

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHE
SİSTEMLİ BİNALARDA YANGIN
GÜVENLİĞİNİ ARAŞTIRMAYA YÖNELİK
BİR ÇALIŞMA

Esra Nur ÖZTERZİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

GEBZE
2000

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHE
SİSTEMLİ BİNALARDA YANGIN
GÜVENLİĞİNİ ARAŞTIRMAYA YÖNELİK BİR
ÇALIŞMA

Esra Nur ÖZTERZİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr. Tülay ESİN

GEBZE
2000

SUMMARY

The use of glazed architectural cladding systems has gained popularity with increase in high-rise buildings and rapid technological developments in chemistry, glass and metal industry. In comparison to ordinary glass, recent developments in glass manufacturing techniques provide immense advantages for controlling the unwanted effects of sun shine, radiation, outside noise as well as for increasing glass' material properties such as strength, coefficient of thermal expansion etc. Although various details for adopting glazed claddings in buildings have been developed over the years with satisfactory indoor performances, very little has been done in terms of controlling the effects of fire. Indeed severe consequences can be observed in such buildings during a fire as smoke and flame can easily make its way into other parts of the building from the voids between the slab and the cladding and also by cracking the glass due to temperature differentiation and propagating to the floor above. In this thesis, ways to improve the fire safety of glazed architectural claddings with aluminum framing have been researched and various recommendations have been made.

In the first chapter, generally, fire safety problems for glazed cladding systems have been introduced, the aim and objective of the thesis have been proposed.

In the second chapter the classification of glazed cladding systems has been given and general information about each type has been briefly described. In addition basic concepts in fire safety engineering were shortly undertaken and summarized. Following this part a discussion of the main fire safety problems encountered in glazed cladding systems with metal framing was presented.

In the third chapter, a case study for selected thirty five buildings with various types of cladding system located in different parts of Istanbul has been conducted to determine the fire safety problems whose findings were discussed and tabulated for quick comprehension.

In the fourth chapter, the fire resistance of various components of a cladding system has been presented. The shortcomings of both detailing and used materials were specified, and an investigation for new materials providing better material properties at high temperatures was carried out. Furthermore present details for mounting cladding components have been revised in terms of fire safety and some detail improvements were suggested.

In the fifth chapter, the whole findings of the study were summarized and briefly discussed to attract further attention of the designer and to conclude general recommendations specifically for designing glazed architectural claddings with metal framing against fire.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve eleştirileri ile yardımını esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Tülay ESİN`e, mesleki bilgi ve deneyimlerinden istifade ettiğim ve tezimin oluşmasında yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Atilla V. ÖVEN`e ve tüm eğitim hayatımda emeği geçen hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi yardımlarıyla bana her zaman destek olan eşsiz aileme minnettarım.

Çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Mimar Semra HEKİMOĞLU ve Mimar Filiz TAŞTAN`a şükranlarımı sunarım.

Tezimin kısa zamanda tamamlanması için teşvik eden ve manevi yardımlarıyla yanımda olan eşim Ahmet SULA`ya ve diğer tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Çalışmanın konu ile ilgilenen kişi ve kuruluşlara faydalı olmasını dilerim.

Mayıs 2000
Esra Nur ÖZTERZİ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
RESİMLER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	1
1.2. Amaç.....	2
2. METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHE SİSTEMİNDE YANGIN	
 GÜVENLİK PROBLEMLERİ.....	4
2.1. Giydirme Cephe Sistemi.....	4
2.1.1. Giydirme Cephe Sisteminin Tanımı ve Çeşitleri.....	4
2.1.2. Giydirme Cephe Sisteminin Tarihi Gelişimi.....	6
2.2. Metal Çerçeveselı Giydirme Cephe Sistemi.....	7
2.2.1. Metal Çerçeveselı Giydirme Cephe Sisteminin Tanımı.....	7
2.2.2. Metal Çerçeveselı Giydirme Cephe Sistemi Çeşitleri.....	8
2.2.2.1. Çubuk (Stick) Sistem.....	8
2.2.2.2. Panel Sistem.....	9
2.2.2.3. Yarı Panel Sistem.....	10
2.2.2.4. Strüktürel Silikonlu Giydirme Cephe Sistemi.....	11
2.2.3. Metal Çerçeveselı Giydirme Cephe Sistemi Bileşenleri.....	12
2.2.3.1. Taşıyıcı İskelet (Çerçeve-Frame).....	13

2.2.3.2. Örtü Bileşenleri.....	13
2.2.3.3. Tespit Bileşenleri.....	14
2.3. Binalarda Yangın Güvenlik Önlemleri.....	15
2.3.1. Yangının Tanımı ve Yangın Gelişim Evreleri.....	15
2.3.2. Yangın Yüğü.....	19
2.3.3. Yangın Riski.....	21
2.3.4. Yangın Güvenlik Önlemleri.....	22
2.3.4.1. Aktif Önlemler.....	22
2.3.4.2. Pasif Önlemler.....	23
2.4. Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephesi Binalarda Yangın Açısından Problemler.....	24
3. GÖZLEME DAYALI ÇALIŞMALAR.....	29
3.1. Tespit Çalışması.....	30
3.2. Gözlem Sonuçları.....	37
4. YANGIN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHELERDE UYGUN MALZEME SEÇİMİ VE DETAY ÖNERİLERİ.40	
4.1. Yangın Güvenliği Açısından Uygun Malzeme Seçimi.....	41
4.1.1. Metal Profiller ve Paneller.....	44
4.1.2. Camlar.....	48
4.1.3. Isı Yalıtım Malzemeleri.....	51
4.1.4. Polimer Macunlar.....	53
4.2. Tasarım ve Uygulama Sırasında Alınabilecek Önlemler.....	55
5. SONUÇ.....	63
KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	74

EKLER

Ek 1. Bina bilgi formu.

Ek 2. Tespit çalışmasında gözlemlenen bina fotoğrafları.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Çubuk (Stick) Sistem Montajı ve Detayı [10.Özgen ve Sev, 1999].....	8
2.2. Panel Sistem Montajı ve Detayı [10.Özgen ve Sev, 1999].....	9
2.3. Yarı Panel Sistem Montajı ve Detayı [10.Özgen ve Sev, 1999].....	10
2.4. Giydirme Cephe Taşıyıcı Sistemi ve Örtü Bileşenleri [7.Uzak, 1998].....	13
2.5. Tipik Bir Cephe Tespit Plan Detayı [7. Uzak, 1998].....	14
2.6. Giydirme Cephede Tespit Yerleri.....	15
2.7. BS 476-20.Bölüm, Standart Sıcaklık-Zaman Bağıntısı Grafiği [17.Anonim, 1998].....	16
2.8. Yangın Gelişim Eğrisi.....	17
2.9. Alevlerin Cephe Yüzeyinde Varsayılan ve Gerçek Saptanan Biçimlenişi (Parapet).....	26
2.10. Alevlerin Cephe Yüzeyinde Varsayılan Ve Gerçek Saptanan Biçimlenişi (Parapet+Siper).....	26
3.1. Cephe Boşluk Oranı % 100 Olan Metal Çerçevesi Giydirme Cephe Detayı.....	31
3.2. Kısmi Giydirme Cephe Detayı.....	33
3.3. Parapet Duvarlı Giydirme Cephe Detayı.....	34
4.1. Metal Çerçevesi Giydirme Cephe Sisteminde Yangın Güvenliği Açısından Kötü Bir Detay Çözümü.....	56
4.2. Metal Çerçevesi Giydirme Cephe Sisteminde Yangın Güvenliği	

Açısından İyi Bir Detay Çözümü.....	57
4.3. Mevcut Bir Metal Çerçevesi Giydirme Cephedeki Duman Bariyeri Uygulamasını Gösteren Detay (Anonim,1999).....	58
4.4. Duman Bariyerinin Parapet Montajında Bir Detay Çözümü.....	60
4.5. Tipik Bir Strüktürel Silikonlu Giydirme Cephe Detayı.....	61
4.6. Strüktürel Silikonlu Cephe Sisteminde Yangın Güvenliğini Artırıcı Bir Detay Çözümü.....	62

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
2.1. TSE 7748`De Verilen Zamana Bağlı Sıcaklık Yükselmesi Deney	
Sonuçları [18.Anonim, 1990].....	17
2.2. Bazı Bina Tiplerinin “kg ahşap / m ² ” Cinsinden Yangın Yükleri.....	20
2.3. Yangın Yükünün Mekan Sıcaklığına Etkisi.....	20
3.1. Gözlemlenen Binalarda Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephe Ve Bileşenlerinin	
Yangın Güvenliğini Etkileyebilecek Malzeme Ve Bilgi Tespiti.....	36
3.2. Gözlemlenen Binalarda Metal Çerçevesi Giydirmeye Cepheden	
Kaynaklanabilecek Olası Yangın Problemleri.....	37
3.3. Binalarda Gözlemlenen Yangın Problemlerinin Yüzdelik Dağılımı.....	39
4.1. Yanmazlık Sınıfları ve Yanıcılıkları Sınıflanabilen Malzemeler.....	43
4.2. Profil Olarak Üretilebilen Bazı Alüminyum Alaşımlarının Fiziksel	
Özellikleri [41.Rende ve Gülsöz, 1995].....	45
4.3. Telli Buzlu Camların Alev Dayanım Test Sonuçları [51.Anonim, 2000].....	50
4.4. Mineral ve Sentetik Kökenli Isı Yalıtım Malzemeleri [35.Alpdoğan, 1995]....	53
4.5. Strüktürel Silikonlu Cephe Uygulamasında Dolgu ve Yapıştırıcı Olarak	
Kullanılan Plastik Macunların Dayanım Sıcaklıkları [57.Anonim, 1999,	
58.Anonim, 1998].....	54

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
2.1. Sabancı Center Binası.....	11
2.2. Maltepe Honda Mutluhan Plaza`nın Dört Kenar Strüktürel Silikonlu Giydirme Cephe Detayı.....	12
3.1. Aksaray Albayrak Şirketi İnşaatında Binanın Parapet Duvarı Tamamlanmış, Giydirme Cephe Montajı Devam Etmektedir.....	32
4.1. Mahmutbey Interpoll Konfeksiyon Binasında Duman Bariyeri Döşemeye Mekanik Olarak Montajı.....	59

1. GİRİŞ

1.1. Problem

Yangın felaketleri dünya üzerinde her yıl yüzlerce insanın ölümüne, yaralanmasına ve milyonlarca liralık da maddi zarara neden olmaktadır. Yangından doğabilecek can ve mal kaybı gibi zararları önlemenin veya azaltmanın en başta gelen yolu, yangına ve yayılmasına neden olabilecek faktörleri ortadan kaldırmaktır. Yapılan incelemelerde, yangın güvenlik önlemlerinin ve kontrol mekanizmasının yetersizliği nispetinde, yangın sayısının ve yangından doğan zararların arttığı görülmektedir. Yine yapılan incelemelere göre yangın güvenlik önlemlerinin alınması yangın söndürmeden daha ucuzdur ve yangın güvenlik önlemleri yangına karşı siperdir [1.Kılıç, 1997]. İstanbul`da yangın güvenlik önlemleri yapım kalitesi yüksek binalarda daha çok önemsenmektedir. 1996 yılında İstanbul genelinde ihbar olunan yangın vakaları 11986, 1997 yılında ise 11442`dır [2.Anonim, 1996, 3.Anonim, 1997]. Rakamların yüksekliği yangın güvenlik önlemlerinin yetersizliğini vurgulamaktadır.

Giydirme cepheler, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, Türkiye`de de giderek yaygınlaşmaktadır. Giydirme cephe kavramı yüksek binaların yapılmaya başlanması ile ortaya çıkmıştır. Günümüzde ise yüz katlı binalardan üç-dört katlı binalara kadar farklı yükseklikteki her binada kullanılabilmektedir.

Binaların en önemli problemlerinden biri yangındır ve kullanılan giydirme cephe sistemleri de yangın güvenlik önlemleri dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Binalarda yangın çıkma olasılığının ve risklerinin minimum seviyede tutulması, yangın başlangıçlarına anında müdahale edilmesi, yangının çevresine yayılmasının ve gelişmesinin önlenmesi için elektrikli, mekanik ve insani tedbirlerin alınması gereklidir [4.Erdoğan, 1996]. Ne var ki; bugün insanların toplu olarak bulunduğu

çoğu binada hiçbir yangın güvenlik önlemi düşünülmeden üretilen giydirme cephe sistemleri kullanılmaktadır.

1996 Aksaray Tozbey Otel ve 1999 Mavi Çarşı yangınları bu problemin canlı bir örneği olmuştur. Bina dış cephesinin cam giydirme olması sebebiyle, gerek dış cephe detayının yetersizliği ve gerekse duman tahliyesine yönelik hiçbir önlemin alınmamış olması, dumanın kısa sürede tüm binaya yayılmasına ve olayda 18 kişinin zehirlenerek hayatını kaybetmesine sebep olmuştur [5.Turanlı, 1998]. Bugün İstanbul'da mevcut giydirme cepheli binaların büyük bir kısmı aynı tehlikeyle karşı karşıyadır.

1.2. Amaç

Giydirmeler daha çok iş merkezleri, alışveriş merkezleri, büyük mağazalar, oteller gibi prestij amaçlı ve birçok insanı bir arada barındıran binalarda kullanılmaktadır. Bu binalarda yangın güvenlik önlemlerine diğer binalardan daha çok dikkat edilmesi gerekmektedir.

Yangının etkilediği binanın dış kabuğunun yapısı, yangının başladığı binadan bir diğerine sirayetinin önlenmesi açısından da önemlidir. Burada amaç;

- Yangının bir kattan diğerine sirayetini önlemek,
- Kontrol altına alınıncaya veya kendi kendine sönmeye kadar yangını başladığı bina içinde tutmak,
- Çevredeki binalarda başlamış olan bir yangının bina içine sirayetini önlemektir [6.Eriç, 1988].

Bu tez çalışmasında amaç, giydirmce cephe sistemlerinin yangın güvenliğinin incelenmesi ve önlemlerin artırılmasına yönelik öneriler sunulmasıdır. Bu amaçla, İstanbul`da seçilen otuz beş metal çerçevesli giydirmce cephesli bina üzerinde alan çalışması yapılmıştır.

Giydirmce cephe sistemleri konusunda ülkemizdeki bilimsel yayınlar kısıtlıdır. Bu çalışmalar kapsamında giydirmce cephelerde yangın güvenliği konusuna ise çok az değinilmiştir. Bu sebepten dolayı, çalışma ayrı bir önem taşımaktadır.

2. METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHE SİSTEMİNDE YANGIN GÜVENLİK PROBLEMLERİ

2.1. Giydirme Cephe Sistemi

2.1.1. Giydirme Cephe Sisteminin Tanımı ve Çeşitleri

Teknolojik gelişmelerle birlikte, bina taşıyıcı sisteminin taşımak zorunda olduğu toplam ölü yüklerin artması ve inşaat yapımını hızlandırma isteği tasarımcıları yenilikler yapmaya zorlamıştır. Yüksek binaların tasarlanmaya başlanması ile birlikte bina cephesiyle alakalı estetik kaygılar ortaya çıkmıştır. Bu amaçla, dış cephe malzemelerinin yapı taşıyıcı sistemine hatırı sayılır yük getirmesi ve bunların inşaat sürelerinin uzun olmasına karşılık, binaya, kaba inşaattan sonra hızlı monte edilebilen ve taşıyıcı sisteme en az ölü yük getirecek çözüm olan giydirme cephelerin kullanılması ve geliştirilmesi gündeme gelmiştir [7.Uzak, 1998].

Giydirme cepheler; kendi ağırlığını ve rüzgar yükünü, ankraj yani bağlantı noktalarından yapıya ileten, yük taşıyan duvardan ziyade yapının önüne asılan elemanlar olarak tanımlanmaktadır [8.Brookes, 1998]. Giydirme cephe bileşenleri ise, önceden hazırlanmış olan yerlere monte edilmek üzere, piyasada hazır olarak bulunabilen veya özel olarak üretilen parçaların bir araya getirilmesi ile elde edilen ürünlerdir [7.Uzak, 1998].

Günümüzde birçok yapıda tercih edilen giydirme cepheler, binalarda dış cephe bütünlüğü, iç mekanlarda fazla ışık, şeffaflık, güneş kontrolü, ısıtma ve havalandırma açısından avantajlar sağlamaktadır. Bu cepheler iç ve dış mekan arasında binayı saran bir kılıf olması yanında klasik pencere camlarının performansını aşarak;

- Güneşin parlaklığı,
- Güneşin radyasyonu,
- Genel sıcaklık farklılığı,
- Dış ortam gürültüsü,
- Camın dayanımı,

gibi etkenlerin kontrolüne yanıt verebilir hale getirilmiştir.

Giydirme cephe sistemi, binanın kat arası pencere boşluklarını, kat arası giriş ve pencere eteklerini, korkuluk duvarlarını, asma kat tesisat boşluklarının önlerini, sağır cepheleri kaplamakta, yapıları homojen bir görünüme dönüştürerek kitlesel bir anlatım bütünlüğü sağlamaktadır [9.Reman, 1996].

Giydirme cephe sistemleri, cephede kullanılan elemanların (panellerin) ağırlığı göz önüne alınarak iki gruba ayrılırlar:

- Ağır giydirme cepheler: Doğal taş, suni taş, prekast betonarme elemanlar ile oluşturulurlar. Birim alana düşen ağırlık 100 kg/m^2 'den fazla ise ağır giydirme cepheler olarak adlandırılırlar.
- Hafif giydirme cepheler: Metal, cam, sandviç levha kullanılan cephelerdir. Genellikle ağırlıkları 100 kg/m^2 'den az ise hafif giydirme cephe olarak adlandırılırlar.

Çok katlı binalarda uygulanan cephe sistemleri strüktürel çerçeveye tespit edilme şekillerine ve eleman biçimlenmesine göre de dört ana gruba ayrılırlar. Bunlar;

- Asma panel

- Metal çerçeveli giydirme
- Dolgu duvar
- Kolon-parapet kaplamalı cephe sistemleridir [10.Özgen ve Sev, 1999].

2.1.2. Giydirme Cephe Sisteminin Tarihi Gelişimi

“Mimari cam” kavramından bahsedilebilmesi, camın her şeyden önce, “pencere camı” dışında, bir yapı örtüsü kimliği kazanması ile mümkün olabilmektedir. Tarihte bilinen ilk asma cephe 1830 yılında Philadelphia’da inşa edilen iki katlı bir banka cephesidir ve dökme demirden inşa edilmiştir [7.Uzak, 1998].

1851’de Londra’daki Büyük Sergi için inşa edilen Kristal Saray, Joseph Paxton tarafından tasarlanmıştır. Büyük ebatları, cam ve dökme demirin prefabrik üniteler halinde yeni bir kullanımı, modern mimarlığın gelişiminde kilometre taşı olmuştur [11.Anonim]. Kristal Saray zamanımızdan 140 yıl önce dökme demir taşıyıcı çubuklar arasına yerleştirilmiş 300.000 parça camla yapılmış bir yapıdır [12.Akyürek, 1991].

Giydirmce cephe fikrinin ortaya çıkmasına neden olan çelik konstrüksiyonlu ilk gökdelen 1883’de inşa edilen Chicago’daki Home Insurance binasıdır. İlk alüminyum yapı elemanı ise 1884’de Washington anıtı üzerine inşa edilen küçük bir kare piramittir. Bu yıllarda alüminyum çok pahalı bir malzeme idi. 1886 yılında Charles Martin Hall’in alüminyumu elektroliz yolu ile elde etmesi ile bu malzeme yapılarda ekonomik olarak kullanılmaya başlandı. Alüminyumun yapıda ilk büyük uygulanaşı 1929 yılında New York’ta Lamb ve Harman tarafından inşa edilen Empire State binasıdır. Bu binada alüminyum malzeme ile 6000 parapet paneli, dükkan doğramaları ve bazı süslemeler yapılmıştır [7.Uzak, 1998].

Chicago Okulu mimarları 1890’larda yapıların içini gün ışığına açan büyük pencereli binalarıyla cam kullanımında yeni çağırılar açmışlardır. Bu dönemde Louis

Sullivan aynı zamanda bugünkü anlamda ilk vitrini tasarlayan mimardır. Sullivan'ın öğrencisi ve modern mimarinin kurucularından Frank Lloyd Wright ise sık sık kullandığı derin ve uzun konsollarla kesintisiz pencere fikrini kendisine özel tarzıyla işlemiştir.

20.yüzyıl ve modern mimarinin en önemli mimarlarından bir diğeri olan Bauhaus kurucusu Gropius ise giydirme cepheyi bugünkü anlamında 1913'lerden itibaren ilk kullanan kişidir. Yine bu dönemde ortaya çıkan, cepheden içeri çekilmiş taşıyıcı sistemler, cephelerde bütünüyle cam ve taşıyıcı doğramadan oluşan bir duvar oluşturma imkanı sağlamıştır. Endüstriyel malzemelerle klasik değerlere ulaşabilen diğeri bir mimar Mies Van Der Rohe'dir. Mies'in Chicago'daki Lake Shore Drive Apartmanları (1948-1951), giydirme cephede ölçek ve oranın, Illinois'deki Farnsworth House(1946-1950) ise iç ve dış mekanın cam ile bütünleştirilmesinin nitelikli örnekleridir [12.Akyürek, 1991]. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra kimya, metal ve cam sanayiindeki hızlı gelişmeler giydirme cepheleri bugün yapılarda tercih edilen cephe kaplaması haline getirmiştir.

2.2. Metal Çerçevesi Giydirme Cephe Sistemi

2.2.1. Metal Çerçevesi Giydirme Cephe Sisteminin Tanımı

Metal çerçevesi giydirme cephe sistemi, taşıyıcı sistemin önüne tespit edilen bir metal ızgara içine yerleştirilen cam, metal, granit vb. gibi kaplama malzemelerinden oluşmaktadır. Bu sistemin en yaygın uygulamaları, günümüzün modern yapılarında da görüldüğü gibi, metal-cam giydirme panellerden oluşmaktadır. Doğal taş veya hafif prekast paneller gibi diğeri malzemeler de giydirme cephe sisteminde yaygın olarak uygulanmaktadır.

2.2.2. Metal Çerçevesi Giydirmeye Cephe Sistemi Çeşitleri

Metal çerçevesi giydirmeye cephe sistemi üç şekilde oluşturulabilmektedir. Bunlar; çubuk (stick) sistem, panel sistem ve yarı panel sistemlerdir [13.Oktuğ, 1991].

2.2.2.1. Çubuk (Stick) Sistem

Bu sistemde, bina cephesine belli aralıklarla çubuklar asılmaktadır. Bunların aralarına yatay kayıtlar monte edilir, daha sonra cam içten veya dıştan takılır (şekil 2.1) [13.Oktuğ, 1991]. Çubuk sistemlerde, taşıyıcı ızgaranın dikme ve kayıtları, şantiyede ayrı işlemler olarak yapı iskeleti üzerinde yerine konulabilir ve yüzey oluşturma bileşenleri daha sonra yerleştirilebilir [7.Uzak, 1998].

Şekil 2.1. Çubuk (Stick) Sistem Montajı ve Detayı [10.Özgen ve Sev, 1999].

Bu sistem ülkemizde yaygın olarak uygulanmakla birlikte diğerlerine oranla daha ekonomiktir. Ancak yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıftır ve

uygulamasının uzman ekipler tarafından yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı, üreticiler tarafından, yüksek yapılara önerilmemektedir [10.Özgen ve Sev, 1999].

2.2.2.2. Panel Sistem

Panel sistemde doğrama elemanları (yatay ve düşey taşıyıcı metal profiller) taşınabilir büyüklükte, bir-iki aks ve bir kat yüksekliğinde elemanlardan oluşmak üzere imal edilip şantiyeye getirilir ve özel ekipmanlarla yapıya monte edilirler (şekil 2.2). Bu sistem, imalatın eleman bazında yapılmasına imkan vermesi ve montajdan önce yapılabilmesi nedeni ile uygulamadaki hata yüzdesini düşürmekte ve cephe geçirimsizliği olarak diğer sistemlere göre en iyi sonucu vermektedir [7.Uzak, 1998].

Şekil 2.2. Panel Sistem Montajı ve Detayı [10.Özgen ve Sev, 1999].

Giydirme cephelerin uygulanabilirliği, yüksek teknoloji ve deneyimli bir mühendislik hizmetini de beraberinde gerektirmektedir. Sistemin yanlış çözülmesi, detay hataları ve montajdaki işçilik hatalarının sebep olacağı zararların tamiri mümkün değildir. Avrupa`da yüksek yapıların giydirme cephelerinde, detay, imalat ve montaj sırasında işçilikte hataları sıfıra indirebilmek maksadı ile, panel sistemli çözümler uygulanmaktadır [4.Erdoğan, 1996].

Pahalı bir sistem olmasından dolayı, günümüze kadar, ülkemizde uygulama olanağı bulamamış olmasına rağmen, birçok açıdan avantajlara sahip bir sistemdir. Bu sistem, yatay ve düşey bina hareketlerine tam uyum sağlayabilmekte ve kısa sürede monte edilebilmektedir. Panel sistemin en belirgin özelliği ise parapet panelleri ile pencereleri yatay bir düzende belirgin hale getirmesidir [10.Özgen ve Sev, 1999].

2.2.2.3. Yarı Panel Sistem

Bu sistemde doğrama panelleri kat ölçeğinde yatay şeritler halinde hazırlanmıştır [10.Özgen ve Sev, 1999]. Her kat kendi içinde bağımsız gibidir ve her katın cephesini kaplayan cephe elemanı bir bütünlük gösterir (şekil 2.3). Elemanlar hazır olarak şantiyeye getirilir ve şantiyede çubuk sistemde olduğu gibi yerine monte edilmektedir. Ancak dikey profiller kat bazında yatay profillerle bağlanarak sistem kattan kata monte edilen sürekli bir eleman şekline dönüşmektedir [14.Tümay, 1991]. Sistemin kaplama malzeme panoları (cam vb.) içten ve dıştan takılabilir.

Şekil 2.3. Yarı Panel Sistem Montajı ve Detayı [10.Özgen ve Sev, 1999].

Yarı panel sistem, çubuk sistemin ekonomik olma özelliği ile panel sistemin yüksek yapılar için yatay ve düşey hareketlere uyum özelliğinin bir araya getirilmiş şeklidir. Son 15 yıl içinde, Amerika'da World Trade Center ve Sears Tower gibi bir

çok yapıda uygulanmıştır. Ülkemizde ilk uygulaması Sabancı Center Binası'dır (resim 2.1) [13.Oktuğ, 1991].

Resim 2.1. Sabancı Center Binası.

2.2.2.4. Strüktürel Silikonlu Giydirme Cephe Sistemi

Taşıyıcı eleman ve doğrama profillerinin cephede görüldüğü eski çözümün yerine, taşıyıcı elemanların ve doğrama profillerinin cam yüzeyinin gerisine alınmasını ve cephede metal eleman görülmemesini sağlayan sistemler, plastik macunlar sayesinde sağlanabilmiştir [15.Abdürrahimov, 1999]. Strüktürel silikon olarak adlandırılan bu plastik macunların uygulandığı sisteme *strüktürel silikonlu giydirme cephe sistemi* denilmektedir.

