

**YAPI KABUĐUNUN SAYDAM ALANLARI
İÇİN UYGUN CAM TÜRLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK

Tarihçe:

- Camın ilk kullanımını kalın küçük parçalar halindedir. Işık geçirme çarpanları oldukça düşüktür.

Cam işleme tekniklerinin gelişmesiyle, özel boyalarla renkli camlar üretilmiştir. (Alçı çerçeveler içinde kullanılan renkli camlar-kilise ve cami mimarisinde vitraylar 15. yüzyılda görülmeye başlandı)



Yapılarda pencereler; 19. yüzyıla kadar geniş yüzeylere ulaşamadı.

19. yüzyıl sonu ve 20. yüzyılın başlangıcında çelik ve betonarme gibi yeni yapım sistemleri ve endüstriyel çekme cam üretimi yapı sektöründeki yerini aldı.

- Yapıların değer kazanan arsalar nedeniyle yükselmeye zorlanması,
 - önceleri geleneksel yöntemlerle inşa edilen gökdelenleri,
 - daha sonra çelik yapı strüktürle beraber cam kutular halinde gökdelenleri oluşturmuştur.
- Cam bugün ki anlamda -levha şeklinde- ilk defa 20. yüzyılın başlarında kullanılmıştır



CAM ÜRETİM YÖNTEMLERİ

- **Çekme Yöntemi:** Ergimiş cam merdaneler arasında çekilerek soğutulur.
- **Float Yöntemi:** Bu yöntemi İngiliz Pilkington firması geliştirmiş ve 1959 yılında uygulamaya geçirmiştir. Cam eriyiği erimiş kalay üzerinde yüzdürülür. Cam yüzeylerin birbirine paralel hatasız üretilmesi sağlanır. Bu yöntem büyük boyutta düzgün cam plakalarının üretimini sağlamıştır. Ayrıca, 2-25mm. kalınlık aralıklarında üstün kalitede düz cam üretme olanağı getirmiştir. Günümüzde dünyada düz cam alanında yapılan yatırımların yaklaşık tümü float yöntemine dönüktür.

Float yönteminin keşfi ile camın özellikleri çeşitlenmiştir.

- Dışarıyla görsel bağlantı kurma,
 - Doğal aydınlatmadan yararlanma ve
 - İç mekanı dış etkilerden koruma,
- özelliklerinin yanında,
- güneş denetimi,
 - ısı ve ses yalıtımı,
 - emniyet, güvenlik camları,
- özellikleri geliştirilmiştir.



CAMIN YAPISI

CAM

Silisyum %72

Kireç %13
(Dayanıklılığı
arttırır)

Soda %17

(Silisin erimesini sağlar)

Basınca ve ısıya dayanıklı olması istenen camlarda kireç yerine alüminyum oksit kullanılır.

Camın iç mekan ısısal konforunu etkileyen temel özellikleri

1. Güneş ışınımını aracılığıyla ısıtma özelliği

- **Camın güneş enerjisi toplam geçirgenlik değeri;** güneş ışınımını aracılığıyla mekana sağlanan ısı kazancının bir göstergesidir. Güneş enerjisi toplam geçirgenlik değeri; cam yüzeyini etkileyen toplam güneş enerjisinin içeriye ısı olarak giren yüzdesini ifade etmektedir.
- **Gölgeleme katsayısı:** Bir cam ünitesinin güneş enerjisi toplam geçirgenliğinin 3mm. renksiz camla karşılaştırılmasıdır. Camın güneş kontrol performansının 3 mm renksiz camla karşılaştırılması sonucu elde edilen “Gölgeleme Katsayısı” değeri ne kadar düşükse, daha düşük soğutma giderlerinden söz edilecektir. . Daha düşük gölgeleme katsayısı daha iyi güneş kontrolü, daha düşük soğutma yükü demektir.

Saydam yüzeylerin güneş enerjisi toplam geçirgenliğinin, 3mm. renksiz camın güneş enerjisi toplam geçirgenliğine bölünmesi sonucu elde edilen katsayıdır.

2. Isı kayıplarını azaltma özelliği

Camın ısısal direncinin göstergesi, U değeri.

Camın toplam ısı geçirme katsayısı (U) küçüldükçe ısı kayıpları önlendiği gibi, yoğuşma da daha az görülür ve iç mekanda hava sıcaklığı pencere önünde daha homojen dağılır.

