

CEPHE SİSTEMLERİNDE KULLANILAN YALITIM CAMI KOMBİNASYONLARI

Yusuf İLHAN (Mimar, İTÜ)

Doç.Dr. Murat AYGÜN (Mimar, İTÜ)

ÖZET

Enerji etkin tasarım ve uygulamaların yaygınlaştığı günümüzde yapıda dolayısıyla da cephede, sistem ve bileşen seçimi önemli hale gelmiştir. Cephe sistemindeki ısı kayıplarını minimize ederek ısıtma maliyetlerini azaltmak, enerji etkinliğinin sağlanması açısından önemlidir. Bu anlamda öncelikle iç mekandaki ısı konfor halinin belirlenmesi, cephe sisteminde kullanılacak yalıtım camları kombinasyonlarının değerlendirilmesi ve uygun seçeneğin bu doğrultuda kullanılması uygun olacaktır.

Bu bağlamda bu bildiri kapsamında günümüzde kullanılan yalıtım camı kombinasyonları ele alınmıştır.

1.GİRİŞ

Bina kabuğunun bir parçası olan giydirme cephe sistemlerinin, iç mekanda iklimsel konfor koşullarının sağlanmasında önemli bir rolü vardır. Cephe sistemini oluşturan bileşenlerin göstereceği ısı performans düzeyi, kabuğun ısı geçişine ilişkin fiziksel özelliklerinin alacağı değerleri, kabuğun dayanıklılığını ve ömrünü etkiler. Cephe sistem bileşenlerinden biri olan yalıtım camlarında ısı performansla ilgili olarak geliştirilen sistemler enerji korunumu açısından önemlidir.

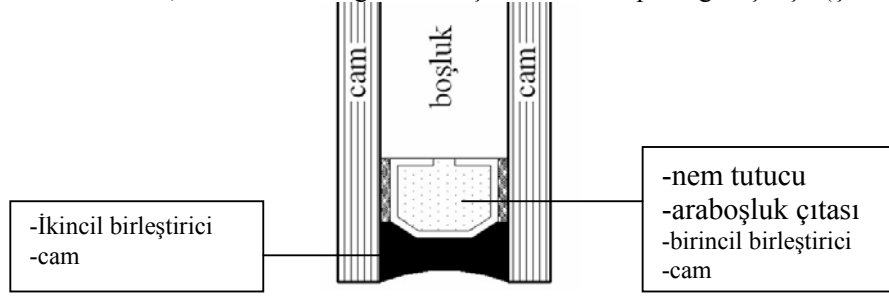
Isıl konfor insan yaşamı için çok önemli bir performans ölçütüdür. İç mekanda konfor halinin sağlanması için bina kabuğu, dış atmosfer koşullarının iç mekana etkisini düzenlemelidir. Bina kabuğunun bir alt bileşeni olan cephe sistemlerinin enerji korunumu sağlama konusunda sahip olduğu potansiyelin bilinmesiyle yapılacak cephe tasarımları, iç mekanda ısı konfor şartlarına ulaşmayı kolaylaştırmaktadır.

İç mekanın 'konfor hali' denilen insan için uygun, dengeli ve rahat koşullara ulaşması;

- 20 - 25 °C civarında bir sıcaklığa sahip olması (yaz aylarında maksimum 27 °C),
- iç mekanı kuran yüzeylerin sıcaklığının iç hava sıcaklığına mümkün olduğunca yakın olması (fark en çok 3-4 °C) başka bir deyimle hacmi sınırlayan bölmelerin ısı iletkenlik katsayısının ($\lambda=W/mK$) düşük olması,
- kişi başına 40-60 m³/h taze hava değişimi olması,
- hava hareket hızının 0,15 m/sn değerini aşmaması,
- oda sıcaklığına da bağlı olarak iç bağıl nemin %30-70 arasında olması gibi etkenlere bağlıdır.[1,2]

