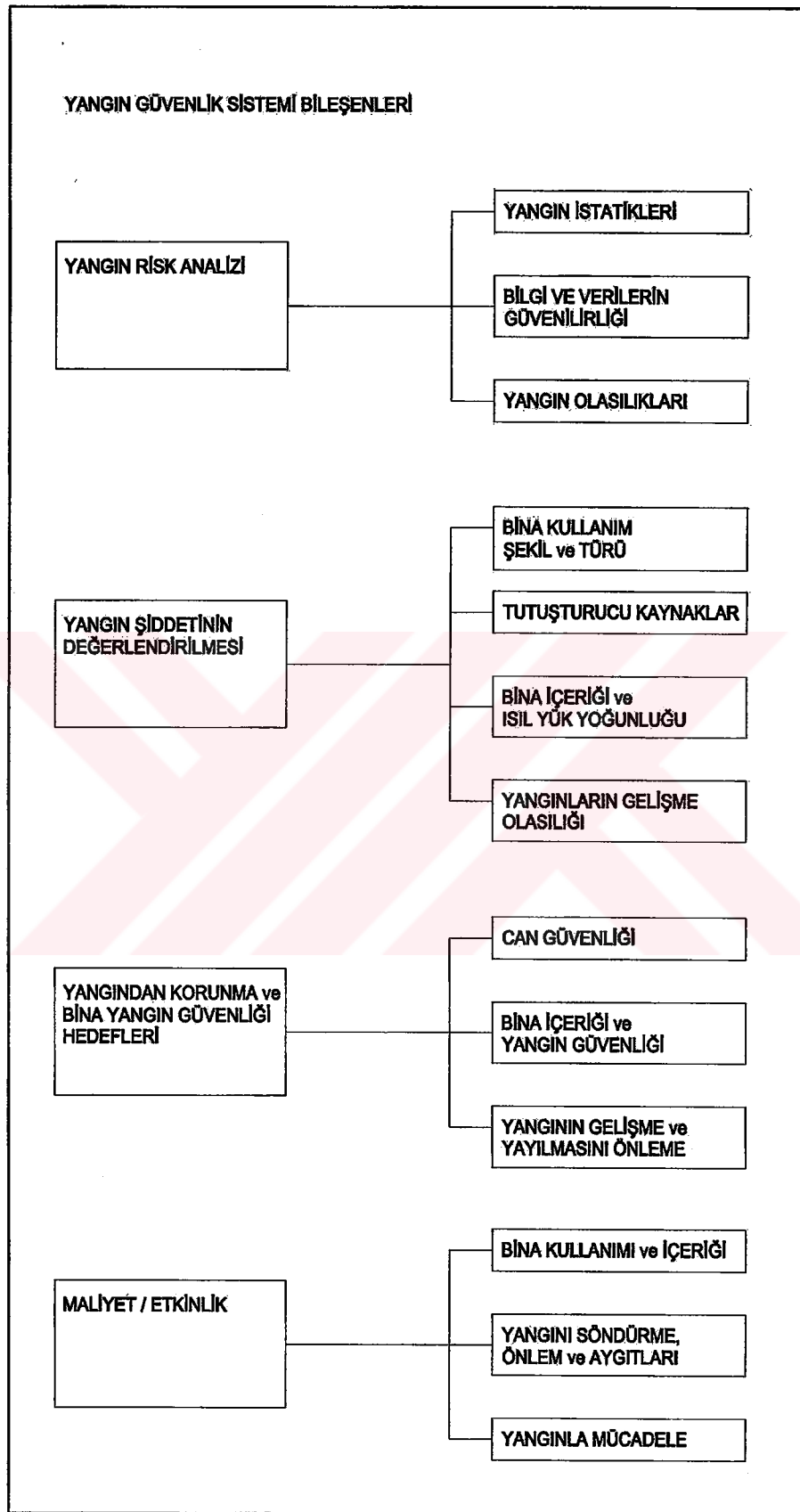
Yangından korunma hedefleri

Oluşturulan yangın senaryosunda önceliklerin belirlenmesinde can güvenliği her zaman birinci sıradadır. Yangın güvenliğinin sağlanması, gelişmesi ve büyümesinin önlenmesinde de hedeflerin belirlenmesi gerekmektedir.

Yangın Güvenliği Önlemleri

Yangının başlangıçlarının tam olarak önlenememe gerçeği yapılarda yangın güvenliği önlemlerinin doğru ve yeterli ölçüde alınmasını gerekli kılmaktadır.

Yangından korunma ve bina yangın güvenlik önlemlerini iki başlıkta toplamak mümkündür. Bunlar, aktif sistemler ve pasif sistemlerdir.

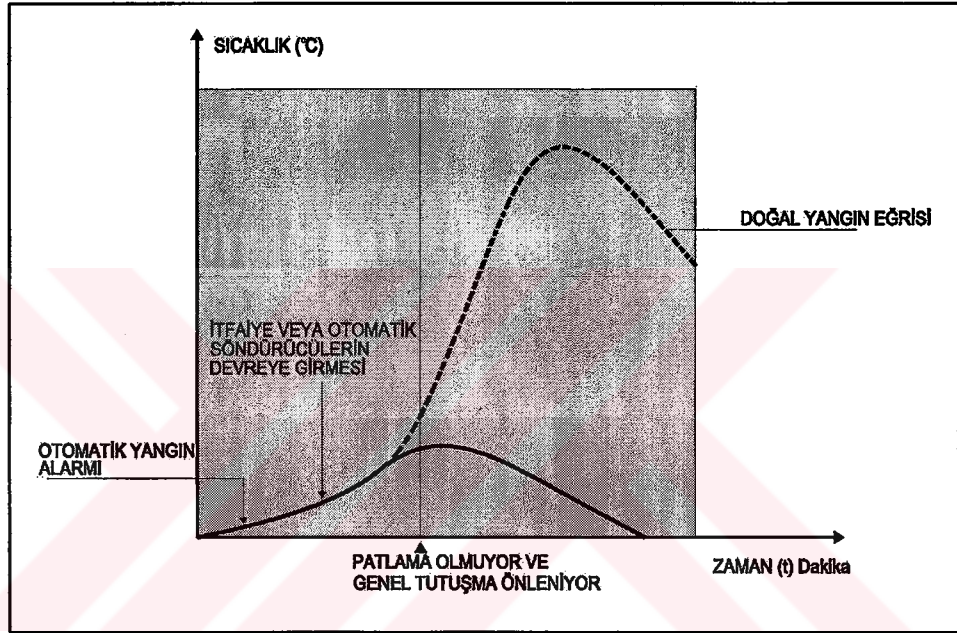


Şekil 2.3.

Yangın güvenlik sistemi bileşenleri (Sunar, 1981)

2.2.1. Aktif sistemler

Aktif sistemler, yangının çok hızlı bir şekilde algılanması ve etkin bir şekilde söndürülmesine yönelik önlemlerdir. Yangına karşı aktif bir koruma sağlamak için enerji kullanımına dayalı sistemler kullanılır. Bunlar iki ana başlık altında toplanır, Yangın Algılama - İhbar Sistemleri ve Yangın Söndürme Sistemleri. (Toker, 1997)



Şekil 2.4. Aktif sistemlerin devreye girmesiyle gelişen yangın eğrisi (SPCE, 1990)

Yangın Algılama ve İhbar Sistemleri

Bu sistemler yangının en kısa sürede algılanması ve algılama sonucunda bir senaryo dahilinde diğer sistemlerin çalıştırılması, kullanıcının uyarılması ve diğer birimlere haber verilmesine yönelik geliştirilmiş sistemlerdir. (Toker, 1997)

Bu sistemde kullanılan uygulamalar:

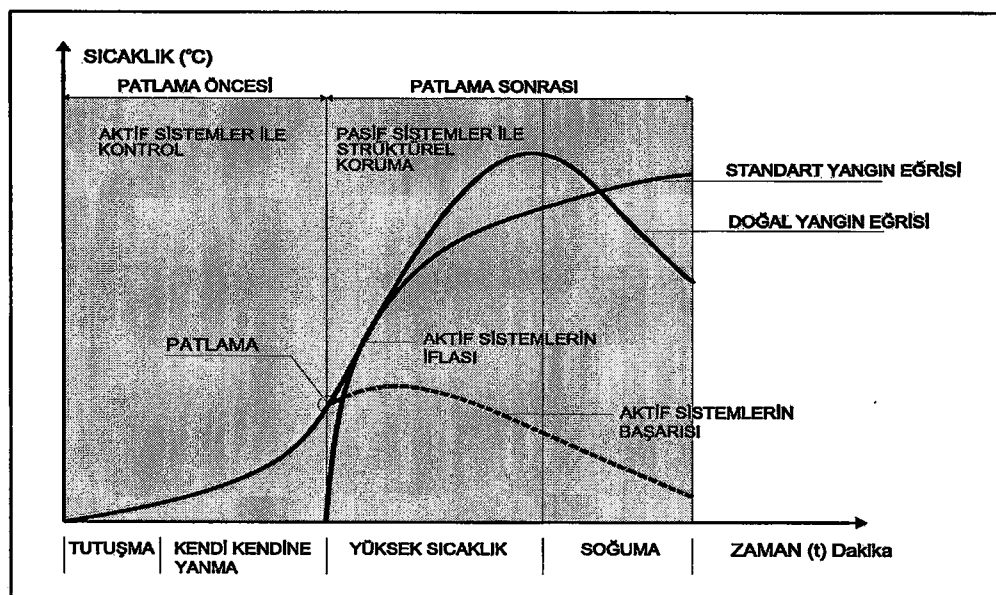
Duman detektörleri, ısı artış hızı detektörleri, gaz algılama detektörleri, alev detektörleri, yangın ihbar zilleri ve flaşörlerdir.

Yangın Söndürme Sistemlerinde , algılama yapıldıktan sonra elle yada otomatik söndürme ile yangınla mücadele başlar. Yangın söndürme sistemleri de kendi içerisinde çeşitlilik göstermektedir. Bunlar sulu, köpüklü-sulu, gazlı ve kimyasal tozlu olmak üzere dört ana başlıkta incelenebilir. Bu sistemlerden hangisinin uygulanacağını ise meydana gelen yangın sınıfının türü belirler. (Toker, 1997)

2.2.2. Pasif sistemler

Tasarım aşamasında başlayan ve doğrudan yapının yerleşimdeki yerinden, yapıdaki pencere büyüklüklerine, mekanların birbirlerine göre konumlandırılmasına, çıkışların, kaçış yollarının boyut ve özelliklerine kadar pek çok tasarım değişkenini etkileyen bir takım önlemler zinciridir. Bir çok ülkede pasif yangın güvenlik önlemleri, yapı inşa yönetmeliklerinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır (Akıncıtürk, 2000).

Yangın güvenliğinde aktif sistemler yapıyı korumada önemli rol oynamasına rağmen pasif yangın koruma sistemleri de yangında savunmanın son hattı gibi hareket ederek bir bütünleşmeyi gerçekleştirir.



Şekil 2.5. Yangın güvenlik önlemlerinin, yangınla mücadele aralıkları (IISI, 1993)

Bir yapının tasarımı yangın söndürme olanaklarını büyük ölçüde etkiler. Oda planı, giriş çıkışlar, boya ve kaplama malzemelerinin cinsi ve alt yapı tesisleri yangın güvenliği açısından önem taşıyan faktörlerdir.

İnsanların kullandıkları yapı cinsleri ve bina tipleri işlev, taşıyıcı sistem, malzeme, kullanım yoğunluğu, plan anlayışı olarak çok farklılıklar gösterirler. Barınma, sağlık sosyal, kültürel, eğitim, endüstri ve dini amaçlı yapılar özel veya toplu kullanıma göre de farklılıklar gösterir. Özelliklerine göre yapılara özel yangın senaryoları geliştirilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Ancak teorik olarak aktif sistemler ve pasif sistemler ne kadar başarılı olursa olsun yangının davranışları tam olarak saptanamaz ve tahmin edilemez. İncelenen yangınlarda bu açıkça görülmüştür. Bu nedenle taşıyıcı sistemler çok daha fazla önem kazanmaktadır. Yapı strüktürünün çökmesi yangında olabilecek en kötü durumdur ve öncelikle bu durum için önlem alınmalıdır. Bu tezde de; pasif yangın güvenliği özellikle çelik taşıyıcı strüktür özelinde ele alınmıştır.

Pasif yangın güvenlik önlemleri yukarıda genel olarak sıralanan konuları içerir. Bu başlıklar daha da detaylandırılabilirler. Bu çalışmada, taşıyıcı strüktür özellikleri ele alınacaktır.

2.2. Yangın ile İlgili Yerli ve Yabancı Standartlar, Yönetmelikler

Yönetmelikler, yasa ve tüzüklerin uygulanmasını sağlamak amacı ile bakanlıklar ve tüzel kamu kuruluşlarınca hazırlanan düzenleyici kuralların tümüdür. Standartlar ise yetkili kamu kuruluşu tarafından hazırlanan teknik yönlendirmeler ve kuralların bir bütünüdür.

Yapılar üzerinde gerçekleştirilecek denetim temelde yönetmeliklerle sağlanır. Yurt dışındaki yönetmelikler yıllarca deprem yada yangın durumlarında strüktürel güvenlikle ilgili hükümler içermişlerdir. Ancak giderek strüktürel stabilite, yangın dayanımı, tehlike kaçış yolları, havalandırma, v.b. konularla ilgili minimum gerekleri de içerecek biçimde geliştirilmişlerdir.

Günümüzde; özellikle gelişmiş ülkelerde yangın söndürme teknolojisi ve yangın güvenlik önlemlerinde çok gelişme olmasına rağmen, ne yazık ki ülkemizde bu konudaki önemli gelişmelerden söz etmek zordur. “ Ülkemizde yangınla ilgili yürürlükteki mevzuatın genel değerlendirilmesinde, konu ile ilgili yasal düzenlemelerden çok, tüzük ve yönetmeliklerde düzenlemeler yapıldığı görülmektedir. Değişik mevzuatlarda birbirleriyle çelişen hükümler yer almakla beraber, bir dağınıklık da göze çarpmaktadır.” (İBB., 1994)

Ülkemizde konuyla ilgili standartlar yangın ile sınırlı kalmaktadır. Yangın sınıfları ve yapı malzemelerinin yanıcılık sınıflarını belirleyen standartlar gibi standartlar bulunmaktadır. Çelik ile ilgili standartlar ise çeliğin yapısal özelliklerini belirlemekle sınırlı kalmaktadır. Hadde çelik profillerden yapılan yapı bileşenlerinin yangın dayanımını belirleyen test methodu henüz ülkemizde standartlaştırılmamıştır.

American Society for Testing and Materials (ASTM), tüm yapı malzemeleri için olduğu gibi çelik içinde yangın dayanımını belirleyen, yangın test standartları geliştirmiştir. Yapı elemanı örneği, ısıнын standart zaman ve sıcaklık eğrisi tarafından belirlendiği kontrollü bir laboratuvar ortamında test edilir. Örneğin; ASTM E119.

Çelik kolonların yangın dayanım testleri;

- Yangın testi yapılacak olan çelik kolonun yüksekliği 2.7m olmalı
- Normal şartlarda uygulanan birleşme detayları test sırasında da kolona aynen uygulanır.
- Test sırasında çıkarılan ateş kolonun tüm çevresine uygulanmalıdır.
- Kolona yük uygulanır. Bu yük teorik olarak yada pratikte gerçekleştirilmiş örneklerden alınır.
- Kolonun strüktürel olarak çöktüğü an o kolonun yangın dayanımını gösterir.

Yangın koruması yapılmış çelik kolonların testleri,

- Bu testler sırasında kolona yük uygulanmamaktadır.
- Kolonun boyu 2.4m olmalıdır.
- Test öncesinde çelik kolonun üzerine(0.6m) aralıklarla 3 değişik yerine termoküpler yerleştirilerek test sırasında ölçüm yapılır.

Yukarıda verilen çelik kolon örneğinde olduğu gibi diğer yapı elemanlarına da yangın dayanıklılık testleri ve yangın korumalarının performansını belirleyen testler yapılmaktadır.

Türkiye’de Türk standartlarının olmadığı konularda inşaat sahibinin istediği işin niteliğine göre ABD, İngiltere, Almanya, Fransa gibi ileri inşaat teknolojilerine sahip ülkelerin standartları yada ISO, EN gibi standartlar kullanılmaktadır. Aynı durum hafif çelik yapı sistemleri için de söz konusudur. Dolayısıyla yangın güvenliği ile ilgili yurt dışında hazırlanmış ve uygulanmakta olan standart ve yönetmeliklerin ülke şartlarına uyarlanarak benzerlerinin hazırlanması ve kullanıma sunulması gerekmektedir. Türkiye de yangın önlemleri konusundaki en iyi yönetmelik “İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği” idi. Ancak bu yönetmelik yerel bir örnek olduğundan Türkiye genelinde bir geçerliliği bulunmamaktadır. Bu nedenle 07.06.2001 tarihinde “ Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ” taslağı İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü ile Yangından Korunma ve İtfaiye Eğitim Vakfı (TÜYAK) eşgüdümünde; Tüm İtfaiye Teşkilleri Birliği (TİB), bazı Belediye İtfaiye Daireleri, Üniversiteler ve çeşitli meslek odalarının katılımıyla hazırlanmıştır. Konuyla ilgili bakanlıkların görüşleri alındıktan ve eksikleri tamamlandıktan sonra kanunlaşacaktır. Bu yönetmeliğin kanunlaşmasıyla ülke genelinde tüm yapılar için geçerli ilk yangın yönetmeliği olacaktır.

Bu yönetmeliğin amacı; kamu, özel kurum ve kuruluşlar ile gerçek kişilerce kullanılan her türlü yapı, bina, tesis ve işletmelerin, tasarımı, yapımı, işletimi,

bakımı, kullanımı ve denetimi aşamalarında, herhangi bir şekilde çıkan yangının, can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlayacak yangın öncesinde ve esnasında alınacak tedbirler ile organizasyon, eğitim ve denetimi sağlamaktır.

Yönetmelikler ne kadar iyi hazırlanırsa hazırlansın, konuyla ilgili referans gösterebilecekleri standartlar olmaz ise arzu edilen güvenlik seviyeleri elde edilemez. Çünkü daha öncede belirtildiği gibi; standartlar yetkili kamu kuruluşu tarafından hazırlanan teknik yönlendirmeler ve kuralların bir bütünüdür

Ülkemizde yangın güvenliğinin sağlanması için öncelikle yangın güvenlik önlemlerinin alınmasını zorunlu hale getirmek, kontrolünü ve denetimini yapabilmek için ülke genelinde geçerli olan ve günümüz teknolojisini içeren yönetmeliklerin çıkarılması gerekmektedir. başka bir ifade ile ülke genelinde yangın güvenliği açısından uyumluluğu sağlamak, yangın önleme sistemlerinin kontrol ve denetimini yapmak, ve devletin ilgili kurumları arasındaki eşgüdümü sağlamak gerekmektedir.

3. YAPI MALZEMELERİ VE YANGIN GÜVENLİĞİ

3.1. Yapı Malzemelerinin Yangın Güvenliği ile İlgili Özellikleri

Malzemelerin yangına ilişkin özelliklerini; kolay tutuşabilme eğilimi, yanarken ortaya çıkardığı ısı miktarının yanı sıra, ateş ve sıcaklığın taşıyıcı sistem malzemelerinin mekanik mukavemetlerine, boyutlarına, fiziksel ve kimyasal durumlarına etkileri oluşturmaktadır.

İnşaatta kullanılan malzemelerin yangına ilişkin nitelikleri iki açıdan incelenebilir: (Arda, Yardımcı, 1995)

- a- Yangın yayılmasını besleyebilecek bir madde olup olmadıkları (malzemenin yanabilirliği).
- b- Yapıda, yangın sırasında, üzerine düşen görevi (taşıyıcı eleman, bölme elemanı v.b.) tam olarak yerine getirebilme süreleri (malzemenin yangın dayanımı).

Bu iki inceleme açısı birbirlerine çok aykırı sonuçlara götürebilir. Yanmaz bir malzeme yangında sıfır dayanma gösterebileceği gibi (metal sac levha), yangıcı hatta tutuşturucu bir başka malzeme yangında yüksek dayanıma sahip olabilir. (masif ahşap kütük).

Yangında dayanım kavramı, malzemenin yapıda kullanılma amacının bir fonksiyonu olarak belirlenir ve sıcakta mekanik dayanımı, ısı yalıtkanlığı gibi özellikleri kapsar. Bu kavram yapının: döşemeler, kolonlar, kirişler, duvarlar v.b. gibi taşıyıcı elemanlarında birinci derecede önem kazanır. Dolgu, bölme, kaplama, koruyucu, yalıtıcı ve dekoratif elemanlarda aynı önemdedir. (Arda, Yardımcı, 1995)

Aşırı sıcak ve yangına maruz kalan her malzeme değişik tepkiler verir. Bu malzemelerin verdikleri tepkiler hakkında elde edilecek bilgi, o malzemede uygulanacak en uygun koruma yönteminin seçilmesinde temel belirleyici unsur olacaktır. Aynı zamanda da yangın söndürme personeline de, belirli bir yerdeki yangınla mücadele operasyonları sırasında ne ile karşılaşacakları hakkında bilgi verir. Bu konuda, tarihte ve günümüzde en çok kullanılan üç temel yapı strüktür malzemesi olan, ahşap, betonarme ve çelik ele alınacaktır. Bu bölümde ahşap ve betonarme yapı sistemlerinin yangına maruz kaldıklarında verdikleri tepkiler gözden geçirilecektir. Çelik sistemler ise ana konu başlığı olduğundan daha geniş olarak çalışmanın 4. ve 5. bölümlerinde ele alınacaktır.

Ahşap

Ahşap ve ahşap türevi malzeme ve/veya bileşenler, strüktürel sistemlerde kullanılmaktadır. Strüktürel ağırlığı destekleyen duvarlarda olduğu gibi taşıyıcı olmayan duvarlarda da kullanılabilir. Bu özellikler ise yapının yangın dayanım süresini doğrudan etkilemektedir.

Bir ahşabın yangına verdiği tepki, ahşabın boyutu ve bünyesinde bulunan nem miktarına bağlıdır. Ahşabın boyutu küçüldükçe yapısal özelliğini kaybetme oranı da artar. Eski yapılarda kullanılan büyük boy ve kesitli ahşap kütükler, büyük çaplı yangınlardan sonra bile yapısal bütünlüklerinin büyük bir bölümünü korurlar. Ahşap yaklaşık dakikada 0.6mm'lik derinliğe kadar yanar. Lamine ahşap elemanlar da yangına genelde aynı şekilde tepki verir. Küçük boyutlu ahşap taşıyıcıların ise, harçsız duvar yada alçı kullanılarak yangına karşı dayanımları artırılmalıdır. (Soğukoğlu, 1997)

Ahşabın içerisindeki nem yanma oranını etkiler. Yapı bileşenlerinde kullanılan ahşap nemli ise yanma, kuru olanlara oranla daha yavaş gerçekleşecektir. Yangınla mücadele operasyonlarında suyun kullanılması, ahşabın yapısal bütünlüğüne önemli bir etki yapmaz. (Soğukoğlu, 1997)

Betonarme

Betonarme; betonun çelik donatı çubukları veya çelik hasır ile güçlendirilmiş halidir. Betonarmenin yangın dayanım süresi betonun içerisinde bulunan karışımın (çimento, su, kum ve donatı çeliği) oranlarına ve kullanılan agregaların tiplerine bağlıdır. Yapısal olarak içerisinde kil, arduvaz gibi malzemeler kullanılan betonlar, normal betonlardan çok daha yüksek yangın dayanımına sahiptirler. (Soğukoğlu, 1997)

Beton 500 °C de yapısında değişiklikler gösterir. Ancak bu olay betonun mukavemetine ve iç yapısına bağlı olarak değişir. 700 °C'ye yaklaşıldığında ise beton içindeki çimentonun yapısında meydana gelen değişimlerin, bağlayıcılık özelliğini yok ettiği için beton görevini yapamaz duruma gelmektedir. Yangına su ile müdahale sırasında ise meydana gelen ısı şok ile betonda çökme ve yıkılmalar görülebilmektedir.

(Soğukoğlu, 1997)

3.2. Yangın Etkisi ile Yapı Malzemesinde Meydana Gelen Fiziki ve Kimyasal Değişiklikler

Sıcaklığın artmasıyla ısı enerjisinin, malzemenin atom yapısını etkilemesi, iç yapısının oluşumu ile doğrudan bağlantılıdır.

Malzemeler :

- | | |
|--------------------|----------------------|
| a) Kristalli | (Metal, Taş vb.) |
| b) Amorf moleküllü | (Ahşap ve Plastik) |
| c) Karma Yapılı | (Beton ve Seramik) |

gibi değişik iç yapıda bulunurlar.

Atom yapılarının titreşmesi bu dokulara bağlı olarak malzemede genleşme ve hacim büyümesine neden olur ve sıcaklığın artması ile de moleküller arası

bağlarda zayıflamalara yol açar. Yeni yanmaya başlayan malzemede, *Genleşme, Yumuşama – Erime*, gibi değişimler oluşmaya başlar.

Malzeme ısındıkça ve suyunu kaybettikçe iç gerilmelere neden olduğu için, iç yapıda bu gerilmelerin neden olduğu çatlaklar sıcaklık değeri ile orantılı olarak artarak malzemede dağılma etkisi yaratırlar. Sıcaklığın artması – ısı enerjisinin atomları titreştirmesi ile atomlar arası bağların uzamaya başlaması, malzemede elastik bir şekil değişimine neden olur. Eğer ısı daha da artacak olursa malzemede elastiklik modülü iyice azalır ve daha sonra kontrol dışı kalarak katı halden sıvı hale geçmeye başlar. Ardından kristal sistem dağılmaya ve malzeme akmaya başlar. İlk haliyle gevrek kırılma gösteren malzeme sünek kırılmaya geçmiş olur. Bu oluşum metal malzemelerde görülür. Sünek kırılma esnasında, bu durumu doğuran sebepler ortadan kalktığı anda ise, malzeme eski özelliğini şekil değiştirmiş olsa da koruyabilir. Isı iletkenliği yüksek olan malzemelerin yapılarındaki ısınma ve buna bağlı olarak fiziki değişim daha hızlıdır. (Aydın, 1998) Metal malzemedeki bu değişim çelik karkas strüktürlerde sistemin taşıyıcılık özelliğini azaltarak çökmesine neden olacaktır.

Kimyasal değişikliklere bakıldığında, yapı malzemelerinin fiziksel yapıları dışında kristal orijinleri bakımından ,

- a) İnorganik (Taş, Beton)
- b) Organik (Ahşap, Bitüm, Plastik vb.)

olmak üzere iki grupta toplandığı görülür.

