

Isı Yalıtımlı Cam Malzeme Kullanımı

Sürdürülebilir mimarlığın en önemli ilkesi enerji kaynağı bulmak ve bu enerjiyi verimli şekilde kullanmaktır. Diğer ilke tükenebilir kaynakların en düşük oranda kullanılmasıdır. Binalarda tüketilen enerjinin büyük kısmı iklimlendirme ihtiyacı için harcanır. Bu bağlamda, tüketilen enerjiyi en düşük seviyeye indirmeyi hedefleyip bunun yanı sıra bu enerjiyi kaybetmemenin yollarını aramalıyız. Isı yalıtımının, iyileştirilmesi gereken en önemli yapı bileşenleri de pencerelerdir.



Binaların sürdürülebilir kalkınmanın birer parçası olabilmesi için, şu adımların atılması gerekir: Birinci adım, binalarda ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılan ve yalıtımın kötü olması yüzünden kaybedilen enerjinin en aza indirilmesi çalışmasıdır. Bu da ancak daha iyi ısı yalıtımı sağlayan malzemelerin kullanımı ile olabilir. İkinci önemli adım ise binalarda kullanılacak iyi ısı yalıtım malzemelerinin mümkün olduğunca çevreyle dost ve geri dönüştürülebilir olmasının sağlanmasıdır. Bu tür malzemelerin atık maddelerden elde edilmesinin ekonomik kalkınma hızına da katkıda bulunacağı kesindir. Atılacak üçüncü önemli adım ise düşük enerji ile elde edilebilen ve ısı yalıtımında optimum kazanç sağlayacak türde malzemeleri üreten tesislerin teşvik edilmesidir.

Binalarda ısı kaybına en çok pencerelerin yol açtığı tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak, bilim insanları ve mimarlar ortak çalışmalar yapmıştır. Yapılarda camla sağlanan enerji tasarrufu açısından, yalıtımda iki farklı boyut vardır; Bunlardan birincisi ısı yalıtımı, ikincisi ise güneş ışınlarının kontrolüdür. Saydamlığı nedeniyle cam, güneş ışınlarının kontrolünde en zayıf nokta olduğu için özel tasarımlar gerektirir. Camın ısı geçirgenliğinin düşürülmesi, hem soğutma hem ısıtma giderleri açısından pasif bir önlemdir. Enerjinin verimli kullanımında camın önemi, binanın içi ile dışı arasındaki ilişkileri düzenleyici ve ortam dengeleyici yeteneklerinde saklıdır. Camın çeşitli yeteneklerini akıllıca kullanmak ise tasarımcı ve kullanıcılara düşen bir görevdir.



Saydam Kompozit, ısı soğuran fümecam ve Low-e kaplı camların bir arada kullanımı. Savings Bankası Kiel, Almanya

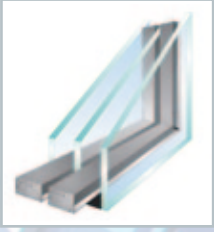


Dış cephe ısı soğuran fümecam kullanımı. Maritim Oteli Bonn, Almanya

Isı Yalıtımlı Cam Yapı Malzemesi

Enerji, bir madde tarafından örneğin cam ya da bir nesne tarafından soğurulursa ısıya dönüşür. Isınan cisimler de ışımaya yoluyla bu ısıyı yayar. Örneğin Güneş'in ısıttığı bir halının yaydığı ısı 3000-50.000 nm kadar uzun dalga boylarında olacaktır. Camın kısa dalga boyundaki ışınları geçirme kapasitesi çok yüksektir. Uzun dalga boyundakileri ise (örneğin halıdan yayılan) soğurur. Bir camın performansını anlayabilmek için, seçici geçirgenliğinin ve soğurma özelliklerinin bilinmesi gerekir

Isı yalıtımının yanı sıra bina kabuğunun da ısı kazanması gerekir. Bu ihtiyaçları pencere yoluyla karşılayabilmek için çeşitli cam alternatifleri geliştirilmiştir: Renkli camlar, fotokromik camlar, fotosensitif camlar, elektrokromik camlar, saydam kompozit camlar, reflektif camlar, Low-E camlar gibi.



