

Giydirme Cepheli Büro Binalarında Cam Seçimi

Suat Soy Yiğit¹
Esra Bostancıođlu²

Konu Başlık No: 2

ÖZET

Giydirme cepheler, günümüzde yaygın olarak kullanılan ve çeşitli şekillerde üretilen yapı bileşenleridir. Ancak giydirme cephelerin tasarımı ve gerçekleştirilmesi aşamasında birtakım sorunlarla karşılaşmaktadır. Bunlar, tasarım ve projelendirilmeden, uygulamadan, hatalı detaylandırmadan, montajdan ve malzeme seçiminden kaynaklanabilmektedir. Malzeme seçiminden kaynaklanan sorunların başında hatalı cam seçimi gelmektedir. Giydirme cephelerde karşılaşılan sorunların, bitmiş cephede çözümü, onarılması veya yenilenmesi oldukça zor ve pahalıdır. Cephelerin uygulanmasına geçmeden önce, tasarım evresinde verilen kararlarla ileride oluşabilecek sorunlar ortadan kaldırılabilir. Bu çalışmada, giydirme cepheli büro binalarında cam seçimi ile ilgili doğru kararların alınması konusunda tasarımcılara, uygulayıcılara ve kullanıcılara katkı sağlanması hedeflenmiştir. Öncelikle giydirme cephelerde kullanılan camlar ve giydirme cephelerde cam seçimini etkileyen karar parametreleri belirlenmiştir. İstanbul ili içerisinde kullanım aşamasında olan 12 büro binasının kullanıcılarına kullandıkları camı, cam seçimini etkileyen performans kriterleri açısından değerlendirmesi için bir anket çalışması uygulanmış ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER

Giydirme cephe, cam, cam seçimi, büro binaları

¹ Suat Soy Yiğit, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

² Esra Bostancıoğlu, İstanbul Kültür Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ataköy Yerleşkesi, Bakırköy, İstanbul, Tel. 212 4984284 , Faks: 2124658308 , ebostancioglu@iku.edu.tr

1. GİRİŞ

20.yüzyılın başlarından itibaren malzeme ve yapı teknolojisinde gerçekleşen gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan cam cepheler hafif olmaları, estetik görünümleri, imalat ve montajlarının kolay olması, dış iklime dayanıklılıkları nedeniyle kısa zamanda özellikle yüksek yapılar için vazgeçilmez bir yapı kabuğu haline gelmiştir. Cam cepheler ile birlikte; yüzyıllardır uygulanmakta olan iç mekan konforunun sağlanmasında rüzgar ve güneş gibi doğal enerji kaynaklarından yararlanılması anlayışı, yerini ısıtma, soğutma ve havalandırmanın sağlanmasında mekanik sistemler kullanılması anlayışına bırakmaktadır. Günümüzde ise böyle bir anlayış ile oluşturulan binaların kullanım süreçlerindeki işletme maliyetlerinin ve mekanik sistemlerini çalıştırmak için ihtiyaç duyulan enerjinin büyük boyutlara vardığı, sürekli olarak kullanılan mekanik sistemlerin insanlar üzerindeki olumsuz etkileri artık bilinmektedir. Bu gelişime bağlı olarak söz konusu ihtiyaçlar doğrultusunda gerek cephe sistemleri gerekse cam ve camlama teknolojisi alanında pek çok araştırma yapılmaktadır [1].

Cephelerin uygulanmasına geçmeden önce, tasarım evresinde verilen kararlarla ileride oluşabilecek sorunlar ortadan kaldırılabilir. Bu çalışmada, giydirme cephe büro binalarında cam seçimi ile ilgili doğru kararların alınması konusunda tasarımcılara, uygulayıcılara ve kullanıcılara katkı sağlanması hedeflenmiştir. Öncelikle giydirme cephelerde kullanılan camlar ve giydirme cephelerde cam seçimini etkileyen karar parametreleri belirlenmiştir. İstanbul ili içerisinde kullanım aşamasında olan 12 büro binasının kullanıcılarına kullandıkları camı, cam seçimini etkileyen performans kriterleri açısından değerlendirmesi için bir anket çalışması uygulanmış ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

2. GİYDİRME CEPHELERDE KULLANILAN CAMLAR

Tüm giydirme cephe sistemlerinde güneş ve iklim kontrolü sağlayan aynı zamanda güvenlik özelliği taşıyan camlar kullanılmaktadır.

2.1. Güvenlik Camları

Camda güvenlik kavramı genelde kırılmanın sonucunda ortaya çıkabilecek risklere bağlıdır. Günümüzde cam, yeni işleme teknikleri sayesinde daha zor kırılan ve kırıldığında da yaralanmaları en alt düzeye indiren saydam plaklar haline gelebilmiştir. Güvenlik camları ön gerilmeli(temperli) ve tabakalı (lamine) camlardır [2,3].