İnorganik ve organik malzemelerde kristal suyu değişimi ile molekül yapıları değişir. Organik yapıları hidrokarbonlardan oluştuğundan yanma sonucu organik maddeler karbonlaşır.

Yangın sırasında betonda portland çimentosu içindeki CaO (Kalsiyumoksit), Ca(OH)_2 (Kalsiyumhidroksit)'e dönüşür. Bunun sonucunda hacim değişikliği yani genleşme meydana gelir. Isı daha da artarsa, çimento bünyesindeki hidratasyon suyu buharlaşarak molekül sistemi ve bağları değişime uğrar. Bu değişim ile çimentonun bağlayıcılık özelliğinin yok olmaya başlaması ile birlikte elastiklik modülünün azalmasına neden olur. Betonda başlayan iç gerilmeler sonucunda da dağılmalar görülür. Betonun yangına karşı güçlendirmek için Al(OH)_3 (Alüminyumhidroksit) katkılı çimentolar kullanılmalıdır.(Aydın, 1998) Kuvars ve kumtaşı yerine cüruf, perlit ve süngertaşı gibi hafif agrega kullanılması yangına karşı betonun dayanım gücünü artırır. Bu nedenle özellikle taşıyıcı sistemde kullanılan malzemenin bilinçli seçimi zorunludur.

3.3. Yapı Malzemelerinin Isı İletkenlikleri

Yangının yayılmasında ve yangın yalıtımında, yapılarda kullanılan malzemelerin ısı iletkenlik özellikleri önem kazanmaktadır. Bilindiği gibi ısı iletimi üç yolla olmaktadır (Bölüm 2.1.). Bunlardan kondüksiyon (değme-dokunma), malzemenin ısı iletkenlik özelliğiyle ilgilidir. Malzemenin ısı iletkenlik değerinin yüksek olması, yangının yayılma hızını artıracaktır. İletkenlik değerinin düşük olması ise, malzemenin ısı yada yangın yalıtımı için kullanılıp kullanılamayacağını belirleyecektir.

Isı iletkenliği; malzemedeki ısı hareketinin hız olarak ölçülmesidir. Isı iletkenliğini gösteren değer kısaca (K) harfidir. Bu değer; 2.54 cm kalınlığında, 0.093 m² boyutundaki malzemenin iki kenarında, 1 saatte oluşan sıcaklık farkının ölçülmesiyle bulunur. (K) değerinin birimi (W/m) dır. (K) değerinin küçük olması, o malzemenin iyi bir yalıtım değerine sahip olmasını göstermektedir. (R) harfi ise yalıtım malzemelerinin performansını ifade eder. Basit olarak (R) değeri (K) değerinin karşıt değeridir. Bu nedenle yüksek bir (R) değeri malzemenin iyi bir yalıtıma sahip olduğunu göstermektedir. (www.glacierbay.com)

Çizelge 3.1. Yapı malzemelerinin iletkenlik katsayıları (www.glacierbay.com)

MALZEMELER	İLETKENLİK ("K")	YALITIM ("R")
Bakır	2712.00	.00037
Alüminyum	1160.00	.00086
Kurşun	245.00	.004
Yapısal çelik	113.00	.00885
Cam	5.00	.20
Polyester	0.48	2.08
Polyetilen Köpük	0.43	2.33
Kuru Tahta	0.33	3.03
Polyester	0.31	3.26
Cam Yünü	0.29	3.45
Polistren	0.28	3.57
Mantar Panel	0.27	3.70
Polystyrene	0.21	4.80
PVC	0.21	4.80
Polyürethan Köpük	0.17	5.88
Gaz Beton	0.14	-
Hafif Beton	0.41	-
Beton	0.04	-
Dolu tuğla	0.70	-
Delikli tuğla	0.52	-
Sıva	0.87	-
Alçı Plaka	0.21	-
Sakin hava	0.03	-

Malzemenin ısı iletkenlik performansı yangın koruması açısından çok önemlidir. Katı malzemede ısı iletkenliği, malzemenin; gözenekliliğine, göz büyüklüğü, düzeni ve dağılımına, barındırdığı nem oranına, göre değişmektedir. Bilindiği gibi durgun havanın ısı iletkenliği azdır. Gözeneğin artması birim hacim ağırlığın da azalması anlamını taşır. Bu özellik malzemedeki ısı iletkenliğinin küçük olmasını sağlamaktadır. Isı iletkenliği malzemenin organik veya inorganik yapısına bağlı olarak da değişim göstermektedir. Malzemedeki ısı depolama yeteneği ise

malzemenin ağırlığı ve özgül ısı ile doğru orantılıdır. Sert malzemeler ısıyı çabuk emerek ve vererek hızlı soğurlar. Boşluklu malzemeler ısıyı hemen geri vermedikleri için ısıyı tutan malzemelerdir. (Reman, 2000)

3.4. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Yanıcılık ve Yangın Dayanıklılık Sınıfları

Binanın yanıcılığı, yapıda kullanılan strüktür ve bitirme malzemelerinin niteliği ile ilgilidir. Tasarımcı bir yangın çıktığında yapıda yanacak malzemelerin en az seviyede olmasını amaçlamalıdır. (Soğukoğlu, 1997) TS 1263 ve TS 4065 standartlarında yapı malzemelerin yanıcılık sınıfları verilmiştir. (Bkz. Çizelge 3.2.)

A2 ve B1 sınıfında bulunan kompozit malzemeler ise yapılarına göre üç grupta toplanmaktadır.

- 1- Yanıcı olan ve olmayan malzemelerin karışımından meydana gelen malzemeler. Örneğin; ahşap testere talaşı ve çimento hamuru (*betopan*) ve ahşap talaş levhaları (çimento veya magnezi hamuru + ahşap rende talaşı) gibi.
- 2- Yanıcı olmayan çekirdek ve yanıcı kaplama ile yapılmış malzemeler. Örneğin; kartonlu alçı plakalar.
- 3- Yanıcı olan çekirdek ve yanıcı olmayan kaplama ile yapılmış malzemeler. Örneğin; asbestli kağıt veya ince metal ile kaplanmış yonga veya ahşap lif levhalar.

Birinci gruptaki malzemelerin yangına karşı davranışı, yapısına, malzemelerin cinsine ve karışımın oranlarına bağlıdır. Deney yapılmadan bu gruptaki malzemelerin hangi sınıfa girdiğini söylemek mümkün değildir. İkinci ve üçüncü gruptaki malzemeler ise her zaman B2 sınıfına girerler.

Çizelge 3.2. Yapı malzemelerinin yangıcılık sınıfları (İBB., 1994)

YANICILIK SINIFI	YAPI MALZEMELERİNİN İSİMLENDİRİLİŞİ	YANGINDA GÖZLENEN DAVRANIŞI	SINIFLANABİLEN MALZEMELER
A	YANMAZ		
A1	HİÇ YANMAZ	ALEVLENMEZ, YANMAZ, İŞİLDAMAZ, KÖMÜRLEŞMEZ (A1 SINIFINA GİREN MALZEMELER DENEYLER SONUCUNDA BELİRLENİR)	a) KUM, ÇAKIL, KERPIÇ, KİL, DOĞAL YAPI TAŞLARI b) MİNERALLER, TOPRAK c) ÇİMENTO, KİREÇ, ALÇI d) ÇÜRUF, PERLİT, VERMİKÜLİT f) TUĞLA, KİREMİT, CAM, SERAMİK g) ASBESTLİ ÇİMENTO, MİNERAL LİFLER h) İNCE TOZ HALİNDE OLMAYAN METALLER VE ALAŞIMLAR
A2	ZOR YANICI	ALEV KAYNAĞI VARKEN KİSMEN YANAR, İŞİLDAMAZ, KİSMEN BOZULUR, ATEŞİ İLETMEZ, YANGIN YÜKÜNE KATKISI OLMAZ.	YANMAZ DOLGU MADDELİ BAZI POLİMER KOMPOZİTLERİ
B	YANICI		
B1	ZOR ALEVLENİCİ	ALEV KAYNAĞI KALKTIKTAN SONRADA YANMAYI SÜRDÜRÜR. ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİ: - YANMA İSİSİ - ALEVLENME SICAKLIĞI - YANMA SICAKLIĞI - DUMAN OLUŞUMU - ZEHİRLİ GAZ OLUŞUMU	a) AHŞAP TALAŞI HAFİF LEVHALAR b) ALÇI-KARTON LEVHALAR c) ASBESTLİ MUKAVVA VE KAĞIT d) PVC ZEMİN KAPLAMALARI VE AHŞAP PARKE
B2	NORMAL ALEVLENİCİ		a) AHŞAP b) SUNİ AHŞAP LEVHALAR c) SERT PVC LEVHA d) POLYESTER e) POLİETİLEN h) ASFALT VE BİTÜMLÜ ÇATI ÖRTÜLERİ

Malzemenin yangındaki gerçek davranışı, boyut, biçim ve binadaki kullanıldığı yere göre değişir. Örneğin; kontrplak çabuk yanmasına rağmen, büyük kesitli ahşap elemanlar çok yavaş yanarlar, sivri köşeliler çabuk tutuştuğu halde yuvarlak kesitli olanlar ise daha zor tutuşur. Bu gibi nedenlerden dolayı bütün malzemeler için kullanıma ilişkin genel bir test

geliştirilemez. Fakat duvar kaplamaları için testler ve sınıflamalar geliştirilmiştir.

A sınıfına giren ve yanıcı olmayan yapı malzemelerinin yangına katkıda bulunmadıkları kabul edilmekle birlikte, yüksek sıcaklıktan etkilendikleri bir gerçektir. Bazı malzemeler, sıcaklık etkisi ile ayrışır. (Örneğin mermer ve kireç taşları kirece dönüşür). Bazıları ise yüksek sıcaklıkta mukavemetini kaybederler. (Örneğin; çeliğin 600 °C'deki mukavemeti 4000 kg/cm² den 1000 kg/cm² 'ye düşer). Alüminyum, çinko, kurşun gibi diğer metaller ise bu sıcaklıklarda erirler.

Yapı bileşenlerinin yangında dayanıklılığı dakika cinsinden süre ile ifade edilir. Bu süre; yanan bir yapıdaki insanların en kıymetli eşyalarıyla birlikte güvenli bir yere sığınıp itfaiyenin yetişerek etkili olmasına yeterli olmalıdır.

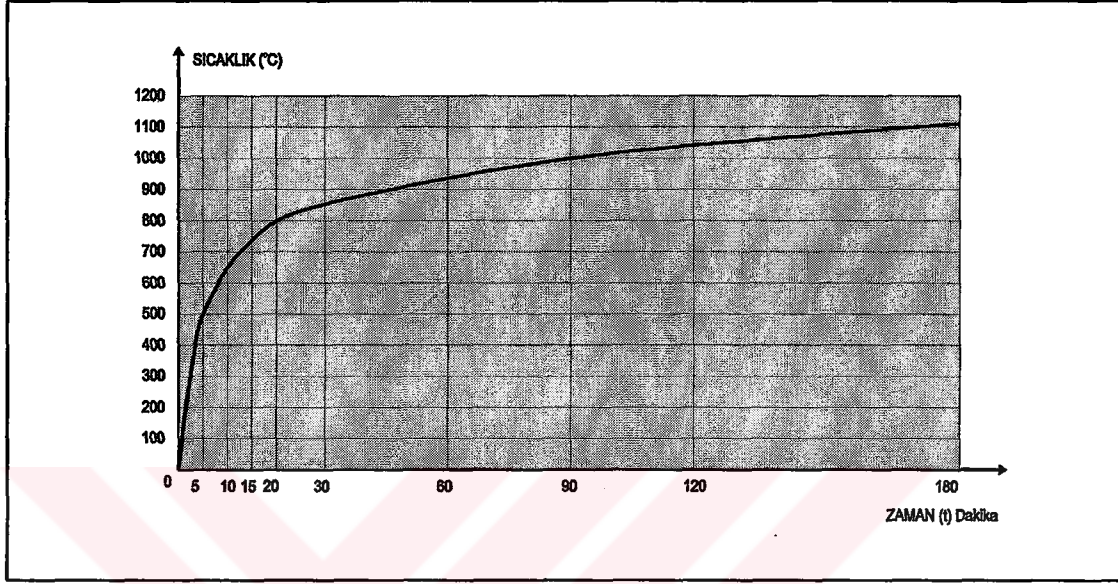
(Arda, Yardımcı, 1995)

Binaların yangına dayanıklılığı inşasında kullanılan malzemelerin niteliğine bağlıdır. Yapılarda kullanılan malzemelerin seçiminde, en az yanıcı malzeme kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Tüm yapı bileşenlerinin yangına dayanımlarının çok yüksek olması beklenmemektedir. Ancak taşıyıcı sistem elemanlarının (kolon, kiriş, döşeme, duvar v.b.) yangına dayanımlarında ise daha önceden belirlenen şiddette bir yangın sırasında belirli bazı kriterleri yerine getirmeleri beklenir. Bunlar için yangın dayanımı, belirlenen kriterlerin tamamını veya bir kısmını, belirli bir süre için yerine getirebilmenin ölçüsü olup, bu sürenin dakika olarak anlatımıdır. (Gürdal, 1996)

Bir çok ülkede yangın dayanım değerleri için ISO 834 ile belirlenen uluslararası "standart yangın eğrisi " n den yararlanılmaktadır. Doğal yangınlarda sıcaklık, birçok değişkene (yangın yükü, havalandırma) bağlıdır. Yangının son aşamasında da sıcaklık düşmektedir Standart yangın

eğrisinde ise, sıcaklık sürekli artırılmaktadır. Bunun sebebi de, malzemenin hangi sıcaklıkta, nasıl tepki göstereceğinin ölçülebilmesidir. (SPCE.,1990) (Bkz. Şekil 3.1.)



Şekil 3.1. Standart yangın eğrisi (SPCE., 1990)

TS 1263'e göre yangın dayanım sınıfları ve süreleri aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.3. Yangın Dayanıklılık Sınıfları (TS 1263)

YANGIN SINIFI	YANGINA EN AZ DAYANIM SÜRESİ
F 30	30 dak.
F 60	60 dak.
F 90	90 dak.
F 120	120 dak.
F 180	180 dak.

3.5. Yangın Yalıtımında Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

Yangın yalıtımı özellikle yapı bileşenine ısısal enerji transferini geciktiren veya önleyen koruma malzemeleridir. Yangın yalıtım malzemeleri yangın

anında yapıdaki insanların dışarı çıkabilmesi ve itfaiyecilerin müdahale edebilmesi için çok değerli zamanı sağlar. Ayrıca, yapı malzemelerinin özelliklerini korumasını sağlayarak, yapının olası çökmesini engeller/geciktirir.

Yangın yalıtımında kullanılan izolasyon malzemeleri kendi içinde ikiye ayrılır:

- 1- Yangına dirençli (fire-proofing) malzemeler: bunlar yapı elemanlarına yangın direnci sağlayan malzemeler ve ürünlerdir.
- 2- Yangını durduran (firestopping) malzemeler: yangın durdurucu malzemeler yapının diğer bölümleri ile yangının olduğu bölümlerde döşeme duvarlarda bulunan deliklerden (borular, kablo kanalları) alev ve zehirli duman ve gaz geçişini önlerler. Çoğu yangın durdurucu malzeme intumescent (kendiliğinden şişen) özelliğe sahiptir.

Yangın yalıtımında kullanılan İzolasyon malzemesi alevle karşılaşacak yüzeyin üstünde yer almalıdır. İzolasyon yapı elemanına yangında düşmeyecek şekilde monte edilmelidir. Metalik (alüminyum – paslanmaz çelik) bağlantı elemanları, levha ve şilteler için ise çelik rabitz teli ile beraber kullanılmalıdır. Alev maruz kalan tüm izolasyon malzemeleri büzülür. Bu nedenle izolasyon malzemeleri ek yerleri üst üste gelmeyecek şekilde iki tabaka halinde uygulanmalı, yangına maruz kalacak yapı elemanının tamamı izolasyonla kapatılmalıdır. (ASTM, 1990)

Konu ile ilgili bazı yapı malzemeleri ve özellikleri şu şekildedir.

Doğal taş:

Tabii taşların ısı iletme katsayıları çok düşüktür. Aynı zamanda A1 sınıfı yanmaz malzemelerdir. Isınan taşların içinde bulunan Kuvars(SiO₂) kristalleri diğer parçalar gibi genleşemediği için özellikle ani soğumalarda maddenin değişikliğine yol açar. Granit soğutma suyu ile karşılaştığında cam gibi çatlar. (www.cimentas.com)

Tuğla ve briket:

Tuğla ve Briket; Sıcaklığa karşı tutumları iyidir. Bu malzemeler imal edilirken yüksek sıcaklık altında pişirildiklerinden ısıya karşı mukavemetlidirler. Bu suni taşlar ateşe dayanıklı yapı malzemeleri olarak kullanım alanları bulur. Ayrıca ateşe çok dayanıklı yansıtıcı tuğlalar yüksek sıcaklık işlemleri için kullanılmaktadır.

Camyünü:

Ülkemizde yerli olarak üretilmektedir. Hammaddesi kum, soda, boraks, gibi inorganik maddelerin karışımıdır. Yapılarda, taşıtlarda, tesisat ve sanayide ısı ve ses yalıtımı amacıyla kullanılır. Bağlantısız olarak üst dayanım sınırı 550 °C, organik bağlayıcı (bakalit) ile 250 °C dır. Yangın sınıfı A olup, yangın güvenliğinin istenildiği yapılarda güvenle kullanılmaktadır. (Işıkel, 1997)

Taşıyünü:

Ülkemizde yerli olarak üretilmektedir. Hammaddesi bazalt kayasıdır. Yapılarda, taşıtlarda, tesisat ve sanayide ısı, ses ve yangın durdurucu olarak kullanılır. Bağlayıcısız olarak üst dayanım sınırı 750 °C (kısa süreler için 1000 °C), organik bağlayıcı (bakalit) ile 650 °C dır. Yangın sınıfı A olup F180-A 'ya kadar yangın güvenliğinin istendiği yapılarda yangın yalıtımı amacıyla güvenle kullanılmaktadır. (www.izocam.com.tr)

Taşıyünü volkanik kaya lifleri ile fenolik bağlayıcıdan oluşur. Hem levha hem de şilte formunda üretilir. Yoğunluğu 30 – 1000 kg/m³ arasında değişir. Yangın izolasyonu için genelde 100 – 300kg/m³ yoğunlukta olanları kullanılır. Isı iletkenliği 350 C'de 0,092 W/mK' dır. (www.izocam.com.tr)

Seramik Yünü

Seramik yünü seramik elyafları, alüminyum ve silikadan oluşur. Levha ve şilte formunda üretilir. Çalışma sıcaklığı 1200 °C'dir. 1750 °C'de erimeye başlar. Isı iletkenliği (96 kg/m³) 800 °C'de 0,24 , 1000 °C'de 0,34 ve 1200 °C'de 0,44

W/mK' dır. Yoğunlukları 64 – 500 kg/m³ arasında değişir yangın yalıtımı için 96 – 250 kg/m³ kullanılır. (www.izocam.com.tr)

Alçı

Alçının ısı iletkenlik dereceleri alçı hamurunun birim hacim ağırlığına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Birim hacim ağırlığı, hamura katılan alçı/su oranına bağlıdır. Alçı hamurundaki alçı oranı fazlalaşır su oranı azaldıkça alçının birim hacim ağırlığı artar. Binalarda ısı yalıtım kurallarını tanımlayan TS 825 te alçı hamurlarının gözenekli ve yoğun oluşuna göre birim ağırlığına bağlı olarak verilen ısı iletkenlik değeri 0.6-1.20 kg/m³ birim ağırlık için 0.29-0.53 W/mK değerleri arasında değişmektedir.

Alçı değişik şekillerde bir yangın koruma malzemesi olarak kullanılmaktadır. Sıva biçiminde de uygulanabilen alçı genelde blok ve plaka olarak kullanılmaktadır. Alçının yangın koruma kalitesi, yapısında bulunan %21 oranındaki suyla ilişkilidir. Yangın sırasında bu su ateşe maruz kalan yüzeye hareket eder, içindeki su bitip de kireçlenmeye başladığında etkisini kaybeder. Alçının dayanımını artırmak için çeşitli (vermiculite, perlit) v.b. gibi mineraller kullanılabilir.

Kalsiyum Silikat

Kalsiyum oksit ve silikadan üretilir. Yoğunluk 700 – 900 kg/m³ arasında değişir. Isı iletkenliği 0.18 w/mK dır. Plaka şeklinde üretilir. (Işikel., 1997)

Vermikülit Levhalar

Kalsiyum oksit silika ve vermicülitten yapılır. Plakaların yoğunluğu 350-550 kg/m³ dür. Isı iletkenliği 0,13 W/mK dır. (Işikel, 1997)

Perlit

Perlit silisyumlu volkanik kayalardan elde edilir. Bu saf perlit kayasının içinde %33 oranında su bulunur ve hızlı bir şekilde 8700 °C ye kadar ısıtılınca bu kaya patlar ve 5 kat genişler. Bu sırada içindeki su buharlaşırken bünyesinde

sayısız baloncuklar oluşturur. Bu da onu mükemmel bir yalıtım malzemesi yapar. Yoğunluğu 32 kg/m^3 ila 240 kg/m^3 arasında üretilebilmektedir.

Ülkemizde yerli olarak bulunmaktadır. Çimento ve silikat ile karışımları da kullanılmaktadır. Dayanım üst sıcaklığı 1200°C 'tır. Yangın sınıfı, karışımlara bağlı olarak F60 – A 'dan F180 - A 'ya kadar değişmektedir. (Işık., 1997)

Isı yalıtımını sağlamak üzere kullanılan malzemelerin özellikleri genelde onlara yangın yalıtımında da kullanımlarına olanak sağlamaktadır. Örneğin, taş yünü, cam yünü gibi malzemeler hem ısı yalıtımında hem de yangın yalıtımında kullanılabilirler. Ancak petrol esaslı polistiren, poliüretan, polietilen v.b. gibi malzemeler yanıcı B3 sınıfı malzemelerdir. Bu malzemeler genelde yapılarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılmaktadır. Ancak yangın yalıtım malzemesi olarak kullanımlarına B1 sınıfı olmaları halinde izin verilmektedir. Bu konu ile ilgili geniş bilgi (Bölüm 3.6.) da verilmiştir.

Yapı ve ısı yalıtım malzemeleri arasında, ülkemizde üretilen veya ithal edilen malzemelerin alt gruplarına baktığımızda, bunlarında temelde iki tip olduğunu görmekteyiz;

- İnorganik : camyünü, taşyünü
- organik : polistiren, poliüretan, kauçuk, polietilen v.b.

Polistiren Köpük:

İthal hammadde ile ülkemizde üretilmektedir. Hammaddesi petrol türevidir. Yapılarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Üst dayanım sıcaklığı 75°C dır. Genel yangın sınıfı B2 olan polistiren köpüğün; zor alev alan B1 tipinin yerli üretimi mümkün olmakla birlikte özel üretimler haricinde yapılmamaktadır. (Işık., 1997)

Poliüretan Köpük:

İthal hammadde ile ülkemizde üretilmektedir. Hammaddesi petrol türevidir. Yapılarda ve özellikle sanayi alanında sandviç panellerin dolgu maddesi olarak, ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Dayanım üst sınırı 110-120 °C dır. Yangın sınıfı B2 veya B3 olan poliüretanın zor alev alan B1 tipi özellikle sandviç panel kullanımlarında ülkemizde üretilmemektedir. (Işıkel, 1997)

Polietilen Köpük:

İthal hammadde ile ülkemizde üretilmektedir. Hammaddesi petrol türevidir. Tesisatlarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Dayanım üst sınırı 105 °C dır. Zor alev alan B1 tipi üretilmekte veya ithal edilmektedir. (Işıkel, 1997)

Kauçuk Köpük:

İthal hammadde ile ülkemizde üretilmektedir. Hammaddesi petrol türevidir. Tesisatlarda ısı yalıtımı amacıyla kullanılır. Dayanım üst sınırı 105 °C dır. Zor alev alan B1 tipi üretilmekte veya ithal edilmektedir. (Işıkel, 1997)

3.6. Yangın Güvenliği ve Malzeme Seçimi

Yapılarda yaşayan insan ve hayvanların can güvenliği ve eşyanın kurtarılabilmesi açısından, yapı malzemelerinin seçiminde, bu malzemelerin yanıcılık sınıfları ve yangın dayanım süreleri göz önüne alınmalıdır. Bu karar sırasında yapının büyüklüğü ve yüksekliği de göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü yangın söndürme ve kurtarma çalışmalarında en önemli faktörlerden biri de yapının boyutlarıdır.

Bu konuda ülkemizde İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliğinin getirmiş olduğu temel zorunluluklardan bazıları, şunlardır: (İBB, 1994)

- Yangın güvenliği açısından kolay alevlenen B3 sınıfı yapı malzemelerinin inşaatlarda kullanılmalarına müsaade edilmez. Bunlar

ancak kompozit içinde veya özel önlemler alınması yolu ile normal alevlenen B2 sınıfına dönüştürüldükten sonra kullanılabilirler. (Mad.2.7.1)

- İki kattan daha yüksek binalardaki taşıyıcı duvar, ayak ve kolonlar ise en az F90-A sınıfında olarak inşa edilirler. Duvarlarda iç kaplamalar ve ısı yalıtımları en az normal alevlenen B2, yüksek binalarda ise en az zor alevlenen B1, dış kaplamalar iki kata kadar olan binalarda en az B2, daha yüksek binalarda ise yanmaz A sınıfı malzemelerden yapılır. (Mad. 2.7.2)
- Döşeme üzerinde kolay alevlenen B3 sınıfı malzemeden ısı yalıtımı yapılmasına, üzeri en az 2 cm kalınlığında şap tabakası ile örtülmek şartı ile izin verilir. Döşeme kaplamaları da en az B2 ve yüksek binalarda ise en az yanmaz A sınıfı malzemelerden yapılır. (Mad. 2.7.3)
- Olağan binalardaki yapı malzemeleri için aranan yanıcılık sınıfları ile yapı elemanları için aranan yangın dayanıklılık sınıfları, (Çizelge 3.2.) de toplu şekilde verilmiştir. Mağaza, toplantı yeri, garaj ve endüstri yapıları gibi bazı özel binalardaki yapı ve elemanlarında aranan yanıcılık ve yangına dayanıklılık sınıfları da (Ek 4) de gösterilmiştir. Bunların dışındaki önemli binalarda ve özel mühendislik yapılarındaki taşıyıcı sistemlerin hesaplanmasında aranacak asgari şartlar ise İtfaiye Müdürlüğüne her yapı için özel olarak tespit edilecektir. (Mad. 2.7.4)
- Uçucu yanar parçalara ve ısı radyasyonuna dayanıklı olduğu herhangi bir gerçeklemeye lüzum olmadan ve çatı eğimine bağlı olmadan kabul edilebilen çatı elemanları şunlardır. Tabi veya yapay taşlardan, beton bloklardan, asbestli çimento plaklardan yapılmış çatı ürünleri ve çatı

tecritleri, çelikten veya diğ er metallerden yapılmış ve yanıcı B sınıfı malzemelerden izolasyon ve örtü tabakaları içermeyen  atılar.(Mad. 2.7.5)

Alman Standart ve İmar Yönetmeliklerinde ise temel zorunluluklar şu şekilde gösterilmiştir: (Işıkel.,1997)

- Kolay alev alan B3 sınıfı malzemeler yapılarda kullanılamaz,
- Normal alev alan B2 sınıfı malzemelerin (polistiren ve poliüretan köpük) alev almadığı veya yanarak damlamadığı kontrol edilir.
- 3 kat ve daha yüksek yapılarda, cephe kaplaması A sınıfı malzeme olmalıdır.
- 3 kat ve daha yüksek yapılarda, kaçış yolları ve genel koridorların duvar ve tavanlarındaki ısı ve ses yalıtımları A sınıfı olmalıdır.
- 6 kat ve daha yüksek yapılarda, cephe ısı yalıtımı A sınıfı malzemeden olmalıdır.
- Her türlü yapıda, havalandırma kanallarının ısı ve ses yalıtımları A sınıfı olmalıdır.

