

YAPI FİZİĞİ AÇISINDAN GÜNÜMÜZ HAFİF ASMA GIYDIRME CEPHE SİSTEM ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

*Filiz ŞENKAL SEZER**

Özet: İnsanların yaşadıkları mekanlarda sağlıklı ve üretken olmaları, o mekanın ısı konfor şartları ile yakından ilişkilidir. Binaların ısı konforu sağlanırken, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının da minimumda tutulması dikkate alınması gereken önemli bir noktadır. Bunun yolu da doğru bir ısı yalıtımından geçmektedir. Hafif asma giydirmeye cephe sistemiyle inşa edilen binalarda ısı konforunun sağlanması; saydam kısımlarda farklı cam türlerinin kullanılması, opak kısımlarda ise yalıtım kalınlığı ve yalıtım tabakasında yapılan değişikliklerle mümkün olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, hafif giydirmeye cephe sistemlerinde optimal konfor şartlarının sağlanmasında ısı konforuna odaklanarak, ülkemizde hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde saydam ve opak bölgelerde gerçekleştirilen mevcut uygulamaları değerlendirmek ve ısı konforunun sağlanması için bu uygulamalara öneriler getirmektir.

Anahtar Kelimeler: Isı yalıtımı, ısı konfor, giydirmeye cephe.

A Research About The Samples of Daily Curtain Wall System in The Context of Environmental Control

Abstract: Being productive and healthy in the living residence is concerned with its thermal comfort conditions closely. The important point which should be considered while thermal comfort of buildings are supplied, is to reserve the minimum level of net-space heating requirement for year. The right way of this is using correct thermal insulation. It is possible to supply the thermal comfort in buildings which constructed of curtain wall systems, by using different glass types in transparent parts and using variations of insulation sheet and thickness in opaque parts. This investigations aims to appreciate present applications and give suggestions to them for providing thermal comfort in curtain wall systems for providing optimal comfort conditions.

Key Words: Thermal insulation, thermal comfort, curtain wall.

1. GİRİŞ

Isı konforu, bireyin bir ortamdaki ısı şartları içinde kendini rahat hissetmesidir. Yaşanılan ortamının ısı şartları insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını etkilemekte, çalışma verimlerinde artış ya da azalmaya sebep olabilmektedir. Kış mevsimi dikkate alındığında, binalarda ısı yalıtımının yetersiz olması, yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklıklarının düşük olmasına, kullanıcıların üşmesi ve üretkenliklerinin azalmasına sebep olmaktadır. Isı konforu sağlanamadığında tüketilen yakıt binayı değil atmosferi ısıtmakta, dolayısıyla gereğinden fazla yakıt tüketilmektedir. Isı konforu sağlanırken binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının minimumda tutulması dikkate alınması gereken önemli bir noktadır. Yetersiz yalıtım iç ortam sıcaklığını arttırmak için daha fazla yakıt tüketimine neden olmakta, artan ortam sıcaklığı iç ve dış sıcaklık farklılıklarını büyüteceğinden binadaki ısı kayıpları artmaktadır. Hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde yapı elemanlarından kaynaklanan ısı kaybı; saydam kısımları oluşturan pencereler ve opak kısımları oluşturan duvar elemanlarında meydana gelmektedir. Bu nedenle ısı konforu üzerinde etkili olacak faktörler; saydam kısımlar ve opak kısımlardaki yalıtım tabakası üzerinde yapılan değişiklikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada hafif asma giydirmeye cephe sistemiyle inşa edilen örnek yapılar üzerinde farklı detaylar tatbik edilmiş, yapılan hesaplar sonucu ortaya çıkan sonuçlar baz alınarak gerekli analizler ve öneriler yapılmıştır. Çalışmanın amacı hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde ısı konforu açısından optimal detaylandırmanın tespit edilmesidir.

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bursa

2. ÖRNEK BİNALARIN İNCELENMESİ

Bu bölümde örnek olarak seçilen binaların özellikleri ve bu binalar üzerinde yapılan tespitler aktarılacak, 3. Bölüm'de ise elde edilen veriler doğrultusunda yeni öneriler getirilmeye çalışılacaktır. Seçilen örnek binalar; İstanbul Mecidiyeköy'de bir iş merkezi, Haramidere'de bulunan ofis binası ve Levent'te inşa edilen bir ofis binasıdır. Giydirmeye cephe sistemiyle inşa edilen binalarda opak bölge kesit olarak incelendiğinde genellikle; cam veya diğer malzemelerden oluşan cephe paneli, havalandırma boşluğu, ısı yalıtım malzemesi, varsa buhar kesici ve varsa parapet duvarı ile ısı yalıtım malzemesi ve parapeti oluşturan malzemeler arasında yer alan yaklaşık 10 cm'lik hareketsiz hava boşluğu şeklinde bir kesit ortaya çıkmaktadır. Seçilen üç örnek binanın dış cephe kaplama malzemeleri bazı farklılıklar göstermekle birlikte, opak kısmın oluşumunda sistem kesiti açısından dışarıdan yapılan yalıtımla oluşturulan ve havalandırma tabakası bulunan detaylandırma mevcuttur.

İlk örnek olarak seçilen bina; opak bölgenin bir bölümü kagir parapetli, bir bölümü parapetsiz olarak inşa edilen, saydam kısımlarda U değeri 2,74 W/m²K olan 6-12-6 mm mavi renkli güneş kontrol camı ve opak kısımlarda 6 mm alüminyum kompozit panel ve 6 mm tek cam kullanılan, strüktürel silikon sistemle inşa edilen 11 katlı bir iş merkezidir (Visteon, 2000). Bina inşa edilirken opak bölgelerde 5 cm kalınlığında mineral lifli yalıtım malzemeleri kullanılmış, kapı ve pencerelerde alüminyum doğrama elemanları ve çift cam üniteleri kullanılmıştır. Binaya ait veriler aşağıda belirtilmektedir. Burada taban alanı olarak hesaplanan alan, binanın ısıtılan kısmının taban alanıdır.