2.1.1. Temperli(Öngerilmeli) Camlar

Temperli cam, camın basınç, darbe ve ısıya karşı direncini artırmak amacıyla ısıtma işlemlerinden geçirilmesiyle elde edilir. Isıyla güçlendirilmiş camlardan farkı soğutmanın ani olarak gerçekleştirilmesidir. Cam, 650°C'ye kadar ısıtılarak soğuk hava akımı altında aniden soğutulmaktadır. Böylece darbelere karşı şartnameler tarafından öngörülen dayanıklılık koşullarını yerine getirmektedir. Temperli camın üretiminden sonra üzerinde herhangi bir delme, kesme vb. gibi işlemler yapılamamaktadır. Bu tür camlar kolaylıkla kırılmamakta, kırıldığında ise kesici kenarları olmayan küçük parçalara ayrılmaktadır. Büyük doğrama yüzeylerinde, üzerinde yürünen döşemelerde vb. uygulamalarda genellikle uygulanabilmektedir. [4, 5].

2.1.2. Tabakalı (lamine) Camlar

Bu tür camlar genellikle güvenlik amacıyla üretilmekte olup, iki veya daha fazla katmanın aralarında polivinil bütiral (PVB) veya benzeri bir plastik malzeme ile bir araya getirilmesiyle üretilmektedir. Farklı amaçlara yönelik, farklı kalınlıklardaki camların, farklı bağlama malzemeleriyle bir araya getirilmesi ile çok çeşitli lamine camlar üretilebilmektedir. Böylece kırılmaya, patlamaya, darbelere ve hatta mermiye karşı dayanıklı, çeşitli düzeylerde performans gösteren lamine camlar üretilebilmektedir. İç katmanda bir dizi farklı malzeme kullanılabilir; bunlar saydam, renkli, dokulu film tabakaları olabildiği gibi ısı yalıtımlı, UV filtreli veya yansıtıcı film tabakaları da olabilmektedir [5, 6].

2.2. Güneş Kontrol Camları

Güneş kontrol camları sıcak iklim koşullarında güneş enerjisinin içeriye girmesini önemli ölçüde azaltarak havalandırma sistemlerinde tasarruf sağlamakta ve ayrıca güneş ışınlarının rahatsız edici parlaklığını azaltmaktadır. Gün ışığı ve ısı ışınımına geçirgen olan, aktif ve pasif güneş kazançları ve güneşten korunma doğrultusundaki gelişmelere birçok noktada kesişmektedir. Cam, üretilmiş veya kazanılmış bina ısıısının korunması, güneşten korunma, güneş ışınımının ısı veya elektrikle dönüştürülmesi veya bina cephelerinde güdümlü hava akımları oluşturarak havalandırma veya serinletme sağlanması gibi birçok alanda işe yarayan kullanışlı bir yapı malzemesidir [7].

2.2.1. Renkli Camlar

Renklendirme cam eriyik durumundayken içine ilave maddeler katılmasıyla elde edilir. Renkli cam günışığının çoğunu emdiği için oldukça sıcaktır. Cam yüzeyine gelen güneş ışınlarının büyük bir kısmı emilir. Daha sonra emilen güneş ışınlarının bir kısmı dışarı verilirken bir kısmı da içeri alınır. Böylece içeri alınan güneş ısı miktarında normal renksiz cama göre düşme sağlanır. Renkli camlar, güneş kontrol etkinliği arttıkça temperleme ön koşulunu da beraberinde getirir. Kuvvetli emilme, cam yüzeyinde termal gerilim yaratacağından belli boyutların üzerinde temperlenerek kullanılırlar. Cama metal oksid ilaveleriyle geniş renk yelpazesi elde edilir. Buna karşılık ışık geçirgenliği azalır. 4mm'lik yeşil camda T-değeri 0.78 (beyaz camda 0.92) ve g-değeri 0.67 (beyaz camda 0.90)'dır [8]. Fotosensitive camlar renkli camlar alanında özel bir uygulamadır. Yeşil ve bronz renkler gri tonlarıyla birleştirilerek renk kartelası genişletilmiştir. Farklı gri tonları kobalt okside, nikel oksid ve selenyum oranlarıyla çeşitlenmiştir [7].

2.2.2. Yansıtıcı (reflektif) Camlar

Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanarak yüksek yansıtıcılık özelliği kazandırılmış camlar olarak tanımlanırlar. İnce metalik kaplamaların başlıca dezavantajları yumuşak yüzeyleri ve metallerin (özellikle gümüş ve bakırda) kimyasal dirençlerinin düşüklüğünden dolayı korozyon sorunlarıdır. Krom, titan ve çelik alaşım gibi metal kaplamalarda güneş spektrumunun görünür ve yakın infrared bölgelerdeki geçirgenlikleri yaklaşık aynıdır. Renkleri saydama yakındır. Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yöntemlerle cam yüzeyine uygulanması ile mekanik ve kimyasal direnci yüksek yansıtıcı camlar elde edilmektedir [7].

2.2.3. Düşük Emissiviteli (low-e) Camlar

Low-E cam yüzeyinde düşük Low-e kaplamalı düz cam türüdür. Düşük low-e, cama uzun dalga boyundaki radyasyonu yansıtma özelliği kazandırır. Böylece Low-E camlar, gece ve gündüz ışınlarını emen oda içindeki tüm eşyaların ve duvarların yaydığı uzak infrared bölgedeki radyasyonun hemen tamamını geri yansıtarak odanın soğumasını önlerler [9, 2].