Strüktürel silikonlu cepheler kullanım amacına da bağlı olarak iki kenar silikon veya dört kenar silikon giydirme cepheler olarak hazırlanırlar. İki kenar silikon sistemlerde cam, yatayda strüktürel silikonla tespit edilir, düşeyde kiriş altı ve parapet üstü alüminyum doğramaya oturtulur. Dört kenar silikon sistemlerde ise cam, hem yatayda hem de düşeyde strüktürel silikonlarla cephe profiline tespit edilir (resim 2.2) [16.Şener, 1995].



Resim 2.2. Maltepe Honda Mutluhan Plaza'nın Dört Kenar Strüktürel Silikonlu Giydirme Cephe Montaj Detayı.

Yağmur suyu ile cephenin kolay temizlenebilmesi, çatılarda yağmur suyunun akışını kolaylaştırması, kesintisiz cam cephe görünümü sağlaması gibi nedenlerle tercih edilen strüktürel silikonlu giydirme cephe sistemlerinin kullanımı ülkemizde de giderek çoğalmaktadır.

2.2.3. Metal Çerçeveseli Giydirme Cephe Bileşenleri

Metal çerçeveseli hafif giydirme cepheler; bina taşıyıcı sisteminin önüne monte edilen kaplama malzemelerinin (cam, metal, granit, vb.) bir metal çerçeve içerisinde konumlandırıldığı, taşıyıcı olmayan düşey örtü sistemleridir.

Hafif cephe, genellikle iskeletini oluşturan dolu veya boşluklu profiller, dolgu panoları, ikincil çerçeveler ve kanatlardan (açılabilen elemanlar) meydana gelir. Çelik (boyanmış veya paslanmaz bükme sac), alüminyum, ahşap ve plastik malzemeler hafif cephenin iskeletini (çerçevesini) oluşturmak için kullanılmaktadır.

Fonksiyonel bir bina elemanı olarak giydirme cephe üç ana bileşenden oluşmaktadır:

2.2.3.1. Taşıyıcı İskelet (Çerçeve - Frame)

Taşıyıcı iskelet, alüminyum esaslı çekme profillerin yanı sıra, çelik, bronz, ahşap, sert plastik profillerden yapılan, kat boyunda dikmeler ve bunların arasında bulunan daha kısa kayıtlardan oluşan bir iskelettir. Bu taşıyıcı sistem, giydirme cephe sistemini, kat kirişlerine veya parapetlerine tespit bileşeni ile bağlayarak yapı strüktüründen bağımsız olarak taşıyan sistemdir (şekil 2.4-a).

(a)

(b)

Şekil 2.4. Giydirme Cephe Taşıyıcı Sistemi(a) ve Örtü Bileşenleri(b) [7.Uzak, 1998].

2.2.3.2. Örtü Bileşenleri

Örtü bileşenlerinin saydam (pencere-vizyon) kuşağında tek ya da çift cam paneller, parapet kuşaklarında (opak bölgelerinde) ise, dışta; cam, çift cam, metal sandviç panel (sac üzerine emaye, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik vb.), plastik

(cam yünü takviyeli polyester veya epoksi reçinesi vb.), suni yada doğal taş ve içte; metal, plastik, ahşap veya alçı plaklarla kaplanabilir malzemeler ve ara katman olarak da çeşitli ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır (şekil 2.4-b).

2.2.3.3. Tespit Bileşenleri

Giydirme cephenin kaba yapıya tespiti, cephenin taşıyıcı elemanlarının (düşey ızgara elemanları) her katta döşemeye bağlanması şeklinde yapılır (şekil 2.5).

Şekil 2.5. Tipik Bir Cephe Tespit Plan Detayı [7. Uzak, 1998].

Giydirme cephe çerçeveleri genel olarak düşey bileşenleri (dikmeleri) ile belirli aralıklarla yapının taşıyıcı sistemine tespit edilirler. Bu bağlantı taşıyıcı sisteme alttan, üstten ve alından yapılır (şekil 2.6).

Şekil 2.6. Giydirme Cephede Tespit Yerleri.

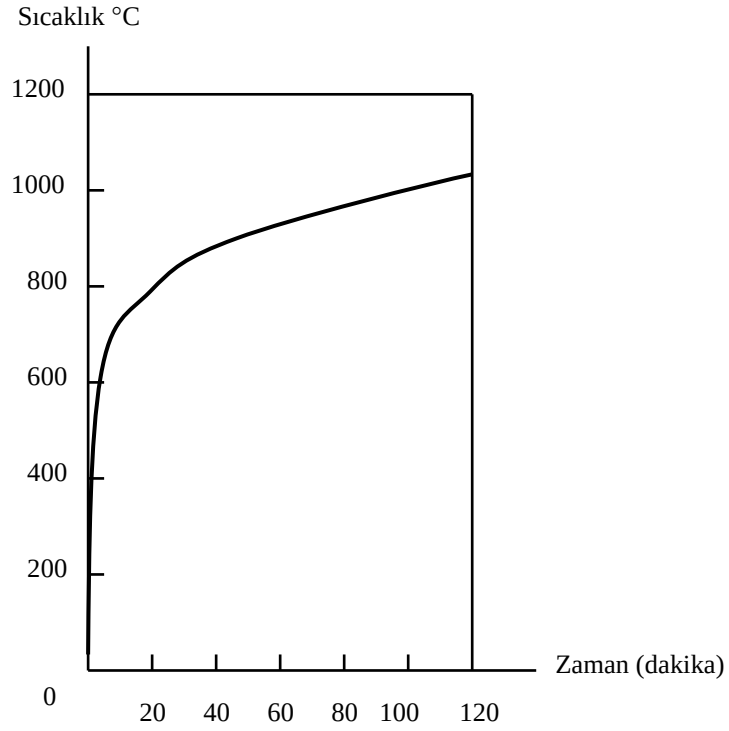
2.3. Binalarda Yangın Güvenlik Önlemleri

2.3.1. Yangının Tanımı ve Yangın Gelişim Evreleri

Kontrol dışı gelişen ve zarara yol açan yanma olayına yangın denir. Yangının olması için hava, yanacak madde ve yeterli sıcaklık olmalıdır. Bunlardan birinin eksikliği halinde yangın olmaz [17.Becan, 1994].

Yanma, malzemenin hidrojenden kurtulması ve oksijenin absorpsiyonunu oluşturan sıcaklık ve akkor haline gelme olayıdır. Sıcaklık etkisi ile malzeme erimekte veya kimyasal ayrışmaya uğramaktadır. Bunun için gerekli sıcaklık miktarı malzemenin cinsine göre değişir [18.Eriç, 1994]. Yangın olayı; yakıt tükenmesi, yanmayı devam ettirebilecek oksijen konsantrasyonunun azalması, yakıt sıcaklığının tutuşma sıcaklığının altına düşmesi, zincir reaksiyonların kesilmesi halinde sona erer.

Yangın sırasında ortam sıcaklığı hızla artar. Genel ilkelere göre, sıcaklık her 10°C yükselişle kimyasal olaylar bir misli artar ve bütün malzemeler fiziksel ve kimyasal olarak değişim gösterirler [18.Eriç, 1994].

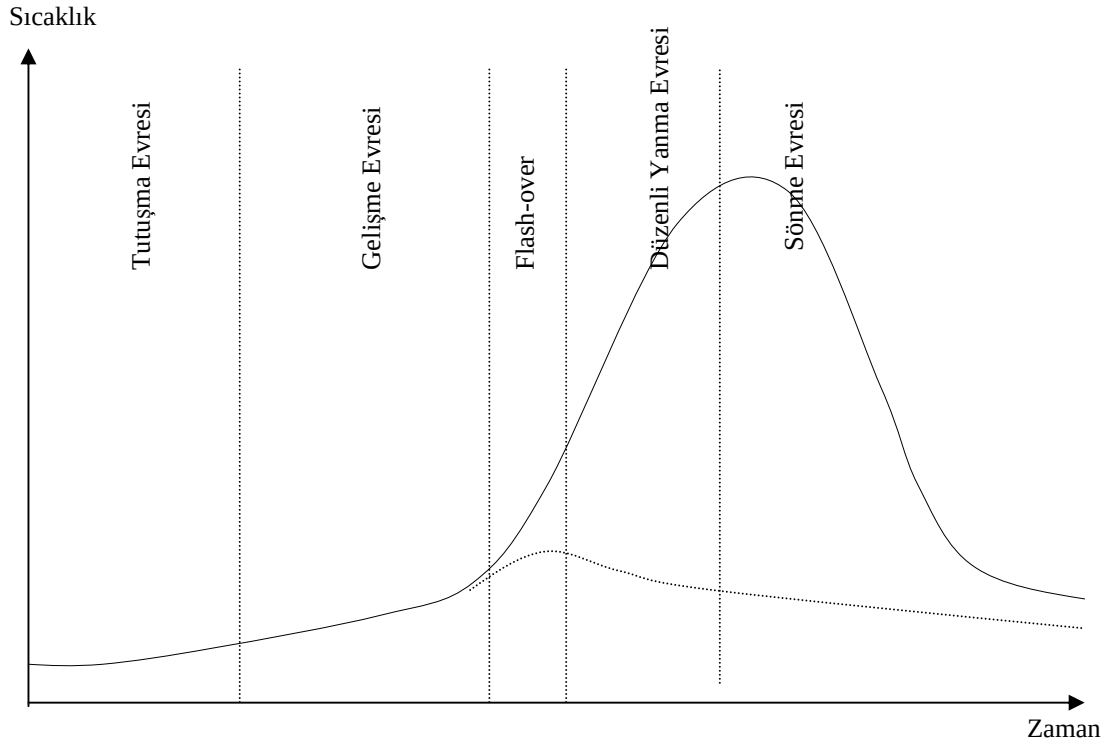


Şekil 2.7. BS 476-20.Bölüm, Standart Sıcaklık-Zaman Bağıntısı Grafiği [19.Anonim, 1998].

TS 7748`de yapı elemanlarının yangına dayanımlarının ölçümü için hazırlanan deney fırınında, zamana bağlı sıcaklık değişim değerleri tablo 2.1`de verilmiştir. Bu değerler İngiliz Standardı BS 476`nın 20. bölümünde yer alan zaman-sıcaklık bağıntısı grafiği ile benzerdir (şekil 2.7). Grafikte de görüldüğü gibi ortam sıcaklığı ilk 10 dakika içinde 500 °C`nin, 2 saat sonra ise 1000 °C`nin üzerine çıkar. Bu sıcaklıkta, yapılarda kullanılan bütün sentetik malzemeler erir, çelik, alüminyum, ahşap türü yapı malzemeleri ise oda sıcaklığındaki mukavemetlerinden % 90`ını kaybetmiş olurlar [20.Öven, 1999].

Tablo 2.1. TSE 7748`de Verilen Zamana Bağlı Sıcaklık Yükselmesi Deney Sonuçları
[21.Anonim, 1990].

Zaman Dakika	Fırın Sıcaklığı Yükselmesi °C
5	556
10	659
15	718
30	821
60	925
90	986
120	1029
180	1090
240	1133
360	1193



Şekil 2.8. Yangın Gelişim Eğrisi.

Yangında açığa çıkan sıcaklık, zamana göre değerlendirildiğinde *yangın gelişim eğrisi* ortaya çıkar (şekil 2.8). Bu tablodaki değerler ve grafikteki yangın evreleri, yangın karakterine göre değişiklik gösterirler.

Her yangının karakteri birbirinden farklı olmakla birlikte, belli yanma yükü ve havalandırma koşulları altında, kapalı mekanlarda yangın, tutuşma, gelişme, düzgün yanma ve soğuma evreleri şeklinde gelişir. Bu evrelerin süreleri ve şiddetleri yangından yangına değişiklik göstermektedir [20.Öven, 1999].

Tutuşma Evresi: Tutuşma, bir dış etken ile kendi kendini devam ettirebilecek yanmaya doğru reaktif olmayan halden reaktif hale hızlı geçişidir. Yakıt, oksijen ve sıcaklık, tutuşma için gerekli etkenlerdir. Ortamda tutuşma olayının gerçekleşebilmesi için sıcaklık zaman ve türbülansın uygun düzeyde olması gerekir. Tutuşma evresinde genellikle alevsiz yanma ile birlikte duman ve sıcaklık yayılması görülür. Bu evrede yangının fark edilmesi çok zordur. Tutuşma evresi, birkaç dakika, birkaç saat, birkaç gün, hatta daha uzun süre devam edebilir. Bu evre, yanıcı maddelerin tutuşması ile sona erer.

Gelişme Evresi: Alevli yanmanın başlaması ile birlikte gelişme evresi başlamış olur. Yanan cisimden çıkan sıcaklık, ilk olarak konveksiyonla diğer cisimlere yayılır; daha sonra, yayılma ışınlama olur. Bu esnada alevlerin beslenmesi mekana giren temiz havayla olur. Gelişme evresinde genellikle eşyalar zarar görür; bina strüktürü zarar görmez [17.Becan, 1994].

Flash-Over Evresi: Flash-over için farklı sözcükler ve tanımlar kullanılmıştır. TS 7486'da “ani parlama” kelimesi kullanılıp “tutuşabilir malzemeli bir yangının, bir bölümü çevreleyen bütün yüzeye ani geçişidir” şeklinde tanımlanmıştır. Başka bir ifade ile flash-over, sıcaklığın çok artması ile birlikte sıkışan gazların bir anda alev alması olayı olarak tanımlanabilir.

Bu evrede mekanda bulunan bütün yanıcı maddeler yanar, sıcaklık hızla yükselir, yangın her tarafı sarar. Patlama esnasında oluşan basınç $5-10 \text{ KN/m}^2$ dir ve

flash-over noktasından hemen sonra, mekandaki karbonmonoksit miktarı maksimum düzeydedir. Bu esnada cam kırılması veya benzeri nedenlerle mekana hava girişi meydana gelirse “duman patlaması” da görülür. Flash-over noktası havalandırma şartlarına göre değişiklik gösterir. Yeterli havalandırma yoksa, yangın bu noktaya ulaşmadan, sönme eğilimine geçebilir. Flash-over evresi kısadır; genellikle birkaç dakika sürer, ancak, 30 dakika süren flash-over evrelerine rastlandığı da nakledilmiştir.

Düzgün Yanma Evresi: Düzenli yanma evresinde hızla sıcaklık artışı olur. Yangının etkisi ile artık yapı elemanları zarar görmeye başlar. Alevlerin pencereden bina dışına ve diğer mekanlara yayılması bu evrede gerçekleşir.

Sönme Evresi: Bu evrede sıcaklık artışı yavaşlamaya başlar, yanıcı maddelerin azalması nedeni ile alevlerin boyu kısalmaya, kaybolur. Ancak, sıcaklığın düşmesi yavaş olduğundan yapı elemanları üzerindeki zararı bu evrede de devam eder [17.Becan, 1994].

2.3.2. Yangın Yüğü

Yapıların yangına karşı hassasiyetini saptamak ve yapılar arasında bir kıyaslama yapabilmek için yangın yükü değerinin bilinmesi gereklidir. Yangın yükü (kcal/m^2) bir yapıda bulunan bütün yanabilen malzemenin yanma değerinin, yapının tüm alanına bölünmesiyle elde edilen değerdir. Yapıların yangın yüklerinin mukayese yapılabilmesi için bu değer ahşap cinsinden verilmektedir (1 kg ahşap = 4400 kcal). Yangın yükünün birim alana düşen miktarına ise, yangın yükü yoğunluğu denir [18.Eriç, 1994, 22.Uzun, 1988]. Birim alana düşen yangın yükünün büyümesi, yangının süre ve şiddetini, dolayısıyla da hasarı artırır. Tablo 2.2’de fonksiyonu farklı bazı binaların yangın yükleri verilmiştir.

Tablo 2.2. Bazı Bina Tiplerinin “kg ahşap / m²” Cinsinden Yangın Yükleri.

Bina Fonksiyonu	Yangın Yükleri (kg ahşap / m ²)
Hastane	10.6
Okul	18.1
Büro	35.6
Kütüphane	122
Arşiv	203
Tekstil imalathanesi, tekstil depoları	305

Yanma esnasında açığa çıkan enerji ısı enerjisidir. Isı yangın esnasında malzemenin oksijenle birleştiği zaman meydana gelmekte ve kalorimetre (cal) ile ölçülmektedir [23.Ünüvar, 1997 ve 24.Aydın, 1998]. Yakacaklar için 1 kg. yakacağın yanmasıyla meydana gelen ısı miktarına yanma ısı denir ve kcal/kg ile ifade edilir [18.Eriç, 1994]. Mekanda yangın esnasında çıkan ısı, yanıcı maddelerin ağırlığı yani yangın yükü ile bağlantılıdır. Yanma ne kadar hızlı olursa, çıkan ısı da havanın sıcaklığını o kadar fazla yükseltir. Aynı mekanda altı farklı yangın yüküne bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklıklar tablo 2.3’de gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Yangın Yükünün Mekan Sıcaklığına Etkisi.

Yangın Yüğü (kg ahşap / m ²)	Mekandaki Azami Sıcaklık (C°)
13.44	420
18	550
22.58	730
26.88	920
36	985
53.76	1130

2.3.3. Yangın Riski

İşlevi ne olursa olsun, her türlü yapı için yangın riski söz konusudur. Özellikle kullanıcı sayısının fazla olduğu yapılarda, gerekli uyarılar ve önlemler alınmamışsa riskin gerçekleşmesi ve korkunç sonuçların ortaya çıkması an meselesidir. Ancak yapıların planlama özelliklerine, konumlarına ve işlevine bağlı olarak bu riskin gerçekleşme olasılığı ve gerçekleştiği durumda neden olabileceği can ve mal kayıplarının boyutları, yapıdan yapıya farklılık göstermektedir. Yangın riskinin gerçekleşme olasılığının bağlı olduğu etkenler şunlardır:

- Yapının işlevi,
- Konstrüksiyonun yanabilirliği,
- Planlama hataları,
- Yapının yangın yükü,
- Dikkatsiz malzeme seçimi,
- İşçilik ve detaylandırma hataları.

Yangın,

- Özellikle toplu halde bulunan ve insan sayısı artıkça paniğin artabileceği yerlerde,
- İnsanların çevrelerine yabancı olduğu ve kaçış yollarının değişik biçimlerde engellendiği yerlerde,
- Hasta ya da uykuda olan insanların bir acil duruma tepki veremeyecekleri yerlerde daha tehlikeli düzeylere ulaşabilir [24.Aydın, 1998 ve 25.Yavuz, 1996].

Yangın riskinin gerçekleşmesi durumunda, yapıda bulunan maddelerin miktarına, türüne ve yapının havalandırma koşullarına bağlı olarak bir duman tabakası oluşur ve ortamda oluşan duman tabakası önemli boyutlara ulaşır. Yangın sırasındaki ölümlerin %95'i dumandan ve çıkan zehirli gazlar neden ile olan boğulmalardır. Bu noktaya gelindiğinde ise kaçış yolları ve yangını söndürme çalışmaları oldukça güçleşir. Çıkan bu zehirli gazlar ve duman aynı zamanda itfaiyenin söndürme çalışmalarını da büyük oranda engellemektedir. Çoğunlukla bina boşluklarında, döşeme altında ya da asma tavan içlerinde yer alan kablo kanallarındaki yangınlara lokal söndürme sistemleriyle müdahale edilmemektedir Bu göz önüne alındığında yapılarda duman kontrolünün sağlanması, öncelikle can kayıplarının önüne geçilmesi gerekmektedir [15.Abdürrahimov,1999, 26.Gümüş, 1997].

2.3.4. Yangın Güvenlik Önlemleri

Yapılarda yangından korunma ve bina yangın güvenliği konusunda alınması gereken güvenlik önlemleri, aktif güvenlik önlemleri ve pasif güvenlik önlemleri olarak iki kısımda incelenebilir.

Her iki güvenlik önleminin amacı da yangın riskini azaltmak ve gelişip yayılmasını önlemektir. Aktif güvenlik önlemleri bina tamamlandıktan sonra da uygulanabilmelerine rağmen, pasif önlemler mutlaka mimari planlama aşamasından itibaren değerlendirmeye alınmalıdırlar.

2.3.4.1. Aktif Önlemler

Bir anlamda can güvenliğini arttırmalarına karşılık esas kullanılış amaçları itibariyle, mal kaybını aza indirmeyi sağlarlar. Bu grup önlemler bitmiş bir yapıya sonradan kolaylıkla uygulanabilirler. Aktif önlemler; yangın başlangıçlarının

bulunmasını sağlayan algılayıcılar, yangın başlangıçlarını ses çıkartarak haber veren erken uyarı sistemleri ve ateşi kontrol altında tutan söndürme sistemlerinden oluşur.

Aktif güvenlik önlemleri, maliyetleri çok yüksek olduğu için, her binada uygulanmazlar. Genelde mekanik sistemler olmaları sebebiyle, makine mühendislerinin ilgi alanına girseler de, bu sistemlerin binanın diğer alt sistemleri ile bütünleştirilmesi konusu mimarları ilgilendirmektedir.

Aktif önlemler şunlardır:

- Detektörler ve alarm sistemleri
- Spinkler sistemleri
- Yangın kapıları
- İşaretleme panoları
- Mekanik duman emme ve pozitif basınç oluşturma sistemleri [20.Öven, 1999].

2.3.4.2. Pasif Önlemler

Yapının tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmuş ve inşaat aşamasında uygulanan önlemler olup, kullanıcıların güvenlik içinde, en az can kaybı vererek binayı boşaltmalarını sağlayan önlemlerdir. Bu önlemler;

- Kompartmantasyon
- Yangın kesici duvarlar
- Kaçış yollarının, merdiven ve toplu buluşma alanlarının temini

- Kolay algılanan mimari planlamanın kullanılması
- Zehirleyici gaz ve dumanın yapı içinden ve kaçış rotalarından uzaklaştırılması
- Yangına dayanıklı, zehirleyici gaz yada duman çıkarmayacak yapı malzemesi yada elemanlarının kullanılması
- Bina taşıyıcı sisteminin yangına dayanımı, şeklinde sıralanabilir.

Yangın güvenlik önlemlerinin hepsi, her zaman uygulanmazlar. Arazinin kullanım şekli, bina yüksekliği, kullanıcı profili, bina fonksiyonu vb. bir çok faktöre bağlı olarak, pasif önlemler farklı kombinasyonlar halinde uygulanabilir, gerektiğinde aktif önlemlerle desteklenebilirler. Ancak, hiç bir aktif önlem, pasif önlemlerden daha etkili değildir [27.Öven, Çelikhan, Atasayan, Eryılmaz, 1997].

Tasarım ve yapım aşamasında herhangi bir pasif önlem alınmadan, alarm ve söndürme sistemlerinin kurulmuş olduğu bir yapının bütünüyle yangın güvenliğine sahip olduğu söylenemez [28.Toydemir ve Tanaçan, 1997].

2.4.Metal Çerçeveseli Giydirme Cephe Binalarda Yangın Açısından Problemler

Yangının bina içi ve binalar arası yayılmasını etkileyen bina elemanlarından biri ve belki de en önemlisi dış cephe elemanlarıdır. Yangın sırasında, morfolojik ve bünyesel özelliklerine bakılmaksızın bir dış cephe elemanından beklenen başlıca fonksiyon ve nitelikler şunlardır:

- Ateşi başladığı mahalde tutmak ve bina içinde sınırlamak,
- Kattan kata yangın sirayetini önlemek,

- Bitişik veya komşu binalarda başlayan yangının binaya sıçramasını ve yayılmasını engellemek.

Bu fonksiyonların yerine getirilmesinde, cephedeki pencere boşluk oranının büyük önemi vardır. Katlar arası döşemeler ise, alevin ve dumanın yayılmasına yatay bir engel oluştururlar. Fakat, alev çeşitli nedenlerle cephe boyunca kattan kata rahatlıkla geçebilirse, o binada döşemelerin bu fonksiyonu sürdürdükleri söylenemez.

Birçok ülkede, dış cephe elemanlarının yangın sırasında gösterdikleri davranışları tespit etmek için çeşitli deneyler yapılmaktadır. Örneğin, İngiltere`de Fire Research Station tarafından gerçekleştirilen bir dizi yangın deneyinde görülmüştür ki, önceki kabul ve varsayımların aksine, alevler ateşe dayanıklı engel ve siperleri aştıktan sonra, cephe düzeni ne olursa olsun pencere boşluklarına doğru yönelmekte ve yangının kattan kata yayılmasını mümkün kılmaktadırlar (şekil 2.9, şekil 2.10) [29.Malhotra,1971].

İngiltere`de yapılan bir diğer yangın deneyinde ise, cephe boşluklarından kurtulan alevlerin ısısı, yayılma yön ve şekilleri, yanma işleminin hızı, yangın sırasında oluşan sıcak yanıcı gazların analizi gibi hususlar ele alınarak, dış cephe yüzeylerinin yangının kattan kata yayılması üzerine etkileri araştırıldığında şu sonuçlara varılmıştır [30.Ashton and Malhotra, 1960]:

- Bir yangında, meydana gelebilecek oksijen noksanlığı nedeniyle, dış cephe yüzeyindeki sıcaklık içtekinе oranla daha yüksek olabilecektir.
- Pencere boşluğu üzerindeki dolu kısım ile alttaki parapetin karşı karşıya kalabileceği “iç ısı koşulların” büyük farklılık gösterecektir. Söz konusu üst bölüm, pencere boşluğundan büyük bir hızla kurtulan sıcak yanıcı gaz ve alevlerin etkisiyle kısa sürede tutuşma noktasına gelmesine karşın, pencere altındaki dolu yüzeyler içeri giren taze hava ile belirli ölçüde soğuyacaktır [31.Sunar, 1981].

Şekil 2.9. Alevlerin Cephe Yüzeyinde Varsayılan ve Gerçek Saptanan Biçimlenişi (Parapet).

Şekil 2.10. Alevlerin Cephe Yüzeyinde Varsayılan ve Gerçek Saptanan Biçimlenişi (Parapet+Siper).

Fransa`da faklı cephe düzenlemeleri üzerinde yapılan yangın deneylerinde ise görülmüştür ki; kapı, pencere gibi cephe boşluklarının form ve şekilleri, alevlerin yüksekliği üzerinde etkilidir. Örneğin, yatay bant şeklindeki pencere düzeninde alev yüksekliği düşey pencerelere oranla daha alçaktır [32.Belkisson, 1971].