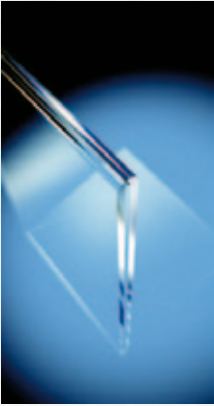
Saydam yalıtım malzemeleri güneş ışınlarını kontrol etmede hayli etkindir. Üretimde ağırlıklı olarak polimetilmetakrilat (PMMA) ve polikarbonat (PC), teflon vb. kullanılır. Cam borucukların iletkenliğinin azaltılabilmesi için çerper kalınlıkları 70-100 nm (nanometre) ile sınırlanır.

Güneş kontrolü sağlayan camların belli başlı iki yararı vardır: Bunlardan birincisi, yaz aylarında sera etkisini engelleyerek soğutma giderlerini azaltması, ikincisi ise kış aylarında içerideki ısının dışarıya geçmesini engelleyerek ısıtma giderlerini azaltmasıdır. Tasarım yapılırken pencere önlerinde soğuk bölgelerin oluşmasının engellenmesi ve odaya bakan iç yüzdeki terlemenin denetlenmesi zorunludur.

Bir odada ısının % 80'i pencere camı tarafından soğurulabilir. Soğuk iklimlerde yalnız içerideki ısının dışarı kaçmasına engel olmak yeterli olmaz; aynı zamanda pasif ısıtma önlemi olarak güneş enerjisinden de faydalanmak gerekir.

Yapıya, çevre koşullarına ve içindeki yaşama uygun cam çözümleri bağlamında -ışık, görüntü, gürültü, güvenlik ve dayanıklılık ölçütleriyle karşılaştırıldığında- iklim kontrolü özel ve ayrıcalıklı bir konumdadır. İklim kontrolü hem ısıtma hem de soğutma yükünün azaltılması ve uygun yaşam koşullarının sağlanması demektir. Ham cama farklı özellikler eklenerek, örneğin Low-E kaplama veya renk verilerek, bu işlevler kazandırılabilir.

Renkli Camlar



Güneş ışını kontrolü sağlayan camlar, gerek soğutma gerek ısınma açısından pasif önlemlerdir; yani soğutma ve ısıtma tesisatına yardımcı olurlar. Isı kontrolü sağlayan camlar arasında en az enerjiyle elde edilenler renkli camlardır. Renkli camlar, cam harmanına metal oksitlerin katılmasıyla oluşturulur. Cam harmanına metal oksitler eklenmesiyle cam yüzeyine gelen ışınlar soğurulur.

Yeşil ve füme renkteki camlar, yapılarda en çok kullanılan ısı soğuran ürünlerdir. Yeşil cam, sadece düşük seviyelerdeki yakın kızılaltı bölgedeki ışınları geçirirken yüksek ısı yayan uzak kızılaltı bölgedeki ışınları ise soğurur. Yeşil cam demir oksit içerir ve 700 ile 2500 nm arasındaki dalga boyundaki ışınları soğurur. Cama bu özelliğini, bileşimindeki % 0,7-0,8 oranındaki demir oksit verir. Sıcak iklimlerde güneş enerjisini yansıtan cam kaplamaların (Low-E) kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Füme cam, nikel oksit içerir ve selenyum içeren bronz cam gibi parlamayı önlemek amacıyla üretilir.

Güneş ışığı, dalga boyuna bağlı olarak üç farklı dalgaboyunun birleşiminden oluşur: Morötesi, görünür ve kızılaltı. Dalga boyu 380 nm'nin altında kalan morötesi ışının enerji miktarı % 3'tür. 400-700 nm dalga boyları arasındaki görünür ışının enerji miktarı % 53'tür. 780 nm'nin üzerinde yer alan kızılaltı ışının enerji miktarı ise % 44'tür. Bu bilgiler doğrultusunda, ısı soğuran camların yalıtım işlevini yerine getirebilmeleri için görünür ve kızılaltı ışınları içeriye almamaları gerekir. Ancak camın görsel geçirgenlik özelliğini verebilmek için belli bir dereceye kadar şeffaflığının da korunması gerekir.

