

GİYDİRME CEPHELERDE KULLANILAN CAMLARIN ISI YALITIMI VE MALİYET AÇISINDAN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Kutluğ SAVAŞIR (D.E.Ü. Mim. Fak. Mim. Böl. Araş. Gör.)
Hasan BEGEÇ(D.E.Ü. Mim. Fak. Mim. Böl. Araş. Gör.)

ÖZET

Cam kaplamalı giydirme cephe uygulamalarında, cam tipi seçiminde üç ana kriter etkili olmaktadır. Bu kriterler; “Güneş Kontrol Performansı”, “Ses Yalıtım Performansı” ve “Isı Yalıtım Performansı”dır.

Giydirme cephe sistemlerinde kullanılacak cam tipleri ısı yalıtım performansı açısından; yalıtımsız, orta yalıtımlı ve iyi yalıtımlı olmak üzere üç tip olarak sınıflandırılabilir. Çalışmada, bu üç cam tipi için birim yüzeydeki;

- Cam maliyeti,
- Isı kaybı değerleri,
- Aylık yakıt tüketimi ve maliyeti,
- Tek cama göre diğer sistemlerin aylık yakıt tasarruf oranları hesaplanmıştır.

Seçilen cam tiplerine göre, yakıttan sağlanan tasarruf ve sistemin ilk yatırım maliyeti göz önüne alınarak cam tipleri arasında bir karşılaştırma yapılmaktadır. Çıkan değerler ışığında en ekonomik sonucu sağlayacak cam tipinin seçilmesi amaçlanmaktadır.

1. GİRİŞ

Genel olarak cepheler; iç ve dış mekan arasında bir sınır oluşturmaktadırlar. Böylece, insanları doğanın etkilerinden koruma görevini üstlenmektedir. Genel olarak koruyucu yapı kabuğunun ve cephelerin işlevleri, ilk barınakların inşasından günümüze kadar çok az değişmiştir. “Atmosferik etkenler ve diğer tehlikelere karşı koyma gibi, insanların kendilerini korumak için barınak oluşturma içgüdüğü, onlara doğanın her yerinde yerleşme zorunluluğu getirmiştir. Bina cephelerinden beklenen performanslar, yapı fiziği gerekleri, yangına dayanım ve yönetmeliklere uygunluk olarak ana başlıklar altında toplanabileceği gibi, daha açık bir şekilde aşağıdaki gibi listelenebilir:

- 1.Yağmur, dolu, kar, soğuk ve don gibi dış atmosfer etkilerine karşı dayanıklı olmalı,
- 2.Değişen sıcaklık farklarıyla oluşan genleşme ve büzüşme sonucu meydana gelen yapı hasarları oluşmamalı,
- 3.Güneş ışınlarının etkisiyle oluşan ısınmanın neden olabileceği gerilmelere karşı dayanım göstermeli,
- 4.Cephede havalandırmayı sağlamalı,
- 5.Rüzgar yüküne karşı dirençli ve rüzgara karşı geçirimsiz olmalıdır.”(1)

TANIM

Giydirme cepheler, bina taşıyıcı sisteminden bağımsız olup; bina dış yüzeylerine giydirilen, kendi yükü dışında yük taşımayan, binanın dış ortam ile ilişkisini iki yönlü bir filtre görevi görerek sağlayan dış örtü sistemleridir. Giydirme cephe sistemi; yapının taşıyıcı sistemine monte edilir. Ölü yüklerini ve rüzgar yüklerini montaj noktalarından yapı taşıyıcı sistemine aktarır. Giydirme cephe sistemleri; taşıyıcı metal ızgara, kaplama elemanları ve montaj elemanları olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Birçok giydirme cephe sistemi, taşıyıcı kısımlarını oluşturan yatay ve dikey profillerin meydana getirdiği dikdörtgen karolajların arasındaki boşlukların metal, granit, mermer, kompozit levha vb. paneller veya sistemi karakterize eden yapı malzemesi olan “cam” ile kaplanmasıyla oluşur.