Ayrıca, küçük ve daha alçak yapılarda kullanımına izin verilen B1 ve B2 sınıfı malzemelerin dahi, yangın dayanımlı sıva veya plakalar arkasında kullanılması şeklinde zorunluluklar vardır.

Çeşitli yapılarda kullanılacak malzemelerle ilgili geniş bilgiler (EK 2, EK 3) de verilmiştir.

4. ÇELİK, ÇELİK TAŞIYICILI SİSTEMLER VE YANGIN GÜVENLİĞİ

4.1. Çeliğin Yapısal Özellikleri

Demir esaslı malzemelerin endüstride yaygın kullanılmasının başlıca nedenleri, doğada diğer metallere oranla çok bulunması, üretiminde diğer malzeme üretimlerine oranla daha az enerji gerektirmesi ve özelliklerinin istekler doğrultusunda ve geniş sınırlar içerisinde iyileştirilebilmesidir.

(//fatihakbay.tripod.com)

Bina endüstrisinde kullanılan çelikler saf demirden oluşmazlar. Çünkü böyle olması durumunda elde edilen çelik yumuşak ve işlenebilir. Bu nedenle çeliğe bazı elementler eklenir ve bu elementlerin oluşturduğu alaşım kullanılır. Karbon çelikler; demir (Fe) ve karbon (C) dan oluşan bir alaşımdır. (Smith, Harmanty, 1978)

Karbon çelikler içerisinde bulunan karbon oranına göre üçe ayrılmıştır.

- | | |
|----------------------------|---|
| 1- Düşük Karbon Çelikler : | Kütlesinde % 0.25 oranında karbon bulunur. |
| 2- Orta Karbon Çelikler : | Kütlesinde % 0.30 - % 0.50 oranında karbon bulunur. |
| 3- Yüksek Karbon Çelikler: | Kütlesinde %0.55 - % 0.90 oranında karbon bulunur. |

Bina endüstrisinde kullanılan çoğu çelik düşük ve orta karbon sınıfına girmektedir. Yüksek karbon çelikler, ön gerilmeli betonlarda kullanılacak çelikler için üretilir. Düşük ve orta karbon sınıfına giren çelikler, karışımlarına göre çok geniş özelliklere sahiptirler. Örneğin ısı karşısındaki davranışları ve soğuk işlenebilirlik gibi. (Smith, Harmanty, 1978)

Çeliğin karakterini anlamak için onun eriyik halden katı hale gelene kadar olan ısı evrelerini incelemek gerekir . Yapısında yaklaşık %0.1 – 0.5 arasında karbon bulunan sıvı haldeki demirin dondurulması, yaklaşık 1520 °C de başlar ve sıcaklık 1460 °C'ye düştüğünde demir artık katılaşmıştır. Bu katı kütlenin 900 – 1460 °C arasındaki hali sıcak işleme olarak en uygun evresidir. Bu aşamadan sonra sıcaklığın daha da aşağıya düşmesiyle 780-900 °C alaşımın içerisinde bulunan karbon oranına göre çelik elemanın köşeleri daha da sertleşir ve işlenebilirliğini kaybeder. (Smith, Harmanty, 1978)

Çelik karbondan farklı olarak küçük oranlarda başka elementleri de içerir. Bunlar magnezyum (Mn), silikon (Si), alüminyum (Al), bakır (Cu), titanyum (Ti), sülfür (S), fosfor (P)'dur. Bu elementler amaçsız bir şekilde alaşıma eklenemezler. (Smith, Harmanty, 1978)

Alaşımında silisyum olan çeliğin çekme mukavemeti yüksektir. Vanadyum ve krom, çeliği yangında yüksek ısıya dayanıklı kılar, korozyon direncini artırır. Krom bulunan alaşıma nikel katılarak paslanmaz çelik elde edilir. Nikel aynı zamanda çeliğin uzama değerini artırır. Aşınmaya karşı direncini sağlamak için mangan ilave edilir. Bakır ve molibden, kimyasal korozyona karşı direnç sağlar. Fosfor gibi malzemeler çeliği kırılgan yapar ve yapı çeliğinin içinde istenmezler. (Toptaş, 1998)

4.1.1. Çeliğin mekanik özellikleri

Çelik yangın sırasında belirli bir (*Kritik*) sıcaklığa erişmesi ile taşıyıcı özelliğini, çok yüksek sıcaklıklarda ise tüm mekanik özelliklerini yitirmesine karşın, yangına karşı alınması gereken önlemler ile çelik, taşıyıcı sistem malzemesi olarak güvenle kullanılmaktadır. (//fatihakbay.tripod.com)

Çelik yanmaz bir malzemedir ve yangın yükü olarak bir değeri yoktur. Ancak yangında yükselen sıcaklıkla birlikte, çelik mukavemetini kaybetmektedir. Bu

durumu etkileyen diğer etkenler, çelik elemanın işlevi, taşıdığı yük, kesitinin kalınlığı ve ortamın sıcaklığıdır.

Yangında 427 °C'de çelik çekme mukavemetini kaybeder. 538 °C geçildiğinde ise bina yükü altında çelikte eğilme ve bükülmeler türünde deformasyonlar görülür. Yapı yükünü taşıyamaz ve strüktürel yapısı bozulur.

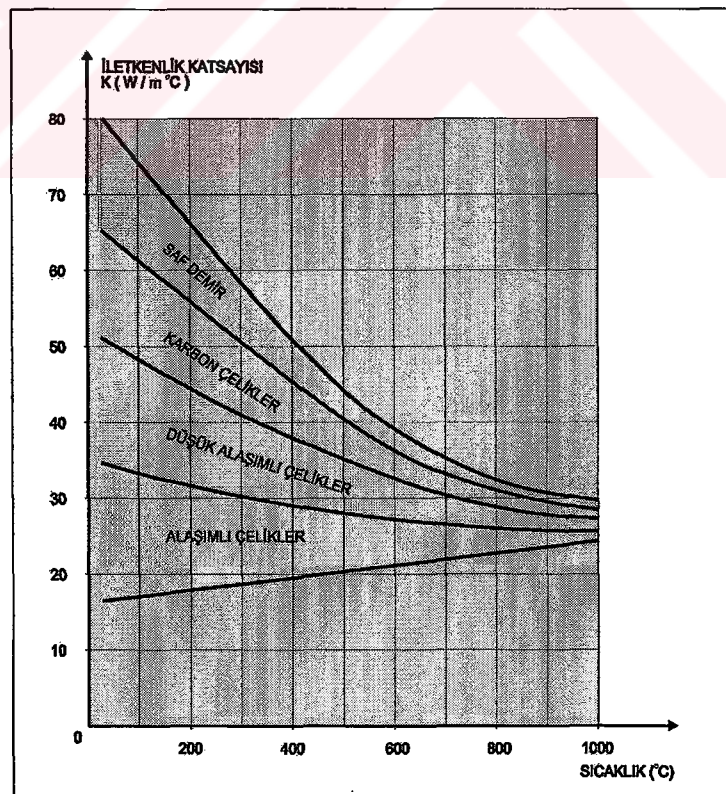
Çelik elemandaki gerilme yoğunluğu, yük taşıma kapasitesini etkiler. Büyük yük gerilimi ,yüksek sıcaklıkla birleşince çelik eleman daha çabuk çökecektir. 593 °C normalde kritik sıcaklık olarak kabul edilir. Bu sıcaklıkta çeliğin akma sınırı, oda sıcaklığındaki normal çalışma gerilimine oranla %60 düşecektir. Gerilimdeki bu düşüş elemanın elastikiyetinin de düşüşüyle birlikte oluşur. Gerilim altındaki elemanların yüksek sıcaklıklarda gergi elemanlarından daha hassas olmalarına neden olurlar. (Smith, Harmanty, 1978)

Şu kabul edilmelidir ki, çeliğin içindeki sıcaklık, çelikteki gerilmelerin sınırları belirler. Çünkü çelik çok yüksek bir iletkenlik kapasitesine sahiptir. Bir bölgedeki ısıyı daha soğuk bölgelere hızlı bir şekilde iletir. Bu özelliği sıcaklık kapasitesiyle birleştiği zaman bir ısı kalkanı (heat sink) gibi çalışır. Çelik, sıcaklığı diğer soğuk alanlarına iletirken, geçen süre kritik sıcaklığa erişimi geciktirecektir. Diğer taraftan geniş bir bölgede gerçekleşen bir yangında bu zaman kısılacak ve kritik sıcaklığa çok çabuk ulaşılacaktır. (Smith, Harmanty, 1978)

Bu sıcaklık hareketleri ile ilgili olarak, çelik elemanın kütlesi ve yüzey alanı bu hareketleri etkileyecek faktörlerdir. Ağır ve kalın kesitlerin, daha hafif ve ince kesitli elemanlara oranla daha fazla yangın dayanımına sahiptir. Yangın yalıtımı yapılmamış, ince kesitli makas ve kirişlerde 5 yada 10 dakikada çökme görülebilir. (SPCE, 1990)

4.1.2. Çeliğin termik özellikleri

Tüm yapı malzemeleri, az veya çok, yangından etkilenmektedir. Çelik; A1 sınıfı yanmaz bir malzemedir ve ateşe maruz kaldığında hiçbir zehirli gaz ve duman üretmemektedir. Aynı zamanda da çok iyi bir iletkenidir (Şekil 4.1.). İnce kesitli çeliklerdeki sıcaklık değeri, maruz kaldıkları sıcaklık değeri ile çok yakındır. Yaklaşık 250 °C'nin üzerinde çeliğin mekanik dayanımı hızla düşer ve sıcaklık 450 °C'nin üstüne çıktığında ise yapı elemanlarında çökme olabilir. Bu çökme sıcaklığına KRİTİK SICAKLIK denilmektedir. Ancak bu kritik sıcaklık yukarıda verilen değerlerle sabit değildir. Çelik yapı bileşenlerinin kesitine, taşıdığı yüke, üretim kalitesine ve yapısında bulunan diğer elementlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yukarıda verilen değerler basit tek katlı bir yapıda kullanılan çelik elemanlar için geçerli değerlerdir. (Smith, Harmanty, 1978) Şekil 4.1.'de ise farklı yapısal özelliklere sahip çeliklerin, ısı iletkenlik değerlerinin değiştiği anlatılmaktadır.



Şekil 4.1. Farklı yapılardaki çeliklerin ısı iletkenlikleri
(Smith, Harmanty, 1978)

4.2. Çelik Taşıyıcı Sistemler

4.2.1. Çerçeve sistemler

Çerçeve sistemler, yapılarda birbirine rijit bağlantılarla bağlanmış düşey kolon ve yatay kirişlerden oluşurlar. Betonarme ve çeliğin kullanıldığı bu sistemlerin başlıca avantajları, çok katlı yapı yapabilme, geniş açıklık geçebilme ve planlamada, pencere, kapı v.b. gibi boşlukların düzenlenmesinde serbestlik sağlamasıdır.

Çelik çerçeve sistemlerde, haddelenmiş (Bkz. EK1) ağır çelik profiller kullanılmaktadır. Çok yüksek yapılarda ayrıca mukavemeti ve rijitliği desteklemek için çapraz elemanlarda kullanılmaktadır.

Çerçevelerin mukavemeti ve rijitliği, kiriş ve kolonların boyutları ile doğru, kat yükseklikleri ve kolon aralıkları ile ters orantılıdır. Kat yükseklikleri ve kolon aralıkları büyüdükçe, taşıma kapasitesi de düşer. Buna rağmen kirişlerin geniş açıklıklar geçmesi ve yüksekliklerinin ise az olması beklenmektedir. Ayrıca kiriş yükseklikleri arttıkça, bina içindeki çerçevelerin uygulanmasını sınırlandıran zorluklar ortaya çıkmaktadır.

Çerçeve sistemlerde kullanılan haddelenmiş ağır profillerin yangın dayanım özellikleri ne kadar iyi olurlarsa olsun, yangın sırasındaki performansları tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle yangına karşı ciddi bir şekilde korunmalıdır. Ayrıca çerçeve sistemlerde betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı durumlarda söz konusudur. Örneğin; kolonların betonarme kirişlerin çelik olduğu durumlarda, geliştirilen yangın senaryosundan çıkan verilere göre sadece çelik kirişlerde yangın korunması yapılması yeterli olacaktır. Aksi halde betonarme kolonunda yangın korunması yapılması gerekecektir.

4.2.2. Hafif çelik yapı sistemleri

Hafif çelik taşıyıcı sistemler ince çelik sacdan bükülerek elde edilen profiller ile inşa edilirler. Yapısal çelikler içinde daha çok bilinen çekme ağır profillerin inşaat tekniğinden farklılıklar gösterirler. Ağır profiller kolon-kiriş görevi ile yapının iskeletini kurarlar. Çerçeve sistem yatay ve düşey kuvvetlerin tamamını taşır. Hafif taşıyıcı sistemlerde ise duvar ve döşeme kaplamaları taşıyıcı sisteme yardımcı olur ve yığma yapı prensibinde çalışırlar. (TYÇDY., 2001)

Taşıyıcılık görevi yüklenen duvar ve döşeme kaplamalarında seçilecek malzeme yangına daha da hassas olan hafif taşıyıcı sistem için yangın riski oluşturmamalı, taşıyıcı sistemi korumalıdır. (TYÇDY., 2001)

Günümüzde pres kullanılarak şekil verme suretiyle üretilen ince cidarlı çelik profiller, yapı sistemlerinde gerek ana taşıyıcı gerekse aşık ve kuşak gibi ikincil elemanlar olarak kullanılabilir. Diğer bir yaygın kullanım alanı ise metal sacların soğukta şekil verilmesiyle üretilen bükümlü (trapezoidal veya oluklu tip) galvanizli ve boyalı olarak kullanılan yalın veya sandviç tip örtü malzemeleridir. (TYÇDY., 2001)

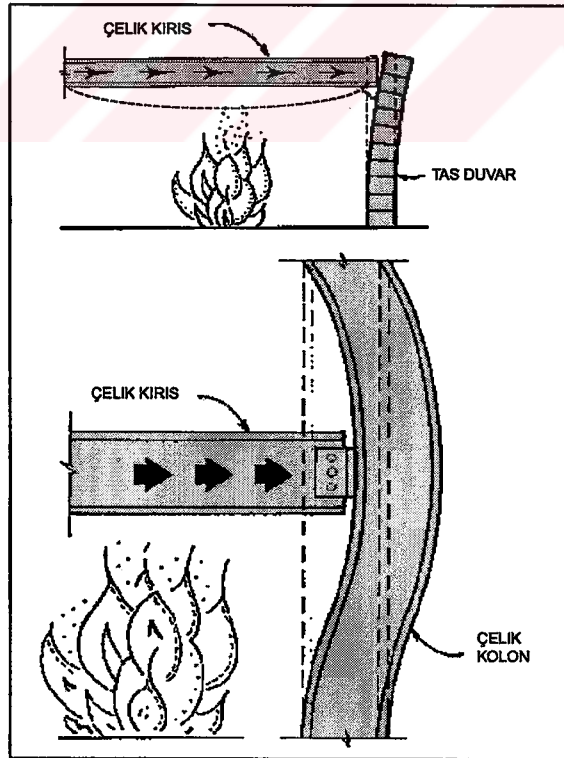
Hafif çelik yapı sistemlerinde kullanılan yapı elemanları sıcak daldırma galvaniz teknolojisiyle üretilen sıcak hadde rulo galvaniz saclardan soğuk şekillendirilerek imal edilirler. Et kalınlıkları 0.50mm ile 2.50mm arasında statik hesaplar gözetilerek değişebilir. (TYÇDY., 2001)

Hafif çelik yapılarda kullanılan profiller ince sacdan imal edildikleri için yangından ciddi şekilde korunmalıdır. Ayrıca galvanizli sacların yangında zehirli gaz çıkardığı bilinmektedir. (TYÇDY., 2001)

5. ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİ, BİRLEŞİMLERİ VE YANGIN GÜVENLİĞİ

5.1. Çelik Yapı Bileşenlerinin Yangın Sırasındaki Davranışları

Çelik, modern bina teknolojisinde kullanılan öncelikli bir malzemedir. Çelik; çok yüksek ısı iletimine sahiptir. Çeliğin yüksek sıcaklıktaki başka bir özelliği de genleşme katsayısıdır. Çeliğin çizgisel genleşme katsayısı $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye kadar gerçekleşecektir. Uzunluğu 15m olan bir kirişin sıcaklığı yangın nedeniyle yaklaşık $540\text{ }^{\circ}\text{C}$ yükseldiği zaman 10cm civarında uzama yapar. Eğer çelik kiriş iki ucundan sabitlenip hareketi engellenirse veya kolonlar büyük yük altında ise kiriş ısıtılan yüzeye doğru kıvrılıp deforme olacaktır. Diğer bir durumda da eğer çelik kolon veya taş duvar statik olarak zayıf yada az yük altında ise, ısıyla uzayan çelik kiriş, duvarı iterek yıkılmasına yol açabilir yada kolonu eğebilir. Ne amaçla kullanılırsa kullanılsın, çelik strüktür elemanlarından $540\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve üstü sıcaklıklarda yıkılmaları beklenmelidir.



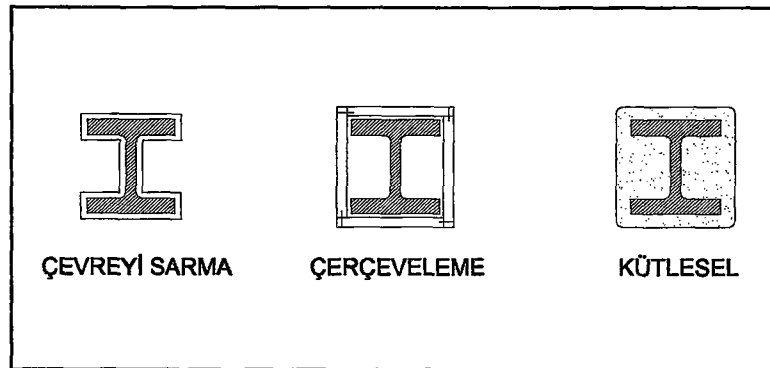
Şekil 5.1. Çelik yapı bileşenlerinin yangın sırasında davranışı

Yangınla mücadele sırasında çeliğin maruz kalacağı ısı şok çeliğin soğuyup tekrar taşıyıcı özelliğini kazanmasını sağlar. Belli bir çelik elemanın yıkılma derecesi, elemanın boyutları, altında bulunduğu yük, çeliğin alaşımı ve elemanın geometrik biçimi de dahil olmak üzere birçok değişkene sahiptir.

5.2. Çelik Yapı Bileşenlerinde Alınan Yangın Güvenlik Önlemleri

Bina taşıyıcı sistemi ve elemanlarının , gerek bir bütün olarak, gerekse her bir elemanı ile, bir yangın sırasında insanların tahliyesi ya da söndürme süresinde korunmaları için yeterli bir zaman boyunca ayakta kalmalarını sağlayacak şekilde hesaplanarak boyutlandırılmaları zorunludur. Taşıyıcı sistemin hesapları, istenilen yangına dayanım süresini sağlayacak şekilde yapılır.

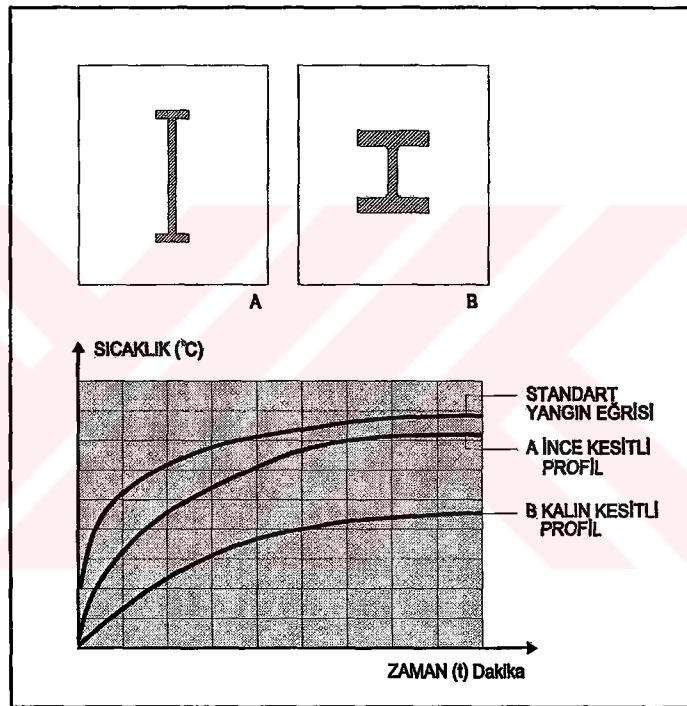
Çeliğin yangına karşı olan zayıflığı nedeniyle herhangi bir şekilde korunmamış bir çelik taşıyıcı elemanın yangına dayanım süresi, genelde 30 dakikaya bile ulaşmadığından, koruma önlemleri çoğu zaman gereklidir. (Arda, Yardımcı, 1995) Bu gereklilik (İBB) tarafından aşağıda verilen madde 2.2.2. ile ortaya konmuştur, “Tek katlı ve çevresi açık, genişliği 35 m’yi aşmayan çelik endüstri yapılarının dışındaki bütün binalarda, çeliğin sıcaktan uygun bir şekilde yalıtılması gerekir. Yalıtım, çevreyi sarma, çerçeveleme ve kütlesele yalıtım şeklinde yapılır” (Şekil 5.2.). (İBB., 1994)



Şekil 5.2. Çelik yapı bileşenlerine uygulanan yalıtım türleri (İİSI., 1993)

5.2.1. Korumasız çelikler

Çelik strüktürler, yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü korumasız olarak genelde kullanılmamaktadırlar. Çeliğin yangına karşı olan zayıflığı nedeniyle önlem alınmasını zorunlu kılmaktadır. Korumasız bir çeliğin standartlara göre yangına karşı olan dayanımı 1 saatle sınırlıdır. Bu bir saat sınırı en yüksek değerdir. Normalde bu sınır daha düşüktür. Çeliğe çeşitli karışımların eklenmesiyle (krom, molybdenum.) bu süre artırılabilir.(IISI., 1993)



Şekil 5.3. Çelik kesit faktörünün ısınma oranına etkisi (SPCE, 1990)

Aynı zamanda çelik yapı bileşenlerinin kesitleri artırılarak uygulanacak yangın koruma önlemleri azaltılabilir. Çelik elemanların ısınma süreleri kütleleriyle doğru orantılıdır. Kütleleri ne kadar artarsa ısınma süreleri de o kadar artacaktır. Başka bir deyişle kütlesi yoğun bir çelik elemanın ısınması için daha çok enerjiye ihtiyaç olacaktır. Bunun da hesaplanması için uygulanan yöntem kesit faktörü diye adlandırılmaktadır. (A_m/V) ; $V(m)$ Ateşe maruz kalan elemanın çevresidir, $A_m(m^2)$ ise aynı elemanın kesit alanıdır. Kesit faktörü (A_m/V) yüksekse, çelikteki sıcaklık daha yavaş yükselecektir.

Çeliğin çevresi (V) olarak alınan yüzey sadece ateşe maruz kalan yüzey olarak hesaplanır. Örneğin üstünde betonarme bir döşeme taşıyan çelik kirişin çevresi düşecektir. Çünkü kirişin üst flanşı betonla korunmaktadır. (SPCE., 1990)

5.2.2. Kütlesel yalıtım

Kütlesel yalıtım genelde çelik profillerin betona gömülmesi suretiyle yapılan yalıtım türüdür. Ancak farklı uygulama şekilleri bulunmaktadır. İçi boş kutu profillerin içinde su dolaşımıyla sağlanan yalıtım da kütlesel yalıtıma girmektedir.

5.2.2.1. Beton kompozit sistemler ile yalıtım

Çelik yapılarda yüksek yangın dayanımı istendiği zaman beton kompozit sistemler uygulanır. Bu yöntemde çelik kısmen veya tamamen beton ile kaplanır . bu uygulamada kullanılan beton aynı zamanda taşıyıcı olarak da çalışmaktadır. Bu yöntemler için özel uygulamalar gerekmediği için oldukça ekonomik çözümlerdir. (IISI., 1993)

Yangın dayanım süresi betonun içerisinde bulunan karışımın oranlarına ve kullanılan agregaların tiplerine bağlıdır. Yapısal olarak içerisinde kil, arduvaz gibi malzemeler kullanılan betonlar, normal betonlardan çok daha yüksek yangın dayanımına sahiptirler. (IISI., 1993)

Hafif agregalı veya boşluklu hafif betonların sıcaklık artışlarında kütlelerinde bir hasar olmamasına karşın, normal ağırlıktaki betonlarda 500-600 °C sıcaklıklarda kütlelerinde çöküntüler meydana gelmektedir. (Harmanty, 1993)

Aynı zamanda boşluklu ve hafif agrega ile yapılmış olan hafif betonların yangına karşı dayanım gösterdiği de bilinmektedir. Betonla yapılan korumalarda beton içerisine yerleştirilecek donatılarla aynı zamanda da

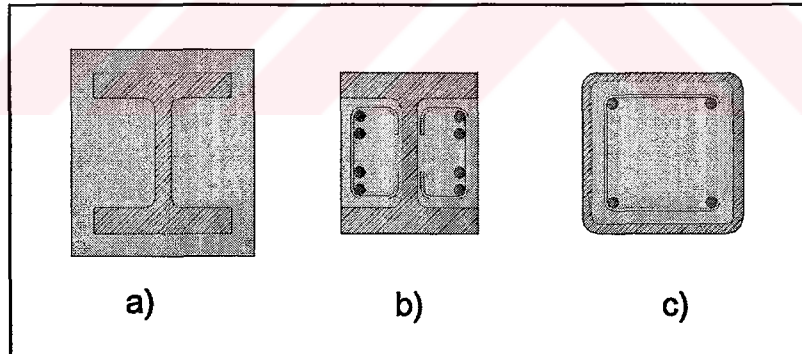
çeliğin taşıma kapasitesi artırılır. Bu koruma yöntemi çok yaygın olarak kullanılmaktadır. (IISI., 1993)

Kolonlar

Kolonlarda uygulanan beton kompozit sistemlerde 3 ayrı yöntem kullanılmaktadır.