Görünür ve Morötesi Bölge

Morötesi ve görünür bölgedeki soğurum, büyük oranda elektronik yapıya bağlıdır, fakat dalga boyu kızılaltına doğru değıştikçe soğurumun camın iç yapısına bağlılığı artar. Cam üzerine gelen ışığın soğurulması, yapı içinde elektronların ne kadar sıkı düzende olduğuna bağlıdır. Işığa etkileşmeden önce en düşük enerji seviyesinde bulunan elektronlar, bir enerji kuantumunun soğurulması ile daha yüksek bir enerji seviyesine sıçrar. Bu olay, camda renklenme ve fluoresan ışımaya gibi etkilere neden olur. Örneğin geçiş elementlerinde, elektronların tamamlanmamış bir yörüngenin farklı durumları arasında ışık etkisi ile yeniden düzenlenmesi, karakteristik soğuruma neden olur.

Fe^{+3} , Cr^{+3} ve Ti^{+3} iyonları morötesi bölgesindeki ışınları çok iyi soğurur. Fe^{+3} iyonunun silikat camda soğurumu yaklaşık $3000 \text{ mole}^{-1} \text{cm}^{-1}$ 'dir ve 210 nm'de devreye girer. Bu, Fe^{+3} iyonunun bir elektronunun komşu oksijen iyonlarını uyarması ve yörüngesine geçmesinin sonucudur. Silikat camlarda alkali içeriğinin artması sonucunda morötesi ışınların engellenmesi daha üst dalga boylarında görülür. Köprü oluşturmayan oksijen iyonlarının iyonları uyarma enerjisi köprü oluşturanlarınkinden az olduğu için soğurum üst dalga boylarında gerçekleşir.

Camsı silikanın morötesi ve kızılaltı soğurum limitlerinin hangi dalga boylarında olacağı, numunenin kalınlığına ve safsızlıklara bağlıdır. Bu özellikler silisyum dioksitin diğer cam bileşenleri ve oksitlerle ikame edilmesi ile değiştirilebilir. Bu ikameler morötesi kesme sınırını genellikle daha uzun dalga boylarına doğru değiştirir (örneğin SiO_2 'ye Na_2O ilave edilmesi). Bunun nedeni de camın yapısında köprü yapmayan oksijen oranının artmasıdır. Tersi durumda, silikat camın özelliklerine yaklaşır.

Normal pencere camı 310 nm'den küçük morötesi ışınları geçirmez. Morötesi ışınlar kumaşları soldurduğu için camların bu ışınları geçirmesi istenmez. 1920'li yıllarda, vücudun ihtiyacı olan D vitaminini alabilmesi için, morötesi ışınların camlardan geçmesi gerektiği ortaya konmuştur. Bu aralık enerji bazında toplam güneş ışınımının %5'inden azını oluşturur. O yıllarda, bu ışınların etkisinin camlardan insanlara eksiksiz olarak aktarılması arzu ediliyordu. Günümüzde ofislerde, okullarda ve evlerde morötesi geçirimsizliğin bu boyutlarda olmaması gerektiği kabul ediliyor. Doğrudan gelen morötesi ışınların, belirli bir süre sonra insan sağlığını olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu nedenle hastanelerde camlardan geçen ışınların hastalara dolaylı olarak ulaştırılması gerekir. 1939'da başlayan II. Dünya Savaşı sonrası bu camların üretimine ara verilmiştir. Maliyeti yüksek olduğundan tekrar üretilmemiştir.

Kızılaltı Bölge

Işık, camlardan kolayca geçebilir. Çünkü ışığın enerjisi camın bünyesindeki elektronik enerji hallerinde bir değişim ya da bir titreşim yaratamayacak kadar etkisizdir. Bunun tersi oluştuğunda soğurum gerçekleşecektir. Kızılaltı bölgedeki tayfsal geçirimsizlik 780-30.000 nm arasında değişir. Güneş ışınlarının geçirim eğrisi 5000 nm'de keskin bir düşüş gösterir. Dalga boyunun düşmesinin nedeni camın su içeriğidir. Sonuç olarak, camda yansıtma, soğurumdaki değişkenlikten ötürü maksimuma ulaşır. Kızılaltı bölgede birçok optik soğurum, titreşimsel geçişler vasıtası ile gerçekleşir. Bu soğurumlar üçe ayrılır: Gazlarla ya da bağlı hidrojen izotopları ile alakalı safsızlık soğurumu, kızılaltı önleyicileri ve temel yapısal titreşimler sonucu olan soğurumlar.