2.YALITIM CAMLARI

İç mekanda ısı konforun sağlanması için cephe sisteminde birtakım önlemlerin alınması gerekir. Taşıyıcı bileşen, dolgu birimi ve tespit bileşeninden oluşan giydirme cephe sistemlerinde direkt ısı kayıpları en fazla camlı birimlerde olur. Bu durum camlı yüzeylerde ısı performansın sağlanması için çeşitli sistemlerin geliştirilmesini de beraberinde getirir. Yalınkat camla oluşturulmuş bir cephedeki ısı kayıplarını %50 oranında azaltabilen yalıtım camları bu amaçla geliştirilmiştir. Yalıtım camları, kenarları boyunca metal bir çerçeveye birbirlerinden ayrılmış iki ya da daha fazla sayıdaki cam panonun, aralarında hava boşluğu bırakılarak birleştirilmesiyle üretilen ünitelerdir. Nemi alınmış hava ya da soygazla doldurulan, 6-20mm kalınlığındaki boşluk bir ısı tamponu gibi çalışır.(Şekil 2.1)

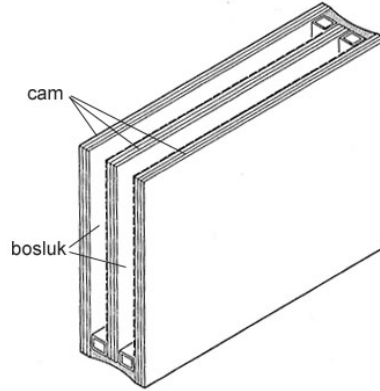


Şekil 2.1 Yalıtım camı birimi (çift cam)

Yalıtım camlarında; kullanılan camların sayısı ve cinsleri ile boşluğa ait şeffaf yalıtım malzemeleri, film tabakası, boşluk kalınlığı ve dolgu gazı cinsi ünitenin ısı iletkenlik katsayısını ($U=W/m^2K$) dolayısıyla ısı performansını etkilemektedir.

2.1 Cam Tabaka Sayısı

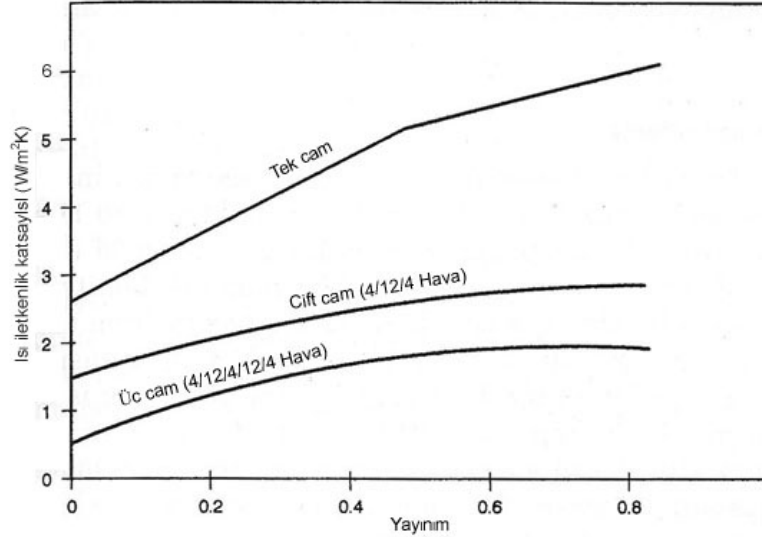
Cam tabaka sayısını arttırarak ısı kayıplarının azaltmak, yalıtım camlarında kullanılan bir yöntemdir. Özellikle soğuk iklim bölgelerinde iç mekân konfor halinin sağlanması için tercih edilirler. Örneğin argon gazı ile doldurulmuş 15 mm boşluklu ve Low-E camlarla oluşturulmuş bir çift cam ünitesinde ısı iletkenlik katsayısı $U=1,1W/m^2K$ iken üç camlı bir ünite bu değer $U=0,7 W/m^2K$ 'e düşürülebilmektedir. (Şekil 2.2) [3]