2.2.4. Kaplamalı Camlar

Yumuşak kaplamalar genellikle 6 ve 9 tabakadan oluşur. Malzemenin farklılaşmasıyla kaplama kalınlığı, ışık geçirimi ve diğer özellikler kontrol edilebilir. Low-E kaplama ısı levhalarını biçimlendirmede kullanılır. Cam yüzeyindeki yansımayı azaltan bu kaplamalar için iyi iletken olan metal katmanlar tercih edilmektedir. Son yıllarda gümüş esaslı kaplamalar ışığı yüksek oranda geçirmedi ve doğal renkleri nedeniyle baskın gelmektedir. Güneş kırıcı amacıyla, yansıtırken ısı geçirimi azaltan yüksek reflektif özelliklere sahip metal oksid kaplamalar kullanılmaktadır. İlk aynalar kaplama tekniği ile yapılırdı. Sırlı birimler yüzeyin tümüne veya farklı baskılı desenli formlara uygulanabilir. Çok katmanlı cam ürünler farklı iç aralıkları olan kaplamalı veya kaplamasız kombinasyonlardan yapılır [8].

2. 3. Enerji Üreten Camlar

İki cam arasına veya yalnızca bir ön cam arkasına yerleştirilmiş silikon veya özel ince film kaplamalı fotovoltaik(FV) sistemlerle gün ışığından elektrik elde edilebilmektedir. Birbirine seri bağlı

hücrelerden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi “inverter” ler yardımıyla alternatif akıma dönüştürmekte; elektiriksiz ve uzak kırsal yörelerde tek başına veya yapılar ve diğer bayındırlık işlerinde yardımcı kaynak olarak kullanılmaktadır. Güneşle hücreler arasındaki cam, verim artışı için demiroksitten arındırılmaktadır. Güneşin ışık dışındaki ısı ışınımı FV’ler için gerekli ve yararlı olmadığı için soğurmanın yan ürünü olan ısı enerjisi fotovoltaiik+güneş kolektörü kombinasyonlu melez sistemlerde su ısıtmada kullanılabilir. Fotovoltaiik yöntemiyle üretilen elektiriğin 10-15 yıl içinde ekonomik hale gelmesi beklenmektedir. Yapılardaki enerji tüketim maliyetini azaltmanın güncel ve gelecek yaklaşımı, bina kabuğuna fotoaktif camlar kullanmayı azalacaktır. Güneş ısısından maksimum yarar sağlayarak depolanabilir ve kullanılabilir ısıya dönüştüren güneş kolektörleri, seralar ve fotovoltaiik güneş kolektörleri, seralar ve fotovoltaiik güneş pili uygulamalarından farklı olarak güneş ışınımının yalnızca ısı boyutuyla ilgilidir. Kullanım sırasındaki kazalar veya ısıl kırılma risklerine karşı camların “temperli” olması önerilmektedir [7].

2.3.1. Isı Yalıtım Camları

Yalıtımlı cam iki levhanın arasına hava hapsedilmesiyle yapılır. Bu alana argon veya diğer özel gazlar doldurulmasının yanısıra gözle görülebilen low-e kaplama olarak isimlendirilen metalik kaplamalar daha fazla enerji etkin hale getirir [10]. Bu durumda en çok kullanılan malzeme farklı kalınlık ve dokudaki cam, polikarbonat ve quartz köpüktür. Diğer iki tabaka arasına yerleştirilen malzeme mekanik zarar ve hava şartlarına karşı korunur. Bu ilave malzemeler, cam levhalara paralel veya dik, hücresel düzenleme veya mikroskopik hücresel formda olan aerogel gibi farklı biçimlerde düzenlenebilir. Cam katmanlar arasındaki jaluzi, film tabakası vb. güneş kırıcı elemanlar kirlenmeye karşı korunaklıdır, böylece bakım ve temizlik maliyeti azalmaktadır. Jaluziler mekanik olarak da ayarlanabilmektedir [8].

2.3.2. Isı Emici Camlar

Isı emici camlar, tüm düz cam üretim yöntemlerinde cam kütesinin renklendirilmesiyle bronz, gri, yeşil renklerde üretilen renkli camlar ile float üretiminde sadece cam yüzeyinin renklendirilmesiyle “Spektrafloat” tipi yüzeyi renkli camlardan oluşmaktadır [9].

2.3.4. Akıllı Camlar

Değişken iklim koşulları ve binanın gereksinimleri paralelinde optik özelliklerini değiştirerek, akıllı filtreler şeklinde davranan camlardır. Güneşten ısı kazancının istendiği dönemde güneşin ısısal etki taşıyan ışınımını geçirir, güneş kontrolünün istendiği dönemde bu ışınımını yansıtır, yalnızca görünebilir alan içine yeterli kısmı getirirler. Başlıca tipleri fotokromik, elektrokromik, termokromik, holografik camlardır. Isıtma ve soğutma yükleri eşit ve yüksek olan binalarda mevsimlik değişikliklere uyum sağlama yetenekleri nedeniyle önerilir. Bunun yanısıra içsel ısı kazançları yüksek olan, mevsimlik güneş kontrolünün büyük önem kazandığı binalarda da kullanılabilir [11]. Yapının yer aldığı enlem, iklim kuşağı ve topografyaya bağlı olarak, ısınmak için bazen güneş ısısını binanın içine alarak içte tutmak, sıcaktan korunmak için de bazen güneş ısısını dışta tutmak gerekir. Çoğunlukla soğuk veya sıcak iklimlerde bu konuda seçim kolay olmakla birlikte, Türkiye’nin de içinde yer aldığı iklim kuşağında hem yaz, hem de kış koşulları geçerlidir [7].