- a. *Çelik profilin tamamen betonla kaplanması*
- b. *Çelik profilin flanşlarının arasının doldurulması*
- c. *Çelik kutu profillerin içinin betonla doldurulması*

a- *Çelik profilin tamamen betonla kaplanması* : Bu tür uygulamalarda kompozit elemanın çelik ve beton kısmı yangın sırasında birlikte çalışmaya başlarlar. Aşağıda (Şekil 5.4.) de görülen beton kompozit sistemlerle yapılan yalıtım ile kolon kesitleri, yangın testlerinde gösterdikleri performansla pratikte de sıkça kullanılmaya başlanmıştır. (IISI., 1993)



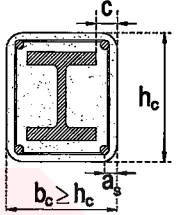
Şekil 5.4. Beton kompozit sistemler ile yalıtım türleri (IISI, 1993)

Düşük sıcaklıktaki betonun içindeki çeliğe ilettiği ısı yaklaşık %10 kadardır. Bu durum kolonlar için uzun yangın dayanım süresini sağlamaktadır.

Betondaki sıcaklığın 300 °C ye çıkmasıyla dış yüzeydeki beton mukavemetini ve katılığını kaybeder, çelikteki gerilme de artar. Bu nedenle çelik, yüksek taşıma kapasitesine sahip olmalıdır. Ancak bu sorun da kompozit elemanda

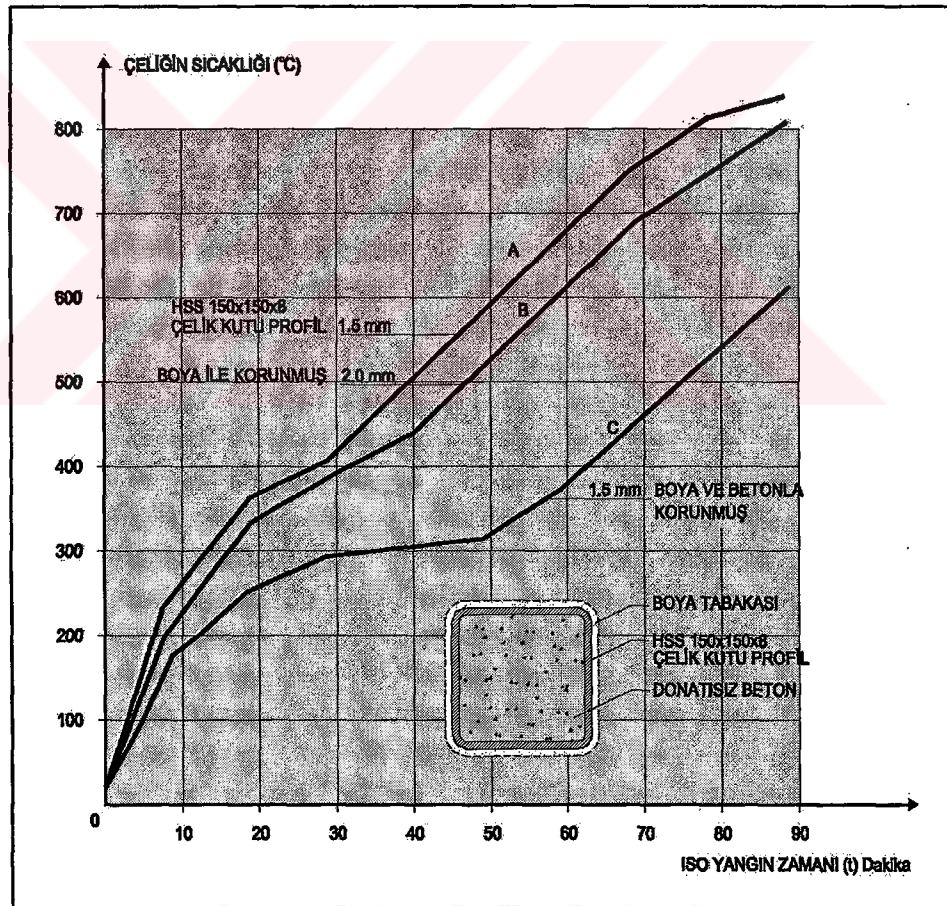
kullanılacak betona belirli sayıda donatı ve etriye konularak çözülebilir. Bu çözüm; betonun dökülmemesi ve çelik ile beton arasında bir bağ oluşmasını sağlamakla birlikte çok kalın çelik profilin kullanılmasını da engelleyecektir. (IISI., 1993)

Çizelge 5.1. Beton kompozit sistemlerle yalıtımda kolondaki beton kaplama kalınlıklarının, yangın sınıflarına göre belirlenmesi (IISI., 1993)

		YANGIN SINIFLARI				
		F30	F60	F90	F120	F180
Minimum Kalınlık	h_c (mm)	150	180	220	300	350
Çeliği Kaplayan Minimum Beton Kalınlığı	c (mm)	40	50	50	75	75
Donatı Çeliklerinin, Beton Kaplama Kalınlığı	a_s (mm)	20	30	30	40	50

b- *Çelik profilin flanşlarının arasının doldurulması* : Burada pratik bir uygulama olarak çelik kolonun flanşlarının araları beton ile doldurulur. Bu tür korumada yangın dayanımı, kolonun üzerine binen yükün oranına bağlı olarak 120 dak. veya daha fazladır. Bu koruma yönteminde beton, donatılı olarak kullanılmalıdır. Bu donatılar, yangın sırasında betona ve yapıya mukavemet ve sağlamlık sağlar. Bu tür uygulamalar genellikle çok katlı yapılarda tercih edilir. (IISI., 1993)

c- **Çelik kutu profillerin içinin betonla doldurulması :** Üçüncü uygulama yöntemindeki prensip ise çelik kutu profillerin içinin betonla doldurulmasıdır. Oluşturulan kompozit yapının davranışı diğer uygulamalardan farklılık gösterir. Yüksek ateşe maruz kalan çelikte ısı hızla yükseldikçe çelik mukavemetini kaybetmeye başlar, Yük kolonun içindeki betona aktarılır. Çelikteki sıcaklık artışına göre betondaki sıcaklık artışı daha yavaş olur. Çünkü betonun yapısında bulunan su betonun ısınma süresini artırır. İstenilen yangın dayanım süresine göre betonun donatılı yada donatısız kullanımı söz konusudur. Bu tür kutu profillerde donatı için çelik lifler kullanılmaktadır. Donatısız beton kullanıldığında bile 60 dak. kadar yangın dayanım süresi elde edilebilmektedir. (IISI., 1993)

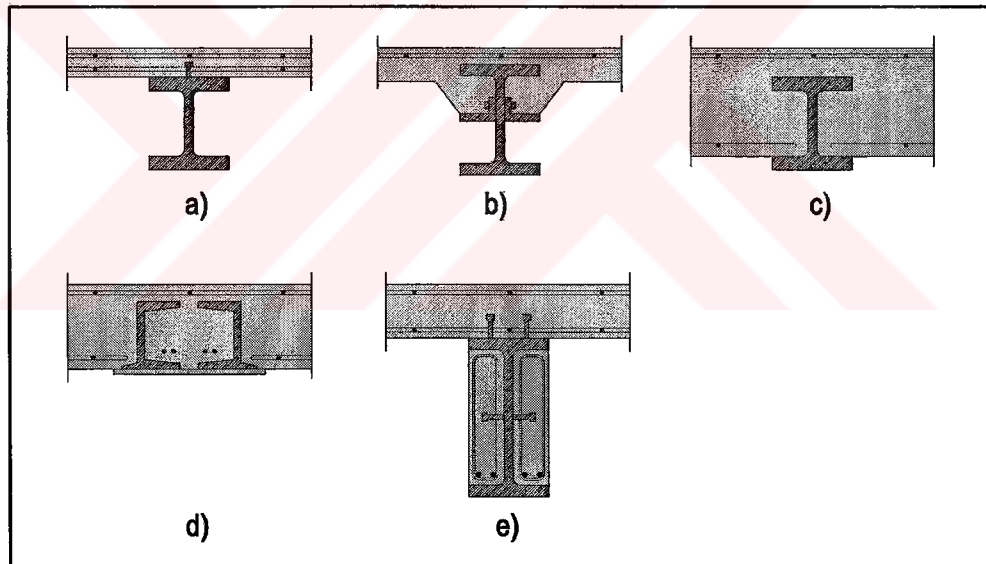


Şekil 5.5. Çelik kutu profilin, boya ve betonla yalıtımının çeliğin sıcaklığına etkisi (IISI., 1993)

Kirişler

Kompozit kirişlerdeki yangın dayanım süresi uygulama çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Döşemenin altında tamamen açıkta kalan kirişlerdeki koruma süreleri sınırlıdır. Yangın dayanımını artırmak için kirişi tamamen yada kısmen döşemenin içine yerleştirme dayanım süresini artıracaktır. (Bkz. şekil 5.6.) (IISI., 1993)

Yüksek yük altında ve geniş açıklıklarda kullanılan kirişlerde uygulanan yöntemde ise kirişin flanşlarının arası betonla doldurulur. Bu betona konulacak donatı çubukları, kirişin alt flanşının üzerine yerleştirilir ve yük dağılımını güçlendirerek yüksek yangın dayanımı sağlar. (şekil 5.6.e) (IISI., 1993)

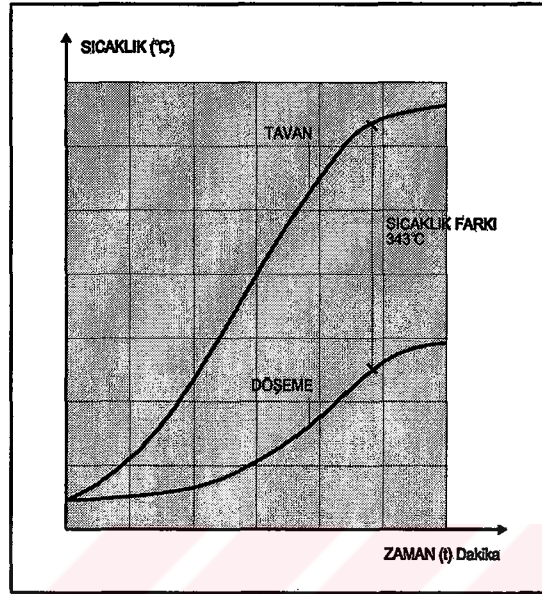


şekil 5.6. Kompozit kiriş uygulamaları (IISI., 1993)

Döşemeler

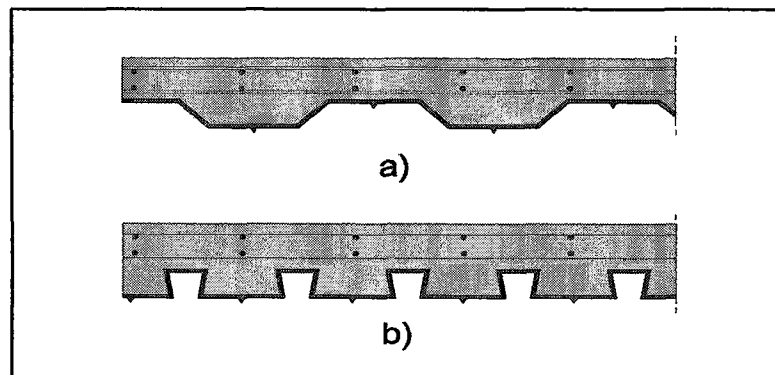
Döşemeler yangında en çok sıcaklığa maruz kalan yapı elemanıdır. Bunun nedeni de yangında yükselen alevlerin doğrudan döşemeye teması yada yüksek sıcaklıktaki yanıcı gazların tavanda toplanmalarıdır. Yapılan

canlandırmalarda yangın olan mekanda tavan ve döşeme arasındaki sıcaklık farkının çok yüksek olduğu gözlemlenmiştir. (Bkz. Şekil 5.7.) (IISI., 1993)



Şekil 5.7. Yangın sırasında mekandaki döşeme ve tavan arasındaki sıcaklık farkı (Egan, 1978)

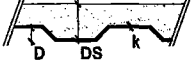
Çelik çerçeveli yapılarda birçok avantajı nedeniyle yaygın olarak kullanılan döşeme sistemi, sac ve üzerine şantiyede dökülen donatılı beton ile oluşturulmaktadır. Söz konusu sac; yükseklik, kalınlık ve aderans için gereken yüzey bakımından uygun olması durumunda, çekme donatısı olarak da kullanılabildiği için toplam donatı miktarı azalmaktadır. (//fatihakbay.tripod.com)



Şekil 5.8. Kompozit döşemeler (IISI., 1993)

Trapez döşemelerde çelik levha döşemenin altına yerleştirilir ve düz döşemeye göre daha yavaş ısınır. Trapez döşemede kullanılan çelik levha bir ısı kalkanı oluşturur. Normal koşullarda, trapez döşeme, strüktür amaçlı tasarlanmaz. Genelde yangın sırasında strüktürün devamlılığını sağlamak için tercih edilir. (IISI., 1993). Kompozit döşemelerde yangın dayanım süresi 120 dakikaya kadar çıkabilir ancak bu süre seçilecek trapez döşeme şekline ve döşeme derinliğine bağlı olarak değişken sürelerdedir. Basit şekilli trapez döşemelerde taşıma kapasitesine bağlı olarak yangın dayanım süresi 60 dakikadır. Ancak özel yapım kırangıç tipi kompozit döşemelerde ise (Bkz. Çizelge 5.2.) çelik levhanın üst flanşları ateşe doğrudan maruz kalmadıkları için yangın dayanım süresi 90 dakikaya kadar çıkabilmektedir. (IISI., 1993)

Çizelge 5.2. Döşeme tip ve boyutlarının yangın dayanımına etkisi (IISI., 1993)

DÖŞEME TİPİ	MAKSİMUM AÇIKLIK (m)	YANGIN SINIFI	MİNİMUM ÖLÇÜLER		
			k (mm)	D _s (mm) NW	LW
TRAPEZ DÖŞEME  $45\text{mm} \leq D \leq 60\text{mm}$	2.7	F60	0.8	130	120
	3.0	F60	0.9	130	120
		F90		140	130
	3.6	F120	1.2	155	140
		F60		130	120
		F90		140	130
KIRLANGIÇ DÖŞEME  $38\text{mm} \leq D \leq 50\text{mm}$	2.5	F60	0.8	100	100
	3.0	F90	0.8	110	105
		F60		120	110
	3.6	F90	0.9	130	120
		F120		140	130
		F60	1.0	125	120
		F90	1.2	135	125
		F120	1.2	145	130

Kompozit döşemelere yapılacak ek korumalarla yangın dayanım süreleri artırılabilir. Örneğin ilave donatılar, döşemenin hafif beton olması ve yangın dayanımlı asma tavan ve yalıtım kaplaması gibi. (IISI., 1993)

Yangın sırasında betonda meydana gelebilecek çatlakların bir önemi yoktur çünkü alev ve dumanın geçmesini ve betonun çökmesini trapez döşeme engelliyecektir. (IISI., 1993)

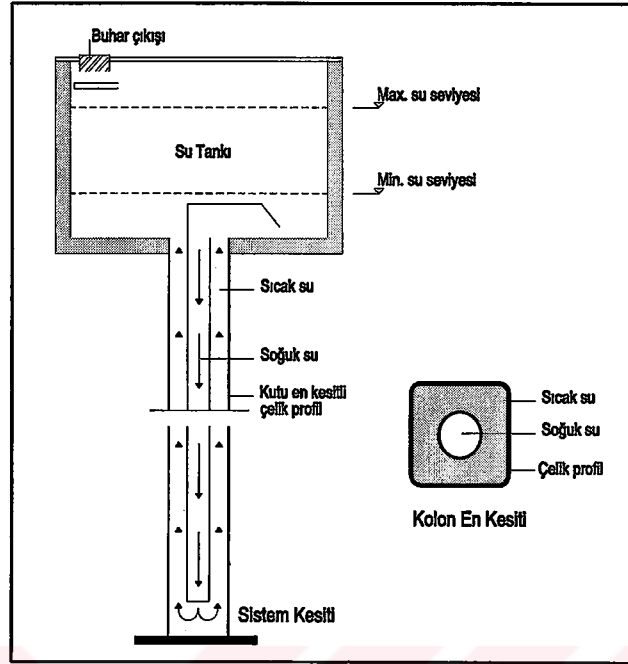
5.2.2.2 Taş ve tuğla ile yalıtım

Yapılar tek bir yapı elemanından oluşturulmamaktadır. Çok çeşitli yapı bileşenlerinin bir arada kullanımı gerekmektedir. Bu koruma yönteminde; geleneksel yapım yöntemlerinde duvar örülmesinde veya kaplanmasında kullanılan taş ve tuğlanın, yangına karşı gösterdikleri direnç nedeni ile çelik elemanlarının korunmasında kullanılmaktadır.

Taş ve Tuğla ile yapılan korumalar sadece çelik kolonlarda uygulanmaktadır. Koruma, çeliğin etrafının tuğla ile, geleneksel yöntemlerle örülmesi şeklinde gerçekleştirilir. Bu yöntemde çelik, kısmen veya tamamen tuğla yada beton bloklar ile kaplanır . Bu yöntemler, özel uygulamalar gerektirmediği için oldukça ekonomiktirler. Yangın dayanım süreleri ise, tuğla elemanlarının boşluklu olup olmamaları yada beton blokların agrega özelliklerine göre değişmektedir. (IISI., 1993)

5.2.2.3. Çelik profillerin içinden su dolaştırılması ile yalıtım

Yalıtılmamış çelik taşıyıcı elemanlar; mimari açıdan istenilen bir durumdur. Bu isteğin, günümüzde kullanımı giderek yaygınlaşan boru ya da kutu en kesitli içi boş elemanlarda, değişik bir yöntemle karşılanması mümkündür. Bu tür elemanların içinde bir su dolaşımı sağlanırsa, yangında çeliğe gelen ısı, elemanın içindeki suyu ısıtır ve dolaşımla çelik elemandan uzaklaştırılır. Su kaynama sıcaklığına ulaşsa bile çelik elemanın ısısı 100 - 200 °C yi aşmaz, Bu sıcaklıklarda ise çeliğin mekanik özelliklerinde bir düşüş görülmez. (Arda, Yardımcı, 1995)

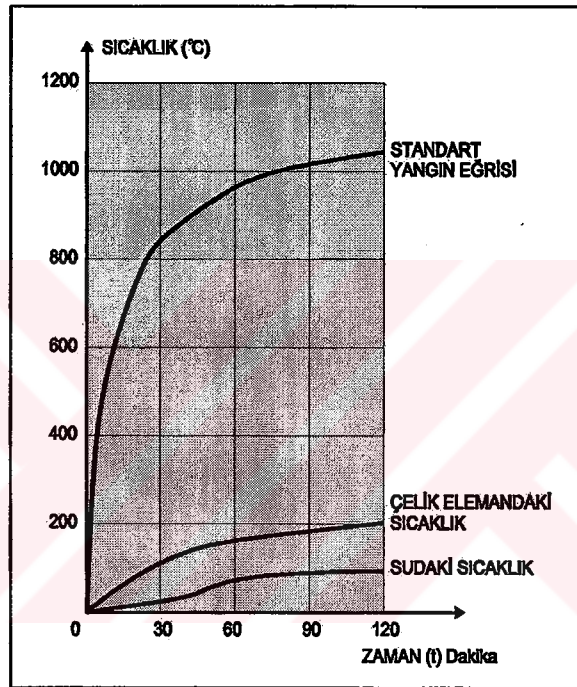


Şekil 5.9. Su dolaşımıyla yalıtımın çalışma prensibi (IISI., 1993)

Su dolaşımı ile soğutma, yalnız yangına daha hassas olan düşey konumlu kolonlara uygulanabileceği gibi tüm kiriş ve kolonları da kapsayacak şekilde taşıyıcı sistemin tamamına uygulanabilir.

Yalnız kolonların su dolaşımı ile soğutulması durumunda , uygulama çok basit olup doğal dolaşım yeterli olacaktır. Bu basitlik nedeniyle daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür kullanımlarda sistemin üst kısmında su deposu bulunur. Yangında kolon içindeki su ısınır ve bu nedenle yoğunluğu azalarak doğal olarak yükselir. Depodaki soğuk su sisteme kolonların alt kısımlarından tekrar dahil olur ve ısınan suyun yerini alır. Suyun buharlaşması durumunda ise buhar, deponun üstünde bulunan tahliye borusundan dışarı atılır. Su bilindiği gibi hem büyük ısıl özgül katsayısı, hem de buharlaşırken yuttuğu büyük ısı nedeniyle çok iyi bir soğutucudur. (Arda, Yardımcı, 1995)

Daha öncede sözü edildiği gibi tüm taşıyıcı sistemde su dolaşımı sağlanarak yangından korunması mümkündür. Bu durumda kolon ve kirişler birbirlerine bir su şebekesi oluşturacak şekilde birleştirilirler. Bu sistemde su sızdırmazlığının sağlanması, özellikle birleşimlerde zorlaştığı için, suyun şebekeye verilmesi otomatik bir yangın alarmı sistemine bağlı olarak gerçekleştirilir. Ayrıca su dolaşımının sağlanması içinde bir motor gücü (pompa) gereklidir. (Arda, Yardımcı, 1995)



Şekil 5.10. Su dolaşımıyla yapılan korumada, sudaki ve çelikteki sıcaklık eğrileri (IISI.,1993)

Kolonların bu sistemle korunması durumunda, su genelde sürekli dolu olduğundan, içine potasyum karbonat yada benzeri bir anti jel katılarak donmaya karşı önlem alınmalıdır.. Bu sistem kullanılarak alınan yangın güvenlik önlemlerinde; yangın olmadıkça korozyondan korkulmamalıdır. Su değişmediği için, içerdiği sınırlı oksijen korozyonu sürdürmez. Gerekirse, (özellikle su değiştiriliyorsa), potasyum nitrat gibi korozyon önleyici katkıları kullanılabilir. (Arda, Yardımcı, 1995)

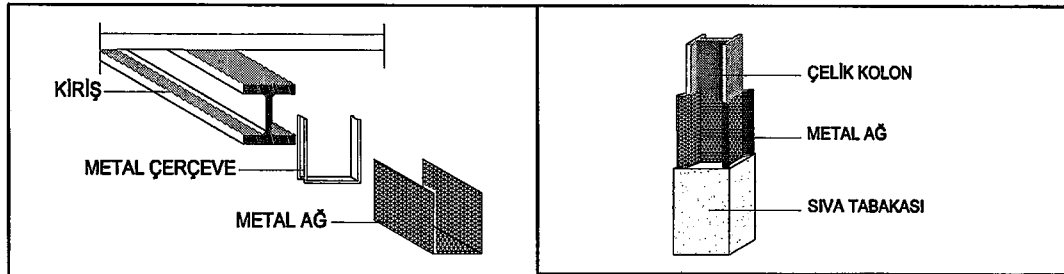
Su dolaşımı ile alınan bu yangın güvenlik önleminde, çelik taşıyıcı elemanlar, yangının neden olduğu mukavemet azalmasından çok iyi bir şekilde korunabilmekte olup, tüm yangın dayanım sürelerini sağlamaktadır. Ancak, çelik elemanların hesabında, hidrostatik iç su basıncı dikkate alınmalıdır

5.2.3. Çevreyi sarma sistemi ile yalıtım

Bu yalıtım türü, çelik yapı bileşenlerinin dış yüzeyinin yalıtım malzemesi ile kaplanmasını esas almaktadır. Uygulamalar püskürtme, sıva, sıcakta şişen boyalar şekillerinde olabilir.

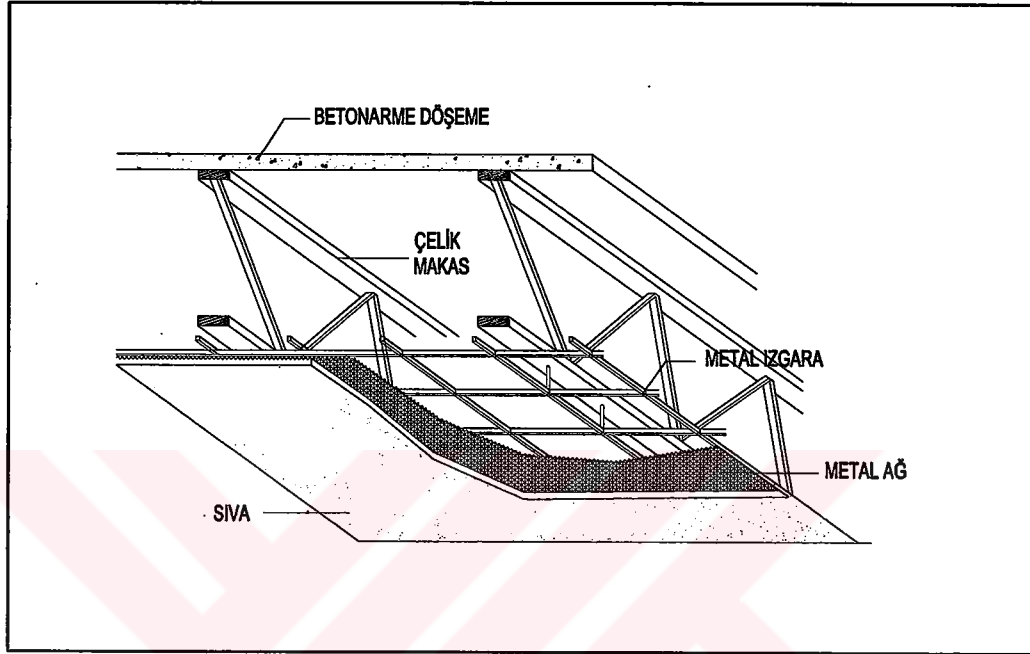
5.2.3.1 Sıva ile yalıtım

Sıva ile yapılan yalıtımlarda özel bir uygulama yöntemi yoktur, elle uygulanır . Alçı taşı, çimento, perlit, vermikülit ve kum gibi malzemelerin karışımlarından elde edilen harcın, hazırlanan yüzeye sürülmesi şeklindedir. Harcın tutabilmesi için çelik etrafına konulacak metal dikmelere veya çelik profile metal ağ giydirilir. Metal dikmelerin çelik ile olan mesafesi yangın dayanım süresini de artıracaktır. Ayrıca sıvanın tutması için giydirilen ağ köşelerde yaptığı çıkıntılarla harcın uygulama kalınlığını da belirler. Sıva ile yalıtım tüm yapı bileşenlerinde uygulanabilmektedir. (Şekil 5.11. ve 5.12.)



