

CAM YAPI KABUĞUNDA YAPIM TEKNOLOJİSİ

ÇİĞDEM ÇELİK, Doktor

ÖZET

19. yy'dan sonra malzeme üretim yöntemlerinin gelişmesi mimariye yeni konstrüksiyon arayışları ve form özgürlüğü getirmiştir. 20. yy'da yapı üretiminde köklü değişimler yaşanmıştır. 19. yy'ın ağır yapılarının yerini, taşıyıcı sistemi öne çıkaran şeffaf ve hafif yapılar almıştır.

Yapıları homojen bir örtü ile giydirerek, kitlesel bir ifade bütünlüğü kazandırmak amacıyla giydirmeye cepheler tasarlanmaya başlamıştır. Bu yapı kabuğunun en önemli amacı içinde yaşayanları her türlü dış ısısal etkilerden korumaktır. Ancak, bu koruma çabaları içinde bazı problemler üzerine dikkatle eğilmek gerekmektedir. Bu çalışma ile yapı kabuğunun tasarlanmasında ortaya çıkabilecek problemler değerlendirilmeye çalışılacaktır.

1.GİRİŞ

Ülkemizde, özellikle 1980 ve sonrasında tüketim ekonomisinin gösterişçi yapıları, kentlerin yerleşik alanlarına ve kent merkezlerine damgasını vurmaya başlamıştır. Girişimcilerin yurtdışı gezilerinden etkilendikleri görsel etkiler ve kendi hayallerinin birleşimi, yeni konut alanlarını, büyük çarşıları, iş merkezlerini ve kentlerde yükselen çok katlı binaları oluşturmuştur. Bu akım sadece büyük kentleri değil, bütün kentleri etkilemiştir. Bu süreçte oluşan değişimler, kentler arasındaki kültürel farklılıkları ortadan kaldırmış, niteliksiz bir yapılaşmanın oluşturduğu kişiliksizlik ve tek düzelik bütün kentlere hakim olmuştur [1].

Ülkemizde bireysel olarak çok iyi tasarlanmış cam binalar olmasına rağmen, yanlış yer seçimi ile kentsel ve kırsal değerler arasında bocalayan, arabesk bir kültür doğmuştur.

Yapı kabuğu, yapıların mimari biçimlenişlerinin yanı sıra dış çevre koşulları ve işlevlerine bağlı olarak, bina içinde uygun fiziksel ortamın yaratılmasında önemli rol oynamaktadır. Yapılarda gerekli olan konfor koşullarının oluşturulmasında, ışık, renk, ses, ısı, nem, güneş ışınımı gibi fiziksel etmenler önemli ölçüde etkili olmaktadır. Yaşanan mekanlarda, insan etkisi dışında gerçekleşen bu fiziksel etkenler, insanların yaşam şekilleri, işlevleri, fiziksel ve psikolojik ihtiyaçları göz önüne alınmalı ve gereken uygun ortamlar sağlanmalıdır. Yapı içinde oluşturulması gerekli olan görsel, işitsel, ısısal ve benzeri konfor koşullarının elde edilmesinde yapı kabuğunun biçimlenişi çok önemlidir [2].

Doğal kaynakların giderek azaldığı günümüzde tasarımcıların amacı; enerjiyi en iyi şekilde kullanmak ve sıfır enerji tüketen yapılar tasarlayabilmektir. Bina içi ile bina dışı arasındaki ilişkilerin düzenlenmesinde en önemli görevi ise çevre kontrol camları üstlenmektedir.

2. YAPI KABUĞUNUN GELİŞİMİ:

Bütün mimari ve kültürel altyapı üzerinde, bugünün özellikle büyük şehirlerin vazgeçilmez görüntülerini oluşturan cam cepheli yapıların, bugünkü düzeye ulaşabilmeleri, özellikle 20. yy'ın ikinci yarısında yaşanan çok hızlı bir dizi gelişmeyle mümkün olmuştur. Bu gelişmelerden bazıları şöyle özetlenebilir:

- Mühendislik alanındaki gelişmeler,
- Metalurji alanındaki gelişmeler,

- Cam üretim tekniklerindeki gelişmeler,
- Cam işleme tekniklerindeki gelişmeler, şeklindedir.