Başta yüksek binalar olmak üzere son 50 yıldır giderek artan bir hızla yapılarda kullanılmaya başlanılan metal çerçeveli giydirme cephe sistemlerinin geleneksel cephe düzenlemelerine göre yangından zarar görme tehlikesi daha ciddi boyuttadır. Bina yangın güvenliği açısından bu cephe sisteminin oluşturduğu yangın tehlikesi nedenleri ise şunlardır:

- Taşıyıcı elemanların çelik, alüminyum ve hafif alaşımlar gibi ergime noktası düşük metallerden oluşturulması,
- Cephe boşluk oranlarının çok yüksek olması,
- Pencere altları ve dolu yüzeylerde kolay tutuşan ve hafif olan sentetik malzemelere yer verilmesi,
- Dolgu malzemesi olarak, zehirli olabilen ve büyük duman çıkarma kapasitesine sahip plastik köpük gibi yanıcı hafif yalıtkan malzemelerin kullanılması,
- Sıcak gaz ve dumanın geçişine olanak tanıyan hava boşluklu cephe düzenlemelerinin varlığı,
- Alev ve yanıcı sıcak gazların kattan kata yayılmasını kolaylaştıran çok sayıda birleşim noktasını içermesi,
- İtfaiyenin içeri girebilme ve binaya yaklaşıp yangınla mücadele etmelerini zorlaştıran büyük korunumsuz cephe yüzeylerinin bulunması gibi etkenler sıralanabilir.

Yürürlükte olan dış kaynaklı yangın yönetmelikleri incelendiğinde; dış cephe düzenlemeleri ile ilgili madde ve koşulların ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği görülür. Bunun başlıca nedeni, dış cephe elemanlarının bir yangın esnasında ortaya koydukları tehlikenin gerçek boyutlarının henüz tam olarak anlaşılamamış olmasıdır.

3. GÖZLEME DAYALI ÇALIŞMALAR

Metal çerçeveli giydirme cephe sistemi daha çok, yüksek binalar, iş merkezi, büro binaları, alışveriş merkezleri gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu binalarda tercih edilmektedir. Yangın güvenliği göz önüne alındığında, metal çerçeveli giydirme cephe sisteminin, geleneksel cephe sistemlerinden daha tehlikeli olduğu, alev ve dumanın yayılışını kolaylaştırdığı için can ve mal kaybını artırdığı bilinmektedir. Yangın güvenliği açısından bu tür binalarda, metal çerçeveli giydirme cephe sistemlerinin kullanılmasının getireceği olumsuz yönlerin tespit edilip değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sürekli artan nüfus yoğunluğu ve Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahip olması nedeniyle İstanbul, ticari amaçla kullanılan binaların en yoğun şekilde inşa edildiği ve insan yoğunluğunun en fazla olduğu şehirdir. İstanbul bölgesi çalışma alanı olarak seçilerek, buradaki metal çerçeveli giydirme cephe sistemli binaların yangın güvenliğinin araştırılmasına karar verilmiştir.

İstanbul'daki metal çerçeveli giydirme cephe yapımcı firmalarının sayısı ve uygulamalarının fazlalığı nedeniyle örnek teşkil eden 35 yapı üzerinde yangın güvenliği açısından araştırma yapılmıştır. (Binalar örneklemede *rasgele* metoduna göre seçilmiş ve örnekleme metoduna göre, çalışma kapsamında 35 örnek yeterli görülmüştür [33.Atalık, 1996].) İstanbul'da giydirme cephe binaların yoğun olarak bulunduğu semtlerden seçilen binalarda, muhtemel bir yangında cephenin etkisi araştırılmış ve düzenlenen bilgi formu her bina için doldurulmuştur (ek-1).

Bu bölümde, seçilen örnek yapılarda, yangın güvenliğini etkileyebilecek bilgiler, tablolar ve fotoğraflar ile verilmiş ve bu tablolar değerlendirilmiştir. Bölüm sonunda ise tespit edilen olumsuz yönler açıklanmıştır.

3.1. Tespit Çalışması

Metal çerçeveli giydirme cepheli binalar; yangın güvenliği açısından şu kriterlere göre incelenmiştir:

- Cephelerindeki boşluk oranları,
- Cephe ile kat döşemesi arasında bırakılan boşluk ve duman bariyeri,
- Kullanılan malzemeler; camlar ve yalıtım malzemeleri (tablo 3.1).

Cephe boşluk oranlarına göre binalar: Bina cephesi, zorunlu ihtiyaçlardan doğan pencere boşluklarını bulundurması nedeniyle, yangında oluşan sıcak alev ve zehirli gazların yayılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, tespit çalışmasında metal çerçeveli giydirme cepheli binalardaki boşluk oranlarına dikkat edilmiş ve üç kategoriye ayrılmıştır. Bunlar:

Cephe boşluk oranı % 100 olan binalar; tüm cephede bina iskelet sistemi ile giydirme cephe arasında diğer bir yapı elemanının bulunmadığı binalardır (ek-2, resim 2). Perde-cephe olarak belirtilen bu cephe konstrüksiyonu, döşeme ve kolonların önünden geçmekte ve binanın iskelet sisteminden bağımsız olarak bütün cepheyi kaplamaktadır (şekil 3.1). Bu binalardaki olası bir yangında, alev ve dumanlar, cephede yatay ve düşey olarak ilerleyecektir ve yangının diğer bölümlere ve katlara yayılmasına neden olacaktır. Tablo 3.1`de görüldüğü üzere gözlemlenen binaların %25.7`sinde cephe boşluk oranı %100`dür.

Şekil 3.1. Cephe Boşluk Oranı % 100 Olan Metal Çerçevesi Giydirme Cephe Detayı.

Kısmi giydirme cephe; giydirme cephe konstrüksiyonu bina cephesinde düşey bantlar halinde, pencere açıklığı olarak kat yüksekliği boyunca bırakılan boşluklara yerleştirilir (ek-2, resim 17). Metal çerçeveli giydirme cephe elemanları, kolonlar arasına veya iki duvar arasına monte edilir (şekil 3.2). Kısmi giydirme cepheli binalarda olası bir yangın sırasında, alev ve duman düşey olarak katlar arası yayılacaktır. Gözlemlenen binaların % 60'ında kısmi giydirme cephe uygulaması vardır (tablo 3.1).

Parapet duvarı; giydirme cephe konstrüksiyonu sadece pencere açıklıkları bırakılmış olan bina cephesini dıştan tamamen kaplar (resim 3.1, şekil 3.3). Kısmi giydirme cepheli binaların bir kısmında da parapet duvarı vardır (resim 3.17 a-b). Bina iskelet sistemine ek olarak sadece parapet duvarı olan binalar ise incelenen binaların % 14.3'ünü oluşturmaktadır (tablo 3.1).



Resim 3.1. Aksaray Albayrak Şirketi İnşaatında Binanın Parapet Duvarı Tamamlanmış, Giydirme Cephe Montajı Devam Etmektedir.

Şekil 3.2. Kısmi Giydırme Cephe Detayı.

Şekil 3.3. Parapet Duvarlı Giydirme Cephe Detayı.

Camlar: Düz-yansıtıcı camlar ve ısıt işlemlı camlar olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Düz ve yansıtıcı camların yüksek ısılarda davranışları aynı olduğu için bunlar birlikte değerdendirilmiştir. Isıt işlemlı camların ise ısı dayanımları düz ve yansıtıcı camlara göre yüksek olmasına karşın, yangında ulaşılan sıcaklıklarda yine de yetersiz değerdendir. Isıt işlemlı camların avantajı camlar sıcaklık farklarından dolayı patladığında dağılmamalarıdır. Düz ve yansıtıcı camlar incelenen binaların yaklaşık % 77'sinde tespit edilmiştir (tablo 3.1).

Yalıtım malzemeleri: Binaların % 25.7'sinde yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Bu binalarda yalıtım malzemesi olarak camyününün tercih edildiği görülmüştür (ek-2, resim 31.b). Tablo 3.1`de de görüldüğü üzere incelenen binaların % 74.3'ünde hiçbir yalıtım malzemesi kullanılmamıştır.

Cephe ile kat döşemesi arasında bırakılan boşluk ve duman bariyeri: Giydırme cephe bileşenleri ile kat döşemesi arasında boşluk bırakılması olası bir yangında sıcak alev, zehirli gaz ve dumanın katlar arası sırayetine sebep olmaktadır. Binaların %63'ünde cephe sistemi ile kat döşemesi arasında boşluk vardır. Bu boşluk bazı binalarda 50 cm`dir (ek-2, resim 12.a-b). Cephe ile döşeme arası boşluğu mekanik olarak kapatarak alev ve dumanın kattan kata yayınımasını geciktiren duman bariyeri, mevcut giydırme cephe sisteminde alınan tek pasif yangın güvenlik önlemidir. Gözlemlenen binaların %23'ünde duman bariyeri kullanılmıştır (tablo 3.1).

TABLO 3.1

3.2. Gözlem Sonuçları

İncelenen binalarda metal çerçeveli giydirme cephe sistemi ile alakalı gözlemlenen olumsuzluklar ve bunların binalara dağılım yüzdeleri tablo 3.2`de verilmiştir. Cephenin incelenen binalarda olası bir yangında oluşturabileceği olumsuzluklar aşağıdaki gibi kategorileştirilmiştir:

Tablo 3.2. Binalarda Gözlemlenen Yangın Problemlerinin Yüzdelik Dağılımı.

Binalarda Gözlemlenen Olası Yangın Güvenlik Problemleri	Oranı (%)
Alevin camları kırarak yangını diğer katlara yayması	100
Cephe ile kat döşemesi arasındaki boşluklardan duman ve alevin yayılması	63
Konveksiyonla ısı iletimi ile yangının yayılması	25.7
Mekanik bağlantı yapılmaması nedeni ile cephe elemanlarının düşmesi	35
Strüktürel silikonlu cephe uygulaması	14.3

Yangının kattan kata dışardan yayılması: Bina cephesinde parapet duvarı veya dışa çıkıntı yapmak yangının diğer katlara yayılmasını engelleyememektedir [31.Sunar, 1981]. Dışardan alev sıçraması ile yangın yayılımı, oluşan sıcaklık farklarından dolayı camların patlamasından kaynaklanmaktadır. Giydirme cephelerde kullanılan tüm cam tipleri yüksek sıcaklıklara dayanımsızdır. Bu açıdan bakıldığında, metal çerçeveli giydirme cephe binaların tümünde bu tehlikenin olduğu söylenebilir. Tablo 3.3`de görüldüğü üzere, kısmi giydirme cephe ve parapet duvarı birlikte kullanılmış olan Aka İş Merkezi, Esenler Angino Han, Ömür Hastanesi ve Hedef Ecza Deposu binalarının, cephe boşluk oranı %100 olan binalara göre, yangına karşı daha güvenli olduğu söylenebilir.

Cephe ile döşeme arasındaki boşluklardan duman ve alevin yayılması:

Katlar arası boşluktan duman ve alevin yayılması problemi, cephe ile kat döşemesi arasında boşluk bırakılan binaların tümünde olası yangın problemlerindendir. Binaların % 63'ünde gözlemlenmiştir.

Konveksiyonla ısı iletimi ile yangının yayılması:

Isı iletkenliği yüksek olan malzemelerin kolay tutuşur malzemelerle temas etmesi, alevlenme süresini ve zehirli gazların çıkışını hızlandırır. Bu problem incelenen binaların %26'sında görülmüştür. Örneğin; yalıtım malzemesi olarak kullanılan camyünü giydirme cephe camına monte edilmekte ve camla direk temas etmektedir. Yalıtım malzemesi ısındıkça camın yüzey sıcaklığını artıracak ve daha kısa zamanda patlamasına neden olacaktır. Ayrıca, ısı iletkenliği yüksek olan alüminyum profil ve panellerin ahşap, kağıt, halı, vs. gibi kolay tutuşur malzemelerle temas etmemesine dikkat edilmemektedir.

Mekanik olmayan bağlantı nedeni ile cephe elemanlarının düşmesi:

Mekanik olmayan bağlantı nedeni ile malzemelerin düşmesi, mekanik bağlantı yapılması gereken birleşimlerde yapıştırıcı silikon kullanılması sebebi ile meydana gelmektedir. Bu problem binaların % 35'inde gözlemlenmiştir. Örneğin; yalıtım malzemeleri mekanik olarak tespit edilmemekte, boşluklara sıkıştırılarak bırakılmaktadır. Duman bariyeri ise, mekanik olarak değil silikon yapıştırıcılarla tespit edilmektedir. Yangında ilk zarar göreceği olan bu silikonlar, duman bariyerinin işlevini yitirmesine neden olacaktır.

Strüktürel silikonlu giydirme cephe uygulaması :

Gözlemlenen binaların %14.3'ünde strüktürel silikonlu cephe kullanılmıştır. Strüktürel silikonlu giydirme cephe sisteminde, camların metal çerçeveye tespiti, strüktürel silikon olarak adlandırılan, taşıyıcı gücü yüksek özel silikonlarla yapılmaktadır. Silikon malzemelerin yangın dayanımı düşük olduğu için bu cephelerin yangın güvenliği açısından incelenmelidir.

TABLO 3.3

4. YANGIN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHELERDE UYGUN MALZEME SEÇİMİ VE DETAY ÖNERİLERİ

Giydirme cephe sistemlerinin tasarım ve uygulamasında mimarlar ve mühendisler yangın güvenli detay çözümlerine gitmelidirler. Yangın güvenli giydirme cephe tasarımında üç temel koşulun sağlanması gerekmektedir. Bunlar;

1. Yanmaz malzemeler kullanılmalıdır; bunlar yanmamalı veya yangının artışına katkıda bulunacak miktarda ve özellikle olmamalıdır. BS 476 4. bölümde yanmazlık standardı; belli bir derecenin üzerinde ısınmadan termal bozulması olmayan ve alevli yanmayan malzemeler olarak belirtilmiştir.
2. Paneller yangın esnasında bütünlüğünü korumalı ve yangın yayılımını geciktirici özelliklere sahip olmalıdır. BS 476 8. bölümde, malzemelerin ve yapı elemanlarının yangına maruz bırakıldığında, stabilite, bütünlük ve izolasyon kriterlerini ne kadar süre yerine getirdiğini belirleyen standart yer almaktadır. Bu standarda göre malzemenin bütünlüğü bozulmamalı, çatlamamalı ve kırılmamalı, ısıyı karşı tarafa iletmemelidir.
3. Yangın esnasında ortaya çıkan sıcak ve zehirli gazlar ile alevin geçişini önlemek amacıyla, giydirme cephe ve döşeme arasında oluşacak boşlukları kapatacak tasarım ve uygulama yapılmalıdır.

Giydirme cephelerde yangından korunma ile ilgili kabul edilmiş herhangi bir standart veya test kriteri yoktur. Bu nedenle, bir giydirme cephe tasarımı yukarıdaki kriterleri sağlıyorsa genellikle güvenilir olarak kabul edilir [34.Anonim, 1975]. Bu önlemlerin her biri pasif yangın güvenlik önlemleridir ve binaya yapım sırasında veya sonradan ilave edilecek aktif güvenlik önlemlerinden daha etkili oldukları bilinmektedir.

Gözlemlenen binaların hiçbirinde bu üç maddeyi bir arada barındıran giydirme cephe uygulamasına rastlanmamıştır. Bu koşulların sağlanması doğru malzeme seçimi ve detay tasarımıyla mümkün olabilir.

4.1. Yangın Güvenliği Açısından Uygun Malzeme Seçimi

Malzeme yapısı üzerinde yangın etkisi, fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki şekilde ortaya çıkar. Fiziksel değişim ısısal deformasyonlar ve erimelerdir. Erime ise, sıcaklığın artışı sonucu, malzeme iç yapısında molekül bağlarının kopması, elastik şekil değiştirme değerlerinin artması ve sonuç olarak iç yapının kristal sisteminin amorf hale dönmesi olayıdır.

Malzemenin ısı iletkenlik katsayısı, ısının yapı içinde hangi süratle iletileceği sonucunu ortaya çıkaracağından, meydana gelecek deformasyonlarda önemli bir etken olur. Isısal deformasyonlar ve erime sonucu malzemede parçalanma ve büyük oranda deformasyonlar görülür.

Yangın etkisiyle malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen değişimler ise molekül yapısının bozulması ve karbonlaşma olayıdır. İnorganik grupta yer alan taş, beton gibi malzemelerin bünyesinde bulunan CaCO_3 , CaSO_4 , Ca(OH)_2 ve organik bileşiklerden ahşap, plastik gibi malzemelerin içinde bulunan C, H_2 , S_2 , N_2 gibi element ve bileşikler, yangın anında kimyasal bir değişime uğrayarak, malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açar. Bu arada bir takım zararlı gazlar (CO_2 , CO, SO_2 , SO_3) oluşur.

Yangın karşısındaki davranışları açısından malzemeler yanan ve yanmayan malzemeler olarak ikiye ayrılmaktadır. İngiliz Standardı BS 476`da bu ikisinin ortası yani, “az yanar”, “çok yanar” gibi kavramlar kabul edilmemektedir. Burada ifade edilmek istenen, yanan sınıftan bir malzemenin, tutuşmadığı ve yangının yayılmasına neden olmadığı veya yandığı zaman zor tutuşarak kurtarma işlemlerine

zaman kazandırdığıdır. Bu amaçla, yanan malzemelere, yanmayı geciktirici veya alev almayı önleyen kimyasal maddeler katılmaktadır. Yoksa, o malzeme tutuşmasa bile, yangına direnci yoktur ve yangında eriyip yok olmaktadır.

Bir diğer kavram ise yangın dayanım kavramıdır. Bu kavram, malzemelerin yangına ne kadar süre ile dayandığını veya yangını ne kadar süre geciktirebildiğinin bir ölçüsüdür. Bir çok ulusal standartta, yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışları sınıflandırılırken zaman faktörü de göz önünde bulundurulmaktadır. DIN 4102 sayılı Alman Standardında, yanmayan malzemeler A sınıfı, yanan malzemeler B sınıfı olarak ayrıldıktan sonra, bunların yangına direnç süreleri de F30, F60, F90 gibi dakika cinsinden belirtilmektedir.

Alman Standardının kısmi bir çevirisi olarak yayımlanan TS 1263 sayılı Türk Standardı da aynı sınıflamaya yer vermiş, yapı malzemelerinin yanmaya dayanıklılık test metotları anlatılmıştır. Bu standarda göre, yapı malzemesinden veya yapı elemanından en az iki numune alınır. Standartta belirtilen ısıtma ve basınç koşullarını sağlayan deney fırınında belli işlemlerden geçirilir. Bu süre içinde deney numunesinin kendisine düşen görevleri yerine getirme yeteneğini kaybettiği süre not alınır. Bunun dışında numunenin ısı yalıtkanlığı tespit edilmektedir. Isı yalıtkanlığı numunenin aleve maruz kalmayan yüzün ortalama sıcaklığı ve en yüksek sıcaklığı ile deney numunesi içindeki sıcaklık ölçülerek saptanmaktadır. Ayrıca numunede alevi ilk sızdırma ve son sızdırma süreleri de tespit edilmektedir [35.Anonim, 1983].

Yapılarda kullanılan malzemelerden inorganik kökenli malzemeler A sınıfında (yanmayan), organik kökenli malzemeler de B sınıfında (yanan) yer almıştır [36.Alpdoğan, 1995]. Tablo 4.1`de yanmazlık sınıfları ve yanıcılıkları sınıflanabilen bazı yapı malzemeleri verilmiştir. Bu malzemelerin yangın sınıflarının belirlenmesinde gözlemlenen davranış ve ölçümler ise şunlardır:

- A1 – Hiç Yanmaz: Yanmaz, alevlenmez, ısıldamaz, kömürleşmez.

- A2 – Zor Yanıcı: Yalnız alev kaynağı değdiği sürece yanar, ısıldamaz, kısmen tahrip olur, ateşi iletmez ve yangın yüküne katkısı olmaz.
- B – Yanıcı: Alev kaynağı ortadan kalktıktan sonra da yanmaya devam eden malzeme. Bunlardan alevlenme ve yanma sıcaklığı, yanma ısısı, duman oluşumu, zehirli gaz oluşumu da önemli özelliklerdir [37.Kocataşkın, 1988].

Tablo 4.1. Yanmazlık Sınıfları ve Yanıcılıkları Sınıflanabilen Malzemeler.

Yanmazlık Sınıfı			Malzemeler
Yanmaz	A1	Hiç yanmayan	Metaller, kum, alçı, beton, cam, camyünü, seramik, taşıyünü, vb.
	A2	Zor yanıcı	Bu gruba girecek malzemenin mutlaka deneysel olarak saptanması gereklidir.
Yanıcı	B1	Zor alev alan	Alçı-karton, yanma geciktirici katkılı polistiren ve poliüretan köpük, çimentolu odun talaşı, vb.
	B2	Normal alev alan	Ahşap, polipropilen boru, silikon derz dolgusu, katkısız polistiren ve poliüretan köpük, vb.
	B3	Kolay alev alan	Ahşap talaş, kağıt, pamuk, selüloz lifleri ve diğer yanıcı maddeler

Bu sınıflamalar TS 1263`de belirtilmiş olmasına rağmen mevzuatlara geçirilmemiştir. Cephe sistemlerinin ve malzemelerinin yangın dayanımları ile ilgili olarak, bazı ülkeler standartlarında ve imar yönetmeliklerinde çeşitli sınırlamalar getirmişlerdir. Ülkemizde ise bu tip kısıtlamalar henüz yönetmeliklerde yer almamıştır.

Giydirme cephe sisteminde bina yangın güvenliğinin artırılmasına yönelik şu temel zorunluluklara dikkat edilmelidir:

- 3 kat ve daha yüksek yapılarda, cephe kaplaması ve ısı yalıtımı A sınıfı malzemelerden olmalıdır. İngiliz standartlarında ise 15 m.`den daha yüksek giydirmeye cephe binalarda yanmaz malzeme kullanılması zorunludur [8.Brookes, 1998].
- Kolay alev alan B3 tipi malzemeler cephede kesinlikle yapıda kullanılmamalıdır.
- Normal alev alan B2 tipi malzemelerin alev almadığı veya yanarak damlamadığı kontrol edilmelidir.

Alman imar yönetmeliklerinde, küçük ve alçak yapılarda kullanımına izin verilen B1 ve B2 tipi malzemelerin bile yangına dirençli sıva veya alçı plaka gibi malzemeler arasında kullanılması şeklinde zorunluluklar vardır [36.Alpdoğan, 1995].

Metal çerçeveli giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılan malzemeler dört ana başlık altında incelenebilir. Bunlar; iskeleti oluşturan ve alüminyumdan üretilen metal profiller ve paneller, camlar, ısı yalıtım malzemeleri, dolgu ve yapıştırıcı olarak kullanılan plastik macunlardır.

4.1.1. Metal Profiller ve Paneller

1974`lerde yapılan bir araştırmaya göre; hafif cephelerin taşıyıcı kısımlarında; sistemlerin %70`inde alüminyum, %24`ünde ahşap, %6`sında çelik kullanılmaktadır [7.Uzak, 1998]. Bugün ise taşıyıcı profillerin tamamına yakını alüminyum olarak imal edilmektedir. Alüminyumun bu kadar yoğun olarak kullanılmasının nedeni fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri yanında, alüminyum ve alaşımlarının işleme özelliklerinin teknik ve ekonomik açıdan avantajlar sağlamasıdır.

Alüminyum hafif, sağlam, antikorozyon bir metaldir. Geri dönüşümlüdür ve yeniden değerlendirildikten sonra da özelliklerini korur. Kimyasal yüzey kaplama (anodizasyon=eloksal) ve elektrostatik toz boya kaplama işlemi ile kaplanıp, yüzey

dayanıklılığı ve dekoratif görüntü elde edilebilir [38.Gürsoy, 1999]. Saf haldeki alüminyum metali çok yumuşak ve zayıf bir metaldir. Ancak, başka metallerle (magnezyum, silisyum gibi) alaşımı yapıldığında dayanımı artar. Yoğunluğu 2.7 g/cm^3 ’dür. Çeliğe göre çok hafif bir metaldir (çeliğin yoğunluğu 7.85 g/cm^3).

Alüminyum, magnezyum metali gibi alev temasında tutuşarak yanmaz. Yangın güvenliği açısından incelendiğinde alüminyum metalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri istenilen değerlerin altındadır. Saf haldeki alüminyum metalinin erime noktası $659.7 \text{ }^\circ\text{C}$ ’dır [39.Anonim, 2000]. Bunun yanında $200 \text{ }^\circ\text{C}$ alüminyum için sınır olarak kabul edilmiştir. Bu sıcaklığın üzerine çıktığında ise metal mukavemetini kaybetmeye başlar ve çevresindeki diğer malzemelere de zarar verir [40.Purkiss, 1996].

Tablo 4.2. Profil olarak üretilen bazı alüminyum alaşımlarının fiziksel özellikleri [41.Rende ve Gülsöz, 1995].

Malzeme Gösterimi	Yoğunluğu g / cm^3	Erime Sıcaklığı $^\circ\text{C}$	Isı İletkenliği W / cm K	Isıl Genleşme Katsayısı $10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$
Al 99,99	2,7	660	2,32	23,5
AlMg 3	2,66	610	1,3	23,7
AlMg Si 0,5	2,7	585	1,9	23,4
AlMgSi 1	2,7	585	1,5	23,4
AlMg 4,5 Mn	2,66	575	1,1	23,7
AlCuMg 1	2,8	512	1,4	23
AlZnMgCu 1,5	2,8	485	1,3	23,3

Alüminyum tutuşmaz ancak, ısı iletkenliği yüksektir. 1970 yılında New York’taki iki yüksek binada meydana gelen yangında, yüksek binalardaki giydirmce cephe sistemleri gözlemlenmiş ve alüminyumun çok fazla zarar görmediği anlaşılmıştır [42.Anonim, 1999]. Bu yangınlar alüminyumun güvenli olduğunu göstermez ancak, diğer avantajları da göz önüne alınırsa, alüminyum yangın

güvenliği düşünülerek detaylandırıldığında, giydirme cepheli binalarda kullanılabilecek uygun bir malzeme olduğu söylenebilir.

Alüminyum yapı malzemesi olarak saf halde kullanılmadığında, malzeme özellikleri alaşımın cinsine göre değişir. Fakat, genelde farklılıklar önemli düzeyde değildir (tablo 4.2).

Giydirme cephe sistemlerinde kullanılan alüminyum profiller ve paneller, olası bir yangında kendileri alev almasa bile temas ettikleri malzemeleri tutuşturabilirler. Özellikle yüksek ısılara mukavemeti çok düşük olan sentetik yalıtkanları ve macunları, plastik deformasyona uğratabilir ve yangının daha kısa sürede daha geniş alana yayılmasına neden olabilir. Bu nedenle, yangın güvenliği açısından, metal çerçeveli giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılan alüminyum metalinde şu önlemler alınabilir;

1. Mümkün mertebe erime sıcaklığı yüksek, ısı iletkenliği düşük olan alüminyum alaşımları tercih edilmelidir.

Ülkemizde üretim ve montajı yapılan metal çerçeveli giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılan alüminyum alaşımları, yangın güvenliği dikkate alınarak seçilmemektedir. TS 412`de, alüminyum profil olarak üretilen alüminyum alaşımlarının büyük kısmı bulunmaktadır. Tablo 4.1`de gösterilen AlMg Si 0,5 bugün belli firmalar tarafından giydirmeye cephe profili olarak kullanılmaktadır ve bu alaşım Alman ve Türk Standartlarına uygundur [38.Gürsoy, 1999]. AlMg Si 0,5 fiziksel, kimyasal ve diğer özellikleri (korozyon direnci, eloksallama işlemi, kaynaklanabilme, lehimlenebilme) bakımından da Türk Standartlarına (TS 4922) uygun bulunmuştur [43.Anonim, 1986].