Şekil 5.11. Kiriş ve kolonlarda sıva ile yangın yalıtımı uygulamaları

Daha öncede sözü edildiği gibi, karışımlar çimento, alçı, perlit, vermikülit ve kumdan oluşmaktadır. Alçı ve vermikülit karışımları tüm yangın dayanım zamanlarına ulaşabilmektedirler.

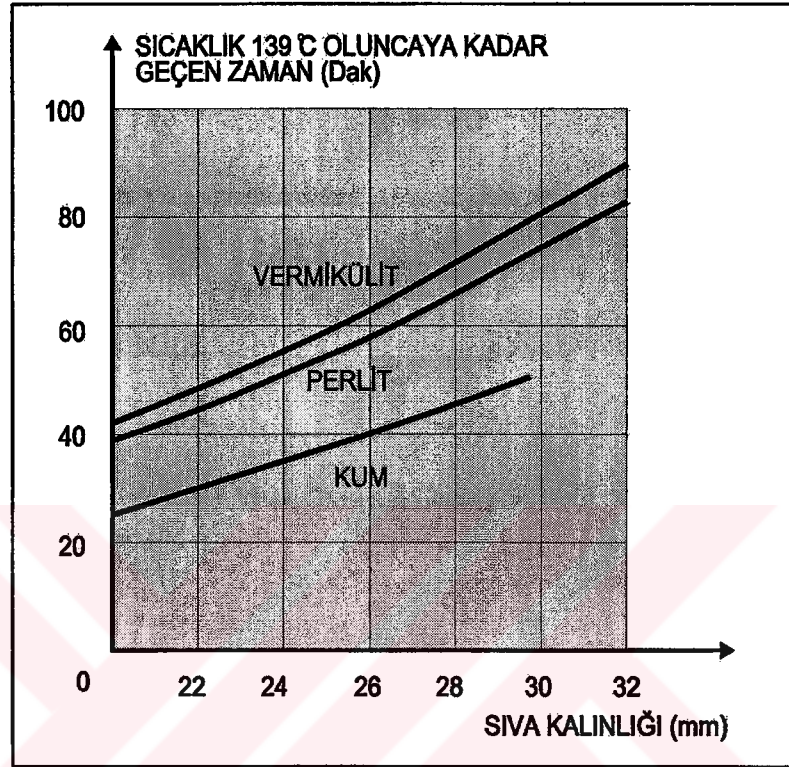


Şekil 5.12. Asma tavanlarda sıva ile yapılan yangın yalıtım uygulamaları

Alçı ve perlit karışımları ise sadece bir yada iki saat yangın dayanımı sağlayabilmektedirler. Kum yerine perlit ve vermikülit kullanılan karışımlarda daha yüksek yangın dayanım süreleri elde edilir.(Bkz. Şekil 5.13) Sıvalarda oluşturulan harcın yoğunluğu, karışıma eklenecek malzemelerin oranları ve uygulama kalınlığı kontrol edilmelidir.

Alçı sıvaya performansını artırması için değişik agregalar eklenebilir. Böylece yeni karışımlar oluşturulur. Bunlar perlit, vermikülit ve kumun alçı sıvaya değişik oranlarda münferit olarak karıştırılmasıyla oluşturulur. Bu karışımların yangına dayanım süreleri karışımın oranlarına göre 1 ile 2 saat arasında değişiklik gösterebilir.

Sıvaların performansı değişik faktörlerden etkilenmektedir. Bunlar; sıra dışı hava durumları, havalandırmanın olmaması veya yetersiz havalandırma, ısı şokları ve çerçeve yükleri, gibi.



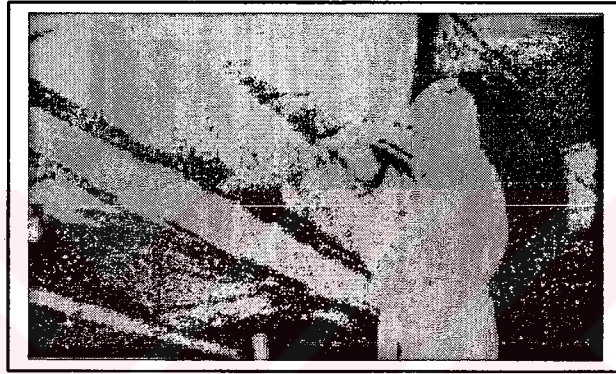
Şekil 5. 13. Sıvalarda kullanılan bazı malzemelerin ateşe maruz kalmayan yüzeyinde sıcaklığın 139 °C ulaşmaya kadar geçen sürede, sıva kalınlığının etkisi. (Harmanty, 1993)

5.2.3.2 Püskürtme sistemler ile yalıtım

Bu tip koruma yöntemlerinde, elde edilen karışım çelik yüzeyine özel aletlerle püskürtülür. Bu malzemeler iki ana grupta toplanır. Bunlar, çimento esaslı karışımlar ve mineral lifli malzemelerdir. (vermikülit, perlit, mineral yada cüruf lifler) Çimento esaslı malzemeler mineral liflere oranla daha yüksek yoğunluktadır.

Çimento esaslı karışımlarda bir veya daha fazla birleştirici bulunur. Agregalar ve liflere su eklenerek hazırlanan karışım çelik yüzeyine püskürtülerek

uygulanır. Mineral lifli karışımlarda da işlemler aynıdır. Püskürtme için özel aletler gerekmektedir. Karışımın uygulanacağı yüzey kirden, pastan, ve yağdan arındırılmış olmalıdır. Bu malzemelerin çelik yüzeyine tutunabilmeleri için yüzey zımparalanmış ya da kumlanmış olmalıdır. Bir diğer uygulama ise, flanşlara malzemenin tutunabileceği dikmeler koymaktır. Bu uygulamalarda yalıtım kalınlığının her yerde aynı olmasına dikkat edilmelidir. Kiriş ve kolonun biçimine ve boyutlarına göre püskürtülen malzemenin kalınlığı değişir.(//fatihakbay.tripod.com)



Şekil 5. 14. Püskürtme sistemlerin çelik kirişe uygulanması
(//fatihakbay.tripod.com)

Çimento bazlı malzemelerde, yalnız çimentolu veya mineral elyaflarla püskürtülen tipleri vardır. Yangın anında 93-149 °C sıcaklıklara ulaşılmınca bünyesindeki alçının içindeki hidratasyon suyu buhara dönüşür. Bu reaksiyon yangında çeliğe aktarılacak olan ısı enerjisini alır. Bu yöntem ile yangın sırasındaki kritik birinci saat boyunca çeliğin düşük sıcaklıklara maruz kalması sağlanır. (Bilal, 2000)

Mineral lifli malzemelerde ise koruma, yangın esnasında, bünyesinde bulunan suyun buharlaşması şeklinde olmaktadır.

Püskürtme işlemlerinde, yangın koruması yapılacak yapı bileşenlerinde temiz yüzeyler elde edilememektedir. Bu yöntemle koruma yapılacak yerin iyi seçilmesi yada uygulamadan sonra yüzeyin tekrar kaplanması

gerekmektedir. Bu çözüm genelde estetiğin çok ön planda olmadığı yapılarda, örneğin otopark, endüstriyel tesisler v.b. yada asma tavan altında kalan bölümlerde tercih edilmektedir. Bu uygulamanın en büyük faydası ise karmaşık detaylarda kolayca kullanılabilir olmasıdır.

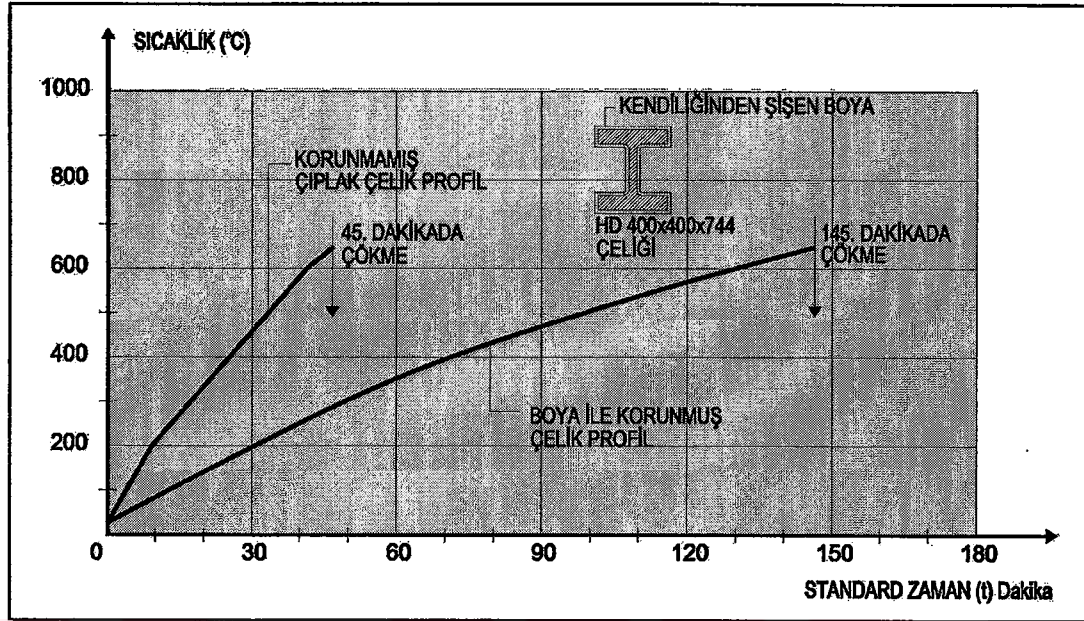
5.2.3.3. Kendiliğinden şişen boyalar ile yalıtım

Bu koruma yöntemi genellikle, çelik strüktürün görünmesi istenildiği durumlarda tercih edilen bir pasif koruma yöntemidir. Bu yöntem, standart zaman – sıcaklık eğrisine göre 30 ile 60 dakika arasında bir yangın koruması sağlar.(SPCE, 1990)

Kendiliğinden şişen boya ile yangından korunma sistemi şu şekilde çalışmaktadır. Bu malzemeler yüksek ısıyla karşılaştığı zaman uygulama kalınlığının 8-10 katı kadar genişler. Böylece alev, yüksek sıcaklıktaki duman ve gazların çeliğe geçişi önlenmiş olur. Başka bir ifade ile boya olarak kullanılan malzeme şişer ve şişen gözenekli bölüm izolasyon görevi yapar. Direk aleve tutulursa kömürleşir. Bu malzemeler; levhalar, şilteler ve bir kütle üzerine püskürtülebilirler. Yoğunlukları yüksektir. (IISI., 1993)

Özel boyaların başarılı olabilmesi için, iyi bir yüzey temizliği yapmak, astar boyanın uygulanmasıyla yapışmayı artıracak tabakayı elde etmek ve koruma sağlayacak son katı başarılı bir şekilde uygulamak gerekmektedir. Uygulamada pistole, rulo ve fırça kullanabilmektedir. (Öner, 2000)

Yapılan laboratuvar çalışmalarında, çelik kiriş ve kolonlarda, yük altında ve yüksüz olarak, homojen dağılımda ısıtılmış fırın içinde, film tabakası olarak tatbik edilmiş olan boyaların izlenen tepkileri aşağıda verilmiştir. (Öner, 2000)



Şekil 5.15. Kendiliğinden şişen boya korumanın, yangın dayanımına etkisi (IISI.,1993)

Laboratuarda yük altında bulunan bir çelik kolon üzerinde yapılan teste; 20. dakikada fırın sıcaklığı 760 °C, korunmamış çeliğe gelen ısı 600 °C ve korunmuş çeliğe gelen ısı 280 °C olarak tespit edilmiştir. Korunmamış çelik , korunmuşa göre 2,14 kat daha fazla ısı almıştır. (Öner, 2000)

40. dakikada fırın sıcaklığı 860 °C, korunmamış çeliğe gelen ısı 740 °C ve korunmuş çeliğe gelen ısı 350 °C olarak tespit edilmiştir. Korunmamış çelik, korunmuşa göre 2,11 kat daha fazla ısı almıştır. (Öner, 2000)

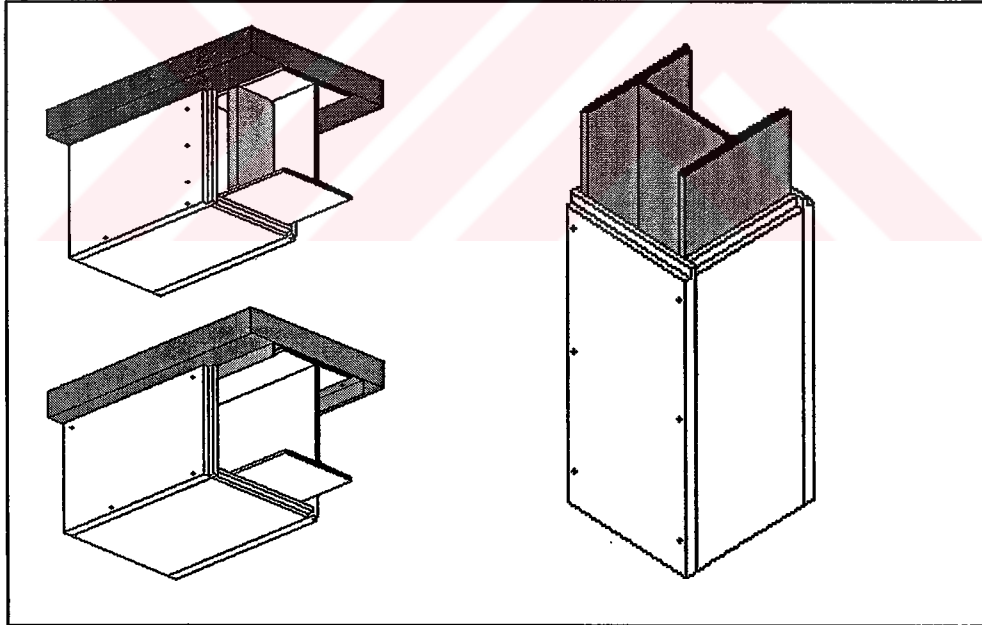
70. dakikada fırın sıcaklığı 960 °C, korunmamış çeliğe gelen ısı 920 °C ve korunmuş çeliğe gelen ısı 560 °C olarak tespit edilmiştir. Korunmamış çelik korunmuşa göre 1.64 kat daha fazla ısı almıştır. (Öner, 2000)

5.2.4. Çerçeve sistemler ile yalıtım

Çerçeve sistemler çelik yapı bileşenlerinin, plaka halindeki yalıtım malzemeleri ile kutuya alınması şeklindeki uygulamalardır. Bu uygulamalar yapı bileşeninin türüne göre farklılık gösterebilmektedir.

5.2.4.1. Plakalar ile yalıtım

Bu yöntemde; çelik yapı bileşenleri tamamen plakalarla kaplanır. Uygulama sırasında plakalar arasındaki birleşim yerleri çok önemlidir, birleşim yerlerinin üst üste gelmemesi için plakalar şaşırtılarak yerleştirilirler. Ek yerlerinin ayrıca kontrolü ve aynı cins malzeme ile sıva yapılması gerekmektedir. Plakalar çelik üzerine metal dikmeler yardımı ile tutturulurlar. Plakaların birkaç kat uygulanmasıyla elde edilen yangın dayanım süresi artırılabilir.



Şekil 5.16. Çelik kolon ve kirişlerin plakalarla kaplanması
(//fatihakbay.tripod.com)

Yangın plakaları uygulama kolaylıkları ve yangın dayanımında gösterdikleri performansla, çelik yapıların yangına karşı korunmasında sıkça uygulanan

yöntemlerdendir. Bu koruma yönteminde kullanılan malzemeler, alçıtaşı, taş yünü, perlit ve vermikülit v.b. gibi A1 sınıfı hiç yanmaz yapı malzemeleri sınıfındadırlar. İstenilen tüm yangın dayanım sürelerini, kalınlık ve içindeki malzeme birleşenlerine bağlı kalmak suretiyle sağlayabilmektedirler.

Yangın yalıtımında kullanılan bazı plakalar ve özelliklerine ise aşağıda verilmiştir:

Kalsiyum Silikat ve Çimento Bazlı Plakalar :

İyi bir yangın dayanımına sahiptirler. Bu plakaların kalınlıkları 12mm den küçük seçilince yangın korumasında etkili olamamaktadırlar. Düşük yoğunlukta olanlarda ise, yüksek sıcaklıklarda çatlamalar olabilir. Dış mekanlarda da kullanılabilirler.

Çizelge 5.3. Silikat lif plakaların, yangın sınıflarına göre uygulama kalınlıkları (IISI.,1993)

YANGIN SINIFI	TİPİ	SİLİKAT LİFLİ PLAKALAR MİNİMUM KALINLIKLARI (mm)								
		6	10	15	20	25	30	40	50	55
F30	H	≤ 165	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L	-	≤ 290	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F60	H	≤ 54	≤ 115	≤ 205	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L	-	≤ 79	≤ 200	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F90	H	-	≤ 61	≤ 105	≤ 160	≤ 225	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L	-	-	≤ 94	≤ 159	≤ 250	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F120	H	-	-	≤ 66	≤ 99	≤ 139	≤ 185	≤ 290	≤ 300	≤ 300
	L	-	-	≤ 55	≤ 95	≤ 145	≤ 215	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F180	H	-	-	-	≤ 50	≤ 73	≤ 95	≤ 145	≤ 215	≤ 300
	L	-	-	-	≤ 45	≤ 68	≤ 99	≤ 175	≤ 260	≤ 300

Alçı Plakalar:

Bu plakalar %21'i kimyasal bağlayıcı olan su ile %79'u kalsiyum sülfat olan alçıdan üretilir. Yoğunluğu 700 – 1000 kg/m³ dür. Isı iletkenliği ise 0,24 W/mK dir. Alçı plakaların yangın izolasyonunda kullanılmalarının en önemli nedeni bu levhaların yangın sırasında bünyesindeki suyun buharlaşması ve serbest kalması için yüksek ısı enerjisine ihtiyaç duymasıdır. İyi bir yangın dayanımına sahiptirler. Tek kat uygulamalarda en az 19mm kalınlığında olmalıdırlar. Islak mekanlarda ve yapı dışında kullanılamazlar.

Lifle Güçlendirilmiş Çimento Bazlı Plakalar:

Yoğunlukları yüksek olduğu için ağırdırlar. İyi bir yangın dayanımına sahip olup, dış mekanda da kullanılabilirler.

Mineral Yün Plakalar:

Yoğunlukları en az 60 kg/m², kalınlıkları ise 40mm den az olmamalıdır. Lifle güçlendirilmiş çimento bazlı plakalarda olduğu gibi iyi bir yangın dayanımına sahiptirler. Ancak ek yerlerinin doğru detaylandırılmaması performansını olumsuz yönde etkilemektedir.

Kolon ve kirişlerde plakalar ile yalıtım

Plakaların kolon ve kirişlerde kullanışı bakımından bir fark yoktur. Yangın plakaları doğrudan çelik profillere tutturulabileceği gibi montaj için metal dikmelerin kullanılması da mümkündür. Metal dikmelerin kullanılmasıyla çelik profil ve plaka arasındaki mesafe artırılarak yangın dayanım süresinin uzatılması amaçlanmıştır. Bunun dışında da plakaların birbirlerine yapıştırılarak birleştirilmeleri de mümkündür.

Çizelge 5.4. Yangın sınıflarına ve farklı çelik türlerine göre taş yününün uygulanma kalınlıkları (IISI., 1993)

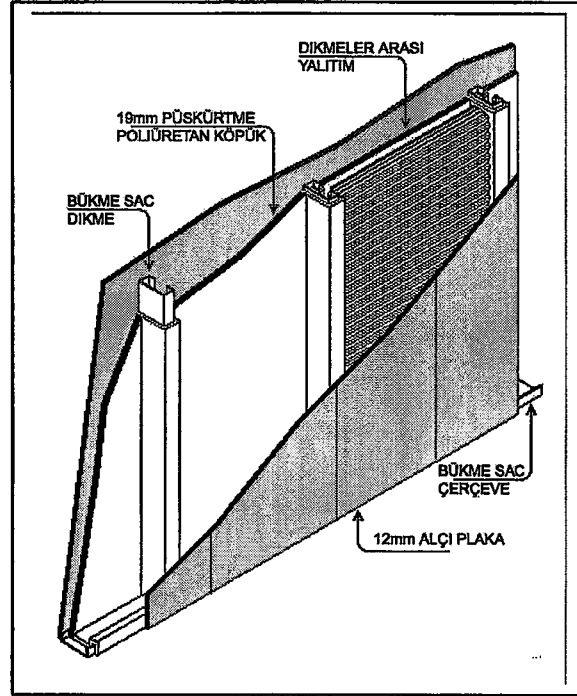
YANGIN SINIFI	ÇELİK TÜRÜ	TAŞ YÜNÜ YALITIM KALINLIĞI (mm)
F60	HE 100 A – HE 220 A	40
	HE 240 A ve daha fazla	20
	HE 100 B – HE 140 B	40
	HE 160 B ve daha fazla	20
F90	HE 100 A – HE 200 A	60
	HE 220 A ve daha fazla	40
	HE 100 B – HE 140 B	60
	HE 160 B – HE 360 B HE 400 B ve daha fazla	40 20
F120	HE 220 A – HE 360 A	60
	HE 400 A ve daha fazla	40
	HE 160 B – HE 260 B	60
	HE 280 B ve daha fazla	40

Duvarlarda plakalar ile yalıtım

İç duvarlar

Binaları bölmelere ayırmak amacıyla yapılan duvarlar, taşıyıcı olmayan tiptedirler. Kolonların taşıma görevini üstlendiği günümüz inşaatlarında duvarlar genellikle çelik iskeletli plaka kaplamalı duvarlar şeklindedirler.

Çelik yapılarda duvarlar, prefabrik beton paneller, briket veya tuğla ile yapılabilmektedir. Ancak hafif çelik yapılarda, çerçeve sistemlerdeki gibi büyük ağır profiller yoktur. Bu sistemlerde yapının tüm duvar ve döşemelerde kullanılan galvanizli soğuk bükme sac profiller aynı zamanda taşıyıcı olup, yangın dayanımları ise çok azdır. Bunlara ilave olarak yangın sırasında da zehirli gaz çıkarırlar. Bu nedenle yangından ciddi şekilde korunmaları gerekmektedir.

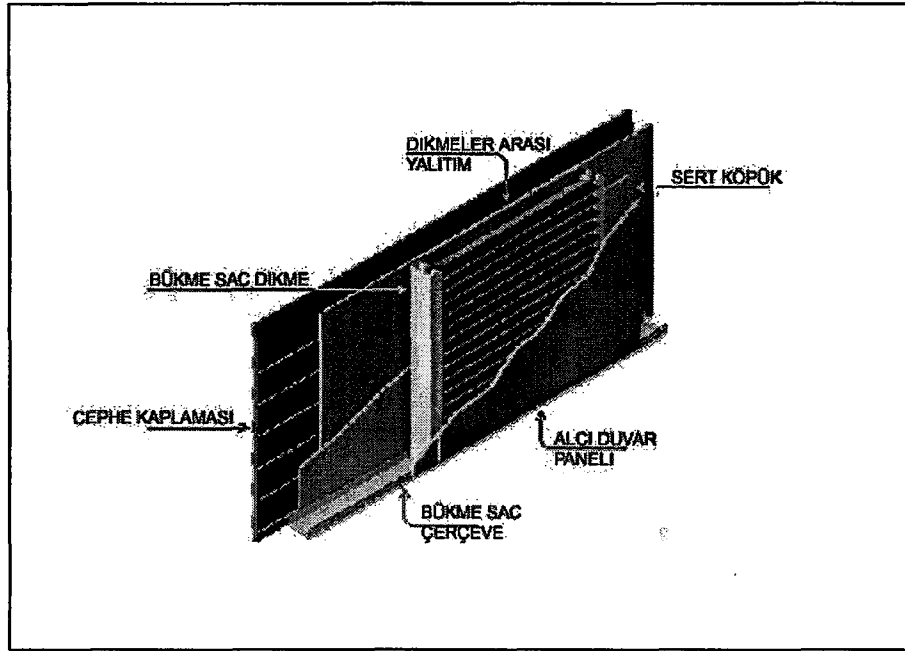


Şekil 5.17 İç duvar bileşenleri (//fatihakbay.tripod.com)

Uygulamaları genelde; galvanizli çelik saclardan kesilip bükülerek elde edilen U ve C profillere panellerin monte edilmesi şeklindedir. Kullanım yerlerine göre çeşitli kalınlıklarda, ısı ve ses yalıtımı, profiller arasındaki boşluğa uygulanabilmektedir.

Dış duvarlarda plakalar ile yalıtım

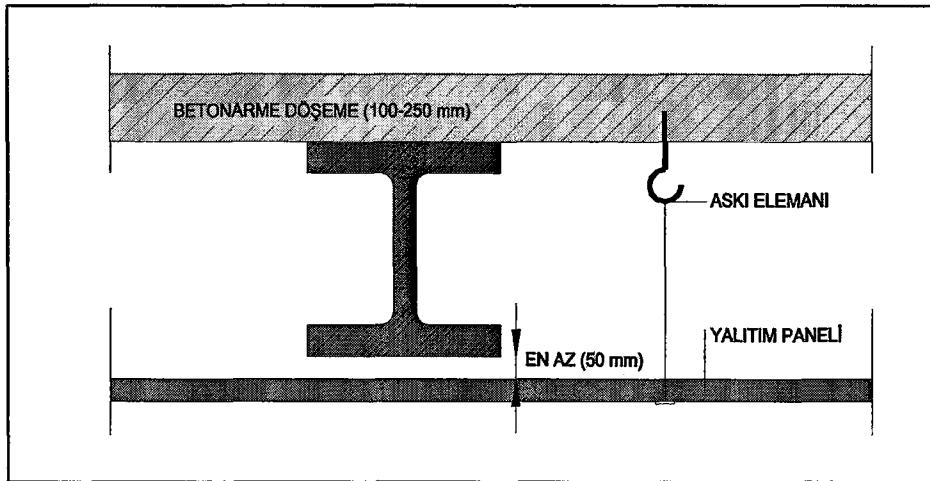
Genel olarak, iç tarafında tüm plaka tipleri kullanılabilir. Ancak duvarın dış yüzeyinde hava koşullarına dayanıklı bir kaplama bulunmalıdır. Bu iki yüzey arasındaki boşluğa da yalıtım malzemesi konulmaktadır. Hafif çelik sistemlerde dış duvarlarda aynı şekilde bükme saclardan yapıldıklarından özellikle yangının yayılmasının önüne geçilebilmesi için ciddi olarak ele alınmalıdır.