Tüm oksit camları, belli formlarda hidroksilleri içerir. Camlaştırılmış siliste Si-OH soğurum bandı önce 2730 μm dalga boyunda görülür. Bu son derece yoğun soğurma bantları uzun dalga boylarındaki ışığın karşı tarafa geçmesini engeller. Bu bandın konumu, atomların kütlesi ve aralarındaki çekim gücü ile kontrol edilebilir. Bu bant, cam yapıcılar arasında kızılaltı dalga geçirimsizliğine göre şu sıralama ile artar: $\text{B}_2\text{O}_3 < \text{SiO}_2 < \text{GeO}_2$,

Geleneksel oksit camlarda kızılaltı geçirimsizlik germanat ya da kalsiyum alüminat kompozisyonları ile oluşturulur.

Kızılaltı ışınlarına aşırı derecede maruz kalındığında, insanlara verdiği zararlar arasında dolaşım sisteminin bozulması, katarakt oluşumu ve cilt kanseri riskleri tespit edilmiştir. Cam malzemeler arasında kızılaltı ışınlar karşı kullanılan ve en koruyucu olanlar ısı soğuran camlardır.

Fotonun enerji seviyesi, çarptığı elektron seviyelerine ve hallerine göre karşılık bulacaktır. Fotonların elektronları bir üst enerji seviyesine çıkarması ile fotonlar soğurulur. Fotonun fazla enerjisi, soğurulduğu zaman titreşimler yolu ile malzemeye ısı enerjisi olarak aktarılır. Daha sonra bu ısı uzun dalga boyunda ışınım olarak yansıtılır.

Kızılaltı dalga boyundaki ışınları kesme sınırının konumu, morötesi bölgeye göre bileşimdeki değişimlere daha az duyarlıdır. Silikat camların kızılaltı soğurumu, dalga boyuna bağlı olarak orta seviyeden yüksek değerlere kadar değişebilir.

Sonuç

Çevremizi korumada etkin rol oynayabilecek doğal kaynakları korumayı hedefleyen, tekrar kullanımı destekleyen ve enerji tüketim miktarını azaltan bina kabuğu tasarlamak ve yapmak zorundayız. Bu tip malzemenin en verimli olacağı alan cam giydirmeli binalardır. Böyle bir yapı malzemesinin, ekolojik ve ekonomik katkıları birbirini tamamlayacak ve kalkınmayı hızlandıracaktır. Cam giydirmeli binalarda, iklimlendirmeye harcanan enerji, iyi ısı yalıtımı sağlayan cam malzeme ile minimuma indirilebilir. Böylece fosil yakıtların kullanımı azalırken aynı zamanda atmosfere salınacak CO_2 miktarında da azalma olacaktır. Bu konuda yapılacak ekolojik çalışmalar, ekonomik açıdan da bir rahatlama sağlayacaktır.

Camdaki gün ışığı geçirgenliği yüksek tutulduca, görünür ışınlardaki ısının da iç mekâna iletilme yüzdesi artar. Bu yüzden, her iki değer de birlikte düşünülüp optimize edilmeli ve sıcak iklim bölgelerinde, tercihlere bağlı olarak görünür bölge geçirgenliği de düşürülerek aydınlatma giderlerinin bir miktar artmasına göz yumularak soğutma giderlerinden etkin tasarruf sağlanmalıdır. Bu konuda tasarımcılar, araştırmacılar ve bilim insanlarının hâlâ kat etmesi gereken mesafeleri olduğu açıktır.

Kaynaklar
Kocabağ, Duran, *Cam Kimyası, Özellikleri, Uygulamaları*, Birsan Yayınevi, 2002.
Tönük, Seda, *Bina Tasarımında Ekoloji*, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayını No: YTÜ. ME:DK-01.0628, 2001.

Pekşık, Gül, *Yalıtım ve Cam*, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Teknik Yayınları.
Tilley, Richard, *Color and The Optical Properties of Materials*, Wiley, 2000.
Akyürek, Yücel, *Cam ve Enerjinin Verimli Kullanımı*, <http://www.trakyacampanya>



Aerogeller oldukça hafiftir. Bünyelerinde %50-90 oranında hava barındırırlar.



Genco Berkin, 1990'da Lefke Avrupa Üniversitesi'nde mimarlık eğitimi almaya başlamıştır. Mezun olur olmaz aynı üniversitede araştırma görevlisi olarak çalışmış ve 1998 yılında Doğu Akdeniz Üniversitesi'nde yüksek lisansını tamamlamıştır. 2006'da Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi'nde doktorasını vermiştir. Halen, Haliç Üniversitesi'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.