

M M G A R O N

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MİMARLIK FAKÜLTESİ E-DERGİSİ
YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY FACULTY OF ARCHITECTURE E-JOURNAL

PLANLAMA, MİMARLIK, TASARIM VE YAPIM
PLANNING, ARCHITECTURE, DESIGN AND CONSTRUCTION

CİLT (VOLUME) 6 - SAYI (NUMBER) 1 - YIL (YEAR) 2011

TÜBİTAK ULAKBİM, EBSCO Host Art & Architecture Complete, DOAJ ve Gale/Cengage Learning dizinlerinde yer almaktadır.
Indexed in TUBITAK ULAKBIM, EBSCO Host Art & Architecture Complete, DOAJ, and Gale/Cengage Learning.





M M G A R O N

PLANLAMA, MİMARLIK, TASARIM VE YAPIM
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MİMARLIK FAKÜLTESİ E-DERGİSİ

PLANNING, ARCHITECTURE, DESIGN AND CONSTRUCTION
THE E-JOURNAL OF YTU FACULTY OF ARCHITECTURE

GENEL YAYIN YÖNETMENİ (MANAGING DIRECTOR)

Murat SOYGENİŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Dekanı

EDİTÖR (EDITOR)

Faruk TUNCER

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

YARDIMCI EDİTÖRLER (CO-EDITORS)

Yiğit EVREN (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü*)

M. Tolga AKBULUT (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*)

YAYIN KURULU (ASSOCIATE EDITORS)

Alev Erkmen ÖZHEKİM (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*)

Aynur ÇİFTÇİ (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*)

Ebru SEÇKİN (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü*)

Elif Örnek ÖZDEN (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü*)

Sevgül LİMONCU (*Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*)

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU (EDITORIAL BOARD)

- | | |
|--|--|
| Ali MADANIPOUR (<i>Newcastle Üniversitesi, İngiltere</i>) | Harun BATIRBAYGİL (<i>Okan Üniversitesi</i>) |
| Anna GEPPERT (<i>Paris Üniversitesi, Sorbonne, Fransa</i>) | Hüseyin CENGİZ (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) |
| Arzu ERDEM (<i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>) | Izabela MIRONOWICZ (<i>Wroclaw Teknoloji Üniversitesi, Polonya</i>) |
| Ashraf SALAMA (<i>Katar Üniversitesi, Katar</i>) | İclal DİNÇER (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) |
| Ayşe BALANLI (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | İlhan ALTAN (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) |
| Ayşe Nur ÖKTEN (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | John LOVERING (<i>Cardiff Üniversitesi, İngiltere</i>) |
| Brian CARTER (<i>Buffalo Üniversitesi, ABD</i>) | Manuel da COSTA LOBO (<i>CESUR, Teknik Enstitüsü, Portekiz</i>) |
| Bülent TARIM (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Michael LUCAS (<i>California Politeknik Üniversitesi, ABD</i>) |
| Can BİNAN (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Murat ŞAHİN (<i>Yeditepe Üniversitesi</i>) |
| Cengiz CAN (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Peter ACHE (<i>Helsinki Teknoloji Üniversitesi, Finlandiya</i>) |
| Deniz İNCEDAYI (<i>Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi</i>) | Robert G. SHIBLEY (<i>Buffalo Üniversitesi, ABD</i>) |
| Dennis A. ANDREJKO (<i>Buffalo Üniversitesi, ABD</i>) | Seda TÖNÜK (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) |
| Ferah AKINCI (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Simin DAVOUDI (<i>Newcastle Üniversitesi, İngiltere</i>) |
| Feridun ÇILI (<i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>) | Steve BADANES (<i>Washington Üniversitesi, ABD</i>) |
| Funda KERESTECİOĞLU (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Suna GÜVEN (<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>) |
| Gül AKDENİZ (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Suha ÖZKAN (<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>) |
| Gülay KELEŞ USTA (<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>) | Willem SALET (<i>Amsterdam Üniversitesi, Hollanda</i>) |
| Gülay ZORER GEDİK (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Yehuda KALAY (<i>The Technion, İsrail / California Üniversitesi, Berkeley, ABD</i>) |
| Gülçin PULAT GÖKMEN (<i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>) | Zekiye YENEN (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) |
| Güner YAVUZ (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) | Zeynep ENLİL (<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>) |
| Güven Arif SARGIN (<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>) | |
| Güzin KONUK (<i>Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi</i>) | |

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi adına

Sahibi (Owner) Murat SOYGENİŞ
Genel Yayın Yönetmeni (Managing Director) Murat SOYGENİŞ
Editör (Editor) Faruk TUNCER
Editör yardımcıları (Co-Editors) Yiğit EVREN
M. Tolga AKBULUT

Yazışma adresi (Correspondence address) Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,
Merkez Yerleşim, Beşiktaş, 34349 İstanbul, Turkey

Tel +90 (0)212 2366537
Faks (Fax) +90 (0)212 2610549
e-posta (e-mail) megaron@yildiz.edu.tr
Web www.megaronjournal.com

Yayına hazırlama (Publisher): KARE Yayıncılık

Tel: +90 (0)216 550 6 111 - Faks (Fax): +90 (0)216 550 6 112 - e-posta (e-mail): info@kareyayincilik.com.tr

Yayınlanma tarihi (Publication date): Eylül (September) 2011

Yayın türü (Type of publication): Süreli yayın (Periodical)

Sayfa tasarımı (Design): Ali CANGÜL

İngilizce editörü (Linguistic editor): Katherine HUNTER

Megaron amblem tasarımı (Emblem): M. Tolga AKBULUT

Dört ayda bir yayınlanır. (Published three times a year).

Megaron Dergisi 2008 yılından itibaren EBSCO Host Art & Architecture Complete tarafından taranmaktadır. Dergi 07.04.2008 tarihinde TÜBİTAK tarafından ULAKBİM Sosyal Bilimler Veri Tabanı listelerinde "Ulusal Hakemli Dergi" statüsüne alınmıştır.

DOAJ, Gale/Cengage Learning'de dizinlenmektedir.

As from 2008 Megaron has been indexed in EBSCO Host Art & Architecture Complete. On 07.04.2008 it was recognised as national refereed journal in the Social Science Data Base of ULAKBİM by TUBITAK. Indexed in DOAJ, Gale/Cengage Learning.

© 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2011 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Türkçe ve İngilizce tam metinlere İnternet ulaşımı ücretsizdir. (www.megaronjournal.com)
Free full-text articles in Turkish and English are available at www.megaronjournal.com.

İçindekiler / Contents

Giriş

Soygeniş M iv

Editörden

Zorer Gedik G, Sakinç E v

MAKALE (ARTICLES)

Enerji Performansına Dayalı Tasarımda Analiz ve Simülasyon

Analysis and Simulation on Energy Performance Based Design

Ulukavak Harputlugil G 1

Periyodik Rejimde Yalıtımlı ve Yalıtımsız Betonarme Duvarlarda Yoğuşma Denetimi: Edirne Örneği

Condensation Control of Insulated and Uninsulated Concrete Walls in the Periodic Regime: The Case of Edirne

Umaroğulları F, Zorer Gedik G, Mihlayanlar E 13

İstanbul'da Mevcut Çatı Sistemi ile Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi Isıl Performanslarının Karşılaştırılması
Değerlendirilmesi

*Comparative Assessment of Thermal Performance of Existing Roof System and
Retrofitting Green Roof System in Istanbul, Turkey*

Türkeri N, Altun MC, Göçer C 21

Farklı Cam Türleri ve Yönlere Göre Pencere/Duvar Alanı Oranının Bina Enerji Performansına Etkisi:
Eğitim Binası, İzmir

*Impact of Window-to-Wall Surface Area for Different Window Glass Types and Wall Orientations on
Building Energy Performance: A Case Study for a School Building Located in Izmir, Turkey*

Yıldız Y, Göksal Özbalta T, Durmuş Arsan Z 30

Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi

Investigation of Educational Buildings in Terms of Daylighting Performance

Erlalelitepe İ, Aral D, Kazanasmaz T 39

İşitsel Peyzaj Kavramı ve Kapalı Mekanların Akustik Konfor Değerlendirmesinde Kullanılabilirliği

Soundscape and the Adaptation of Soundscape to Covered Spaces

Özçevik A, Can ZY 52

Bir Kültür Mirasının Çok İşlevli Bir Yapı Kompleksine Dönüştürülmesinin Sürdürülebilirlik Bağlamında
İncelenmesi; Fiume Veneto Örneği

*Analysing the Conversion of a Cultural Heritage to a Multi-functional Complex in
the Context of Sustainability: Example of Fiume Venetos*

Say Özer Y, Özer NO 60

Yazarlara Bilgi 68

Information for the Authors 69

Giriş

Mimarlık fakültemizin yayınladığı ulusal hakemli dergi olan MEGARON yeni yayın döneminde yeni açılımlarla yayınlanmaya devam ediyor. Yeni dönemde yayın kurulunun ulusal ve uluslararası üye sayısını zenginleştirdik. MEGARON çalışma grubu olarak yaptığımız toplantılarda yayın kurulunda bulunan üyelerle statik değil, dinamik bağlar kurmayı ve güçlendirmeyi öngördük. Bu öngöründe kurul üyeleri ile ortak aktivitelerin düzenlenmesi de yer almaktadır. Bu bağlamda Güz 2011 ve Bahar 2012 dönemlerinde MEGARON Yayın Kurulunda görev yapan yurtdışı katılımcılardan bazılarının fakültemizi ziyareti planlanmaktadır. Katılımcıların fakültemizde lisans ve lisansüstü düzeylerde seminerler vermesi ve jüriye katılması planlanmaktadır. Fakültemizin ev sahipliği yapacağı uluslararası bir toplantıyı, yine uluslararası indeksli bir dergi ve MEGARON birlikte düzenlemektedir. Bu toplantıda sunulan bildirimlere her iki dergide de yer verilmesi planlanmaktadır. Benzer şekilde kuruldaki yurtiçi katılımcılarla da süre giden bir iletişim ve işbirliği içindeyiz.

MEGARON'un yayınlanmasını üstlenmiş olan yayıncı derginin uluslararası indeksli bir dergi olabilmesi için çalışmaktadır. Umuyorum ki bu çalışmalar kısa sürede olumlu sonuçlanacaktır.

MEGARON'un bugüne gelmesi için yayın ve editörler kurulunda emek veren herkese, destek veren kurum ve kişilere, makale göndererek dergiye katkıda bulunan bilim insanlarına en içten teşekkürlerimle.

Prof. Dr. Murat SOYGENİŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dekanı

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nin Ardından

Sınırsız insan gereksinimleri ile dünyanın sınırlı olanakları arasında bir denge oluşturarak, insanın doğadan yararlanmasını gelecekte de sürebilmesini hedefleyen sürdürülebilirlik düşüncesi, günümüzde yapının tanım ve kapsamını genişletmiştir. Ayrıca birçok ayrı konunun bir arada değerlendirilmesini zorunlu kılarak, yeni tasarım yöntemlerinin gelişmesine neden olmuş ve yapı sektöründen beklentileri derinden değiştirmiştir. Sürdürülebilir yapıların değerlendirilmesi için birçok ayrı sertifikasyon sisteminin gelişmesinin de işareti gibi bu yapıların, insan sağlığı, konforu, çevre, enerji, ekonomi, estetik, sağlamlık, işlevsellik, güvenilirlik gibi birçok konuyu kapsayan yüksek performans hedeflerini sağlaması beklenmektedir.

İç ve dış ortam koşulları birçok ayrı etkene bağlıken, özellikle yapı kabuğu parametreleri oldukça belirli ve sınırlıdır. Buna rağmen, yapı kabuğunda yapılacak her türlü değişiklik, iç ortam koşullarında birçok durumun bir arada değişmesine neden olur. Bu durum, uzun tasarım süreci sonunda tek ve bütün bir ürün olarak ortaya çıkan yapıda, birçok ayrı konunun optimize edilmiş olmasını gerektirmektedir. Günümüzde iyi nitelikli yapıdan anlaşılan, yalnızca estetik, enerji, biçim, konfor vb konulardan bir ya da birkaçı ile öne çıkması değil, bunların arasındaki dengeyi sağlayarak, bir bütün olarak tüm beklentileri karşılama sürecidir. Bunun gerçekleşmesi ise ancak, sürdürülebilirlikle kapsamı artan, fizik ve insan konularının tümünü kapsayan yapı fiziği bilgisinin tasarım ve uygulama sürecinde etkin biçimde kullanılması ile olanaklıdır.

Ayrı tasarım sorunlarını aynı faktörlerin etkilemesi ve farklı çözümlerin aynı yapı öğelerinde elde edilmesi, tüm tasarım süresince yapı fiziği konularının ve etkileşiminin iyi anlaşılacak ve bir arada değerlendirilerek kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. İstenen sonuçların elde edilebilmesi için yapı fiziği konularının, analiz çalışmalarından başlayarak, ön tasarım, tasarım, gelişmiş tasarım ve uygulama aşamalarından oluşan tüm süreç boyunca temel tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi zorunludur.

Günümüzde yapı kavramı çok daha kapsamlı olan performans kavramı ve bütünlük bakış açıları ile ele alınmakta buna bağlı olarak da Yapı Fiziği bugün kulla-

nıcı konfor koşullarının sağlanmasının ötesinde yapılar da, enerji gereksiniminin azaltılması, enerjinin etkin kullanımı, insan sağlığı ile ilgili konularda da etkin olarak değerlendirilmektedir.

Özetle, yapı fiziği bilgisi, “ne yaparsam ne olur” ve “nasıl gerçekleşir” soruları için sağladığı öngörüm ile yapı tasarımında, “nasıl yaparsam ne olur” sorusuyla da yapının uygulama aşamasında etkili olmakta ve yapı üretiminde belirleyici bir köşe taşı olarak ortaya çıkmaktadır. Yapı fiziği, tasarımdaki sınırlayıcı tüm zorunluluk ve zorlukları, yenilikçi ve yaratıcı ortamlara çevirmenin ve aynı zamanda hem zarif hem yüksek performanslı yapıların üretilebilmesi için gerekli anahtar bilgileri barındırmaktadır. Buradan da, yapı dünyasında her zaman bir tartışma konusu olan “mimarlık sanat mıdır bilim midir?” sorusu bağlamında, yapı fiziği alanının mimaride sanat ve mühendislik arasındaki bütünlüşmeyi sağlayacak güçlü bir bağ, yapının bilimle doku- nan bir sanat eserine dönüşmesini sağlayacak bir disiplin olduğunu söyleyebiliriz.

Bu bakış açısıyla, Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Bilim Dalı, mimari tasarım ile Yapı Fiziği Konularının ilişkisini ortaya koymak ve bu alanda çalışan kişi ve kurumların etkileşimini sağlamak amacıyla Mart 2010'da Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresini düzenlemiştir.

YTÜ, FBE Mimarlık Anabilimdalı Yapı Fiziği Lisansüstü (YFLÜ) programının 30. yıl kutlama etkinlikleri kapsamında düzenlenen bu kongrede, gerek mimari tasarımlara Sürdürülebilirlik bağlamında yaklaşılarak çözüm geliştiren, gerekse Yapı Fiziği alanında ülkemizde araştırma, tasarım, üretim, uygulama yapan kişi ve kuruluşlar, gelişmeleri tartışarak, bilgi alışverişinde bulunmuştur. Kongreye destek sağlayan kuruluşlara, ürünlerini tanıtmaya ve sergilemeye, katılımcılarla buluşma olanağı sağlanmıştır.

İki gün süren kongrede hakemlerin görüşü doğrultusunda kabul edilen 63 bildiri ülkemizin çeşitli üniversitelerinde görev yapan öğretim elemanları tarafından, sürdürülebilirlik- tasarım ve yapı fiziği ilişkisi, enerji etkin tasarım, aydınlatma ve akustik alanlarında gruplanarak 10 farklı oturumda sunulmuştur. Daha önce de duyurulduğu gibi, kongrede sunulan bildiriler arasın-

dan niteliklerine göre seçilenler, makale niteliğine uygun hale getirilmiş ve YTÜ Mimarlık Fakültesi hakemli dergisi olan MEGARON'un (e-dergi) hakem kurulu üyeleri de göz önünde tutularak oluşturulan yeni bir bilimsel kurul tarafından değerlendirilerek, bu sayı için yayına hazırlanmıştır.

Bu sayıda sunulan 7 makale; tasarımın enerji performansının analizi ve simülasyonu, betonarme yapı kabuğu ve bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin ısı ve nem performansı, farklı yön ve cam türlerinde saydamlık oranının bina enerji performansına etkisi, eğitim yapılarının doğal aydınlatma performansı, işitsel peyzaj ve akustik konfor değerlendirmesi ve sürdürülebilirlik bağlamında mimari tasarım yarışması kapsamında bir fabrika yapısının çok işlevli yapıya dönüştürülmesi konularında güncel ve gelecek çalışmalara katkı sağlayacak çalışmalardır. Kongrede sunulan bildiriler, sürdürülebilirlik kapsamında birçok konuda ayrı ayrı çalışmaların yapıldığını ortaya koymuştur. Oysa daha önce de belirtildiği gibi uzun bir tasarım süreci sonunda yapı tek ve bütün bir ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum optimizasyonu zorunlu kılmaktadır. Kongre bildiri-

leri, Yapı Fiziği bilgisinin tasarım ve uygulama sürecinde etkinliğini ve önemini göstermiştir. Günümüzde iyi nitelikli yapıdan anlaşılan yalnızca fonksiyon ve estetik kaygı değil, enerji ve konforun da bütüncül bir yaklaşımla ele alındığı ve konular arasında amaca uygun olarak bir dengenin sağlandığı bir yaklaşımdır. Bildirileri ve makaleleri ile kongreye ve Megaron dergisinin bu sayısına bilimsel katkı yapan yazarlarımıza ve çeşitli üniversitelerden hakemlik görevi yaparak Megaron dergisinin bu sayısını destekleyen hakemlere teşekkür ederiz.

Ayrıca, YFLÜ programının kuruluşundan günümüze özverili çalışmalarını sürdüren, Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nin Düzenleme Kurulu Başkanı değerli hocamız Sayın Müjgan Şerefhanoglu Sözen'e, Megaron'un bu sayısının düzenlenmesinde destek ve katkılarından ötürü geçmiş dönem Genel Yayın Yönetmeni Sayın Zekai Görgülü'ye, yeni dönem Genel Yayın Yönetmeni Sayın Murat Soygeniş'e, Editör Sayın Faruk Tuncer'e ve Yardımcı Editör M. Tolga Akbulut'a, sekreteryaya görevini yüklenerek bu sayının hazırlanmasında özverili çalışmalar yapan Arş. Gör. Aslı Özçevik'e teşekkürlerimizi sunarız.

Gülay ZORER GEDİK

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bd., İstanbul
ggedik@yildiz.edu.tr

Esra SAKINÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bd., İstanbul
esakinc@yildiz.edu.tr

Sayı Editörleri

Enerji Performansına Dayalı Tasarımda Analiz ve Simülasyon

Analysis and Simulation on Energy Performance Based Design

Gülsu ULUKAVAK HARPOTLUGİL¹

Sürdürülebilirlik, ilişkilendirildiği sektöre bağlı olarak çok çeşitli tanımlar alabilmektedir. Yapı sektöründe bu tanım, “yüksek performanslı bina” gereklilikleri ile örtüşmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir tasarım gerçekleştirebilmek için tasarım süreci başından itibaren performans değerlendirme zorunlu hale gelmiştir. Tasarım süreci boyunca tasarım kararlarının ve dolayısıyla bina performansının değerlendirilmesine yönelik olarak bina performans modelleme/simülasyon araçları giderek önem kazanmaktadır. Bina performans simülasyonlarının daha etkin kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda tasarım sürecinin başından itibaren değerlendirme önemli bir yer edinmektedir. Bu makale ile bina performansı, mimari tasarım süreci ve bina performans simülasyonları gibi anahtar kavramlar ile ilgili genel tanımlamalar yapılmakta ve yüksek performanslı bina tasarımında, özellikle enerji performansının öncelikli önem kazandığı tasarım süreci irdeleyerek, süreç içinde bina simülasyonunun ve enerji analizinin yeri sorgulanmaktadır. Ayrıca, yüksek performanslı bina elde edilebilmesine yönelik, tasarım süreci içinde kullanılacak tasarım kılavuzlarının oluşturulabilirliği de tartışmaya açılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Bina performans simülasyonu; enerji analizi; performans değerlendirme; tasarım kılavuzu; yüksek performanslı bina tasarımı.

The definition of sustainability varies depending on the sector to which it is related. In the building sector, sustainability mainly covers “high performance building” requirements. Thus to achieve sustainable design, it is necessary to carry out a performance assessment during the design process.. In order to assess design decisions and, subsequently, building performance during the design process, building performance modelling/simulation tools have gradually become more important. In studies focusing on improving building performance simulation, assessment in the early phases of design has become the main focus in recent times. In addition to several key issues - defined within the paper as building performance, design process and building performance simulation, this paper aims to reveal the current status of energy analysis and simulation in high performance building design by evaluating the current design process. Through defining components and effective areas of analysis and simulation with the aim of achieving high performance buildings, a discussion about the possibility of developing design guidelines is introduced.

Key words: Building performance simulation; energy analysis; performance assessment; design guideline; high performance building design.

¹Karabük Üniversitesi, Safranbolu Fethi Toker Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Karabük

¹Department of Architecture, Karabuk University, Fethi Toker Fine Arts and Design Faculty, Karabuk, Turkey

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

Giriş

Literatüre bakıldığında, binaların performans karakteristiğini tanımlayan çeşitli terminolojilerin kullanıldığı görülmektedir. Yüksek performans elde edebilme bağlamında farklı tanımlamalar yapılabilmektedir. En sık rastlanılan terimler ise, “yeşil bina”, “sürdürülebilir bina” ve yüksek performanslı bina” olarak sıralanabilir. Bina performansını, sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde beklentilerin en uygun şekilde karşılanması olarak yorumlamak mümkündür. Bu beklentiler, insanın varlığını sürdürebilmesi, nitelikli bir yaşamının olabilmesi, ekosistem dengelerini bozmadan çevre kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, uzun dönem çözümler üretmek için gerekli olan tüm etkinlikler olarak tanımlanabilir. Tüm bu beklentiler aynı zamanda sürdürülebilir mimarlığın temel hedefidir. Bu nedenle, mimarlığın “yeşil (*green*)”, “sürdürülebilir (*sustainable*)”, “çevresel (*environmental*)” veya “ekolojik (*ecological*)” kavramlarından herhangi biri ile ifade edilmesinin önemli olmadığı söylenebilir.¹

Bu çerçeveden bakıldığında, hangi ifade kullanılırsa kullanılsın, yüksek performanslı bina elde etmenin en önemli birkaç yararı; (a) doğal kaynakların kullanımının azaltılması, (b) maliyetin düşürülmesi (c) kullanıcı konforu ve sağlığının iyileştirilmesi ve (d) bölgesel altyapının tahribatının azaltılması ile yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, olarak sayılabilir.²

Diğer taraftan, tasarım süreci boyunca performans gerekliliklerinin sorgulanması tasarım sürecinde tasarımcıya alternatifler içinden seçim yapmayı kolaylaştıracak destek sistemlerin kullanımını gerektirir. Bu özellikle tasarımın ilk aşamalarında henüz seçenekler çok çeşitliken ve kararlar belirsizken önemlidir. Bu nedenle araştırmacılar tasarım sürecinin ilk aşamasında kullanılacak destek sistemlerin iyileştirilmesi üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir.³ Bu noktada bina performans simülasyonlarının bir destek sistem olarak hangi süreç kesitlerinde ve nasıl kullanılması gerektiği önem kazanmaktadır.

Yüksek performanslı binanın başarısı, tasarımının başından itibaren, disiplinler arası bir ekip tarafından binaya entegre sistemler bütünü olarak yaklaşılması ile sağlanır. Bu noktada performansın sınanması için tasarım sürecinin her aşamasında performans simülasyonu gerçekleştirmek ve sonuçları tanımlı sınır değerler bağlamında yorumlamak uygun olur.

Bu çalışma ile amaç, performansa dayalı tasarım yaklaşımının vurgulanmasını sağlamaktır. Önemli bir tasarım kararı destek sistemi olan bina performans simülasyonlarının tasarım süreci erken evrelerinde et-

kinliğinin nasıl değerlendirilebileceğini ve bu amaca hizmet edecek bir tasarım kılavuzunun oluşturulabilme potansiyelini tartışmaktır.

Bina Performansı Tanımı

Bina performansı için geliştirilen pek çok tanımlama var olmakla birlikte, Uluslararası Mimarlar Birliği-AIA (*Association of International Architects*) tarafından deklare edilen ve bina performansı hedefini veya amacını belirleyen tanımlamalar şöyledir:⁴

“...binalarda fonksiyonel ve çevresel kaliteye dayalı (örn. Isıl konfor, iç ortam havası, akustik, görsel kalite gibi) bireysel etkinliği sağlamak,

...binalarda bütünlüğe dayalı (örn. esneklik, dayanıklılık, strüktürel ve yangın güvenliği gibi) organizasyonel etkinliği sağlamak,

...bina yakın çevresinin kaynak dağılımı ve entegrasyonuna dayalı (örn. malzeme, arazi, su, enerji, atık, alt yapı gibi) toplumsal etkinliği sağlamak.”

Performans-bazlı bina, hangi amaçla inşa edilecekse, o amaca yönelik ihtiyacı barındırmalıdır. Bu bağlamda tasarım aşaması son derece önemlidir, çünkü binanın kullanım sürecindeki performansını belirleyecek pek çok karar bu aşamada alınmaktadır. “Yüksek performanslı bir bina” tasarlayabilmek için, binanın amaçlanan kullanımı tam karşılaması, bir başka deyişle tasarımcıların kullanıcı gerekliliklerini tam olarak anlaması son derece önemlidir, ancak yeterli değildir. Tasarımcı aynı zamanda binanın kullanıcı gerekliliklerini karşılamak için hangi özelliklere sahip olması gerektiğini de anlamış olmalıdır. Bu gereken özellikler, çözümden bağımsız, hesaplanabilir terimler halinde ifade edildiğinde, “performans gereklilikleri”nden söz ediliyor demektir.

Spekkink’e⁵ göre bir kullanıcı ihtiyacı, pek çok performans gerekliliğinin tanımlanmasını zorunlu kılar. Burada iki farklı dilden söz edilmektedir. Kullanıcı ihtiyacı dili, kullanıcının iyi anladığı ve çoğunlukla işleve yönelik gerekliliği ortaya koyan bir dildir. Örneğin kullanıcı ihtiyacı olarak, ihtiyaç programında da yer aldığı şekliyle “En fazla 25 kişi ile farklı oturma düzeninde (yuvarlak masa veya derslik) toplantı yapabilme imkanı sağlayacak bir mekan” tanımlanmaktadır. Diğer yandan perfor-

¹ Çelebi, vd. 2008, s. 12

² Harputlugil ve Hensen, 2006, s. 333-343.