3. Gün ışığından yararlanma özelliği

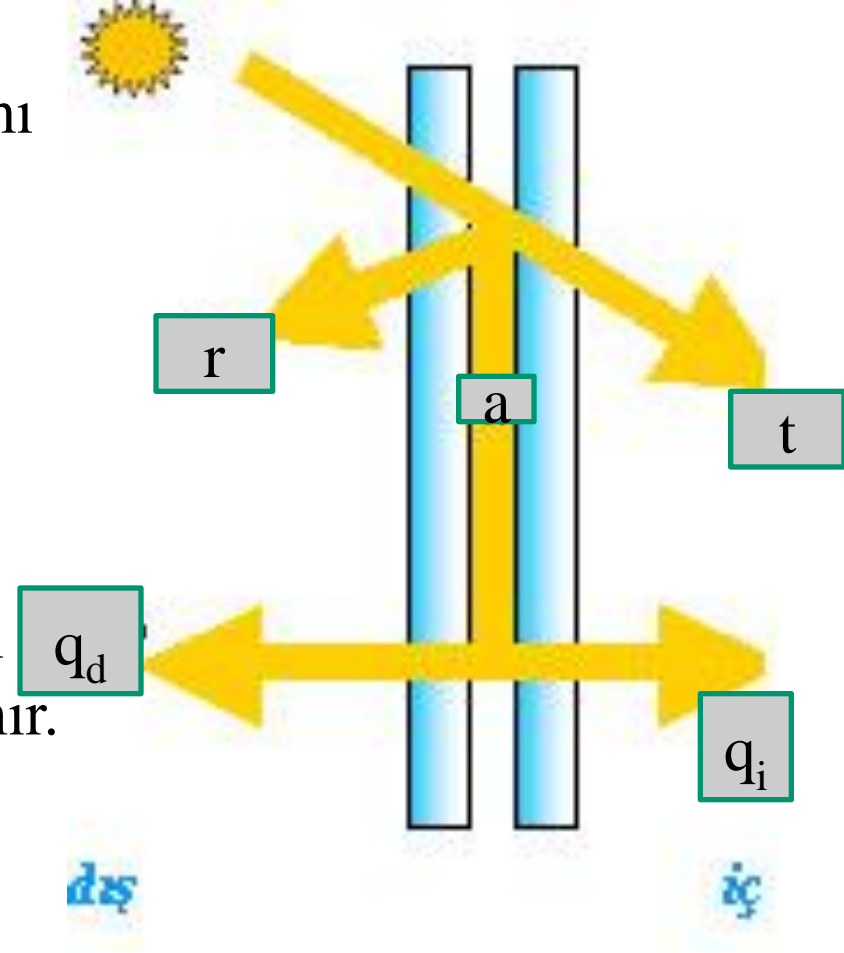
Gün ışığı geçirgenlik değeri: Cama gelen ışığın camdan geçen yüzdesidir.

CAMIN GÜNEŞ ENERJİSİ TOPLAM GEÇİRGENLİK DEĞERİ

Cam yüzey üzerine gelen güneş ışınımının (300-2500 dalga boyu aralığında cam yüzeyini etkileyen toplam enerji) bir kısmı cam yüzeyinden **yansır(r)**, bir kısmı **yutulur(a)**, kalan kısmı ise **camdan geçer(t)**. (% 100)

Cam kesitinde yutulan ışınımın oluşturduğu ısı enerjisi tekrar iç ve dış ortama taşınım ve ışınım ile yayılır. Camın **'toplam geçirgenlik değeri' (g)** tanımlanır.
g toplam geçirgenlik (t+q_i) %

Yani;camın doğrudan ışınım geçirme çarpanı yanında toplam geçirgenlik değeri diye ikinci bir tanım söz konusudur.