Şekil 5.18. Dış duvar bileşenleri (//fatihakbay.tripod.com)

Asma Tavanlarda plakalar ile yalıtım

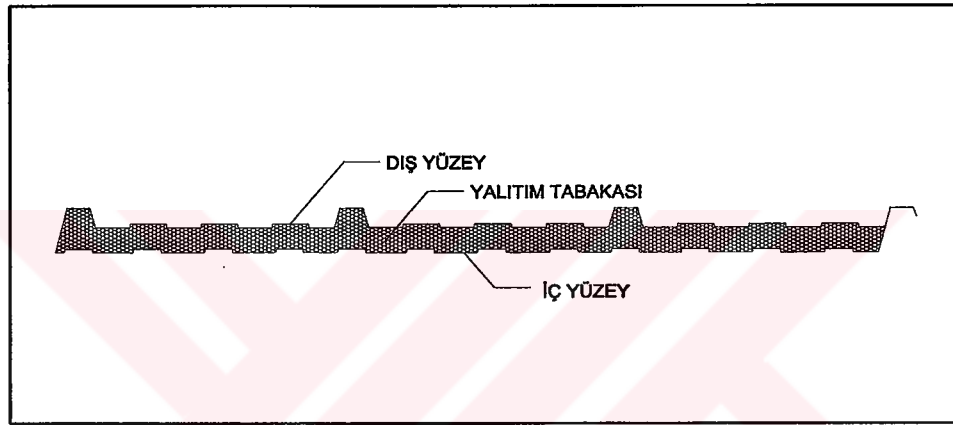
Yangın plakaları kullanılan asma tavan; içinde kalan kiriş veya makasın, döşemenin ve diğer tesisatın yangın güvenliğini sağlamaktadır. Genelde sistem; metal bir alt konstrüksiyonun yangın plakaları ile kaplanmasından oluşmaktadır. (Şekil 5.19.) Bu kaplama sistemi vidalar ile tespit edilip, derzler cam elyafı bir bant ile kapatılarak, vida başları ile birlikte perlit esaslı bir macun ile düzeltilmektedir..



Şekil 5.19. Asma tavanlarda yangın plakaları uygulaması (IISI., 1993)

5.2.4.2. Kompozit paneller ile yalıtım

Bu malzemeler genelde iki yüzü bükme çelik sac ve içi yalıtım malzemesi ile doldurulmuş panellerdir. Yalıtım malzemeleri poliüretan, poliizosiyanürat ve taş yünüdür. Ortak özellikleri yapılar da çatılarda ve dış duvarlarda kullanılan ürünlerdir. Fabrikada üretilen sandviç panellerin birleştirilmesi ve yapı strüktürüne asılmasına özen gösterilmelidir. Bunun nedeni ise; montaj aşamasındaki kalitenin, ürünün performansını doğrudan etkilemesidir.



Şekil 5.20. Kompozit panel eleman (FPA.,2000)

Sandviç panellerin dış yüzeyleri paslanmaya karşı boya veya kaplamalarla korunmalıdır. Genelde ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılan sandviç paneller, yangın dayanım sürelerine göre ve içerisindeki yalıtım malzemesinin özelliğine göre yangın dayanım özelliği de kazanmaktadır. Ancak petrol türevi dolgulu panellerin çatılarda kullanımında, içindeki dolgu maddesinin eriyip damlayarak yangının daha geniş alanlara yayılması olasıdır. Bu özelliği nedeniyle çatılarda kullanılması önerilmemektedir. (FPA,1999)

Taş Yünü Dolgulu Sandviç Paneller

Daha öncede sözü edildiği gibi, taş yünü A sınıfı yanmaz bir malzemedir. Bu tür sandviç paneller 60 dakikalık yangın dayanım süresini rahatlıkla

karşılayabilmektedir. Bu süre ise, panellerin kalınlığına ve içindeki taş yününün yoğunluğuna bağlı olarak artırılabilir. (FPA,1999)

Poliüretan Dolgulu Sandviç Paneller

Literatür bilgileri panellerin 15 - 30 dakika arasında bir yangın koruması sağlayabildiğini belirtmektedir. Ancak, poliüretan petrol türevi bir ürün olup hiçbir yangın sınıfına girmeyen ve zehirli gaz çıkaran bir malzemedir. Bu sandviç paneller genelde ısı yalıtımı özellikleri için kullanılmakta olup yangın güvenliği için uygun değildir. (FPA,1999)

Poliizosiyanürat Dolgulu Sandviç Paneller

Bu üründe petrol türevi bir malzemedir. 15 - 30 dakika arasında bir yangın koruma süresi vardır. 30 dakikalık yangın dayanım süresi, yalıtım kalınlığının 100mm olması durumunda sağlanabilmektedir. Bu sandviç paneller de genelde ısı yalıtımı özellikleri için kullanılmakta olup, tıpkı poliüretan dolgulu sandviç panellerde olduğu gibi yangın güvenliği açısından kullanımları uygun değildir. (FPA,1999)

5.3. Çelik Dış Yapı Bileşenlerinde Alınan Yangın Güvenlik Önlemleri

Yapı dışında kalan çelik elemanlar, yangından yapı içinde kalan elemanlara göre daha farklı etkilenirler. Isının yapı dışında kalan elemanlara iletilmesi, alevin davranışlarına, sıcaklık derecesine ve yapı bileşenlerinin pozisyon ve korunmasına bağlıdır. Bu aşamalar, yapıdaki bölmelerin boyutları, yangın yükleri ve pencere açıklıklarının yerleri ve boyutları, yangın davranışı ve alevlerin şekillerinin hesaplanması ile bir ilişki kurulmasını sağlar. (IISI., 1993)

Çelik kolonların yerleri, yangın sıcaklığının etkileriyle ilişkilidir. Yapı dışında bulunan çelik kolonlar içeride bulunanlara göre daha soğuk olacaktır. Bu da onun korumasız olarak kullanımına olanak sağlamaktadır. Ancak bu elemanların çıplak olarak kullanılması, kolonun bina yüzeyinden uzaklığı ile

pencere ve açıklıklarla olan mesafesiyle yada bir kalkanla korunması ile mümkündür. (IISI., 1993)

5.4. Çelik Yapı Bileşenlerinin Birleşimlerde Alınan Yangın Güvenlik Önlemleri

Birleşimleri; birleşen elemanları gerektiğinde tahrip etmeksizin ayırabilecek tarzda sökülebilir bağlantılar ve elemanların ayrılmasının ancak tahribatla olabileceği tarzda sökülemez bağlantılar olarak gruplamak mümkündür. Birinci grubun en önemli olanı, çok sıkça kullanılan cıvata ve somun kullanılarak yapılan bağlantılardır. İkinci grup ise perçinleme, yapıştırma, lehim ve kaynak bağlantılardır. (Toptaş, A., 1998)

Çelik yapı bileşenlerinin birleşimlerinin görevi, herhangi bir şekilde bir araya getirilmiş yapı bileşenlerinde, hem gerekli süre içerisinde hem de yeterli dayanıklılıkta kuvvet aktarımını garanti etmektir. Ayrıca yangın dayanımı olarak da burada kullanılan birleşim malzemelerinin, yapı bileşenlerinin gösterdikleri tutumu göstermesi arzu edilir. Farklı sıcaklık dayanımlarına sahip olmaları halinde, bina daha fazla yangına dayanabileceği halde bu birleşimlerde kullanılan çeliğin düşük sıcaklıklarda dayanımını kaybetmesi, binanın erken çökmesine neden olacaktır. (Toptaş, 1998)

Birleşimlerin yalıtımı en az yapı bileşenlerinin yalıtım kalınlığında olmalıdır. Bu durumda bu bölümler için özel tasarımlar yada ürünler gerekmeyecektir. (Arda, Yardımcı, 1995)

6. BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Proje Konusu	:	Lütfü Kırdar Uluslararası Kongre Merkezi Ek Kongre Salonu ve Sergi Sarayı
Yapım Tarihi	:	1999 - 2000
Yapım Yeri	:	İstanbul – Türkiye
Toplam Kapalı Alan	:	Brüt 14500 m ²
Mimar ı	:	Murat Artu

Lütfü Kırdar Uluslararası Kongre Merkezine Ek Kongre Salonu ve Sergi Sarayı yapımındaki amaç; kongreler öncesinde veya sonrasında yapılacak sergiler, fuarlar ve katılımcılar için verilecek yemek gibi organizasyonlarda kongre merkezine hizmet edecek, aynı zamanda bağımsız olarak da daha küçük ölçekli kongre, sergi ve fuarların yapılabildiği bir merkezin ihtiyacıdır. Seçilen uygulama örneğinin mimari projeleri EK 7’de verilmiştir.

Lütfü Kırdar Uluslararası Kongre Merkezi Ek Kongre Salonu ve Sergi Sarayının örnek olarak seçilmesinin nedeni, taşıyıcı sisteminin tamamen çelik profillerden oluşması, sergi ve fuar zamanlarında insan yükünün çok artması ve her yapıda olduğu gibi bu yapıda meydana gelebilecek yangın olasılığının varlığıdır.

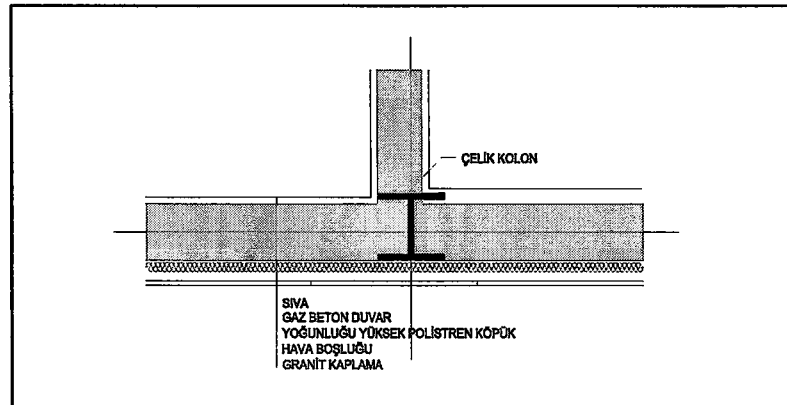
Ek kongre salonu ve sergi sarayı, kongre merkezi ile hem birlikte hem de bağımsız olarak çalışabilecek şekilde planlanmıştır. Gerektiğinde 5000 kişiye yetebilecek bir restoran olarak kongre merkezine hizmet etmekte veya bağımsız olarak sergi ve kongreler düzenlenebilmektedir. Kongre merkezi ile ilişki, iki yapı arasındaki kot farkı nedeniyle merdiven kovanıyla sağlanmaktadır. Ayrı bir ana giriş mevcut olup, bağımsız olarak hizmet olanağı da sağlamıştır. Ayrıca, yönetim için ofisler, kongreler için simultane, ışık ve ses odaları gibi teknik hacimler, hazırlık ve toplantı odaları da yapı içinde mevcuttur.

Yapıda, planlama aşamasında –5.02 kotunda düşünülen 126 araçlık otopark, daha sonradan alınan bir kararla fuar salonuna dönüştürülmüştür. Bu hacmin projede otopark olarak tasarlanması, tesisat projesinde de su ile çalışan sprinkler sistemi kurulmasını gerektirmiş ve yapının inşasında da bu sprinkler sistemi uygulanmıştır.

Yapının tamamı çelik taşıyıcılı olup, temel ve istinat duvarları betonarmedir. Kolon, kiriş sisteminde kullanılan çelik ağır hadde profillerden oluşturulmuştur. Döşemelerin tamamı trapez olup, duvarlarda ise, soğuk bükme çelik sac taşıyıcılı, üstü alçı kaplama hafif bölme duvarlar ve gaz betondan oluşan duvarlar olmak üzere iki sistem kullanılmıştır.

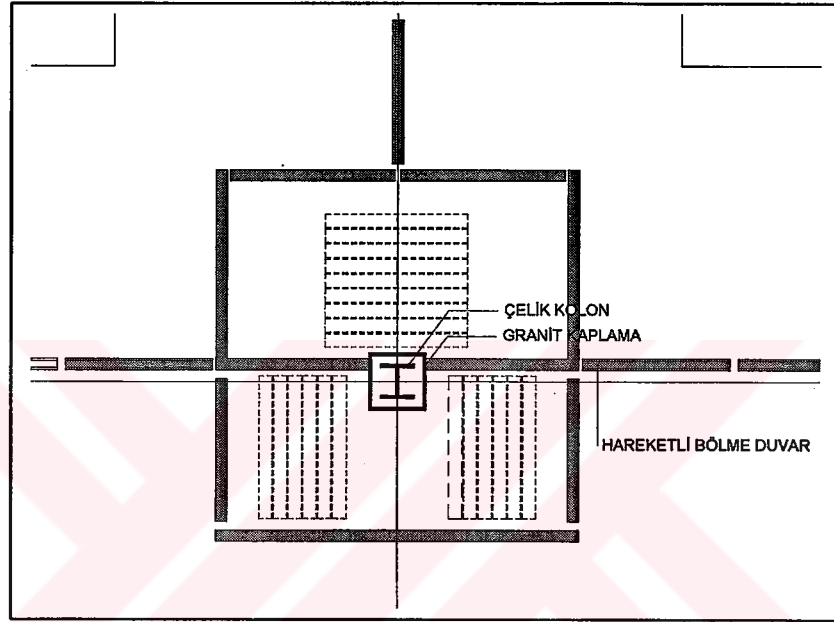
Kolonlar

Yapıdaki kolonların tamamı hadde çelik I profillerden oluşmaktadır. Yapının –5.02 kotunda fuar salonunda bulunan kolonlar; 9 metre aralıklı bir aks sistemine oturmaktadır. Ana sergi salonundaki aks aralığının en geniş açıklığı ise, 27.5 metreye ulaşmaktadır. Bu aks aralığının getirdiği avantaj ile geniş bir sergi salonu elde edilmiştir. Sergi salonun da kolonların etrafına yerleştirilen katlanır paravan sistemiyle, daha küçük sergilere yada farklı birkaç serginin aynı mekan içinde yapılmasına olanak sağlayacak düzen oluşturulmuştur. (Şekil 6.2.)



Şekil 6.1. Duvar içinde kalan çelik kolon

Yapıda açıkta kalan ve görünen tüm kolonlar granitle kaplanmıştır. Granit kaplamanın hem bitiş elemanı olarak hem de yangın dayanımı olarak özellikleri onu bu yapıda en uygun malzeme olarak ön plana çıkarmıştır. Diğer uygulamalarda ise kolonlar gaz beton duvarlar içinde kalmakta yada alçıpan ile kaplanmaktadır. (Şekil 6.1.)



Şekil 6.2. Hareketli bölme duvarların kolon etrafında toplanması

Kirişler

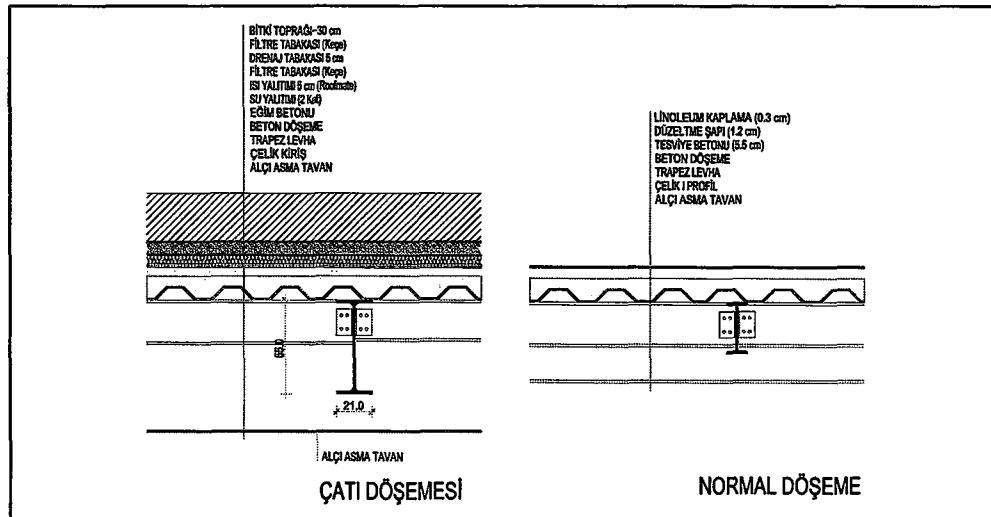
Yapıdaki kirişler, haddelenmiş ve kaynakla birleştirilmiş I profillerden oluşmaktadır. Aks aralıklarına göre boyutları değişmektedir. En geniş aks aralığı 27.5 m ile sergi salonundadır. Bu kirişler, kaynakla birleştirilmiş olup kesit yüksekliği 100 cm. dir. Kirişlerde özel bir yangın yalıtım önlemi alınmamıştır. Kirişlerin tamamı döşeme altında açıkta bırakılarak, (Şekil 6.3.) alçı ve taş yünü asma tavan ile görüntüsü kapatılmıştır. Dolayısıyla, yapının tamamında asma tavan uygulanması ve malzemelerinin de alçı ve taş yününden seçilmesi, kirişleri bir ölçüde olası bir yangından koruyacaktır. Ancak asma tavanların birleşimlerinde hiçbir yalıtım önlemi alınmaması nedeniyle, kirişler doğrudan ateşe yada yüksek sıcaklıktaki gazların etkilerine

maruz kalacaktır. Bu da kirişlerin yangın dayanım sürelerini düşürecektir. Ayrıca kaynakla birleştirilmiş kirişlerde, kaynak yerlerindeki kalifiye işçilik, kirişlerin yangın dayanımını da etkileyecektir.

Döşemeler

Yapıdaki bütün döşemelerde, hızlı inşa edilebilme ve gereken donatının azlığı nedeniyle kompozit trapez döşemeler tercih edilmiştir. Katlar arasındaki döşemelerinin üst kaplamaları, mekanların fonksiyonlarına göre halı, seramik, linolyum v.b. gibi değişik malzemelerden oluşmaktadır. Ancak çatı döşemesi, üstünün bitkilendirilmiş olarak kullanılacak olması nedeniyle, farklılaşmıştır. (Şekil 6.3.)

Bu yapıda döşemelerin kompozit döşeme seçilmesi olumlu bir özellik olarak görülmekle birlikte, trapez şeklinin farklı (kırlangıç v.b.) seçilmesiyle de döşemenin yangın dayanım özelliklerini artırmak mümkün olacaktır. Çatı döşemesinin kompozit olması ve üstünde bir bahçenin bulunması, buradaki döşemenin olası bir yangında sıcaklık artışını engelliyebileceğinden olumlu olarak görülmektedir. Ayrıca yapının tamamında alçı ve taş yünü asma tavan uygulanması, döşemelerin korunmasına da yardımcı olacaktır. Ancak birleşimlere gerekli özenin gösterilmemiş olması binanın yangın güvenliğini olumsuz yönde etkileyecektir.



Şekil 6.3. Döşeme tipleri

Duvarlar

Yapının dış duvarlarında, teknik ve ıslak hacimlerin duvarlarında, gaz beton bloklardan oluşan duvarlar kullanılmıştır. Diğer duvarda ise hafif çelik taşıyıcılı, plaka kaplamalı bölme duvarlar kullanılmıştır. Ancak bazı ıslak hacimlerde hafif bölme duvarlar kullanılmıştır. Yapıda kullanılan hafif bölme duvarlarda, alçıpan plakalar hafif çelik taşıyıcının her iki tarafına da uygulanmıştır. Arada kalan boşluğa ise, 5cm cam yünü ses yalıtımı konulmuştur. Üst kaplaması ise mekan özelliklerine göre değişmektedir. Sözü edilen kaplamalar, plastik boya, seramik, laminat kaplama ve granit kaplama v.b. gibi bitiş malzemeleridir.

Bölme duvarların bu şekilde detaylandırılması yangın yalıtımı açısından olumlu görülmektedir. Hafif çelik taşıyıcıların arasına, ses yalıtımı için konulan cam yününün aynı zamanda yangın dayanım özelliklerini de artıracaktır. Ancak bazı kaplama malzemelerinin yanıcılık özellikleri ve alçı plakaların birleşimlerinde yalıtım önlemlerinin olmaması bu duvarların performansını etkileyecektir.

İncelenen bu yapıda özellikle kirişler 27.5 m gibi çok geniş açıklıklar geçmelerine rağmen, sadece altında bulunan asma tavanla yangına karşı korunmaktadır. Yangın sırasında tavanda toplanan yüksek sıcaklıktaki gazların neden olacağı bir patlama ile bu asma tavanlar tahrip olabilir, kirişler ise doğrudan ateşe yada yüksek sıcaklığa maruz kalabilirler. Böyle bir durumda ise kirişlerin çökmesi mümkün olabilecektir. Sergi ve fuar zamanlarında salonda toplanan insan sayısının yüksekliği de göz önünde tutulduğunda bu yapıdaki kirişlerin özel olarak yalıtılmaması, yapının yangın güvenliğinin en zayıf noktasını oluşturmaktadır.

Binada çok sayıda kaçış yolunun bulunması ve çok katlı olmaması, binanın yangın güvenliği açısından son derece olumludur. Ancak bu yapının tasarım ekibinde bir yangın mühendisinin yer almamış olması nedeniyle yapının yangın yükü hesaplanamamıştır. Dolayısı ile pasif ve aktif yangın güvenlik

önlemlerinin yeterli olup olmadığının bu yapıda kesin olarak ortaya konulması mümkün olamayacaktır.



7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çelik, binaların taşıyıcı sistemleri için vazgeçilemez bir yapı malzemesidir. Günümüzde ülkemizdeki kullanımı çok yaygın olmasa da diğer yapı malzemelerine göre, yüksek yapım hızı, yük taşıma kapasitesi ve depreme dayanıklılığı gibi avantajları ile taşıyıcı sistemlerde kullanımının hızla artacağı, görünen bir gerçektir. Ancak, bu yapıların yangın karşısındaki zayıflıkları ise göz ardı edilmemelidir.

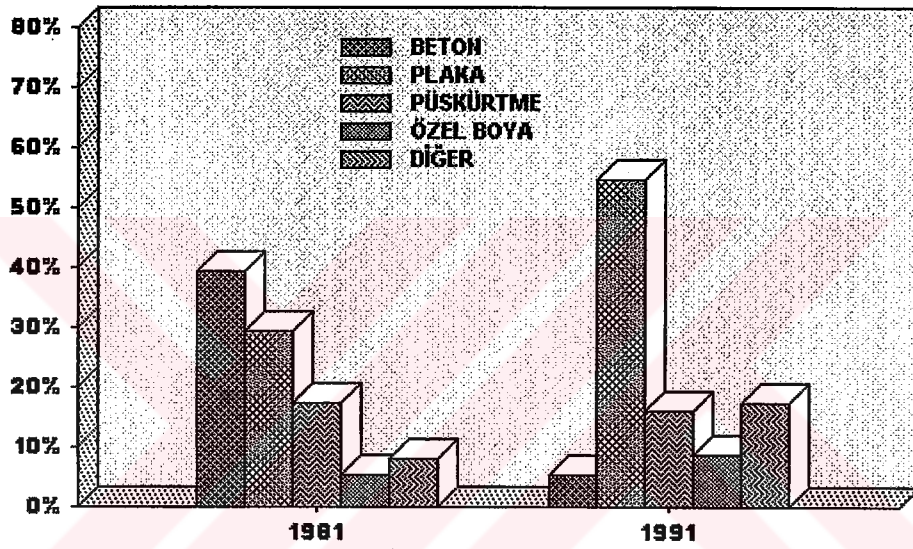
Ne yazık ki günümüzde ülkemizde: inşa edilen çelik yapıların çoğunda yönetmelik eksiklikleri ve yaptırımın yetersizliği nedeniyle yangına karşı koruma yapılmamaktadır. Çoğu yatırımcı da yangın güvenlik önlemlerini ek bir maliyet olarak görmektedir.

Gelişmiş ülkelerde hazırlanan çok sayıda standart ve yönetmelikle yangın güvenliğine oldukça önem verilmiştir. Özel konutlarda yada kamuya açık mekanlarda yangın güvenlik önlemi olarak uygulanması gerekli düzenlemeler açık olarak belirtilmiştir. Hem yapımcı, hem de denetim açısından kolaylık ve netlik sağlanmıştır.

Yurt dışında itfaiye teşkilatları binalarda ve diğer yapılarda yangından korunma ve kurtarma önlemlerini kontrol ve düzenlemekle görevlendirilmişlerdir. Bir yapının planı ilk önce Belediye yapı işlerine daha sonrada itfaiyeye gelmektedir. İtfaiyede bina alanı incelenerek kanunlara ve yönetmeliklere uygunluğuna bakılmakta ve yangın güvenlik önlemleri yeterli ise onaylanmaktadır.

Şekil 7.1. de İngiltere’de 1981 ila 1991 yıllarında çelik yapılarda kullanılan yangın yalıtım türleri arasındaki tercih oran farklılıkları gösterilmektedir. Bu şekilde görüldüğü gibi 1981 de betonla yapılan yalıtımlar % 40 dan %10’a düşerken, plakalar ile yapılan yalıtımlar ise %30’dan % 60’a çıkmıştır. Bu

durumun nedenlerinin başında zaman, işçilik ve yangın güvenliğinde gösterdikleri performans gelmektedir. Profilleri beton ile kaplamak için kalıp kurmak, bazen de donatı çubukları eklemek gerekmektedir. Ancak, plakalarda böyle problemler yoktur. Plakalar doğrudan çelik yüzeyine ve birbirlerine çelik tellerle tutturulması gibi basit yöntemlerle çok kısa sürede uygulanmaktadırlar. Püskürtme sistemlerin oranının değişmemesinin nedeni, kısıtlı kullanım alanlarının olmasıdır. Özel boyaların az tercih edilmelerinin nedeni ise, yüksek maliyetleridir



Şekil 7.1. İngiltere'deki yangın yalıtım uygulamalarının 1981-1991 yılları arasındaki tercih oranları (//fatihakbay.tripod.com)

Çizelge 7.1.'de ise yangın yalıtım türlerinin sağladıkları yangın dayanım süreleri görülmektedir. Örneğin; korumasız çelikler 30 dakikalık yangın dayanımı sağlamaktadır. Ancak, yapısal özelliklerine ve kesit faktörüne göre bu süre 60 dakikaya kadar çıkabilmektedir.