Ergime sıcaklığı daha yüksek, ısı iletkenliği ise daha düşük alaşımlar olmasına rağmen (AlMg 3 gibi), bunlar parlatma ve iki kademeli renklendirme işlemlerine uygun değildir [44.Anonim, 1987]. Diğer ısı mukavemeti yüksek alaşımların büyük

bir kısmı ise deniz suyuna, statik yüklere dayanıklı olmadığı veya ekstrüzyon mamulü (profil) olarak üretilemediği için giydirme cephelerde kullanılamamaktadır.

2. Yüksek ısılarda koruma etkisi, *intumescent coatings* adı verilen kaplamalar ile sağlanabilir.

Bu tür kaplamalar, metalin ısı yayımını engellediği gibi, sıcaklık etkisi ile de ısıdan koruyucu bir köpük tabaka oluştururlar. Yüksek sıcaklığa maruz kaldığında 50 kat kalınlık artışı gösterir ve 2 saat yangın dayanımı sağlarlar [45.Anonim, 1985]. Hava şartlarına dayanıklı olan bu boyalar, giydirme cephe profil ve panellerinde kullanılmalıdır. Üretim aşamasında son kat boya olarak kaplanabildiği gibi, montaj sırasında veya sonrasında da kolaylıkla uygulanabilir [19.Anonim, 1998]. Metal profillerin yangına karşı mukavemetini artıran boyaların (*intumescent coatings*) ülkemizde üretimi yapılmamaktadır.

3. Giydirme cephelerde cam ve kompozit panel eşit yoğunlukta kullanılmalıdır.

Giydirme cephe sistemlerinin bir kısmında sağır duvarları ve parapet önlerini kapatmak için sandviç paneller kullanılmaktadır (ek-2, resim 1.a). Bunlara *kompozit levhalar* da denilmektedir. Ülkemizde üretimi yapılamamaktadır, fakat belli firmalar tarafından ithal edilerek giydirme cephelerde kullanılmaktadır. Kompozit paneller, alt ve üst yüzeyleri amaca göre şekillendirilmiş alüminyum levha ve arasına enjekte edilmiş poliüretandan meydana gelmiştir [46.Anonim, 2000]. Kompozit paneller B1 ve B2 sınıfındadır ancak, alev almadığı veya yanarak damlamadığı kontrol edildiği zaman yangına dayanımlı yapı elemanı olarak kabul edilebilirler. Bu levhalardan biri olan ve ülkemizde de kullanılan reynobond kompozit paneller, çeşitli ülkelerin yangın dayanım standartlarını sağlamaktadır. İngiliz standardı BS 476`da alevli bir yanma sırasında kompozit panellerin *yangının büyümesine katkısının olmadığı*, yangını yüzeyleri yoluyla yayan malzemelerden ise *en iyi* olarak test edilmiştir [47.Anonim, 1997]. Kompozit paneller camlara oranla daha iyi yangın güvenliği sağlamaktadır.

4. Alüminyum metalinin diğer B sınıfı yanıcı malzemelerle direk teması engellenmelidir.

4.1.2. Camlar

Camlar, yüksek sıcaklıkta bile yüksek bir viskoziteye sahip sıvılar olup, normal sıcaklıkta kristalleşmeden katılaştıran, katı cisimlerin mekanik özellikleri yanında sıvı cisimlerin özelliklerini de gösteren, inorganik esaslı silikat sistemlerdir. Camın ana maddesi, saydamlık özelliğini sağlayan, amorf bünye içinde erimiş ve dağılmış durumda bulunan silisyum dioksittir (SiO_2).

Kapalı bir mekanda yangın büyümesiyle, hava ve dumanın yarattığı basıncın artması ve önemli sıcaklık farkları oluşması sonucu, camlar kırılırlar. Böylece çevreledikleri mekanda artan oksijen miktarı, yangının hızla yayılıp büyümesine yol açar. Muhtemel bir yangında havalandırmanın kontrolü ile yangının büyümesi ve yayılması da kontrol altına alınmış olacaktır.

Üretim aşamasında uygulanan çeşitli ısı işlemleri camların dayanımları artırılabilir. Metal çerçeveli giydirmeye cephelerin çoğunluğunda düz cam kullanılmaktadır. Bunun yanında ısı işlemlerden geçirilmiş camların kullanımı da giderek artmaktadır. Mevcut giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılan camlar ve genel özellikleri şunlardır:

Düz camlar: Düz camın yumuşama sıcaklığı $700-800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir [40.Purkiss, 1996]. Yapılan deneyler, camların kırılma sıcaklığının $70-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değiştiğini gösterir. Çoğunlukla camların kırılması ise $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ gerçekleşir. Camın sıcaklık nedeniyle kırılması ise, yangın başlangıcından yaklaşık 12-13 dakika sonrasına rastlar [17.Becan, 1994]. Düz camların giydirmeye cephe binalarda kullanılması yangın güvenliği açısından uygun değildir. Özellikle cephe boşluk oranı %100 olan binalarda, yangının cepheden yatayda ve düşeyde ilerleyerek tüm binaya yayılmasına neden olacaktır. Gözleme dayalı çalışmalar bölümünde incelenen binaların

%14.3`ünde hem cephe boşluk oranı %100, hem de düz cam kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Güneş ışıklarının aşırı parlaklığını kontrol altına almak, iç mekanların konfor düzeyini artırmak ve klimatizasyon giderlerinden tasarruf etmek amacıyla, giydirme cephe sisteminin özellikle parapet (spandrel) bölgesinde yoğun olarak kullanılan reflektif yansıtıcı, laminasyonlu veya harmandan renkli güneş kontrol camları, yangın güvenliği açısından düz camla aynı fiziksel özelliklere sahiptir.

Temperli camlar: Ölçülerine göre kesilmiş, üzerindeki delik delme, kenar işleme gibi tüm işlemleri tamamlanmış cam plaklar yatay temperleme fırınlarında camın erime derecesine çok yakın bir sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra ani olarak soğutulur. Cam yüzeyinde 68950 KN/m^2 gerilme değerine ulaşılır. Böylece normal cama göre dört-beş kat direnç kazanması sağlanır. Herhangi bir nedenle kırılan bu camlar, zar büyüklüğünde parçalara ayrılarak yaralanmalara karşı önlem oluştururlar. Tam temperli camın kendi bünyesinden kaynaklanan risklere karşı dayanımını arttırmak için ısı banyosu (heat-soaking) işlemi de uygulanabilir. Sabancı Center binasında bu tür camlar kullanılmıştır [48.Mağgönül, 1996]. Bu tür camlar güç kırılmakla birlikte, kırıldıkları zaman küçük parçalara ayrılırlar ve kesici etkileri çok azdır. Temperli camlar $200 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığa ve $230 \text{ }^\circ\text{C}$ `lik ısı şoka mukavemetlidir [49.Toydemir, 1990]. Temperli camlar yangın güvenliği açısından düz camlara göre daha güvenlidirler ancak, yüksek sıcaklık karşısında mukavemetleri yeterli değildir.

Kısmi temperleme (Heat Strengthening) ise; aynı temperleme fırınında, camın yine erime noktasına yakın sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra, tam temperlemeden farklı olarak daha yavaş soğutulması ile tamamlanan bir işlemdir. Bu durumda camın yüzeyinde oluşan yaklaşık 24132.5 KN/m^2 gerilme, camın normal cama göre iki kat direnç kazanmasını sağlar. Kısmi temperlenmiş camlar, kırıldıkları zaman daha büyük parçalara ayrılıp, değiştirilene kadar çerçeve içinde kalırlar ve tam temperli camlardan daha düşük sıcaklığa dayanım gösterirler.

Giydirme cephelerin parapet ve cephe kaplama camları ısıl kırılma risklerine karşı ısıl işlemli yani, kısmi veya tam temperli olmalıdır [50.Mağgönül, 1999]. Tam temperli camlar, yangın güvenliği açısından kısmi temperli camlara göre daha güvenli olmasına rağmen, her ikisi de yüksek sıcaklıklarda yeterli mukavemeti gösterecek fiziksel özelliklere sahip değildir.

Giydirme cephe sistemlerinde, yüksek sıcaklıklara mukavemetli şu camlar tercih edilebilir:

Telli camlar: Üretim sırasında içine tel armatürlerin yerleştirilmesi sonucu üretilen telli camlar, düz ve değişik buzlu desenlerde olabilmektedir. Kırılsa bile yangın alevi ve zehirli gaz ve dumanın geçişini belli bir süre durdurabilecek ve erteleyebilecek kadar bütünlüğünü koruyabilen camlardır. Bu grup camlar telli buzlu, telli polisajlı, borosilikatlı ve özel kaplamalı camlardır. Ülkemizde sadece telli buzlu ve telli polisajlı camlar üretilmektedir.

Telli Buzlu Camlar: Tablo 4.3`de de görüldüğü gibi yüksek sıcaklıklara dayanımlı bu camlar, standartlarda istenen yangın güvenlik değerlerini sağlayacak şekilde üretilmektedirler.

Tablo 4.3. Telli buzlu camların alev dayanım test sonuçları [51.Anonim, 2000].

Isıtma Hızı	Süre sonunda ulaşılan fiili sıcaklık değerleri	TS-9042 standart değerleri
5. dakika	525 °C	500 °C
10. dakika	690 °C	700 °C
20. dakika	785 °C	800 °C
30. dakika	840 °C	850 °C

Telli Polisajlı Camlar: Renksiz ve şeffaftır. BS 476`ya göre 60 dakika kadar bütünlüğünü muhafaza eder. Yangın süresince optimum ışık geçirgenliği sağlar. Yalıtım camı olarak kullanılabilirler [52.Kılınç, 1999].

Telli camlar yangın güvenlik camı olarak üretilmekte ve istenilen ısı mukavemetini sağlamaktadırlar. Giydirme cephe sisteminde, başta parapet önünde olmak üzere tüm cephede bu camların kullanımına gidilebilir. Yüksek sıcaklıklara dayanması ve kırıldığında bütünlüğünü bozmaması, yangının cepheden yayılımını büyük oranda engelleyecektir.

Yangın emniyetli şeffaf camlar: Yangın ısısının hem iletim hem de ışıyım yolu ile transferini engelleyen camlardır. Bu cam ünitelerindeki ara dolgular yaklaşık 120 °C`ye kadar saydam kalmakta, sıcaklık arttıkça ara dolgular sırasıyla genişerek opaklaşmaktadır [52.Kılınç, 1993]. Pilkington firması tarafından *pyrostop* adıyla tanıtımı yapılan bu camlar, kesintisiz görüntü sağlamak için, arada tel donatı kullanılmadan üretilirler [53.Anonim, 1996]. Bu nedenle, estetik olarak telli camlardan üstündürler ve cephede kullanılabilirler. İki saate kadar yangına dayanıklıdırlar. Telli camlar sadece yangın ve dumanı önlerken, bu camlar ısı transferini de engellerler. 400 °C`ye kadar dayanım göstermektedir. Hem iç mekanda hem de cephede kullanılabilirler [54.Anonim]. Ülkemizde üretimi yapılmamakta, belli firmalar tarafından ithal edilmektedir.

4.1.3. Isı Yalıtım Malzemeleri

Isı yalıtım malzemeleri, herhangi bir sınır değeri bulunmamasına karşılık, ısı iletkenlik katsayısı 0.1 W/m°K değerinden daha küçük katsayıya sahip malzemelere denilmektedir. Malzemenin ısı iletkenlik katsayısının bu değere erişebilmesi için yoğunluğunun 350 kg/m³ den daha az olması gerekmektedir. Düşük yoğunluklu malzemenin boşluk oranı, ısı iletkenlik değerini belirlemektedir [55.Gürdal, 1988]. Isı yalıtım malzemelerinin hafif ve gözenekli olmaları, istenilen kalınlıkta üretilibilmeleri giydirme cephelerde kullanım kolaylığı getirmektedir.

Isı enerjisinin korunumu ve ekonomisi açısından ısı yalıtım malzemelerinin, günümüzde yapılarda kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Isı yalıtkanlık değeri yüksek olan bu tür malzemelerin çoğu sentetik kökenlidir ve çok yanıcıdır. Bu tür malzemelerin bilinçsizce, yalnız fonksiyonel olarak kullanılması, beklenmedik noktalarda sıcaklığın yükselmesine, yangın sırasında alevin yayılmasına ve zehirli gaz çıkışlarına neden olabilmektedir.

Ülkemizde üretilen veya ithal edilen ısı yalıtımları üretildikleri kaynaklara göre iki grupta toplanabilir. Bunlar:

- **Mineral kökenli yalıtkanlar:** Asbest lifleri, seramik yünü, cam köpüğü, camyünü, taşyünü, vb. bu guruba girmektedir. Giydirme cephelerde camyünü yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu yalıtkanlar yangın karşısında bozulsa bile yanma olayına iştirak etmezler.
- **Sentetik kökenli yalıtkanlar:** Polistiren, poliüretan, polietilen köpükler vb. yalıtkanlardır. Sürekli kullanma sıcaklığı, en fazla 60 °C olup 120 °C civarında ayrışmaya, daha sonra zehirli gaz çıkarmaya ve sonunda yanmaya başlarlar [55.Gürdal, 1988].

Cephe elemanlarını oluşturan tüm malzemeler yanmayan malzeme olmalıdır. Tablo 4.4`de görüldüğü gibi sentetik kökenli ısı yalıtım malzemeleri istenilen yangın dayanımını sağlamamaktadırlar. Bu malzemeler çabuk tutuşmakta, daha hızlı ve bol miktarda zehirli gaz çıkarmaktadırlar. Bu nedenle giydirme cephelerde sentetik kökenli yalıtım malzemeleri kullanılmamalıdır. Mineral kökenli yalıtım malzemelerinden camyünü giydirme cephe sistemlerinde kullanılmaktadır. Camyünü ve taş yününde bağlayıcı olarak sentetik kökenli bakalit kullanılmaktadır. Bakalit, camyünü ve taş yünü liflerinin şilte haline gelmesini sağlamakta, ancak bu malzemelerin dayanım sıcaklığının azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, bakalit kullanımı mümkün mertebe azaltılmalı ve giydirme cephe sistemlerinde hem yangın dayanımı yüksek, hem de iyi bir ısı yalıtım malzemesi olan taş yünü tercih edilmelidir.

Tablo 4.4. Mineral ve sentetik kökenli ısı yalıtım malzemeleri [36.Alpdoğan, 1995].

	Malzeme	Üretim	Hammadde	Kullanım Yeri	Kullanım Amacı	Dayanım Sıcaklığı °C
Mineral Kökenli Yalıtkanlar	Camyünü	Yerli	Kum, soda, boraks, vs.	Yapı, araç, tesisat sanayi	Isı ve ses yalıtımı	Bağlayıcısız 550 Bağlayıcılı 250
	Taşyünü	Yerli	Bazalt	Yapı, araç, tesisat sanayi	Isı ve ses yalıtımı, Yangın durdurucu	Bağlayıcısız 750-1000 Bağlayıcılı 650
Sentetik Kökenli Yalıtkanlar	Genleştirilmiş Polistren	İthal, Yerli	İthal, petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	75
	Ekstrude Polistren	İthal, Yerli	İthal, petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	75
	Poliüretan	İthal, Yerli	İthal, petrol türevi	Yapı	Isı yalıtımı	110-120
	Polietilen	İthal, Yerli	İthal, petrol türevi	Boru	Isı yalıtımı	105

4.1.4. Polimer Macunlar

Polimer macunların tasarımında kökten değişikliğe neden olan alanlardan biri giydirme cephe sistemleridir. Metal çerçeveli giydirme cephe sisteminde yapıştırıcı ve dolgu amacıyla çok yoğun olarak kullanılan silikonlar, sentetik esaslı yanıcı malzemelerdir.

Ülkemizde üretilen silikon yapıştırıcılar çeşitli kalitelerde üretilmekte ve farklı sıcaklık değerlerine dayanım göstermektedirler. Bunlardan Çuhadaroğlu Kimya San. ve Tic. A.Ş.'nin ürettiği ve giydirme cephe sisteminde kullandığı silikonların maksimum dayanım sıcaklığı 180 °C'dir [56.Anonim, 2000]. Ülkemizde üretilen diğer silikon malzemelerden bu değerden daha yüksek bir sıcaklığa dayanım gösterebilen silikon yoktur.

Tablo 4.5`de ise strüktürel silikonlu giydirmce cephe sisteminin uygulamasına olarak tanıyan strüktürel silikonlar ile bu cephe sisteminde kullanılan diğer plastik macunların dayanım sıcaklıkları verilmiştir. Strüktürel silikonlu giydirmce cephe sisteminde camın metal profile tespiti strüktürel silikonlarla yapılmaktadır. Bu silikonlar 150 C°`de mukavemetlerini kaybetmektedirler. Strüktürel silikonlar dünyada iki firma tarafından üretilmektedir. Bunlardan biri olan Dow Corning firmasının ürünleri ülkemizde sekiz büyük giydirmce cephe firması tarafından kullanılmaktadır.

Tablo 4.5. Strüktürel Silikonlu Cephe Uygulamasında Dolgu ve Yapıştırıcı Olarak Kullanılan Polimer Macunların Dayanım Sıcaklıkları [57.Anonim, 1999, 58.Anonim, 1998].

Malzeme	Dayanım Sıcaklığı (C°)
Strüktürel Silikon	150
Nötr İnşaat Silikonu	200
İki Taraflı Yapışan Poliüretan Köpük	110 - 120
Çift Cam Yalıtım Macunu	150

Polimer macunlar giydirmce cephe sisteminde vazgeçilmez malzeme haline gelmiştir. Silikon yapıştırıcılar ve plastik contalar metal ve metali, cam ve metali, cam ve camı birbirine tutturmada ve giydirmce cephe sisteminin montajında her aşamada yoğun olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında sistemde oluşan boşlukların doldurulması ve istenmeyen derzlerin kapatılması amacıyla da kullanılmaktadır. Isı karşısında kısa sürede mukavemetini kaybetmesine rağmen montajda pratiklik ve zamandan tasarruf sağlamaktadır.

Giydirmce cephe sistemlerinde polimer macunların kullanılmasında yangın güvenliği açısından şunlara dikkat edilmelidir:

1. Kritik olarak görülen, duman sızması ve alev sıçramasının olabileceği giydirme cephe sistemi ile döşeme arasında kalan boşlukların detaylandırılmasında, ısısal mukavemeti yüksek olan silikon ve dolgu malzemeleri tercih edilmelidir. Dow Corning firması bu amaçla giydirme cephe sistemlerinde kullanılabilen ve 4 saate kadar yangın dayanımı gösteren Firestop 800 silikon macunları üretmektedir [57.Anonim, 1999].
2. Ayrıca, polimer macunların yoğun olarak kullanıldığı birleşim yerleri yangına karşı mineral elyaflarla (camyünü, taş yünü, vs.) yalıtılmalı ve sıcaklığın bu noktalara ulaşması geciktirilmelidir.
3. Özellikle metal-metal birleşimleri mümkün olduğunca mekanik olarak tespit edilmeli ara boşluklarda dolgu malzemesi olarak bu malzemeler kullanılmalıdır. Böylece, polimer macunların kullanımı en az seviyeye indirilmeye çalışılmalıdır.
4. Strüktürel silikonlu giydirme cephe sisteminde camın metal profile mekanik olarak tespit edilebildiği yeni detay çözümlerine gidilmelidir.

4.2. Tasarım ve Uygulama Sırasında Alınabilecek Önlemler

Giydirme cephede yangın güvenli malzeme seçme olanağı kısıtlıdır. Bu nedenle, mimarların mevcut malzemeleri en güvenli şekilde kullanması ve yangın güvenli detay çözümleri önermeleri gerekmektedir. Metal çerçeveli giydirm cephe sistemlerinin tasarım ve uygulamasında, 4. bölümde belirtilen temel koşullar esas alınarak çeşitli detaylar oluşturulmak mümkündür.

Şekil 4.1`de şematik olarak verilen tipik bir cephe detayı yangın güvenliği açısından çeşitli olumsuzluklar içermektedir. Şekil 4.2`de ise bu olumsuz yönleri ortadan kaldıran yeni bir çözümle, sistem yangına karşı daha güvenli hale getirilmiştir.

Şekil 4.1. Metal Çerçeveli Giydirmce Cephe Sisteminde Yangın Güvenliğı Açısından Kötü Bir Detay Çözümü.

Bu detay çözümünün yangın güvenliğı açısından olumsuz yönleri şunlardır;

1. Giydirmce cephe yalıtım malzemesinin cama direk temas etmektedir. Bu durumda, malzemeler arasında konveksiyon yolu ile ısı alışverişı meydana gelecek ve bitişik malzemelerin deformasyonu hızlanacaktır.
2. Taşıyıcı alüminyum profiller açıkta bırakılmıştır. Bu bileşenlerde, sıcak gaz ve alevlerin temas süresinin artıracak bir ara katmanın bulunmaması istenmeyen bir çözümdür.
3. Kat döşemesi ile spandrel panel camı arasına, yalıtım malzemesinin sıkıştırılarak yerleştirilmesi güvenli değildir. Yalıtım malzemesi ısındıkça yumuşayacak ve düşecek, bu ise sıcak gaz ve alevlerin katlar arasında hızla yayılmasına ve yangının tüm binayı kaplamasına neden olacaktır.

Şekil 4.2. Metal Çerçeveseli Giydirme Cephe Sisteminde Yangın Güvenliği Açısından İyi Bir Detay Çözümü.

Önerilen detay çözümünde ise;

1. Alüminyum çerçeve bileşenleri cephe yalıtım malzemesi olan taş yünü ile kapatılarak yangına karşı güvenli hale getirilmiştir. Böylece profillerin radyatör kapağı, döşeme kaplaması ve asma tavan elemanları ile direk teması kesilmiştir.
2. Alüminyum profiller intumescent coating ile kaplanarak yangına güvenli hale getirilmiştir.
3. Spandrel camı içten taş yünü ile tamamen kapatılması ile camın patlama süresi geciktirilmiştir. Spandrel camının telli cam veya yangına dayanıklı şeffaf camlardan seçilmesi ise parapet bölgesini daha güvenli hale getirecektir.

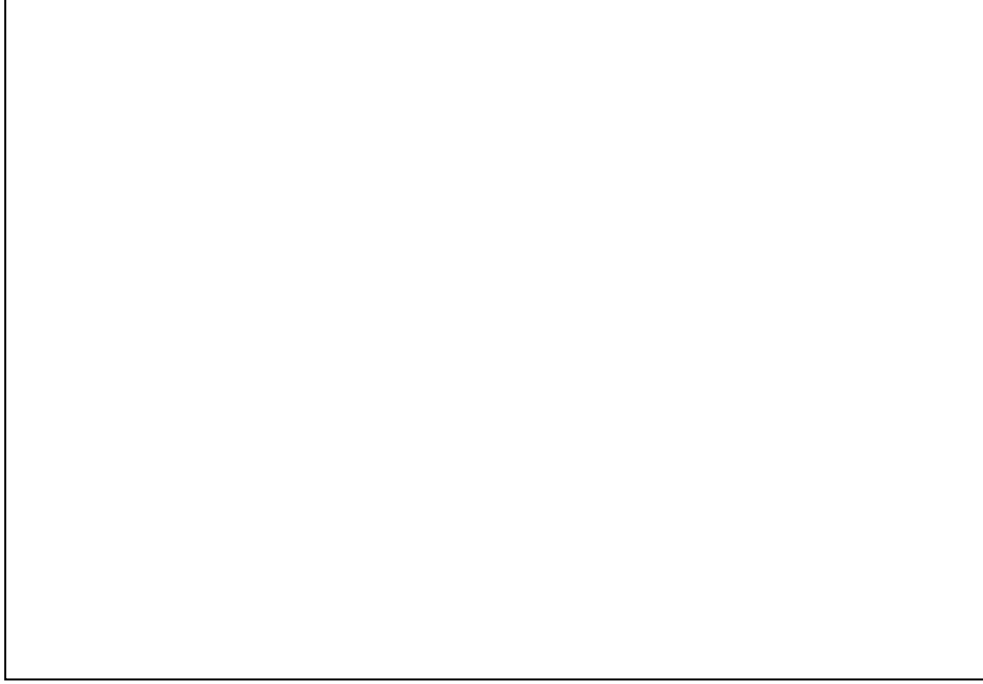
4. Cephe elemanı ile döşeme arasına yerleştirilen ve sıcak alev ve dumanın katlar arası yayılımını engelleyen taş yünü yalıtım malzemesi, iki yönden ankrajlı bağlantı elemanı ile tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıkta taş yünü mukavemetini kaybetse bile, düşmeyeceği için duman ve alevin geçişini geciktirecektir.

Duman bariyeri: Sıcak gaz ve alevlerin diğer katlara geçişinin geciktirilmesini sağlamak için katlar arasındaki kritik yerlerden biri olan giydirme cephe profili ile parapet arasına duman bariyeri yerleştirilmelidir. Böylece insanların tahliyesi için zaman kazanılmış olacaktır.

Mevcut metal çerçeveli giydirme cephelerde duman bariyerleri düşey ve yatay taşıyıcıların montajından sonra yerinde alınan ölçülere göre galvanizli sacdan bükülerek parapet altı ve üstlerine silikon yapıştırıcılarla veya mekanik olarak (bulonlanarak) monte edilmektedir [59.Anonim, 1996]. Sadece silikon yapıştırıcılarla monte edilen duman bariyerleri yangın güvenliği açısından sakıncalıdır. Olası bir yangında sıcaklığın yükselmesi ile silikon yapıştırıcılar eriyecek ve duman bariyerleri düşecektir (şekil 4.3).

Şekil 4.3. Mevcut Bir Metal Çerçeveleli Giydirme Cephedeki Duman Bariyeri Uygulamasını Gösteren Detay [60.Anonim, 1999].

Bu istenmeyen durumu önlemek için, şap dökülmeden önce duman bariyerleri bulonla döşemeye ankrajlanmalı, şap veya parapet mermeri üzerine getirilerek kapatılmalıdır. Böylece duman bariyerlerinin yangında açıkta kalması önlenerek duman ve alevin geçiş süresi geciktirilmiştir (resim 4.1).



Resim 4.1. Mahmutbey İnterpoll Konfeksiyon Binasında Duman Bariyeri Döşemeye Mekanik Olarak Montajı.

Ayrıca alüminyum profiller ile duman bariyeri arasına metalik teması kesen polüizobütilen bant (PIB) konulmalıdır. Bu bantların ısısal mukavemetleri diğer sentetik malzemeler gibi düşüktür. Fakat bant olarak üretilebilmekte ve montaj kolaylığı sağlamaktadır. İki metalin birbirine ısı iletimini geciktireceği için kullanılması gerekmektedir. Birden fazla bariyerin kullanılması gereken durumlarda ise, duman bariyerlerinin ek yerleri birbiri üzerine en az 2 cm. geçirilmeli ve arada PIB bandı kullanılmalıdır [16.Şener, 1995]. Böylece muhtemel bir yangında duman bariyerlerinin maksimum süre işlevini sürdürmesi sağlanacak ve yangının katlar arası yayılımı geciktirilecektir. Duman bariyerlerinin montajında açıkta kalan diğer boşluklar ise yüksek sıcaklığa dayanıklı Firestop 800 silikonlar dolgu malzemesi ile kapatılmalıdır. Bu önlemlerin uygulandığı, parapet duvarı üstüne ait, bir detay çözümü şekil 4.4`de verilmiştir.