3. GİYDİRME CEPHELERDE CAM SEÇİMİNİ ETKİLEYEN KARAR PARAMETRELERİ

En temel yaşamsal gereksinimlerimizden bir tanesi olan ‘korunma’ ihtiyacını sağlayan yapı dış kabuğu ‘sağlamlık’, ‘kullanışlılık’ ve ‘estetik’ gibi farklı temel ihtiyaçlara da cevap verebilmelidir [12]. Bu kabuğun, dış ortamla bağlantısını sağlayan ‘saydam yüzeyler’ bir ara yüz oluşturmaları nedeniyle farklı bir öneme sahiptir. Kabuğu oluşturan diğer yüzeyler gibi bu saydam yüzeyler de iç ortam koşullarını insanlar için elverişli bir başka deyişle ‘konfor’ şartlarında tutabilmelidir. Saydam yüzeyler bu termal şartları sağlayabilmesi için birçok gereksinime aynı anda cevap verebilmelidir.

3.1 Isı Yalıtımı

Isıl konforu etkileyen faktörlerden en önemlileri ısı kazanç ve kayıplardır. Isıl kazanç ve kayıplar binalardaki saydam yüzey oranlarına göre değişiklik gösterebilir. Kazanç ve kayıp oranlarını etkileyen diğer faktörler, saydam yüzeylerde kullanılan malzemelerin termo-fiziksel özellikleridir. Bu özellikler ısı transfer hızını ve miktarını belirler [13]. Binalardaki saydam yüzeylerden bir tanesi de giydirme cephelerdir. Giydirme cephe sistemlerinden gerçekleşen ısı transferi iç mekanda ısı konforu sağlayan koşulların sağlanmasında önemli bir role sahiptir. Pencere sistemlerinin ısı performans açısından değerlendirilebilmesi için ise üç genel kriter kullanılmaktadır [11]:

1. Isı İletkenlik Katsayısı: Birim alan için iletim, taşınım ve ışıyım yolu ile ısı transfer miktarını belirler. Yani, ısı iletkenlik (U) değeri azaldıkça ısı transfer miktarı da azalır, ısı korunum düzeyi artar.
2. Güneş Isı Kazanç Katsayısı: Pencere, güneş kontrolü veya ısı kazancı bakımından gösterdikleri performans olarak tanımlanabilir. Eğer güneşten ısı kazanca ihtiyaç varsa bu değeri yüksek olan pencere sistemleri tercih edilir, eğer güneşten ısı kazanç gerekli değilse bu değeri olabildiğince düşük olmalıdır. Güneş ısı kazanç katsayısı (SHGC) değeri ile ölçülmektedir.
3. Gün ışığı yeterliliği (Dx): Doğal aydınlatma düzeyini ifade eder. Şeffaf yüzeylerin görülebilir alan ışıyım geçişliliğinin, gölgeleme katsayısına (SC) oranı gün ışığı yeterliliğini (Dx) vermektedir. Normal bir düz cam da bu değer 1'dir ve bu sınır olarak kabul edilir. Yüksek performanslı camlarda ise bu değer 1,25-2 ulaşabilir.

3.2. Ses Yalıtımı

Gürültü denetimi, akustik konforun en önemli şartıdır. Aşırı gürültülü bir ortam; davranış bozuklukları, konsantrasyon eksikliği, stres, alınganlık, yorgunluk, uykusuzluk gibi rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Cam malzemedeki gürültüye karşı alınacak önlemler ya farklı kombinasyonlarda cam kullanımına gidilerek elde edilen mimari çözümler ya da gürültü yalıtımı için geliştirilmiş özel endüstriyel camlara bileşenleri ile olmaktadır. Cam kalınlığının artırılması en pratik çözümlerden biridir. 4 mm'lik bir camın kalınlığı 8 mm'ye çıkartıldığında elde edilen artış; + 4 dB civarında olmaktadır. Camlar arasındaki 6 – 9 – 12 mm'lik ara boşlukların gürültü yalıtımına katkıları arasında kayda değer farklar bulunmamaktadır [14]. Cam malzemenin ses yalıtım değerinin yükseltilmesi için; çift cam ara boşluğunun, kuru hava veya Argon gazı yerine SF 6 gazı ile doldurulması, çift camı oluşturan camlardan birinin kalınlığının diğerine oranla farklılaştırılması, ara boşluk kalınlığının değiştirilmesi, yine camlardan birinin farklı kombinasyonlardan oluşan bir cam haline getirilmesi gibi çözümler sonuç getirmektedir [15].

3.3. Işık Geçirgenliği

Işık geçirgenliği; cama dik bakıldığında 380 – 780 nanometre dalga boyları arasındaki görünür güneş ışığının camdan geçiş yüzdesi olarak ifade edilmektedir. 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. Düz bir pencere camından % 90 oranında direkt radyasyon geçmektedir [16].