³ Hopfe, vd. 2005, s. 1-16.

⁴ Bullen, 2006.

⁵ Spekkink, 2005, s. 29.

Tablo 1. RIBA çalışma planı ile TMMOB standart mimarlık hizmetleri iş aşamaları karşılaştırması

RIBA çalışma planı	Gruplama	TMMOB standart mimarlık hizmetleri iş aşamaları
A Ön değerlendirme	Tasarım öncesi çalışmalar	A Hazırlık ve ön etüd çalışmaları
B Programlama		
C Konsept tasarım	Tasarım çalışmaları	B Ön proje çalışmaları
D Tasarım geliştirme		C Kesin proje çalışmaları
E Teknik tasarım		D Uygulama proje çalışmaları D-1 Uygulama projesi D-2 Sistem ve montaj detayları D-3 İmalat detayları
F Üretim bilgisi	Yapım hazırlığı	D Uygulama proje çalışmaları
G Teklif hazırlama		D-4 Teknik şartnameler
H Teklif sunma		D-5 Metraj, keşif, maliyet analizi E İhale çalışmaları
J Saha çalışmaları	İnşaat	F Uygulama denetimi çalışmaları
K İnşaat tamamlama		G Kabul-Teslim
L Geri besleme	İnşaat sonrası	H Geri besleme çalışmaları

mans gerekliliği sıradan bir kullanıcı için bir anlam ifade etmeyen, bir uzmanlık dilidir. Örnekte verilen mekanın performans ihtiyaçları şöyle sıralanabilir;

- Gereken mekan: 3 m²/kişi;
- Mekan biçimi: En/ boy oranı < 1,5:1;
- Havalandırma: Her bir kişi ve her saat için 30 m³ taze hava;
- İç ortam hava sıcaklığı: 19°C < t < 21°C;
- Arka plandaki gürültü düzeyi (dış ortam kaynaklarıyla oluşan): En fazla 35dB (A);
- Reverberasyon süresi: 0,8 - 1,0 sn;
- Masa üstü aydınlatma düzeyi: En az 500 lux.

Buradaki en hassas nokta, kullanıcı ihtiyacının performans gerekliliğine çevrilmesidir ve bu uzmanlık gerektiren bir iştir. Bu çeviri bir kez gerçekleştiğinde, artık tasarımda “performansa dayalı değerlendirme” mümkün kılınmaktadır.

Mimari Tasarım Süreci İçinde Bina Performansını Değerlendirme Yolları

Tasarım süreci, tasarımcının problemle karşılaştığı ilk basamaktan, çözümü ortaya koyduğu son basamağa dek geliştirdiği bir dizi işlemler zinciri olarak tanımlanabilir. Literatüre bakıldığında mimari tasarım sürecinin farklı bakış açılarıyla, farklı basamaklardan oluşan bir süreç olarak ele alındığını görmek mümkündür.^{6,7}

Tasarım pratiğine yönelik olarak planlanmış süreç sınıflandırmalarından biri olan RIBA'nın⁸ (*Royal Institu-*

te of British Architects) ayrıntılı olarak ele aldığı, içinde tasarım sürecini de içeren bir “bina elde etme süreci” olan “Çalışma planı” on bir aşamadan oluşmaktadır (Tablo 1). Bu aşamaları, çizelgede görüldüğü gibi “tasarım öncesi çalışmalar”, “tasarım çalışmaları”, “yapım hazırlığı”, “inşaat” ve “inşaat sonrası” olmak üzere beş grupta toplamak mümkündür.

RIBA çalışma planına çok benzer bir başka plan ise, TMMOB Mimarlar Odası'nın “Serbest Mimarlık Hizmetleri Uygulama ve Mesleki Denetim Yönetmeliği”nde⁹ yer alan “Standart Mimarlık Hizmetleri” başlıklı altında sıralanan sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırmanın, “tasarım çalışmaları” bölümü, bina elde etme sürecinin “mimari tasarım” kısmını oluşturmakta, yani “tasarım süreci”ni belirlemektedir. Hem RIBA'nın Çalışma Planı, hem TMMOB'nin “Standart Mimarlık Hizmetleri” iş aşamaları mimari tasarım sürecini üç alt sınıfa ayırmaktadır.

1. Ön Proje Çalışmaları: Bu aşamada yapılan tasarım çalışmaları, Hazırlık ve Ön Etüd çalışmalarında (A iş aşaması) belirlenmiş, yorumlanmış ve değerlendirilmiş bilgilerin projede yansıtılmasını amaçlamaktadır. Bu aşamada, kaynak kaybının önlenmesi, ekonomik, sağlam, güvenli, kullanışlı, çevresi ile uyumlu yapıların gerçekleştirilmesi amacıyla, ihtiyaç programının, iş-

⁶ Schwenck ve Sarıyıldız, 1997, s. 1-6.

⁷ Lawson, 1997, s. 32-35.

⁸ RIBA, 2008, s.1.

⁹ TMMOB, 2005, s. 1-15.

lev şemasının, arsa, altyapı, iklim, kadastro, imar durumu, doğal yapı, çevre düzeni, işveren istekleri, vb. veriler ile mimarın aldığı kararların kesinleşmiş olması gerekir. Bu bağlamda TMMOB, ön projede “iklim verilerinin değerlendirilmesi, iklim özelliklerine göre alınan önlemlerin saptanması, çevre yapıların ve doğa özelliklerinin belirlenmesi ve alınan önlemlerin tasara yansıtılması, yapıda genel olarak kullanılacak malzemelerin belirlenmesi”ni şart koşturmaktadır.¹⁰

2. Kesin Proje Çalışmaları: Bu aşama, gerçekleştirilecek yapının mimarisi ve yapım tekniği konularında daha ayrıntılı ve kesinleşmiş bilgiler ve etütler içerir, ön proje çalışmaları sırasında yeterince değerlendirilemeyen ya da tasara yansıtılmayan veriler kesin proje aşamasında değerlendirilir. Bu aşamaya ilişkin ön projede sağlanması gereken gereklilikler yanı sıra “su, ısı ve ses yalıtımları özelliklerinin belirlenmesi, ısıtma, soğutma, iklimlendirme, havalandırma prensiplerinin belirlenmesi ve tasara yansıtılması, yangına karşı önlemlerin tasara yansıtılması, yapıda kullanılacak malzemelerin kesinleştirilmesi” gerekliliği belirtilmektedir.¹⁰

3. Uygulama Proje Çalışmaları: TMMOB Uygulama proje çalışmalarını beş alt aşamaya bölmektedir. Bu alt aşamalardan üçü tasarım çalışmaları içinde, ikisi ise yapım hazırlığı içinde yer alması uygun olacaktır. Tasarım çalışmalarını içeren üç aşamanın ilki yapının inşa edilebilmesi için, mühendislik projelerinin tüm yapım özelliklerini ve ölçülerini, yapıda yer alan tüm donatım sistemlerinin yapıyı etkileyen bütün elemanlarını, sistem detaylarının ve imalatlarla ilgili tüm bilgileri ve referansları, montaj özelliklerini içeren, gerekli tüm ölçülerin ve malzemelerin yazıldığı projelerdir. Diğer iki aşama olan sistem ve montaj detayları ile imalat detayları alt aşamaları, ilk aşama ile birlikte yürütülmek zorundadır.¹⁰

Mimari tasarım sürecinin yukarıda belirtilen aşamalar bağlamında sağlıklı bir değerlendirmeden geçmesi ve performans hedeflerini yakalayacak girişimlerin tasarımda doğru zamanda yer alabilmesini sağlamak üzere “tasarım kararı destek sistemleri”ne ihtiyaç duyulmaktadır.

Tasarım Kararı Destek Sistemleri

Tasarım kararı destek sistemlerinin ana hedefi, süreç içindeki kararların kalitesini iyileştirmeye yönelik bilgi üretimini sağlamaktır. Bu nedenle, karar destek sisteminde sürecin etkinliği değil, elde edilen sonucun kalitesi üzerinde durulmaktadır. Tasarım kararı destek sistemi, karar vericinin yerine geçmez ancak problemin araştırılması ve uygun çözümün bulunması yönünde rehberlik eder. Tasarım kararı sırasında orta-

ya çıkabilecek problemleri başlıca üçe ayırmak mümkündür:¹⁰

- İyi planlanmış karar problemleri
 - Problem tamamıyla anlaşılmalı ve algoritmik sonuçlar üretmek mümkündür.
- Eksik planlanmış karar problemleri
 - Çoklu ve genellikle birbiriyle çatışan hedefler, Hedefler net olarak tanımlanmamış ve ağırlıkları belirsizdir.
 - Kararların sonuçlarını tahmin etmek zordur.
- Planlanmamış karar problemleri
 - Problem tamamen plansızdır.

Tasarım kararı destek sistemleri, eksik planlanmış karar problemlerinin çözümüne yardımcı olmak üzere, bilimsel yöntem ve modeller kullanan, ancak özelliği alan bilgisini ön plana çıkartan bilgisayar programlarıdır.

Bu çalışmada ele alınmakta olan özellikli alan bilgisi, binaların çevresel performans tasarımıdır. Bu bağlamda, Morbitzer¹¹ “Enerji ve Çevresel Tasarım Kararı Destek Sistemi” olarak adlandırdığı binanın performans değerlendirmesine yardımcı olmayı amaçlayan sistemleri, “tasarım rehberleri”, “geleneksel hesaplama yöntemleri”, “korelasyona dayalı yöntemler”, “bina simülasyonu” ve “küçük ölçekli modelleme” olarak sınıflandırmaktadır.

Bu tasarımı yönlendirmeye yardımcı çeşitli araçlar içerisinde, karmaşık bir sistem olarak binanın performansını belirleyebilecek ve detaylı analizini gerçekleştirebilecek en uygun tekniğin bina simülasyonu olduğu söylenebilir. Çünkü simülasyon yardımıyla, bina performansını etkileyen tüm parametreler eş zamanlı olarak, detaylı bir şekilde ve kararsız hal (*un-steady state*) koşullarında ele alınabilmektedir.

Bina Performans Simülasyonları

“Benzeşim” olarak da türkçeleştirilebilen simülasyon, karmaşık bir sistemin basitleştirilmiş bir modelini oluşturarak, gerçek sistemin davranışını tahmin etmek ve analiz etmek üzere bu modeli kullanma süreci olarak tanımlanabilir. Simülasyonun temel amacı, gerçek sistemden dikkatlice çekip çıkartılarak, sadece belirli gereklerle ilgili elemanların dikkate alınması ve görelilik olarak daha önemsiz olanların göz ardı edilmesi ile

¹⁰ Sprague, 1989, s. 9-35.

¹¹ Morbitzer, 2003, s. 51-76.

gerçek sistem davranışını doğru olarak tahmin etmek üzere kullanılabilen bir model geliştirmektedir.^{12,13,14}

Bina simülasyonu için farklı pek çok model (ölçekli mimari maketlerden, test hücrelerine kadar değişen çeşitlilikte) oluşturmak mümkün ise de, burada söz konusu olan bilgisayar simülasyonlarıdır.

Binaların performansa dayalı tasarımı söz konusu olduğunda, büyük çok zonlu binalar ve bunların tüm alt-sistemlerinin değerlendirilebilmesini sağlayan, genellikle saatlik bazda ve her mekan için ayrı hesaplamalar gerçekleştirebilen detaylı simülasyon programları, binanın entegre bir bütün olarak performansını analiz edebilen bina performans simülasyon programlarıdır.^{15,16} Bu detaylı simülasyon programları, yaygın olarak, ısı sistemlerinin etkileşimi, ısıtma ve soğutma yükleri ile enerji tüketim hesaplamalarında kullanıldığı için “bina enerji simülasyon programları” olarak nitelendirilmekte ve genelleştirilmektedir. Oysa ki günümüzde diğer alanlarda (mekanların akustik performansı, yapay ve doğal aydınlatma performansı, bileşenler bazında malzeme performansı, yaşam döngüsü değerlendirme, yangın kaçış yolları, vb.) detaylı analiz gerektiren performans sorgusu da “bina performans simülasyonları” yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Bugün, bina performans simülasyonunun tasarımcılara uzmanlıklarını daha etkin kullanma, genişletme ve iyileştirme olanağı sunduğu kabul edilmektedir.^{3,14,17,18,19} Simülasyon, tasarımcılar için sadece fikirlerin test edilmesinde değil, aynı zamanda yeni fikirlerin geliştirilmesi ve sunulmasında da önemlidir. Bu bağlamda, bina performans simülasyonunu, tasarım sürecinin başından itibaren, kolay geri dönüşlerle kararların test edilmesi ve çok daha fazla seçeneğin sınanabilmesini sağlamak üzere de kullanabilmeye yönelik araştırmalar halen devam etmektedir.

Mimari Tasarımda Performans Simülasyonu

Mimari tasarım süreci içinde simülasyon programlarının kullanımına yönelik olarak Clarke,²⁰ iki farklı yaklaşımdan söz etmektedir. Birincisi, tasarımcının belirli bir konudaki performans değerlendirmesini (örneğin

farklı pencere boyutlarının etkisi), uygun bir program yardımıyla analiz edip, sonuçları tasarımda uygun değişikliklere dönüştürerek yürütmesidir. Bu aslında tasarım sürecinden simülasyon programlarının ayrıştırılması demektir ve burada tasarımcı sürekli olarak veri modelleri arasında (CAD ve performans simülasyonları verileri) çeviri gerçekleştirmek zorundadır. Tasarım sürecine entegrasyon söz konusu olduğunda, daha doğru olan yaklaşım ise, “bilgisayar destekli tasarım ortamı” yaklaşımıdır. Burada, tasarım süreci içinde, tasarımla ilgili alınan kararlar doğrudan destek ortam içinde değerlendirilerek, performansa yönelik tüm bilgiler geri besleme yoluyla tasarımcıya anında ulaşmaktadır.

Bina performans simülasyonunun tasarım sürecine entegrasyonu, adım adım ilerleyen ve geri dönüşlerle beslenen bir dizi aşamadan oluşur. Problemin analizi ile başlayıp, sonuçların tasarım sentezine dönüştürüldüğü bu süreçte karşılaşılabilecek güçlükler aşağıda sıralanmaktadır²¹ (Şekil 1).

1. Problemin analizi: Bu ilk adımda, tasarımın erken evrelerinde henüz pek çok bilgi netleşmediği için, belirsiz pek çok tanımla uğraşmak ve “varsayım” zorunlu hale gelmektedir.

2. Yazılım seçimi: Henüz tasarımın başında bilgi eksikliği çok olduğu için, bilinçsizce yapılan seçimler, yanlış yönlendirmelere ve başarısız sonuçlara neden olabilir. Bu aşamada uzman gerekliliği şarttır.

3. Modelleme: Tasarımın erken evrelerinde yeterli detay bilgiye sahip olunmaması nedeni ile basit bir model kurgulanması yeterli olacaktır. Ancak bu, modelden beklenen, gerçeğe uygun boyut, biçim ve yüzey özellikleri gibi değerlendirmede önemli parametreleri göz ardı edecek kadar basitleştirilmiş olamaz.

4. Simülasyon: Tasarımın erken evrelerinde henüz elde edilmemiş veriler nedeniyle eksik kalan bilgilerin (örneğin HVAC sistem bileşenleri ve işletimi) simülasyonun çalıştırılabilmesi için kabul edilmesi aşamasında, “akıllı kabuller”in devreye girmesi ve kullanıcının programın kabullerine güveniyor olması gereklidir.

5. Sonuçların analizi: Elde edilen sonuçlar ile tasarımın erken evrelerindeki değerlendirmeden beklentilerin çakışabiliyor olması şarttır. Bu beklentinin baştan belirlenmiş olması, karşılaşılabilecek pek çok sorunu önceden çözecektir.

6. Tasarım bilgisine dönüştürme: Elde edilen sonuç, tasarımın erken evrelerinde, sürecin sonraki adımlarında yönlendirici nitelik barındırmalıdır. Simülasyon sonuçlarının, optimizasyon ve alternatif çözümleri içermesi, tasarım kararlarını yönlendirmede önemli rol oynar.

¹² Hui, 2002, s. 52-61.

¹³ Aburdene, 1988, s. 354.

¹⁴ Hensen, 2003, s. 18-24.

¹⁵ Hui, 1996, s. 47-89.

¹⁶ De Wilde ve Voorden, 2003, s. 1409-1416.

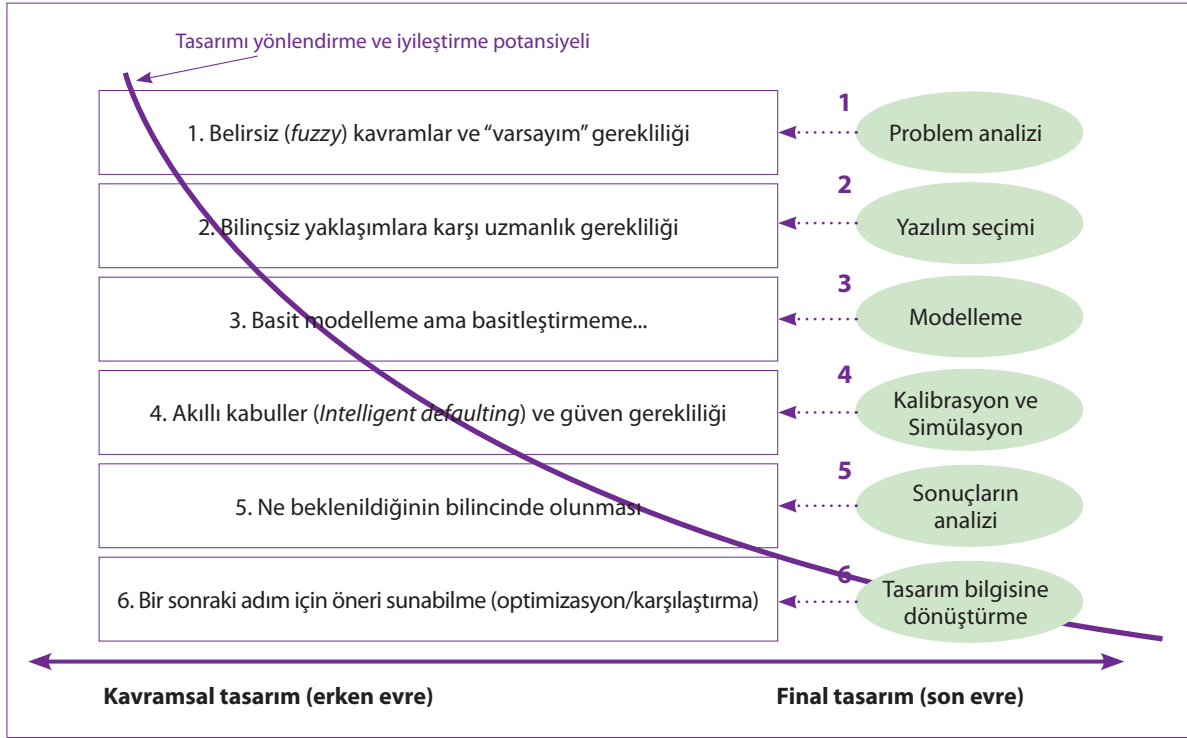
¹⁷ Augenbroe, 2002, s. 891-902.

¹⁸ Hensen, 2004, s. 291.

¹⁹ Djunaedy, vd., 2004, s. 269-278.

²⁰ Clarke, 2001, s. 58.

²¹ Harputlugil, 2007, s. 143-159.



Şekil 1. Simülasyon programlarının tasarım sürecinin erken evrelerine entegrasyonda karşılaşılabilecek sorunlar.²¹

Tasarım süreci içinde performans simülasyonlarından doğru şekilde yararlanabilmek, bu sıralanan güçlüklerle karşı hazırlıklı olmayı ve baş edebileceği yollarının araştırılmasını gerektirir. Bu noktada, (1) istenilen konuyla tam çakışan bir program seçebilmek, (2) bina simülasyonunun "doğruluğu" konusunda gerçekçi olmak ve (3) analizin tarafsızlığı ve kabulleri konusunda dikkatli olmak, ön şartlardır.²²

Performansa Dayalı Tasarımda Bina Simülasyonu

Performansa dayalı tasarımda, özellikle tasarımın erken evreleri için gerekli olan kararların alınmasında etkili olabilecek parametrelerin belirlenmesi, tasarımcının kararlarını kolaylaştırmada önemli rol oynamaktadır. Performans değerlendirmesi için bina performans simülasyonunu sadece binanın performans kanıtlayıcısı olarak kullanmakla sınırlamak, daha etkili olan erken evrelerdeki tasarım desteği şansının değerlendirilememesine neden olacağı düşünülmektedir.²² Bu noktadan hareketle performansa dayalı tasarımda simülasyon uygulamalarının kullanım amacını üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

1. Tasarımcılara performansa dayalı değerlendirmenin önemini göstermek,
2. Tasarım değerlendirmede karar destek sistemlerinden yararlanmanın artılarını sunmak,

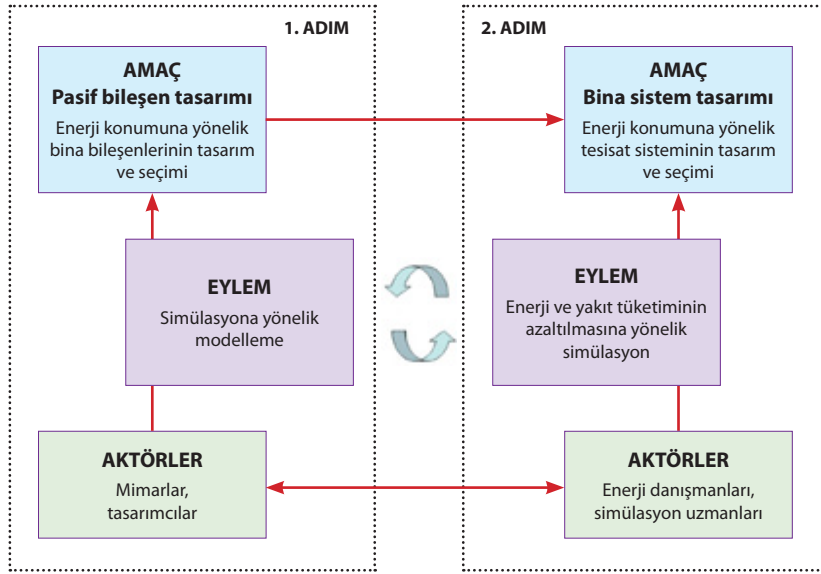
3. İklimsel farklılıkların tasarım kararlarındaki etkinliğini ve önemini göstermek,

Performansa Dayalı Değerlendirme

Mimari tasarımın disiplinler arası bir ekip çalışması ile gerçekleştirilmesi halinde elde edilecek sonuç performansın çok daha başarılı olacağı bugün bu alandaki tüm çalışmaların ortak kabulünü oluşturmaktadır. Tasarım sürecinin ön proje aşamasındaki hedefinde "iklim verilerinin değerlendirilmesi, iklim özelliklerine göre alınan önlemlerin saptanması, çevre yapıların ve doğa özelliklerinin belirlenmesi ve alınan önlemlerin tasara yansıtılması, yapıda genel olarak kullanılacak malzemelerin belirlenmesi" olduğu belirtilmişti. Bu noktada önceliğin enerji tüketiminin ve çevresel etkinin en aza indirilebilmesine yönelik sistem ve malzeme seçimi olduğu söylenebilir. Bir başka deyişle ön proje aşamasında birincil performans hedefi enerji tüketimidir.

Söz konusu olan binaların enerji performansları olduğunda, enerji korunumuna yönelik olarak, tasarım ekibinin iş bölümünü de belirleyen iki temel adımdan söz edilebilir. Bunlardan birincisi, "pasif bileşen tasarımı", ikincisi ise, "bina sistem tasarımı"dır. Pasif bileşen tasarımı, daha çok mimarın kararları ile şekillen-

²² Harputlugil, 2009, s. 53-58.



Şekil 2. Enerji korunumunda iki temel adım.

mekte ve performans iyileştirmeye yönelik olarak bina bileşenlerinin seçimi ve tasarımını içermektedir. Hedefi, pasif bileşenlerin etkinliğinin değerlendirileceği bir bina modelini simülasyona hazır hale getirmektir. İkinci adımda ise, bina tesisat sisteminin seçimi ve tasarlanmasını içeren bina sistem tasarımı gelmektedir. Enerji danışmanları ve simülasyon uzmanlarının devreye girdiği bu aşamada enerji ve yakıt tüketiminin azaltılmasına yönelik alınacak önlemler için simülasyon gerçekleştirilmektedir. Bu iki adım bir döngü ile birbirlerine geri besleme sağlayabilmelidir (Şekil 2).

Birinci adım sonunda elde edilenler,

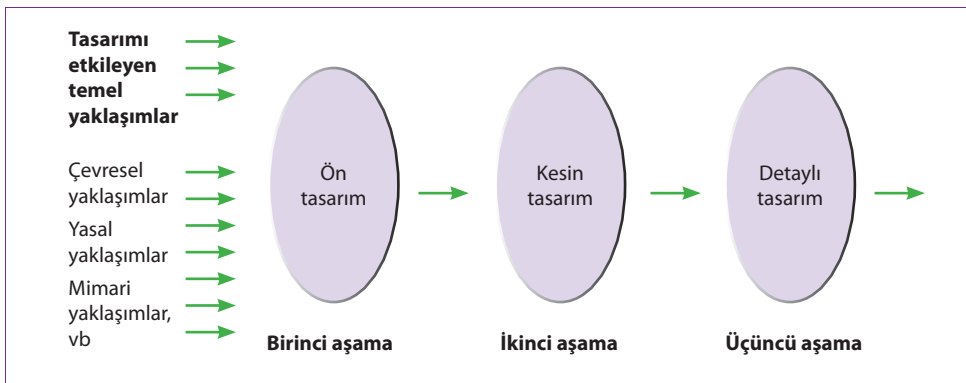
- Enerji korunumuna yönelik bina bileşenlerinin tasarım kararları,
- PV, biyoyakıt, rüzgar türbini gibi yenilenebilir enerjiye dayalı destek sistemlerin tasarım kararları,

- Mekanların ısıtma ve soğutma yükleri olarak sıralanabilir.

Mimari tasarım değerlendirilirken özellikle birinci adımda alınan önlemler önem kazanmaktadır. Bu birinci adımı, üç temel aşama bazında incelemek mümkündür. Bu aşamalar, tasarım sürecinin üç evresi (ön tasarım, kesin tasarım ve detaylı tasarım) ile benzer bir yaklaşımla elde edilmiştir (Şekil 3).