Şekil 4.4. Duman Bariyerinin Parapet Montajında Bir Detay Çözümü.

Strüktürel silikonlu giydirme cephe sistemi: Bu sistemde cam üniteleri arkadaki taşıyıcı metal grid üzerine;

- Strüktürel silikonlar yardımıyla, kimyasal olarak,
- Bulonlar ve plakalar yardımıyla, mekanik olarak tutturulması yöntemiyle gerçekleştirilir [48.Mağgönül, 1996].

Şekil 4.5. Tipik Bir Strüktürel Silikonlu Giydirmce Cephe Detayı.

Çok yüksek çekme ve kopma değerlerine sahip olsalar bile, strüktürel silikonlar sentetik esaslı yanıcı malzemelerdir ve 150 °C`de erimektedirler. Bu nedenle, yangın güvenliği açısından dört kenar silikon giydirmce cephe, iki kenar silikon giydirmce cepheden daha tehlikeli bir sistemdir. Olası bir yangında sıcaklığın artmasıyla büyük cam üniteleri düşecek, içeri giren hava ile yangın büyüyecek ve katlar arasında kolaylıkla yayılacaktır. Ayrıca, düşen cam üniteleri bina çevresindeki insanlara zarar verebilecektir. İki kenar silikon giydirmce cephede camlar, düşeyde doğramaya oturtulduğu için daha az bir tehlike söz konusudur. Ancak bu sistemde de duman camlar arasından diğer bölümlere yatay bir yol izleyerek yayılacaktır.

Her iki strüktürel silikonlu cephe sisteminde, camı metal çerçeveye yapıştıran ve cam ile çerçeve arasındaki boşlukları kapatan malzeme ısı mukavemeti düşük olan silikondur. Bu nedenle cephe tasarımında camlar, metal veya alüminyum profile vida veya bulonla mekanik olarak tutturulmalı, sadece camın profile değdiği noktalar yangın dayanımı yüksek Firestop 800 ile silikonlanmalıdır.

Strüktürel silikonlu cephe sisteminde tüm cephede cam kullanılmaktadır. Bu nedenle, cephe boşluk oranı yüksek olan bu binalarda parapet duvarı yapılmalı veya cephede yangın güvenlik camları kullanılmalıdır. Parapet duvarı ihmal edilen binalarda spandrel camı çift cam olarak tasarlanmalı ve bu camlardan en az biri yangın güvenlik camı olmalıdır (şekil 4.6).

Şekil 4.6. Strüktürel Silikonlu Cephe Sisteminde Yangın Güvenliğini Artırmaya Yönelik Bir Detay Çözümü.

5: SONUÇ

Günümüz mimarisinde bina kabuğu olarak çok sık tercih edilen giydirme cepheler,

- Farklı malzeme ve renk kullanım olanakları sağlaması,
- Bina taşıyıcı sistemine minimum yük getirmesi,
- Üretim ve montajının kolay, güvenilir ve hızlı yapılması,
- Bina kabuğundan istenen güneş, ısı, gürültü, vb. gibi performansları sağlaması,

gibi özellikleri ile vazgeçilmez olmuştur. 20.yy`da gelişen cam ve alüminyum teknolojisi ile farklı kullanım olanakları sağlanmış, böylece her tip binada rahatça uygulanmaya başlanmıştır. Yüzyılın başlarında çelik olarak kullanılan ağır taşıyıcı çerçeve sistemi yerine artık alüminyum profiller ve büyük ebatlarda üretilebilen, darbe ve kırılma etkilerine dayanımlı güçlendirilmiş camlar kullanılmaya başlanmıştır. Bugün metal çerçeveli giydirme cephe üreten ve montajını yapan büyük-küçük pek çok firma vardır. Özellikle lider firmaların ar-ge departmanları, ürünlerini geliştirmek için yoğun çalışmaktadırlar. Fakat bu çalışmalar, iç mekandaki iklimsel konforun artırılması ve klimatizasyon giderlerinin azaltılması ile sınırlı kalmakta, yangın güvenliği ise ihmal edilmektedir.

Metal çerçeveli giydirme cepheler yangın güvenlik önlemleri alınmadan uygulanması halinde, olası bir yangında diğer binalara oranla daha fazla can ve mal kaybına sebep olmaktadır. İstanbul`da gözlemlenen metal çerçeveli giydirme cephelerdeki detayların yetersizliğinin yangın durumunda vereceği neticeler Tozbey Oteli ve Mavi Çarşı yangınlarında görülmüştür.

Tez kapsamında bu amaçla, mevcut metal çerçeveli giydirme cephe elemanlı binaların yangın güvenliği araştırılmış ve bu cephe sistemlerini yangına karşı daha güvenli hale getirmek için çeşitli öneriler sunulmuştur. İstanbul'da seçilen 35 metal çerçeveli giydirme cephe sistemli binada giydirme cephelerin bina yangın güvenliğine etkisi incelenmiş ve şu sonuçlara varılmıştır:

1. Araştırma yapılan binaların tümünde kullanılan camların yangın dayanımı olmadığı için, yangın sırasında oluşacak ısı farklarından dolayı camların kırılarak yangının diğer katlara yayılma tehlikesi vardır.
2. Binaların % 63'ünde cephe sistemi ile kat döşemesi arasında oluşan boşluk kapatılmamıştır. Muhtemel bir yangında bu boşluklardan duman ve alev tüm katlara yayılacaktır.
3. Binaların % 26'sında konveksiyonla ısı iletimi ile yangının yayılmasına sebep olabilecek detay problemleri vardır.
4. Cephenin mekanik bağlantılarının yetersiz olması nedeni ile cephe elemanlarının olası bir yangında düşmesi, cephe sistemlerinin % 35'inde beklenmektedir.
5. Gözlemlenen binaların % 14.3'ünde strüktürel silikonlu giydirme cephe uygulamasına rastlanmıştır. Camların metal tutucu olmadan sadece strüktürel silikonlar ile tutturulduğu bu sistem yangın güvenliği açısından, mevcut detaylandırılmış şekliyle, yeterli görülmemektedir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, metal çerçeveli giydirme cephede kullanılan malzemelerin seçiminde, cephe sisteminin tasarımlarım ve montajında yangın güvenliğinin sağlanması yönünde öneriler getirilmiştir. Bu önlemlerin tümü pasif yangın güvenlik önlemleridir. Bu nedenle, giydirme cephe tasarımcısı mimar ve mühendisler bu önlemleri göz önüne almak şartıyla değişik geliştirebilirler. Bu önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Malzeme seçiminde alınabilecek önlemler: Metal çerçeveli giydirme cephe sistemini oluşturan malzemelerin seçiminde yangın güvenliği açısından şunlara dikkat edilmelidir:

Metal Profiller ve Paneller: Yangın güvenliği açısından, metal çerçeveli giydirme cephe sistemlerinde erime sıcaklığı yüksek, ısı iletkenliği düşük olan alüminyum alaşımları tercih edilmelidir. Cephe sistemlerinde bu kriterler uyan AlMg Si 0.5 alaşımı tercih edilmelidir. Alüminyum metalinin diğer kolay tutuşur (yanıcı) malzemelerle direkt teması engellenmeli, taşıyıcı profiller ve paneller taş tünü ile yalıtılarak diğer malzemelerle teması engellenmelidir. Metal profil ve panellerde kısa süreli koruma etkisi sağlamak için ısıya dayanıklı kimyasallar (intumescent coatings) ile boyanmalıdır. Ayrıca, sağır duvarları ve parapet önlerini kapatmak için kullanılan kompozit paneller çeşitli ülkelerin yangın standartlarına uygundur. Bu nedenle cephe sistemlerinde daha yoğun olarak kullanılmalıdır.

Camlar: Camların yüksek sıcaklıklara dayanması ve kırıldığında bütünlüğünü bozmaması, yangının cepheden diğer katlara yayılımını büyük oranda engelleyecektir. Bu nedenle, yangın güvenliği açısından metal çerçeveli giydirme cephe sistemlerinde telli camlar veya yangın emniyetli şeffaf camlar tercih edilmelidir. Telli camlar, telli buzlu cam ve telli polisajlı cam olmak üzere iki çeşit olarak üretilmekte ve her ikisi de çok yüksek sıcaklıklara dayanım göstermektedirler. Bu camlarla giydirme cephelerin tüm yüzeyi kaplanabileceği gibi çift camlı sistemlerde sadece iç kısımlarda da kullanılmalıdır. Yangın emniyetli şeffaf camlar ise, yangın ısısının hem iletim hem de ışıınım yolu ile ısı transferini engelleyen camlardır. Arada tel donatı kullanılmadan üretilmeleri nedeniyle, estetik olarak telli camlardan üstündürler ve cephede kullanılabilirler. 400 C°'ye kadar yangın dayanımı sağlarlar.

Isı yalıtım malzemeleri: Giydirme cephelerde sentetik kökenli yalıtım malzemeleri kullanılmamalıdır. Bu malzemeler çabuk tutuşmakta, daha hızlı ve bol miktarda zehirli gaz çıkarmaktadırlar. Metal çerçeveli giydirme cephe sistemimde,

mineral kökenli yalıtım malzemelerinden taş yünü tercih edilmelidir. Taş yünü hem yangın dayanımı yüksek, ucuz ve iyi bir ısı yalıtım malzemesidir.

Polimer macunlar: Giydirme cephe sistemlerinde yangın güvenliği açısından ısı mukavemeti yüksek olan silikon ve dolgu malzemeleri tercih edilmelidir. Ayrıca, polimer macunların yoğun olarak kullanıldığı birleşim yerleri yangına karşı mineral elyaflarla (camyünü, taş yünü, vs.) yalıtılmalı ve sıcaklığın bu noktalara ulaşması geciktirilmelidir. Özellikle metal-metal birleşimleri mümkün olduğunca mekanik olarak tespit edilmeli ara boşluklarda dolgu malzemesi olarak yangına dayanımlı Firestop 800 silikon malzemeler kullanılmalı ve polimer macunların kullanımı en az seviyeye indirilmeye çalışılmalıdır.

Tasarım ve uygulama sırasında alınabilecek önlemler: Alüminyum çerçeve bileşenleri cephe yalıtım malzemesi olan taş yünü ile kapatılarak yangına karşı güvenli hale getirilmelidir. Profillerin radyatör kapağı, döşeme kaplaması, asma tavan elemanları ve iç mekanda kullanılan diğer donatılarla direk teması kesilerek konveksiyonla malzemelerin alüminyum çerçeveye ısı iletimi engellenmelidir. Ayrıca spandrel camı içten taş yünü ile tamamen kapatılması ile camın patlama süresi geciktirilmelidir.

İncelenen binaların % 63'ünde cephe sistemi ile kat döşemesi arasında oluşan boşlukların kapatılması için duman bariyerleri kullanılmalıdır. Duman bariyeri uygulaması yapan bazı firmalarda ise bunu bilinçli olarak yapmadıkları görülmüştür. Duman bariyerlerinin montajında silikonlar dolgu malzemesi olarak kullanılmalıdır. Silikon yapıştırıcılarla monte edilen duman bariyerleri yangın güvenliği açısından sakıncalıdır. Olası bir yangında sıcaklığın yükselmesi ile silikon yapıştırıcılar eriyecek ve duman bariyerleri düşecektir Bu nedenle, şap dökülmeden önce duman bariyerleri bulonla döşemeye ankrajlanmalı, şap veya parapet mermeri üzerine getirilerek kapatılmalıdır. Böylece duman bariyerlerinin yangında açıkta kalması önlenerek duman ve alevin geçiş süresi geciktirilmelidir. Ayrıca alüminyum profiller ile duman bariyeri arasına metalik teması kesen polüizobütilen bant (PIB) konulmalıdır. Birden fazla bariyerin kullanılması gereken durumlarda ise, duman bariyerlerinin ek yerleri birbiri üzerine en az 2 cm. geçirilmeli ve arada PIB bandı

kullanılmalıdır. Böylece muhtemel bir yangında duman bariyerlerinin maksimum süre işlevini sürdürmesi sağlanacak ve yangının katlar arası yayılımı geciktirilecektir.

Cephe elemanı ile döşeme arasındaki boşluğun kapatılması için taş yünü yalıtım malzemesi de kullanılabilir. Bu gibi durumlarda ise taş yünü her iki yönden ankrajlı bağlantı elemanı ile tespit edilmelidir. Yüksek sıcaklıkta taş yünü mukavemetini kaybetse bile, düşmeyeceği için duman ve alevin geçişini geciktirecektir.

Strüktürel silikonlu giydirme cephe sistemlerinin de yangına güvenli hale getirilmesi gerekmektedir. Strüktürel silikonlu giydirme cephe sisteminde camlar, metal çerçeveye mekanik olarak tutturulmalı, yangına dayanımlı silikon camın metale temas ettiği noktalarda dolgu malzemesi olarak kullanılmalıdır. Strüktürel silikonlu cephe sisteminde tüm cephede cam kullanılmaktadır. Bu nedenle, cephe boşluk oranı yüksek olan bu binalarda parapet duvarı yapılmalıdır. Parapet duvarı ihmal edilen binalarda ise spandrel camı çift cam olarak tasarlanmalı ve bu camlardan en az biri yangın güvenlik camı olmalıdır.

Cephe sistemi bir binanın ilk keşif bedelinin yaklaşık %10-20'sini oluşturan pahalı bir bölümdür [10.Özgen ve Sev, 1999]. Bu nedenle, imalatçı firmaların ve/veya tasarımcıların, sistemin yangın dayanımlı olarak detaylandırılmasında bu çalışmada dikkat çekilen hususları değerlendirmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

1. ABDÜRRAHİMOV, R., Yangından Korunmanın Amaçları ve İçeriği, Işık ve Ses Denetimi Ders Notları, K.T.Ü., 1999
2. AKYÜREK, Y., Giydirme Cephe Sistemleri ve Parapet Önü Camları, Şişecam, 1991
3. ALPDOĞAN, T., Yangın Güvenliği Yönünden Yapı Malzemesi Seçimi, Yapı Dergisi, Sayı: 169, YEM Yayınları, Aralık 1995
4. ANONİM, Çuhadaroglu Kimya San. Ve Tic. A.Ş. S-801 Çeko Silikon Broşürü, İstanbul, 2000
5. ANONİM, Çuhadaroglu San. Ve Tic. A.Ş., Giydirme Cephe Sistemleri Detay Kataloğu, İstanbul, 1999
6. ANONİM, Design Guidelines for Curtain Wall Assemblies, Publication No. AAMA TIR-A3-1975, Technical Information Center, USA, 1975
7. ANONİM, Dow Corning Hansil Ltd., Structural Glazing Products, United Kingdom, 1999
8. ANONİM, Fire Safety in High-Rise Curtain Wall Buildings, 1999
9. ANONİM, Işıkla Yaratmak Mimari 1996`da Cam, Libbey Owens Ford İnşaat Ürünleri Tanıtım Kataloğu, 1996
10. ANONİM, Metal ve Yapı Sistemleri Tic. A.Ş. Teknik Kataloğu, 1996

11. ANONİM, Modern Fire Protection Systems and Design Methods, Fire Resistance of Steel Structures, British Steel Corporation, January, 1985
12. ANONİM, Passive Fire Protection Materials and Steelwork Fire Resistance, Fire Resistance of Steel Framed Buildings, British Steel, 1998
13. ANONİM, Prof. Dr. Mustafa Nutku (Kimya) ile Alüminyum Metali Üzerine Söyleşi, İstanbul, 2000
14. ANONİM, Sandviç Panel Sistemler, Metal ve Yapı Sistemleri A.Ş. Teknik Dokümanları, İstanbul, 2000
15. ANONİM, Summary of Warres No`s. 70707 and 70708 Including Opinion of Compliance With The Requirements For Class 0 Surface As Defined In Paragraph A12(b) of Approved Document B, `Fire Safety`, To The Buildings Regulations 1991, Reynolds Alüminium France SA, Warrington Fire Research Colsultancy-Testing, 1997
16. ANONİM, Şişecam Camtaş Düzcamlar Pazarlama A.Ş. Telli Buzlu Cam Tanıtım Kataloğu, İstanbul, 2000
17. ANONİM, T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, 1996 Yılına Ait Yangın İstatistiği, 1996
18. ANONİM, T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, 1997 Yılına Ait Yangın İstatistiği, 1997
19. ANONİM, TS 1263, Yapı Elemanlarının Yanmaya dayanıklılık Sınıfları ve Yanmaya Dayanıklılık Test Metotları, Eylül, 1983
20. ANONİM, TS 412, Biçimlenebilen Alüminyum ve Alüminyum Alaşımları Kimyasal Bileşimleri, Ocak 1987

21. ANONİM, TS 7748, Yangına Dayanıklılık Deneyleri -Yapı Elemanları-, Ocak 1990
22. ANONİM, Türk Standartları Enstitüsü Kimya ve Malzeme Laboratuvarı Muayene ve Deney Raporu, Aksan Metal San. Tic. A.Ş. Alüminyum Profilleri, Ekim 1986
23. ANONİM, Vito Irmén GmbH & Co. KG, Vito Glazingmount 400, Germany, 1998
24. ANONİM, <http://www.funkandwagnalls.lycos.com/encyclopedia/low//articles/c/c005002415f.asf>
25. ANONİM, <http://www.pilkington.com/custocu/building/pyrostop/page4.htm>
26. ASHTON, L.A. and MALHOTRA, H.L., External Walls of Buildings, Part 1, Joint Fire Research Station, Fire Research Note 436, 1960
27. ATALIK, G., Şehir ve Bölge Planlaması Öğrencileri İçin Uygulamalı İstatistik, İTÜ Yayınları, İstanbul, 1996
28. AYDIN, C., Yangının Çelik Taşıyıcı Sistem Üzerine Etkisi ve Bir Uygulama Örneği, İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 1998
29. BECAN, S., Konutlarda Bina Yangın Güvenliği Sorunlarını Gözetim Mimari Tasarım Kararları İçin Bir Yaklaşım Modeli Araştırılması, İ.T.Ü. Doktora Tezi, İstanbul, 1994
30. BELKISSON, G., “Le feu et les facades-rideaux” Cahiers du C.S.T.B., No: 116, Jany/Fev., 1971
31. BROOKES, A.J., Cladding of Buildings, Longman Group, New York, 1998
32. ERDOĞAN, Z. A., Teknolojik Özellik ve Üstünlükleri İle Yüksek Yapılar, İnşaat Dünyası Dergisi, Özel Sayı 164, Sh. 33-37, Ekim 1996

33. ERİÇ, M., Yapı Fiziği ve Malzemesi, Nisan 1994
34. ERİÇ, M., Yapılarda Mimari Planlama ve Yapı Elemanları Açısından Yangın Sorunları, Yapı Dergisi, Sayı:79, 1988
35. GÜMÜŞ, H., Pasif Yangın Koruma Sistemleri Yangın Durdurucu Malzemeler, Yangın ve Güvenlik Dergisi, Sayı: 30, Sh. 88-89, 1997
36. GÜRDAL, E., Yalıtım Malzemelerinin Yangın Güvenliğine Etkisi, Yapı Dergisi, Sayı:79, 1988
37. GÜRSOY, G. Y., Giydirme Cephe Sistemleri ve Isı Yalıtım Gruplarına Göre (DIN 4108) Sınıflandırılmaları, Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri, YEM Yayınları, 11 Kasım 1999
38. KILIÇ, A., Yangın Güvenliğinin Esasları, III, Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Cilt 1, Teskon İzmir, 20-23 Kasım 1997
39. KILINÇ, B., Lamine Camlar ve PVB (Polyvinyl Butyral) Konusunda Bir Araştırma, İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 1999
40. KOCATAŞKIN, F., Yapı Malzemesinin Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, Yapı Dergisi, Sayı:79, 1988
41. MAĞGÖNÜL, G., Giydirme Cephe Camları, Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri, YEM Yayınları, 11 Kasım 1999
42. MAĞGÖNÜL, G., Sabancı Center Camları ve Şişecam, İnşaat Dünyası Dergisi, Özel Sayı 164, Sh. 87-89, Ekim 1996
43. MALHOTRA, H.L., B.sc(eng), “Le Feu et les Façades Rideaux”, Cahiers du C.S.T.B., No.116, 1971

44. OKTUĞ, Y., Yüksek Binalarda Alüminyum Doğrama / Cephe Sistemleri, Giydirme Cepheler Sempozyum Bildirileri, YEM Yayınları, İstanbul, 28 Kasım 1991
45. ÖVEN, V.A., ÇELİKHAN, S., ATASAYAN, Ö., ERYILMAZ, E., Yangın Riskinin Bina ve Bölge Planlaması Ölçeğinde Azaltılma Önerileri, Türkiye`de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Cilt II, G.Y.T.E. Gebze, 1997
46. ÖVEN, V.A., Yangın Mühendisliği Teorisi Ders Notları, G.Y.T.E., 1999
47. ÖZGEN, A. ve SEV, A., Depreme Dayanıklı Yüksek Yapılarda Cephe Kaplamaları Tasarımı, Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri, YEM Yayınları, 11 Kasım 1999
48. PURKISS, J.A., Fire Safety Engineering Design of Structures, 1996
49. REMAN, O., Yapı Kabuğu Camlar ve Fiziksel Özellikleri, Yapı Dergisi, Sayı: 178, YEM Yayınları, Eylül 1996
50. RENDE, H., ve GÜLSÖZ, A., Uygulamada Alüminyum Esaslı Malzemeler, 6. Denizli Malzeme Sempozyumu, Denizli, 1995
51. SUNAR, Ş., Yangından Korunma ve Bina Yangın Güvenliği, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayınları, 1981
52. ŞENER; S., Alüminyum Giydirme Cephelerde İmalat Resimlerinin Hazırlanması ve Montaj Süresinde Kalite Sorunu, İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 1995
53. TOYDEMİR, N. ve TANAÇAN L., Malzeme ve Teknolojinin Tasarımdaki Etkileri Üzerine Düşünceler, Yapı Dergisi, YEM Yayınları, Sayı: 184, Mart 1997

54. TOYDEMİR, N., Cam ve Cam Yapı Malzemeleri, İstanbul 1990
55. TURANLI, İ., Bir Otel Yangını ve 18 Hayatın Yok Olmasının Ardından, Yangın ve Güvenlik Dergisi, Sayı:35, 1998
56. TÜMAY, H., Yüksek Yapılarda Giydirme Cephe İle İlgili Projelendirme Esasları, Giydirme Cepheler Sempozyum Bildirileri, YEM Yayınları, İstanbul, 28 Kasım 1991
57. UZAK, E., Metal Çerçevesi Giydirme Cepheler, İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Şubat 1998
58. UZUN, E., Binalarda Yangın Güvenliği ve Bina Yangın Yükünün Tayini, İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 1988
59. ÜNÜVAR, L., Ana Yapı Ve Yalıtım Malzemelerinin Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, Isı, Ses, Su ve Yangın İzolasyon Dergisi, Sayı:7, s. 17, Eylül/Ekim 1997
60. YAVUZ, G., Yapılarda Yangın Korunumu – Mimari Tasarım Etkileşimi, Bina Yangın Güvenliği, Seminer Bildirileri, YEM Yayınları, 1996

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Trabzon`da doğdu. İlkokulu Trabzon 100. Yıl İlköğretim Okulu`nda, ortaokulu Trabzon Kız Sanat Ortaokulu`nda tamamladı. 1993 yılında Trabzon Anadolu Kız Meslek Lisesi`nden, Temmuz 1997`de İ.T.Ü. Mimarlık Bölümü`nden mezun oldu. 1998-1999 öğretim yılında İ.T.Ü. yüksek lisans programını kazandı ve bir yıl İngilizce hazırlık okudu. Şubat 1998`de G.Y.T.E. Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı`nda yüksek lisans programına başladı. Aynı yıl özel bir şirkette mimar olarak görev yaptı. Halen bir mimarlık bürosunda mesleki yaşamını devam ettirmektedir.

EKLER

Ek 1. Bina bilgi formu.