Le Corbusier mimarlığın tarihi için; “Bu, pencerenin mücadelesinin öyküsüdür” diye bir tanımlama yapmıştır. 20. yy mimarisi, bu düşünceyi onaylarcasına, bina cephelerine opak yüzey oranlarının azalması ve saydam yüzeylerin genişlediği yeni mimari akımlar ve yeni cephelerle karşımıza çıkmaktadır. Endüstri devrimi ile ortaya çıkan üretim ve mühendislik alanlarındaki buluşlar sayesinde gelişen yapı sistemleri sonucu, bina cephelerine de daha özgür pencere boşluklarının açılmasına olanak sağlanmış, böylece pencerelerden beklenen işlevlerde boyut değiştirmiştir [2].

Modern yapı örtüsü olarak camdan beklediklerimiz genelde, ışık, görüntü, güneş radyasyonu ısısı, dış sıcaklık; rüzgar, fiziksel ve mekanik yıpranma, gürültü, hırsızlık vs. gibi birçok çevre etkilerine karşı bir kontrol ve savunma hattı oluşturması ve diğer yapısal gereksinimlere cevap verebilmesidir.

3. CAM CEPHELERDE YAŞANAN PROMLEMLER VE ÇÖZÜMÜ:

Metaller alanındaki gelişmeler ile yapı dış kabuğunu oluşturan bileşenlerden beklenen çevresel faktörlerin kontrol altına alınıp, yapı içinde gerekli yaşam konforunun en iyi şekilde yaratılmasıdır. Bunun için yapı kabuğunda,

- Her türlü iklim koşullarına karşı gerekli fiziksel ortamın iç mekanda sağlanması,
- Isı transferine karşı yalıtım sağlayarak ısıtma giderlerinden, güneş radyasyon ısısına karşı yalıtım sağlayarak soğutma giderlerinden tasarruf sağlanması,
- Kullanıcı isteğine bağlı olarak görüntü kontrolünün sağlanması. Mekan kullanımına göre istenilen yerde mahremiyet sağlanması,
- Binanın her türlü saldırı ya da hırsızlığa karşı güvenli olması,
- Gürültü geçirgenliğinin denetlenmesi, gerekmektedir.

Yapı kabuğunda yukarıda belirtilen şartların sağlanabilmesi için tasarım aşamasında malzeme seçimine ve sistemi oluşturan bileşenlerin detaylandırılmasına dikkat edilmelidir. Bu hususların gözardı edilmesi yada bilinçli yaklaşılmaması ile yapı kabuğunda ciddi problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemler aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

Taşıyıcılık Problemi:

Yapı yüksekliği arttıkça, yapı fiziği problemleri de orantılı olarak artmaktadır. Bu nedenle yüksek katlı binaların projelendirilmesinde, tüm detaylar binaya özel hazırlanmalıdır. Yüksek yapılarda, asgari bir aks genişliğinde ve asgari iki kat yüksekliğinde bir örnek yapılması ve uluslararası standartlarda test yapılması gerekmektedir. Türkiye’de bu testlerin yapılabileceği tek bir merkez bulunmaktadır. Ancak, ülkemizde büyük iş merkezlerinin projelerinde genellikle yabancı sistemler kullanıldığı için, bu testlerin ilgili merkezlerde yapılması gerekmektedir. Örneğe uygun detayların oluşturulması, onaylanması, ilgili örneğin üretimi ve yurtdışında ilgili test merkezine gönderilmesi gibi uzun bir süreç yaşanmaktadır. Sistemin uygulanan testlerde olumsuz yanıtlar vermesi ile bu süre tekrarlanacaktır. Bu nedenle iş teslimi tarihlerinde problemler yaşanmaktadır.