Enerji korunumu birinci adımında sürecin başlangıcını, çevresel gereklilikler (makroklima ve mikroklima), yasal gereklilikler (standart ve yönetmelik kısıtları) ve mimari gereklilikler (fonksiyonel, estetik, vb.) gibi tasarımı etkileyen temel yaklaşımlar oluşturmaktadır.

Eldeki bu ön bilgi ile sürecin ilk aşamasında, pek çok tasarım seçenekleri üretilmektedir. Bu tasarım seçeneklerini üretmek için ihtiyaç duyulan minimum bil-

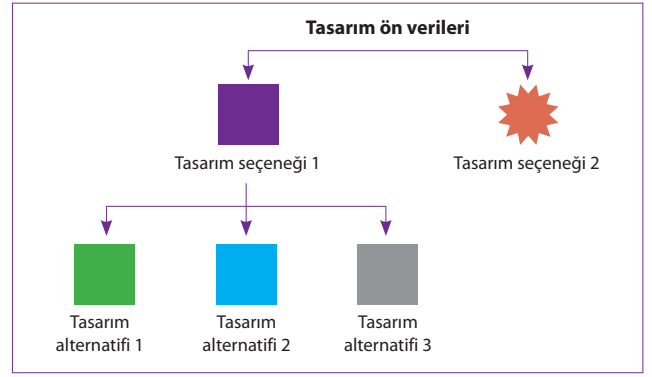


Şekil 3. Enerji korunumuna yönelik bina bileşenleri bazında üç temel aşama.

gi, mekan organizasyonu (zonlama / planlama), biçim / boyut, yönlenme ve yönetmeliklere dayalı bina kabuğu temel gereklilikleri (yalıtım, şeffaf yüzey alanı, vb.) olarak sıralanabilir. Bu bilgiler yardımıyla her bir tasarım seçeneğinden özelleştirilmiş tasarım alternatifleri üretmek mümkündür (Şekil 4).

Sürecin ikinci aşamasında, belirlenen bir tasarım seçeneğinin tasarım alternatifleri üzerinde çalışarak, her bir alternatife ait tasarım bileşenleri değerlendirilir. Bu bileşenlerin belirlenmesinde beklenen gereklilikler Tablo 2’de sıralanmaktadır. Tasarım alternatiflerine bağlı tasarım bileşenleri irdelenerek bir sonraki aşama için tasarım alternatifi ve bileşenlerine karar verilir.

Üçüncü aşamada seçilen tasarım bileşenlerinin detayları tasarlanmaya başlar. Detaylarda önceliği, pasif ısıtma ve pasif soğutma sistemlerinin etkinleştirilmesi-

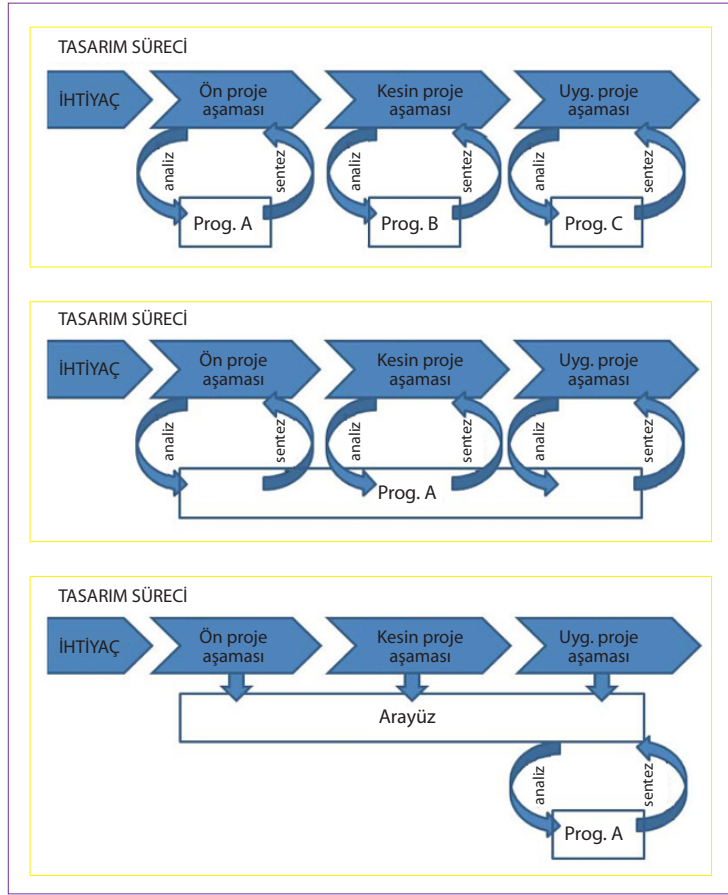


Şekil 4. Tasarım seçeneği ile tasarım alternatifleri ilişkisi.

ne yönelik değerlendirme yapılmalıdır. Yapay iklimlendirme sistemlerinin bu noktadan sonra gerekliliği tartışılabilir ve destek sistem olarak değerlendirmeye alınabilir.

Tablo 2. Enerji korunumuna yönelik tasarımda birinci adıma ait aşamalar

Aşamalar	Gereklilikler
<p>AŞAMA 1</p> <p>Bina tipi Ofis, okul, konut, vb.</p> <p>Arsa Çevre binalar, ağaçlar, vb.</p> <p>İklimsel koşullar Güneş, rüzgar, nem, mikroklima, vb.</p> <p>Yasalar Yönetmelikler, standartlar, vb.</p> <p>Tasarım alternatifleri</p> <p>On tasarım</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mekan organizasyonu (zonlama / planlama) - Biçim / boyut - Yönlenme - Yönetmeliklere dayalı bina kabuğu temel gereklilikleri (yalıtım, şeffaf yüzey alanı, vb.)
<p>AŞAMA 2</p> <p>Tasarım seçeneği 2 (seçilen)</p> <p>TA= Tasarım alternatifleri</p> <p>Kesin tasarım</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cam tipi, boyutu, konumu, gölgeleme, vb. - Isı depolama - Doğal /yapay aydınlatma stratejisi - Doğal havalandırma / hava değişim oranı (air change rate) - HVAC gereklilikleri (evet/hayır)
<p>AŞAMA 3</p> <p>TA2b'nin tasarım bileşenleri (seçilen)</p> <p>TA= Tasarım alternatifleri</p> <p>Detaylı tasarım</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pasif ısıtma sistemleri değerlendirmesi - Pasif soğutma sistemleri değerlendirmesi - Isıtma ve soğutma sistemlerinin iyileştirilmesi (eğer gerekli ise)



Şekil 5. Tasarım aşamaları boyunca simülasyonun analiz-sentez sürecine katkısı.

Bu süreç sonunda tasarlanmakta olan binanın destek sisteme gereksinim duyduğu ısıtma ve soğutma yükleri de belirlenmiş olacaktır. Böylece bina mekanik sisteminin tasarımını içeren ikinci temel adıma geçilebilir.

Burada pasif bileşen tasarımına ait veriler değerlendirilerek, tasarım alternatifleri oluşturulmasına yönelik kararlarda ve bunların tasarım bileşenlerinin neler olacağına belirlenmesinde hangi parametrelerin öncelikli önem taşıdığına ortaya çıkartılabilmesi önemlidir. Her tasarım kendine özgüdür ve bu nedenle kendi özelinde öne çıkan parametreleri vardır. Bu parametrelerin, her tasarımda hem içerikleri hem değerleri değişmekle birlikte, her tasarımda az veya çok yer alan ve bina performansını önemli oranlarda etkileyen parametrelerin (yönlenme, mekan boyutları, kabuk bileşenlerinin temel gereklilikleri (opak ve şeffaf yüzey bileşenleri), ısı depolama kapasitesi, iç metabolizmik kazançlar, hava değişim oranı) mutlaka dikkate alınması önemlidir. Burada hedeflenen, tasarım sürecinin başından itibaren çeşitli aşamalarda alternatifleri içinden seçim yapılmasını gerektiren bir dizi parametrenin, bi-

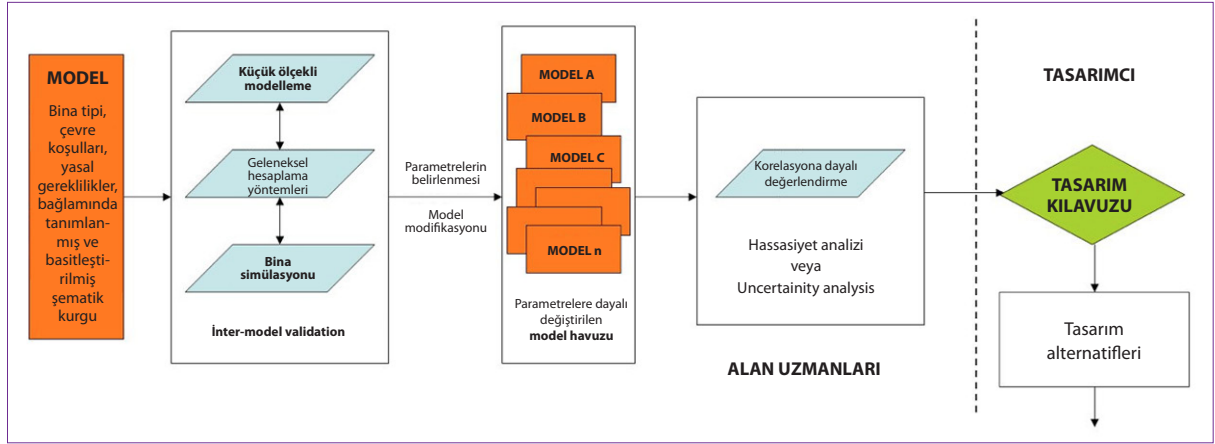
nanın sonuç performansına olan etkisinin belirlenebilmesini sağlamaktır.

Karar Destek Sistemlerinden Yararlanma

Tasarım alternatifleri içinden seçim yaparken özellikle bina performans simülasyonlarının katkısının ve tasarım sürecine entegrasyon olasılıklarının tartışılması önemlidir. Literatüre bakıldığında entegrasyona yönelik öneriler genellikle tasarım süreci detay düzeyi ile performans simülasyonlarının detay düzeyi eşlenerek belirlenmektedir.²³ Bir başka deyişle, basit bir simülasyon programını tasarımın ilk evrelerinde, detaylı programları ise tasarım daha detaylı ve karmaşık hale geldiğinde kullanmak gerektiği genel kanı olarak belirlenmiştir.

Tasarım aşamaları boyunca simülasyonun analiz-sentez sürecine katkısına yönelik çeşitli teorik yaklaşımlar geliştirmek mümkündür (Şekil 5).

²³ Hensen, 1991, s. 15-17.



Şekil 6. Enerji ve çevresel tasarım destek sistemlerinin tasarım sürecine katkısına yönelik önerilen kurgu.

Ancak, tasarımın henüz başında, tasarıma ait elde çok az bilgi varken, bir sonraki adımı atabilmek için verilecek kararın değerlendirmesinde o aşama için uygun görülen basit bir analiz programı değil, çok daha detaylı bir programa gerek duyulabilir. Örneğin, henüz bina geometrisi tasarlanırken, çevre binalarla etkileşimde ya da binanın kendi biçimi nedeniyle gerçekleşecek hava hareketlerinin analizi için, oldukça detaylı bir uygulama olan Sayısal Akışkanlar Dinamiği'ne (CFD) dayalı hesaplama gerekebilir. IBPSA (Uluslararası Bina Performans Simülasyonu Birliği) simülasyon programlarının gerekliliğini ve işleyiş sürecini anlattığı çalışmasında, simülasyonun gerçek değerinin, ancak uygun simülasyon programının, tasarım özelindeki gereksinime yönelik uygulanmasıyla anlaşılabileceğini belirtmektedir.

Bu nedenle, simülasyon programlarının tasarım sürecine doğrudan katkısı ancak kesin proje aşaması sonrası mümkün olmaktadır. Ön proje aşaması için performansla dair gereken bilginin tasarım kılavuzları yardımıyla sağlanması gerektiği düşünülmektedir. Böylece tasarımcıların, simülasyon programlarını süreç içinde doğru kullanabilmek için, aynı zamanda simülasyon uzmanı olma zorunlulukları da ortadan kalmış olacaktır.

İklimsel Farklılıklara Göre Tasarım

Performansa dayalı tasarımda iklime dayalı tasarımın bölgesel anlamda uygulanması bağlamında her tasarım parametresinin total performansı iyileştirecek değer aralıklarının belirlenmesi ve bölgelere bağlı olarak anlam ve ağırlığının anlaşılması da önemlidir. Burada amaç, iklim dayalı tasarımın göz ardı edildiği proje uygulamalarının, binaların enerji performansı üzerindeki olumsuz etkilerinin görülebilmesidir. Bina performans simülasyonları yardımı ile iklimsel farklılıklara bağlı belirlenen hassas parametreler ile bölgesel bazda tasarım özgünlüklerinin elde edilebilirliği de sorgulanabilmektedir.

Tartışma

Performansa dayalı tasarımın yukarıda aktarılan karmaşık süreci göz önüne alındığında, simülasyon programlarının tasarım sürecine entegrasyonunun doğrudan değil, dolaylı gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu yolla tasarımcıların, simülasyon programlarını süreç içinde doğru kullanabilmek için, aynı zamanda simülasyon uzmanı olma zorunlulukları da ortadan kalmış olacaktır. Yukarıda listelenen enerji ve çevresel tasarım destek sistemleri içerisinde tasarım kılavuzu dışında kalanlar, doğru sonuç elde edebilmek için uzmanlık bilgisi gerektirmektedir. Uzman olmayan tasarımcının bu destek sistemleri dolaylı yoldan kullanılmasının bir yolu, bu sistemler yardımıyla bir tasarım kılavuzu oluşturmaktır. Böylece tasarım sürecinin başından itibaren performansa yönelik değerlendirme, belirli kalıplar çerçevesinde tasarımcıya hazır olarak sunulabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, sunulan kılavuzun içeriğinin tasarım özgürlüğünü kısıtlayıcı nitelik barındırmamasıdır. Bu nedenle tasarım kılavuzu uzmanlar tarafından yeterli esneklikte hazırlanmalı, böylece tasarımların, katı sınırlandırmalardan uzak tutulması sağlanmalıdır.

Şekil 6'da tasarım kılavuzunu yapılandırırken, diğer enerji ve çevresel tasarım destek sistemlerinin uzmanlar tarafından nasıl değerlendirilebileceği gösterilmektedir. Burada öncelikle "Şematik Model" in olası ön kısıtlar çerçevesinde ve yukarıda aktarılan tasarım sürecinin 1. aşamasına referans verecek şekilde oluşturul-

²⁴ Harputlugil, vd., 2009, s. 905-912.

²⁵ Hassasiyet analizi: Hassasiyet genel bir tanımlamadır. Eğer bir A parametresi, bir başka B parametresinde bir değişime neden oluyorsa ve her ikisi de ölçülebiliyorsa, A'ya göre B'nin hassasiyeti belirlenebilir. Basit olarak, hassasiyet analizinin amacı, girdideki değişimlere bağlı olarak, çıktıdaki nicel değişimleri karşılaştırmaktır.

ması önerilmektedir. Bu noktada çeşitli tasarım alternatiflerinin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Tüm alternatifler bina performans simülasyonları tarafından sanal ortamda üretilebilir. İkinci adımda, sonuç performansı doğrudan etkileyeceği ön görülen farklı tasarım parametrelerine dayalı olarak elde edilecek bu alternatiflerin sınanabilmesine olanak tanıyacak şekilde model varyasyonları oluşturularak bir model havuzunda toplanmaktadır. Havuzdaki modellerin sonuç performanslarının değerlendirilmesi "hassasiyet analizi"ne^{24,25} dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu noktada da yine performans simülasyonları yardımıyla elde edilen verilerin kullanılması önemlidir. Buradan elde edilecek sonuçların tasarımcının uzmanlık bilgisi gerektirmeden anlayabileceği bir biçime sokulması ile tasarım kılavuzları hazırlanabilir. Sonuçta elde edilen ve tasarımcıya sunulan bu tasarım kılavuzunun, yine bir destek sistem olarak, tasarım alternatiflerinin üretilmesine katkı koacağı düşünülmektedir.

Sonuç

Mimari tasarımda çoğunlukla önceliği enerji etkinliği ve çevresel performans değil, işlev ve estetik biçimlenmektedir. Böylece çoğunlukla tasarıma yardımcı araçlar bina tasarım rolünü değil, enerji etkinliği ve çevresel performansını değerlendirme rolünü üstlenmektedirler. Bu bağlamda simülasyon programları süreç içinde "bunu nasıl gerçekleştirebilirim?" sorusunun cevabını değil, "bunu yaptığımda ne olur?" sorusunun cevabını aramak için kullanılmaktadır. Eğer tasarımcı en iyi tasarım seçeneğini yakalayabilmek için tasarım seçeneklerini test etmek isterse, her bir öneri seçeneği ayrı ayrı simüle ederek sonuçlarını karşılaştırmak zorundadır. Tasarımcının ulaşmak istediği asıl amaca bağlı olarak, tasarım seçenekleri içinden seçim yapmak üzere, parametre değerleri azaltılarak veya çoğaltılarak ve sonuçları karşılaştırılarak en iyi sonucu veren bulmaya çalışılmaktadır. Sonuçta aslında tasarımcı simülasyon programına "bunu yaptığımda ne olur?" sorusunu sorup, analiz ve karşılaştırma gerçekleştirerek "bunu nasıl gerçekleştirebilirim?" sorusunun cevabını bulmaya çalışılmaktadır. Ancak asıl sorun bu yöntemle tüm olası seçeneklerin test edilmesinin mümkün olup olmadığıdır. Her ne kadar tasarımcı kendi sunduğu seçenekler içerisinde seçim yapmakta olsa da, hiç göz önünde bulundurmadığı bir seçeneğin daha iyi sonuç vermeyeceğini garanti edemez. Bugün hiçbir simülasyon programı için bu anlamda kullanılabilmeye yönelik bir yöntem geliştirilememiştir. Bu nedenle tasarım araçları halen çeşitli tasarım parametreleri değiştirilerek sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesine yönelik pratik yarar sağlamaktadır.

Bugün için tasarım süreci içinde simülasyonu ya doğrudan ya da dolaylı olarak kullanma yöntemleri geliştirilmektedir. Simülasyonun doğrudan kullanımında, özellikle performans dayalı yaklaşımla kurgulanmış standartlarla desteklenmesi önemlidir. Karşılaştırma tabanı oluşturacak referans binaya ait değerler standartlarca belirlenmiş ve simülasyon programı bu verilere dayalı kalibre edilerek referans binanın simülasyonu gerçekleştirilmiş olmalıdır. Ön proje aşamasındaki tasarım alternatifleri içerisinde yapılacak seçimde referans binaya ait bu sonuçların göz önünde bulundurulması önemlidir. Kesin proje aşamasında ise programlar yardımı ile performans doğrulaması gerçekleştirilebilir.

Süreç içerisinde simülasyon programlarının dolaylı kullanımı ise bu programlar desteğiyle nicelleştirilen verilere dayalı oluşturulacak tasarım kılavuzları yardımıyla mümkündür. Bu çalışma, böyle bir kılavuzun oluşturulabilmesine yönelik tartışmayı da içermektedir. Bu yaklaşımın geçerliliğini mümkün kılacak iki önemli konu; (1) farklı bina tipleri ve değişik iklim bölgeleri için tasarım kılavuzları oluşturulması ve (2) gerçek zamanlı tasarım süreci içindeki başarısının görülmesidir.

Kaynaklar

- Aburdene, M. F., (1988). "Computer Simulation of Dynamic Systems", Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA, 354.
- Augenbroe G., (2002). "Trends in Building Simulation", Building and Environment, v. 37, p. 891-902.
- Bullen, D., (2006). "Building Performance: Past, Present and Future", The AIA Journal of Architecture, Vol. January, http://info.aia.org/nwsltr_aiaj.cfm?pagename=aiaj%5Fa%5F20051020%5Fpast%5Fpresent (Erişim tarihi: 10 Eylül 2010).
- Clarke, J., (2001). "Energy Simulation in Building Design", Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 58.
- Çelebi, G., Gültekin, A. B., Harputlugil, G., Bedir, M. ve Tereci, A., (2008). "Yapı Çevre İlişkileri", ISBN / ISSN: 978-9944-89-645-0, Çizgi Basım Yayın Ltd. Şti., Türkiye, İstanbul.
- De Wilde, P., Voorden, V., (2003). "Computational Support For The Selection Of Energy Saving Building Components", Proceedings of Building Simulation'03 Conference, IBPSA, Eindhoven, the Netherlands, p. 1409-1416.
- Djunaedy, E., Hensen, J. L. M., Loomans, M. (2004). "Selecting an appropriate tool for airflow simulation in buildings", Building Services Engineering Research and Technology, vol. 25, no. 3, p. 269-278.
- Harputlugil G.U., Hensen, J.L.M., (2006). "Relation Between Building Assessment Systems and Building Performance Simulation", International Build & Human Environment Research Week Proceedings, 3-7 April, Delft University of Technology, Netherlands, p. 333-343.
- Harputlugil, G. U., (2007). "Mimari Tasarım Süreci İçinde Bina Enerji Simülasyon Programı Uygulamalarının

- Yeri”, *Teknoloji Dergisi*, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları, Cilt:10, sayı: 3, s. 143-159.
- Harputlugil, G. U.; (2009). *Enerji Performansı Öncelikli Tasarım Sürecinin İlk aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli*, Basılmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Harputlugil, G. U., Wilde, P.d., Hensen, J., Çelebi, G., (2009). *Development of A Thermally Robust School Outline Design for the Different Climate Regions of Türkiye*, Proceedings of the 11th IBPSA Building Simulation Conference, 26-30 July, Strathclyde University, Glasgow, UK, p. 905-912.
- Hendrick, A., (2000). *“A Core Object Model For Architectural Design”*, PhD Thesis, Catholic University Louvain, Department of Architecture, Belgium, p. 28-30.
- Hensen, J. L. M. (2004). *“Towards more effective use of building performance simulation in design”*, in Proc. 7th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 2-5 July, Technische Universiteit Eindhoven, D-291.
- Hensen, J.L.M. (2003). *“Simulating building performance: just how useful is it?”*, REHVA Journal, nr. 4, Federation of European Heating, Ventilating and Air-conditioning Associations - REHVA, Brussels, p. 18-24.
- Hensen, J.L.M., (1991). *“On the Thermal Interaction of Building Structure and Heating and Ventilating System”*, PhD Dissertation, Energy Systems Research Unit, Department of Mechanical Engineering, University of Strathclyde, UK, p. 15-17.
- Hitchcock, R.J., (2003). *“Standardized Building Performance Metrics - Final Report”*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory Report, USA, p. 3-9.
- Hopfe C. J., Struck C., Harputlugil G. U., Hensen J. L. M., De Wilde P., (2005). *“Exploration of the Use of Building Performance Simulation for Conceptual Design”*, IBPSA-NVL Conference, 20 October, Technische Universiteit Delft, Netherlands, p. 1-16.
- Hui, S. C. M., (1996). *“Energy Performance of Air-Conditioned Buildings in Hong Kong”*, PhD Thesis, City University of Hong Kong, HongKong: p. 47-89
- Hui, S. C. M., (2002). *“Using Performance-based Approach in Building Energy Standards and Codes”*, In Proc. Of the Chongqing-Hong Kong Joint Symposium 2002, 8-10 July, Chongqing, China, p. A52-61.
- Lawson, B., (1997). *“How Designers Think? The Design Process Demystified”*, Third Edition, Biddles Ltd. Press, UK, p. 32-35.
- Morbitzer, C. A., (2003). *“Towards the Integration of Simulation into the Building Design Process”*, PhD dissertation, Energy Systems Research Unit, Department of Mechanical Engineering, University of Strathclyde, UK, p. 6-10, 51-76.
- RIBA, (2008). *“Outline Plan of Work 2007”*, RIBA, Royal Institute of British Architects, Amended November 2008, UK, p. 1-3.
- Schwenck, M., Sarıyıldız, S., (1997). *“An Integrated Software Environment for the Architectural Design Process”*, In: L. Hempel, H. Kirschke (eds.); Digital Proceedings IKM 1997 (CD-ROM). Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, Germany, p. 1-6.
- Spekkink, D., (2005). *“Performance Based Design of Buildings”*, Performance based building Thematic Network, PeBBu Domain 3 Final Report, Netherlands, p. 29.
- Sprague, R.H. (1989). *“A Framework for the Development of Decision Support Systems,”* in: R.H. Sprague and H.J. Watson (eds.). *Decision Support Systems: Putting Theory Into Practice*, Prentice-Hall, London, p. 9-35.
- TMMOB, (2005). *“Serbest Mimarlık Hizmetleri Uygulama ve Mesleki Denetim Yönetmeliği”*, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Ankara, s. 1-15.

Periyodik Rejimde Yalıtımlı ve Yalıtımsız Betonarme Duvarlarda Yoğuşma Denetimi: Edirne Örneği

Condensation Control of Insulated and Uninsulated Concrete Walls in the Periodic Regime: The Case of Edirne

Filiz UMAROĞULLARI,¹ Gülay ZORER GEDİK,² Esmâ MIHLAYANLAR¹

Sürdürülebilirlik, dünya üzerindeki yaşamın devamlılığının sağlanabilmesi için gerekli koşullar ve önlemler bütünüdür. Sürdürülebilir tasarımın asıl bileşenleri malzeme seçimi ve binanın inşa edildikten sonraki performansdır. Binanın işletme performansında da en büyük etken enerji kullanımıdır. Enerjinin verimli kullanımı ancak yapı kabuğunun doğru seçimi ile mümkün olacaktır. Enerji tasarrufu sağlamak amacıyla oluşturulan yapı kabuğu kesitlerinde, su buharı hareketi açısından değerlendirme göz ardı edilmektedir. Yoğuşan suyun yapı malzemesine zarar vermemesi için yoğuşma suyu miktarının sınırı aşmaması veya buharlaşma periyodunda bulunduğu bölgeden çıkması gerekmektedir. Fakat buharlaşma (kuruma) periyoduna kadar geçen süreçte yapı malzemesinin ısı direnci etkilenmektedir. Teorik düzeyde yapılan hesaplamaların birçoğu yalıtım malzemesinin zamanla bozulması nedeniyle gerçek durumu göstermemektedir. Ayrıca standartların bir kısmında bu hesaplamalar sabit rejimde yapıldığından, gerçekçi sonuçlara ulaşılamamaktadır. Bu konuda alınması gereken özel önlemler alınmadığında, yapı elemanlarında yoğuşma zararları ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada Edirne iklim koşullarında, binalarda yoğuşma problemlerinin en çok rastlandığı betonarme duvar elemanları için, dış ortam şartlarının periyodik olarak değiştiği, iç ortamın sabit kabul edildiği yalıtımlı ve yalıtımsız duvar kesitleri model alınarak, WUFI®2D-3 bilgisayar programı ile hesaplamalar yapılmıştır. Karşılaştırma açısından betonarme duvar, önce yalıtımsız daha sonra da yalıtımın duvarın farklı yerlerine uygulandığı durumlar için hesaplanmıştır. WUFI®2D-3 programı ile elde edilen hesap sonuçları grafikler halinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Buhar kontrolü; etkin enerji kullanımı; ısı iletimi; yapı kabuğu; yoğuşma.