Ülkemizde de yangın, ilgili kurumların hazırladığı tek ve kapsamlı bir yönetmelikle ele alınmalıdır. Belediyelerin kendilerine ait imar yönetmelikleri ise bu yangın yönetmeliğini referans olarak göstermelidirler. Bunlara ilave olarak yasal düzenlemelerle söz konusu bu yönetmeliğe uyum zorunlu

Çizelge 7.1. Yangın yalıtım türlerinin, yangın dayanım süreleri

YANGIN YALITIM TÜRLERİ	YANGIN DAYANIM SÜRELERİ				
	F30	F60	F90	F120	F180
KORUMASIZ ÇELİKLER					
BETON KOMPOZİT SİSTEMLER					
SU DOLAŞIMI İLE KORUMA					
TAŞ ve TUĞLA İLE KORUMA					
SIVA İLE KORUMA					
PÜSKÜRTME SİSTEMLER					
BOYA İLE KORUMA					
PLAKALAR İLE KORUMA					
KOMPOZİT PANELLER					

tutulmalı ve projelerin yangın yönetmeliğine uygunlukları İtfaiyelerce denetlenmelidir.

Yangın sorununun ciddiyeti ve bu konudaki yetişmiş insanların azlığı üniversitelerde yangın mühendisliği bölümlerinin kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Yangın, üniversiteler ve özel sektör işbirliği ile laboratuvar ortamında incelenmeli, yangın güvenliğinde yeni teknolojiler geliştirilmeli ve endüstriye doğrudan katılmalıdır.

Bu tezde, yangın güvenlik önlemleri, sadece çelik taşıyıcılarda alınacak önlemler ile sınırlı tutulmuştur. Oysa yangın güvenliği, kaçış yollarının planlanmasından, pencere boyutlarına ve yapıda kullanılacak malzemelerin özelliklerine kadar bir bütündür. Bu önlemlerin kısmen uygulanması ise yangınla mücadelenin kaybedilmesine neden olabilecektir. Dolayısı ile bütünün diğer parçalarının, başka araştırmacılar tarafından ele alınması konunun ciddiyeti açısından zorunlu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anon, ASTM, 1990, E 119 test methods for fire tests of building construction and materials, **ASTM**, Philadelphia.
- Anon, BİB., 1997, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, **Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, Ankara
- Anon, FPA, 1999, The design guide for the fire protection of buildings 2000:, **Fire Protection Ass.**, London
- Anon, GA, April 1992, Fire resistance design manual. **Gypsum Ass.**, USA.
- Anon, IISI., 1993, International fire engineering design for steel structures: state of the art, **International Iron and Steel Institute**, Brussels.
- Anon, İBB., 1994, Yangından koruma yönetmelikleri, **İstanbul Büyükşehir Belediyesi**, İstanbul.
- Anon, NFPA, 1985, Standard on types of building construction. : **National Fire Protection Ass.**, Quincy, MA, USA
- Anon, NFPA, 1986, Fire Protection Handbook. , **National Fire Protection Ass.**, USA.
- Anon, UL 1998, Fire resistance directory, Volume 1, **Underwriters Laboratories Inc.**, Illinois,
- Anon, SSGB., 2001, Binaların yangından korunması hakkında yönetmelik, **İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü**, Ankara
- Anon, SPCE, 1990, Steel and fire safety , a global approach , **Steel Promotion Committee of Eurofer** ,Belgium.
- Anon, TYÇDY., 2001, Çelik yapılar, **Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını**, Nisan, İstanbul.
- Anon, TS 1263, 1983, Yapı elemanlarının yanmaya dayanıklılık sınıfları ve yanmaya dayanıklılık deney metotları, **TSE.**, Ankara
- Anon, TS 825, 1999, Binalarda ısı yalıtım kuralları, **TSE.**, Ankara

- Akincitürk, N., 2000, Yangın güvenlik kongresi bildiriler kitabı, **Tübitak, Mam Teal Müd.**, Bursa.
- Akyüzalp, L., 1998, Yayınlanmamış, Y.L. Tezi: Yangın tehlikesi yangından korunma ve güvenlik önlemleri, **Marmara Üni.** İstanbul.
- Arda, T. S., Yardımcı, N., 1995, Çelik yapı elemanlarının yangın mukavemeti, **Akbasım.** İstanbul.
- Aydın, U., 1994, Yayınlanmamış, Y.L. Tezi: Yapı elemanlarının yangına dayanıklılık testleri, **İ.T.Ü.** İstanbul.
- Aydın, N. C., 1998, Yayınlanmamış, Y.L. Tezi: yangının çelik taşıyıcı sistemler üzerine etkisi ve bir uygulama örneği, **İ.T.Ü.**, İstanbul.
- Barnett, C., 1992, Fire safety in tall buildings, **McGraw-Hill**, New York.
- Berklin, Y., 1994, Yayınlanmamış, Y.L. Tezi: Architectural utilization of structural steel, **O.D.T.Ü.** Ankara.
- Bilal, F., 2000, Pasif yangın yalıtımı, **Yangın ve Güvenlik Dergisi**, Sayı: 53, s.138, Kasım / Aralık. İstanbul.
- Boring, D. F., 1981, Fire protection through modern building codes **American Iron and Steel Institute**, Washington D.C.
- Brannigan, F. L., 1982, Building construction for the fire service, **National Fire Protection Assoc.**, Quincy, Mass.
- Delbert, F. B., 1981, Fire Protection Trough Modern Building Codes. **P.E Inc.**, London
- Egan, M. D., 1978, Concepts in building fire safety. **John Wiley & Sons Inc.**, New York.
- Gürdal, E., 1996, Strüktür ve malzemenin yangın karşısında davranışı ve korunumu, Bina yangın güvenliği seminer bildirileri, **Yapı Endüstri Merkezi**, İstanbul
- Harmanty, T. Z., 1993, Fire safety design and concrete. **Longman Scientific & Technical copyright**, England.
- İşikel, K., 1997, Endüstriyel yapılarda çatı ve duvar elemanlarının yangına karşı korunumu, Yangın sempozyumu ve sergisi bildiriler kitabı, **Kimya Müh. Odası**, Ankara.

- Korkut, Ö., 1997, Yangın ve çevre ilişkisi, Yangın sempozyumu ve sergisi bildiriler kitabı, **Kimya Müh. Odası**, Ankara.
- Koyuncu, R., 1985, Yangın koruma, önleme, söndürme teknikleri, **Sivil Savunma Genel Müd.**, Ankara.
- Lie, T. T., 1992, Structural Fire Protection, **American Society of Civil Engineers**, New York, N.Y.
- Morris, W. A., Guidelines for the construction of fire resisting structure elements, **Building Research Establishment Report**, Lancaster.
- Özer, M., 1985, Endüstriyel yangın tehlikeleri ve güvenlik tedbirleri, **Yenilik Basımevi**, İstanbul.
- Öner, Z. İ., 2000, Çelik yapıların yangına karşı korunması, **Seminer Notları**, İstanbul.
- Patterson, J., 1993, Simplified design for building fire safety. **John Wiley & Sons Inc**, New York.
- Reman, O., 2000, Isı-Su İzolasyon Malzemelerinin Sınıflandırılması, **Yalıtım Dergisi**, İstanbul
- Soğukoğlu, M., 1997, Yangın açısından binaların konstrüktif özellikleri, Yangın sempozyumu ve sergisi bildiriler kitabı, **Kimya Müh. Odası**, Ankara.
- Smith, E. E., Harmanty T.Z., 1978, Design of buildings for fire safety, **ASTM**, Boston.
- Stollard, P., 1991, Fire from first principles : A design guide to building fire safety, **Chapman & Hall Inc.**, London ;New York.
- Stollard, P., 1994, Design against fire : An introduction to fire safety engineering design, **E & FN Spon Inc.**, London ;New York.
- Sunar, Ş., Şubat 1981, Yangından korunma ve bina yangın güvenliği, **İ.T.Ü Mim. Fak.**, İstanbul
- Toker, O., 1997, Aktif güvenlik sistemlerinde entegrasyon ve senaryolar, Yangın sempozyumu ve sergisi bildiriler kitabı, **Kimya Müh. Odası**, Ankara.
- Toptaş, A., 1998, Çelik ve ısıtım işlem el kitabı, **Prestij Yay.**, İstanbul.

İNTERNET KAYNAKLARI

www.aisc.org ,	American Institute Of Steel Construction
www.bcsa.org.uk ,	British Condtructional Steel Association
www.cimentas.com ,	Çimentaş
www.glacierbay.com ,	Glacier Bay Inc.Thermal And Environmental Control Technologies
//fatihakbay.tripod.com ,	Fatih Akbay
www.izocam.com.tr ,	İzocam
www.nfpa.org ,	National Fire Protection Association
www.steel.org ,	American Iron And Steel Institute
www.tepe-knauf.com ,	Tepe-Knauf Co.
www.tse.org.tr ,	Türk Standartları Enstitüsü
www.tucsa.org.tr ,	Yapısal Çelik Derneği
www.ul.com ,	Underwriters Laboratories Inc.
www.worldsteel.org ,	International Iron And Steel Institute

EKLER

EK 1 Haddeleme nedir?

EK 2 Normal Binalarda Kullanılacak Malzemeler İçin Düzenlenen Şartlar

**EK 3 Mağaza Binalarındaki Malzeme Ve Yapı Elemanları İle İlgili
Düzenlemeler**

EK 4 Alçıpan Bölme Duvar Sistemleri Teknik Özellikleri

**EK 5 Lütfü Kırdar Uluslar Arası Kongre Merkezi Ek Kongre Salonu ve Sergi
Sarayı Mimari Projeleri**



EK 1

Haddeleme nedir?

Metallere çeşitli yöntemlerle şekil verme işlemi çok eski zamanlara dayanır. Şekil vermede ilk ana yöntem, metallerin ısıtıldıktan sonra ve ısıtmadan önce olmak üzere şekillendirilmesidir. Metallerin ısıtılmasıyla birlikte moleküllerinin kinetik enerjisi artarak aralarındaki çekim gücünün azalmasına neden olur. Bu sonuç ise metalin kendisine yapılacak tüm fiziki müdahalelere dirençsizlik göstermesidir ki, metallerde ve tüm maddelerde var olan bu özellik sayesinde istenilen şeklin kolaylıkla verilmesini sağlar. Metalin ergitilerek bir kalıp içine dökülüp şekillendirilmesi, ısıtıldıktan sonra dövülerek şekillendirilmesi ve metalin sıkılıp ezilmek suretiyle şekillendirilmesi gibi örnekler verilebilir. Bunlardan ilkinde döküm, ikincisine dövme üçüncüsüne de haddeleme işlemi denmektedir. Metallerin haddeden geçirilerek şekillendirilmesine plastik deformasyon denilmektedir. (Toptaş, A., 1998)

EK 2

Normal Binalarda Kullanılacak Malzemeler
İçin Düzenlenen Şartlar (İBB., 1994)

	BİNA YÜKSEKLİKLERİ			
	KAT SAYILARI			YÜKSEK BİNALAR
	2	3-4	5	
Aşağıda daha yüksek şartlar aranmadığı hallerde kullanılacak yapı malzemelerinde aranan minimum şartlar	B2	B2	B2	B2 İşlenmelerinden sonra da kolay alevlenen (B3 sınıfı) özelliğini sürdüren yapı malzemeleri yapıların inşaatında ve tamirinde kullanılmaz.
Dış duvarların birleşme derzleri için kullanılan malzemeler	B1	B1	B1	B1
Satır 2 deki derzlerin yan tecritleri için malzemeler	B2	B2	B2	B2
Odalardaki duvar kaplamaları	B2	B2	B2	B1 (Tavan alt yüzü A sınıfı ise B2)
Döşeme içindeki veya üstündeki yalıtımlar	B2	B2	B2	B2
F30-A, F30-AB, F90-A sınıfı üzerindeki yalıtımlar	Üzeri > 2 cm kalın şap ile örtülmek şartı ile bu döşemelerde B3 sınıfı yalıtım malzemeleri kullanılabilir.			
Odalardaki tavan kaplamaları	B2	B2	B2	A (Tavan alt yüzü B1 ise B1)
Cephe yalıtım kaplamaları	Bir kattan yüksek binalarda yanıcı ve dökülen cephe kaplamaları kullanılmaz.			
Cephe kaplamaları ve bunların birleştirme elemanları	B1	B1	B1	Boşluklarda A boşluksuzda B1
Dış duvar iç yüz yalıtımı	B2	B2	B2	B1
Cephe yalıtım kaplamaları, alt konstrüksiyonlu	B2	B1	B1	B1 B2 ye izin verilmesi için dış kaplama ile dış duvar arasındaki aralık >4cm olmalı. Pencere ve kapı kasaları A sınıfı malzeme ile örtülmeli

Okul, öğrenci yurtları, büro ve idare yapıları, hastaneler içinde geçerlidir

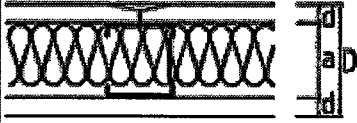
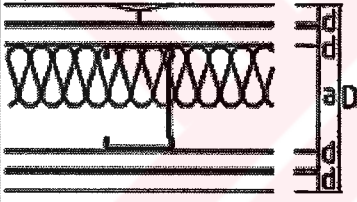
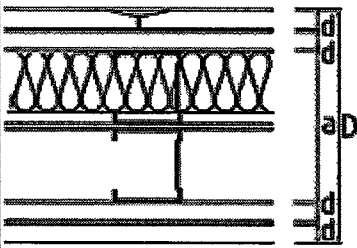
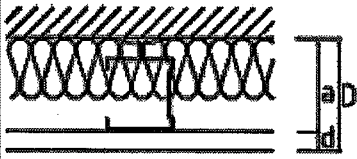
EK 3

Çarşı Yapılarındaki Malzeme Ve Yapı Elemanları İle İlgili Düzenlemeler
(İBB., 1994)

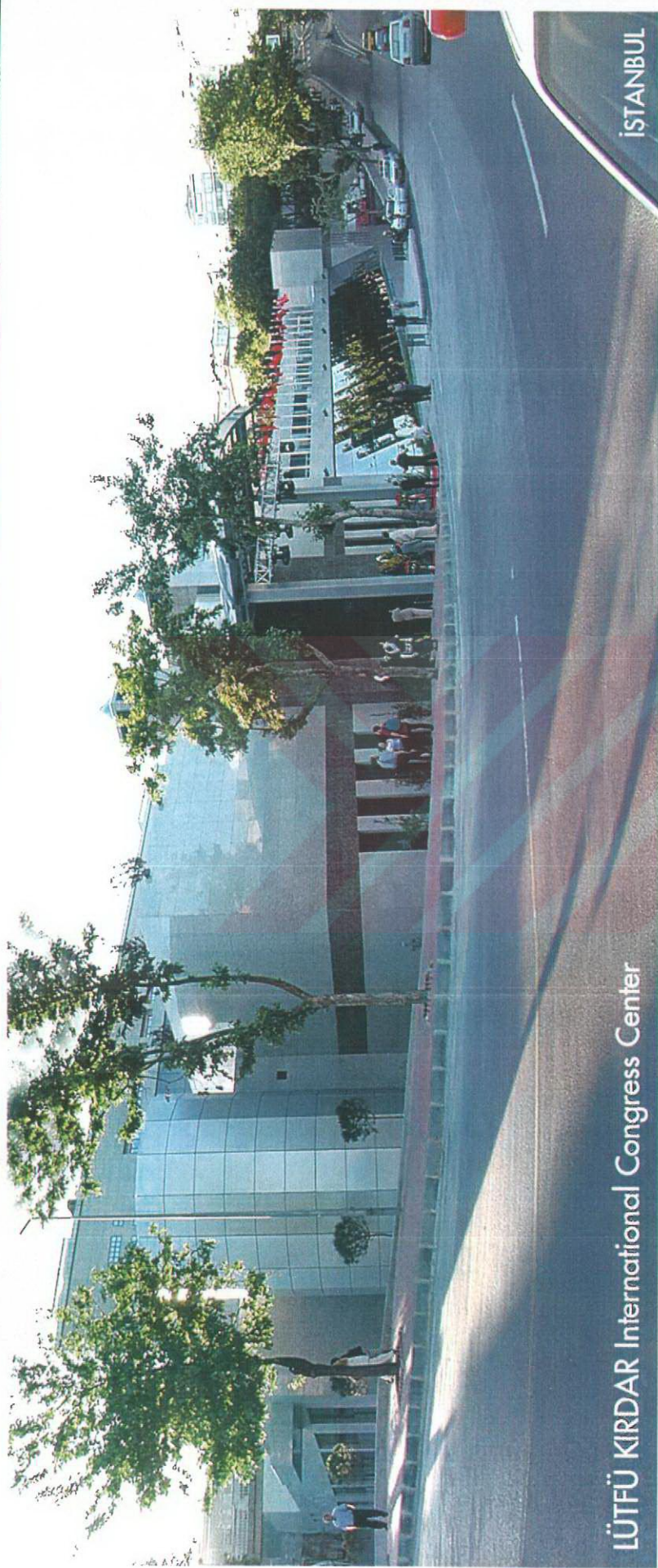
	F90 - A	
	Mağazalarda	Zemin Kat Mağazalarda
Taşıyıcı ve Rijitleştirici Duvarlar ve ayaklar	F90 - A	F90 - A
Taşıyıcı Olmayan Dış Duvar	A	A
Mağaza ve Büro Arası Ayırım Duvarları	F90 - A	F90 - A
Satır 3 deki Ayırım Duvarlarının Camlı Kısımları	F90 - A	F90 - A
Depo ve Atölye Bölümlerinin Kapıları	F90 - A	F90 - A
Satır 3 deki Ayırım Duvarlarının Kapıları	F90 - A	F90 - A
Döşemeler	F90 - A	F90 - A
Duvar ve Döşeme Kaplama ve Yalıtımları	A	A
Yangına Dayanıklı Tavan Döşemesi Olmayan Satış hacimlerini Örtün Çatıların Taşıyıcı Kafesleri	F90 - A	F90 - A
Merdivenler	F90 - A	

EK 4

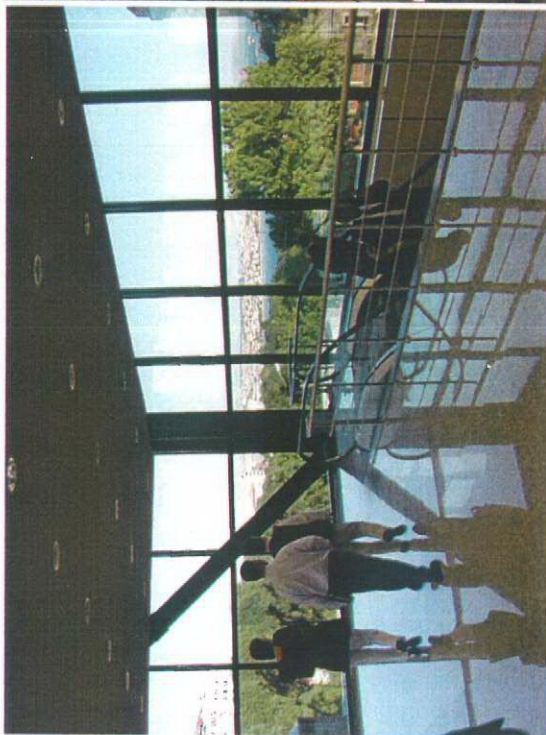
Alçıpan Bölme Duvar Sistemleri Teknik Özellikleri (www.tepe-knauf.com)

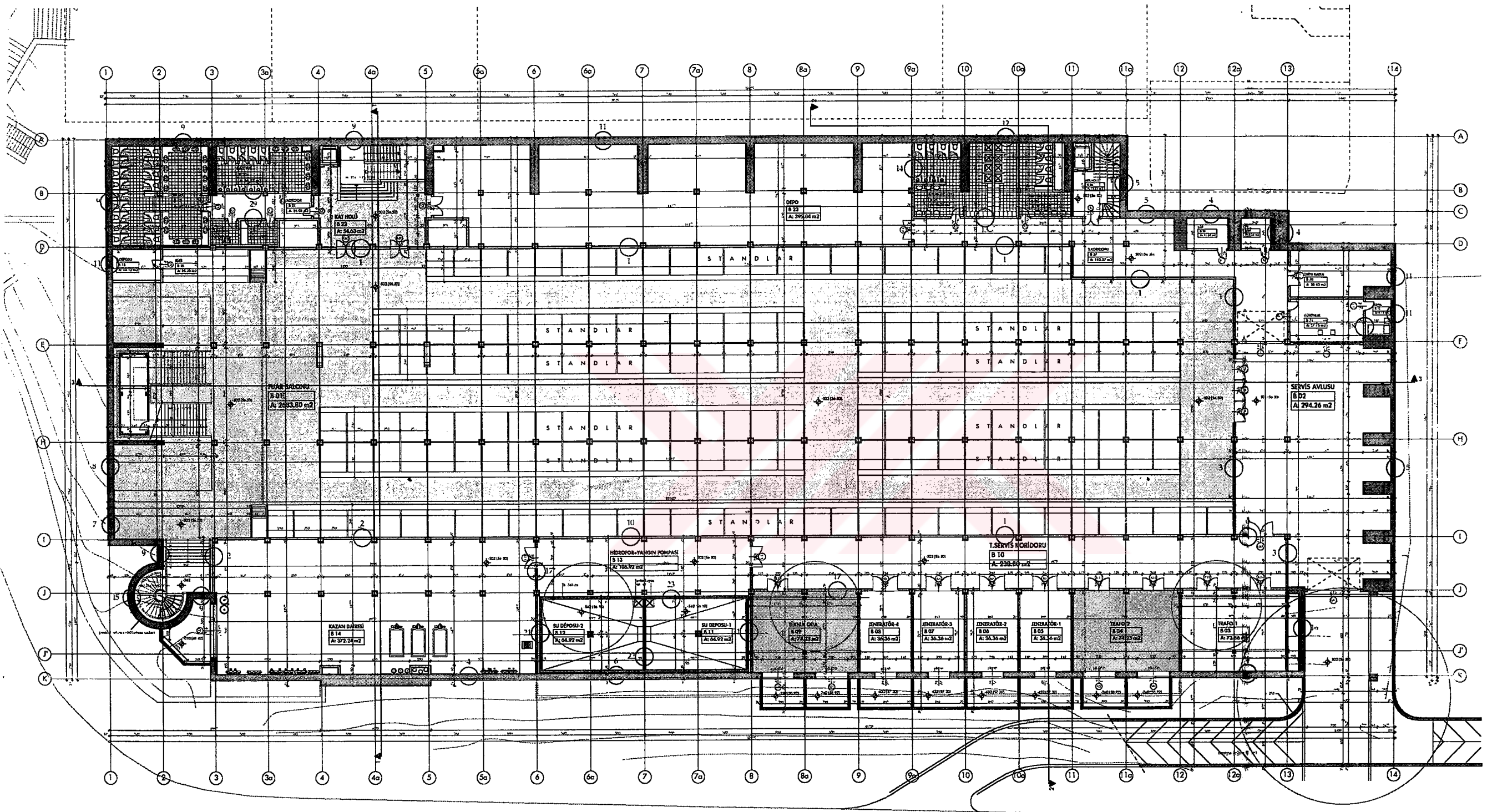
SİSTEM	BOYUTLAR			SES İZALASYONU dB (DIN 4109)	YANGIN DAYANIMI (DIN4102)	AĞIRLIK kg/m ²
	D	a	d			
	mm	mm	mm			
Tek Taşıyıcı – Tek Plaka 	75	50	12,5	45	F 30-A	26
	100	75	12,5	46	F 30-A	26
	125	100	12,5	48	F 30-A	26
Tek Taşıyıcı Çift Plaka 	100	50	2x12,5	49	F 90-A	50
	125	75	2x12,5	49	F 90-A	50
	150	100	2x12,5	50	F 90-A	50
Çift Taşıyıcı – Çift Plaka 	155	105	2x12,5	50	F 90-A	53
	160-210	110-160	2x12,5	49	F 90-A	53
Duvar Kaplama 	62,5	50	12,5	-	-	20
	87,5	75	12,5	-	-	20
	>62,5	<120	12,5	-	-	20

EK 5**Lütfü Kırdar Uluslararası Kongre Merkezi Ek Kongre Salonu ve Sergi Sarayı Mimari Projeleri**