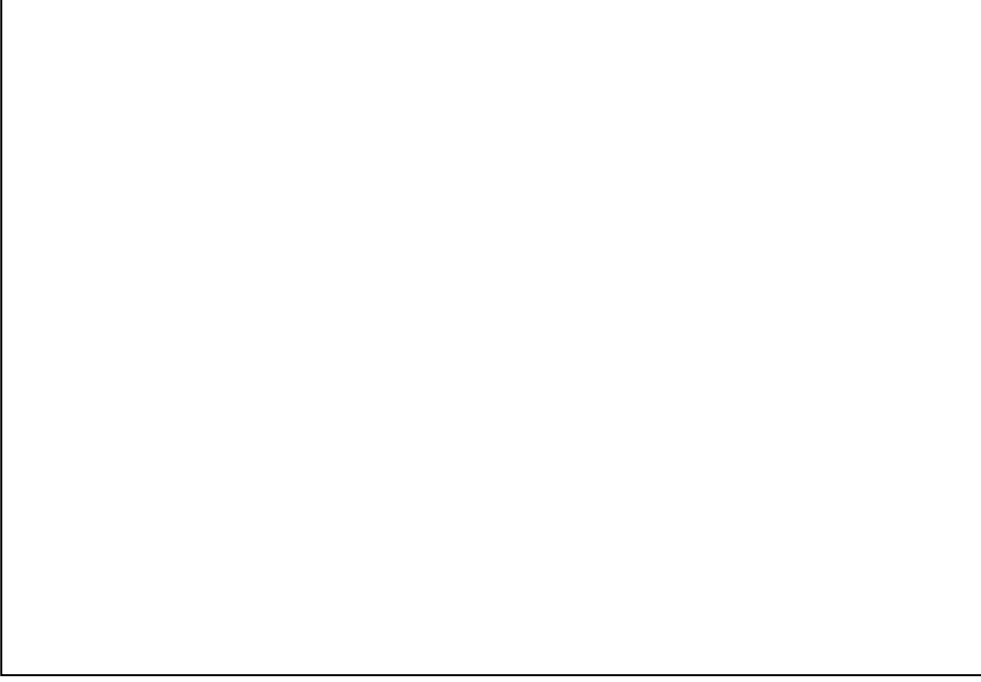
METAL ÇERÇEVELİ GİYDİRME CEPHELİ BİNALARIN YANGIN GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ TESPİT ÇALIŞMASI

NO		FOTOĞRAF
BİNA ADI		
BULUNDUĞU SEMT		
BİNANIN FONKSİYONU		
KAT SAYISI		
BİNANIN CEPHE SİSTEMİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİ		

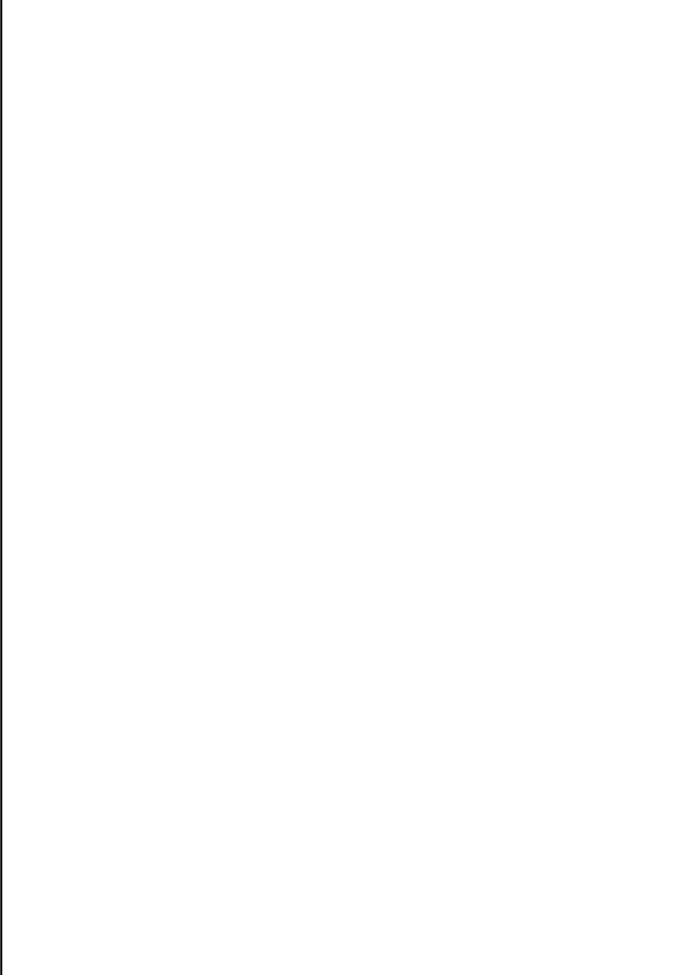
CEPHENİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ				
CAM TİPİ			VAR	YOK
CEPHE ÖRTÜ BİLEŞENLERİ		YALITIM		
CEPHE TESPİT BİLEŞENLERİ		PARAPET		
		BOŞLUK		
		DUMAN BARİYERİ		

BİNA CEPHESİNİN YANGIN GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ GÖZLEMLER

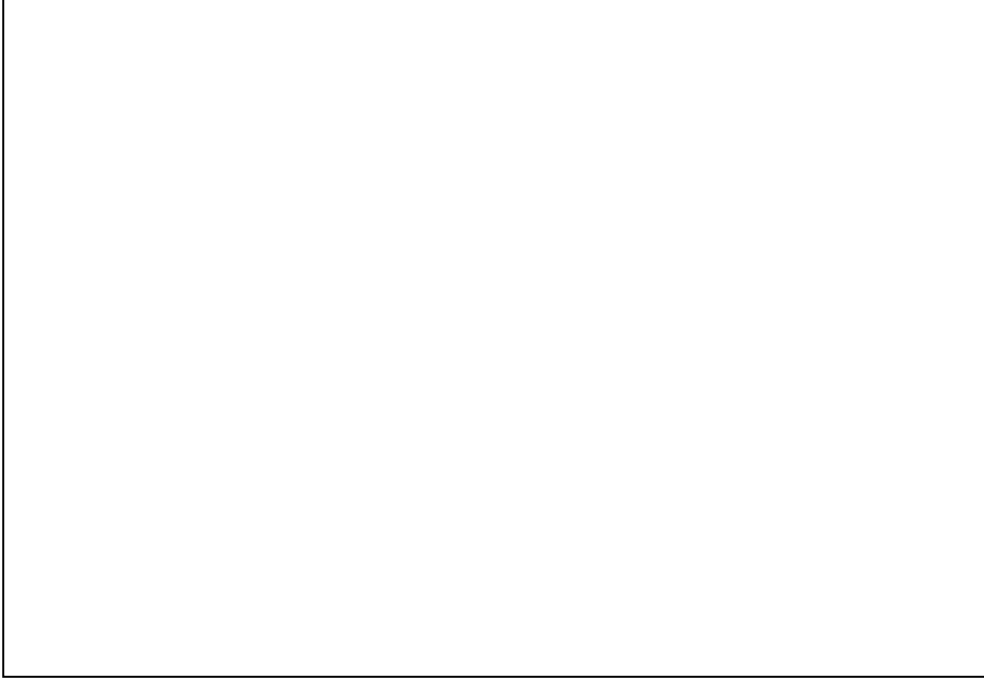
Ek 2. Tespit çalışmasında gözlemlenen bina fotoğrafları.



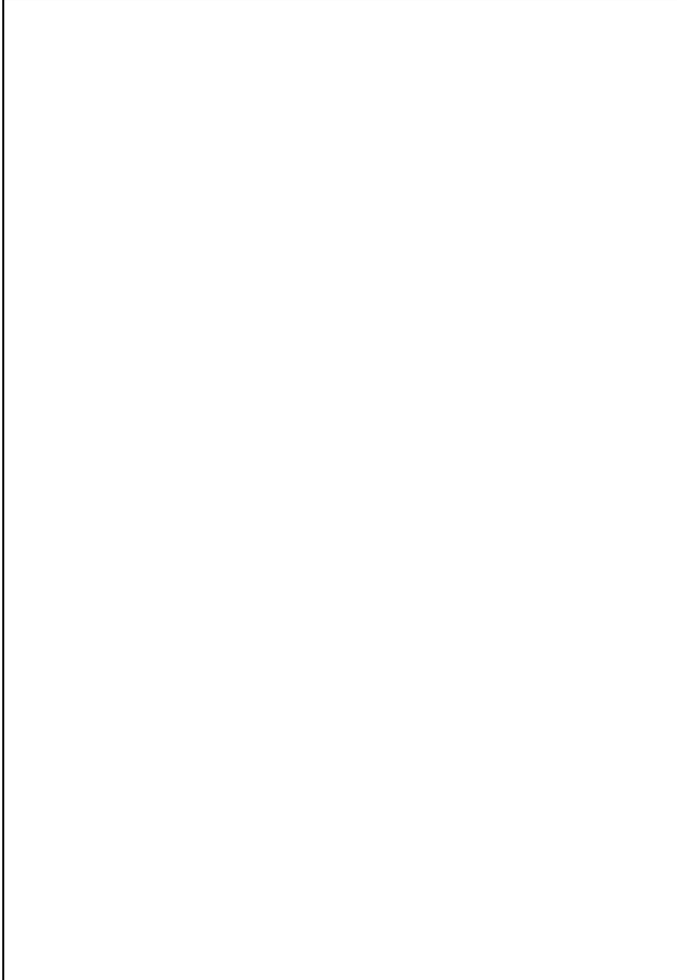
Resim 1.a. Küçükyalı Centroom İş Merkezi - Binanın Giydirme Cephesinde Örtü Bileşenleri Olarak Cam ve Kompozit (Sandviç) Paneller Kullanılmıştır.



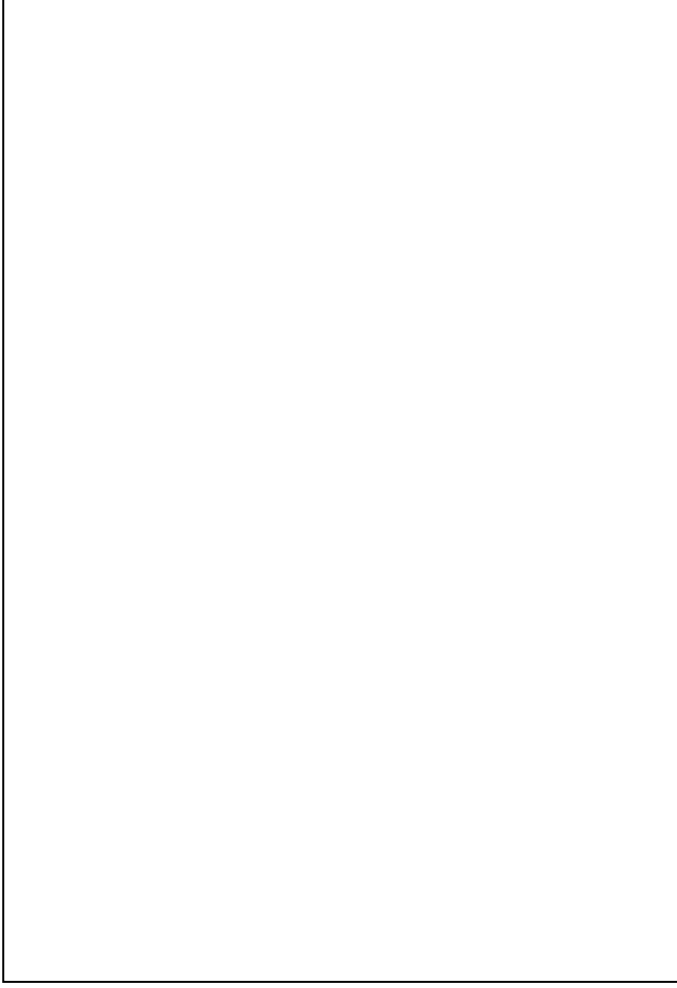
Resim 1.b. Fotoğrafta Döşeme Üstüne ve Kiriş Altına Mekanik Olarak Tespit Edilen Duman Bariyerleri Görülmektedir.



Resim 2. Maltepe Honda Mutluhan Plaza - Cephe Montajı Devam Etmektedir.
Taşıyıcı Profiller Bulonlu Ankrajla Kat Döşemelerine Tespit Edilmektedir.



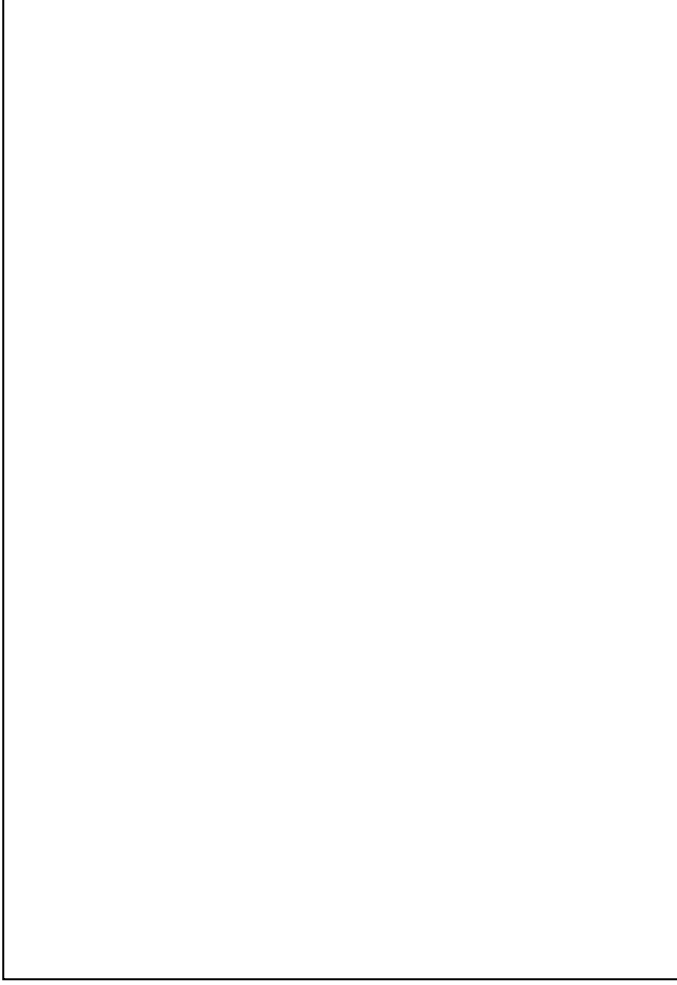
Resim 3. Fatih İsmail Çelik
İş Merkezi - Strüktürel
Silikonlu Giydirme Cephe
Sistemi.



Resim 4. Aksaray Albayrak
Şirketi İnşaatı –Strüktürel
Slikonlu Giydirme Cephe
Sisteminin Montajı Devam
Etmektedir.



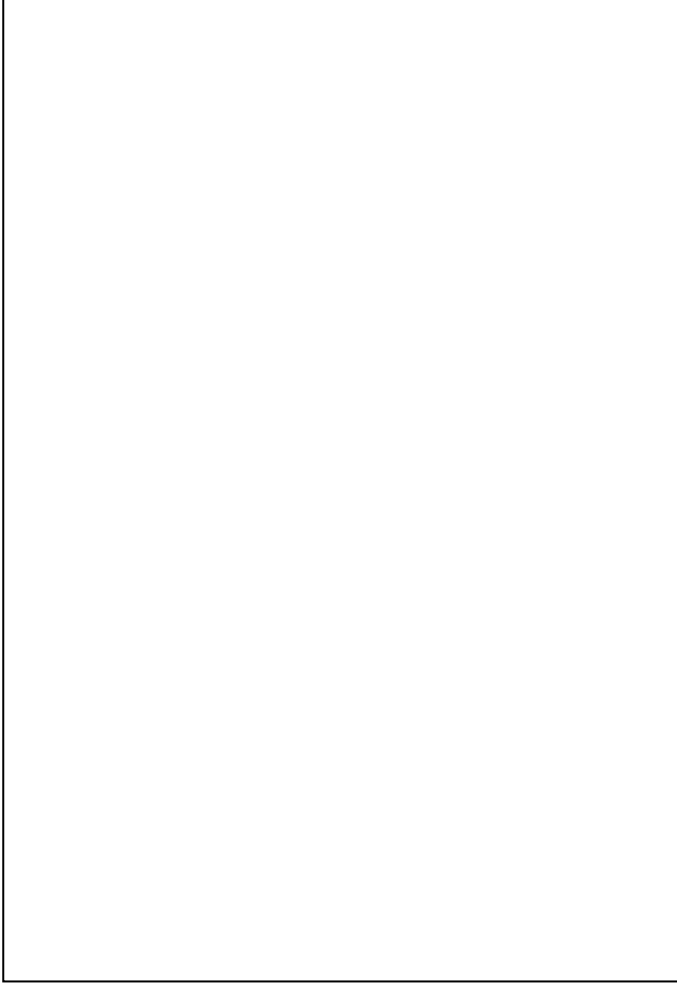
Resim 5. Mahmutbey İnterpoll Konfeksiyon – Binaının Cephe Boşluk Oranı
%100`dür.



Resim 6.a. Şirinevler Ersu İş
Merkezi - Şirinevler’ de
İnşaatı Devam Eden Bir İş
Merkezi.

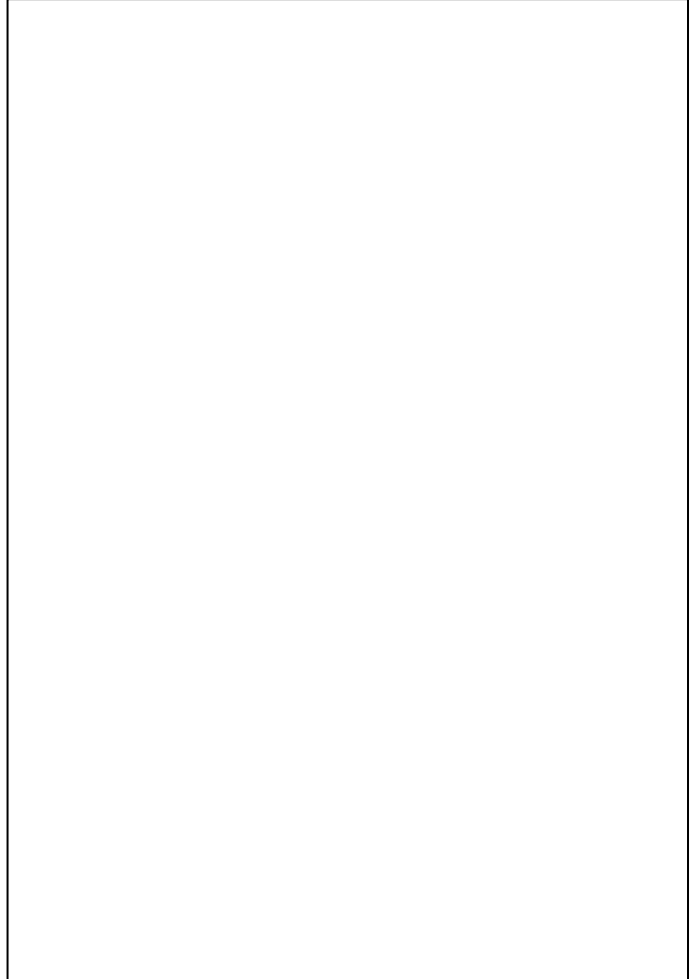


Resim 6.b. Spandrel Bölgesi İçten Camyünü Döşenerek Opaklaştırılmıştır.



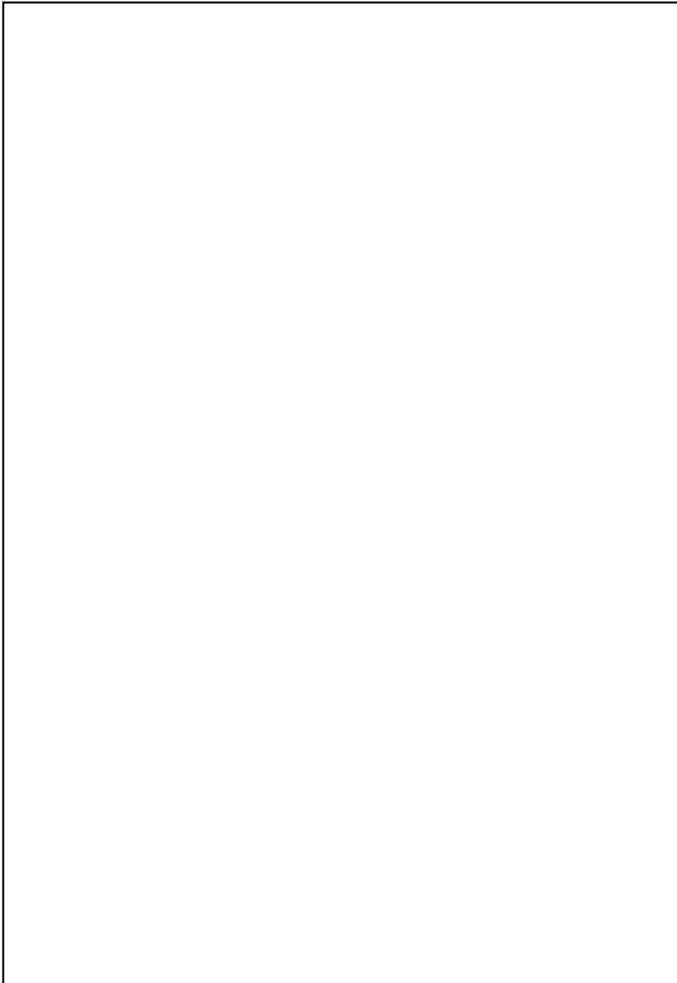
Resim 7.a. Beşiktaş Erhan İş
Hanı – Kısmi Giydirme
Cephe Uygulaması.

Resim 7.b. Giydirme
Cephe Sistemi İle Bina
Duvarı Arasında Kalan
Boşluklar Bazı Yerlerde
Kullanıcının Çabasıyla
Kapatılmaya Çalışılmıştır.

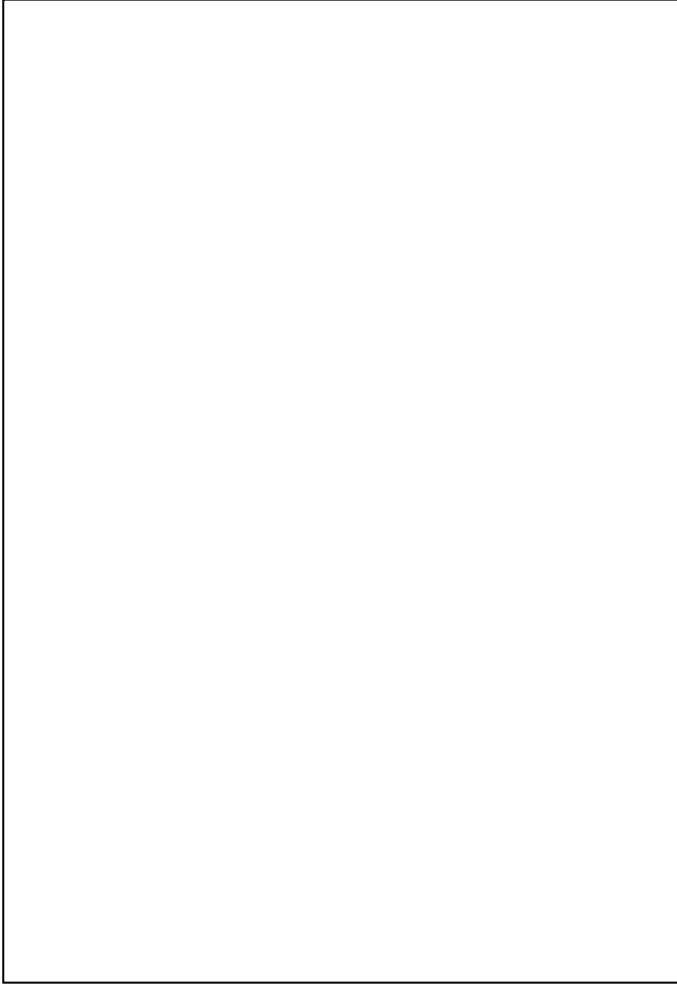




Resim 8. Mahmutbey-Göztepe Sav Demir İş Hanı - Giydirme Cephe Pencere Boşluğu Olarak Bırakılan Kısımları Kapatmaktadır.



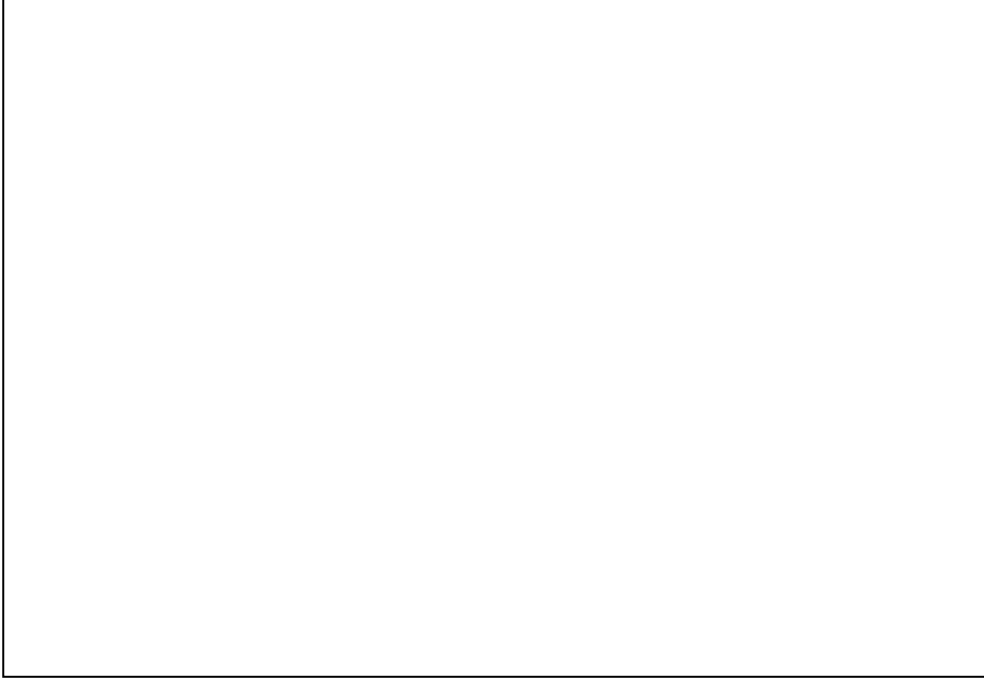
Resim 9. Esenler Angino Han – Kısmi Giydirme Cephe İle Bırakılan Pencere Boşlukları Örtülmüştür.



Resim 10. Esenler
Sultanahmet İş Merkezi -
Kısmi Giydirme Cephe
Uygulaması.



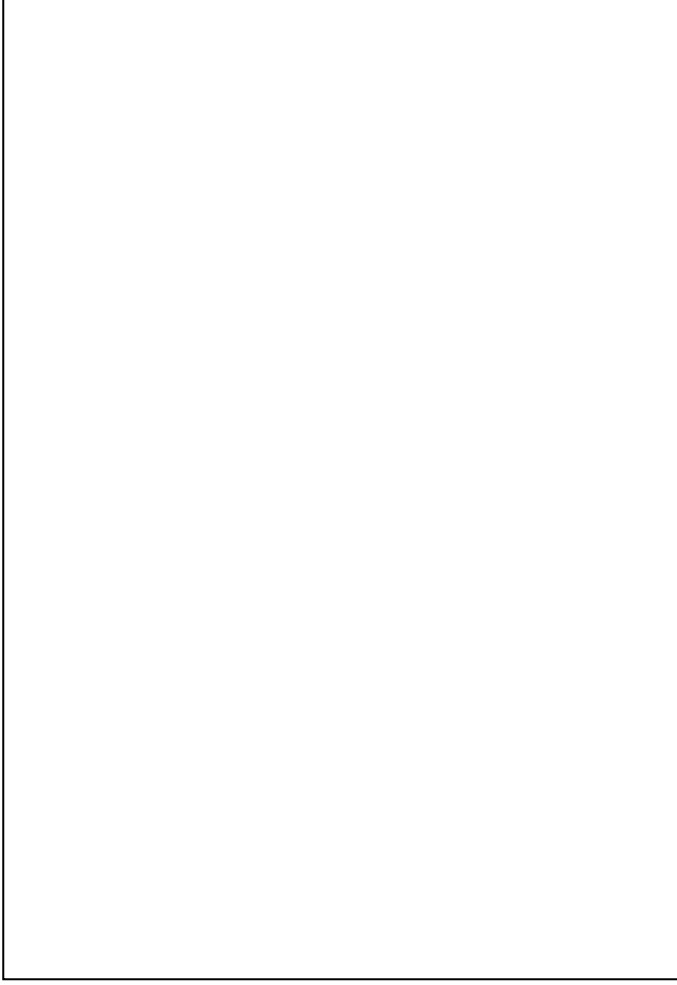
Resim 11. Esenler Kurşunoğlu İş Merkezi – Kısmi Giydirme Cephede Cephe İle
Döşeme Arası Boşluk Kullanıcılar Tarafından Kapatılmaya Çalışılmıştır.



Resim 12.a. Fatih Ana Giyim Mağazası - Fatih Fevzi Paşa Caddesi Üzerinde Bulunan Binanın Cephesi Kısmi Giydirme Cephedir.