Işık geçirgenliği düşük camlar, iç mekandaki gözlemciye “koyu” dışkine ise “açık” renkli görünürken; ışık geçirgenliği ve ışık yansımalarının birbiri ile ters orantılı olmasından dolayı, bunun tam tersi de mümkün olabilmektedir. Işık geçirgenliği yüksek olan kaplamalı camlar, dıştan genellikle koyu görünmektedirler. Bu durumda cam rengi, düşük yansıtımda öne çıkmakta, yüksek yansıtımda ise geri planda kalmaktadır. Yüksek yansıtma aynı zamanda güneş kontrol performansı anlamına da gelmektedir. Düşük bir ışık geçirimi, binaya dışarıdan bakıldığında içerinin görünmesini engellenmekte ancak içeride yaşayanların dışarıyı koyu renk güneş gözlükleri arkasından bakıyormuş

gibi görmelerine sebep olmaktadır. Bunun olumsuz sonuçlarının başında da, gün boyu yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulması gelmektedir. Bu durum, kullanıcıların psikolojisini olumsuz olarak etkilemenin dışında, daha çok elektrik enerjisi kullanımına, yapay aydınlatmanın yarattığı ısı nedeniyle de soğutma yükü ve maliyetinin artmasına sebep olmaktadır. %100 ışık geçirme özelliğine sahip bir camın, cam kütesinin tamamen renklendirilmesi veya cam yüzeyin renkli bir yansıtıcı tabakayla kaplanması ile % 9'dan % 66'ya kadar ışık geçirme özelliği olan camlar elde edilmektedir. Işık geçirgenliği, binanın; işlevine bağlı olarak tespit edilmelidir. Seçim yapılırken, mekan derinlikleri, kullanılacak malzeme renkleri gibi noktalara dikkat edilmelidir. Örneğin; ofis binalarında ışık geçiriminin minimum % 30 – 35'den az olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir [15].

3.4. Renk ve Estetik

İç mekanlarda aydınlık seviyesi ve parlaltının yanı sıra, görsel konforun niteliğini etkileyen etmenlerden biri de renktir. Estetik görünüm açısından seçilecek olan rengin; “renk psikolojisi” kavramı dikkate alınarak; mimar, ressam ve psikolog işbirliği ile seçilmesi gerekmektedir. Camlarda renk, cam harmanına katılan renklendiriciler veya kaplamalarla elde edilmektedir. Renklendirme işleminde, alt camla sınırlı olan uygulamalara karşılık; renk seçenekleri hem kaplama hem de alt camla elde edilebilmektedir [17].

Renk ve ışık yansımaları birbirini tamamlayan iki özellik olmaktadır. Bir cam yüzeyin yansıtma özelliği; cam yüzeyin durumuna, yüzeye düşen ışığın dalga boyu ve yönüne bağlıdır. Camlarda; yüzeye düşen ışık enerjisinin bir bölümü ile yansıyan ışınların toplam enerjileri arasında, camın bünyesinde tutulan ve optik soğurma adı verilen bir enerji farkı mevcuttur. Herhangi bir cam yüzeye gelen ışığın bir bölümü, gelen ışınla yüzey normali arasındaki açıya eşit açı yapacak şekilde yansımaktadır. Işık yansımaları % 5'den küçük olan camlar mat, % 55'den yüksek olanlar ise yüksek yansımaları kabul edilir [15]. Dış çevrenin yapı üzerine yansımaları, bina cephesi üzerinde değişik yansımalar oluşturmakta ve cam rengi de yansıtıcılık oranında ortam koşullarından etkilenmektedir. Özellikle reflektif kaplamalı camların kullanıldığı cephe kaplamaları çevre ile değişken bir etkileşim sağlamaktadırlar. Ancak yine özellikle reflektif kaplamalı camlarda görülen “distorsiyon” ya da dalgalı görüntü sorunu; çevredeki yapılar, bulutlar ya da diğer unsurların cephe üzerinde yansımalarıyla dikkat çekici boyutlara ulaşmaktadır [18].

Giydirme cephenin estetiği, cephe sistemini oluşturan bileşenlerin biçimine bağlıdır. Ölçü, oran, renk, kontrast, modül, denge, ölçek, ritim, malzeme-doku, doluluk boşluk, zemin-şekil bağıntısı ve ışık-gölge biçiminin estetik başarısının üzerinde temellendirildiği geleneksel araçlar oldukları kabul edilmektedir [19]. Estetik kişisel bir kavram olduğu için bu konuda değerlendirmeye zemin teşkil edecek bir ölçütün ortaya koyulması mümkün değildir. Fakat cephenin diğer performans gereksinmelerini karşılamaması durumunda meydana gelecek hasarların, cephenin estetiğini olumsuz yönde etkileyeceği de bilinmelidir [17].

3.5. Statik Dayanım

Rüzgar yükünün cam elemanları üzerindeki etkisini incelemek için yapılan deneysel çalışma sonuçları; camlardaki yer değiştirmelerin uygulanan yüklerle doğru orantılı olmadığını ve camlardaki çökmelerin cam kalınlığının birkaç katına ulaşabildiğini göstermiştir. Bu durumu engellemek için uygulamada, rüzgarın yüzey üzerindeki dinamik etkisini azaltmak için, camda oluşacak en büyük yer değiştirmenin ancak belli bir yüzdesine izin verilmekte ve yer değiştirmeler sınırlandırılmaktadır. Cam plakların rüzgar basıncına karşı dayanımları; yüzeydeki en yüksek çekme gerilmesine sahip mikro çatlağın, cam yüzey üzerindeki konumu, uzunluğu, derinliği, yönü ve çekme gerilmesi ile arasındaki etkileşime bağlıdır. Bu durumda; büyük boyutlu plakların ortalama dayanımının, küçük boyutlu olanlardan daha düşük olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır [20].

4. BÜRO BİNALARINDA GIYDIRME CEPHELERDE CAM SEÇİMİNE YÖNELİK BİR ALAN ÇALIŞMASI

Yapılan literatür çalışması sonucunda giydirme cephelerde cam seçimini etkileyen parametreler ısı iletkenliği, ses geçirgenliği, ışık geçirgenliği, renk ve estetik görünüş, statik dayanım olarak belirlenmiştir. İstanbul ili içerisinde kullanım aşamasında olan 12 farklı büro binasının kullanıcılarına kullandıkları camı, cam seçimini etkileyen parametreler açısından değerlendirmesi için bir anket çalışması uygulanmış ve anket sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirmeyi yapan 12 kullanıcı memnuniyetlerini 1- az, 5- orta, 9- çok olmak üzere, 1, 3, 5, 7 ve 9 rakamlarından birini seçerek yapmıştır. Anket sonuçları Tablo 4.1'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Anket Sonuçları

				1	2	3	4	5
Bina	Bölge	Cam Türü		Kullanılan camın ISI YALITIMINDAN memnun musunuz? Yaz- Kış	Kullanılan camın SES yalıtımından memnun musunuz?	Kullanılan camın IŞIK GEÇİRGENLİĞİNDEN memnun musunuz?	Kullanılan camın RENK VE ESTETİK görünüşünden memnun musunuz?	Kullanılan camın STATİK DAYANIMINDAN (esneme derecesi v.b.) memnun musunuz?
1 İDTM	Yeşilköy	Füme Reflekte	6--12--6	5	3	3	3	5
2 Kalyon İnş. Yönetim Binası	Kavacık	Mavi Reflekte	6--16--6	7	5	3	7	7
3 Acarlar İş Merkezi	Kavacık	Mavi Reflekte	6--12--6	5	5	3	5	7
4 Has İş Merkezi	Büyük Çekmece	Füme Reflekte	6--12--6	7	3	5	3	5
5 Gökmahal İş Merkezi	Göktürk	Şeffaf Düz	6--14--4	5	5	7	5	5
6 Plassan Yönetim Binası	Hadımköy	Füme Reflekte	6--12--6	3	5	5	2	5
7 Net Yapı Yönetim Binası	Selimpaşa	Yeşil Düz	6--16--4	7	7	7	9	7
8 Şahinler İş Merkezi	Avcılar	Mavi Reflekte	6--12--6	5	5	3	7	5
9 Loft İş Merkezi	Levent	Şeffaf Düz	6--12--6	7	5	9	7	5
10 İstoç İş Merkezi	İkitelli	Mavi Reflekte	6--12--6	5	5	3	7	5
11 Kosgeb İkitelli İz Isıtma Yönetim Binası	İkitelli	Füme Reflekte	6--12--6	3	3	3	5	5
12 Bakırköy	Bakırköy	Yeşil Düz	6--12--4	5	5	7	7	5

Ankete katılan 12 kullanıcının 4'ü füme reflekte, 4'ü mavi reflekte, 2'si yeşil düz ve 2'si şeffaf düz camlı giydirme cepheleri olan binaların kullanıcılarıdır. Cam kalınlıkları açısından bakıldığında ise, ankete katılanlardan 8 tanesi 6-12-6 cm'lik, birer tanesi de 6-16-6, 6-16-4, 6-14-4 ve 6-12-4 cm'lik cam kalınlıklarından oluşan giydirme cephelere sahip binaların kullanıcılarıdır.

Tablo 4.2'de her bir farklı cam türü ve cam kalınlığı için anket çalışmasından elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak anket puanları ve anket puanları doğrultusunda anket sıralamaları belirlenmiştir. Cam kalınlıkları ile ilgili değerlendirmede ankete katılanların %68'i 6-12-6 cm'lik cam kullanıcıları olduğu, diğer cam kullanıcıların çok az sayıya sahip olduğu ve 6-12-6 cm'lik cam

kullanıcılarının çok farklı değerlendirmeler yaptıkları göz önüne alınırsa, cam kalınlıkları ile ilgili değerlendirmelerin çok sağlıklı olduğu söylenemez.