¹Trakya Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Anabilim Dalı, Edirne; ²Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bilim Dalı, İstanbul

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

Sustainability is the sum of the precautions and conditions necessary to sustain life on earth. The major elements of sustainable design are choice of material and the building's post-construction performance. The most important factor in terms of building management is energy usage. On building envelope sections which are created to provide energy savings, the value of evaluating water vapor movement is often overlooked. Levels of condensation should not exceed the limits specified in the regulations. This is because the condensed water must not harm the building material or dry it out during the evaporation period. However, the thermal resistance of the building material is affected during the process before the drying period. Deterioration of the insulation material over time means that many theoretical level calculations do not reflect the true situation. In addition, due to the fact that the standards of some of these calculations are done in steady state conditions, realistic results cannot be achieved. If special precautions are not taken with regards to this, condensation damage occurs on the building elements. In this study of the climate conditions in Edirne, calculations are made using the computer program WUFI®2D-3 for buildings' most frequently condensed reinforced concrete wall elements. Insulated and uninsulated wall sections are modeled for periodically changing external and constant internal environmental conditions. For comparison purposes, the reinforced concrete walls are calculated, first for non-insulation, and then insulated with different position of isolation. The calculated results obtained from the WUFI®2D-3 program are shown in graphic form.

Key words: Humidity transfer; efficient use of energy; heat transfer; building envelope; condensation.

¹Department of Architecture (Construction Department), Trakya University, Faculty of Engineering and Architecture, Edirne; ²Department of Building Physics, Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

MEGARON 2011;6(1):13-20

Başvuru tarihi: 17 Eylül 2010 (Article arrival date: September 17, 2010) - Kabul tarihi: 13 Ocak 2011 (Accepted for publication: January 13, 2011)

İletişim (Correspondence): Filiz UMAROĞULLARI. e-posta (e-mail): filizu@trakya.edu.tr

© 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2011 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerjinin çok önemli bir oranı binalarda iklimsel konfor sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Dünyada binalarda kullanılan enerjinin toplam enerji içerisindeki payı %45-50'ye kadar çıkabilmektedir. Bu durum binalarda enerji tasarrufunun ve yönetiminin ne kadar önemli olduğunun göstergesidir.¹ Binalarda enerjinin önemli bir bölümü ısıtma amaçlı harcandığından ısıtma enerjisi korunumu öncelikle ele alınması gereken konulardan biridir. Isıtma enerjisi korunumu, ısıtma sırasında çevrede oluşan çevre kirliliği ve bu tür olumsuzlukların giderilmesi, enerjinin verimli kullanımının sağlanması amacıyla ısı yalıtımı uygulanmasını ve nem kontrolünü kapsamaktadır. Yapıda istenilen ısı korunumunun sağlanabilmesi için ısı yalıtım malzemelerinin nem nedeni ile direncinin düşmesi engellenmelidir. Isı yalıtım malzemeleri bünyelerinde su veya nem bulundurmadıkları sürece özelliklerini koruyabilirler. Yalıtım malzemeleri içindeki kılcal hava kanallarında veya gözeneklerde nemin su fazına geçmesi, malzemenin ısı geçirgenlik direncini düşürür ve yalıtım işlevini yerine getiremez. Bu nedenle ısıtma enerjisi korunumunda ısı ve nem konusunun birlikte ele alınması, ısı yalıtımı ve nem kontrol sistemlerinin geliştirilmesi zorunludur.²

Günümüzde, yapı kabuğu büyük oranda betonarme duvardan oluşmaktadır. Betonun ısı geçirgenlik direncinin düşük olması nedeniyle iskelet sistemlerde, duvar birleşimlerinde meydana gelen ısı köprüleri büyük miktarda enerji kayıpları oluşturarak, enerji kullanımının artmasına neden olmaktadır.

Ayrıca, su buharının betonda yoğunlaşmasıyla, betonda; korozyon, donma, küflenme ve aderans kaybı gibi sorunlar meydana gelebilmektedir. Ayrıca betondan geçen su buharı beraberinde betona zarar verecek kimyasalları da taşıyabilir. Deprem sonrası yıkılan betonarme binaların pek çoğunda çelik donatıların paslandığı ve elemanın taşıyıcılık niteliğini kaybettiği görülmektedir.³

Yapı kabuğu, sürekli olarak değişen çevre sıcaklığı ve güneş ışınımı ile etkileşim halindedir. Bu etkileşim sonucu dış kabuğun iç yüzey sıcaklığı ve bu yüzeyden

iletilecek ısı akısı zamana bağlı olarak sürekli değişmektedir. Bu değişim iç ortam şartlarını da önemli ölçüde etkilemektedir. Yapı kabuğunun performansı, iç ortam iklimsel konfor koşullarının sağlanmasının yanı sıra kabuğun sağlığı ile de ilişkilidir. Yapı kabuğunun sağlığı açısından yapı elemanı kesitinden nem geçişi yoğunlaşma olmadan sağlanmalıdır.

Bu durumda, yapı kabuğunun ısı ve nem açısından beklenen performansı gösterebilmesi için, tasarım aşamasında, malzeme seçimi ve yalıtımın yeri ve dağılımının belirlenmesi, hem ülke ekonomisi açısından hem de yapısal bozulmaların önlenmesi açısından önemlidir.

Gereç ve Yöntem

Isı ve nem geçişi zamana bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Hesaplamalarda kullanılan çevresel etmenlerin özelliklerine bağlı olarak sabit rejim ve değişken rejim olarak ele alınmaktadır. Isı iletimi problemlerinde sıcaklık ve dolayısı ile ısı akışının hızı zamana bağlı olarak değişmektedir. Bu duruma zamana bağlı değişken rejimde ısı iletimi denilmektedir. Bazı durumlarda ise ısı yüksek sıcaklıktaki bir sistemden düşük sıcaklıktaki bir sisteme aktarılırken sistem içerisindeki sıcaklıkların zamanla değişiklik göstermediği varsayılır. Bu duruma (zamandan bağımsız) sabit rejimde ısı iletimi denilmektedir.⁴

Değişken rejim, değişken sıcaklıkların etkisi altında meydana gelir. Herhangi iki eşit zaman aralığında iletilecek ısı enerjisi miktarı farklıdır. Değişken rejim şartlarında elemanın ısı direncinin yanı sıra, elemandan ısının geçiş hızı ve elemanda ısının depolanabilme kapasitesi de önemlidir. Bu özellikler üzerinde, elemanı oluşturan malzemelerin ısı iletkenliğinin yanında özgül ısılarının ve yoğunluklarının da önemi büyüktür. Ayrıca sabit rejimden farklı olarak yapı elemanını oluşturan katmanların sıralanışı da önemlidir. Bu rejimde, ısı iletimi miktarı ve kesit sıcaklıklarının yanında, ortam ve yüzey sıcaklıklarının değişim genliklerinin oranı (sönüm oranı) ve dış sıcaklığın iç ortamı etkilemesi için geçen süre (faz kayması-zaman gecikmesi) de hesaplanır. Binalar için değişken rejimde ısı iletimi, ısı akısının 24 saatlik bir periyotla sinüzoidal değişim gösterdiği periyodik rejim şartlarında yapılmaktadır.^{5,6} Ülkemizde değişken rejimde ısı özellikleri TS EN ISO 13786 standardında verilmektedir fakat standartta nem geçişi ile ilgili hesaplama yöntemleri mevcut değildir. TS EN ISO 13788 standardında ise sabit rejim şartlarında hesap yer almaktadır. Uluslararası değişken rejimde hesaplama yöntemlerine bakıldığında, Karagiozis-2001 ve Künz-2003 yöntemleri görülmek-

¹ Yılmaz, 2006, s. 7

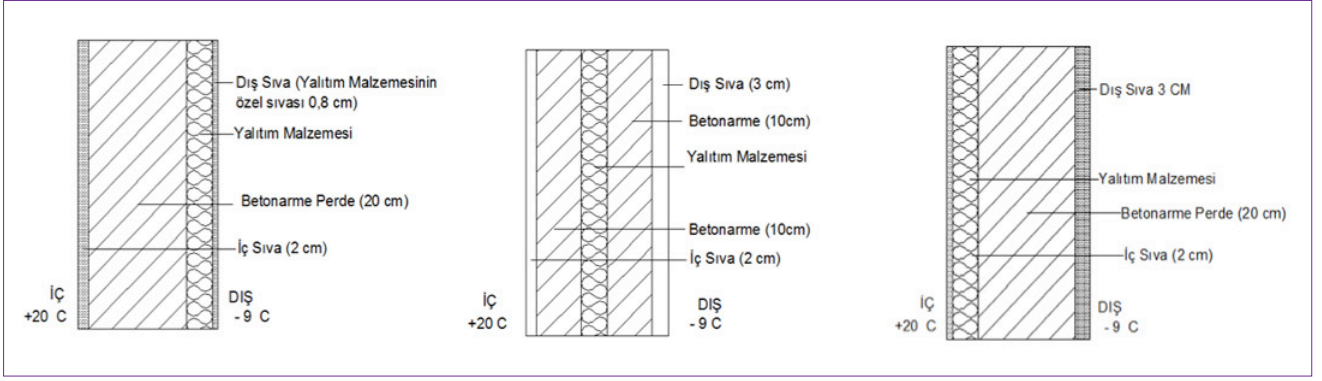
² Oral, 2006

³ Akman, 2000, s. 47

⁴ Yaşar, 1989, s. 7

⁵ Cihan, 2004, s. 9

⁶ Altun, 1997, s. 3



Şekil 1. Betonarme yapı kabuğunda yalıtımın yeri.

tedir ve Künz el yönteminin bilimsel yayınlarda kabul gördüğü belirlenmiştir.^{7,8,9,10}

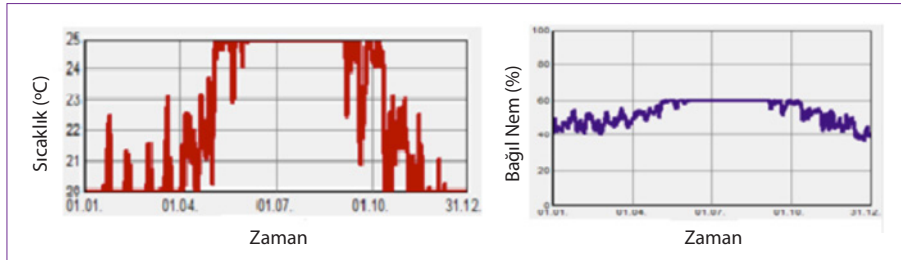
Bu çalışma kapsamında, bina kabuğunu oluşturan betonarme duvar elemanlarının Edirne ili meteorolojik verileri kullanılarak, periyodik rejimde ısı ve nem geçişi, Künz el metodunun kullanıldığı WUFI®2D-3 bilgisayar programı ile hesaplanmıştır. Elde edilen veriler yoğuşma açısından değerlendirilmiştir. Wufi 2D programının binalardaki ısı ve nem transferinin simülasyonunda kullanışlı bir araç olduğu ve iki yönlü bu modelin kesin sonuçlar verdiğine yönelik deneysel araştırmalar mevcuttur.^{7,8,9,11,12}

Betonarme Yapı Kabuğu Kesitleri

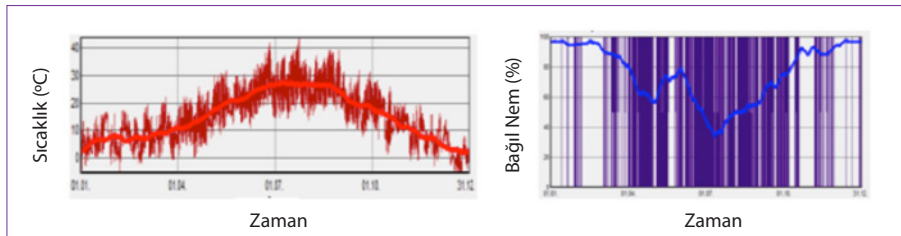
Yapı kabuğu kesitlerinde, betonarme duvarın (20 cm), içeriden, dışarıdan ve çift duvar arası yalıtımlı ol-

mak üzere üç ayrı durum ele alınmıştır. Çalışma bölgesi olarak, kış aylarında sıcaklığın düşük olması ve özellikle bağıl nem oranının çok yüksek olması (%65-%99) nedeniyle Edirne ili seçilmiştir. Edirne için TS 825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları) standardında dış duvarlar için tavsiye edilen U_{duv} sınır değeri göz önünde bulundurularak, 6 cm kalınlığında EPS yalıtım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 1).

Hesaplamalar 1 aylık kış periyodu (Aralık ayı) esas alınarak yapılmıştır. Edirne ili iklim verileri meteorolojiden alınarak WUFI®2D-3 programına girilmiştir. İç ortam iklim verilerinde EN 15026 standardı esas alınmıştır. Şekil 2'de iç ortam ikliminin bir yıllık değişim grafikleri, Şekil 3'de ise Edirne ili'ne ait 1 yıllık dış ortam iklim koşulları görülmektedir.



Şekil 2. EN 15026 standardına göre iç ortam iklim koşulları.



Şekil 3. Edirne ili'ne ait bir yıllık dış ortam iklim koşulları.

⁷ Künz el, 1998, s. 100

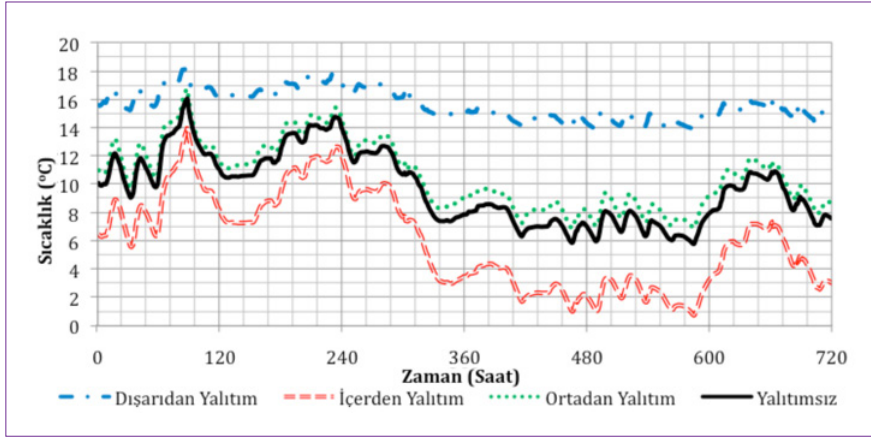
¹⁰ Altun, 1997, s. 35

⁸ Karagiozis, 2001

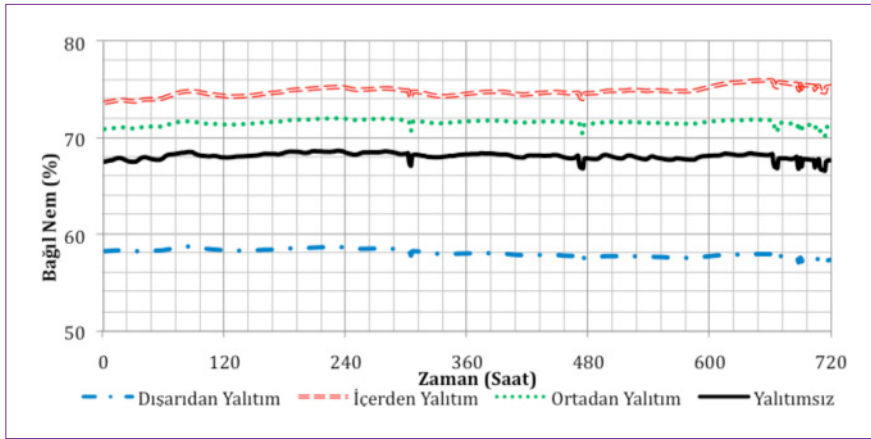
¹¹ Teasdale, Derome, 2007

⁹ Salonvaara, 2001

¹² Kwiatkowski, Woloszyn, JacquesRoux, 2009



Şekil 4. Yalıtım sistemlerinde sıcaklık karşılaştırması.



Şekil 5. Yalıtım sistemlerinde bağıl nem karşılaştırması.

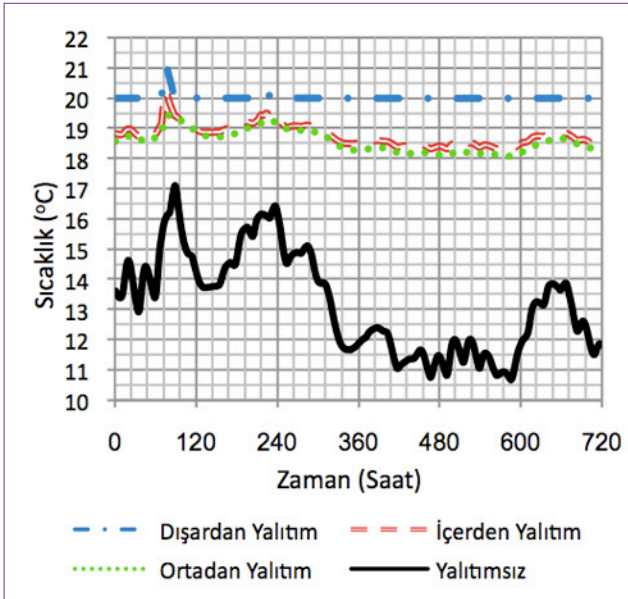
Bulgular ve Değerlendirme

Yapı kabuğu kesitlerinde hesaplamalar sonucunda elde edilen, zamana bağlı olarak, saatlik ortalama sıcaklık ve bağıl nem değişimleri grafikler halinde verilmiştir. Şekil 4'de yalıtım sistemlerinin sıcaklık değişimleri karşılaştırmalı olarak görülmektedir. Grafikte, yalıtımsız durumda kesitteki ortalama sıcaklıkların 6-16°C arasında (minimum ve maksimum değerler) hızlı değişimler gösterdiği görülmektedir. İçerden yalıtımlı durumda ise minimum sıcaklık düşerek 1-14°C arasında değerler almaktadır. Ortadan yalıtımda 7-17°C, dışarıdan yalıtımda ise sıcaklıklar 14-18°C aralığında gerçekleşmektedir. Bu durumda, kesit sıcaklıkları açısından, dışarıdan yalıtımlı durumun en olumlu sonuçları verdiği, ortadan yalıtım ve yalıtımsız durumun ise birbirine çok yakın ve paralel bir grafik çizdiği görülmektedir. İçerden yalıtımın ise yalıtımsız durumdan bile kötü sonuçlar verdiği görülmektedir.

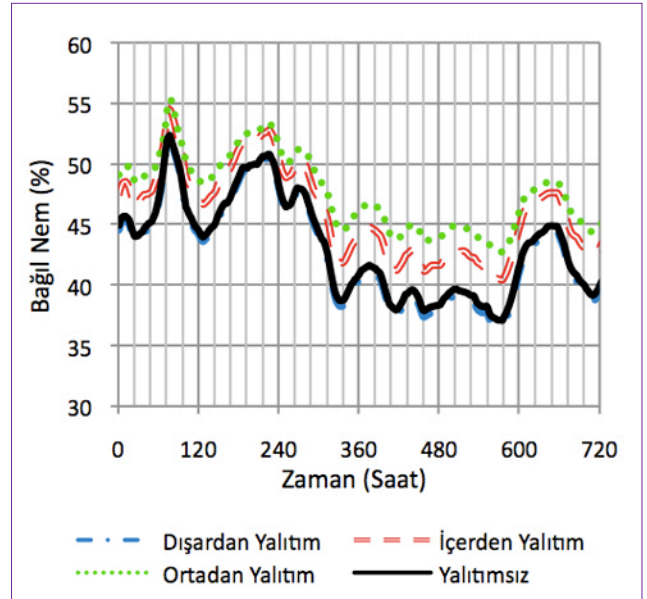
Şekil 5'de yalıtım sistemlerinin bağıl nem açısından karşılaştırmalı grafiği verilmiştir. Ortalama bağıl nem

değerleri açısından, dışarıdan yalıtımlı kesitin en düşük bağıl nem değerine (~%58) sahip olduğu, daha sonra ortadan yalıtım (~%72) ve içeriden yalıtımın (~%75) geldiği izlenmektedir. Bu durumda da içeriden yalıtımlı durumun yalıtımsız duruma (~%68) göre %6 daha kötü sonuç verdiği görülmektedir. Dışarıdan yalıtımlı durumun yalıtımsız duruma göre %15, içeriden yalıtıma göre %23, ortadan yalıtıma göre ise %19 olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir.

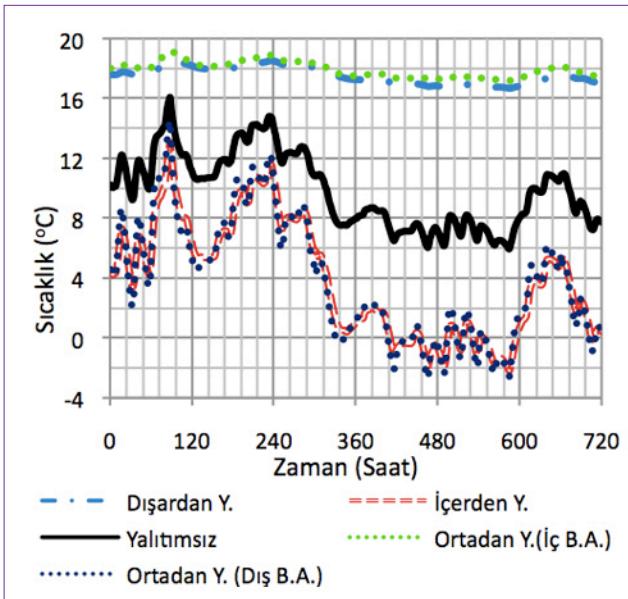
Betonarme duvar kesitlerinin ortalama değerlerinin yanı sıra, kesitleri oluşturan malzemelerin de ayrı ayrı sıcaklık ve bağıl nem grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafiklerde iç sıva tabakasına bakıldığında (Şekil 6), yüzey sıcaklıkları açısından, yalıtımsız durumda ani sıcaklık değişimleri izlenirken, üç farklı yalıtımlı durumda da birbirine paralel olarak, sıcaklıkların 18-20°C arasında dalgalandığı görülmektedir. Dışarıdan yalıtımın diğer sistemlere göre %7 olumlu olduğu söylenebilir. Aynı şekilde bağıl nem değerlerinin de oranları birbirine çok yakın olmakla birlikte, içeriden ve ortadan yalıtımlı ke-



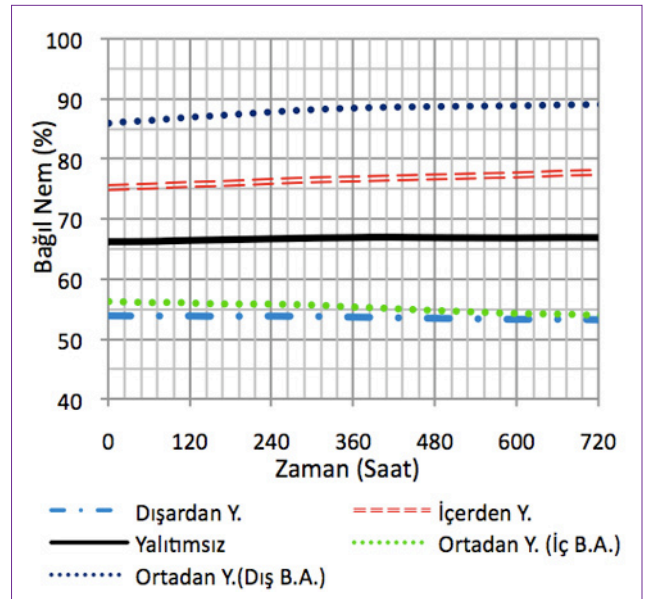
Şekil 6. Farklı yalıtım sistemlerinde iç sivada sıcaklık değişimi.



Şekil 7. Farklı yalıtım sistemlerinde iç sivada bağıl nem değişimi.



Şekil 8. Farklı yalıtımlı betonarme duvarların sıcaklık değişimi.



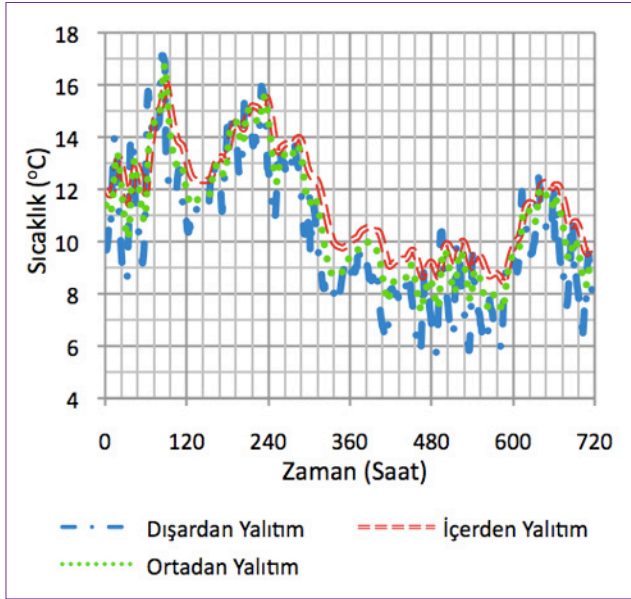
Şekil 9. Farklı yalıtımlı betonarme duvarların bağıl nem değişimi.

sitlerde, dışarıdan yalıtımlı ve yalıtımsız duruma göre olumsuz sonuçlar görülmektedir (Şekil 7).