Uygulayıcı firmanın herhangi bir projede uygulanacak olan sisteme kullanıcı ile karar vermesinden sonra, sistemin parçalarının kesitlerini, statik hesaplarını yapmak zorundadır. Bunu cephe ağırlığı, rüzgar yükü ve bina yüksekliğine, hatta kat yüksekliğine bağlı olarak yapması gerekmektedir. Düşey istikamette, ankraj aralıkları da taşıyıcı sistem kesitinin tayininde en önemli etkidir. Statik hesaplamalarda bu açıklık dördüncü kuvvetiyle formüllere girmektedir. Bu bakımdan yüksek binalarda taşıyıcı parapet teşkili ve parapet üzerinde bir ankraj tesbiti, kesitlerin küçülebilmesi açısından çok yararlıdır. Statik hesaplarda belli normlara göre hareket edilmelidir; TS 498 ya da DIN 1055’e göre gibi [3]. Camların rüzgar yüklerine karşı direncinin hesaplanmasında; camın hangi

kenarlarından hangi sistemle taşındığı, camın kalınlığı ve boyutları, cama uygulanan işlem türü; temperleme ya da laminasyon gibi, çok katlı yalıtım camı olup olmadığı da oldukça önemlidir.

Test için hazırlanan örnek üzerinde, akustik, basınca mukavemet, basınç altında eğilme, hava sızdırmazlık, basınç altında su geçirgenlik, rüzgar altında su geçirgenlik, membran etkisi altında contalarda geçirgenlik, yüksek genleşmeler altında ankraj deformasyonu, bina birleşim detayları geçirimsizliği ve patlama basıncı tayini gibi testler yapılmalıdır. Örnek üzerinde uygulanan bu testler iki ya da üç kez tekrarlanarak ortalama değerler bulunmalı ve buna göre detay ve sistem için kararlar verilmelidir. Yüksek yapılarda cephenin doğal hava koşullarından etkilenmesi küçük ölçekli yapılara göre çok daha farklıdır. Yükseklik arttıkça, yağmur suları, sistemin detaylarına her istikamette basınç uygulayabilir. Bu durum, sızdırmazlığın sağlanmasını güçleştirir, özel sealerlar ve contalar gerektirebilir. Yapı hareketleri tüm düğüm noktalarını etkileyerek, sızdırmaz ve hareketli birleşimleri gerektirir.

Giydirme cephe sistemlerinin yüksek ve büyük yüzeylerde uygulanmasında, yukarıda belirtilen deneysel çalışmaların ve hesapların standartlara uygun olarak yapılması gerekmektedir. Bu nedenle ileride olabilecek olası hataları minimize etmek ya da geri dönüşümü imkansız çözümlere sebep olmamak için ön çalışmalar son derece önemlidir.

Kondensasyon Problemi:

Yapı kabuğu birden fazla bileşenden ve katmandan oluşmaktadır. Bu bileşenlerin hepsinde kondensasyon sorunu mevcuttur. Yapı içinde sağlığa uygun konfor verici ortamın sağlanması gerekmektedir. Isısal etkilere bağlı olarak malzeme birleşimlerinde ortaya çıkan yüzeyel terleme ve iç yoğuşma gibi sorunlar giderilmelidir. Birleşim detaylarında tam su geçirimsizlik sağlanmalıdır.

Yapı için uygulanacak olan sistemin kesinlikle drenajlı sistem olması gerekmektedir. Düşeyde su akışının sağlanabilmesi için cephe karkası mutlaka kondens kanallı olmalıdır. Bir malzemeden farklı bir malzeme ile bağlantıya geçildiğinde tam geçirimsizlik sağlanmalı, düşeydeki su akışının devamı sağlanmalıdır. Sadece sistem bütününde değil cam bölgelerde de kondensasyon problemlerine rastlanmaktadır. Özellikle iklim şartlarının çok ağır yaşandığı bölgelerde kendini daha fazla hissettiren kondensasyon problemine, tam yalıtılmış kuru hava boşluklu çift cam üniteleri büyük çapta çözüm sağlamaktadır.

Pencere camlarının iç yüzlerinde oluşan kondensasyon, oda boşluğuna havalandığı için kuruyabilmekte, silinebilmekte ya da doğrama üzerindeki damlalıklarda birikerek fazla bir soruna yol açmamaktadır. Görüntü alanlarında problem oluşturmayan kondensasyon suyu parapet aralıklarında ciddi sorunlar oluşturabilmektedir.

Parapet boşluklarında, ısı yalıtımı eğer bünyesinde varsa, yalıtım yoksa, parapet iç yüzeyinde oluşacak kondensasyonu kontrol altında tutmak üzere;

a- Parapet boşluğu dışa havalandırılabilir ve drene edilebilir. Ancak, havalandırma sırasında yağmur suyunun içeri girmesi engellenmelidir.

b- Isı yalıtımının sıcak yüzüne uygun bir buhar kesici konularak binadaki iç buharın yoğuşma düzlemine ulaşması engellenebilir,

c- Oluşan kondensasyon suyunun drenajı sağlanabilir,

d- Parapet önlerinde ısı, buhar yalıtımı ve kaplamalı cam yüzeylerinin korunması özelliklerini bir arada taşıyan yalıtımlı cam kullanılabilir [4].

Parapetlerde ısıcamlı gölge kutusu uygulamaları olumlu sonuçlar vermesine rağmen, opaklaştırılmış tek camlı parapet çözümleri başarılı çözümler vermemektedir. 90-100°C sıcaklıklara ulaşan parapet boşluklarındaki uçucu bileşikler, kondensasyon yardımıyla cam yüzeyinde birikerek desenli iç kirlenmeler yol açabilmektedir.

Korozyon Problemi:

Giydirme cephe sistemi karkası ankrajlar yardımı ile binaya asılmaktadır. Ankrajlar binanın düşeyliğine bağlı olarak boyutlandırılmalı, gerekli düşey, yatay yükü taşıyabilecek kapasitede olmalıdır. Ankrajlar, çelik levhadan imal edilip, sıcak daldırma metodu ile galvanize edilmiş olmalıdır.

Galvaniz öncesi, pillenmeyi önlemek amacıyla, kaynak çapaklarından arındırıldıktan sonra yüzey galvanize olmuş olmalıdır. Ankraj, binanın taşıyıcı sistemine, elektro galvaniz çelik dübeller ile sabitlenmelidir. Düşey profiller ise ankrajlara paslanmaz çelik saplamalar ile bağlanmalıdır. Özel rondeler ile çelik/alüminyum teması kesilerek pillenmeye karşı mutlaka önlem alınmalıdır [3].

Genleşme katsayıları birbirinden farklı malzemeleri yan yana kullanmamak gerekir. Eğer kullanmak gerekirse her iki malzemenin birbiri ile temasını tamamen kesmek gerekir. Görünen yüzey arkasında kullanılan tüm taşıyıcı sistemin korozyona karşı mutlaka korunması gerekir.

Genleşme Problemi:

Malzemenin ısı geçirimsizlik ile genleşmesine karşı önlem alınmalıdır. Bu nedenle sistemin birleşenlerinde genleşme derzleri bırakılmalıdır. Özellikle sistemin ana taşıyıcılarında genleşme derzlerinin bırakılmaması ile sistemin sıkışması ve camların patlaması gibi kötü sonuçlar doğurabilir. Genleşme derzlerinde sistemin orijinal parçaları kullanılmalıdır. Yanlış malzeme kullanımı sadece sistemdeki genleşme açısından değil düşey taşıyıcıların su kondensasyonunda problemler çıkarabilir. Sistemin tüm parçalarında genleşme gözardı edilmemelidir.

Isıl Gerilim Problemi:

Isıl gerilim riskleri, renksiz camlarda bir sorun oluşturmadığı halde, güneş kontrol camlarının kullanımında ortaya çıkan önemli bir sorundur. Güneş kontrol camlarının içinden geçen güneş enerjisinin bir bölümü soğurularak camları ısıtır. Camların ısınan bölümleri genleşir. Cam kenarlarını örten çıtalar, saçak, ağaç, başka binalar, doğrama çıkıntıları gibi çeşitli sebeplerden dolayı camın bir bölümü eğer güneşi alamıyorsa, o bölgede ısınma ve bundan dolayı da genleşme olmayacaktır. Oluşan bu gerilim farklılıkları, şiddetine göre camın kendi kendine kırılmasına sebep olur. Bu risklerden dolayı camlar tam ya da kısmi olarak temperlenmelidir.