3. CAM SEÇİMİNİ ETKİLEYEN KRİTERLER

Cam, bir yapı malzemesi olarak yüz yıllardır kullanılmaktadır. Yakın zamanda, nüfus ve arsa rant değerlerindeki artış sonucu ortaya çıkan yüksek katlı yapılaşma, artan işletme ve iklimlendirme (klimatizasyon) giderleri ile camın üretim ve işleme teknolojisindeki gelişmelerin sonucu olarak yurdumuzda da bu konu yeni boyutları ile gündeme gelmiştir. Modern bir yapı malzemesi ve yapı örtüsü olarak camdan beklediklerimiz; güneş ısı ve ışığı, dış sıcaklık, rüzgar, fiziksel ve kimyasal yıpranma, gürültü ve bunun gibi çok çeşitli çevre etkilerine karşı bir kontrol ve savunma hattı oluşturması ve diğer yapısal gereksinmelere cevap verebilmesidir.

Denilebilir ki; eski çağlardan beri insanlığın hizmetinde olan camdan, yapılardaki kullanımı itibariyle bugün ulaştığı noktada; önceki basit işlevinin ötesinde yapı dış kabuğu olarak birçok ek beklentilerimiz olmaktadır.

Giydirme cepheler; hafif olmaları, buna bağlı olarak da şantiyeye naklinin ve şantiye içinde taşınmalarının kolay olması, montaj sırasında kontrol edilebilirliğinin yüksek olması ve estetik yönden kullanıldığı binaya prestij sağlaması gibi nedenlerden dolayı sıklıkla tercih edilmektedirler.

Giydirme cephe uygulamalarında, çoğunlukla kullanılan yapı malzemesi olan camın seçiminde üç kriter etkili olmaktadır. Bunlar:

1. Güneş Kontrol Performansı,
2. Ses Yalıtım Performansı,
3. Isı Yalıtım Performansıdır.

3.1 Güneş Kontrol Performansı

Güneş kontrol performansı, ışık ve güneş radyasyon ısısı geçirgenlikleri olarak iki ana başlıkta incelenebilir. Işık geçirgenliği, güneş ışığının kısa dalga boyu, güneş radyasyon ısısı geçirgenliği ise daha uzun dalga boyu aralıkları ile ilgili değerlerdir ve yüzde olarak ifade edilirler. Işığı fazla geçiren fakat güneş radyasyon ısısı geçişini mümkün olduğu kadar engelleyen camlar, iyi performanslı camlar olarak nitelendirilir. Genelleme yapılacak olursa ışık geçirgenliğinin, güneş radyasyon ısısı geçirgenliğine oranının yüksekliği camın güneş kontrol performansının yüksekliğini ifade etmektedir.

3.2. Ses Yalıtım Performansı

Gürültünün cam yada ünitelerden içeri girişinin önlenmesi gereklidir. Camın ses yalıtımını belirleyen temel karakteri, sistem içinde diğer camlarla birlikte kullanım biçimi ve doğrama montajındaki özen ve sızdırmazlığın sağlanmasıdır.

3.3. Isı Yalıtım Performansı

Giydirme cephelerdeki ısı kaybının çoğu cam yüzeylerden olmaktadır. Isı kaybını etkileyen en önemli faktör kullanılan malzemenin ısı geçirgenlik katsayısıdır. Güneş kontrol performansının, cam hamuruna katılan renklendirici maddeler ve kaplama cinsleri ile değişiklik göstermesine karşın; ısı geçirgenlik değerleri, kaplama cinslerinin yayınım (emissivity) özellikleri dışında camın diğer değerlerinden bağımsızdır. Isı geçirgenlik değerlerini etkileyen en önemli faktör çift cam ünitelerindeki hava boşluğu genişliğidir.

Giydirme cephe sistemlerinde kaplama olarak kullanılan cam yüzeylerde, ısı yalıtımını sağlayan en basit sistem; iç ve dış yüzeyde normal geçirgen düz cam kullanılarak elde edilen sistemdir. Bu uygulamada ısı yalıtımı sadece aradaki hava boşluğu ile sağlanmaktadır. Çift cam ünitelerindeki boşluğun, hava yerine ‘Argon’ gazı ile doldurulması ile ısı geçirgenlik katsayısı değerlerinde %53.6 oranında azalma sağlanabilmektedir. (Tablo.1)