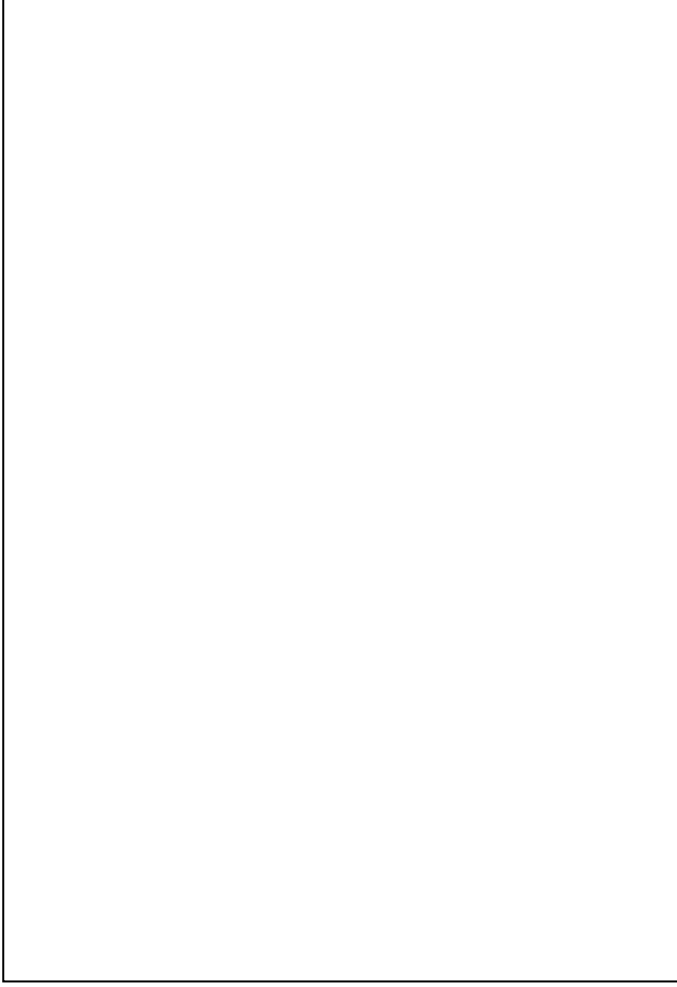
Resim 12.b. Giydirme Cephe İle Döşeme Arasında Yaklaşık 50 cm. Boşluk Bulunmaktadır. Bu Boşluk Metal Çerçeve İçine Kontrplak ve Mermer Oturtularak Kapatılmaya Çalışılmış.



Resim 13. Esenler Saray
Çarşı – Kısmi Giydirme
Cephe Uygulaması.



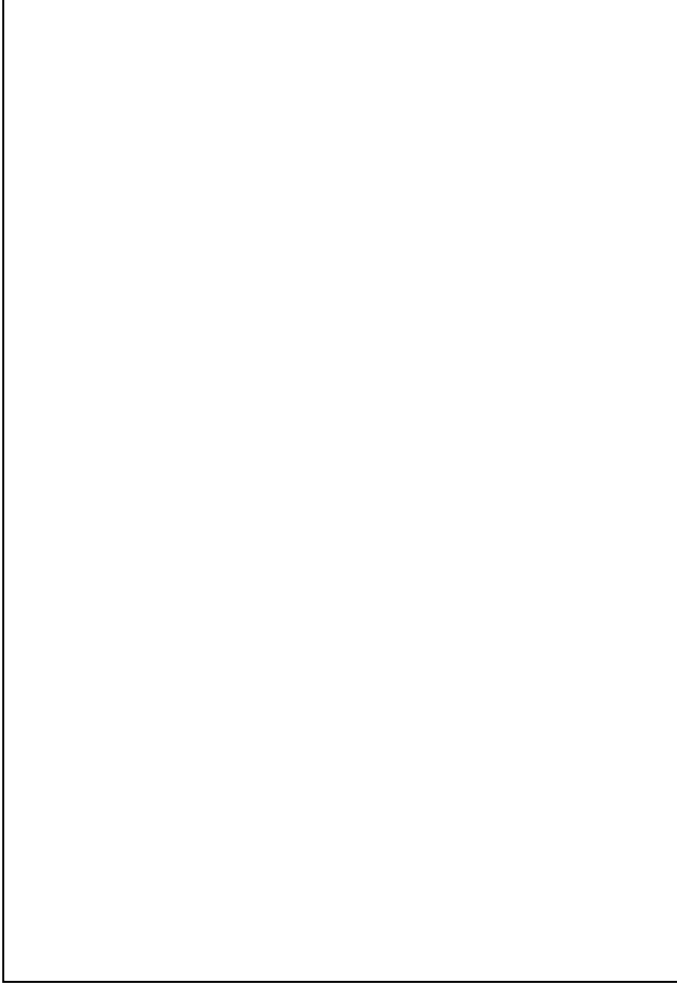
Resim 14. Şirinevler Kuyumcular Pasajı – Binanın Cephesi İle Kat Döşemeleri
Arasında Bırakılan Boşluk Bütün Katlarda Devam Etmektedir.



Resim 15.a. Şirinevler Aka
İş Merkezi - Zemin Katı
Mağaza ve Dükkan, Normal
Katları Büro ve Dershane
Olarak Kullanılan Binanın
Çalışma Saatlerinde İnsan
Sirkülasyonu Çok Yoğundur.



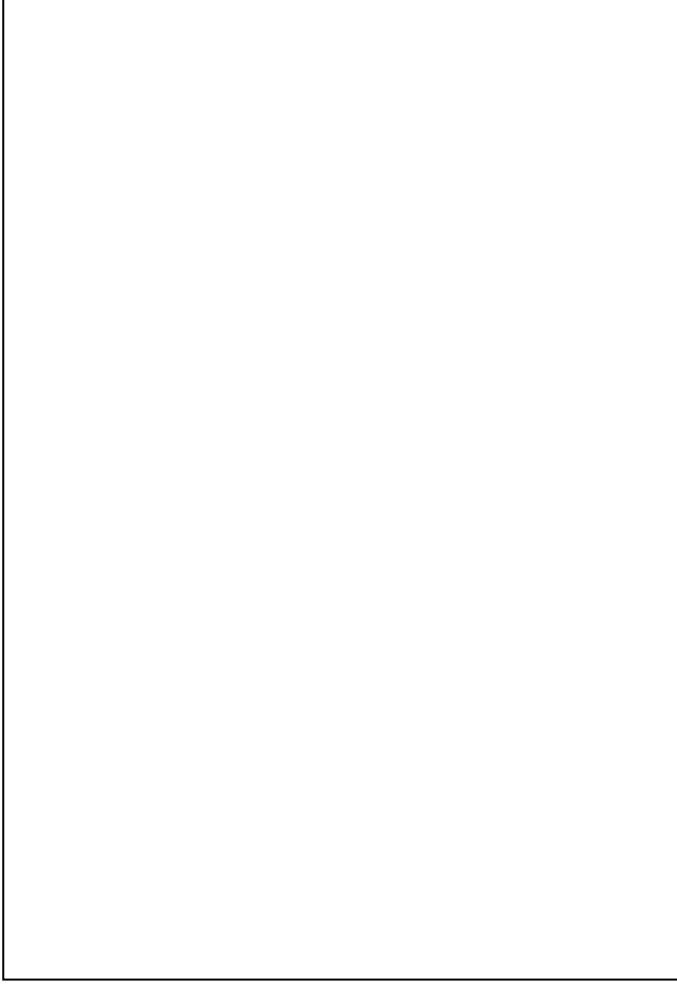
Resim 15.b. Bina Cephesi İle Kat Döşemesi Arasındaki Boşluk Üzeri Halı Örtülerek
Kapatılmaya Çalışılmıştır.



Resim 16.a. Esenler Ömür Hastanesi – Kısmi Giydirme Cephe Uygulaması.

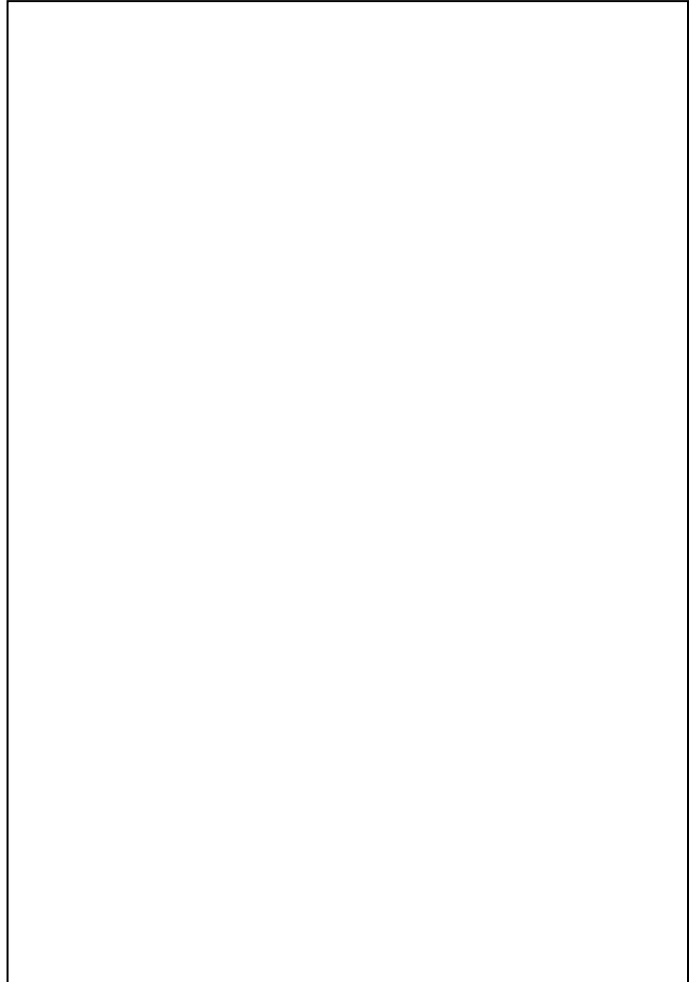


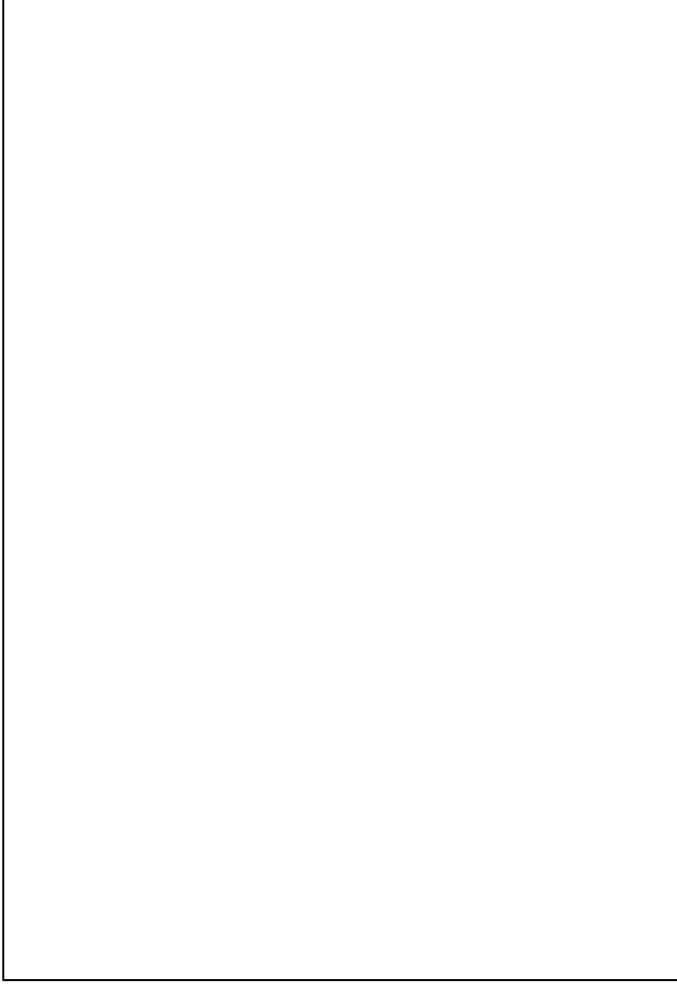
Resim 16.b. Giydirme Cephe Hasta Odalarının Pencere Boşluklarını Örtmektedir. Cephe İle Döşeme Arasında Boşluk Kapatılmamıştır.



Resim 17. Şirinevler Çoban İş
Merkezi – Kısmi Giydirme
Cephe Uygulaması.

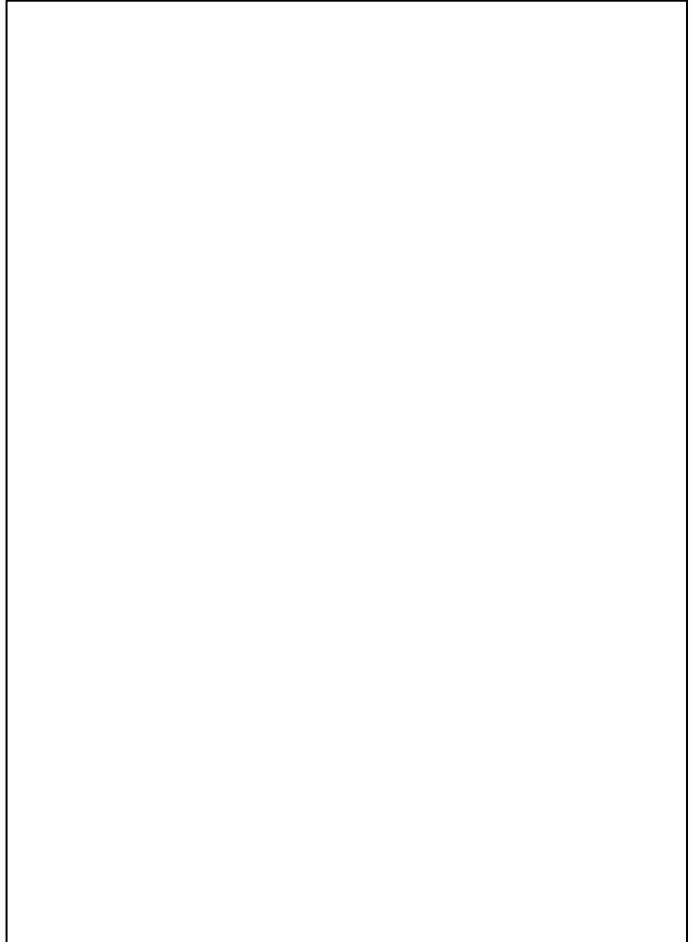
Resim 18. Esenler Erdoğan
İş Hanı – Kısmi Giydirme
Cephe Uygulaması.

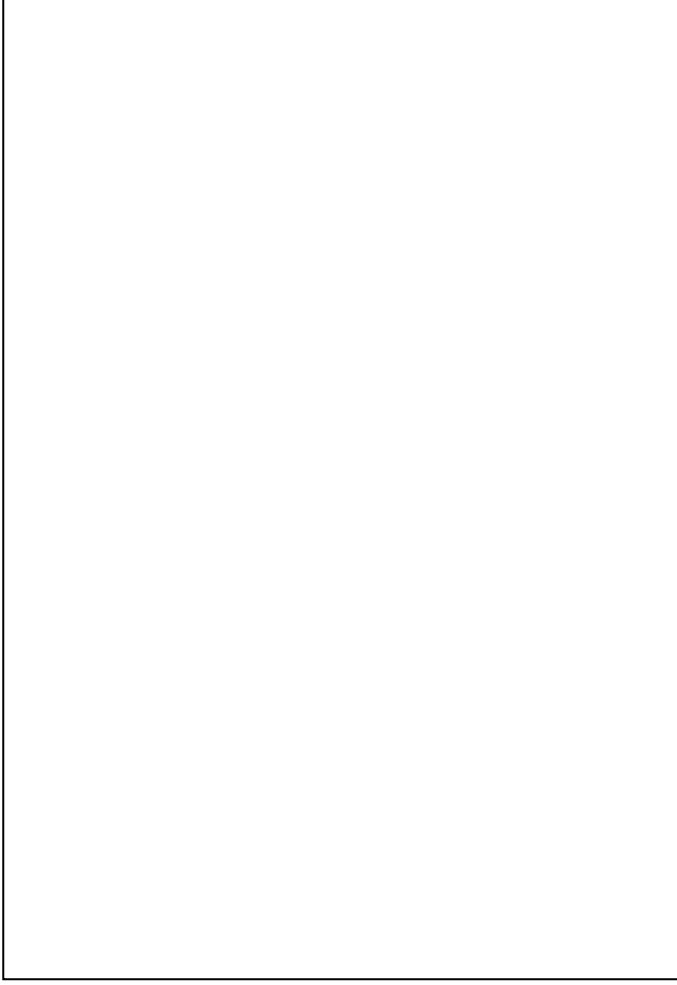




Resim 19. Esenler Merve
Kömür – Kısmi Giydirme
Cephe Uygulaması.

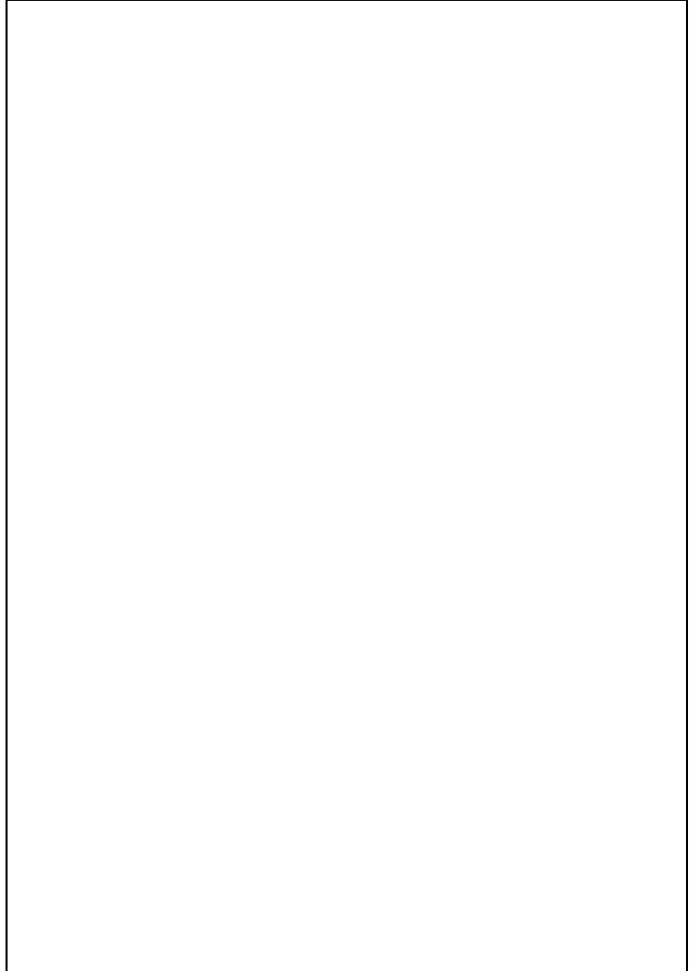
Resim 20. Fatih Aker
Mağazası – Kısmi Giydirme
Cephe Uygulaması.

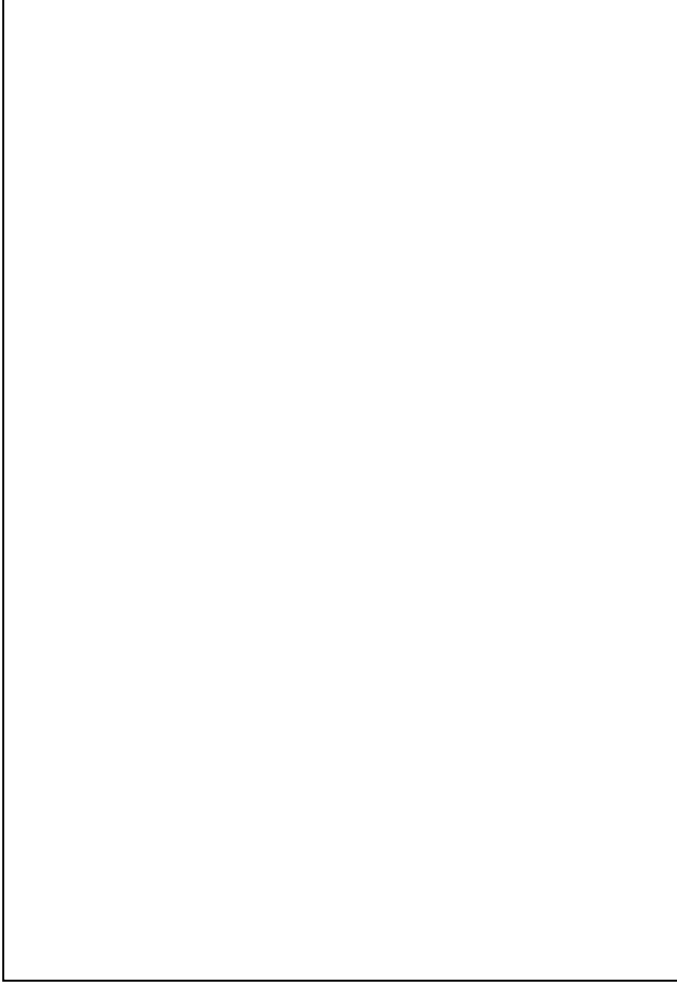




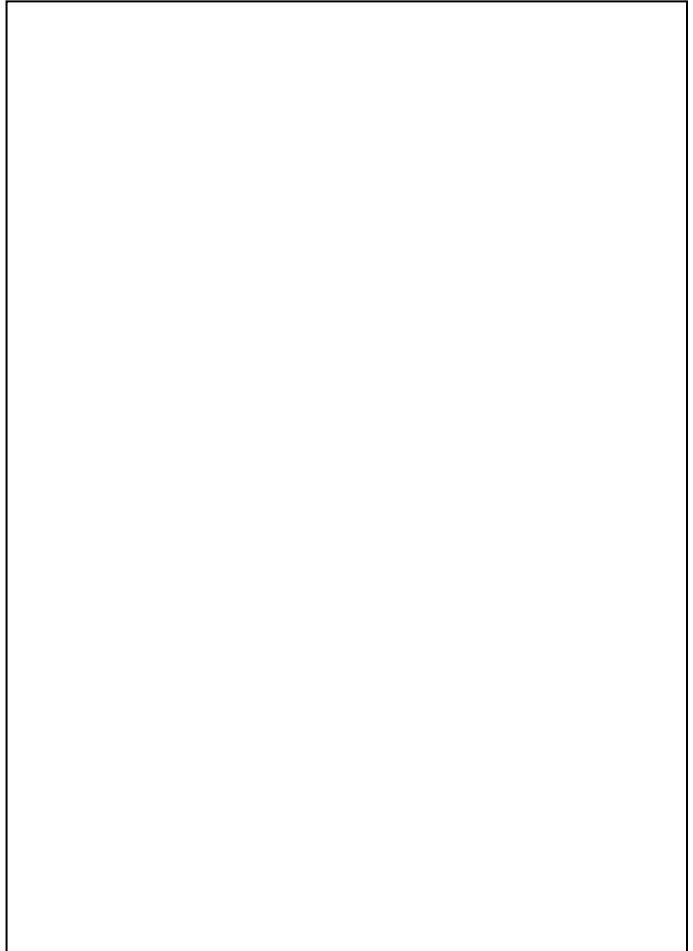
Resim 21.a. amlıca
Ekşioğlu İnşaatı –
Binanın Cephe Boşluk
Oranı %100`dür.

Resim 22.b. Binada Estetik
Amaçla Oluşturulan Köşeler
Muhtemel Bir Yangında
Dumanın Tüm Katlara
Yayılmasına Sebep
Olacaktır.

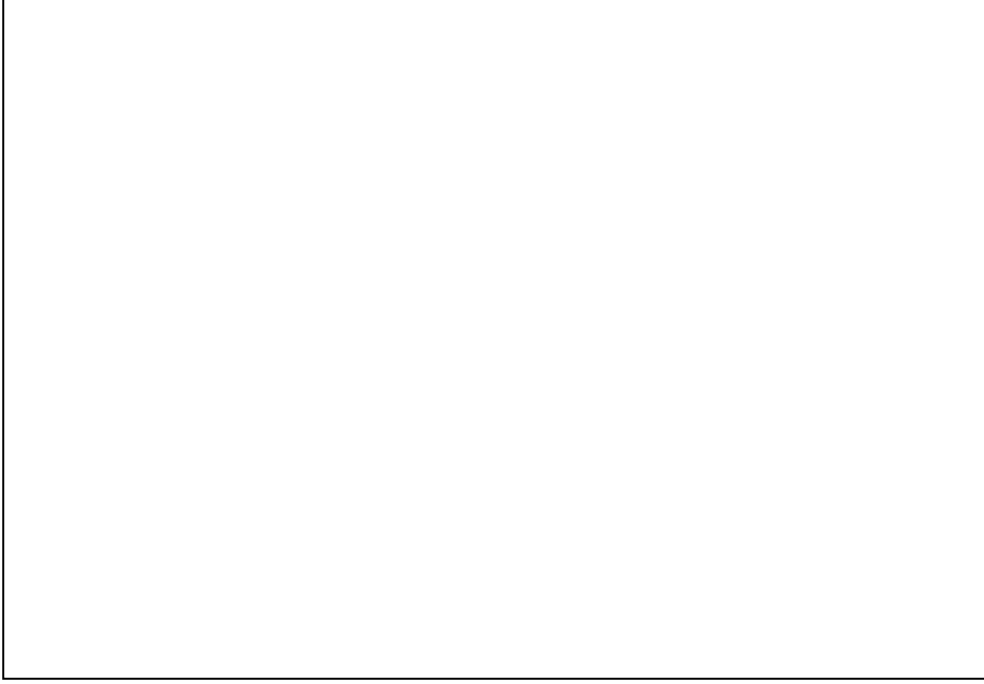




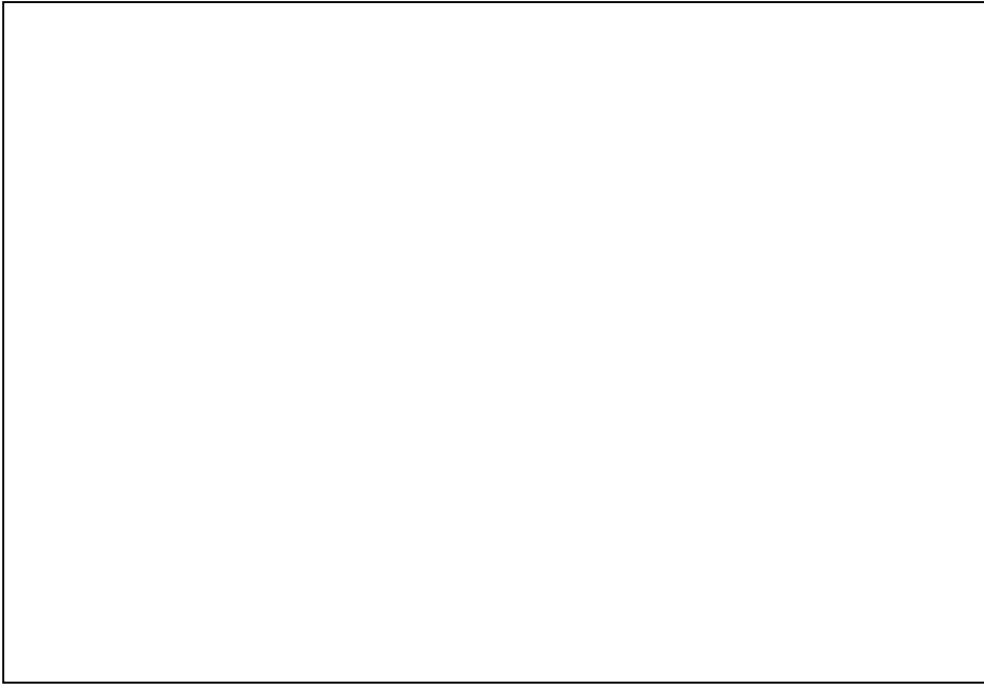
Resim 22. Beşiktaş Ota İş
Hanı – Binanın Cephe
Boşluk Oranı %100`dür.