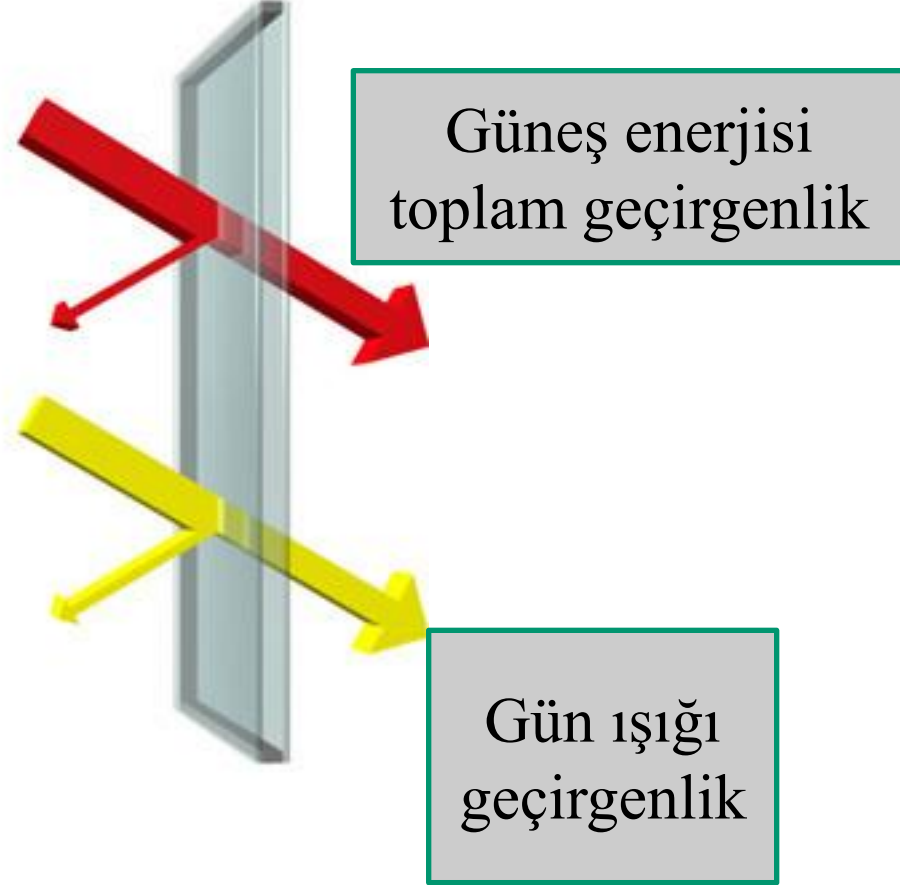


Güneş Enerjisi Toplam

Geçirgenlik Değeri; cam yüzeyine etki eden toplam güneş ışınımının yüzde kaçının içeri girdiğini açıklar. Güneş enerjisi toplam geçirgenlik değeri düşük camlar güneş kontrol özelliği taşıyan camlardır.

Gün Işığı Geçirgenlik Değeri:

Cama gelen görünür ışınımın (ışık) camdan geçen yüzdesidir.



Gün ışığı geçirgenliği; cam yüzeyine 90° dik açı ile geldiği kabul edilen toplam ışığın (380 – 780 nanometre dalga boyları arasındaki görünür güneş ışığının), cam veya kombinasyonları tarafından içe geçirilen yüzdesi olarak tanımlanmaktadır.

Hacimlerde görsel konforun sağlanabilmesi; aydınlık düzeyi, parlaklık ve renk etkenlerinin belirli değerler içinde kalması ile olanaklıdır. Birim alana düşen ışık akışı olarak tanımlanan aydınlık düzeyi, gözün görme yeteneğini doğrudan etkileyen bir faktördür. Gözün kontrast duyarlılığı, görüş keskinliği ve görme hızını içeren görme yeteneği arttıkça, yapılan işteki verim artmakta, yorgunluk azalmakta ve konfor altında bulunma duygusu artmaktadır.

Camın sahip olması istenen ışık geçirgenlik değerinde, iklim önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Yatık güneş açıları ve bulutlu gökyüzünün hakim olduğu kuzey bölgelerindeki camların mümkün olduğunca çok ışık geçirmesi beklenirken, güney bölgelerinde aşırı parlaklıktan sakınmak için camın ışık geçirgenliğinin daha düşük olması istenmektedir. Bu aşamada, camın ışık geçirgenliği ile enerji geçirgenliği birbiriyle karıştırılmamalıdır.

Enerji geçirgenliği, güneşin tüm ışınlarının geçiş oranını ifade ederken; ışık geçirgenliği, güneşin görünür ışınlarının geçişini ifade etmektedir. Gün ışığının sadece % 44'lük bir kısmı görünür ışık olmaktadır. Bunun % 53'ünü kızılötesi ışınlar, % 3'ü de ultraviyole ışınlardır.

UYGUN CAM TÜRÜNÜN BELİRLENMESİ

Cam türü seçiminde;

- Yapının bulunduğu bölgenin iklimi
- Yapının konumu-güneşlenme durumu
- Yapının kullanım amacı ve buna göre gereken görsel, ısısal ve akustik koşullar önemlidir.



Çünkü saydam alanların seçiminde;

- Sıcak dönemde aşırı ısınmaya neden olmasını önlemek,
 - Soğuk dönemde ısı kayıplarını minimum tutmak
 - İstenilen minimum günışığı aydınlatma düzeyini sağlamak
 - Rahatsız edici ışıklılık karşıtlıklarını azaltmak
- gibi konuların çözümlenmesi gerekir.

Bunun için öncelikle yapının işlevi ve bulunduğu iklim bölgesi düşünülerek **güneş denetimi amaçlı** mı yoksa **ısı korunumu amaçlı** mı cam üniteleri seçileceğine karar vermek gerekir. Her iki özelliğin de kullanılması isteniyorsa **bütünleşik cam sistemleri** kullanılmalıdır.

Isısal konfor açısından yapılan bu seçimin yapının işlevine uygun görsel konfor koşullarına da cevap vermesi gerekir.

GÜNEŞ DENETİMİNDE KULLANILAN CAM TÜRLERİ

1. Güneş ışınlarının iç ortama girmesini azaltarak aşırı ısı birikiminin önüne geçmek.
2. Güneş ışınlarının görsel konforu bozucu etkisini engellemek.