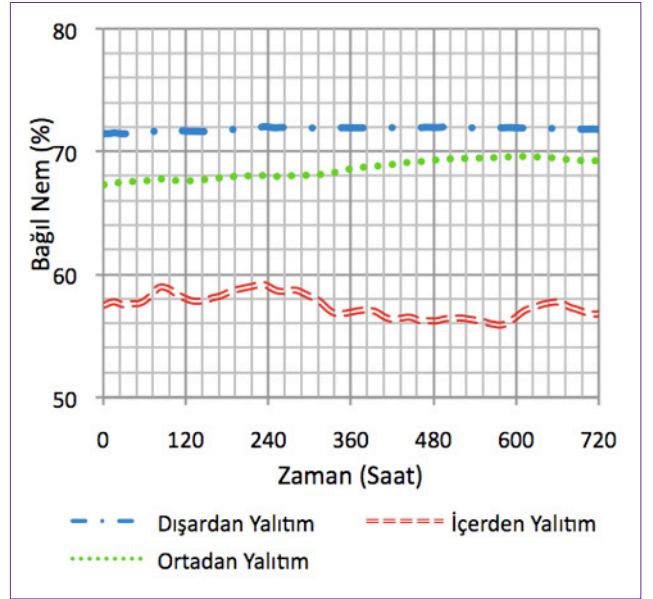
Betonarme kesitlerdeki sıcaklık dağılımlarında ise içerden ve ortadan yalıtımda ani sıcaklık değişimleri izlenmektedir. İçerden yalıtımda minimum sıcaklıklar -2°C 'ye kadar düşerken, ortadan yalıtımda da, özellikle dış taraftaki betonarme bileşende -3°C 'ye kadar düştüğü görülmektedir. İçerden ve ortadan yalıtımın dış betonarme duvarı, yalıtımsız duruma göre %13-114 aralığında olumsuz sonuçlar vermektedir. Dışarıdan yalıtım

ise yalıtımsız duruma göre %16-65 oranlarında olumlu değerleri vermektedir (Şekil 8).

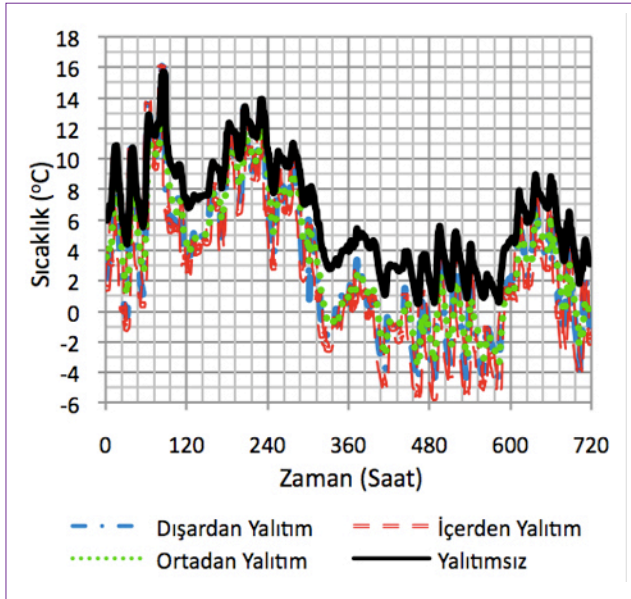
Bağıl nem değerleri betonarme bileşende; içerden yalıtımda, dışarıdan yalıtıma göre %48, ortadan yalıtımın dış betonarme duvar bölümü, dışarıdan yalıtıma göre %63, yine ortadan yalıtımın her iki betonarme duvarının (iç ve dış kısım) ortalama bağıl nem değeri dışarıdan yalıtımlı duruma göre %25 daha fazladır (Şekil 9). Bu durumda içerden yalıtımlı betonarme duvarda bağıl nem oranı %75-80, ortadan yalıtımlı durumda ise, özel-



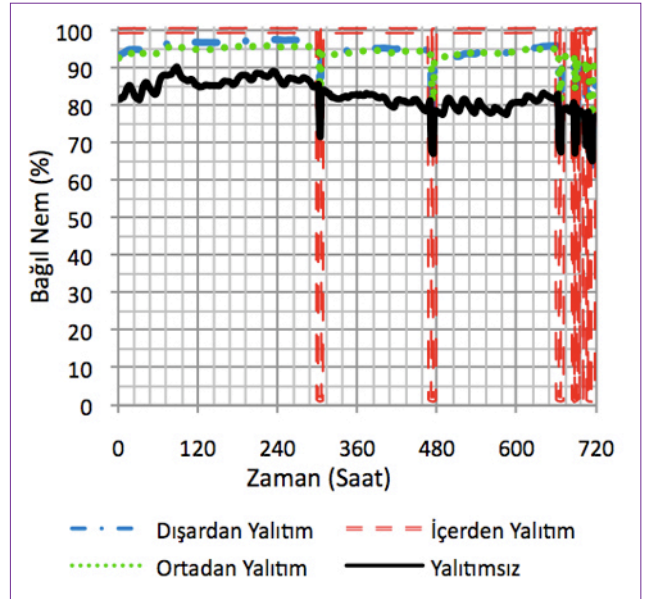
Şekil 10. Farklı yalıtımlı betonarme duvarların yalıtım malzemesi sıcaklık değişimi.



Şekil 11. Farklı yalıtımlı betonarme duvarların yalıtım malzemesi bağıl nem değişimi.



Şekil 12. Farklı yalıtımlı betonarme duvarların dış sıva katmanında sıcaklık değişimi.

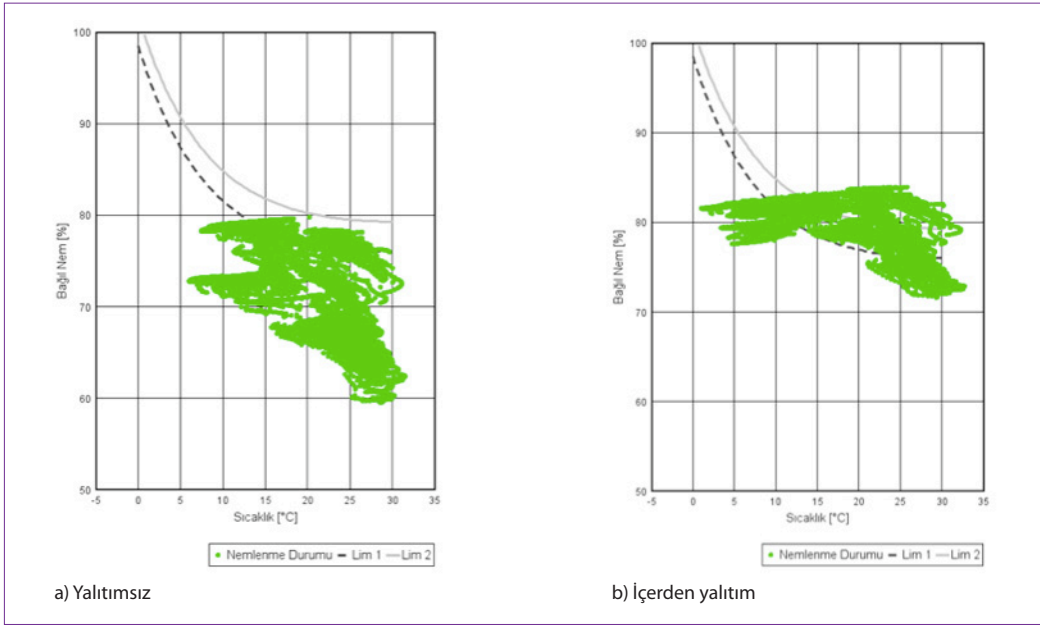


Şekil 13. Farklı yalıtım konumlarında dış sıva tabakası bağıl nem değişimi.

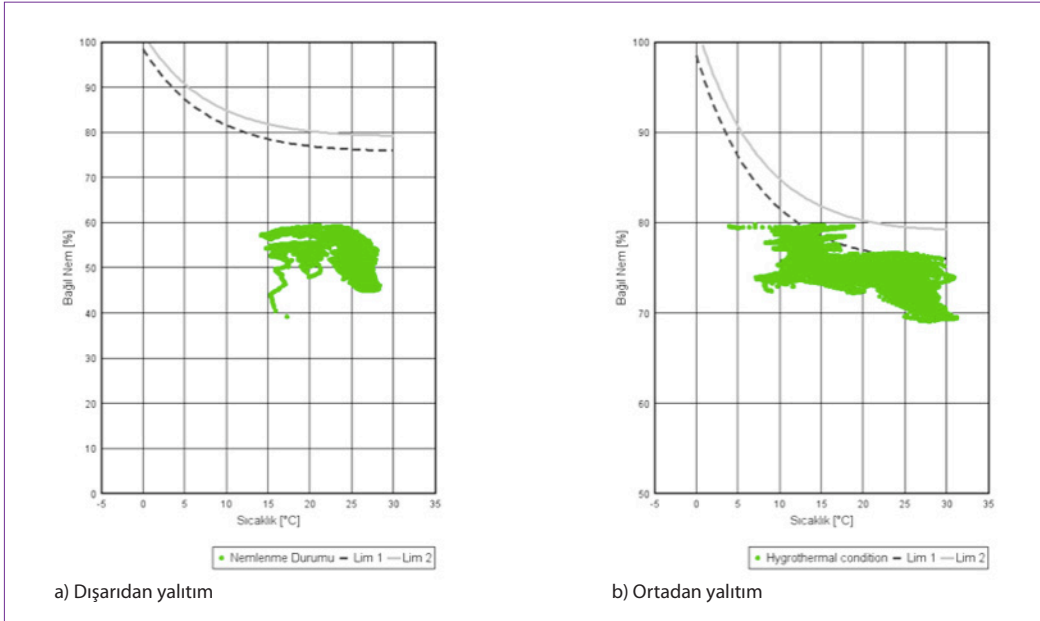
likle dış betonarme duvarın bağıl nemi %88'lere kadar yükselmektedir. Bağıl nemin bu kadar yükselmesi ve kesit sıcaklığının da -3°C 'ye düşmesi, bileşenin içerisindeki suyun donarak önemli riskler oluşturmasına neden olur.

Yalıtım malzemesindeki sıcaklık ve bağıl nem değerlerine bakıldığında, $1-2^{\circ}\text{C}$ farkla birbirine çok yakın olduğu görülmektedir (Şekil 10, 11). Aynı şekilde dış sıva tabakasında da yakın değerler izlenmektedir (Şekil 12, 13).

Şekil 14 ve Şekil 15'de incelenen duvar kesitlerindeki nemlenme durumlarını göstermektedir. Limit 1 olarak tanımlanan kesikli çizgi; suda ayrışabilen malzemelerin sınır değerlerini, limit 2 ise suda çözünmeyen malzemelerin sınır değerlerini göstermektedir. Grafiklere bakıldığında sadece dışardan yalıtım durumunda yağışma açısından risklerin olmadığı söylenebilmektedir. Dışardan yalıtımı ortadan yalıtım izlemektedir ve az miktarda 1. sınır değere kadar bir nemlenme söz konusu-



Şekil 14. Yalıtımsız ve içerden yalıtım durumunda kesit içerisindeki nemlenme.



Şekil 15. Dışarıdan ve ortadan yalıtım durumunda kesit içerisindeki nemlenme.

dur. İçerden yalıtımlı durumda ise yalıtımsız durumdan bile çok daha fazla nemlenme görülmektedir.

Sonuç

Yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı, yapı içi ısısal konforu etkileyen en önemli öğelerden biridir. Çünkü kişi ile yapı kabuğunun iç yüzeyi arasında ışıma yoluyla sürekli ısı alışverişi söz konusudur. İç yüzey sıcaklıklarının konfor sınırlarında olması yapı kabuğunun ısı ge-

çirmezlik açısından da uygun olduğunu gösterir. Yapılan araştırmalara göre, hacmin kuru termometre sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklıkları ayrımı $< \pm 3^{\circ}\text{C}$ olduğu zaman ışımsal sıcaklık açısından konfor oluşur.^{13,14} Bu doğrultuda bakıldığında yalıtımsız durum dışında üç farklı

¹³ Fanger, 1972

¹⁴ Zorer Gedik, 2001, s. 57

yalıtımlı durumda da bu şartın sağlanmış olduğu söylenebilmektedir. Ancak yapı kabuğunun bu niteliğini koruyabilmesi, kabukta yoğunlaşma nedeniyle oluşabilecek bozulmaların ve bu bozulmalara bağlı olarak ısı geçişiyle ilgili fiziksel özelliklerde ortaya çıkabilecek değişmelerin önlenmesiyle olanaklıdır. Bunun için, yapı kabuğunu oluşturan kesitte yalıtımın yeri uygun bir biçimde düzenlenmelidir.

Bu çalışmada yalıtımın betonarme duvar kuruluşundaki üç farklı konumu Edirne ili soğuk dönem koşullarında incelenmiş ve yoğunlaşma açısından en ideal durumun dışarıdan yalıtımlı durum olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dışarıdan yalıtım, bina sağlığı ve kullanım ömrü açısından da en verimli sistemlerden biridir. İçeriden yalıtımlı kesitin bazı durumlarda yalıtımsız kesitten bile daha olumsuz sonuçlar verdiği görülmektedir. Ortadan yalıtımlı duvar kuruluşunda ise özellikle dış taraftaki betonarme bileşende istenmeyen sıcaklık ve nem dağılımları tespit edilmiştir. Duvar malzemesinin de betonarme olmasından dolayı, kesit içerisindeki yoğunlaşan su korozyon, donma gibi etkiler göstererek, hem taşıyıcı sistemin zayıflamasına, hem de istenmeyen çiçeklenme, küflenme v.b. biyolojik durumların oluşmasına neden olur.

Yapı kabuğu kesiti oluşturulurken, malzeme sıralanışının önemi büyüktür. Sıcaklığı yüksek olan ortamdaki, daha düşük olan ortama doğru buhar geçirgenlik direnci yüksek olan malzemeden, düşük olan malzemeğe doğru sıralanması gerekmektedir. Ayrıca, ısı yalıtım özelliği yüksek olan katmanlar sıcak ortam yüzeyinden olabildiğince uzaklaştırılmalıdır. Yapı kabuğu katmanlarının bu şekilde düzenlenmesi, daha sıcak ortamdaki daha soğuk ortama doğru yayılan su buharının ilk katmanlarda tutulmasını sağlayacağından sıcak ortam havasında bulunan nem, ısı yalıtım özelliği olan katmanlara ulaşamayacaktır.

Binaların sürdürülebilirliği açısından, tasarım aşamasında verilen kararlar büyük önem taşımaktadır. Özellikle yapı kabuğu kesitinin uygun tasarımıyla hem yapıların ömrü uzatılabilir, hem de kullanıcıların konforlu bir ortamda yaşamaları ve çalışmalarının verimli olması sağlanır.

Kaynaklar

- Akman, S., (2000), "Yapı hasarları ve onarım ilkeleri", TM-MOB Yayınları, İstanbul.
- Altun, C., (1997), "Buhar difüzyonunun dış duvarların nem ile ilgili performansına etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım", Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim dalı, İstanbul.
- Cihan, T., (2004), "EPS-Bloklu, çelik donatılı, beton taşıyıcı duvarlı binanın ısı performansı", Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Fanger, P.O., (1972), Thermal comfort. McGraw-Hill Book Company.
- Karagiozis, A., Künzel, H.M., Holm, A., (2001), "WUFI-ORNL/IBP - A North American hygrothermal model" Contribution to performance of exterior envelopes of whole buildings VIII, p. 1-10, Clearwater Beach, Florida.
- Künzel, Hartvig, M., (1998), "Effect of interior and exterior insulation on the hygrothermal", Materials and Structures, Vol. 31, p. 99-103.
- Kwiatkowski, J., Woloszyn, M., JacquesRoux, J., (2009), "Modelling of hysteresis influence on mass transfer in building materials", Building and Environment 44, p. 633-42.
- Oral, G.K., Altun, C., (2006), "Binalarda ısıtma enerjisi korunumunda ısı yalıtımı ve nem kontrolü", Yalıtım Dergisi, sayı: 59, Doğa Yayın Grubu, İstanbul.
- Salonvaara, M., Karagiozis, A., Holm, A., (2001), "Stochastic building envelope modeling. The influence of material properties" Contribution to performance of exterior envelopes of whole buildings VIII, p. 1-8, Clearwater Beach, Florida.
- Teasdale, A.H, Derome, D., (2007), "Comparison of experimental and numerical results of wood-frame wall assemblies wetted by simulated wind-driven rain infiltration", Energy and Buildings, No. 39, p. 1131-9.
- Yaşar, Y., (1989), "Paralel yüzeyli ısı köprüsü içeren yapı elemanında yüzey sıcaklıklarının hesaplanmasında kullanılabilecek bir yöntem", Basılmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, Z., (2006), "Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji", Tesistat Mühendisliği Dergisi, No. 91, p. 7-15.
- Zorer Gedik, G., (2001), "Hazır dış duvar elemanlarının ısısal konfor açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi", TM-MOB Makina Mühendisleri Odası, Yalıtım Kongresi, p. 56-60, Eskişehir.

İstanbul'da Mevcut Çatı Sistemi ile Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi Isıl Performanslarının Karşılaştırılmalı Değerlendirilmesi

Comparative Assessment of Thermal Performance of Existing Roof System and Retrofitted Green Roof System in Istanbul, Turkey

Nil TÜRKERİ,¹ M. Cem ALTUN,¹ Caner GÖÇER¹

Ülkemizde iklim değişimi önemli gündem maddelerinden biridir. Batı ve güneybatı bölümünde mevcut kent ısı adası etkisiyle yaşanan sıcaklık artışına ek olarak sıcaklıkların özellikle yaz aylarında belirgin biçimde artacağı öngörülmektedir. Artan sıcaklıklar ile binalarda soğutma amaçlı enerji talebi de artacaktır. İklim değişimine uyum önlemi olarak uygulanan stratejilerden biri de bitkilendirilmiş çatı sistemidir (BÇS). Her yıl yaklaşık olarak kaplanan 100 milyon m² çatının yarısında çatı kaplama malzemesi olarak kiremit, geri kalanında ise mineral kaplı bitümlü örtü kullanılmaktadır. BÇS'nin iklim değişimi kapsamında sağladığı faydaların bilinmesine rağmen sınırlı sayıda uygulanmasının nedeni mevcut sistemlerin yurtdışından "ithal paket sistemler" olarak uygulamaya sunulmaları ve yerel çevre şartlarına uyarlanmasının yapılmaması nedeniyle sistemlerde ısı ve nem kaynaklı erken hasarların oluşmasıdır. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (İTÜ), ana amacı çevreyle uyumlu bitkilendirilmiş çatı sistemleri geliştirmek olan bir araştırma projesi yürütülmektedir. Projenin alt amaçlarından biri de İstanbul gerçek hizmet şartlarında mevcut bir çatı sisteminin BCS ile iyileştirilmesi sonucunda oluşan sistem ile mevcut çatı sisteminin (MÇS) performanslarını alanda ölçüm yöntemiyle deneysel olarak ortaya koymak ve söz konusu performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. İTÜ Ayazağa Yerleşkesinde İTÜBÇS ile İTÜMÇS inşa edilmiş ve gerekli ölçüm aletleri ile donatılmıştır. Çalışmanın ilk sonuçlarına göre ilkbahar mevsiminde yüzeyi henüz bitki ile tam örtülmemiş İTÜBÇS ile İTÜMÇS'nin güneş ışınım yansıtma oranı yaklaşık olarak aynı olmuştur. Gündüz, öğle saatlerinde İTÜBÇS toprak yüzey sıcaklık değerleri, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerlerinden daha düşük olmuştur. İTÜBÇS ısı kütle etkisi ile yüksek hava sıcaklık değerlerinde iç ortam sıcaklık değerlerini dengelemiştir.

Anahtar sözcükler: Bitkilendirilmiş çatı sistemi; ısı performans; alanda ölçüm.

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

Urban heat islands, temperature increase due to climate change and energy consumption due to high summer cooling load are significant issues in Turkey. International studies indicate that the green roof system serves as an energy efficient building technology. However, the thermal performance of green roofs when exposed to local climate conditions is still unknown in Turkey. A research project is being conducted at Istanbul Technical University, in which part of a low-slope existing roof system was retrofitted as an extensive green roof system and the thermal performances of both the existing roof and green roof were monitored in order to make a comparative assessment. Both the green roof and the existing roof were instrumented to measure the temperature profile within the roof systems and the solar reflectance of the roof surfaces. Local meteorological variables were also measured. Results obtained from the field monitoring revealed the following data. Reflected solar radiation from the green roof surface was slightly higher than from the existing roof surface. This was likely to be due to the fact that the plants had not yet covered the entire soil surface area of the green roof. Plants reduced the amount of heat absorbed by the growing medium during daytime through shading and reduced the surface temperature of the green roof. Ceiling temperatures of rooms under the existing roof and green roof indicated that heat transfer to the room beneath the green roof was reduced as well. The green roof reduced the heat gain due to the thermal mass of the soil. This created a buffer against daily fluctuations in temperature and minimized temperature extremes.

Key words: Green roof; thermal performance; monitoring.

¹Department of Architecture, Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

MEGARON 2011;6(1):21-29

Başvuru tarihi: 18 Ekim 2010 (Article arrival date: October 18, 2010) - Kabul tarihi: 17 Ocak 2011 (Accepted for publication: January 17, 2011)

İletişim (Correspondence): Dr. Nil TÜRKERİ. e-posta (e-mail): sahal@itu.edu.tr

© 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2011 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Ülkemizde iklim değişimi, etkileri ve enerji verimliliği önemli gündem maddeleridir. Devlet Meteoroloji İşleri'nin 1951-1990 yılları arasında yaptığı meteorolojik ölçümlerin incelendiği çalışma, Türkiye'nin batı ve güneybatı bölümlerinde daha çok yaz mevsiminde kent ısı adası nedeniyle sıcaklık artışının yaşandığını ortaya koymuştur.¹ Bu durumun en önemli nedenlerinden biri kentleşme sonucu doğal bitki örtüsünün yerini, bitki örtüsüne nispeten su geçirimsiz, ısı depolama kapasitesi yüksek, ısı enerjisi soğuran koyu renkli çatı ve yol kaplama malzemeleri; diğer bir anlatımla tipik kent yüzeylerinin almasıdır. Örneğin, koyu renkli çatı kaplama malzemesi, üzerine gelen güneş ışınımını soğurur, böylece yüzey sıcaklığı artar; malzemede soğurulan enerji atmosfere tekrar ısı enerjisi olarak ışıdır, böylece kent dış ortam hava sıcaklığı artar; diğer bir anlatımla kent ısı adası oluşur. Kent ısı adası, soğutma ihtiyacını artırır. Ek olarak, kent hakkında ciddi boyutta sağlık sorunlarına da neden olur. Ayrıca, çatı kaplama ürününde soğurulan ısı enerjisi, çatı sisteminin bünyesinden iç ortama doğru geçen ısı akış miktarını artırır; böylece, yaz aylarında soğutma ihtiyacı dolayısıyla soğutma amaçlı elektrik enerjisi tüketimi artar. Elektrik enerjisi üretiminin fosil yakıtlardan karşılandığı durumda başta CO₂ olmak üzere sera gazları emisyon miktarı artarak küresel ısınmaya neden olur. Geleceğe yönelik iklim senaryolarına göre ülkemizin batı bölümünde ve özellikle yaz aylarında 6°C'ye kadar olmak üzere Türkiye genelinde sıcaklıklarının 2°C ila 3°C artacağı öngörülmektedir.² Ülkemizde, binalarda %85 oranında ısıtma amaçlı enerji tüketilmekte ve bu enerjinin büyük bir bölümü ithal edilmektedir. Isıtma için 2004 yılındaki eğilimde enerji harcamaya devam edeceğimiz düşünülürse, nüfus artışımıza paralel olarak gelecekte daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacağımız ve daha fazla enerji ithal edeceğimiz açıktır. Diğer bir taraftan mevcut enerji kaynakları azalacaktır. Gelecekte binalarda artacağı öngörülen enerji gereksinimi, günümüzde, binalarda enerji verimliliğinin sağlanması ile azaltılabilir. Binalarda enerji verimliliğini sağlayan en önemli bileşenlerinden biri tasarım sürecinde, ısı konfor koşullarında bir değişiklik yapmadan bina dış kabuğunu oluşturan yapı elemanlarının-çatı, dış duvar (opak saydam yüzeyler), altı açık döşeme-ısı geçirgenlik direncinin yönetmeliklerde verilen değere uygun olmasının sağlanması ve/veya artırılması, dolayısıyla kullanım sürecinde ısıtma ve soğutma amaçlı enerji tüketiminin azaltılması ve böylece mevcut enerji kaynaklarının etkin ve ekonomik kullanılması ile çevreye etkisinin azaltılmasıdır.³ Kısaca ülkemizde, iklim değişimine uyum sağlayan enerji etkin bina teknolojilerine ihtiyaç vardır.

Uluslararası çalışmalar BÇS'nin iklim değişimine uyum sağlayan enerji etkin bina teknolojilerinden biri olduğunu ortaya koymuştur. BÇS'de, gelen güneş ışınımı bitki ve bitki taşıyıcı katmanı tarafından soğurulur. Ancak soğurulan enerji evapotranspirasyon -yapraklardan terleme ve bitki taşıyıcı katmandan suyun buharlaşması- amacıyla kullanılır; böylece yüzey sıcaklığı azalır ve yüzeyden atmosfere az oranda ısı enerjisi ışıması olduğu için kentin dış ortam hava sıcaklığında artış fazla olmaz. Yüzey sıcaklığının azalmasında bitkilerin gölgeleme etkisi de vardır. Ayrıca, bitki taşıyıcı katmanının ek bir ısı direnç sağladığı da ortaya konulmuştur. Toronto'da yapılan çalışma, kent alanının, kırsal alanlara nispeten 2-3°C daha sıcak olduğunu - kent ısı adası; bir atmosferik model simülasyonu ile kentte %50 oranında yeşil çatı sisteminin uygulandığı durumda, BÇS'nin kent sıcaklığında 1-2°C azalmaya neden olacağı belirlenmiştir.⁴ Singapur'da BÇS'de sürekli ölçüm yöntemiyle yürütülen bir çalışma, BÇS'nin yüzey sıcaklığını 18°C azalttığını göstermiştir.⁵ Atina'da BÇS'nin ısı performansını matematiksel bir model ile ortaya koyan çalışma, bitkilendirilmiş çatının, yüzeyine gelen toplam güneş ışınımının %27'sini yansıttığını, %60'ının yapraklar tarafından soğrulduğunu ve %13'ünün de toprağa iletilildiğini ortaya koymuştur.⁶ Singapur'da yapılan bir çalışma, beş katlı ticari bir binada BÇS uygulandığı durumda yıllık enerji tüketiminde %0.6-%14.5 oranında azalma olduğunu ortaya koymuştur.⁷

Ülkemiz'de her yıl yaklaşık olarak uygulanan 100 milyon m² çatı kaplama ürününden yarısında kiremit, geri kalanında ise mineral kaplı bitümlü örtü kullanılmaktadır.⁸ BÇS'nin iklim değişimi kapsamında sağladığı faydaların bilinmesine rağmen sınırlı sayıda uygulanmaktadır. Bu durumun nedeni, ülkemizde mevcut BÇS'lerinin ya yurtdışından "ithal paket sistemler" olarak uygulamaya sunulmaları ve yerel çevre şartlarına uyarlanmasının yapılmaması ya da malzeme üreticilerinin sadece ürettikleri malzemelerin yer aldığı ancak diğer bileşenlerle ilgili bilgi veremedikleri sistemlerin bulunmasıdır. Her iki durumda da sisteminlerin yerel şartlar etkisi altında performansları bilinmemektedir.

İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (İTÜ), ana amacı çevreyle uyumlu bitkilendirilmiş çatı sistemleri geliştir-

¹ Karaca, 1995.

² First National Communication on Climate Change, 2007.

³ Kavak, 2005.

⁴ Bass, 2002.

⁵ Hien, 2002.

⁶ Eumorfopoulou, 1998.

⁷ Wong, 2003.

⁸ Baştanoğlu, 2006.

mek olan bir araştırma projesi yürütülmektedir. Projenin alt amaçlarından biri de İstanbul'da gerçek hizmet şartlarında mevcut bir çatı sisteminin BÇS ile iyileştirilmesi sonucunda oluşan sistem ile mevcut çatı sisteminin (referans çatı sisteminin) ısı ve nem ile ilgili performanslarını alanda ölçüm yöntemiyle deneysel olarak ortaya koymak ve söz konusu performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Bu makalenin amacı ise deneysel çalışma ile yöntemi tanıtmak ve elde edilen ilk ölçüm sonuçlarını vermektedir.

Gereç ve Yöntem

İTÜ Bitkilendirilmiş Test Çatı Sistemi ve İTÜ Mevcut Test Çatı Sistemi

İstanbul Teknik Üniversitesi Bitkilendirilmiş Test Çatı Sistemi (İTÜBÇS) ile İstanbul Teknik Üniversitesi Mevcut Test Çatı Sistemi (İTÜMÇS), İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Kampüsü'nde İTÜ Eski Rektörlük Binası çatısında yer almaktadır. Çatı alanı yaklaşık 739-m²'dir. Çatı formu teras çatıdır ve çatı alanı dört yönden parapet duvarı ile çevrelenmiştir. Çatıdan yağmur suyunu uzaklaştırmak için güney yönünde beş adet parapet tipi süzgeç ve düşey yağmur iniş borusu bulunmaktadır. İTÜBÇS, çatı alanının güney yönünde bir adet parapet tipi süzgeci içeren ve diğer üç yönde mevcut çatı sisteminden bir parapet duvarı ile ayrılan 60 m²'lik bir alana inşa edilmiştir (Şekil 1). İTÜBÇS katmanlaşması, iç ortamdan dış ortama doğru sırasıyla, 2 cm kalınlığında sıva, gazbeton asmolen blok dolgulu betonarme döşeme, minimum 3 cm yüksekliğinde, %1 eğimde, eğim şapı, bitümlü emülsiyon astar, bir kat buhar kesici-polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtü, 3 kat 3 cm kalınlığında ısı yalıtımı- çekme polistren, 1 kat su

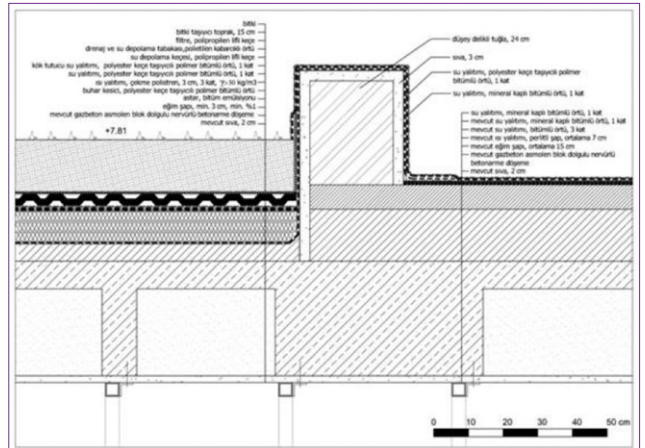
yalıtımı- polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtü, 1 kat kök tutucu su yalıtımı- polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtü, su depolama keçesi-polipropilen lifli keçe, drenaj ve su depolama tabakası- polietilen kabarcıklı örtü, filtre-polipropilen lifli keçe, 1/3 oranında torf, 1/3 oranında mineral esaslı toprak ve 1/3 oranında organik gübreden oluşan bitki taşıyıcı toprak ve bitkiden oluşmaktadır. Bitki tipi olarak, İTÜBÇS alanının batı yönündeki 1/3'lük alana *Cerastium tomentosum*-fare kulağı, doğu yönündeki 1/3'lük alana *Mesembryanthemum roseum*-acem halısı ve geri kalan orta alana ise her iki bitki tipi karma olarak dikilmiştir (Şekil 2). Mevcut çatı alanı İTÜMÇS olarak ele alınmaktadır. İTÜMÇS katmanlaşması, iç ortamdan dış ortama doğru sırasıyla, mevcut 2 cm kalınlığında sıva, mevcut gazbeton asmolen blok dolgulu betonarme döşeme, mevcut ortalama 15 cm yüksekliğinde eğim şapı, mevcut 7 cm kalınlığında ısı yalıtımı-perlitli şap, mevcut 2 kat su yalıtımı-polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtü, mevcut bir kat mineral kaplı bitümlü örtü ve yeni bir kat yeşil renkli mineral kaplı bitümlü örtüdür (Şekil 2). İTÜBÇS ve İTÜMÇS altında bir adet 20 m²'lik oda bulunmakta ve her iki oda aynı şekilde iklimlendirilmektedir.

Ölçüm Düzenegi ve Veri Toplama

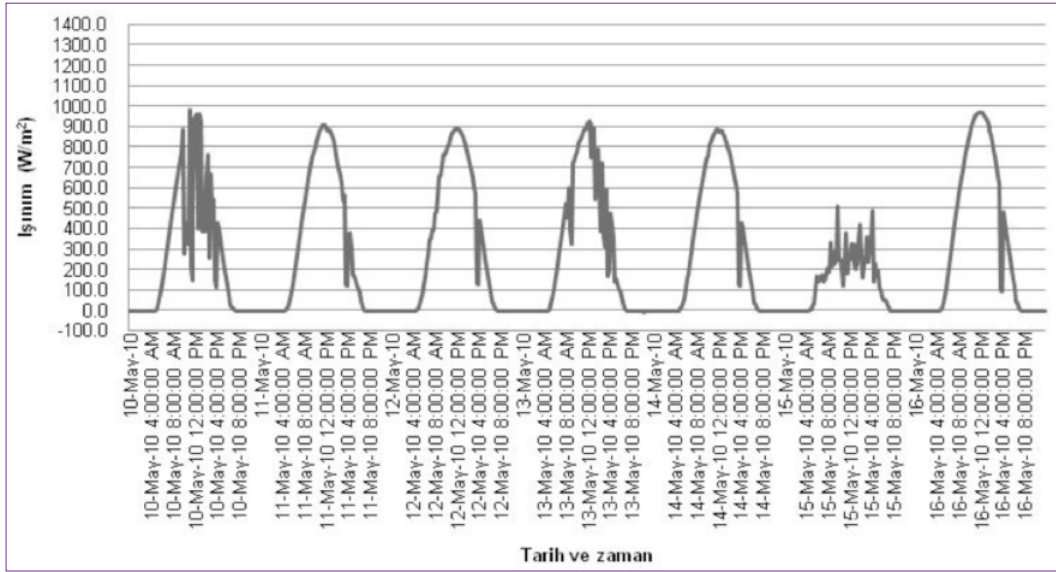
İTÜBÇS ve İTÜMÇS'de, mikro iklim, güneş ışınım şiddeti, yüzey sıcaklığı ve katmanlar arası sıcaklık değerlerini ölçmek için gerekli yerlere ilgili ölçüm aletleri yerleştirilmiştir. Dış hava sıcaklığı, bağıl nem, barometrik basınç, rüzgar hızı ve rüzgar yönü, İTÜBÇS'de çatı yüzeyinden 2 m yüksekliğinde yer alan bir direk üzerine yerleştirilmiş meteoroloji istasyonu ile ölçülmektedir, (Şekil 1). Düşey yağmur miktarı, İTÜBÇS güney yönünde yer alan parapet üstüne konumlandırılmış bir adet devrilen kovalı (*tipping bucket*) tipinde bir yağış ölçer ile



Şekil 1. Bitkilendirilmiş test çatı sistemi ile mevcut test çatı sisteminin görünüşü.



Şekil 2. Bitkilendirilmiş test çatı sistemi ile mevcut test çatı sisteminin katmanları.



Şekil 3. 10-16.05.2010 tarihlerinde toplam gelen güneş ışınım şiddeti.

ölçülmektedir (Şekil 1). Gelen toplam güneş ışınım şiddeti ile İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzeylerinden yansıyan güneş ışınım şiddetleri söz konusu direktteki yatay kollarda yer alan birer adet piranometre ile ölçülmektedir (Şekil 1). İTÜBÇS ve İTÜMÇS üst yüzey sıcaklıkları, söz konusu direktteki kollarda yer alan birer adet temassız kızılötesi sıcaklık sensörü, tavan yüzey sıcaklıkları da birer adet temassız kızılötesi sıcaklık sensörü ile ölçülmektedir. İTÜBÇS'nde buhar kesici-ısı yalıtımı arasındaki, ısı yalıtımı-su yalıtımı arasındaki, toprak-filtre arasındaki sıcaklıklar ile İTÜMÇS'de ısı yalıtımı-su yalıtımı arasındaki sıcaklığı ölçmek için sudan etkilenmeyen sıcaklık sensörü kullanılmaktadır. Dış hava sıcaklığı, bağıl nem, basınç, rüzgar hızı, rüzgar yönü, gelen toplam güneş ışınım şiddeti, İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzeylerinden yansıyan güneş ışınım şiddetleri, İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzey sıcaklıkları, İTÜBÇS'de buhar kesici-ısı yalıtımı arası, ısı yalıtımı-su yalıtımı arasındaki, toprak altındaki sıcaklıklar ile İTÜMÇS'de ısı yalıtımı-su yalıtımı arasındaki sıcaklık ölçüm değerleri bir "veri kayıt aleti" ile kayıt edilmekte ve depolanmaktadır. Düşey yağmur miktarı ise "Yağış Ölçer Veri Kayıt Aleti" ile kayıt edilmekte ve depolanmaktadır. 15 dk'lık ölçüm verileri, veri kayıt aletlerinden bir bilgisayara, ilgili iki adet yazılım ile indirilmekte ve bilgisayarda okunabilmektedir. Veriler, yazılımlardan MS Excel programına veri analizi için aktarılmaktadır.

Deney Sonuçları - Veri Analizi

İTÜBÇS ile İTÜMÇS'de Mart, Nisan ve Mayıs 2010 tarihlerinde (ilkbahar mevsimi) elde edilen ölçümler, İTÜBÇS ile İTÜMÇS yansıyan güneş ışınımı şiddeti ve yansım oranı, İTÜBÇS ile İTÜMÇS yüzey sıcaklıkları,

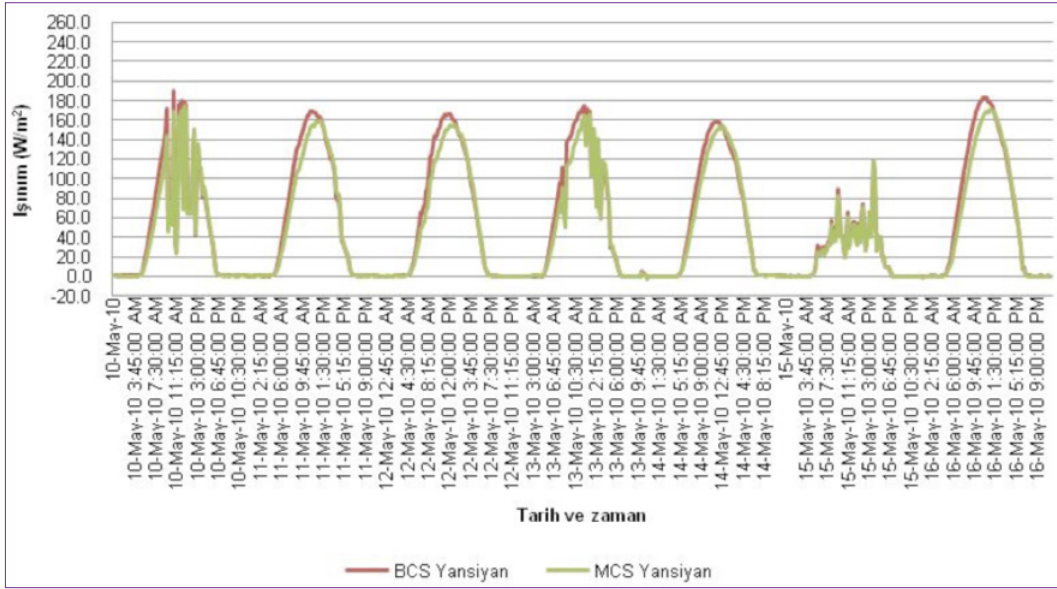
İTÜBÇS ısı kütle etkisi ve İTÜBÇS ile İTÜMÇS sıcaklık profilleri olarak analiz edilerek değerlendirilmiştir.

İlkbahar ve yaz aylarında, kent ısı adası etkisini azaltmak için bir yüzeyin gündüz düşük yansım oranı ve gece düşük yayılım özelliklerine sahip olması istenmektedir.⁹ Bitkiler ile kaplanmış yüzeylerde, gündüz, bitkiler yapraklarında gelen güneş ışınımını fizyolojik süreçler sonucunda tüketerek yansıyan güneş ışınım şiddetini azaltırlar. Bitkiler, yaprakların gölgeleme etkisi nedeniyle toprak yüzeyin emdiği ısı enerji miktarını azaltırlar, bu nedenle gece toprak yüzeyinden dış ortama yayılım azalır.¹⁰ Kısaca, bitki kaplı yüzeylerin gündüz düşük yansım oranı ve gece düşük yayılım özelliklerine sahip olması beklenmektedir. Bu performansın incelenmesi için, ölçüm düzeneğinde toplam gelen güneş ışınım şiddeti ile İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzeylerinden yansıyan güneş ışınım şiddeti değerleri bir gün için ilkbahar aylarında güneş ışınımının en yüksek olduğu kabul edilen saat 10:00 ile 14:00 arasında ölçülmüş,¹¹ İTÜBÇS ve İTÜMÇS yansım oranı değerleri hesaplanmış ve bu değerler ilkbahar mevsimi için karşılaştırılabilir olarak değerlendirilmiştir. İlkbaharı temsil eden günlerde, toplam gelen güneş ışınım şiddeti, 800-1100 W/m² değerleri arasında değişmiştir. Genel olarak İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzeylerinden yansıyan güneş ışınım şiddetleri yaklaşık olarak aynı değerlerdedir (Şekil 3), 10-16 Mayıs 2010 tarihlerinde gelen güneş ışınım şiddeti

⁹ Gaffin, 2005.

¹⁰ Tan, 2003.

¹¹ ASTM E 1918, 2006.



Şekil 4. 10-16 Mayıs 2010 tarihlerinde bitkilendirilmiş test çatı sistemi ve mevcut test çatı sisteminde yansıyan güneş ışınım şiddeti.

tini ve Şekil 4'de verilen tarihlerde İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzeylerinden yansıyan güneş ışınım şiddetlerini bir örnek olarak vermektedir. İlkbahar'da İTÜBÇS yansım oranı değerlerinin aritmetik ortalaması 0.11-0.20 arasında, İTÜMÇS yansım oranı değerlerinin aritmetik ortalaması ise 0.10-0.19 arasında değişmiştir. Bu mevsimde, İTÜBÇS'de bitkiler toprak yüzeyini kısmen kaplamıştır. İTÜBÇS'den yansıyan güneş ışınım şiddeti ve dolayısıyla yansım oranı, bitki ve toprak yüzeyinden yansıyan güneş ışınım şiddeti ve yansım oranıdır.

Bir çatı yüzeyine gelen güneş ışınımının bir miktarı, yüzey özelliklerine bağlı olarak, dış ortama yansır, geri kalan miktarı ise soğurulur. Böylece yüzey sıcaklığı artar; malzemede soğurulan enerji atmosfere (veya daha düşük sıcaklıktaki bir ortama) tekrar ısı enerjisi olarak ışınır. Ayrıca, soğurulan ısı enerjisi, çatı sisteminin bünyesinden iç ortama doğru geçen ısı akış miktarını artırır; böylece yaz aylarında soğutma ihtiyacı dolayısıyla soğutma amaçlı elektrik enerjisi tüketimi de artar.¹² Bitkiler ile kaplanmış yüzeylerde, gündüz, bitkiler yapraklarında gelen güneş ışınımını fizyolojik süreçler sonucunda tüketerek toprak yüzeyine gelen güneş ışınım şiddetini azaltır. Bitkiler, yaprakların gölgeleme etkisi nedeniyle toprak yüzeyin emdiği ısı enerjisi miktarını azaltır, böylece toprak yüzey sıcaklığı azalarak, iç ortama geçen ısı akış miktarı azalır.^{13,14} Bu performansın

incelenmesi için, İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri ölçülmüş, bu değerler ilkbahar mevsimi için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

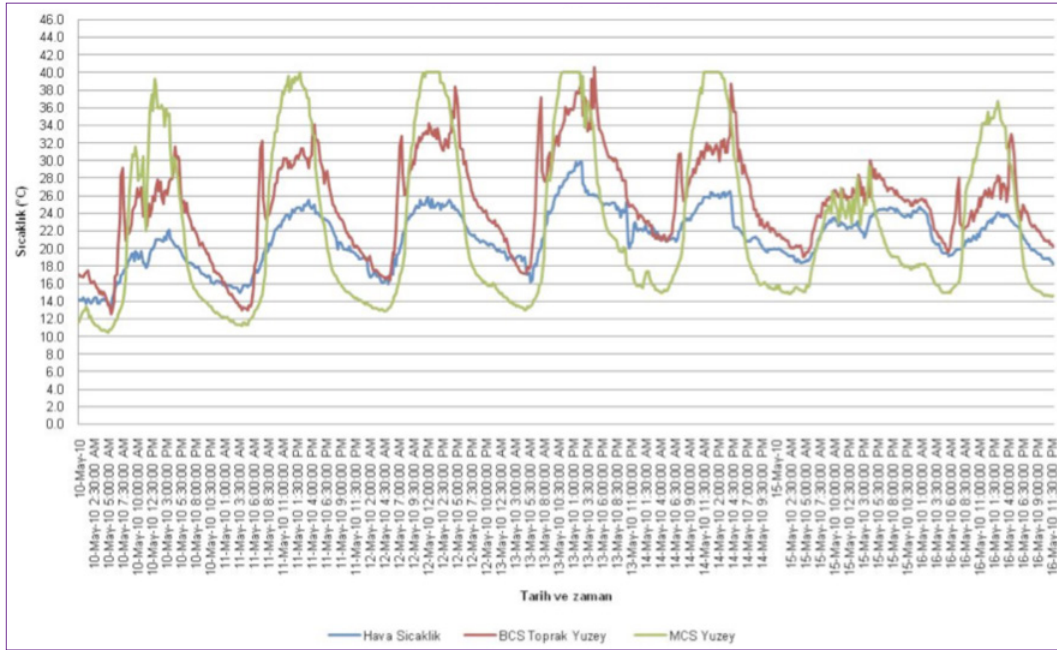
Genel olarak, gündüz saatlerinde İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri, gelen toplam güneş ışınım şiddeti değerleri ile benzer davranış göstermiştir. Gündüz, öğle saatlerinde, İTÜMÇS yüzeyine gelen güneş ışınımının %10-%19'u, dış ortama yansımakta, geri kalan miktarı ise soğurulmakta, böylece yüzey sıcaklığı artmakta ve yüzey sıcaklığı hava sıcaklığından da yüksek olmaktadır. Bazı günlerde, gece saatlerinde, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri, hava sıcaklık değerlerinden daha düşük değerlerde olmaktadır. Bulutsuz gecelerde, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerlerinin, yüzeyin ısı enerjisi yayınımlı ve/veya yüzeyde rüzgarın ısı kayıplarını arttırması nedeniyle hava sıcaklık değerinin altına düşmekte olduğu düşünülmektedir, (ölçüm düzeneğinde yayınımlı ve bulutluluk oranı ölçülmemektedir). Gündüz, öğle saatlerinde İTÜBÇS toprak yüzey sıcaklık değerleri, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerlerinden daha düşük olmuştur. Şekil 5, 10-16.05.2010 tarihlerinde hava sıcaklık, İTÜBÇS ve İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerlerini bir örnek olarak vermektedir. 12 Mayıs 2010 tarihinde saat 12:00'de gelen toplam güneş ışınım şiddeti değeri 892.5 W/m² ve hava sıcaklık değeri 25.8°C iken İTÜMÇS ve İTÜBÇS yüzey sıcaklık değeri, sırasıyla, 40.0°C ve 33.0°C olmuştur. 12 Mayıs 2010 tarihinde saat 23:15'de hava sıcaklık değeri 20.5°C iken İTÜMÇS ve İTÜBÇS yüzey sıcaklık değeri, sırasıyla, 16.0°C ve 22.9°C olmuştur.

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde, toprağın - özel-

¹² Lui, 2005.

¹³ Niachou, 2001.

¹⁴ Wong, 2003.



Şekil 5. 10-16.05.2010 tarihlerinde hava sıcaklık, bitkilendirilmiş test çatı sistemi ve mevcut test çatı sistemi sıcaklık değerleri.

likle nemli durumda yüksek miktarda ısı enerjisini sıcaklığı çok artmadan depolaması ve dış ortam sıcaklığı azaldığında dış ortama sıcaklığı çok azalmadan yavaşça vermesi - ısı kütlesi özelliği ile özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yüksek hava sıcaklık değerlerinde iç ortam sıcaklık değerlerini dengelediği bilinmektedir.¹⁵ Bu nedenle İTÜBÇS toprak altı sıcaklık değerleri ile İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerleri ölçülmüş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak, hava sıcaklık değerleri gündüz öğle saatlerinde yüksek değere, gece ise düşük değerlere ulaşmaktadır. İTÜBÇS'de toprak altı sıcaklık değerleri bir gün içerisinde sabah saatlerinden aynı gün akşamüstüne kadar yavaşça artmakta (ısı enerjisini sıcaklığı çok artmadan depolamakta) ve en yüksek değere ulaşmakta, aynı gün akşamüstü saatlerinden ertesi gün sabah saatlerine kadar azalmakta (toprak altında 9 cm kalınlığında ısı yalıtımı olduğundan akşam vakti hava sıcaklık değeri azalınca depolanan ısı enerjisini dış ortama sıcaklığı çok azalmadan yavaşça vermekte) ve bu saatlerde en düşük değere ulaşmaktadır. Genel olarak, bir gün içerisinde, hava sıcaklık değerleri ile İTÜBÇS toprak altı sıcaklık değerleri en yüksek ve en düşük değerleri arasında zaman farkı oluşmaktadır.

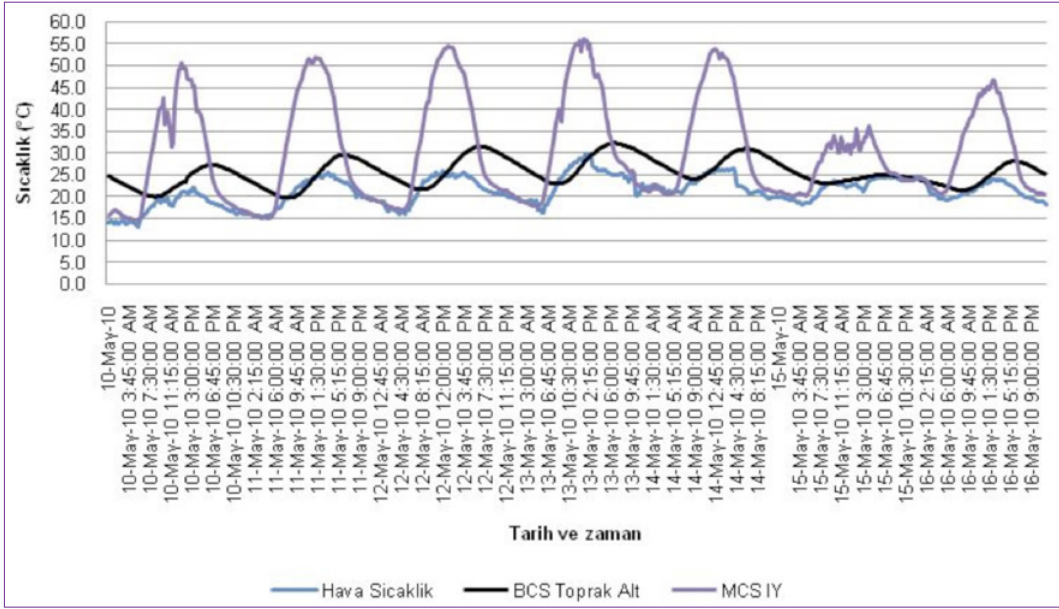
İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerleri ile

İTÜBÇS toprak altı sıcaklık değerleri en yüksek ve en düşük değerleri arasında da zaman farkı oluşmaktadır. Genel olarak öğle saatinde İTÜBÇS toprak altı sıcaklık değerleri ile İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerleri arasında fark bulunmakta, İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerleri daha yüksek değerde olmaktadır. İlkbahar mevsiminde bu fark en yüksek yaklaşık 12°C olmuştur. Şekil 6, 10-16.05.2010 tarihlerinde hava sıcaklık değerleri ve ısı kütlesi etkisine bir örnek vermektedir. 12 Mayıs 2010 tarihinde İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerleri sabah saat 04:00'de 17.1°C (en düşük değer) ve öğlen 12:00'de 53.3°C (en yüksek değer) iken İTÜBÇS toprak altı yüzey sıcaklık değeri sabah saat 08:00'da 21.6°C (en düşük değer) ve 18:00'de 31.3°C (en yüksek değer) olmuştur.