Taban Alanı: 768 m²
Tavan Alanı: 325 m²
Binanın hacmi (Vbrüt): 21365,4 m³
Doğu cephesi pencere alanı: 334,23 m²
Batı cephesi pencere alanı: 189,84 m²
Kuzey cephesi pencere alanı: 155 m²
Güney cephesi pencere alanı: 380,96 m²
Toplam cephe alanı (A_{toplam}): 2678 m²
Toplam pencere alanı (A_{pencere}): 1060 m²
Ap / At: % 39,5

İkinci örnek bina; 5 katlı bir ofis binasıdır. Binanın tamamı cam malzeme ile kaplanırken, köşe çıkıntılarında görsel bir etki yaratmak amacıyla alüminyum kompozit paneller kullanılmıştır. Saydam kısımlarda U değeri 2,74 W/m²K olan 6-12-6 mm mavi renkli güneş kontrol camı, opak kısımlarda ise 6 mm mavi renkli tek cam kullanılan ve strüktürel silikon sistemle inşa edilen bu bina dışarıdan bakıldığında kesintisiz düz bir cam cephe izlenimi yaratmaktadır. Binaya ait veriler aşağıda belirtilmektedir. Burada taban alanı olarak hesaplanan alan, binanın ısıtılan kısmının taban alanıdır.

Taban Alanı: 432 m²
Tavan Alanı: 585,6 m²
Binanın hacmi (Vbrüt): 11893,44 m³
Doğu cephesi pencere alanı: 259,37 m²
Batı cephesi pencere alanı: 259,37 m²
Kuzey cephesi pencere alanı: 141,9 m²
Güney cephesi pencere alanı: 224,59 m²
Toplam cephe alanı (A_{toplam}): 1927 m²
Toplam pencere alanı (A_{pencere}): 885 m²
Ap / At: % 46

Üçüncü örnek bina; 26 katlı bir ofis binasıdır. Binanın cepheleri cam ve granit cephe panelleriyle kaplanmış, saydam kısımlarda U değeri 2,74 W /m²K olan 6-12-6 mm mavi renkli güneş kontrol camı, opak kısımlarda ise 30 mm kalınlığında granit cephe panelleri kullanılmıştır. Binaya ait veriler aşağıda belirtilmektedir. Burada taban alanı olarak hesaplanan alan, binanın ısıtılan kısmının taban alanıdır.

Taban Alanı: 1790 m²
Tavan Alanı: 640 m²
Binanın hacmi (Vbrüt): 73793 m³

Doğu cephesi pencere alanı: 1605,83 m²
 Batı cephesi pencere alanı: 522 m²
 Kuzey cephesi pencere alanı: 292,73 m²
 Güney cephesi pencere alanı: 454,38 m²
 Toplam cephe alanı (A_{toplam}): 10786 m²
 Toplam pencere alanı (A_{pencere}): 2875 m²
 Ap / At: % 27

3. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Bu bölümde, ülkemizde hafif asma giydirme cephe sistemlerinde saydam ve opak bölgelerde gerçekleştirilen mevcut uygulamalar ve ısı konforun sağlanması için bu uygulamalara getirilecek yeni öneriler açıklanmaktadır. Seçilen örnek binalarda öncelikle ısı kaybı ve kazançlarının hesapları yapılarak, binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki hesapların yapılmasında, TS 825'e göre Polistren Üreticileri Derneği tarafından hazırlanan ve ısı köprülerini de hesaba katan bilgisayar programı kullanılmıştır (P.Ü.D., 2002). Hesaplamalarda dikkate alınan sınırlandırma şartları Tablo 1'de belirtilmektedir (TS 825, 1999). Bu değerler, seçilen üç örnek binanın da İstanbul'da bulunması nedeniyle her üç bina için de geçerli olmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucu Örnek 1 için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Q_{yıl}= 62,3 kWh/m², Örnek 2 için Q_{yıl}= 64,2 kWh/m², Örnek 3 için Q_{yıl}= 55,1 kWh/m² olarak hesaplanmış; izin verilen değerler ise; Örnek 1 için Q_{yıl}= 52,4 kWh/m² Örnek 2 için Q_{yıl}= 51,3 kWh/m² ve Örnek 3 için Q_{yıl}= 50,3 kWh/m² olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuca göre, hesaplanan toplam ısı kaybı (Q_{yıl}) değerleri, TS 825'e göre izin verilen değerlerin üzerinde olduğu için, üç örnek binanın da standarda uygun olmadığı ortaya çıkmıştır.

Bir binada ısı kaybının meydana geldiği yerler; duvarlar, ısı köprüleri, pencere ve kapılarda meydana gelen hava kaçakları ve havalandırma yoluyla olmaktadır (Oktuğ, 1990). Giydirmeye cephe sistemlerinde ortaya çıkan ısı kayıpları; saydam kısımları oluşturan pencereler ve opak kısımları oluşturan duvar elemanlarında meydana gelmektedir. Hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde optimal konfor şartlarının yerine getirilmesinde ısı konforu üzerinde etkili olacak faktörleri; saydam kısımlarda kullanılan cam türü, alüminyum profillerin oluşturduğu ısı köprüleri, opak kısımlardaki detaylandırma ve uygulanan yalıtım kalınlığı üzerinde yapılan değişiklikler olmak üzere 4 grup altında incelemek mümkündür.

Tablo 1. Sınırlandırma Şartları

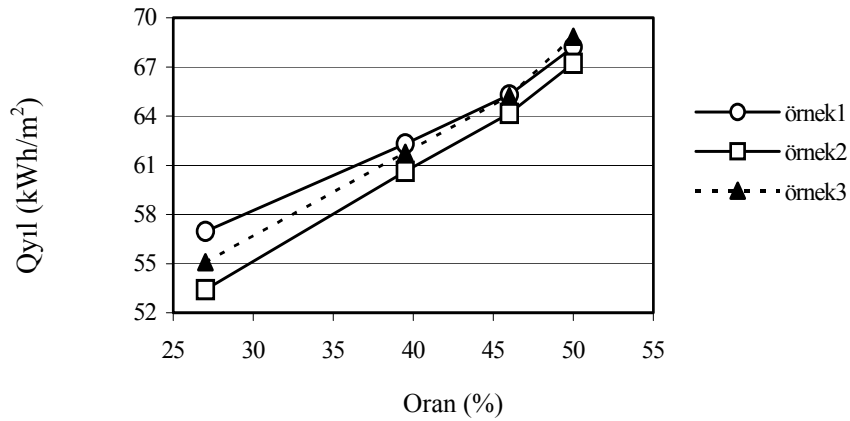
	İç iklim şartları	Dış iklim şartları
Yoğuşma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	20	- 10
Bağıl nem (%)	50	80
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	2340	260
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	1170	208
Yoğuşma süresi (h)	1440	
Buharlaştırma periyodu		
Hava sıcaklığı (°C)	12	12
Bağıl nem (%)	70	70
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	1403	1403
Su buharı kısmi basıncı (Pa)	982	982
Buharlaştırma süresi (h)	2160	
* Dış cephede havalandırılmalı hava tabakası ve dış cephe kaplaması var		