Şekil 2.2 Üç cam tabakalı yalıtım camı birimi

2.2 Düşük Yayınım Kaplamalı Cam (Low-E)

Cephe sistemlerindeki cam yüzeyli dolgu birimlerinde ısı kayıplarını azaltıcı bir diğer yöntemde, düşük yayınım kaplamalı (Low-E) cam kullanımıdır. Low-E camlar, cam yüzeyinin dışına veya içine uzundalga ışınlarını yansıtma özelliğine sahip, şeffaf metal ve/veya metal oksit karakterli bir kaplama yapılması yolu ile üretilirler. Uygulandıkları cam panoların ısı iletkenlik katsayılarını düşürürler.(Şekil 2.3)



Şekil 2.3 Cam panolardaki düşük yayınım kaplama ve ısı iletkenlik katsayısı (U) ilişkisi

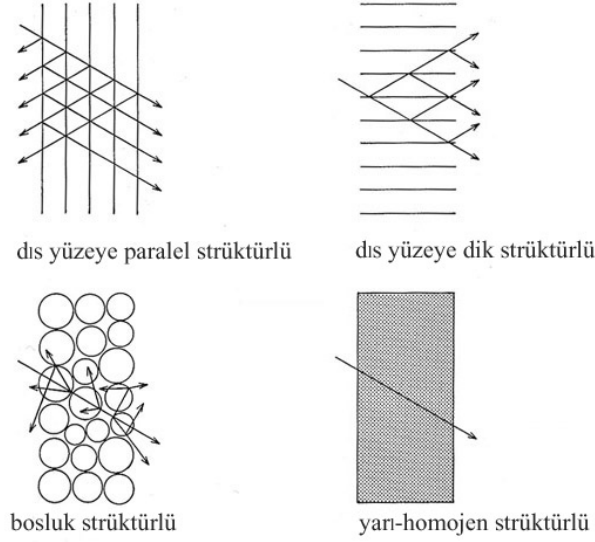
Low-E camlar üzerlerindeki düşük yayınımlı kaplama sayesinde güneşin görünür ve görünmez ışınım enerjisini (kısa dalga) içeri geçirirken, oda sıcaklığından kaynaklanan daha uzun dalgalı ışınım enerjisini %85-95 oranında geri yansıtarak dış ortama yayımlanmasını engeller ve ısı kayıplarını azaltırlar. Yüzey kaplama konusundaki gelişmeler, cam mimarlığının maksimum doğal aydınlatma ve minimum ısı kaybı sağlama ilkelerine cevap verecek nitelikte olup, maksimum ışık geçirgenliğini yüksek oranda uzun dalga ışın yansıtma özelliğiyle sağlamaktadır. Low-E camlar ile cam yüzeyinin yayınım değeri $e=0,87$ 'den $e=0,04$ 'e düşürülmekte böylece ışık geçirgenliğinde azalma olmadan uzun dalga ışınım %20'ye gerilemektedir. [3]

2.3 Şeffaf Yalıtım Malzemeleri

Yalıtım camlarında kullanılan şeffaf yalıtım malzemeleri, ısı kayıplarını azaltmak için geliştirilmiş bir çözümdür. Cam, akrilik cam, polikarbonat ve kuvars köpükleri gibi şeffaf ve yarı şeffaf malzemeler, farklı kalınlık ve strüktürde bu amaçla kullanılabilir. Kullanılacak yalıtım malzemesinin türüne göre U değeri 0,5 ile 1,0 W/m²K arasında bir değer almaktadır. Bu tür yalıtımlar, hava ve mekanik etkilerden korunmak için, iki cam pano arasına yerleştirilerek adeta şeffaf bir sandviç pano gibi kullanılırlar. Şeffaf yalıtım malzemeleri geometrik strüktürlerine bağlı olarak dört gruba ayrılırlar.(Şekil 2.4)