Isıl gerilim problemleri genellikle, güneş kontrol camlarının yüzeyleri boyunca parçalı güneş radyasyonuna maruz kalması ve dolayısıyla farklı ısı soğurması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Isıl gerilim problemlerini arttıran unsurların başında bölgenin aldığı güneş radyasyonu şiddeti, gece ile gündüz arasındaki sıcaklık derecesi maksimum farklılığı, cam renginin koyuluğu, cam üzerine düşen gölgelerin sürekliliği, doğrama cinsi, parapet boşluğunun genişliği, havalandırma ve ısıtma sistemi gibi faktörler etkili olmaktadır. Isıl gerilimle sonucunda ortaya çıkabilecek kırılma risklerini karşılamak için temperleme ya da heat-strengthening işlemine ihtiyaç olup olmadığının kesin hesabı ancak proje bazında dikkate alınarak yapılmalıdır [4].

Cam seçimi:

Pencerelerde görüntü sağlayan camlamaların seçimi ve tasarımı nispeten daha yaygınlıkla bilinen parametreler ve kurallar içinde ele alınabilirken giydirme cephelerin en kritik kesimini oluşturan sağır cephe ve parapet önü camlamaları yapı fiziği ve diğer yapı malzemeleri ile bağdaşıklık açısından titiz bir koordinasyon gerektirmektedir. Bu nedenle herhangi bir yapıda cam seçiminde iki ana başlık altında değerlendirme yapılmalıdır. Bunlar;

- Sağır cephe ve parapet camları,
- Strüktürel camlama sistemleri,

Giydirme cephelerde bina içine giren güneş ışıklarının aşırı parlaklığını kontrol altına almak, iç mekanların konfor düzeyini arttırmak ve klimatizasyon giderlerinden tasarruf sağlamak amacıyla seçilen reflektif kaplamalı ya da harmandan renkli güneş kontrol camlarının bir başka faydası da

arkasında, oda boşluğu dışında kalan yapı elemanlarının görüntülerini kısmen ya da tamamen gizleyerek, kendi renk temasında homojen bir cephe sağlayabilmesidir.

Binalarda cam seçimi genellikle aşağıdaki kriterlere bağlı olarak yapılmaktadır:

- Yapını işlevi; iş merkezi, hastane, konut gibi,
- Yapının coğrafi konumu; bölgenin iklimsel verileri,
- Işık geçirgenliği ve optik özellikler,
- Güneş ısı geçirgenliği,
- Isı geçirgenliği,
- Gürültü geçirgenliği,
- Rüzgar ve diğer yüklere karşı dayanım,
- Güvenlik ve emniyet.
- Geçerli yönetmelikler [4].

Giydirme cepheler söz konusu olduğunda ortaya çıkan parapet ve sağır cephe kaplama camlarında ise yukarıdaki kriterlere ek bazı hususların dikkate alınması gerekmektedir.

Pencere camlarının arkasında oda boşluğu yer alırken, diğer camların arkasında genellikle havalandırma problemleri olan, dar ve kapalı aralıklarla tesisat ya da asma tavan boşlukları yer almaktadır. Binanın ifade bütünlüğü açısından bu bölgelerde camların arkasındaki bu görüntünün gizlenebilmesi gerekmektedir.

Pencere alanları dışında bu tip camlamaların projelendirilmesi ve seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler;

- Pencere ile renk ayrılığı ya da uyumu,
- Opaklaştırma malzeme ve yöntemlerinin seçimi,
- Cam ve sağır cephe arasındaki boşluklarla ısıcam ara boşluğundaki yüksek ısı birikimi ve ısı transfer köprüleri,
- Kurulanamayan ya da temizlenemeyen aralıklarda kondensasyon ve uçucu bileşikler
- Pencere camlarına nazaran daha artan kırılma riskleri [4].

Vizyon ve parapet camları arasında tam bir bütünlük sağlanması isteniyorsa reflektif camlarda opaklaştırma yöntemi tercih edilmelidir. Bunlar: emaye duracam iç cam kombinasyonlu ısıcam, silikon boyalarla opaklaştırma, poliester film kaplayarak opaklaştırmadır.

Gürültü Problemi:

Teknolojik ilerlemeler ile çevremizdeki gürültü kaynakları artmaktadır. Fizyolojik ve psikolojik etkileriyle gürültü insan sağlığını tehdit eder bir durumdadır. Yapılabilecekler,

- Cam kalınlığı arttırılabilir: Cam kalınlığının arttırılması ses yalıtımı açısından en ucuz ve pratik yöntemdir.
- Laminasyonlu camlar kullanılabilir
- Çift doğramalı camlama yapılabilir.
- Yalıtımlı cephe sistemi kullanılmalıdır.

Cam sayısının arttırılması ile yalıtım camlarının gürültü kontrol performansı arttırılamaz. Camlar arasında titreşim uyumu oluşması halinde daha kötü sonuçlar bile doğurabilir. Isı yalıtımı amacıyla ara boşluk dolgusu olarak kullanılan argon gazının gürültü yalıtımı açısından hiçbir faydası yoktur.

Güneş ve ısı kontrol kaplamaları, temperleme, emayeleme ve buzlu cam emaye rölyeflerinin de gürültü performansı açısından faydası yoktur. Birim cam alanının büyüklüğü gürültü yalıtım performansını olumsuz yönde etkilemektedir.

Gürültü kontrolü için başvurulabilecek mimari çözümler bazen yeterli ve olanaklı olduğu halde bazen değildir. Cam yada camlı kombinasyonların ağırlığı ve doğramanın taşıma gücü; gürültü kontrol asamblesinin kalınlığı ve seçilen doğrama ile elde edilebilecek maksimum yuva genişliği, yapının fiziksel kısıtları ile çözümün fizibilitesi bazen gürültü kontrol özelliklerini derli toplu sunabilen endüstriyel çözümlere ihtiyaç göstermektedir. Cam endüstrisinin bugün sunabileceği endüstriyel çözümlerden biri laminasyonda özel akustik birleştiricilerin kullanılması, ikincisi ise yalıtım camı üniteleri ara boşluklarının özel gaz karışımıyla doldurulmasıdır [5].

SONUÇLAR:

Biçimsel zenginleşme ve teknolojinin tasarımıyla bütünleşmesi ile yapılar, kentte dekor elemanları haline gelmiştir. Ancak, görsel bir öge olmanın ötesinde, bir yapı kabuğunda, iklimlendirme, aydınlatma, yalıtım gibi, yapı fiziği şartlarının yetersizliği, kullanıcının beklediği konfor şartlarını sağlayamaması durumunda, yapı, hem maddi hem de manevi kayıplara neden olur. Bu nedenle, iç ve dış mekan arasında bir filtre görevini üstlenen yapı kabuğunun en iyi şekilde etüd edilerek çözümlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- (1) Gürsel, E., “Çağdaş Mimarlık Yirminci Yüzyıldan Aklımızda Ne Kaldı: Kısa Notlar”. Mimarlık Dergisi, 311.
- (2) Sezer, F., “Giydirme Cephe Kavramı”. Mimarlık Dergisi, 311.
- (3) Çelik, Ç., “Türkiye’de Yeni İnşaat Teknolojileri İle Gelişen Cam Mimarisi”. Çatı-Cephe Sempozyumu 2004.
- (4) Akyürek, Y., “Cam Giydirme Cepheler ve Sağır Cephe Önlerindeki Kaplama Camları”. İnceleme Eylül 1994.
- (5) Akyürek, Y., “İnsan Gürültü ve Cam” Trakya Cam İnceleme