3.1. Saydam Kısımlarda Kullanılan Cam Türü Etkisi

Ülkemizde uygulanan hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinin büyük bir çoğunluğunun saydam kısımlarında 6-12-6 mm'lik farklı türlerde çiftcam üniteleri kullanılmaktadır. Bu nedenle bu bölümdeki tüm hesaplamalar bu kombinasyon dikkate alınarak yapılmıştır. Saydam kısımlarda güneş kontrol camı kullanılan örnek binalarda Low-e kaplamalı camlar kullanmak ısı konforu açısından yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında azalmaya sebep olmaktadır. Örnek binaların saydam kısımlarında U değeri 1,88 W/m²K olan

Low-e kaplamalı iklim kontrol camları kullanılması sonucu Örnek-1 için $Q_{yıl} = 54,2 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-2 için $Q_{yıl} = 52,5 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-3 için $Q_{yıl} = 49,3 \text{ kWh/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Saydam kısımlarda U değeri $1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan argon dolgulu Low-e kaplamalı iklim kontrol camları kullanılması sonucu ise Örnek-1 için $Q_{yıl} = 52,1 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-2 için $Q_{yıl} = 49,6 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-3 için $Q_{yıl} = 47,9 \text{ kWh/m}^2$ 'dir. Güneş kontrol camı yerine iklim kontrol camı kullanılması saydam kısımlardan kaynaklanan ısı kaybını % 55 oranında azaltmaktadır. A_p/A_t oranı %35'den küçük ise, yalıtım kalınlığı 5 cm iken, saydam kısımlarda Low-e kaplamalı iklim kontrol camları kullanmak TS 825'de izin verilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerini karşılamaktadır. Ancak bu oran %35'i geçtiğinde yalıtımın 5 cm olması durumunda, saydam kısımlarda ancak argon dolgulu Low-e kaplamalı camlar kullanılırsa yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı standartta belirtilen değeri yakalayabilmektedir. Ülkemizde günümüz şartları dikkate alındığında, argon dolgulu Low-e kaplamalı cam ünitelerinin kullanılmasının maliyeti arttırmasından ötürü tercih edilmediği görülmüştür. Bu nedenle opak bölgelerde uygulanacak olan yalıtım kalınlığının minimum 10 cm olması zorunlu olmaktadır. Saydam kısımlarda hava tabakalı normal cam üniteleri veya güneş kontrol camları kullanılması durumunda, A_p/A_t oranı %40'dan küçük ise, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının karşılanması için opak bölgelerde yalıtım kalınlığını 20 cm'ye çıkarmak gerekmektedir. Ancak A_p/A_t oranı % 40'ın üzerindeyse, yalıtım kalınlığını 1 metreye çıkarmak bile sonuç vermemekte, ısı konforunun sağlanabilmesi için saydam kısımlarda mutlaka Low-e kaplamalı cam seçimine gitmek gerekmektedir.

Yalıtım tabakasının 5 cm olarak uygulandığı örnek binalarda TS 825'e göre izin verilen $Q_{yıl}$ değerinin sadece argon dolgulu Low-e kaplamalı cam üniteleri ile sağlandığı, hava dolgulu Low-e kaplamalı cam tiplerinin kullanımının sadece A_p/A_t oranının %35'den küçük binalarda ısı konfor koşullarını sağlayabildiği ortaya çıkmıştır. Isı yalıtımının 5 cm uygulandığı binalarda saydam kısımlarda güneş kontrol camı kullanılması ısı konfor açısından yeterli olamamaktadır. Dış kabukta saydam kısımların oranı arttıkça $Q_{yıl}$ değeri de o oranda artmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre enerji ihtiyacındaki azalmanın yapının A_p/A_t oranının değişmesine bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, saydam alanların artması halinde bu kısımlarda kullanılacak cam türünün U değerini küçülterek, yıllık enerji tüketimini azaltma yoluna gidilmelidir. Giydirme cephe sistemiyle inşa edilen binalarda A_p/A_t oranlarına göre değişen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı durumu Grafik 1'de gösterilmektedir.



Grafik 1.

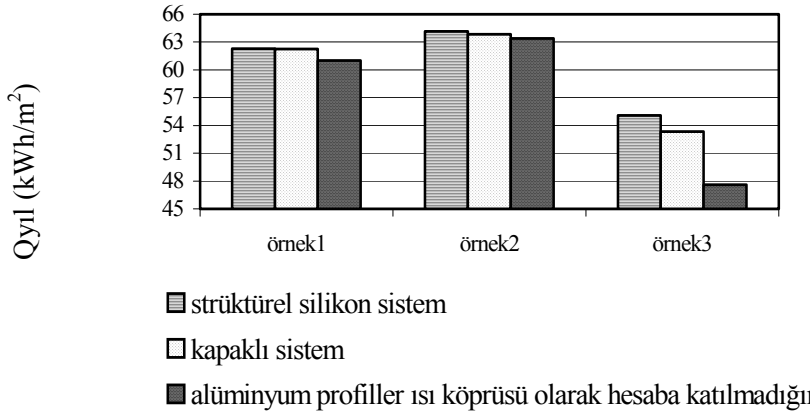
Ap/At oranlarına göre ortaya çıkan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı grafiği

3.2. Alüminyum Profillerin Oluşturduğu Isı Köprüleri Etkisi

Ülkemizde giydirme cephe sistemi üreten ve uygulayan firmalar tespit elemanları üzerine yerleştirilen alüminyum profilleri ısı köprüsü olarak kabul etmemekte ve ısı kaybı hesaplarında, alüminyum profillerde oluşan ısı kaybını yok kabul etmektedirler. Bu çalışmada, giydirme cephe sistemlerinde kullanılan alüminyum profillerin U değerleri hesaplanmış ve "U_{ısıköprüsü_{alüminyumprofil}}" değeri olarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplarında elde edilen bu değerler dikkate alınmıştır. Strüktürel silikon sistemin uygulandığı binalarda bu değer ortalama olarak; $U_{ısıköprüsü_{alüminyumprofil}} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, kapaklı sistemin uygulandığı binalarda $U_{ısıköprüsü_{alüminyumprofil}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak tespit edilmiştir.