- dış yüzeye paralel strüktürlü

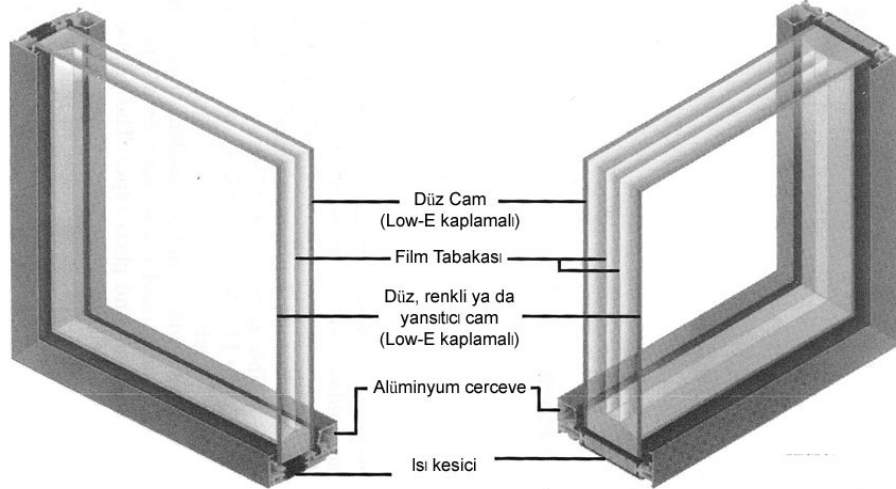
- dış yüzeye dik strüktürlü
- köpük karakterli malzemelerin birkaç milimetrelük toleranslarla, yatayda ve düşeyde bir araya getirilmesiyle oluşan boşluk strüktürlü
- mikroskobik boşluklara sahip yarı-homojen strüktürlü şeffaf yalıtım malzemeleri. [3]



Şekil 2.4 Yalıtım camlarında kullanılan şeffaf yalıtım malzemeleri

2.4 Film Tabakası

Yalıtım camlarında, cam panolar arasındaki hava boşluğuna düşük yayınım kaplamalı film ya da filmler yerleştirmek, ünitenin ısı performansını etkiler. Ortalama kış sıcaklık değeri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan bölgelerde çift film tabakalı üniteler tercih edilebilir. Film tabakası veya tabakaları sayesinde hava boşluğu tabakasının sayısı ile birlikte geri ışınım miktarı artırılarak ısı kayıpları azaltılır. Ayrıca üçüncü bir cam panonun eklenmesiyle oluşturulan üç camlı yalıtım ünitelerinin, artan ağırlık ve kesit kalınlığının etkisiyle detaylandırmada ortaya çıkaracağı olumsuz etkiler azaltılmış olur. (Şekil 2.5)



Şekil 2.5 Film tabakalı yalıtım cam birimi

2.5 Boşluk Kalınlığı

Yalıtım camlarındaki boşluğun kalınlığını arttırmak ünitenin ısı iletkenlik katsayısını azaltmaktadır. Ancak belirli bir kalınlıktan sonra (20mm) boşluk içerisinde hava hareketleri başladığından herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Örneğin 6mm boşluklu, kaplamasız bir çift camlı yalıtım ünitesinde $U=3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ iken bu değer boşluk kalınlığı 12 mm çıkarıldığında $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'e gerilemektedir. Konveksiyon yoluyla oluşacak ısı kayıplarının önemli hale geldiği ünitelerde seçilecek boşluk kalınlığı; cam ünitenin yüksekliğine, kullanılan gazın cinsine ve iç-dış sıcaklıklar arasındaki farka bağlıdır.

2.6 Dolgu Gazı

Yalıtım camlarında nemi alınmış hava, argon, krypton ve xenon gibi soygazlar dolgu gazı olarak kullanılır. Argon, krypton ve xenon gibi soygazların ısı iletkenlik katsayıları ve konveksiyon özellikleri normal havadan daha düşüktür.(Tablo 2.1) Bu sebeple kullanılmaları durumunda yalıtım camı ünitesinin U değerinde azalma olur. Hangi gazın kullanılacağı ekonomik faktörlere bağlıdır.