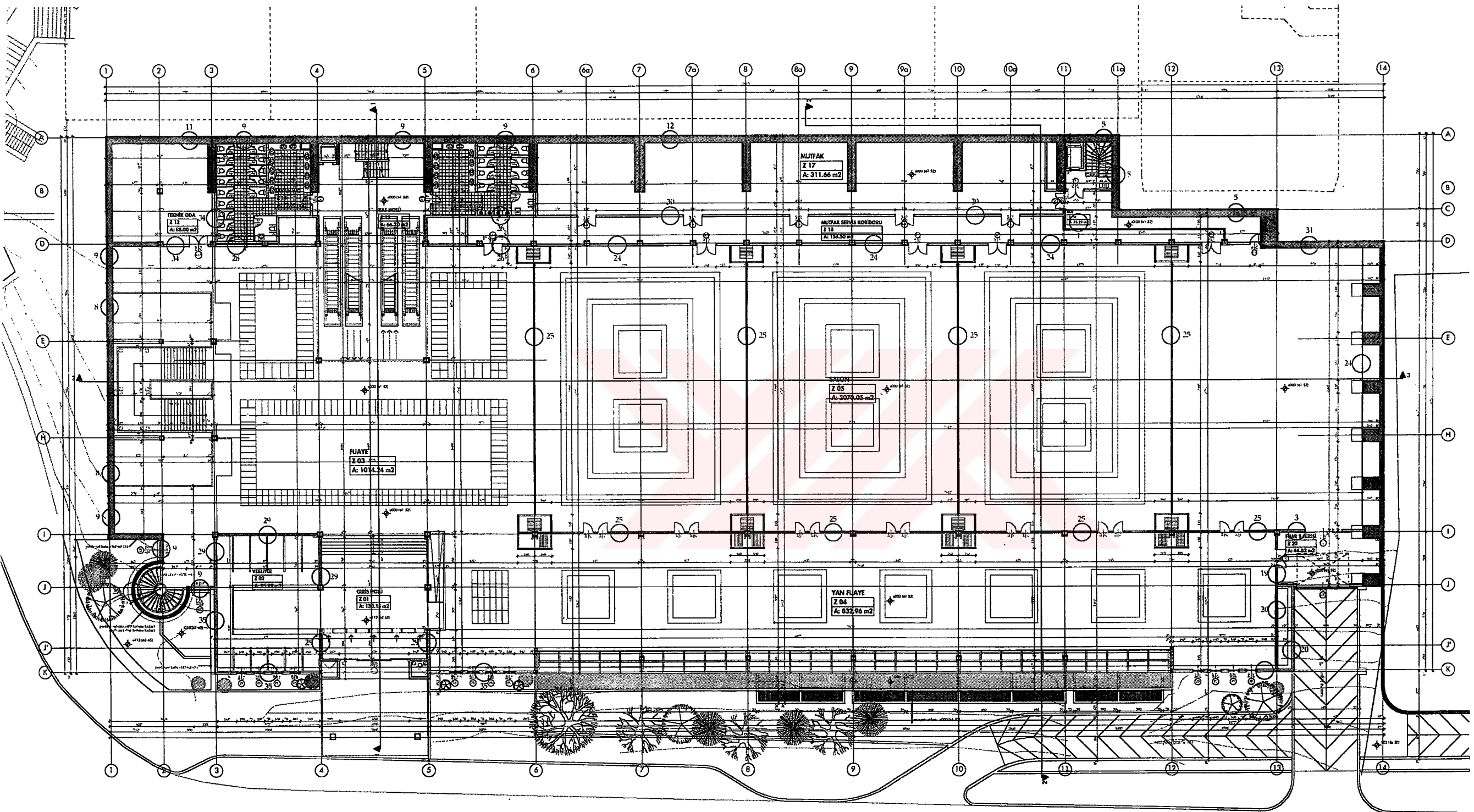


LÜTFÜ KIRDAR International Congress Center

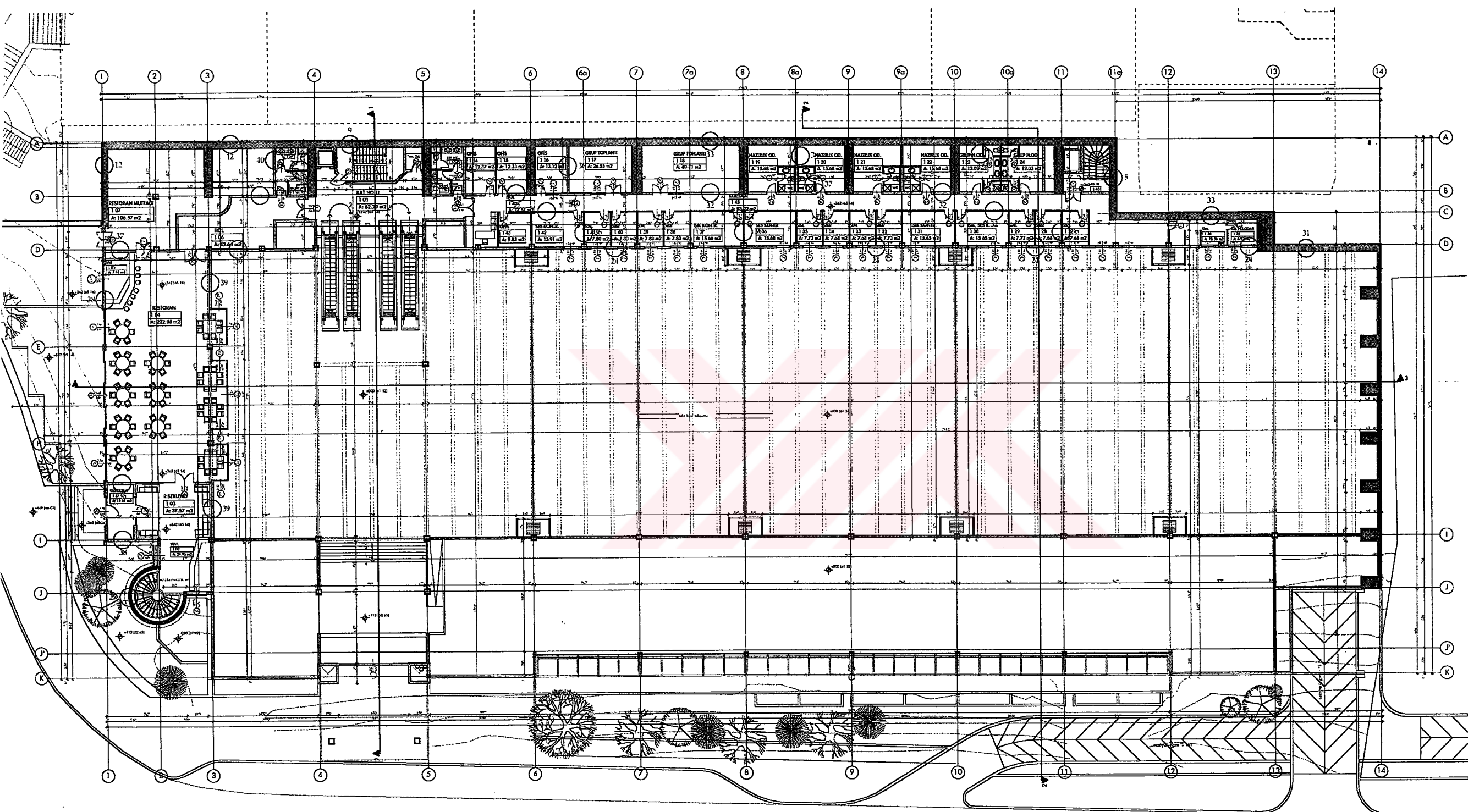




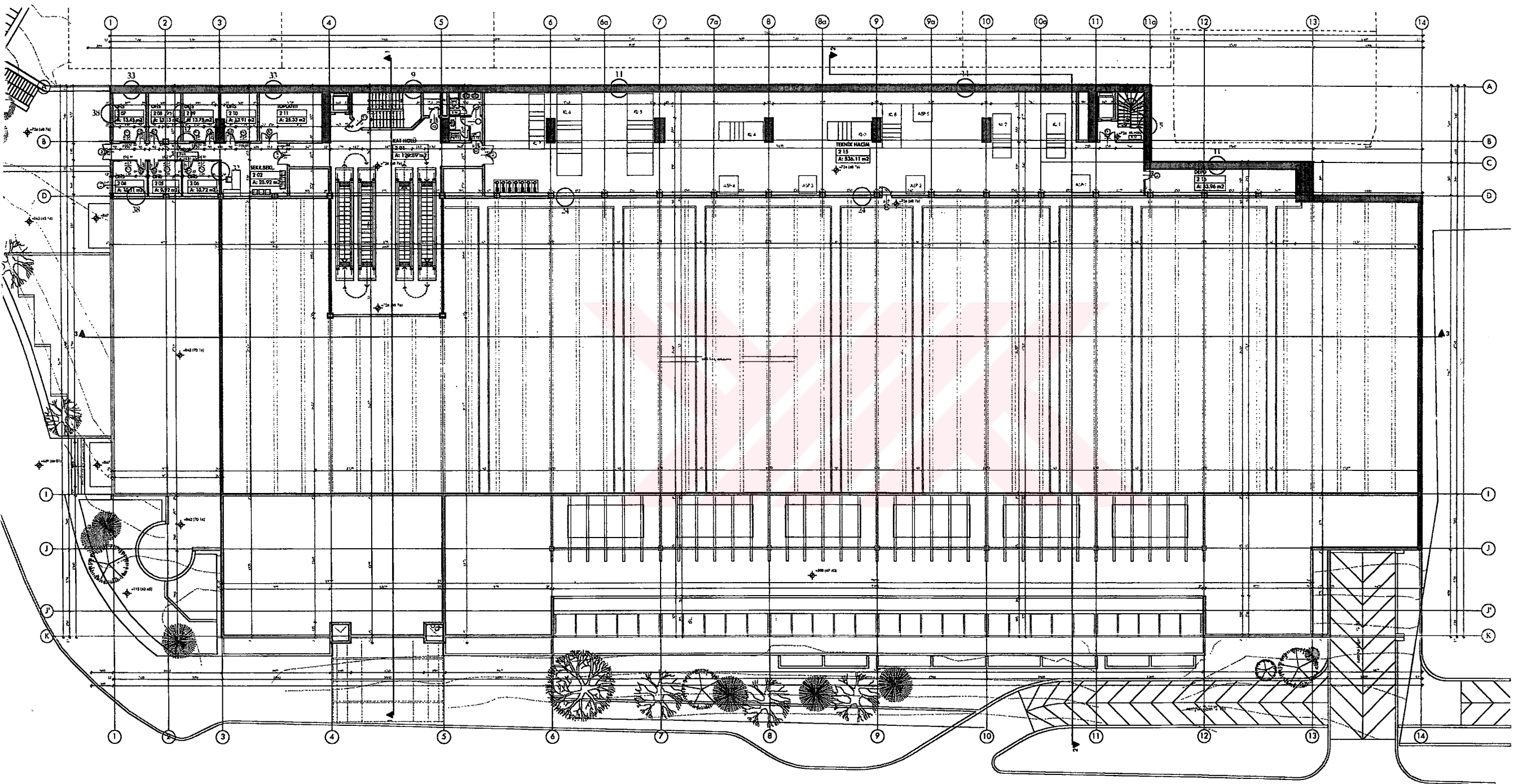
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 21
- 22
- 23



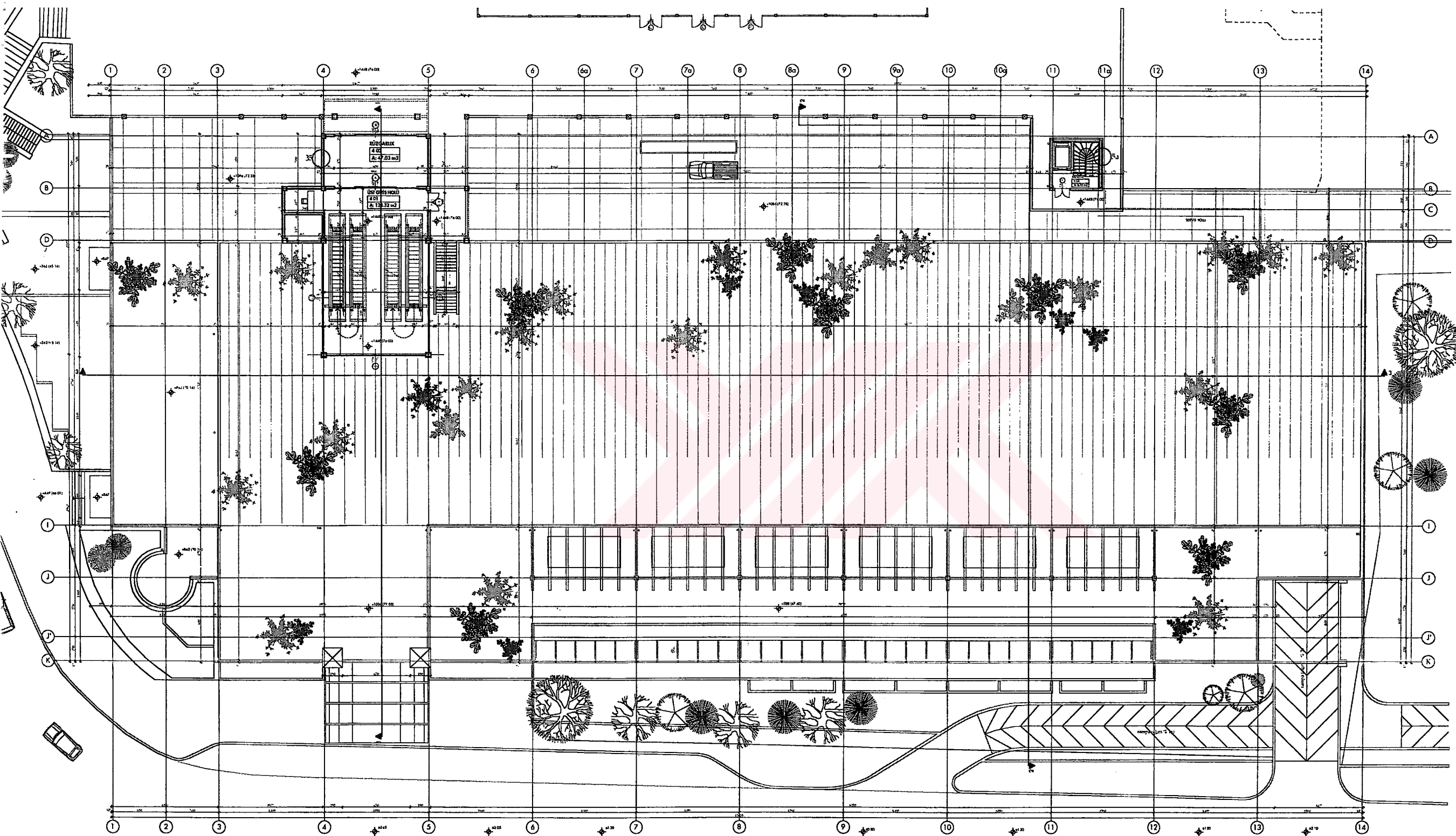
- 1
- 3
- 5
- 8
- 9
- 11
- 12
- 19
- 20
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 34
- 35



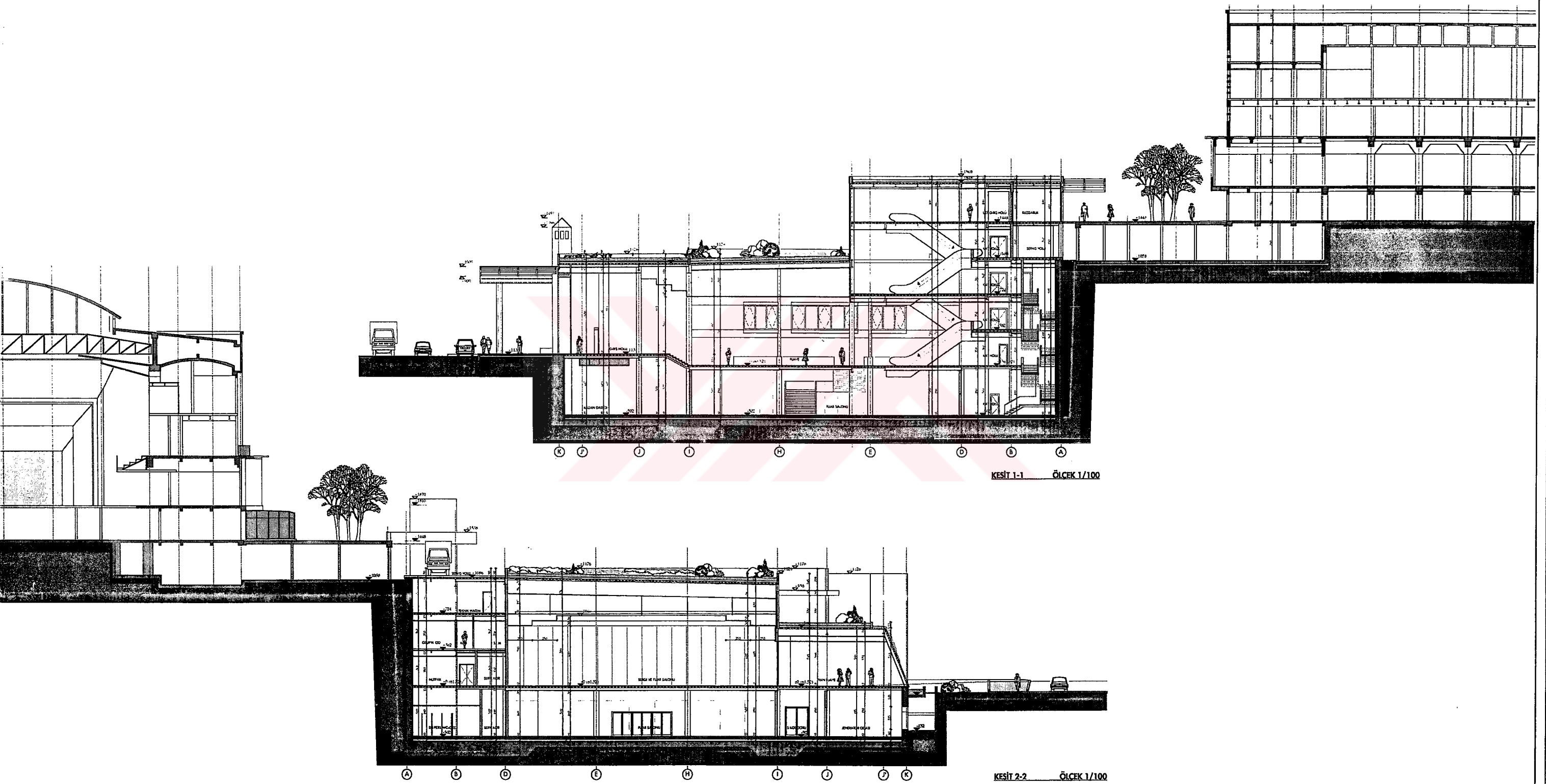
- 5
- 9
- 12
- 24
- 27
- 29
- 31
- 32
- 33
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40

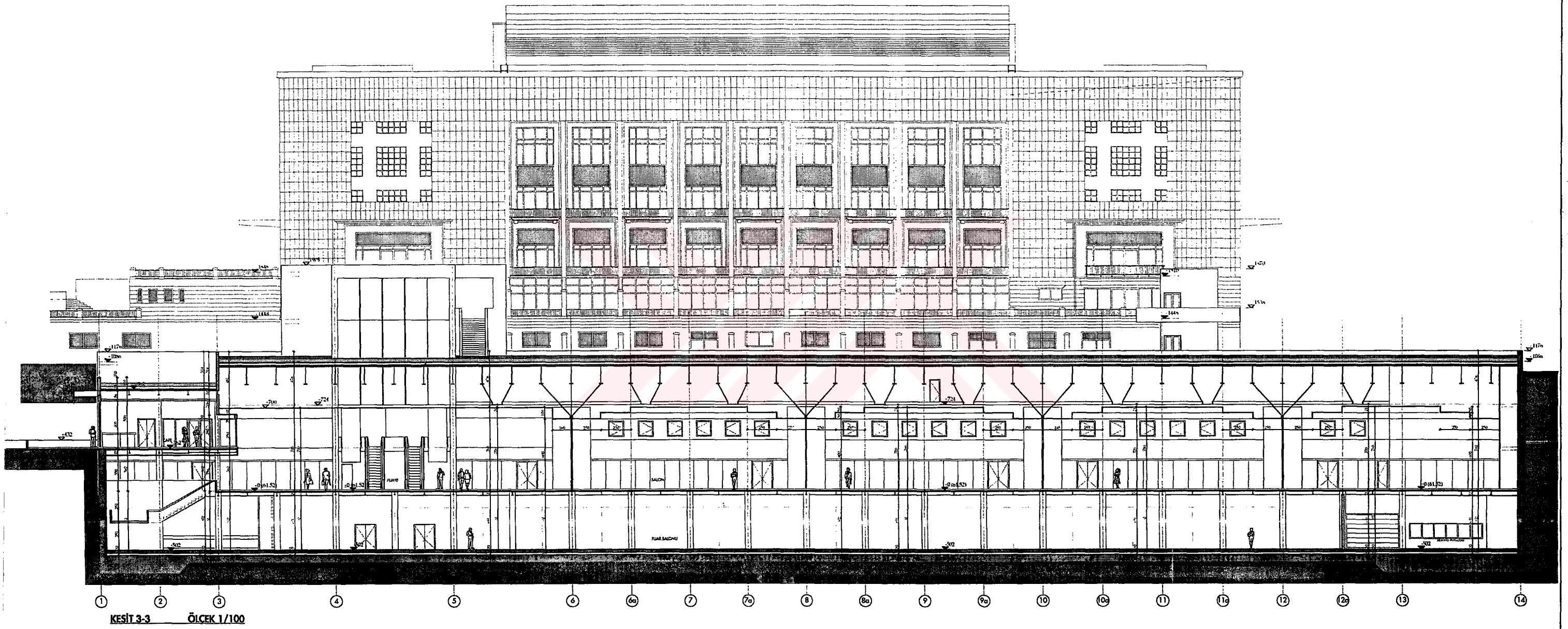


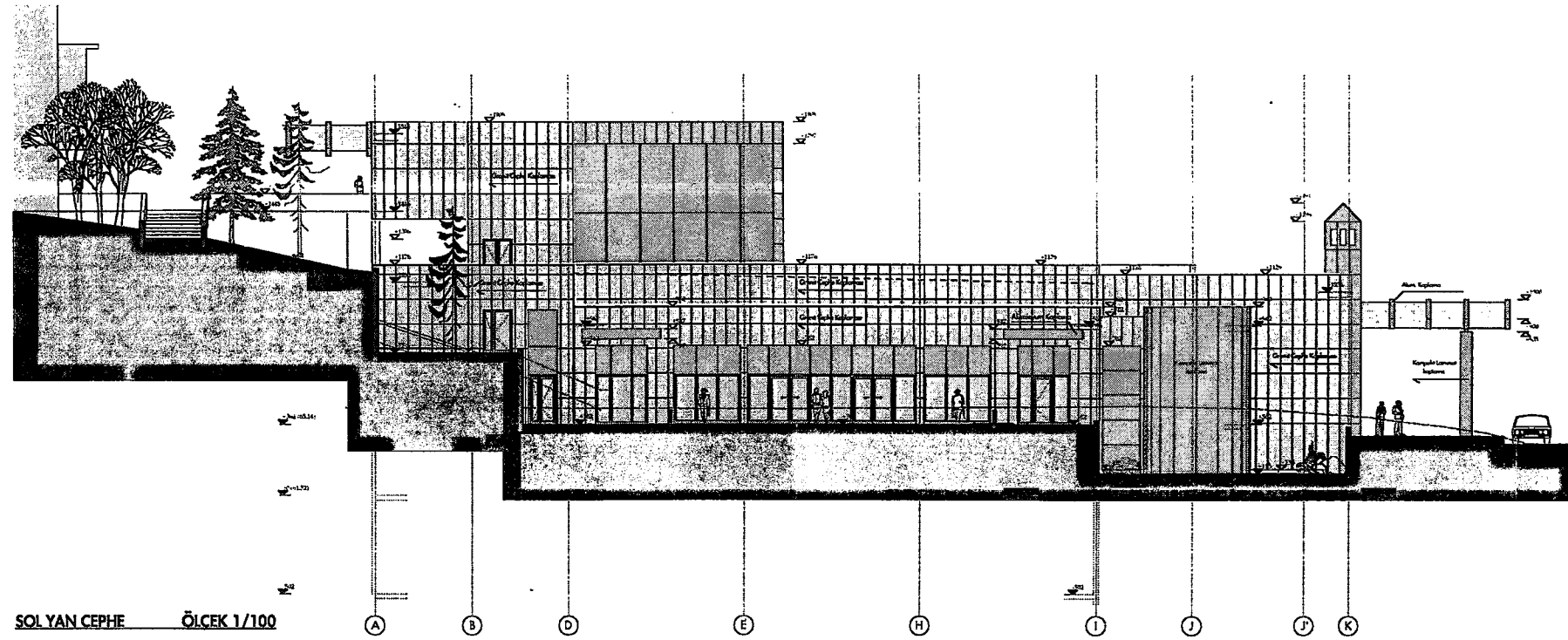
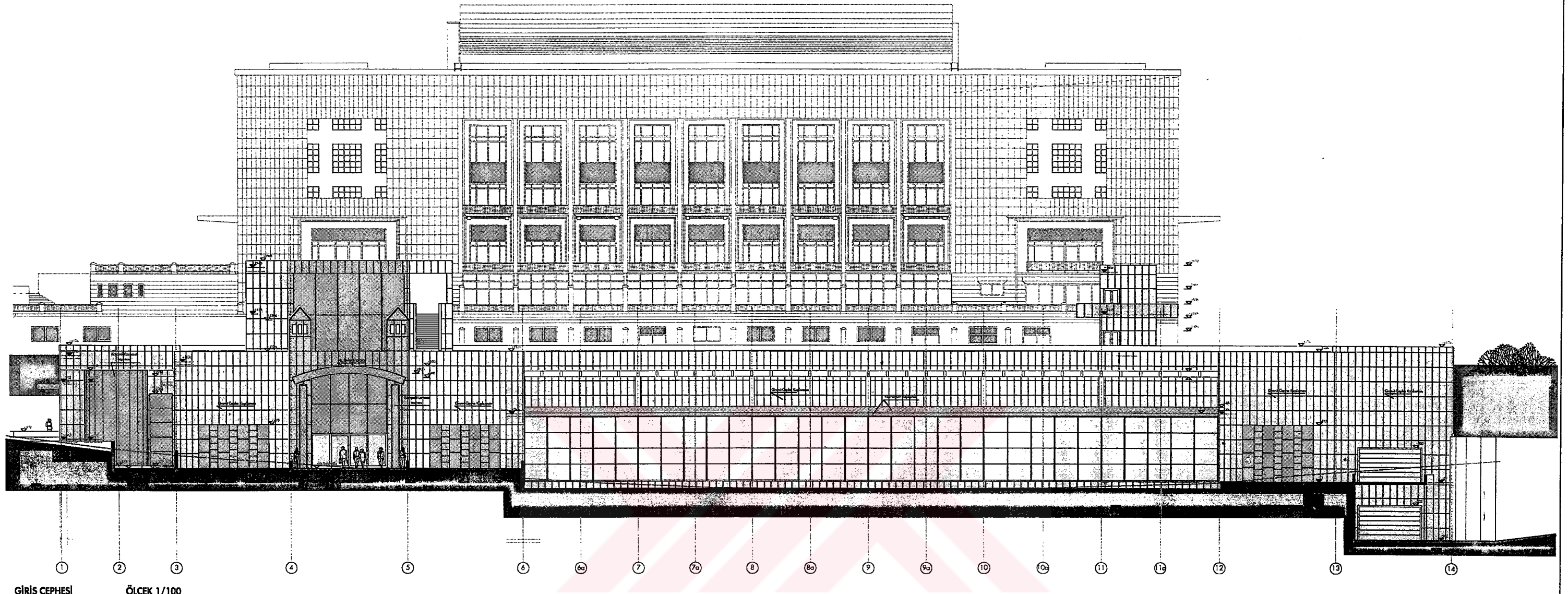
- 5
- 9
- 11
- 24
- 32
- 33
- 36
- 38



+1448 (76.00) KOTU PLANI 1/100
264.32 m2







ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Ankara'da doğdu. İlkokulu Sarar İlköğretim Okulunda, orta ve lise eğitimini Bahçelievler Deneme Lisesi'nde tamamladı. 1992 yılında Doğu Akdeniz Üniversitesinde Mimarlık Bölümünde başladığı eğitimini, 1997 yılında tamamladı. Çeşitli özel kuruluşlarda mimar olarak görev yaptı. 1999 yılında Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümünde Y. Lisans eğitimine başladı.