Strüktürel silikon cephe sisteminin uygulandığı örnek binalarda elde edilen $Q_{yıl}$ değerleri; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 62,3 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-2 için $Q_{yıl} = 64,2 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 55,1 \text{ kWh/m}^2$ olarak

hesaplanmıştır. Kapaklı sistem uygulanması durumunda ortaya çıkacak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 62,3 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-2 için $Q_{yıl} = 63,9 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 53,4 \text{ kWh/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Alüminyum profillerin ısı köprüsü olarak hesaba katılmaması durumunda ise $Q_{yıl}$ değerleri; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 61,0 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-2 için $Q_{yıl} = 63,4 \text{ kWh/m}^2$, Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 47,6 \text{ kWh/m}^2$ olarak belirlenmiştir. Strüktürel silikon sistemin uygulandığı örnek binalarda, kapaklı sistem uygulanması durumunda ve alüminyum profillerin ısı köprüsü olarak hesaba katılmadığı durumlarda ortaya çıkacak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Grafik 2’de, ısı köprülerinde gerçekleşecek olan ısı kaybı miktarı Grafik 3’de verilmektedir. Strüktürel silikon sistem yerine kapaklı sistem kullanılması yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında sadece %1 oranında bir değişime sebep olurken; ısı köprülerinden kaynaklanan ısı kaybını % 18 oranında azaltmaktadır. Ülkemizde yapılan uygulamalarda alüminyum profillerin ısı köprüsü olarak hesaba katılmadığı göz önüne alınırsa, bunun yanlış bir yaklaşım olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde bir yaklaşımla ısı kayıplarının ve dolayısıyla yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının belirlenmesinde gerçek değerler tespit edilemediği açıkça ortaya çıkmaktadır.

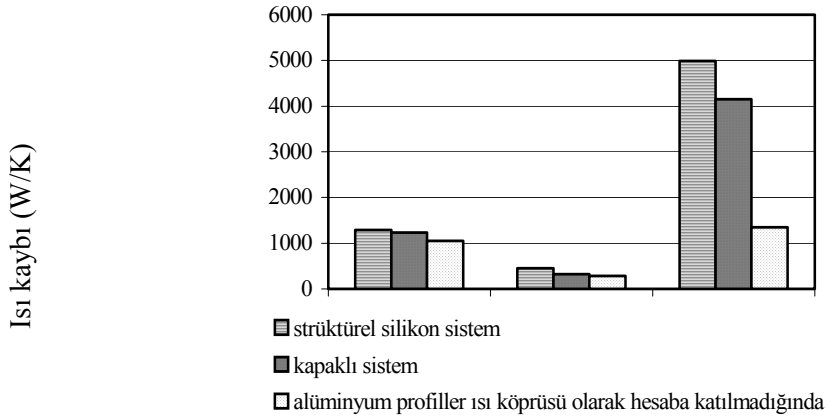


Grafik 2.

Strüktürel silikon sistem uygulaması, kapaklı sistem uygulaması ve alüminyum profillerin ısı köprüsü olarak hesaba katılmadığı durumlarda ortaya çıkacak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

3.3. Opak Kısımlardaki Detaylandırma Etkisi

Ülkemizde uygulanan hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde opak bölgelerin detaylandırılması farklılıklar göstermektedir. Yalıtım tabakasının yeri, kalınlığı, cephe kaplamasının havalandırılmalı olup olmaması gibi faktörler opak bölgelerin ısı performansları üzerinde etkili olmaktadır. Yapı fiziki yönünden en doğru yalıtımın dış yüzeyden yapılan yalıtım olduğu bilinmektedir. Bu sistemle uygulanan giydirmeye cephelerde, dışarıdan uygulanan ısı yalıtım malzemesi ile kaplama malzemesi arasında bir hava boşluğu bırakılmakta ve bu boşluk havalandırılmaktadır.



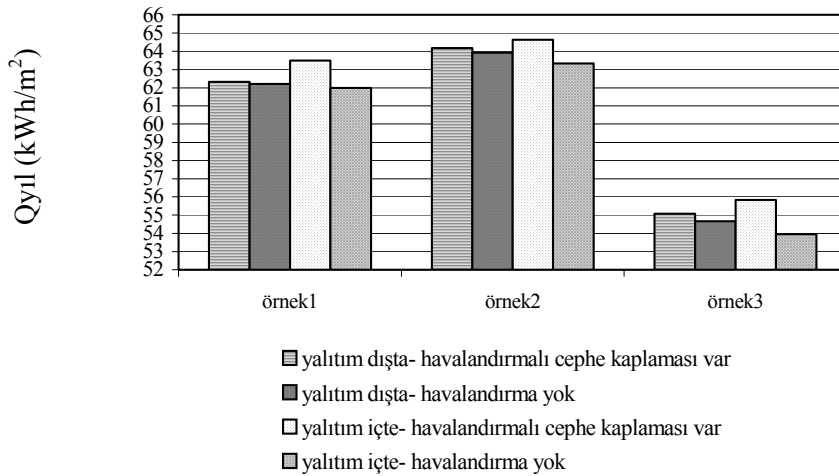
Grafik 3.