6+12+6 mm. kalınlığındaki ve hava boşluklu çift camlarda, ısı geçirgenlik katsayısı değerlerinde yaklaşık %39.3 oranında bir azalmaya neden olan bir diğer etken de cam yüzeyinin düşük yayımlı ‘Low-E’ (low emissivity) ile kaplanmasıdır. Yayımlım (emissivity), cisimlerin radyasyon yayma özelliklerinin tanımıdır. Low-E kaplamalı camlar, bina dışından gelen kısa dalga güneş enerjisini içeri geçirirken, güneş ışığının çarptığı eşya yüzeylerinde oluşan ve ısıtma sistemleri, yapay ışıklandırma ve binayı kullananlar tarafından yapılan uzun dalga ısı radyasyonunu dışarı bırakmazlar ve bu enerjiyi tekrar içeri yansıtırlar. Low-E kaplamalar içten kaynaklanan uzun dalga radyasyon enerjisinin cam bünyesinde soğurulmasını yansımayla önleyerek, camın iç yüzeylerinin nispeten serin kalmasını ve dolayısıyla dış ve iç cam yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkının düşük olmasını sağlarlar. Dış ve iç yüzeyler arasındaki sıcaklık farkının azalması her iki yüzey arasındaki ısı iletimini yavaşlattığı için de ısı geçirgenlik değerlerinde dolaylı bir azalma sağlanmış olur. Aslında sera etkisini daha da etkili hale getiren Low-E kaplamalı çift cam üniteler ile soğuk iklimlerde büyük oranlarda ısı enerjisi tasarrufu sağlamak mümkündür. Ancak sıcak iklimlerde Low-E kaplamaların güneş kontrol camları ve klimatizasyon eşliğinde kullanılması daha yararlıdır. Giydirme cephe uygulamalarında çift camın sağladığı ısı yalıtım değerlerinin de ötesinde Low-E ya da Argon gazlı gibi performans artırıcı önlemlere de zaman zaman başvurmak gerekebilmektedir.

Renksiz camın çeşitli düzenlerde kullanılması durumunda ısı geçirgenlik değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Renksiz Cam İçin Isı Geçirgenlik Katsayısı Değerleri (U)

A	6 mm. kalınlıkta renksiz cam (Tek Cam)	5,7 W/m ² K
B	6+12+6 mm. düzeninde oluşturulmuş renksiz çift cam ünitesi	2,8 W/m ² K
C	6+12+6 mm. düzeninde oluşturulmuş ve iç camın dış yüzeyi Low -E kaplanmış hava boşluklu renksiz çift cam ünitesi	1,7 W/m ² K
D	6+12+6 mm. düzeninde oluşturulmuş, ara boşluğu Argon gazı doldurulmuş renksiz çift cam ünitesi	1,3 W/m ² K

Kaynak: <http://www.glaverbel.com>

Giydirme cephe sistemlerinde kullanılan cam tipine göre cephe yüzeyinden olabilecek ısı kaybı değerlerini, yıllık yakıt tüketimi ve maliyetini, kullanılan cam tipi maliyeti ile beraber cam tipinin;

1. Yalıtımsız (6 mm. lik tek cam)
2. Orta Yalıtımlı (6+12+6 mm. lik çift cam)

3. İyi Yalıtımlı (Low-E kaplamalı, camlar arası hava boşluğu hava veya Argon gazlı çift cam) durumlarında incelediğimizde Tablo II' deki değerler bulunmuştur.

Giydirme cephelerde yalıtımsız tek camın kullanıldığı uygulamalarda, orta ve iyi yalıtımlı uygulamalara göre birim cam maliyetinin düşük; aylık yakıt maliyetinin ise yüksek olduğu görülmektedir. Orta yalıtımlı uygulamalar, ısı yalıtımı açısından; iyi yalıtımlı uygulamalar ile yalıtımsız uygulamalar arasında değerlere sahiptirler. Yalıtımsız uygulamalar birim alındığında orta yalıtımlı uygulamalar %51 oranında yakıt tasarrufu sağlamaktadır. İyi yalıtımlı giydirme cephe uygulamaları ısı yalıtımı açısından orta yalıtımlı ve yalıtımsız uygulamalara göre daha iyi değerlere sahip olmalarına karşın ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Yalıtımsız uygulamalara göre Low-E kaplamalarda %71 ve Argon gazlı uygulamalarda %78 oranında yakıt tasarrufu sağlanmaktadır.