- Bu amaçla üretilen camları iki grupta ele alabiliriz.

1. Renklendirilmiş camlar

- **Yüzeyinden renklendirilmiş camlar**
- **Hamurundan renklendirilmiş camlar**
- **Yüzeyi metal tabaka kaplı camlar**

2. Film Kaplamalı Camlar

- **İnoks Kaplamalar**
- **Imf Kaplamalar**



RENKLENDİRİLMİŞ CAMLAR

Yüzeyinden Renklendirilmiş Cam: Üretim aşamasında camın yüzeyinde püskürtme ile çok ince bir boya tabakası oluşur. Işık geçirme çarpanı (görünür ışınım) %50 civarındadır.



Hamurundan Renklendirilmiş

Cam: Üretim sırasında cam hamuruna metal oksitlerin katılması ile renklilik sağlanır. Metal oksidin cinsine göre camın rengi değişir. Hamurundan renklendirilmiş camlar, yüzeyinden renklendirilmiş camlara göre kızılaltı ışınlarını daha çok yutarlar.

Hamurundan renklendirilmiş camların renklerine göre ışık geçirme çarpanları;

Gri: %49

Yeşil: %62

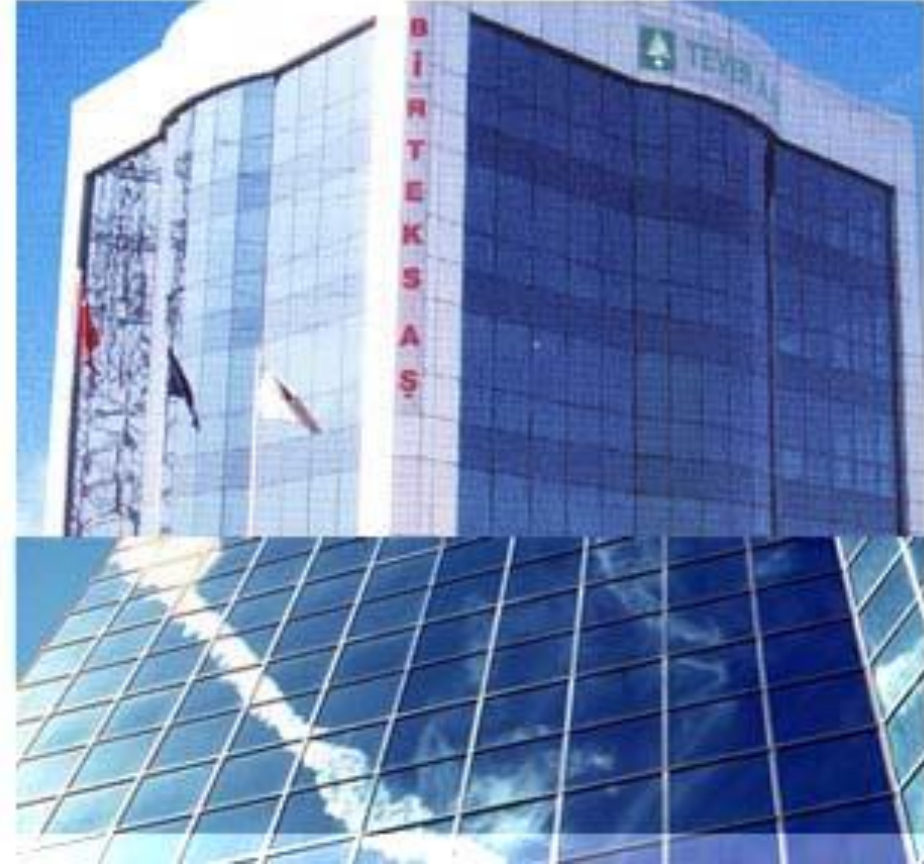
Bronz: %51



Yüzeyi Metal Tabaka Kaplı

Cam: Altın, gümüş, bronz gibi çok ince metal tabakalarının cam yüzeyine kaplanması şeklinde üretilirler. Bu tür camlar büyük oranda yansıtıcılığa sahip oldukları için ışık geçirme çarpanları hamurundan renklendirilmiş camlara göre düşüktür.

Bu tür camlar güneşin ısıtıcı etkisinden korunmanın çok gerekli olduğu, doğal aydınlatmadan yararlanmanın önüne geçtiği ve ışıklılık karşıtlığı sorununun istenmediği durumlarda tercih edilir.



FİLM KAPLAMALI CAMLAR

Güneş ışınımını filtreden geçirerek, ısı ışınımını belirli oranda engelleyen camlardır. Özel film tabakalarının film yüzeylerine uygulanması ile görünür ışınımı geçirdiği halde, ısı ışınımını belirli dalga boylarında geçirmezler.

Inoks kaplamalı Camlar: Günışığı (görünür ışınım) geçirgenliği %42, güneş enerjisi (morüstü+kızıkaltı+görünür ışınım) toplam geçirgenliği %45 dolaylarındadır. Gün ışığından yararlanmayı büyük oranda engellerler.