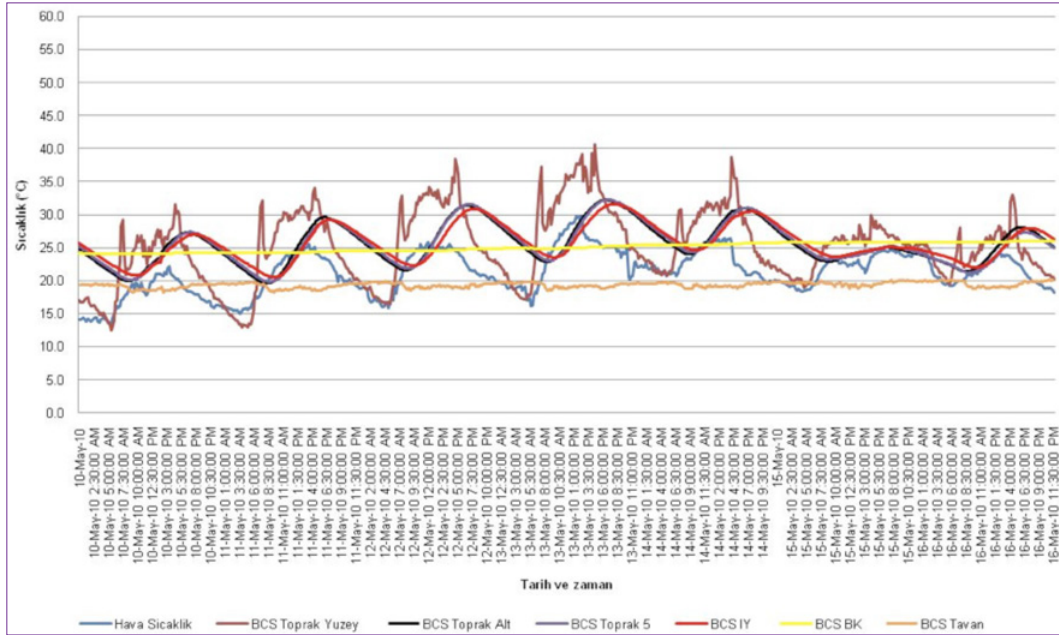
İlkbahar mevsimini temsil eden 10-16 Mayıs 2010 tarihleri için, hava sıcaklık değerleri ve İTÜBÇS sıcaklık profili Şekil 7'de verilmiştir. Verilen tarihler arasında en düşük ve en yüksek hava sıcaklık değerleri, sırasıyla, 13.2°C ile 29.9°C iken toprak yüzey sıcaklık değerleri 12.5°C ile 40.6°C, 5 cm toprak sıcaklık değerleri 19.8°C ile 32.3°C, toprak altı sıcaklık değerleri 19.7°C ile 32.2°C, ısı yalıtım üstü sıcaklık değerleri 20.6°C ile 31.6°C arasında değişirken, buhar kesici üstü sıcaklık değerleri 24.1°C'dan 26.0°C ve tavan sıcaklık değerleri 18.2°C ile 20.2°C arasında değişmiştir.

Genel olarak, hava sıcaklık değerleri gündüz öğle saatlerinde yüksek değere, gece ise düşük değerle-

¹⁵ Castleton, basımda...



Şekil 6. 10-16.05.2010 tarihlerinde hava sıcaklık değerleri ve ısıl kütle.

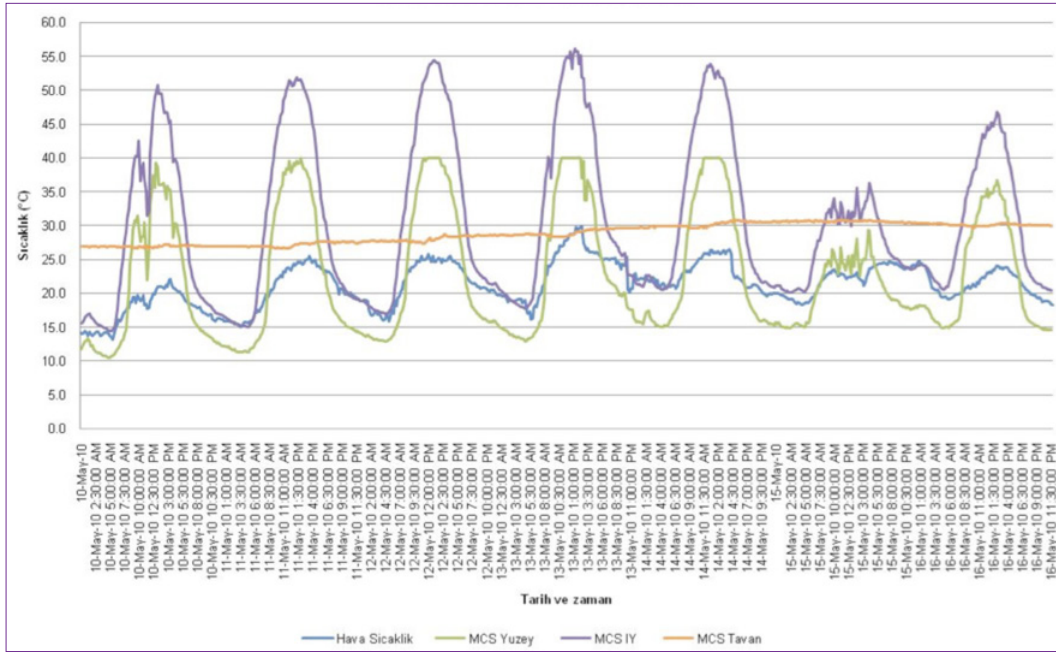


Şekil 7. 10-16.05.2010 tarihlerinde hava sıcaklık değerleri ve bitkilendirilmiş test çatı sistemi sıcaklık profili.

re ulaşmaktadır. İTÜBÇS'de toprak altı sıcaklık değerleri bir gün içerisinde, genel olarak, saat 08:00 civarından aynı gün saat 18:00 civarına kadar artmakta, bu saatte en yüksek değere ulaşmakta, aynı gün saat 18:00 civarından ertesi gün saat 08:00 civarına kadar azalmakta ve bu saatte en düşük değere ulaşmaktadır. Genel olarak, bir gün içerisinde, hava sıcaklık değerleri ile İTÜBÇS toprak altı sıcaklık değerleri en yüksek ve en düşük değerleri arasında zaman faz farkı oluşmaktadır. İTÜBÇS'de ısı yalıtım üstü sıcaklık değerleri ise belirli

bir zaman faz farkı ile toprak altı sıcaklık değerleri ile benzer davranışı göstermektedir. İTÜBÇS'de 5 cm derinliğindeki toprak sıcaklık değerleri toprak altı sıcaklık değerleri ile aynı olmaktadır. İTÜBÇS'de buhar kesici üstü sıcaklık değerleri ve tavan sıcaklık değerleri yaklaşık sabit kalmıştır.

Verilen tarihler için, hava sıcaklık değerleri ve İTÜMÇS sıcaklık profili Şekil 8'de verilmiştir. Bu tarihler arasında en düşük ve en yüksek hava sıcaklık değerle-



Şekil 8. 10-16.05.2010 tarihlerinde hava sıcaklık değerleri ve mevcut test çatı sistemi sıcaklık profili.

ri, sırasıyla, 13.2°C ile 29.9°C iken yüzey sıcaklık değerleri 10.4°C ile 40.0°C, ısı yalıtım yüzey sıcaklık değerleri 14.4°C ile 56.1°C ve tavan sıcaklık değerleri 26.6°C ile 30.8°C arasında değişmiştir. Gündüz saatlerinde İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri, toplam gelen güneş ışınım şiddeti değerleri ile aynı davranışı göstermektedir. Gündüz, öğle saatlerinde, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri, hava sıcaklık değerlerinden daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Gündüz saatlerinde, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri, güneş ışınım şiddeti nedeniyle artmakta ve güneş ışınım şiddeti değerinin en yüksek olduğu öğle saatlerinde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerleri ise İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerlerinden de daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Örneğin, 12 Mayıs 2010 tarihinde saat 12:00'de toplam gelen güneş ışınım şiddeti değeri 892.5 W/m² (Şekil 3) ve İTÜMÇS yüzey sıcaklık değeri 40.0°C iken ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değeri 53.3°C'a ulaşmıştır (Şekil 8). Gece saatlerinde, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerleri, İTÜMÇS ısı yalıtım üst yüzey sıcaklık değerlerinden daha düşük değerlerde olmuştur.

Sonuçlar

BÇS'nin, ülkemiz yerel şartlarında gösterdikleri performans ile ilgili sınırlı miktarda bilgi üretilmiştir. Bu nedenle İTÜ'de yürütülen bir araştırma projesi kapsamında İstanbul gerçek hizmet şartlarında mevcut bir çatı sisteminin BÇS ile iyileştirilmesi sonucunda oluşan sistem ile mevcut çatı sisteminin ısı ve nem ile ilgili performanslarını alanda ölçüm yöntemiyle deneysel ola-

rak ortaya koyacak ve söz konusu performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirecek deneysel bir çalışma yürütülmektedir. Çalışmanın ilk sonuçlarına göre ilkbahar mevsiminde yüzeyi henüz bitki ile tam örtülmemiş İTÜBÇS ile İTÜMÇS'nin güneş ışınım yansıtma oranı yaklaşık olarak aynı olmuştur. Gündüz, öğle saatlerinde İTÜBÇS toprak yüzey sıcaklık değerleri, İTÜMÇS yüzey sıcaklık değerlerinden daha düşük olmuştur. İTÜBÇS ısı kütle etkisi ile yüksek hava sıcaklık değerlerinde iç ortam sıcaklık değerlerini dengelemiştir. Her iki çatı sisteminin yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için de performans değerlendirilmesi, gerekli ölçüm verileri elde edildikten sonra yapılacaktır.

Teşekkür

İTÜ'de yürütülen araştırma projesi, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi-BİMTAŞ tarafından desteklenmektedir. Yazarlar yukarıda adı geçen kurumlara projeye sağladıkları destekler için teşekkür ederler.

Kaynaklar

1. Karaca, M., Antepioğlu, Ü., Karsan, H., (1995), "Detection of urban heat island in İstanbul" Il Nuovo Cimento, Cilt 18, Sayı 1; s. 49-55.
2. First National Communication on Climate Change, (2007), The Ministry of Environment and Forestry. www.cevreorman.gov.tr, (Erişim tarihi: 15 Mart 2007).
3. Kavak, K., (2005), Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi

- Uzmanlık Tezi, Yayın No: DPT: 2689, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
4. Bass, B., Krayenhoff, EF., Martilli, A., Stull, RB., Auld, H. (2002), "Modelling the impact of green roof infrastructure on the urban heat island in Toronto" Green Roofs Infrastructure Monitor Cilt 4, Sayı 1, 2002.
 5. Hien, W.N., Yok, T.P., Yu, C., (2007), "Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate" Building and Environment, Sayı 42, s. 25-54.
 6. Eumorfopoulou, E., Aravantinos, A., (1998), "The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece" Energy and Buildings, Sayı 27, s. 29-36.
 7. Wong, NH, Cheong, DKW, Yan, H, Soh, J, Ong, CL, Sia, A, (2003), "The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore" Energy and Buildings Sayı 35, s. 353-64.
 8. Baştañođlu, A., Çolakođlu, K., Selçuk, CT., Bonfil, J., (2006), "Eđimli çatılarda nihai çatı kaplama malzemeleri 2005 yılı sektör büyüklüğü araştırması" 3. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Doğa Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul: s. 39-44.
 9. Gaffin, F., (2005), "Energy balance modelling applied to a comparison of white and green roof cooling efficiency" Proceedings for Greening Rooftops for Sustainable Communities. United States.
 10. Tan, PY, Wong, NH, Chen, Y, Ong, CL, Sia, A, (2003), "Thermal benefits of rooftop gardens in Singapore". Proceedings for Greening Rooftops for Sustainable Communities. United States.
 11. ASTM Standard E 1918, (2006), "Standard test method for measuring solar reflectance of horizontal and low-sloped surfaces in the field". ASTM International, West Conshohocken, PA 2006, United States.
 12. Lui, K, (2005), "Performance evaluation of an extensive green roof" Proceedings for Greening Rooftops for Sustainable Communities. United States.
 13. Niachou, A, Papakonstantinou, K, Santamouris, M, Tsan-grassoulis, A, Mihalakakou, G, (2001), Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance energy and buildings. Sayı 33, s.719.
 14. Wong, NH, Chen, Y, Ong, CL, Sia, A, (2003), "Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment" Building and Environment, Sayı 38, s. 261.
 15. Castleton, HF, Stovin, V, Beck, SBM, Davison, JB. "Green roofs, building energy savings and the potential for retrofit". Article in Press. Building and Environment.

Farklı Cam Türleri ve Yönlere Göre Pencere/Duvar Alanı Oranının Bina Enerji Performansına Etkisi: Eğitim Binası, İzmir

Impact of Window-to-Wall Surface Area for Different Window Glass Types and Wall Orientations on Building Energy Performance: A Case Study for a School Building Located in Izmir, Turkey

Yusuf YILDIZ,¹ Türkan GÖKSAL ÖZBALTA,² Zeynep DURMUŞ ARSAN¹

Binaların opak ve saydam yüzeyleri enerji kayıp ve kazançları açısından önemli bir role sahiptir. Binalarda, pencerelerden kaynaklanan güneş enerjisi kazanç ve ısı kayıp miktarları, pencere/duvar alanı oranı, cam tipi ve çerçeve gibi özelliklere bağlıdır. Enerji etkin tasarım bağlamında ısıtma ve soğutma amaçlı enerji tüketimine olan etkisi nedeni ile pencerelerden kazanılan güneş enerjisi ve kaybedilen ısı miktarının, erken tasarım aşamasında yerel iklim koşullarına göre analiz edilmesi gereklidir. Bu çalışmada, sıcak-nemli iklim koşullarına sahip İzmir ilinde bulunan bir eğitim binası incelenmiştir. Farklı cam türleri için farklı yönlerdeki pencere/duvar alanı oranı değişiminin enerji tüketimine olan etkisi, enerji analiz programı EnergyPlus kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçlarına göre binalarda pencere/duvar alanı oranı, yön ve cam tipinin enerji tüketimi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Farklı yönlerdeki pencere/duvar alanı oranının %10'dan %60'a artırılması durumunda ısıtma amaçlı enerji tüketimindeki azalma, güney cephedeki değişime bağlı olarak maksimum, doğu cephesinde ise minimum düzeydedir. Soğutma yükü açısından ise güney cephedeki değişimin yine en yüksek değere, kuzey cephedeki değişimin ise en düşük değere neden olduğu saptanmıştır. Toplam enerji tüketimi açısından (ısıtma + soğutma) doğu ve batı cephele- rin en etkili, kuzey cephenin ise en az etkiye sahip olduğu hesaplanmıştır. Çift cam (mevcut) yerine low-e kaplamalı cam kullanıldığında ise yönlere göre sıralamanın değişmediği görülmüştür. Kısacası bina enerji performansına etkisi olan parametrelerin, mimari tasarım sürecinin erken aşamalarında veya mevcut binaların enerji etkin iyileştirilmelerinde, enerji analiz programları aracılığı ile değerlendirilmesi, enerji etkin çözüm önerilerinin oluşturulmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: Pencere/duvar alanı oranı, cam tipi, yön, enerji tüketimi, sıcak-nemli iklim.

¹İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir;

²Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

Yapı Fiziyi ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

The opaque and transparent surfaces of buildings have an important role in the total percentage of energy loss or gain. Heat loss or gain from windows are dependent on the window-to-wall area ratio, the window glass type, and the type of window frame used. In the concept of energy efficient design, heat loss or gain from windows should be analyzed in detail in the early stages of building design by considering local climatic conditions. This study investigates a school building located in Izmir in Turkey, a city with a hot and humid climate. Various glass types with different glazing characteristics and number of layers, located in different parts of the buildings and with different window-to-wall ratios are analyzed and compared using building the energy analysis program "EnergyPlus". Results indicate that window-to-wall area ratios, wall orientation and glass types are important factors in the building's total energy consumption. When the window-to-wall area ratio is increased from 10% to 60%, the winter heating load of the building decreases in maximum amount on the south side of the building and reduces in minimum amount on the east side of the building. When summer cooling load is investigated the highest increase in energy consumption is found on the south side of the building. On the eastern and western sides of the building the effect of increased energy consumption value remains low. When the total energy consumption (cooling + heating) is considered, it is calculated that the east and west sides have the biggest total effect and the northern wall has the smallest total effect. When low emissivity glass is used instead of double layer glass, in terms of energy consumption the building side order of effect remains the same, although actual values differ. It is therefore clear that using energy analysis programs to analyse different factors within the energy consumption of buildings will be beneficial in creating energy efficient solutions. This can be carried out in the earlier stages of the architectural design of the buildings or at the renovation stages of existing buildings.

Key words: Window to external wall ratio, glazing type, orientation, energy consumption, hot-humid climate.

¹Department of Architecture, Izmir Institute of Technology Faculty of Architecture, Izmir;

²Department of Civil Engineering, Ege University, Faculty of Engineering, Izmir, Turkey

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

MEGARON 2011;6(1):30-38

Başvuru tarihi: 15 Eylül 2010 (Article arrival date: September 15, 2010) - Kabul tarihi: 13 Ocak 2011 (Accepted for publication: January 13, 2011)

İletişim (Correspondence): Ar. Gör. Yusuf YILDIZ. e-posta (e-mail): yusufyildiz@gmail.com

© 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2011 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Türkiye'deki mevcut bina stoğu incelendiğinde, enerji korunumu açısından yetersiz olan binalarda fosil kökenli enerji kaynaklarına olan bağımlılığının yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Bu nedenle, ülkemizde bina sektörünün toplam enerji tüketimi içindeki payı %40 düzeylerine ulaşmaktadır. Aynı zamanda, bina üretimindeki artış ve kullanıcı odaklı konfor gereksiniminin artması, bina sektöründe enerji tüketimini arttırmaktadır. Ayrıca fosil kökenli enerji kaynaklarının azalması, enerji fiyatlarındaki artışlar, küresel ısınmaya bağlı çevresel sorunlar, enerjinin sanayi ve ulaşım sektörleri gibi binalarda da verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Güneş enerjisi binalarda enerji tüketimini etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Binalarda güneş enerjisi kazancı taşınım, iletim ve ışınım yolu ile gerçekleşir. Bu yüzden bina kabuğunu oluşturan opak ve saydam yüzeyler enerji gereksiniminde önemli role sahiptir. Enerji tüketiminin azaltılmasında pencere/duvar alanı oranı, cam tipi ve yön gibi tasarım parametrelerinin incelenmesi gerekir. Mimari proje sürecinin erken aşamasında simülasyon programlarının kullanılması ile iklime dayalı analizler yapılarak enerji verimliliği açısından amaçlanan değerlerin elde edilmesi olanaklıdır. Isı kayıp/kazançları açısından bina kabuğunu oluşturan elemanların ısı geçirgenlik katsayısı en etkili parametrelerden biridir. Bu bağlamda pencereler, duvar, çatı ve döşeme elemanlarına göre daha az direnç göstermekte olup, ısı kayıp/kazançları önemli ölçüde pencerelerden gerçekleşir. Bilindiği üzere özellikle sıcak iklim bölgelerinde yüksek oranda güneş ışınımına maruz kalan pencereler, iç ısı konfor koşullarını olumsuz etkiler. Bunlar:^[1]

- İç ortam sıcaklığının yükselmesi ve bu nedenle insanlar üzerindeki stresi arttırması,
- İnsanların çalışma verimini düşürmesi,
- İç ortamdaki elektrikli aletlerin çalışma verimini azaltması,
- Direkt güneş ışınımının yansımaya neden olması şeklinde sıralanabilir.

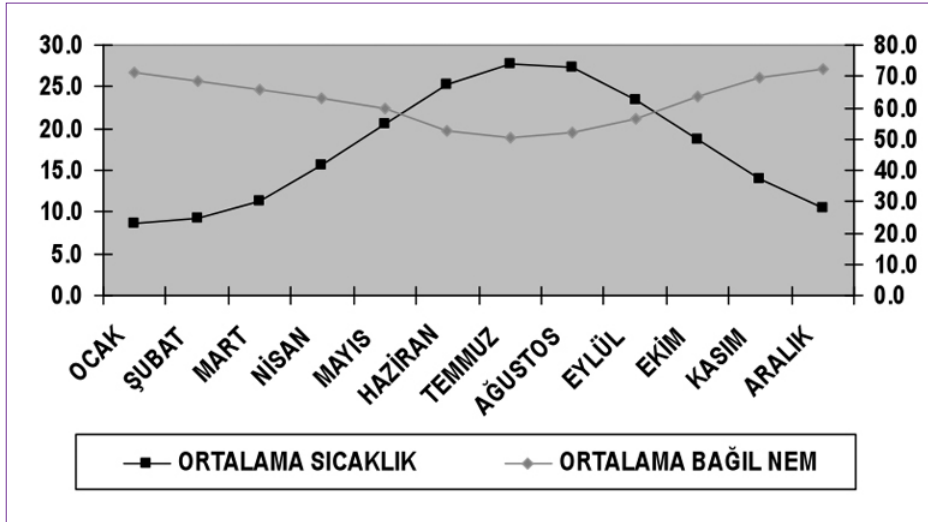
Belirtilen olumsuzluklar cam kaplama türleri, camlar arasındaki boşluk miktarı, boşlukta kullanılan gaz türleri ve çerçevelerin ısı özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu parametrelerin iklim bölgelerine özgü kombinasyonların seçimi ile pencerelerin enerji performansının arttırılması olanaklıdır. Bu konuda yapılan araştırmalardan birine göre; Hong Kong'da bulunan bir apartman binasında, farklı cam seçeneklerinin yıllık soğutma enerjisi gereksinimine olan etkisi ince-

lenmiştir. Sonuç olarak, soğutma amaçlı harcamalardan elde edilebilecek tasarruf miktarı low-e kaplamalı tek camda %4,2, çift yönlü low-e kaplamalı tek camda %1,9, çift camda %3,7 ve low-e kaplamalı çift camda %6,6 olarak hesaplanmıştır.^[1] Kontoleon ve Bikas tarafından yapılan çalışmada ise aşırı ısınma ve buna bağlı olarak enerji tüketiminin azaltılmasının optimum pencere/duvar alanı oranı, uygun cam türü seçimi ve döşemede yalıtım uygulanmasına bağlı olduğu bulunmuştur.^[2] Enerji tüketiminin yanı sıra uygun cam tipi kullanımının ısı konfor üzerinde de etkisi vardır. İklim bölgelerinin karakteristik özelliklerine göre yapılacak cam seçimi ile uygun ısı konfor şartlarına ulaşılabilir. Singh ve diğ. yaptıkları çalışmada 15 farklı cam tipinin ısı konfor şartlarına etkisini araştırmışlardır. Değerlendirme kriteri olarak ise *Predicted Mean Vote* (PMV) ve *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) değerleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, karma iklim kış koşullarında güneş kontrol camları dışında kalan cam türleri, yaz koşullarında ise yansıtıcı kaplamalı camların uygun olduğu saptanmıştır. Çöl ikliminde ise yansıtıcı kaplamalı güneş kontrollü çift cam kullanımının uygun, ılıman iklimde oda sıcaklığının 25°C istendiği koşullarda yansıtıcı ve emici kaplamalı güneş kontrol camları kullanımı ile ısı konfor koşullarının sağlanabildiği ortaya konmuştur.^[3] Bektaş ve Aksoy tarafından yapılan bir çalışmada, konutlarda pencere yönleri ile farklı cam ünitelerinin ısıtma enerjisi gereksinimi üzerindeki etkisi değerlendirilmiş olup, soğuk iklim bölgesi için %20-30 arasında ısıtma enerjisi tasarrufu sağlanabileceği belirtilmiştir.^[4]

Bu çalışmada İzmir'de bulunan bir eğitim binasında low-e kaplamalı cam tipi ile birlikte yönlere göre pencere/duvar alanı oranı değişiminin ısıtma ve soğutma yüklerine olan etkisi incelenmiştir. Böylece sıcak-nemli iklim koşullarında, yönlere uygun pencere alanı ve cam tipinin belirlenmesi ile bina enerji performansının arttırılması amaçlanmaktadır. Kontrol edilebilen tasarım parametrelerinin etkili kullanımı ile iç ortam ısı konforunun arttırılması, enerji tüketimi dolayısıyla çevreye olan olumsuz etkinin azaltılması olanaklıdır.

İzmir İklimi ve İncelenen Binanın Genel Özellikleri

İzmir, Türkiye'nin batı kıyı şeridinde 38° 25' Kuzey Enlemi ve 27° 09' Doğu Boylamı'nda yer alır. İklim özellikleri bakımından, kış ayları ılıman ve yağışlı, yaz ayları ise sıcak ve kurak geçer. Sıcak-nemli iklim bölgesinde yer alan İzmir ilinde Ekim ve Mayıs ayları arasında ısıtmaya gereksinim duyulmakta olup, en soğuk dönem Ocak ayında yaşanmaktadır. Yılın geri kalan zamanında ise önemli ölçüde soğutmaya gereksinim vardır. Şekil 1'de İzmir için yıllık ortalama aylık sıcaklık değerleri ve bağıl nem oranları gösterilmiştir.^[5] Ortalama sıcaklık kış



Şekil 1. İzmir aylık ortalama dış hava sıcaklık ve bağıl nem değişimleri (1938-2003).

aylarında yaklaşık olarak 8°C, yaz aylarında ise 28°C'dir. Bağıl nem ise kış aylarında ortalama %70 iken yaz aylarında %52 düzeylerine düşmektedir.

Çalışmaya söz konusu olan eğitim binası Ege Üniversitesi Kampüsü'nde yer almakta olup, 2002-2003 yılları arasında inşa edilmiştir (Şekil 2).

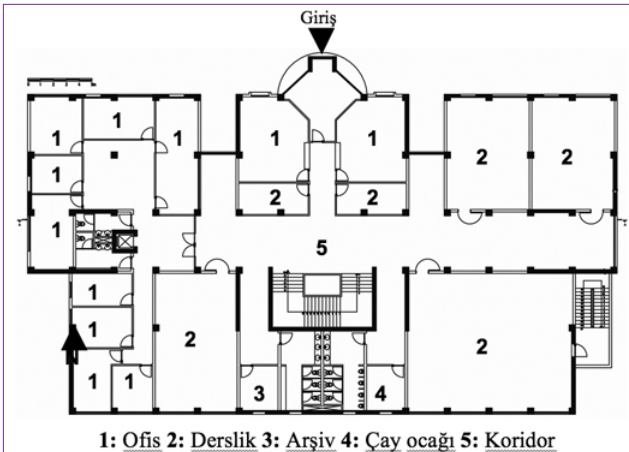


Şekil 2. Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü binası.

Şekil 3'de plan şeması verilen 4 katlı, dikdörtgen formu, bünyesinde öğretim üyesi odaları ve derslikleri barındıran binanın, doğu/batı doğrultusunda konumlanması ile ana cepheleri kuzey/güney yönünde yer almaktadır. Derslikler ve öğretim üyesi odalarının ağırlıklı olarak kuzey ve güney cephede konumlandığı binanın taban alanı yaklaşık 1150 m², toplam hacmi ise 19090 m³'dür.