Strüktürel silikon sistemin uygulaması, kapaklı sistem uygulaması ve alüminyum profillerin ısı köprüsü olarak hesaba katılmadığı durumlarda ısı köprülerinde gerçekleşecek ısı kaybı değerleri

Yoğuşmanın engellenmesi için yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında mutlaka havalandırma boşluğu bırakılmalıdır. Ülkemizde yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma boşluğu bırakılmayan uygulamalar da mevcuttur. Havalandırma yapılmayan cephelerde yalıtım tabakası dış yüzeyde olsa dahi yoğuşma olayı gerçekleşmektedir. Yapılan hesaplamalarda, bu tür bir detaylandırmada yalıtım tabakası kalınlığının artırılmasının olumlu sonuç vermediği, opak bölgenin U değerinin düşmesine rağmen yoğuşma olayının halen devam ettiği ortaya çıkmıştır.

Kolay uygulanabilir olması dolayısıyla, ülkemizde yalıtım tabakasının iç yüzeyde kullanıldığı uygulamalar da mevcuttur. Ancak böyle bir uygulamada duvar yüzeyinde yoğuşma olması kaçınılmaz olmaktadır (Polistren Üreticileri Derneği, 2002). Yalıtım tabakasının iç yüzeyde olması ve cephe kaplaması ile parapet arasında havalandırma boşluğu bırakılmaması da aynı sonucu vermekte, bu durumda duvar yüzeyinde iki malzemenin daha fazla bölgede yoğuşma meydana gelmektedir. Grafik 4’de Yalıtım tabakasının parapet bölgesindeki yerleşimine ve yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma yapıp yapılmaması durumuna göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında değişimler gözlenmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, yalıtım tabakasının iç yüzeyde olmasının $Q_{yıl}$ değerinde azalmaya sebep olduğu, ancak bu durumda duvar yüzeyinde yoğuşma ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu nedenle hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde yalıtım tabakası mutlaka dış yüzeyde kullanılmalı, yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma boşluğu bırakılmalı ve cephe kesiti kontrollü olarak havalandırılmalıdır.

Yapılan uygulamalarda opak bölge kesitinde dış yüzeyde kullanılan yalıtım tabakası farklı şekilde konumlanabilmektedir. Parapetle yalıtım tabakası arasında 10-12 cm’lik durgun hava boşluğunun bırakıldığı uygulamalar olduğu gibi, yalıtımın hemen parapet arkasına yerleştirildiği uygulamalar da mevcuttur. Isı yalıtımının hemen parapet arkasında uygulanması durumunda; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 64,5$ kWh/m², Örnek-2 için $Q_{yıl} = 65,8$ kWh/m², Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 57,2$ kWh/m² olarak hesaplanmıştır. Isı yalıtımı ile parapet arasında, taşıyıcı alüminyum profillerin bulunduğu, yaklaşık 10-12 cm’lik, durgun hava boşluğu bırakıldığında ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 62,3$ kWh/m², Örnek-2 için $Q_{yıl} = 64,2$ kWh/m², Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 55,1$ kWh/m² olarak tespit edilmiştir. Yalıtım tabakasının parapet arkasındaki yerleşimine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında görülen değişimler Grafik 5’de verilmektedir.



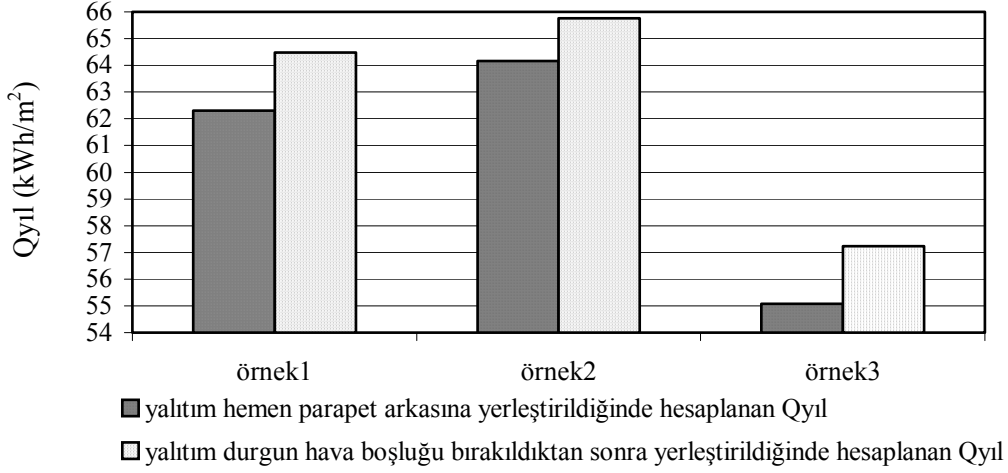
Grafik 4.

Yalıtım tabakasının yerleşimine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında görülen değişim

Yapılan hesaplamalarla, yalıtımın hareketsiz hava boşluğu bırakıldıktan sonra yerleştirilmesinin daha iyi sonuç verdiği ortaya çıkmıştır. Bu tür uygulamalarda iç yüzey sıcaklıklarında ısıl konfor açısından herhangi bir sorunla karşılaşılmadığı gibi, opak bölgede herhangi bir yoğuşma riski de bulunmamaktadır. Ancak yalıtımın hemen parapet arkasında olması durumunda da eğer cephe kaplaması havalandırmasız olarak inşa edilmişse bina yoğuşma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır.

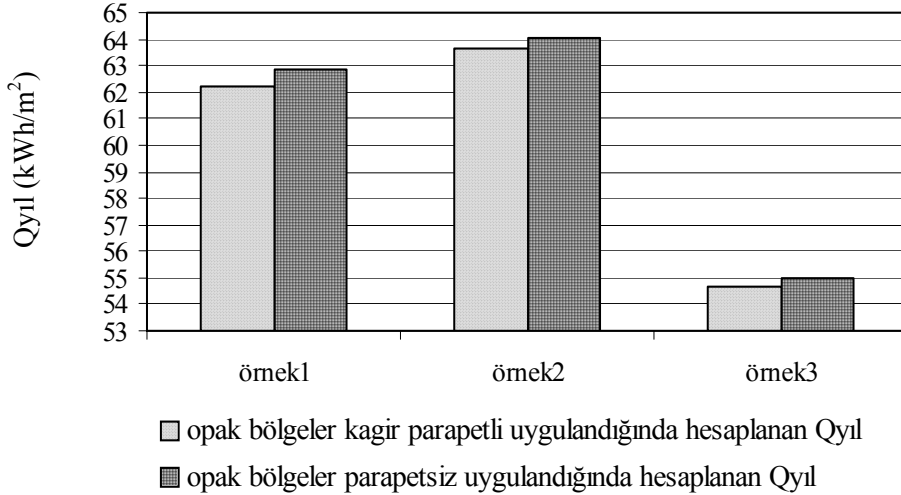
Ülkemizde hafif asma giydirmeye cephe sisteminin uygulandığı binalar; tuğla, gazbeton veya beton parapetli olarak inşa edildikleri gibi, kagir parapetsiz olarak da uygulanmaktadırlar. Opak bölgeler kagir parapetli olarak inşa edildiğinde elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 62,2$