Imf kaplamalı Camlar: Gün ışığı(görünür ışınım) geçirgenliği %70, güneş enerjisi toplam geçirgenliği %46 dolaylarındadır. Imf kaplama görünür ışınımı geçiren, kızılaltı ışınımı geçirmeyen bir film tabakasıdır. Aynı zamanda içerdeki ısı ışınımının da dışarı kaçışını önler ve soğukta ısı yalıtımını sağlar. Imf camlar çift cam ünitelerinin arasında kullanılır. **U değeri 1.7W/m²K,**

Normal çift camın U değeri 2,8 **W/m²K** dolaylarındadır.

FİLM KAPLAMALI CAMLAR

Güneş ışınımını filtreden geçirerek, ısı ışınımını belirli oranda engelleyen camlardır. Özel film tabakalarının film yüzeylerine uygulanması ile görünür ışınımı geçirdiği halde, ısı ışınımını belirli dalga boylarında geçirmezler.

Inoks kaplamalı Camlar: Günışığı (görünür ışınım) geçirgenliği %42, güneş enerjisi (morüstü+kızıkaltı+görünür ışınım) toplam geçirgenliği %45 dolaylarındadır. Gün ışığından yararlanmayı büyük oranda engellerler.

Imf kaplamalı Camlar: Gün ışığı(görünür ışınım) geçirgenliği %70, güneş enerjisi toplam geçirgenliği %46 dolaylarındadır. Imf kaplama görünür ışınımı geçiren, kızılaltı ışınımı geçirmeyen bir film tabakasıdır. Aynı zamanda içerdeki ısı ışınımının da dışarı kaçışını önler ve soğukta ısı yalıtımı sağlar. Imf camlar çift cam ünitelerinin arasında kullanılır. **U değeri 1.7W/m²K,**

Normal çift camın U değeri 2,8 **W/m²K** dolaylarındadır.

ISI KORUNUMU AĞIRLIKLI CAM ÜNİTELERİ

- **Ara Boşluklu Çift Camlar:**

Tek cam $U = \sim 5,7 W/m^2K$

Standart çift cam $U = \sim 2,9 W/m^2K$

Çift camlar, iki cam levhanın, arasında kuru hava veya bazı asal gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında birleştirilmesi ile elde edilmektedir.

Isıtılan iç mekandan dış mekana doğru iletim yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarını azaltmaktadır.

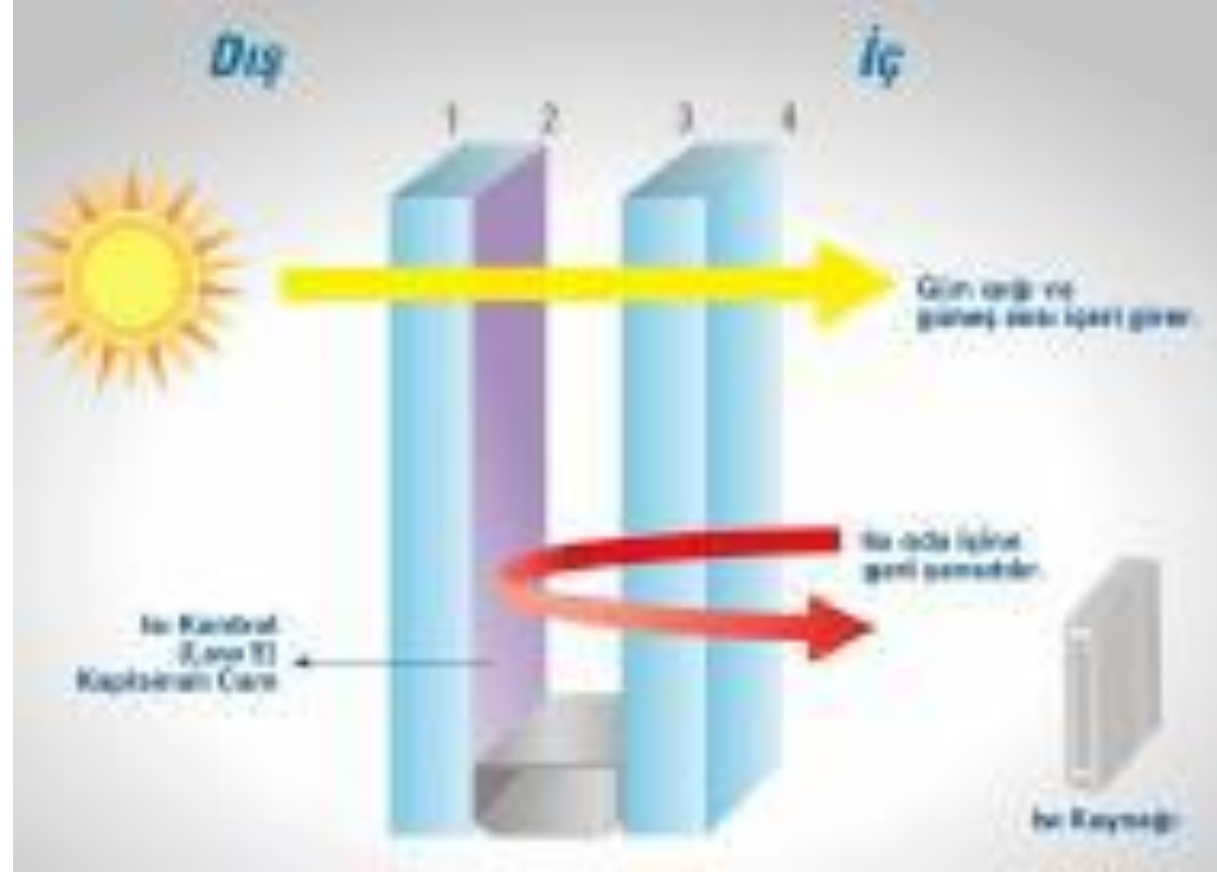
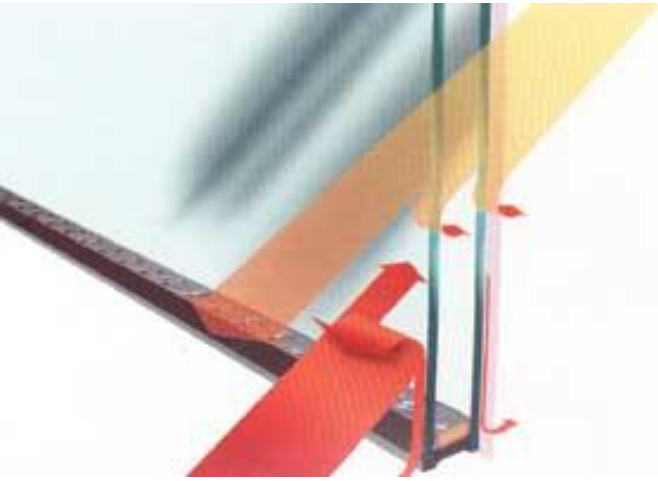


CAM DETAYI	U Değeri W/m ² K	
	kuru hava	argon
4mm. Tek cam	5,7	
4+12+4 mm. Çift cam	2,9	2,7
4+16+4 mm. Çift cam	2,7	2,6

Çift camın ısı yalıtım değeri;

- Ara boşluğa hava yerine argon gazı doldurulması,
- Ara boşluk genişliğinin 16 mm'ye doğru arttırılması, ile bir miktar iyileştirilebilmektedir.

Ara boşluğun 16 mm'ye genişletilmesi ve argon gazı dolumu seçeneklerinin her ikisinin de gerçekleştirilmesi durumunda 12mm ara boşluk ve hava dolgulu üniteye göre söz konusu iyileşme ancak %10 düzeyinde oluşmaktadır.



Low E kaplamalar,

- **Oda içerisinde bulunan radyatör,soba, halı,vb. cisimlerden ışınım ile yayılan ısıyı tekrar içeriye yansıtarak bina içinden dışarıya olan ısı kaybını büyük ölçüde azaltmaktadır.**
- **Low E kaplamalar ısı kaçışının ışınım ile olan bölümünü denetleyebildiği için ısı kayıplarının azaltılmasında etkili olabilmektedir**

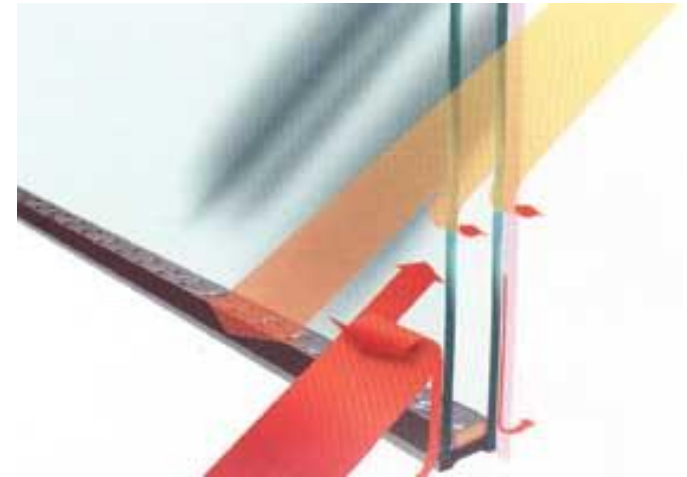
Film Kaplamalı Tek Camlar:

- **Low e:** Güneşin görünür ve görünmez dalga boylarındaki ışınımını büyük oranda geçirir.

Ancak iç hacimlerde yüzeylerde yutulan ışınım nedeniyle yayımlanan uzun dalga boylu kızılaltı ışınımın camdan dışarı çıkışını engeller ve içeride ısı birikimini artırır.

İç hacimlerden %70 oranında ışınımla, %30 oranında iletimle ısı kaçar. Low e camlar bu ısı kaçışının %70'ini engeller.

- *Normal tek cam* $U = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- *Low e tek cam* $U = 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

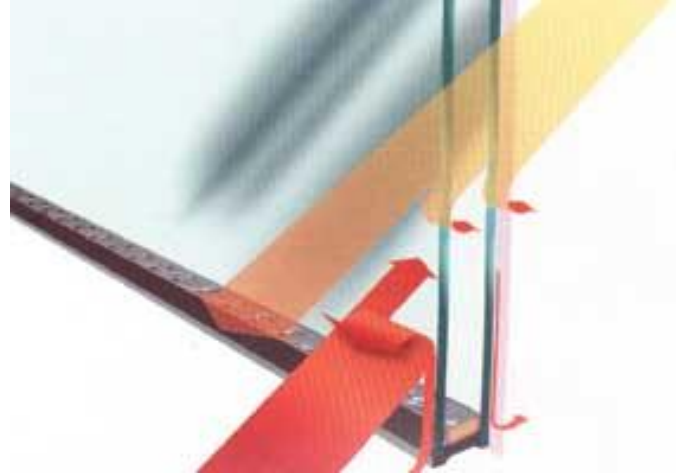


• Film Kaplamalı Çift Cam Üniteleri:

Low e:

Low e çift cam $U = 1,8W/m^2K$

Standart çift cam $U = 2,8W/m^2K$



Imf kaplamalı çift camlar:

Hem güneş denetimi hem de ısı korunumu sağlarlar. Güneş ışığı geçirgenliğinin yüksek olmasının önemli olduğu durumlarda çift cam ünitelerinin arasında kullanılırlar.

Imf kaplamalı çift cam $U = 1,7W/m^2K$

CAM ÜNİTESİ	Gün Işığı Geçirgenlik (EN 410) %	Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenlik (EN 410)	Isı Geçirgenlik Değeri, U, W/m ² K			
			Ara Boşluk Genişliği ve Dolgusu			
			12 mm Hava	12 mm Argon	16 mm Hava	16 mm Argon
4 mm renksiz düzcam	89	0,85	5,7			
Normal çift cam	80	0,75	2,9	2,7	2,7	2,6
Low E çift cam	79	0,56	1,6	1,3	1,3	1,1

BÜTÜNLEŞİK CAM SİSTEMLERİ

- Ara boşluklu çift cam ünitelerinin low-e, inox ve imf kaplamalarla beraber kullanıldığı sistemler **bütünleşik cam sistemleri** olarak tanımlanmaktadır. İklim bölgesine ve yapı fonksiyonuna göre değişik seçenekler üretmek olanağı sağlar.
- Bu sistemler hem güneş denetimi hem de ısı korunumu amaçlı olarak kullanılabilirler.

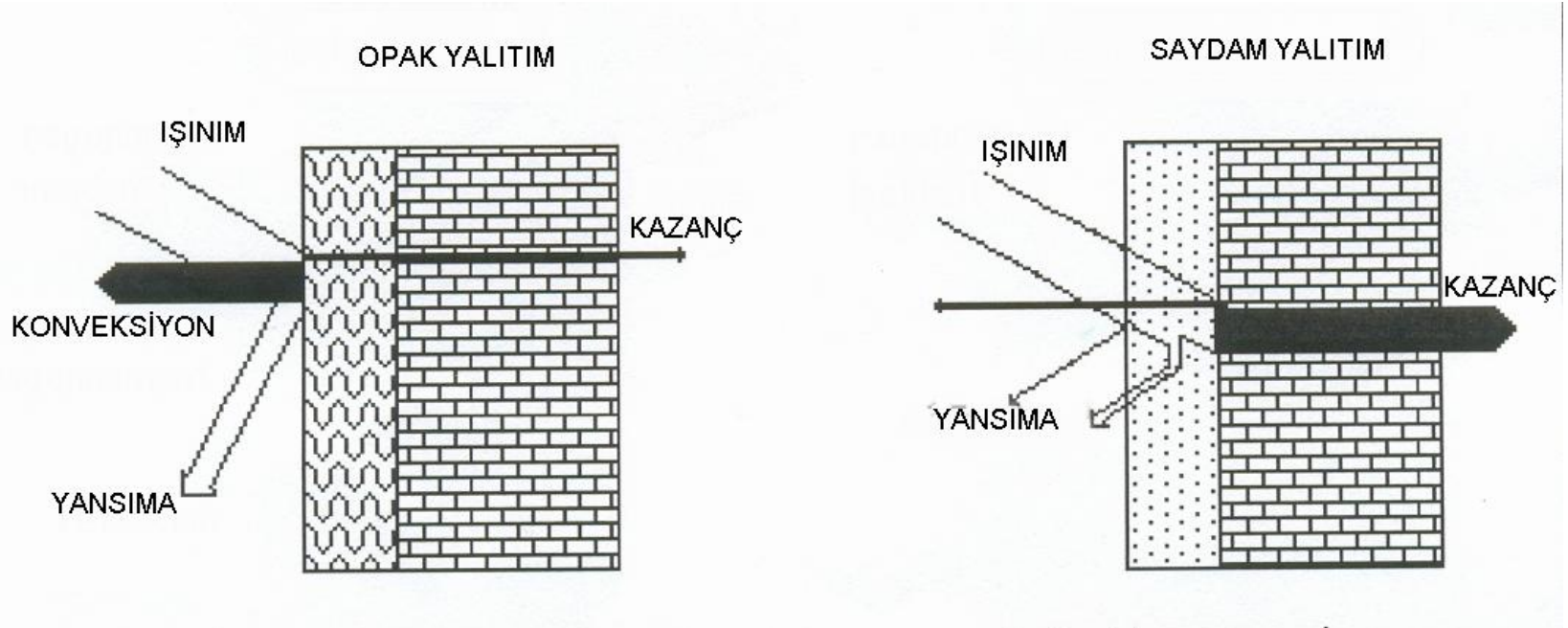
Bünyesinde düşük yayınlımlı ısı kontrol (low E) ve ısı ve güneş kontrol kaplamalı camlar içeren çift cam üniteleri ile ısı yalıtımı ile birlikte güneş denetimi de sağlanmaktadır.