Tablo 4.2. Anket Sonuçlarının Cam Türleri ve Cam Kalınlıkları Açısından Değerlendirilmesi

CAM TÜRLERİ	Anket Puanları					Anket Sıralaması					CAM KALINLIKLARI	Anket Puanları				Anket Sıralaması			
	ISI YALITIMI	SES YALITIMI	IŞIK GEÇİRGENLİĞİ	RENK VE ESTETİK	STATİK DAYANIMI	ISI YALITIMI	SES YALITIMI	IŞIK GEÇİRGENLİĞİ	RENK VE ESTETİK	STATİK DAYANIMI		ISI YALITIMI	SES YALITIMI	IŞIK GEÇİRGENLİĞİ	STATİK DAYANIMI	ISI YALITIMI	SES YALITIMI	IŞIK GEÇİRGENLİĞİ	STATİK DAYANIMI
Füme Reflekte	4.5	3.5	4	3.25	5	3	3	3	4	2	6-16-6	7	5	3	7	1	2	3	1
Mavi Reflekte	5.5	5	3	6.5	6	2	2	4	2	1	6-12-6	5	4.25	4.25	5.25	2	3	2	2
Yeşil Düz	6	6	7	8	6	1	1	2	1	1	6-16-4	7	7	7	7	1	1	1	1
Şeffaf Düz	6	5	8	6	5	1	2	1	3	2	6-14-4	5	5	7	5	2	2	1	3
											6-12-4	5	5	7	5	2	2	1	3

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi, ısı yalıtımı açısından en iyi cam kullanıcıların değerlendirmesi sonucu şeffaf düz ve yeşil düz cam olarak ortaya çıkmıştır. En kötü değer ise füme reflekte cam olarak belirlenmiştir. Cam kalınlığı açısından değerlendirmeye bakıldığında, en üstün camın 6-16-6 ve 6-16-4 cm’lik camlar olduğu görülmektedir. Burada, camlar arasındaki boşluğun en fazla olduğu camlar en üstün camlar olarak ortaya çıkmıştır.

Ses yalıtımında camın renginin bir önemi yoktur. Camın kalınlığı ve çift cam ünitesinin cam kombinasyonu önemlidir. Cam kalınlığı arttıkça ses geçirgenliği azalmaktadır. Ankete katılan kullanıcıların kullanıcı olduğu binaların tümünde dış cam kalınlıkları aynıdır. Cam kalınlıkları açısından bakıldığında, en üstün camların 6-16-4 cm’lik camlar olduğu görülmektedir. Ses geçirgenliği açısından en kötü performansı gösteren 6-12-6 cm’lik camların İstanbul Dünya Ticaret Merkezi ve Kosgeb İkitelli’ye ait uygulamalar olduğu görülmektedir. İstanbul Dünya Ticaret Merkezi’nin Yeşilköy Havalimanının çok yakınında bulunuşu binanın bulunduğu bölgedeki gürültü düzeyinin değerlendirmede çok fazla etkili olduğunu göstermiştir.

Anket sonuçları ışık geçirgenliği açısından değerlendirildiğinde en üstün cam türü şeffaf düz cam, en kötü cam da mavi reflekte cam olarak belirlenmiştir. Cam kalınlıkları açısından bakıldığında ise, en üstün camların 6-16-4, 6-14-4 ve 6-12-4 cmlik camlar, en kötü camların ise 6-16-6 cm’lik camlar olduğu görülmektedir. Burada toplam cam kalınlığı arttıkça ışık geçirgenliğinin azaldığı sonucu çıkmıştır. Ancak binanın yönlenmesi kullanıcıların ışık geçirgenliği algısı üzerinde farklı sonuçlar doğurabilmektedir.

Renk ve estetik açısından değerlendirmeye bakıldığında, en üstün cam türü yeşil düz cam, en kötü cam türü de füme reflekte cam olarak ortaya çıkmıştır. Renk ve estetik kriterleri, kişilerin bu konudaki anlayışlarına, dönemin malzeme algılarına ve güncel eğilimlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle anketin 2010 yılında yapıldığı göz önünde tutularak değerlendirme yapmakta yarar vardır. Ankette en iyi sonucu alan yeşil düz cam cepheler, ülkemizde son yıllarda görülmeye başlanmıştır ve yıllardır kullanılan füme reflekte camlara göre daha güncel bir malzemedir. Füme reflekte camların birçok binada kullanılmasının getirdiği eskimişlik algısı anket sonuçlarına yansımıştır. Renk ve estetik ile ilgili değerlendirmede cam kalınlığının etkisi olmadığı düşünüldüğünden değerlendirilmemiştir.

Statik dayanım değerlendirilirken cam renginin önemi yoktur, burada cam kalınlığı değerlendirilmesi göz önüne alınmalıdır. Camın rüzgar dayanımını belirleyen faktör camın kalınlığı ve ünitenin boyutudur. Ankette değerlendirilen camların tümünde dış cam kalınlığı aynıdır, dolayısı ile bu değerlendirmede cam kalınlığının etkisini değerlendirmek doğru olmayacaktır. Buradaki farklı sonuçları, binanın konumunun rüzgar hızı ve yoğunluğu ile ilişkisi birlikte cam ünitelerinin boyutları

doğurmaktadır. Giydirme cephelerde cam seçerken, binanın bulunduğu bölgedeki rüzgar hızları ile bilgiler göz önüne alınarak cam seçimine gidilmelidir. Ayrıca cam ünitesi büyük olan binalarda cam kalınlığı arttırılmalıdır.

5. SONUÇ

Cam malzeme kullanımı ülkemizde yoğun olarak artmaktadır. Giydirme cephe binaların cephelerinde kullanılan cam türleri, ısıtma ve soğutma dönemlerinde binaların ısı performansları üzerinde etkili olmaktadır. Soğuk iklim bölgelerinde ısıtma gerektiren dönem daha etkin olduğu için, ısı geçirgenlik katsayısı daha düşük olan ve dış cepheden kaybedilen ısı miktarını azaltan camlar kullanmak uygun olacaktır. Ancak soğutma için gereken enerji maliyeti de mutlaka dikkate alınmalı, dış kabuktan kazanılan güneş enerjisi miktarının soğutma maliyetini ne ölçüde etkileyeceği belirlenmelidir.

Giydirme cephelerde cam seçimi yaparken, camın ısı yalıtımı, ses geçirgenliği, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıtma özellikleri, statik dayanımı, yangın dayanımı ve güvenlik kriterleri değerlendirilerek bir seçim yapılması çok önemlidir. Bu değerlendirme kriterleri, binanın bulunduğu bölgenin gürültü düzeyi, iklim koşulları ve yönlenmesi ile birlikte düşünülerek ve değerlendirilerek tasarımı ve uygulaması gerçekleşecek bina için cam seçimine gidilmelidir. Yanlış cam seçimi kullanıcıların direk güneş ışığı ile karşı karşıya kalmalarına, mekan yeterli düzeyde aydınlatılamadığı için rahatsız olmalarına veya iç mekanlarda istenen ısı konfor koşullarının sağlanamamasına, mekanik sistemlerle daha fazla enerji tüketilmesine neden olacaktır. Uygun cam türlerinin, doğru detayların seçilmesi ve uygulanması ile, binalarda optimum konfor koşulları sağlanacak, mekanik sistemlerle tüketilen enerji miktarı azalacak, enerji tüketiminin azalması ile de gerek kullanıcıların, gerekse ülkenin ekonomik koşullarına büyük katkı sağlanacaktır. Tüketilen enerjinin azaltılması ile yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar dolayısıyla çevre kirliliği azalacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Çetiner, İ., (2002). *Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Ritche, I., (1998). *Constructing with Glass*, Stahlbau no:4, Germany.
- [3] Mağgönül, G., (1993). *İşlenmiş Camlar*, Sempozyum Bildirileri, Yapıda Temelden Çatıya Cam ve Cam Kökenli Malzeme Türleri ve Uygulama Örnekleri, YEM.
- [4] Compagno, A., (2002). *Intelligent Glass Facades*, Birkhauser Publishers, Basel.
- [5] Sev, A. ve Özgen, A., (2003). “*New Technological Developments and Applications of Glass in Tall Buildings*”, Tall Building and Transparency Conference, Institute for Lightweight Structures & Conceptual Design, 5-7 Ekim 2003, Stuttgart, CDROM.
- [6] Yeang, K., (1996). *The Skyscraper, Bioclimatically Considered*, Academy Editions, London.
- [7] Eşsiz, Ö. (2004). “*Teknolojinin Cam Cephe Panellerine Getirdiği Yenilikler*”, 1. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, 2-3 Nisan 2004, Çatıder, İstanbul, 73-82.
- [8] Compagno, A., (2000). *Glass as a Building Material and Its Possible Applications*, Detail 3.
- [9] Saraç, Y., (1991). *Güneş ve Isı Kontrol Camları*, İnşaat, Eylül.
- [10] Sullivan, C.C., (2000). *Points and light, Building Design & Construction*, August
- [11] Ayçam, İ. ve Utkuğ G.S., (1999). *Farklı malzemelerle üretilen pencere tiplerinin ısı performanslarının incelenmesi ve enerji etkin pencere seçimi*, IV.Ulusal Tesisat Müh. Kong., İzmir, 1, 61-73.

- [12] Vitruvius, (1990). *Mimarlık Üzerine On Kitap*, Çeviri: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, Ağustos.
- [13] Beggs, C., (2002). *Energy: Management, Supply and Conservation*, Butterworth-Heinemann.
- [14] Akyürek, Y., (1997). *Gürültü ve Cam*, İzolasyon Dünyası Dergisi, Sayı:6, 28-32.
- [15] Weidtmann, G., E., (1999). *Giydirme Cepheleerde Güneş Enerji Kontrollü Reflektif Cam Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar*, Flachglas A. G.
- [16] Peter, J., (1964), *Design with Glass*, Reinhold Pub. Corp., New York.
- [17] Alpur, İ., (2009), *Cam Giydirme Cepheleerin Bileşenler Yönünden Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] Mağgönül, G., 1999. *Giydirme Cephe Camları*, Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyum Bildirileri, Yapı Endüstri Merkezi, 61-84.
- [19] Becerik, B., (2001). *Mimarlıkta Estetik Olgusu ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] Aygün, M., (1992). *Rüzgar Basıncı Etkisindeki Giydirme Cephe Camlarının Dayanım ve Kırılma Olasılığı İlişkileri Yönünden Değerlendirilmesi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Yüksek Binalar II. Ulusal Sempozyumu, 365-369.