kWh/m², Örnek-2 için Q_{yıl}= 63,6 kWh/m², Örnek-3 için Q_{yıl}= 54,7 kWh/m² iken; opak bölgelerin kagir parapetsiz uygulanması sonucunda Örnek-1 için Q_{yıl}= 62,8 kWh/m², Örnek-2 için Q_{yıl}= 64,1 kWh/m², Örnek-3 için ise Q_{yıl}= 55,0 kWh/m² olarak hesaplanmıştır. Opak bölgenin oluşumuna göre ortaya çıkan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Grafik 6'da gösterilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda, opak bölgelerin kagir parapetli olarak uygulanmasının iç mekanlarda ısı konforun sağlanmasında daha etkili bir çözüm olduğu ortaya çıkmıştır.



Grafik 5.

Yalıtım tabakasının parapet arkasındaki yerleşimine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında görülen değişimler



Grafik 6.

Opak bölgenin oluşumuna göre ortaya çıkan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

3.4. Opak Kısımlarda Uygulanan Yalıtım Kalınlığı Etkisi

Kış mevsimi dikkate alındığında, binada ısı yalıtımının yetersiz olması, yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklıklarının düşük olmasına, yoğunlaşma dolayısıyla iç yüzeylerde hasar oluşumuna ve ısı konfor sağlanamadığı için kullanıcıların üşmesine ve üretkenliklerinin azalmasına sebep olmaktadır. Yetersiz yalıtım sonucu iç yüzey sıcaklıklarının düşük olması, ortam sıcaklığını arttırmak için daha fazla yakıt tüketimine neden olmakta, artan ortam sıcaklığı iç ve dış sıcaklık farklılıklarını büyüteceğinden, ısı kaybıyla birlikte yakıt tüketimi de yine çoğalmaktadır. Saydam kısımlarda hava tabakalı normal çiftcam üniteleri veya güneş kontrol camları kullanılması durumunda, ülkemizde hafif asma giydirmeye cepheleriyle inşa edilen yapıların opak bölge oluşumunda tercih edilen 5 cm'lik yalıtım kalınlığı TS 825'de belirtilen Q_{yıl} standart değerini karşılamamaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucunda özellikle 2. dereceden bölgesinde bulunan İstanbul, Bursa, Edirne gibi illerdeki iklim koşullarında optimal ısı konfor

koşullarının sağlanması için 5 cm'lik yalıtım tabakasının yetersiz kaldığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu hafif asma giydirme cephe sistemlerinde yalıtım tabakasının 10 cm'ye çıkarılması önerilmektedir.

Saydam bölgelerde güneş kontrol camı kullanılması, opak bölgelerde ve ısı köprülerinde kullanılan yalıtım kalınlığının 10 cm'ye çıkarılması durumunda elde edilen $Q_{yıl}$ değerleri; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 54,2$ kWh/m², Örnek-2 için $Q_{yıl} = 58,1$ kWh/m², Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 51,3$ kWh/m² olarak hesaplanmıştır. Yalıtım kalınlığı 10 cm iken, vizyon bölgelerde Low-e kaplamalı iklim kontrol camları kullanılması sonucu elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları ise; Örnek-1 için $Q_{yıl} = 46,6$ kWh/m², Örnek-2 için $Q_{yıl} = 46,7$ kWh/m², Örnek-3 için ise $Q_{yıl} = 45,6$ kWh/m² olarak belirlenmiştir. Opak bölgelerde yalıtım kalınlığı 5 cm'den 10 cm'ye çıkarıldığında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında % 11 oranında, opak bölgede meydana gelen ısı kayıplarında ise % 50 oranında azalma görülmüştür.

Ülkemizde opak kısımlarda kullanılan mineral lifli yalıtım malzemelerinin yangın korunumunu sağlamak üzere galvanize sac paneller arasına yerleştirilmesi, opak bölge oluşumunda yoğunlaşmaya sebep olmaktadır. Yoğuşma etkisini ortadan kaldırmak için farklı malzeme ve çözüm arayışlarına gidilmeli, yalıtım uygulamalarında sac levha kullanımına son verilmelidir. Mineral yünlü yalıtım malzemelerinin yanı sıra haddeden çekilmiş polistren köpük (XPS) ve genişletilmiş polistren köpük (EPS) malzemeler de opak bölgelerde yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ancak kullanılan yalıtım malzemesi türünün, binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını dikkate alınacak ölçüde etkilemediği tespit edilmiştir. Sonuçların belirlenmesinde yalıtım malzemesinin türünden çok kalınlığı ve konumu önemli olmaktadır. Ancak ısı yalıtımı doğru teknik, doğru malzeme ve doğru bir uygulama ile yapılmalıdır. Aksi takdirde olumsuz sonuç elde etmek kaçınılmaz olacaktır.

Türkiye'de hafif asma giydirme cephe sistemlerinde saydam ve opak bölgelerde uygulanan detaylar ve ısıl konforun sağlanması açısından bu detaylara getirilecek önerileri yukarıdaki şekilde sıralamak mümkündür. Elde edilen sonuçlar 4. Bölüm olan Sonuçlar'da yorumlanmaktadır.

4. SONUÇLAR

Değerlendirme ve Öneriler Bölümü'nde, TS 825 Standardı dikkate alınarak, iç mekanlarda ısı konforun sağlanması ve sistemin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını karşılaması açısından bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda hafif asma giydirme cephe sistemlerinde saydam kısımlarda malzeme seçimi ve opak kısımlarda yapılacak detaylandırma konularında çeşitli sonuçlar elde edilmiştir.