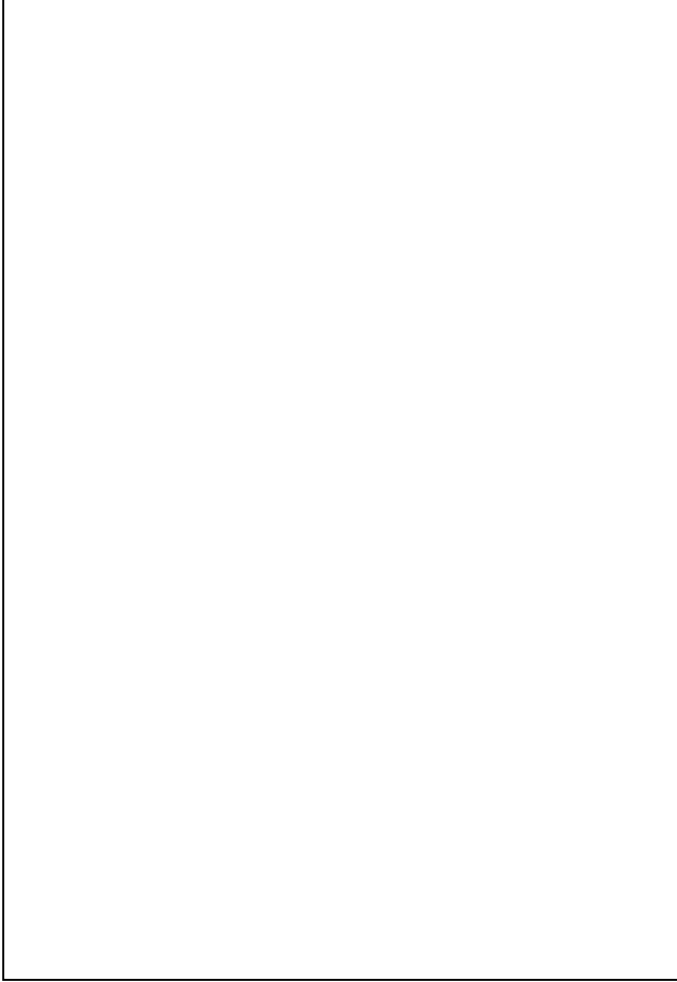
Resim 23. Esenler
Gümüşaylar Mağazası -
Binanın Cephe Boşluk
Oranı %100`dür.



Resim 24.a. Mahmutbey Göztepe İş Hanı - Cephe Boşluk Oranı %100 Olan Binanın
Cephesinde Cam ve Granit Kullanılmıştır.



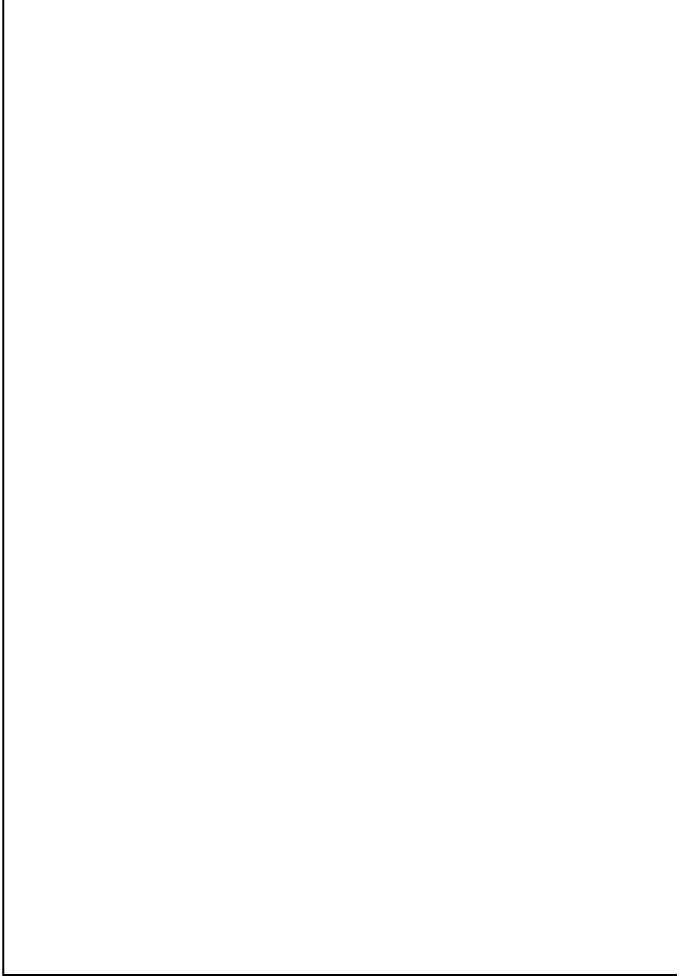
Resim 24.b. Kat Döşemesi İle Yatay Alüminyum Profillerin Arasında 2 cm. Boşluk Kapatılmamıştır.



Resim 25.a. Bakırköy
Final Derşanesi – Zemin
Katı Mağaza, Diğer
Katları Derşane Olarak
Kullanılan Binanın İnsan
Yoğunluğu Yüksekseadır.

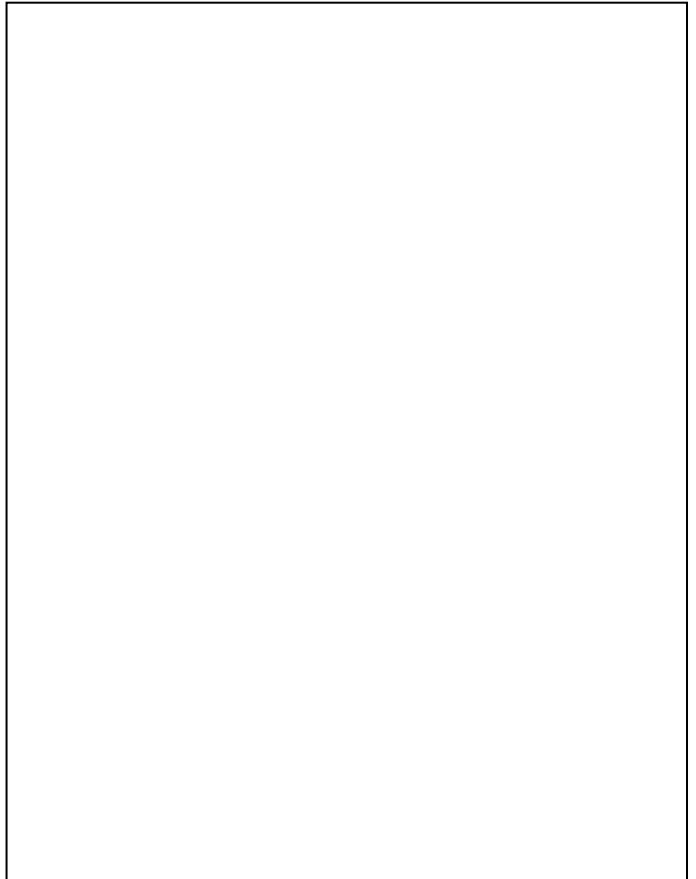


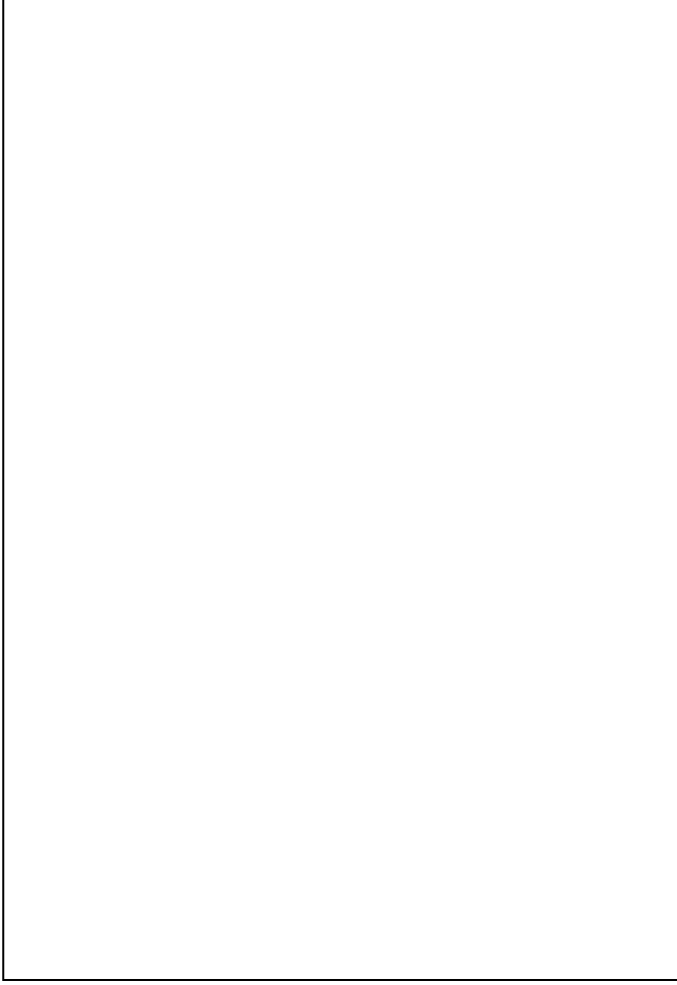
Resim 25.b. Parapet Duvarı İle Giydirme Cephe Arasındaki Boşluk Metal Levhalar İle Kapatılmaya Çalışılmıştır.



Resim 26. Mahmutbey
Göztepe Emre Giyim –
Kısmi Giydirme Cephe
Uygulaması.

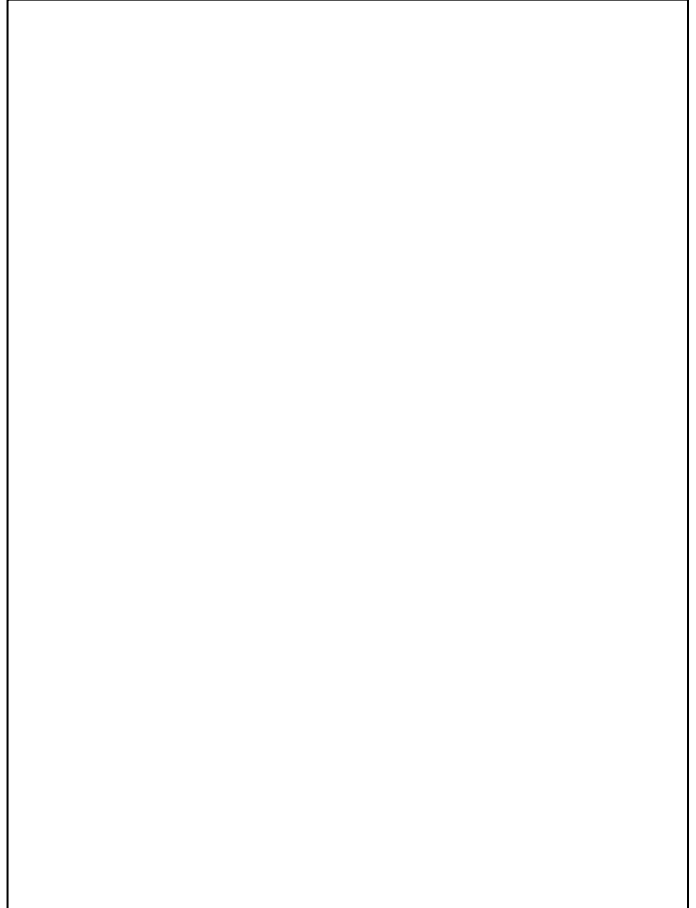
Resim 27. Bakırköy
Özkaramürsel Mağazası –
Binanın Cephe Boşluk
Oranı %100`dür.

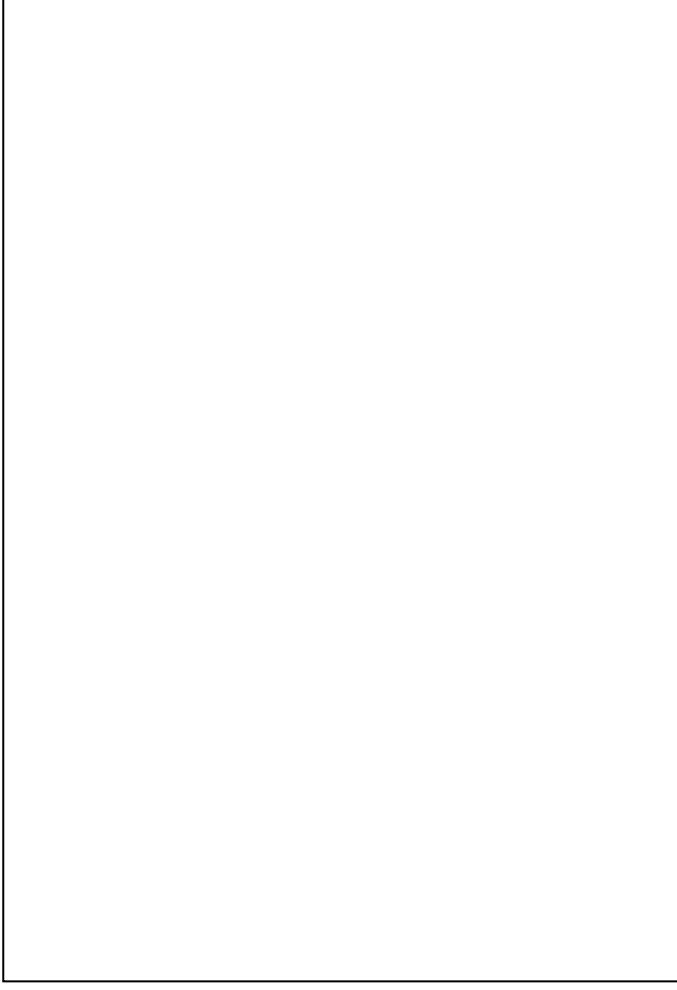




Resim 28.a. Mahmutbey
Hedef Ecza Deposu -
Bina Projelendirme
Aşamasında Geleneksel
Pencere Sistemi İle
Tasarlanmıştır.

Resim 28.(b). Standart
Pencere Boşlukları
Bırakılmış ve Giydirme
Cephe Binaya Dış
Görünümü Estetik Hale
Getirmek İçin Sonradan
İlave Edilmiştir.

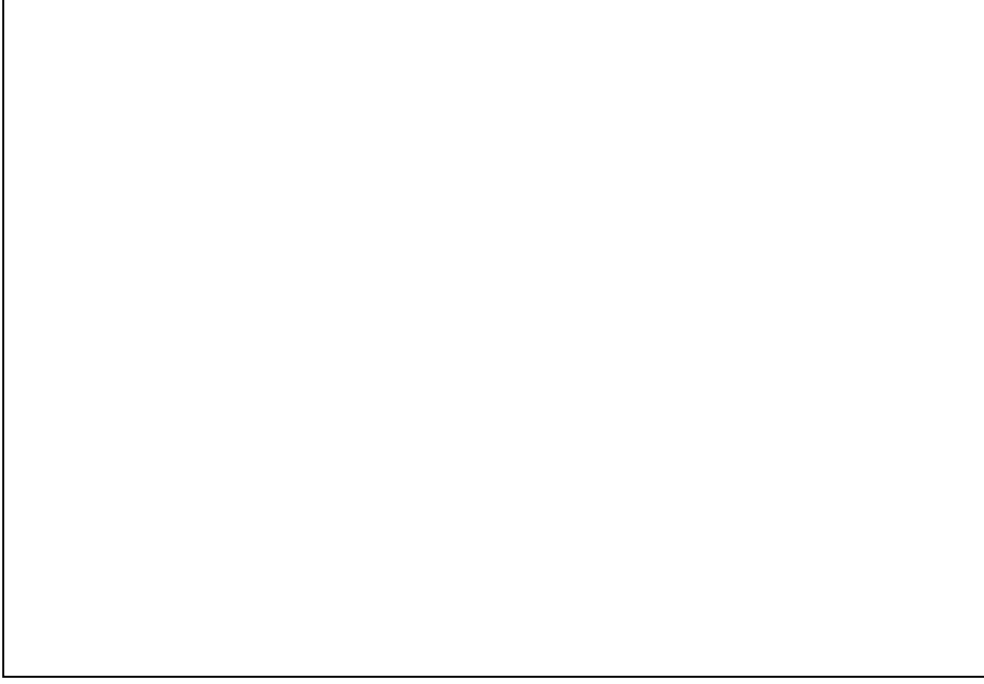




Resim 29. Fatih Asis Tekstil
– İnşaat Aşamasında Binada
Sadece Pencere Boşlukları
Bırakılmış, Giydirme Cephe
İle Giriş Cephesi Estetik
Hale Getirilmiştir.



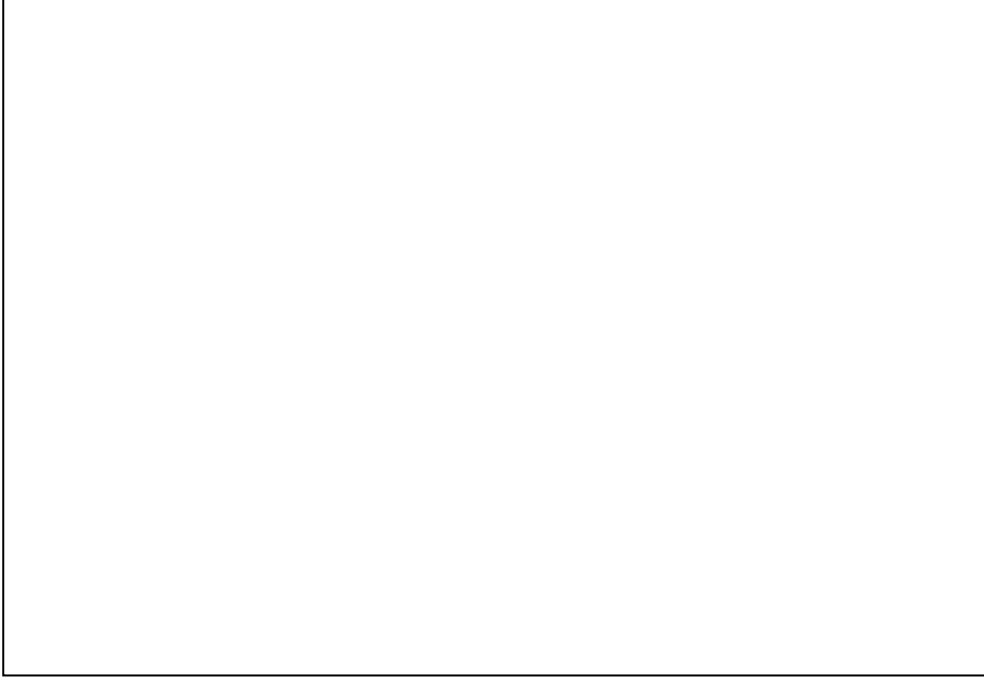
Resim 30. Çamlıca Aydın Güzel İş Merkezi – Kısmi Giydirme Cephe Uygulaması.



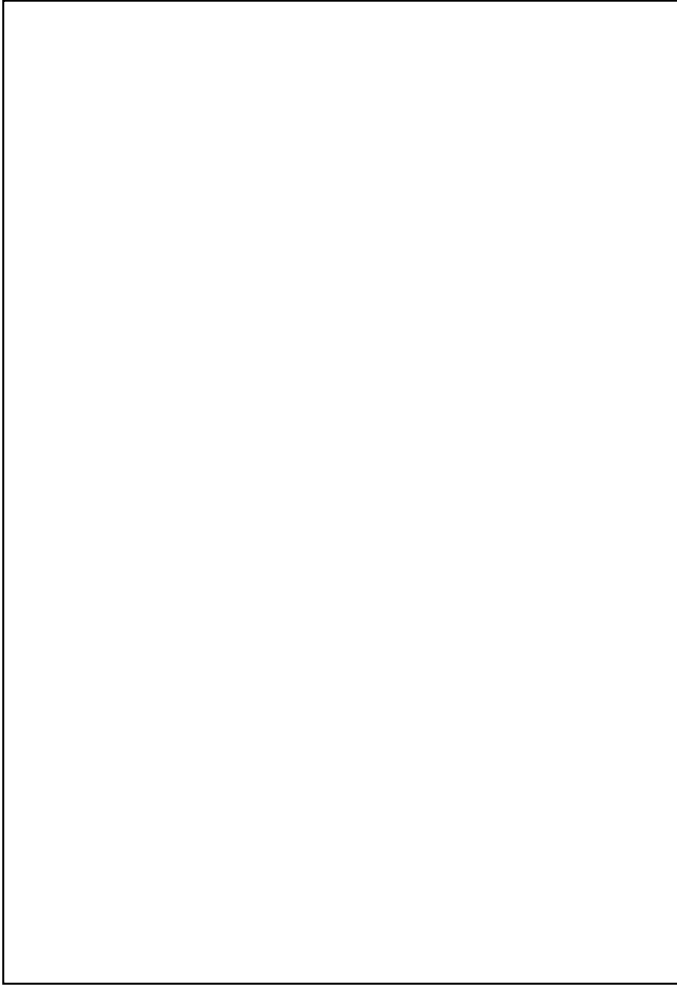
Resim 31.a. Şirinevler Toyak İş Merkezi – Farklı İş Alanlarına Barındıran Binanın
Günlük Çalışma Saatlerinde İnsan Yoğunluğu Çok Yükdir.



Resim 31.b. Cephe Parapet Bölgesinde Camyünü Kullanılmış, Camyününün
Camla Teması Engellenmemiştir. Cephe İle Döşeme Arasındaki Boşluk İse
Kapatılmamıştır.



Resim 32.a. amlıca Adım Holding – Kısmi Giydirme Cephe Uygulaması.



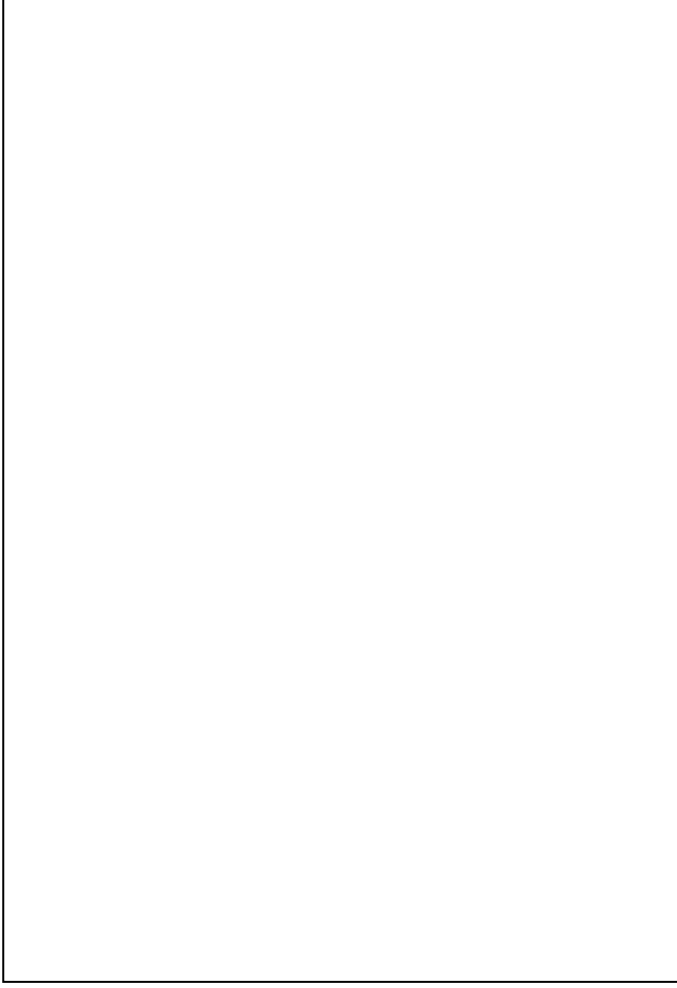
Resim 32.b. Cephenin Parapet Önünün Saydam Olması Kullanıcıları Rahatsız Etmektedir. Bu Nedenle Pencere Eteklerini Çeşitli Şekilde Ahşap, vs. İle Kapatmaya Çalışmaktadırlar.



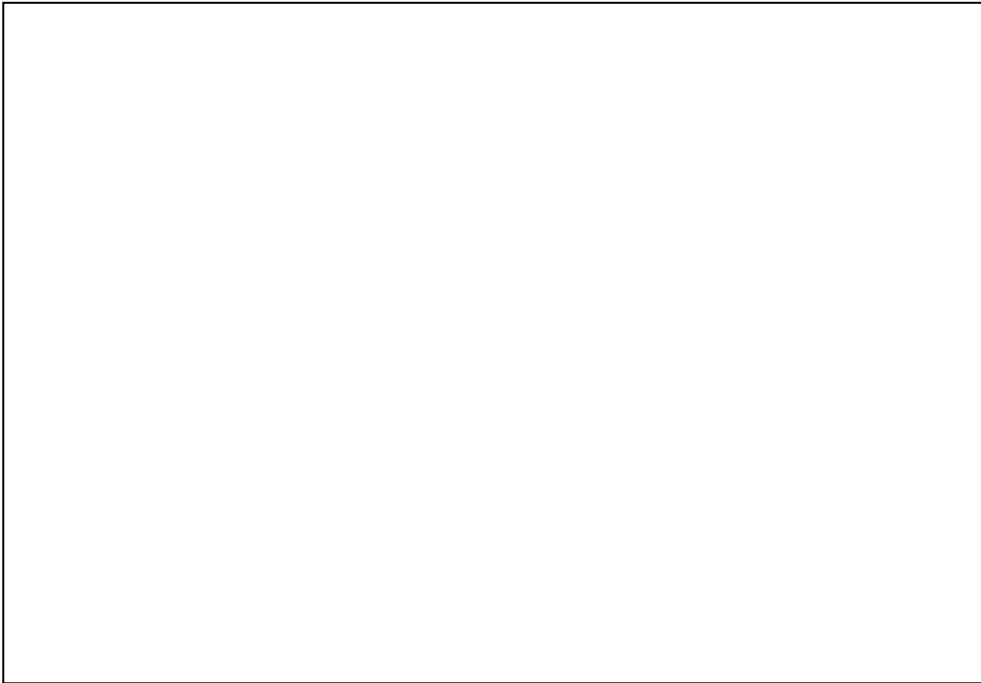
Resim 33. amlıca Ak-Co
Fabrika Satış Mağazası –
Kısmi Giydirme Cephe
Uygulaması.



Resim 34. Merter Denge İř Merkezi - Kısmi Giydirme Cephe Uygulaması.



Resim 35.a. Güngören
Ercan Han – Kısmi
Giydirme Cephede Cam
ve Metal Paneller
Kullanılmıştır.



Resim 35.b. Parapet Yüksekliğine Kadar Camyünü İle Isı Yalıtım Yapılmış,
Camyünü Metal Levha İle Kapatılmıştır.