Tablo 2. Cam Tiplerinin, Isıtma Enerjisi, Yakıt Gideri ve Cam Maliyeti Oranları

	Yalıtımsız	Orta Yalıtımlı	İyi Yalıtımlı	
	6 mm. kalınlıkta renksiz cam (Tek Cam)	6+12+6 mm. hava boşluklu renksiz çift cam ünitesi	6+12+6 mm. Low -E kaplanmış hava boşluklu renksiz çift cam ünitesi	6+12+6 mm. Low -E kaplanmış Argon gazlı renksiz çift cam ünitesi
Isıl Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	5,7	2,8	1,7	1,3
Aylık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Q (kcal)	52 502	25 791	15 659	11 974
Aylık Yakıt Tüketimi Lt	7,29	3,58	2,17	1,66
Yakıt Tasarruf Oranı %	-	%51	%71	%78
Aylık Yakıt Maliyeti \$/m²	1,92	0,94	0,57	0,44
Birim Cam Maliyeti \$/m²	40	65	69	73

Not:

a) Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı: $Q_{ay} = [H(T_{iç} - T_{dış}) - \eta_{ay}(\phi_{ay} + \phi_{g, ay})] t$ formülünde aylık ortalama iç ve güneş enerjisi kazançlarının ihmal edilmesi ve binanın özgül ısı kaybı "H" değeri için iletim yoluyla olan ısı kaybının esas alınması ile belirlenmiştir.

b) Aylık yakıt tüketiminin hesaplanmasında yakıt cinsi olarak Fuel Oil belirlenmiş ve 1lt fuel oil'in verdiği ısı miktarı yaklaşık 7200 kcal alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Tek cam uygulamalarında ilk yatırım maliyetinin düşüklüğü avantaj olarak görülse bile; birim cam ve aylık yakıt maliyetleri toplamı dikkate alındığında hava boşluklu renksiz çift camın 25 ay sonra, Low-E kaplanmış hava veya argon gazlı çift cam uygulamalarının da 20 ay sonra tek cam uygulaması ile maliyetlerinin eşitlendiği görülmektedir. Her yıl ortalama 5 aylık bir dönemde ısınma ihtiyacı

olduğu düşünülürse orta yalıtımlı çift camların 5 yıllık, iyi yalıtımlı çift camların da 4 yıllık kullanımdan sonra tek cam uygulamalarına göre daha ekonomik duruma geldiği görülmektedir.

Aynı şekilde orta yalıtımlı ve iyi yalıtımlı çift cam uygulamaları karşılaştırıldığında, hava boşluklu çift cam ile Low-E kaplı ve hava boşluklu çift camın birim cam ve aylık yakıt maliyetleri toplamının 11 ay (2 yıl); Low-E kaplı ve argon gazlı çift camın 16 ay (3 yıl) sonra maliyetlerinin eşitlendiği görülmektedir. İyi yalıtımlı olarak adlandırılan iki örnek karşılaştırıldığında da yaklaşık 31 ay (6 yıl) sonra toplam maliyetlerinin aynı olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

Giydirme cephelerde, cam tipi seçiminin bilinçli yapılabilmesine yönelik olarak hazırlanan bu çalışmada giydirme cephe sistemlerinin renksiz cam tiplerine göre karşılaştırması yapılmıştır. Ancak renksiz cam yerine renkli camın kullanılması ve çift cam ünitelerinde camlar arasındaki boşluğun artırılmasının camın “Isıl Geçirgenlik Katsayısını”(U) azalttığı unutulmamalıdır.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca, 14.6.2000 tarihinde çıkarılan “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği TS 825” e göre binalardaki pencere ve dış duvar ortalama ısı geçirgenlik katsayısı $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak belirlenmiştir.(3) Buradan da açıkça görülmektedir ki giydirme cephe sistemlerinde yalıtımsız (tek cam) uygulamalar yerine orta yalıtımlı ve iyi yalıtımlı (Low – E kaplamalı ve camların arası hava veya argon gazlı olan) uygulamaların tercih edilmesi gereklidir.

Birim cam maliyetleri ile aylık yakıt tüketim maliyetleri düşünüldüğü zaman, orta ve iyi yalıtımlı çift cam sistemlerin, tek cam sistemlere göre 4-5 yıllık orta vadede daha ekonomik duruma geleceği açıktır.

Yalıtımlı giydirme cephe tipleri sağladıkları yakıt tasarrufundan başka;

- Kazan kapasitesinin daha küçük seçilmesi,
- Radyatör dilimi ve grup adedinin azalması,
- Daha küçük çapta boru kullanılması,
- Sirkülasyon pompası, brülörün daha küçük seçilmesi,
- Elektrik sarfiyatının azalması gibi kazançlar sağlması yanında hava kirliliğinin ve kullanılacak ısıtma sistemi ve tesisatının maliyetinde de azalma sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

(1) **GÖKSAL, Türkan**, (1998), “Geçmişten Bugüne Metal Cepheler”, Arredamento Dekorasyon, sayı:99.

(2) <http://www.glaverbel.com>

(3) TS 825 - Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği