

YAPI KABUĞUNDA ISI ve SES YÖNÜNDE DENETİM - KONFOR İLİŞKİSİ

Prof. Dr. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN
YTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Bilim Dalı

ÖZET

Yapı kabuğu, yapıların mimari biçimlenişinde buldukları dış çevre koşulları ve işlevlerine göre uygun fizik ortamın yaratılmasında önemli rol oynar. Bu nedenle, yapı içinde oluşması gerekli olan görsel, işitsel, ısısal ve benzeri konfor koşullarının elde edilmesinde yapı kabuğunun biçimlenişi yani bu kabukta kullanılan gereç ya da gereçler, bunların kesitleri, detaylandırılması, cam / dolu alan oranlarının uygun seçilmesi gibi etkenler önemlidir. Özellikle, çağdaş yapım ve üretim

teknolojisinin ve yeni gereçlerin kullanımı - rının yaygınlaştığı günümüz yapılarında konu çok daha fazla önem taşımaktadır.

Anahtar sözcükler: Yapı Fiziği, Yapı Kabuğu, Isı, Ses, Isısal Konfor, İşitsel Konfor

GİRİŞ

Yapılarda uygun olan fizik ortamın, bir başka deyişle, türlü yönlerden gerekli olan konfor koşullarının oluşturulmasında etkili olan, ışık,

renk, ses, ısı - nem, güneş ışınimleri, koku ve benzeri gibi fizik etkenler önemli rol oynar. İnsanın dışında olan bu fizik etkenler, mimari düzenlemelerde elde edilen mekanlarda, insanla rın türlü yaşantıları, işlevleri, etkinlikleri ile ilgili ve insanın fizyolojik ve psikolojik özelliklerine ve gereksinmelerine uygun olan ortamların yaratıl masını zorunlu kılar. Yapı içinde ısısal, işitsel ve benzeri yönlerden oluşturulması zorunlu olan konfor koşulları ço ğunlukla yapı kabuğuyla ayrılan iç ve dış çevre etkenlerine bağlıdır.

Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN

İstanbul'da doğdu. İlk öğrenimini Koca Ragıp Paşa ilkokulu'nda, orta öğrenimini Atatürk Kız Meslek lisesi'nde tamamladı. 1961-62 öğretim yılından itibaren Lisans, Yüksek Lisans eğitimini ve tüm akademik aşamalarını bugün YTÜ olan kurumda gerçekleştirdi. Akademik yaşamında, Aydınlatma-Renk, Akustik, Isısal Konfor, Güneş Denetimi gibi Yapı Fiziği kapsamına giren konuların tümü ile ilgili pek çok bilimsel çalışma, araştırma yayını yaptı.

Yapı Fiziği Kürsüsü, Laboratuvarı, Lisansüstü Bilim Dalı'nın kuruluşunda, derslerin verilmesinde, tezlerin yönetiminde etkin görev aldı.

Yurt dışında, başta İngiltere, Hollanda, Belçika olmak üzere, birçok ülkede Mimarlık ve özellikle Aydınlatma konularında incelemeler yaptı, laboratuvar, kurs, seminer programlarına ve konferanslara katıldı. Mimarlık eğitimi üzerinde çalıştı. Üniversite döner Sermaye işletmeleri kapsamında Aydınlatma ve Akustik konularında ölçme, rapor, proje ve çalışmalar yönetti, danışmanlık yaptı.

Asistan temsilciliği, bilim dalı, anabilim dalı, bölüm başkanlıkları ile bölüm, fakülte kurulları ve senato üyelikleri gibi yönetim görevlerinde bulundu. Şu anda, Yapı Fiziği Bilim Dalı Başkanı, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Başkanı, Bölüm Kurulu ve Fakülte Yönetim Kurulu üyelikleri görevini sürdürmektedir. Ayrıca, kurucu üyesi olduğu Türk Akustik Derneği ve Aydınlatma Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulunda Başkanlık ve Başkan Yardımcılığı görevlerini yapmaktadır.

Fiziksel açıdan yapı içi ve dışı arasındaki türlü etkileşimler yapı kabuğu aracılığı ile olur. Bu nedenle iklim dengeli, yapı içinde yapma sistemlere çok ağırlık verilmeyen konvansiyonel yapılarda, yapı kabuğunun biçimlenişinde, gereç, kesit belirlemesi, cam / dolu alan oranlarının iyi seçilmesi gibi etkenler üzerinde önemle durulması gerekir. Yeni ürün, yapı ve yapım teknolojilerinin uygulandığı özellikle çok katlı yapılarda ise, ya

yapı içinde uygun nem ortamını sağlayabilmemesi yapıma sistemlere ağırlıklı olarak gereksinim duyulmaktadır.

Doğaldır ki, yapı kabuğunun konforlaştırma da etkinliği tüm fizik ortam öğeleri yönünden aynı ağırlığı taşımaz. Bu yazıda yapı kabuğu ısı ve ses yönünden ele alınarak ısısal - işitsel konfor ilişkisine değinilecektir.

1. YAPI KABUĞUNDA ISI DENETİMİ - İSİSAL KONFOR İLİŞKİSİ

Bilindiği gibi, termodinamik yasasına göre ısı nın sıcaktan soğuğa akışı kaçınılmaz olup, yapı içi ve dışı arasında da bu akış geçerlidir. Yapı kabuğu çoğu kez ayrı sıcaklıklara sahip iç ve dış çevre arasında bu ısı geçişini belirli oranda engelleyen bir ayırıcı eleman niteliği taşımaktadır. Kuşkusuz, yapı kabuğunun ısısal direnci (ısı geçirgenlik direnci) ne kadar yüksek olursa bir yandan öte yana geçen ısı o oranda azalır. ısısal direnci yüksek olan kabuklar genellikle çift cidarlı ve / ya da yalıtımlı veya oldukça kalın kullanılmış geçreçlerden oluşur.

Yapı kabuğunda değişik oranlarda cam kulla

yazıyor ya da pencereleri özümle tek cam kulla nıldığında, ısısal direnci çok düşük olan öğeler dir. Soğuk ve sıcak hava koşullarında yapı kabu ğunun cam ve dolu alanlarının ayrı ayrı değeren dirilmesi gerekir. Yapı kabuğunda kullanılan de ği şik gereçler ve kesitler kabuğun tümünde ısısal direnç yönünden ayırım gösterir.

Yapı içinde kullanıcıların etkinliklerine göre, bağıl nem, hava devinimleri, sıcaklık ve hacmi çevreleyen öğelerin iç yüzey sıcaklıkları kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu zaman ısısal kon for sağlanır. Ancak, yapı kabuğunun ısısal diren ci düşük olduğu zaman, soğuk hava koşulların da bu kabuğun iç yüzey sıcaklığı konfor sınırları nın altında, sıcak hava koşullarında ise üzerinde olabilir. Hacmin iç hava sıcaklığına göre yaklaşık ± 3 °C' den fazla ayırım gösteren yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı ortalama işinimsal sıcaklık yö nünden konforsuzluk yaratan önemli bir etkidir. Çünkü, kişilerle yüzeyler arasında ışıınım yolu ile ısı alışverişi doğar. Bu nedenle, ısısal diren ci düşük olan kesitlerde, özellikle soğuk hava ko şullarında, iç yüzey sıcaklığı düşeceğiinden, bu yüzeylere yakın bulunan kişilerde ışıınımla olan

Çizelge 1

GEREÇ	NİTELİK	İSİSAL KONFOR (İK)
Taş Duvar	Yoğun taş - sıvasız - 50 cm	Yok
Taş Duvar	Gözenekli taş - sıvalı - 55 cm	Yok
Kerpiç Duvar	Saman katkılı - sıvalı - 55 cm	Var
Tuğla Duvar	Delikli tuğla - sıvalı - 34 cm	Var
Tuğla Duvar	Delikli tuğla - sıvalı - 24 cm	Yok
Tuğla Duvar	Dolu tuğla - sıvalı - 24 cm	Yok
Briket Duvar	Boşluklu beton briket-sıvalı-24 cm	Yok
Ytong Duvar	Harçlı blok - sıvalı - 25 cm	Var
Brüt Beton Duvar	Sıvasız - 20 cm	Yok
Betonarme Perde Duvar	Sıvalı - 20 cm	Yok

Çizelge 2

GEREÇ	NİTELİK	İSİSAL KONFOR (İK)
Delikli Tuğla Duvar	Isı yalıtımlı – 29 cm	Tüm DS için Var
Ytong Duvar	Isı yalıtımlı – 30 cm	Tüm DS için Var
Betonarme Perde Duvar	Isı yalıtımlı – 30 cm	-12 °C DS'ye kadar İK Var
Cift Duvar	Delikli tuğla – sıvalı – 31 cm	-3 °C DS'ye kadar İK Var

Çift Duvar	Isı yalıtımlı – 34 cm	Tüm DS için IK Var
Çift Duvar	Sert tuğla – Ytong – 30 cm	-9 °C DS'ye kadar IK Var
Çift Duvar	Sert tuğla – Isı yalıtımı – Ytong – 33 cm	Tüm DS için IK Var

Çizelge 3

GEREÇ	NİTELİK	ISISAL KONFOR (IK)
Tek Cam	4 mm	Yok
Çift Cam	4/20/4 mm	Yok

ısı kaybı ısıl konforu bozacaktır. Yapı kabuğunda değişik iç yüzey sıcaklığına sahip olan değişik öğeler kişilerde simetrik olmayan bölge lik konforsuzluklara da neden olur.

Çizelge 1'de dış hava sıcaklık değerleri +3 °C ile -24 °C arasında, konfor yönünden iç hava sıcaklık değerleri 18 °C, 20 °C, 22 °C alınmış yapı kabuğunun düşey öğelerini oluşturan ve uygulamaları yaygın olan değişik kesitlerin hesaplanan iç yüzey sıcaklık değerlerine göre, ortalama ışımsal sıcaklık yönünden konfor durumları gösterilmiştir.

Çizelge 2'de aynı sıcaklık koşullarında incelenen yalıtımlı ve çift cidarlı kesitlerin, Çizelge 3'te ise tek ve çift cam için sonuçlar verilmiştir.

Yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığının düşük olması, kabuktan olan ısı kayıplarının da fazla olduğunu gösterir. Bu durum yapıda gerekli sıcaklığın korunması için daha fazla enerji kullanımını zorunlu kılar. Bu durum çevre kirliliği yönünden de olumsuz etkiler getirir.

Ayrıca, yapı kabuğunun tamamen ya da büyük oranda cam olması durumunda, üzerinde durulması gereken bir konu da yoğuşma olayıdır. Nem geçişlerine olanak vermeyen bu gereçlerin iç yüzey sıcaklıklarının bu nedenle de belli koşulları sağlaması gerekir. Kuşkusuz, yapı kabuğunda kesit içinde olabilecek yoğuşma olasılıklarının denetimi de önem taşımaktadır.

Giydirme cephe kullanılan çok katlı yapılarda, sandviç sistemler dışında, ağırlıklı olarak cam kullanılması durumunda, ısı kayıpları önemli bir sorun yaratmaktadır. Dolayısıyla, iklim verilerine göre ve etkin enerji kullanımı yönünden ikili, üçlü ya da dörtlü cam sistemlerinin kullanılması gerekebilir. Bu tür yapılarda ısıl konfor yönünden uygun fizik ortamın yaratılmasında yapı sistemleri (iklimlendirme, ısıtma - soğutma, havalandırma) önem taşır. Bu yönden de kullanışı kolaylaştıran, değişen dış hava koşullarına otomatik uyarlanan bir sistemle uygun enerji kullanımını denetleyen, sıcaklık, nem, hava devinimleri

nin ortamlara ve insan fizyolojisine uygun koşulları yaratan bir sistem olarak akıllı yapı tasarımı kaçınılmaz olmaktadır.

1.1 GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA

Yapı kabuğu oluşturulurken denetimde bir başka önemli konu, edilgen (pasif) sistemle, yapılar da ısı elde edilmesidir. Bu konu düşünülmüş olsun ya da olmasın her yapıda yapı kabuğunun cam + dolu alanları güneş ışınimlarıyla karşı karşıyadır. Cam yüzeylerden içeri giren güneş ışınimlarının yarattığı "ser etkisi" yapı

tenmeyen ısıtıcı etkisinden korunmada ise, yapı yüzünün yansıtma çarpanı ve yapı kabuğunun kesit olarak ısıl direnci önem taşır. Çabuk ısınan, bu ısıyı uzun süre tutan ve iç hacme ileten yapı kabuğunun, sıcak hava koşullarında istenmeyen ve konforu bozan bu etkilerinin denetlenmesi gerekir.

2. YAPI KABUĞUNDA SES DENETİMİ - İŞİTSEL KONFOR İLİŞKİSİ

Yapılarda akustik yönden işitsel konforun sağlanmasında, Hacim Akustiği ve Gürültü Dene

nin içinde ısının artmasına neden olur. Ayrıca, yapı kabuğunun dolu alanlarının dış yüzeylerinin ısınması ve bu ısının içeriye aktarılmasıyla yine hacimde ısı artışı olur. Bu durum, soğuk hava koşullarında ısı girdisi sağladığı için olumludur.

Enerji kullanımı yönünden olabildiğince güneş enerjisinden yararlanılması düşünüldüğünde yapı kabuğunun hem ısı elde edilmesi ve aktarılması, hem de ısının depolanması yönünden özel olarak biçimlendirilmesi gerekir.

1.2. GÜNEŞ IŞINIMLARINDAN KORUNMA

Yapı içine doğrudan giren güneş ışınımının olumsuz etkilerinin önlenmesi için bunların denetlenmesi gerekir. Bu denetimde, yapı kabuğunda planlama ile ilgili yatay, düşey ya da ikisini de içeren güneş kırınlar, kapak, kepenk, panjur, özel camlar ve benzeri öğeler kullanılabilir.

Güneş ışınımının denetimi, yapıda ya da hacimde özellikle fazla ısı yükü oluşturulmaması dolayısıyla soğutma yükünün azaltılması ve ayrıca da görsel konfor yönünden hacimde büyük ışıklılık ve aydınlık ayrımlarının olmaması, kimi zaman da bazı özdeklerin güneş ışınımının bir bölümünün yarattığı olumsuz etkilerden korunması için önem taşır. Bu nedenle sonradan takma elemanların dışında, planlama ve yapı üretimini etkileyen denetim öğelerinin yapı kabuğu ile birlikte düşünülmesi doğru olur.

Dolu alanlara gelen güneş ışınımının is

timi gibi birbirinden ayrı iki konu üzerinde durulması gerekir. İşitsel konfor ile yapı kabuğu ilişkisinde de bu iki ayrı durumun incelenmesinde yarar vardır.

2.1. HACİM AKUSTİĞİ

Hacim içindeki sessel olayları kapsayan bu konu, işitsel konfor yönünden yapı kabuğunun biçimlenişi ile her zaman çok önemli değildir. Ancak, yapı kabuğunun iç yüzeyleri tümüyle hacmi sarıyorsa, özellikle sesin yansımaları ve yutulması yönünden konu önem taşır. Dolayısıyla iç yüzeylerde kullanılan gereçlerin uygun seçilmesi gerekir. Hacmin işlevine bağlı olarak yansımaların belirlenmesinde bu iç yüzeyler etkilidir. Ayrıca, yansıyan seslerin yığınlaşması olayı, hem hacim akustiği hem de gürültü denetiminde önemli yeri olan bir konudur. Örneğin, yapı kabuğu tamamen ya da büyük oranda cam olan yapıların tek mekan olarak kullanılmasında, açık planlı bürolar ve benzerlerinde olduğu gibi, akustik yönden özellikle yansımaya nedeniyle ses düzeyinin artması gibi uygun olmayan durumlarla karşılaşılır. Yine, tek mekan olarak düzenlenen, sinema, tiyatro, konferans salonu gibi hacimlerde ise, işitsel konfor yönünden, çatı ve duvarları kapsayan yapı kabuğunun içinde ikinci bir cidar olarak oluşturulan asma tavanlar ve kaplamalar da kimi zaman ve koşullarda yapı kabuğunun bir parçası gibi düşünülebilir.

2.2. GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Günümüzde dış çevre kirlilik etkenlerinden biri de "gürültü"dür. Yapı dışı ya da kent gürültüsü olarak tanımlanan ve türlü gürültü kaynaklarının oluşturduğu bu gürültü değişik yollarla yapı kabuğunu geçerek yapı içini etkiler. Bu etkilemede, yapı kabuğunun niteliği ve yapının ya da hacmin işlevi önemli rol oynar. Çünkü, her hacmin işlevine göre kabul edilebilir bir fon gürültü düzeyi vardır. Eğer, dış gürültü yapı kabuğundan içeri geçerken fon gürültüsünün üzerinde bir düzey oluşturuyorsa bunun denetlenmesi gerekir. Bu denetimde en etkili yol yapı kabuğunun ses geçiş kaybı (ses geçirmezlik) arttırmaktır. Yapı kabuğunun ses geçiş kaybı, cam / dolu alan oranları ve kabukta kullanılan gereçler etkilidir. Cam / dolu alan oranları, etkinlik yönünden ısı geçişinden

sesteki azalmalarda o oranda artar. Ancak, olayın etkinliğinin logaritmasal olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, dış gürültünün etkili olduğu yapılar da, yüksek ses geçiş kaybı sağlayan yapı kabuğu oluşturulması gerekir.

Yapı kabuğu belli oranda cam ve dolu alanlardan oluşan yapılarda, dolu alanların ağır, masif gereçlerden olması ya da çift kabuk kullanılması, pencerelerin ufak ve en az çift cidarlı yapılmasıyla ses geçiş kayıpları yüksek düzeyde sağlanabilir. Çok katlı ve giydirme cephe kullanılan yapılarda ise, genellikle levha biçiminde gereçlerin (cam, plastik, metal vb.) kullanılması nedeniyle özel önlem alınmazsa yeterli ses geçiş kaybı sağlanması pek olanaklı değildir.

Konvansiyonel yapılarda yapı kabuğunda kullanılan cam (pencereler) gürültü denetiminde en

ayrı bir durum sergiler. Ses geçiş kaybı fazla olan bir cidarda, ses geçiş kaybı az olan bir cidar kullanıldığı zaman, örneğin, taş duvarda açılan ufak bir pencere gibi, bileşik cidar olarak tüm yapı kabuğunun ses geçiş kaybı azalır. Çizelge 4'de yapı kabuğunda değişik oranlarda cam kullanılmasının bileşik cidarın ses geçiş kaybına etkisi gösterilmiştir. Kabukta kullanılan gereçlerin kütlesi ne kadar fazla yani, yoğun olursa, geçen

zayıf öğeleri oluştururken, giydirme cephelerde cam alanlar, plastik ya da metal öğelerden (kimi zaman sandviç sistemler) daha iyi durumu yansıtır. Ancak, dış gürültünün fazla olduğu ortamlarda giydirme cephe olan yapı kabuğunun ikili, üçlü, hatta koşullara göre dördü cam ve / ya da öteki gereçlerle oluşturulması, yapı içinde uygun fizik ortamın yaratılması yönünden kaçınılmaz olabilir.

Çizelge 4

Yapı Kabuğu Cam/Duvar	Sesgeçirmezlik (dB)						R ort.
	Frekans (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	
1/15	30.2	33.8	37.4	41.0	44.6	48.2	37.6
1/7.5	26.8	30.4	34.0	37.6	41.2	44.8	34.2
1/5	25.2	28.8	32.4	36.0	39.6	43.2	32.6
1./3	23.0	26.6	30.2	33.8	37.4	41.0	30.4
1/2	21.2	24.8	28.4	32.0	35.6	39.2	28.6
2/3	19.4	23.0	26.6	30.2	33.8	37.4	26.8
Cam	18.2	21.8	25.4	29.0	32.6	36.2	25.6
Duvar	47.6	51.2	54.8	58.4	62.1	65.7	50.6

SONUÇ

Yapıların mimari biçimlenişlerinde buldukları dış çevre koşulları ve işlevlerine göre uygun fizik ortamın yaratılmasında, yapı kabuğu önemli rol oynar. Bu nedenle yapı içinde oluşturulması gerekli olan ısısal, işitsel ve benzeri konfor koşullarının elde edilmesinde yapı kabuğunda kullanılacak gereçler, kesitler, cam - dolu alanları uygun seçilmesi ve detaylandırılması, bir başka deyişle, iç - dış koşullara göre yapı kabuğunun denetimi (ve / ya da yalıtımı) gerekir. Aksi durumda, görüntü olarak çağdaş, ya şantı olarak insanlara gerekli konfor koşullarını sağlamayan yapılar ortaya çıkar.

Yapı içinde uygun fizik ortamın yaratılmasında yapma sistemlerin önemi yadsınamaz. Örneğin, lamba ışığı ile aydınlatma, ısıtma, havalandırma ya da iklimlendirme vb. gibi. Yapma sistemlerin başarılı olması, fiziksel çevre etkenleri ile ilgili verilerin doğru saptanması ve yapı kabuğunun uygun biçimlenişi ile olanaklı olup, ayrıca yapma sistemlerin teknolojisi ve planlaması ile yakından

naklıdır. Belirlenen düzenlerin bilgisayar aracılığı ile işlerliğinin ve denetiminin sağlanması ise, akıllı yapı tasarımı ile gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Şerefhanoglu, M., "Yapılarda Dış Gürültü Açısından Tek ve Çift Cam Yüzeyler, (Pencere ler)", İDMMA Basımevi, Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları-5, 1981.
2. Şerefhanoglu, M., "Yapılarda Isısal Konfor ve Cam Yüzeyler", İDMMA Basımevi, Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları - 13, 1981.
3. Şerefhanoglu, M., "Yapıların Dış Duvarlarının İç Yüzey Sıcaklığı ve Isısal Konfor", Dış Duvar Malzemeleri, Isı İzolasyon Malzemeleri, Isı Yönetmeliği Semineri, Yapı Endüstri Merkezi, 25 Ocak 1984, İstanbul
4. Şerefhanoglu, M., "Yapı Kabuğunun Ses geçirmeziğine Cam / Dolu Alanların Etkisi", Yapılarda Akustik ve Aydınlatma Semineri, 27 Mart 1986, İstanbul.
5. Fanger, P.O., "Thermal Comfort" Mc Graw -

ilgilidir.

Yapı fiziği ile ilgili yapma sistemlerin uygun se -
çimi ve planlaması öncelikle bu konudaki sorunla -
rı çözmek ve insanlar için buldukları ortamlara -
en uygun koşulları yani, konforu yaratmakla ola -

Hill Book Company USA, 1972.

6. *Close, P.D., "Sound Control and Thermal
Insulation of Buildings" Reinhold Pubb Corp.
USA, 1966.*