Son yıllarda ülkemizde ve özellikle İstanbul'da hafif asma giydirme cephe sistemiyle inşa edilen yapılar çoğalmaktadır. Bu binaların saydam kısımlarında kullanılan cam türleri, ısıtma ve soğutma dönemlerinde binanın ısı performansına farklı şekilde etki etmektedirler. İstanbul'da yaşanan iklim koşulları, ısıtma gerektiren dönemin daha etkin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, ısı geçirgenlik katsayısı düşük olan ve dış cepheden kaybedilen ısı miktarını azaltan Low-e kaplamalı iklim kontrol camları kullanmak, TS 825'de belirtilen 2. derecenin bölgesinde bulunan iller için en uygun çözüm olmaktadır. Yapılan hesaplamalarla, hafif asma giydirme cephe sistemiyle inşa edilen yapılarda optimal opak bölge yalıtım kalınlığının 10 cm olması gerektiği tespit edilmiştir. Yalıtımın 10 cm olması durumunda güneş kontrol camları yine yetersiz kalmakta, doğru seçimin iklim kontrol camları olduğu ortaya çıkmaktadır. Spandrel bölgelerde uygulanan yalıtım kalınlığının 10 cm olması ve saydam kısımlarda Low-e kaplamalı cam ünitelerinin kullanılmasıyla, Ap/At oranı %50 olduğunda dahi optimal çözüme ulaşmak mümkün olabilmektedir.

Ancak soğutma için gereken enerji maliyeti de mutlaka dikkate alınmalı, dış kabuktan kazanılan güneş enerjisi miktarının soğutma maliyetini ne ölçüde etkileyeceği tespit edilmelidir. Binanın bulunduğu iklim koşullarına göre, soğutma giderleri ısıtma giderlerinin çok üzerindeyse güneş kontrol camlarını tercih etmek daha uygun bir çözüm olmaktadır. Işık geçirgenliği yüksek camlar kullanıldığında yapay aydınlatma enerjisinden, iklim kontrol camlarıyla güneş enerjisinin içeri alınmasıyla da ısıtma giderlerinden tasarruf sağlanacaktır. Tüm bu koşullar dikkate alındığında seçilecek cam tipi belirlenirken, yalıtım kalınlığının da cam tipine göre belirlenmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Türkiye'de giydirme cephe sistemi üreten ve uygulayan firmalar, alüminyum profilleri ısı köprüsü olarak kabul etmemekte ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplarında, alüminyum profilleri yok kabul etmektedirler. Alüminyum profillerin ısı köprüsü olarak hesaba katılmaması, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değeri üzerinde %7 oranında değişime sebep olmaktadır. Sonuçlar dikkate alındığında bunun yanlış bir

yaklaşım olduğu tespit edilmiş, böyle bir kabulün ısı kayıpları ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının belirlenmesinde doğru sonuçların elde edilmesine engel olacağı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle hafif asma giydirme cephe sistemlerinde tespit elemanları üzerine yerleştirilen alüminyum profillerin birer ısı köprüsü olduğu dikkate alınmalı ve sistem seçimi buna göre yapılmalıdır. Optimal giydirme cephe modüllerinin belirlenebilmesi için günümüzde çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Rasyonel bir cephe oluşturulmasında saydam ve opak kısımları oluşturan ünitelerin mümkün olduğunca büyük tutulması cephe üzerindeki toplam derz uzunluğunun azalmasına sebep olacak, böylece alüminyum profillerin sayısı azalacak ve bu noktalarda oluşan ısı köprülerinden gerçekleşecek ısı kaybı miktarı da minimuma indirilebilecektir. Giydirme cepheli yapılarda saydam kısımlarda kullanılan pencere doğramalarında kanatların açılmadığı da dikkate alınır, ünitelerin büyük olmasının kullanım açısından herhangi bir sorun yaratmayacağı sonucuna varılmıştır.

Hafif asma giydirme cephe sistemlerinde opak bölgelerde karşılaşılan sorunlar; bu bölgede kullanılan malzeme ve katmanlaşmadan kaynaklanmaktadır. Yalıtımın dış yüzeyde olması, iç yüzeyde kullanılmasına oranla Qyıl değerinde %2, parapet bölgesinde gerçekleşen ısı kaybında % 16, parapet bölgesinin U değerinde ise % 36 oranında azalmaya sebep olmuştur. Ayrıca, yalıtımın dış yüzeyde kullanıldığı uygulamalarda cephede yoğuşmaya rastlanmamış, içte kullanıldığı uygulamalarda ise yoğuşma gerçekleşmiştir.

Isı yalıtım levhalarının tüm binayı bir manto gibi dışarıdan sarmasıyla oluşturulan yalıtım sistemi, yapı fiziği açısından en olumlu sonucu vermektedir. Bu sayede ısı köprüleri yok edilmekte, tüm yapı elemanları atmosfer etkilerinden korunmakta, yazın aşırı ısınma önlenmekte, ısıtma sisteminin kısa süreli olarak kapatılması durumunda iç ortam sıcaklığının düşmesi engellenmektedir. Su buharının duvar kesiti içinde yoğuşma riskinin en az olduğu sistem, ısı yalıtımının dışarıdan uygulandığı yöntemdir. Ancak bu uygulama yapılırken yalıtım malzemesi sac levha tabakaları arasına yerleştirilmemelidir. Ülkemizde yalıtım tabakasının sac levhalar arasına yerleştirilmesi sıklıkla uygulanmakta olan bir hatadır ve bu uygulamadan dolayı bu tür duvar kesitlerinde yoğuşma oluşmaktadır. Duvar iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark ne kadar fazla ise konforsuzluk da o oranda fazla olacaktır. Dıştan yapılacak yalıtımla iç yüzey sıcaklığının konfor sıcaklığında tutulması, yakıt tüketimini de azaltacaktır. Binaların ısı konfor ortamı dikkate alınarak inşa edilmeleri, konforsuzluk sonucu oluşabilecek iş ve zaman kayıplarını önlemekle kalmayıp, büyük bir enerji tasarrufu ile birlikte, çevre kirliliği sorununa da çözüm getirecektir.