Bütünleşik Cam Sistemleri	Güneş ışığı geçirgenliği (Görünür ışınım)	Gölgeleme Katsayısı	U değeri(W/m²K)
Inox kaplı+Renksiz Cam	%42	0,52	2,6
Inox Kaplı+Low-e Cam	%39	0,38	1,8
Imf Kaplı+Renksiz cam	%70	0,54	1,7

***Gölgeleme katsayısı:** Saydam yüzeylerin güneş enerjisi toplam geçirgenliğinin, 3mm. renksiz camın güneş enerjisi toplam geçirgenliğine bölünmesi sonucu elde edilen katsayıdır.*

SAYDAM YALITIM MALZEMELERİ

. Duvarın dış yüzeyine geçirgen bir yalıtım malzemesi konursa, güneş ışınlarını bu malzemeyi geçerek duvar yüzeyine ulaştırır. Isı duvardan geçer ve ısısal direnç oluşur. Isınan duvar ısı kaynağı haline gelir.



SAYDAM YALITIM MALZEMELERİ

- Saydam yalıtım malzemesi buzlu cam, opak cam gibi ışığı yayınlık geçiren cam yüzeylerin yerine kullanılabilir : kapı veya pencere boşluğu, veranda çatısı, saydam yutucu duvar kaplaması, vs...
- Doğal aydınlatmada ışığın yayılması, göz kamaşmasını, yüzeylerdeki gölgeleri önler. Hacmin derinliklerine ulaşan dolaysız aydınlatmayı sağlar. Fakat bu yüzeylerin sakıncası dışarıdaki manzaranın ayırt edilememesidir.

SAYDAM YALITIM MALZEMELERİ

Bileşenin cinsi	Isı geçirgenlik katsayısı U, W/m ² /K
Saydam yalıtım 5 cm.	1.5
Saydam yalıtım 10 cm.	1.0

KAYNAKLAR

1. Müjgan Őerefhanođlu, “ Yapılarda ısısal konfor ve cam yüzeyler,, Y İst.1981.
2. N. İlgürel, “Yapı Kabuđunun Saydam Alanları İçin Uygun Cam Türlerinin Belirlenmesi”, YTÜ, FBE Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziđi Programı Seminer alışması, 2002.
3. Gülay Zorer , “Yapılarda ısısal tasarım ilkeleri” , YTÜ,1992.
4. Aslıhan Tavid, “Elektronik Pencere Teknolojisi ve Kontrol Stratejileri”, Yalıtım, Yapı ve Yalıtım Teknolojileri Dergisi, Yıl:9, S.51, 2004
5. M. Reim, A. Beck, W. Körner ve diđerleri, “Highly Insulating Aerogel Glazing For Solar Energy Usage”, Solar Energy, Vol.72, No:1, 2002
6. Akyürek, Y. (1998) “Mimarlar Cam Seçimi ve Tasarımında Daha Etkili Olabilmeli”, Őiřecam, Camtař Düzcam Pazarlama A.Ő. Teknik Bilgi Kitapçığı, sayfa: 22-24.
7. Trakya Cam Sanayii A.Ő. “Yeni Nesil Yalıtım Camları ve Nitelikli Camlamalar”, 2009