Düşük yayılım kaplamalı camlarla oluşturulmuş, 15mm boşluklu çift camlı bir üniteye dolgu gazı olarak argon kullanılması durumunda $U= 1.1\text{W/m}^2\text{K}$ iken krypton kullanılması durumunda $U= 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ olmaktadır. Normal havada %1 oranında argonun bulunması bu gazın teminini kolaylaştırıp maliyetini düşürdüğünden kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Diğer yandan normal havada krypton %0,0001 ve xenon ise %0,000009 oranında bulunmaktadır. [4]

Gazların iletkenlik değerleri

Gaz	İletkenlik
Hava	0,15
Argon	0,1
Krypton	0,053
Xenon	0,032

SONUÇLAR

Günümüzde enerji korunumunun giderek önem kazanmasıyla yapıda dolayısıyla da cephede, sistem ve bileşen seçimleri önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda; cephe sistemlerinde, direkt ısı kayıplarının en fazla olduğu cam yüzeylerde, ısı kayıplarını minimize edecek cam sisteminin seçilmesi önemlidir.

Yalıtım camı kombinasyonlarının bilinmesiyle bu seçim kolaylaşacak ve enerji etkin bir uygulama gerçekleştirilmiş olacaktır. Böylelikle ısıtma giderleri azaltılmış ve iç mekanda ısı konfor halinin sağlanması ile kullanıcı memnuniyeti sağlanmış olacaktır.

Bildiri kapsamında ele alınan yalıtım camlarında, ısı performansını etkileyen kombinasyonlar belirli bir sistematik dahilinde tablo haline getirilmiş ve enerji korunumu yüksek bir yalıtım camının seçiminde kullanılması amaçlanmıştır. (Tablo 3.1)

Tablo 3.1 Yalıtım camı kombinasyonları

Ünite	Bileşen	Seçenek	Özellik	Kombinasyon	
				U_{min}	U_{max}
Yalıtım Camı	Cam Tabaka Sayısı	2	tabaka sayısını arttırmak U değerini azaltır		
		3			
	Low-E	$e_{min}=0,04$	yayınım değerini azaltmak U değerini azaltır		
		$e_{max}=0,87$			
	Şeffaf Yalıtım Malzemeleri	dış yüzeye paralel strüktürlü	strüktür yoğunluğuna göre yansımaya sayısı artmakta ve iletim yoluyla kayıplar azalmaktadır		
		dış yüzeye dik strüktürlü			
		boşluk strüktürlü			
		yarı-homojen strüktürlü			
	Film Tabakası	1	2 film tabakası ortalama kış sıcaklığı -18 °C olan yerlerde kullanılır		
		2			
	Boşluk Kalınlığı (mm)	6	boşluk kalınlığını arttırmak konveksiyon yoluyla ısı kayıplarını ve U değerini azaltır		
		9			
		12			
		20			
Dolgu Gazı	Hava	ısı iletkenlik katsayısı düşük gaz kullanmak konveksiyon yoluyla ısı kayıplarını ve U değerini azaltır			
	Argon				
	Krypton				
	Xenon				

KAYNAKLAR

- (1) Schittich, C., 2001. In Detail Building Skins: Concepts-Layers-Materials, Birkhauser-Publishers for Architecture, Berlin
- (2) İzgi, U., Ekim 1975. Pencereler-Hafif Cepheler Yardımcı Koruyucular, İstanbul DGSA Yayını No:43, İstanbul
- (3) Compagno, A., 2002. Intelligent Glass Façades: Material-Practice-Design, Birkhauser Publishers, Basel-Boston-Berlin
- (3) Amstock, J.,S., 1997. Handbook of Glass in Construction, McGraw-Hill, New York