Giydirme cephe sistemlerinde içeriden uygulanan yalıtım kolay uygulanmakla birlikte olumlu sonuçlar vermemektedir. Isıtma sistemi kapatıldığında ortam hızla soğumakta, döşemelerin ve duvarların birleşim noktalarında ısı köprüleri oluşacağı için yalıtımın verimi düşmekte, en önemlisi de ısı yalıtımı ile duvar elemanını oluşturan katmanlar arasında yoğuşma meydana gelmektedir. İçeriden yalıtım uygulanan binalarda iç ortamdaki su buharı yapı elemanını geçerken yoğuşmakta ve iç yüzeyde hasar oluşturmaktadır. Bu hasarın giderilmesi için buhar kesici malzeme kullanmak buharın iç mekanda bırakılmasını sağlayacağından uygun bir çözüm olmayacaktır. Buhar kesici, buhar tutucu malzemelerden farklı olarak cephenin nefes almasını engelleyen bir malzeme olmaktadır ki buhar kesici tabakaya sadece dıştan yapılan yalıtım uygulamalarında ihtiyaç duyulmamaktadır (Karakoç ve diğerleri, 1999). Günümüz hafif asma giydirme cephe sistemiyle inşa edilen binalarda yoğuşmanın gerçekleştiği opak bölgelerde, yoğuşma sularının alındığı 2 yöntem uygulanmakta; biriken su ya dışarı atılmakta ya da suyun yeterli kesitteki buharlaşma kanallarına alınıp doğal yollardan buharlaşması sağlanmaktadır. Ancak bu yöntemler uygun bir çözüm olmamakta, bu nedenle giydirme cephe sistemlerinde yalıtım tabakasının iç yüzeyde uygulanmasına son vermek gerekmektedir.

Yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma boşluğu bırakılması, havalandırma yapılmayan cephelere göre Qyıl değerinde sadece % 0.5, parapet bölgesinde gerçekleşen ısı kaybında % 4, U değerinde ise % 3 oranında azalmaya sebep olmuştur. Ancak yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında havalandırma olmaması durumunda, parapet bölgesinde yoğuşma meydana gelmiştir. Bu nedenle yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında kalan parapet boşluğu mutlaka havalandırılmalı olmalı, ancak bu uygulamada yağmur suyunun içeri girmesine engel olacak şekilde tedbir alınmalıdır. Doğru bir detaylandırma yapılırsa parapet boşluğunun havalandırılmalı olması yoğuşmayı kesinlikle engelleyecektir.

Ülkemizde yapılan uygulamaların çoğunda, yalıtım tabakası ile parapet arasında; taşıyıcı alüminyum profillerin yer aldığı, yaklaşık 10-12 cm'lik hareketsiz hava tabakası bulunmaktadır. Bu şekilde yapılan uygulama, yalıtımın hemen parapet arkasına yerleştirilmesine göre Qyıl değerinde % 4, duvarda gerçekleşen ısı kaybında % 27, U değerinde ise %41 oranında azalma sağlamıştır. Her iki uygulamada da

yoğuşmaya rastlanmamıştır ve hareketsiz hava boşluğunun da bir yalıtım katmanı gibi görev yaptığı ve olumlu sonuçlar doğurduğu ortaya çıkmıştır. Katmanlar içten dışa doğru, buharın yolda bir engelle karşılaşmadan opak bölgeden rahatça çıkabilmesi için, buhar geçirgenlik direnç katsayısı (μ) azalacak şekilde sıralanmalıdır (Karakoç ve diğerleri, 1999). Opak bölgelerin kagir parapetli olarak uygulanması ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında % 1, duvarda gerçekleşen ısı kaybında % 7, U değerinde ise % 20 oranında azalma sağlamıştır.

Hafif asma giydirmeye cephe sistemlerinde kullanılacak malzeme seçimi ve opak bölgede uygulanacak detaylandırmalar hala çeşitli sorunları bünyelerinde barındırmaktadırlar. Bunun nedeni ise her bir yapının; fiziksel, iklimsel, görsel koşulları dikkate alındığında, ayrı analiz ve çözüm gereksinimi içinde olmasıdır. Ancak farklı bir detaylandırma ile karşılaşıldığında, bu çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda optimal bir çözümün gerçekleştirilebilmesi mümkün olabilecektir ki, bu da bu çalışmanın önemli amaçlarından biri olmaktadır.

Giydirmeye cephe uygulamalarında, istenen her türlü iç konfor koşulunu yerine getirmek mümkündür. Uygun detayların seçilmesi ve doğru bir uygulamayla, her türlü binada optimal konfor koşullarının sağlanması söz konusu olacaktır. Türkiye’de giydirmeye cephe sistemleri ile ilgili yürürlükte bulunan kesin standartların bulunmaması ve bu konudaki şartnamelerin yetersiz kalması sonucu talep sahipleri de ne isteyeceklerini tam olarak bilememektedirler. Yapı fiziği açısından giydirmeye cephe sistemlerinden beklenen kesin niteliklerin belirli olmaması; sistemi talep eden ve ucuz çözümler arayan kullanıcıları yanlış yönlendirebilmekte; konunun önemi dikkate alınmamaktadır. Bu durum; dışarıdan bakıldığında, büyük ve etkileyici görünüme sahip ancak teknik yönden çok zayıf giydirmeye cephe sistemlerinin uygulanmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle; bilimsel veriler doğrultusunda elde edilen bu sonuçların giydirmeye cephe sistemi üretici, uygulayıcı ve kullanıcıları tarafından titizlikle dikkate alınması gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Karakoç, H., Binyıldız, E., Turan, O. (1999) Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı, ODE Teknik Yayınları, No: G 20.
2. Oktuğ, Y. (1990) Binalarda Cephe Pencere ve Kapı Sistemlerinin Dizayn Problemleri, Çuhadaroğlu Alüminyum San. Tic. A.Ş., İstanbul.
3. Polistren Üreticileri Derneği (2002) Isı Yalıtım Semineri, Gaziosmanpaşa Belediyesi, İstanbul.
4. Polistren Üreticileri Derneği (2002) TS 825 Esaslarına Göre Binalarda Isı Kaybı Hesapları, Bilgisayar Programı.
5. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları (1999), Mecburi Standart Tebliği, Ankara.
6. Visteon (2000) Float Glass Products, Ürün Kataloğu, U.S.A.