Binaya ait genel bilgiler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Binayı oluşturan yapı bileşenleri incelendiğinde, taşıyıcı sistemin betonarme iskelet, duvar kuruluşunun büyük bir bölümünün 30 cm kalınlığında, toplam ısı geçirgenlik değeri (U) 2,856 W/m²K olan betonarme per-



Şekil 3. Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü normal kat planı.

Tablo 1. Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü binası genel özellikleri

Binanın konumu	38° 27' 20" Kuzey; 27° 13' 43" Doğu
Rakım	27 m
Bina inşa yılı	2002-2003
Bina kullanım amacı	Eğitim binası
Bina kullanım alanı	1150 m ² (46 x 25 m)
Bina toplam hacmi	19090 m ³ (46 x 25 x 16,6 m)
Binanın yalıtım durumu	Dış duvarlar: yalıtımsız; Çatı: 5 cm XPS ısı yalıtımı
Bina ısıtma/soğutma sistemi	Fan coil (doğal gaz) + Split klima (ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılmakta)

Tablo 2. Yapı kabuğunu oluşturan katmanlar ve termofiziksel özellikleri		
Dış duvar 1	Kalınlık (cm)	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
Sıva	2	0,87
Betonarme perde	30	2,1
Sıva	2	1,4
U-değeri (W/m ² K)	2,856 (mevcut)	
U-değeri (W/m ² K)	0.7 (TS 825'de önerilen)	
Dış duvar 2	Kalınlık (cm)	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
Sıva	2	0,87
Bimsblok	20	0,27
Sıva	2	1,4
U-değeri W/m ² K	1,054 (mevcut)	
U-değeri W/m ² K	0.7 (TS 825'de önerilen)	
Pencere	Kalınlık (cm)	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
Alüminyum çerçeve: çift cam	4mm-12mm-4mm	2,7
U-değeri W/m ² K	2,4 (TS 825'de önerilen)	
Zemine oturan döşeme	Kalınlık (cm)	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
Betonarme döşeme	20	2,1
Çimento harçlı şap	4	1,4
Su yalıtımı	0,2	-
Çimento harçlı şap	3	1,4
Yapıştırma harcı	1,5	1,4
Kaplama malzemesi	1	2,3
U-değeri W/m ² K	2,9 (mevcut)	
U-değeri W/m ² K	0,7 (TS 825'de önerilen)	
Yürünebilen teras çatı	Kalınlık (cm)	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
Sıva	1,5	0,87
Betonarme döşeme	15	2,1
Çimento harçlı şap	4	1,4
Su yalıtımı	0,5	-
Buhar kesici	-	-
Çimento harçlı şap	3	1,4
XPS ısı yalıtımı	5	0,035
Çimento harçlı şap	2	1,4
Seramik kaplama	1,5	2,3
U-değeri W/m ² K	0,45 (mevcut)	
U-değeri W/m ² K	0,45 (TS 825'de önerilen)	

de olduğu görülür. Duvarların çok az bir bölümü ise 20 cm kalınlığında bimsblok malzemeden oluşmaktadır ve U-değeri 1,054 W/m²K'dir. İncelenen binadaki dış duvarların U-değeri, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde İzmir ilinin bulunduğu 1. Derece-Gün Bölgesi için önerilen U=0,70 W/m²K değerinden oldukça yüksektir. Binanın pencereleri yalıtımsız alüminyum doğramalardan üretilmiş ve saydam yüzeylerde çift cam (4 mm - 12 mm - 4 mm) kullanılmıştır. Pencere sistemi ortalama 2,7 W/m²K ısı geçirgenlik değerine sahip olup, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde önerilen değer

rindedir (2,4 W/m²K). Ayrıca montaj hataları nedeniyle istenmeyen hava kaçakları da söz konusudur. Toplam saydam yüzeyler dış duvar alanının %29'unu oluşturmakta olup, yönlere göre pencere/duvar alanı oranı değişkenlik göstermektedir. Kuzey cephede pencere/duvar alanı oranı %37,2, güney cephede %27,18, doğu cephede %12, batı cephede ise %12,4'dür. Tablo 2'de yapı kabuğunu oluşturan katmanlar ve termofiziksel özellikleri verilmiştir.^[6] Ayrıca projede kullanılan malzemelere ilişkin bilgiler Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'ndan alınmıştır.

Tablo 3. İncelenen cam seçeneklerinin termofiziksel özellikleri

Cam tipi	Isı geçirgenlik katsayısı U-değeri W/m ² K	Güneş ısı kazanç katsayısı- SHGC	Serinlik indeksi-Dx	Kalınlık (mm)	Çerçeve
Çift cam (mevcut)	2,7	0,74	0,8	4+12+4	Alüminyum (U: 5,1 W/m ² K)
Low-e kaplamalı çift cam	1,7	0,56	0,74	6+12+6*	Ahşap (U: 3,6 W/m ² K)

*Low-e kaplama dıştaki camın ikinci yüzeyine yerleştirilmiştir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada ele alınan binanın kuzey, güney, doğu ve batı cephelerindeki pencere/duvar alanı oranları %10, %20, %30, %40, %50 ve %60 olacak şekilde arttırılarak ısıtma/soğutma enerjisi tüketimine etkisi, binalarda enerji analiz programı, EnergyPlus kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, bu etkinin cam tipine göre değişimini değerlendirmek için mevcut cam ve çerçeve tipi, low-e kaplamalı cam ve ahşap çerçeve sistemi ile değiştirilerek simülasyon tekrarlanmıştır. Tablo 3’de kullanılan camların termofiziksel özellikleri gösterilmiştir.^[7]

EnergyPlus USA Enerji Bakanlığı tarafından geliştirilmiş enerji performansı açısından bina tasarımında ve yapı fiziği konularında araştırma amaçlı yaygın kullanılan ücretsiz bir simülasyon programıdır.^[8] Programın hesaplama yöntemleri onaylanmış olup, sürekli geliştirilen bir yapıya sahiptir.

EnergyPlus analiz programının simülasyon süresini kısaltmak için eğitim binasında aynı ısı özelliklerine sahip mekanlar gruplandırılarak, 3 ana ısı bölge tanımlanmıştır. Isıl bölgeleme oluşturulurken aynı yönlerdeki, ısıtma ve soğutma gereksinimi benzer, aynı kullanım amacına sahip mekanlar tek bir ısı bölge olarak modellenmiştir. Binanın enerji tüketim değerlerini etkileyen tüm parametreler (malzemelerin termofiziksel özellikleri, ısıtma soğutma sistemi, bina kullanım özellikleri, vb.) model içinde aslına uygun olarak tanımlanmış ve hesaplamalar İzmir ili için hazırlanmış tipik iklim verileri (TMY2) kullanılarak EnergyPlus aracılığı ile yapılmıştır. TMY bina enerji analiz programlarında en yaygın kullanılan iklim verilerinden biri olup, yıl bazında saatlik iklim verilerini kapsamakta ve genel olarak sekiz ana parametreden oluşmaktadır. Bu parametreler, ortalama kuru ve yaş termometre sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü, global, direkt ve yayılı güneş ışınımı şeklinde sıralanabilir.

İncelenen eğitim binasında ısıtma/soğutma için fan coil sistemi mevcut olup, çalışma saatleri 7.00-

17.30’dur. Bina ısı modellemesinde, ısıtma ve soğutma için termostat değerleri 20°C ve 26°C olarak belirlenmiş ve binanın yıllık ısıtma/soğutma yükü incelenmiştir. Yukarıda da açıklandığı üzere söz konusu bina eğitim/öğretim amacı yanı sıra öğretim üyesi bürolarını da kapsamaktadır. Dolayısı ile kullanım süresi kesintisizdir, ayrıca yaz okulu nedeni ile yıl boyunca eğitim/öğretime açıktır. Bunun dışında hafta sonlarında da ÖSYM tarafından gerçekleştirilen sınavlar nedeniyle binada ısıtma/soğutma sistemi aktif olarak çalışmaktadır. Görüldüğü üzere tüm yıl boyunca, hatta hafta sonu tatil günleri de dahil olmak üzere tüm mekanlarda ısıtma ve soğutma gereksiniminin gün içinde 7.00-17.30 saatleri arasında kesintisiz olacağı kabul edilmiştir. Binada kullanıcı profili ve sayısının mekanlara göre değişkenlik göstermesi ve her dönem farklılaşması nedeni ile ısı modelleme yapılırken iç ısı kazanç faktörü olarak dikkate alınmamıştır. İstenmeyen hava kaçak değeri olarak ise mevcut durum gözlemlenerek 1 ach değeri kullanılmıştır.

BESTEST Prosedürünün Uygulanması: EnergyPlus

Çalışmada kullanılan simülasyon programının güvenilirliğini test etmek için BESTEST prosedürü uygulanmıştır; çünkü mevcut birçok enerji analiz programı arasında ısıtma/soğutma yüklerini doğru hesaplayan enerji analiz programının seçimi önem kazanmaktadır. BESTEST prosedürü bina enerji analiz programlarının iç performansını değerlendirmeye izin veren önceden tanımlanmış bir dizi senaryodan oluşmaktadır. Bu çalışmada EnergyPlus programının performansını değerlendirmek için BESTEST senaryo 600 seçilmiştir.^[9] Senaryo 600 hafif ısı kütleye sahip tek bir hacimden oluşmakta ve güney cephesinde iki adet pencere bulunmaktadır. 200 W iç kazanç olduğu kabul edilir. Isıtma için termostat sıcaklığı 18°C, soğutma için ise 27°C’dir. Günde 24 saat haftada 7 gün bu değerler geçerlidir. EnergyPlus programında BESTEST senaryo 600 prosedürü tamamlandıktan sonra yıllık ısıtma ve so-

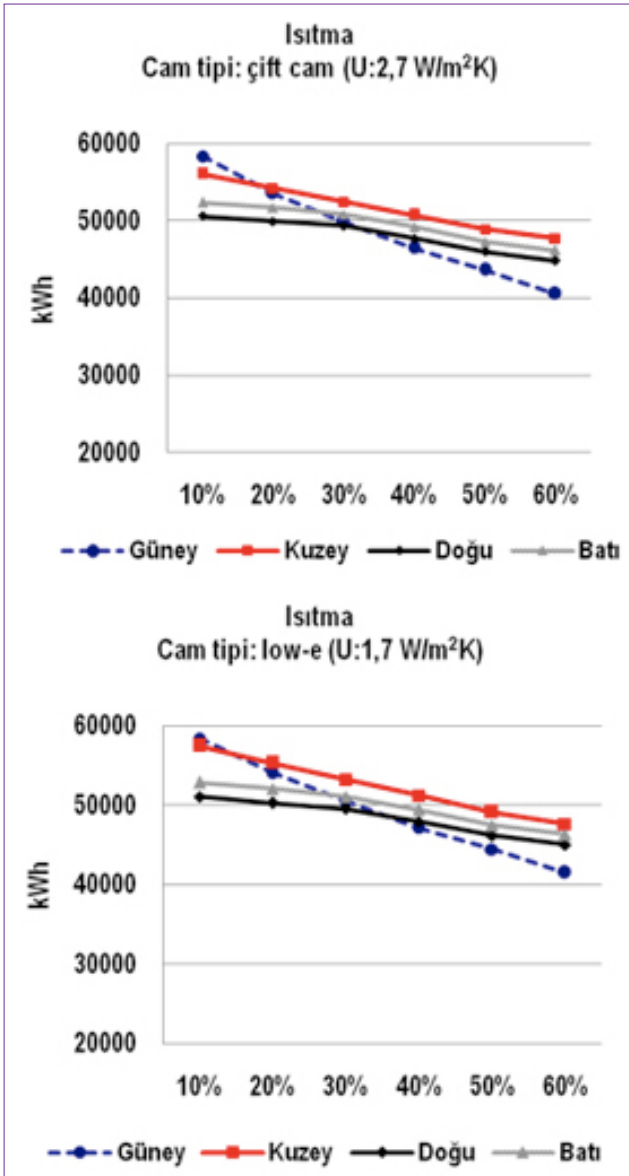
ğütma yükleri, ayrıca zirve ısıtma soğütma yükleri hesaplanarak, senaryo 600 için önceden hesaplanmış değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucuna göre programdan elde edilen tüm değerler BESTEST raporunda belirtilen limitler içinde kalmaktadır ve bu nedenle seçilen EnergyPlus programı kullanılmıştır.

Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Simülasyon sonuçları ısıtma, soğütma ve yıllık toplam enerji gereksinimi (ısıtma + soğütma) açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Isıtma Amaçlı Enerji Tüketimi

Seçilen eğitim binasının dört cephesinin açık olma-

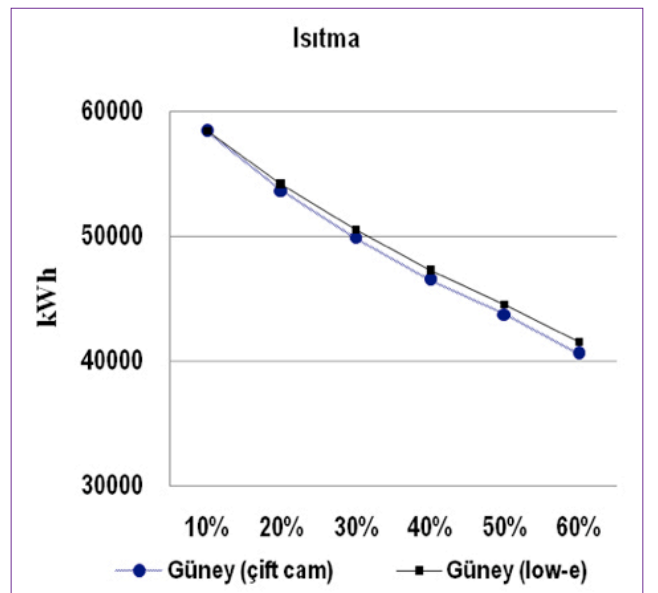


Şekil 4. Pencere/Duvar alanı değişiminin enerji tüketimine etkisi (ısıtma): çift ve low-e cam.

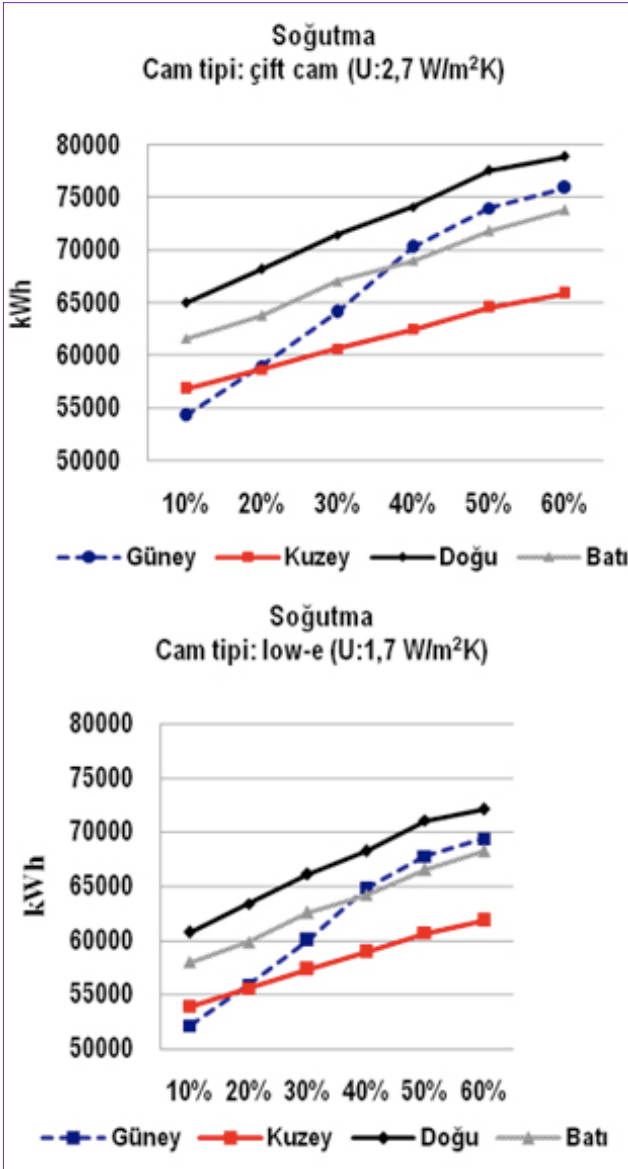
sından yararlanılarak modellemede diğer cephelerdeki pencere oranları sabit tutularak incelenen cephedeki pencere oranı %10'dan başlayarak %20, %30, %40, %50 ve %60'a kadar arttırılmıştır. Bu durum sırasıyla her cephe için tekrarlanarak farklı yönlerde bakan cephelerde değişen pencere/duvar alanı oranlarının ısıtma ve soğütma amaçlı enerji gereksinimine etkisi incelenmiştir (Şekil 4). Aynı zamanda pencerelerde kullanılan cam tipinin etkisini görmek için mevcut çift cam uygulamasının dışında low-e kaplamalı cam tipi için analizler tekrarlanmıştır.

Şekil 4'de görüldüğü gibi güney cephedeki pencere/duvar alanı oranı değişiminin enerji tüketimine olan etkisi en fazladır. Pencere oranının güney cephede %10 olması durumunda ısıtma amaçlı enerji gereksinimi yaklaşık olarak 58408 kWh iken, %60'a arttırılması durumunda enerji tüketimi %30 azalarak 40588 kWh değerine ulaşmaktadır. Kuzey, Doğu ve Batı cephelerindeki pencere oranlarının %10'dan %60'a arttırılması durumunda ısıtma amaçlı enerji tüketimi sırasıyla %14, %11,4 ve %11,9 oranında azalmaktadır. Dolayısıyla ile pencere alanının %10'dan %60'a çıkarılması ile enerji tüketiminde en fazla değişime neden olan (en etkin/etkinlik) cephenin Güney, en az etkin cephenin ise Doğu cephesi olduğu dikkat çekmektedir.

Mevcut cam tipi olan çift cam uygulamasının, low-e kaplamalı cam ile değiştirilmesi durumunda Güney, Kuzey, Doğu ve Batı cephelerindeki pencere oranının %10'dan %60'a yükseltilmesiyle ısıtma amaçlı enerji gereksiniminde sırasıyla %29, %17, %11,8 ve %12,47



Şekil 5. Çift cam ve low-e kaplamalı camın ısıtma amaçlı enerji tüketimine etkisi.



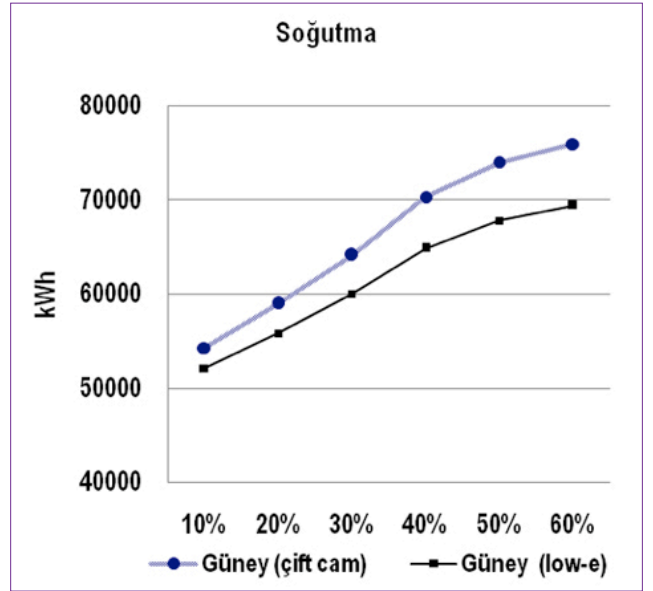
Şekil 6. Pencere/Duvar alanı değişiminin enerji tüketimine etkisi (soğutma): çift ve low-e cam.

oranında tasarruf etmek olanaklıdır. Etkinlik açısından karşılaştırıldığında cam tipindeki farklılık yön sıralamasını değiştirmemektedir.

Cam tipinin sadece ısıtma amaçlı enerji tüketimi üzerindeki etkisi incelendiğinde seçilen low-e kaplamalı camın özelliklerine bağlı olarak çok fazla bir değişimin olmadığı görülmüştür (Şekil 5). Ancak pencere alanı oranı arttıkça enerji tüketimi üzerindeki etkisinin az da olsa arttığı dikkat çekmektedir.

Soğutma Amaçlı Enerji Tüketimi

Cephedeki pencere/duvar alanı oranı değişiminin soğutma amaçlı enerji tüketimine olan etkisi ısıtma



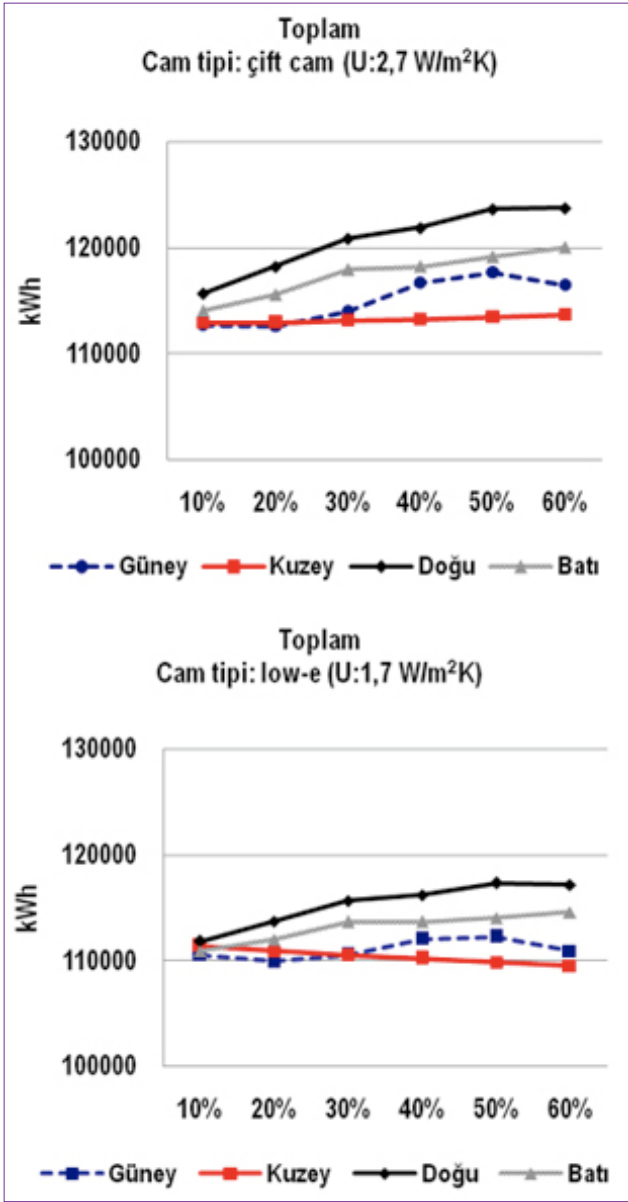
Şekil 7. Çift cam ve low-e kaplamalı camın soğutma amaçlı enerji tüketimine etkisi.

amaçlı enerji tüketiminde olduğu gibi en fazla güney cephede görülmektedir. Pencere/duvar alanı oranı güney cephede %10 olması durumunda soğutma amaçlı enerji gereksinimi yaklaşık olarak 54312 kWh iken, bu oranın %60'a artırılması ile enerji tüketimi %28,4 artarak 75926 kWh'e yükselmiştir. Diğer cephelerde (Kuzey, Doğu ve Batı) ise soğutma amaçlı enerji tüketimi sırasıyla %13,7, %17,5 ve %16,5 oranında artmaktadır (Şekil 6).

Buradan da anlaşıldığı üzere soğutma açısından en etkin cephe Güney cephesidir. Isıtma amaçlı enerji tüketiminde cephelerin etkinlik sırası Güney, Kuzey, Batı, Doğu iken soğutma amaçlı enerji tüketiminde Güney, Doğu, Batı ve Kuzey şeklinde sıralanmaktadır.

Çift cam uygulamasının low-e kaplamalı cam ile değiştirilmesi durumunda Güney, Kuzey, Doğu ve Batı cephelerindeki pencere oranının %10'dan %60'a yükseltilmesi ile enerji tüketimi sırası ile %24,8, %12,8, %15,7 ve %15 oranında artmaktadır.

Cam tipinin soğutma amaçlı enerji tüketimi üzerindeki etkisine bakıldığında, seçilen low-e kaplamalı camın özelliklerine bağlı olarak soğutma yükünde azalmanın olduğu dikkat çeker (Şekil 7). Çift camın güneş ısı kazanç katsayısı (SHGC) 0,74 iken, low-e kaplamalı camda SHGC değeri 0,56'ya düşmektedir. SHGC değerinin soğutma yükünde önemli bir parametre olduğu unutulmamalıdır. Pencere/duvar alanı oranındaki artış ile soğutma yükündeki azalma oranı da artmaktadır. Sadece çift cam yerine low-e kaplamalı cam kulla-



Şekil 8. Pencere alanı değişiminin enerji tüketimine etkisi (toplam): çift ve low-e cam.

nımı ile güney cephede pencere/duvar alanı oranının %10 olması durumunda soğutma amaçlı enerji tüketiminden %4 tasarruf sağlanabilir. Pencere/duvar alanı oranı %60 olduğunda ise tasarruf oranı %8,6'ya yükselmektedir.

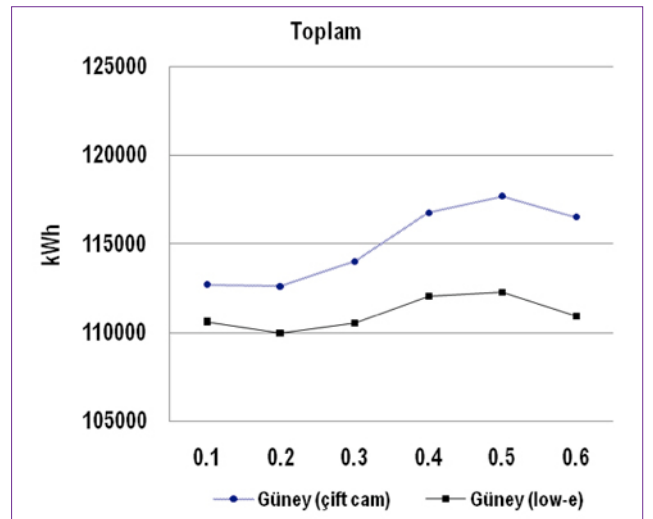
Toplam Enerji Tüketimi (Isıtma + Soğutma)

Cephedeki pencere/duvar alanı oranı değişiminin toplam yıllık enerji tüketimine olan etkisi, ısıtma ve soğutma amaçlı enerji tüketimlerinden farklıdır. Toplam enerji tüketiminde Doğu cephesi en etkin cephe. Bu cephede pencere/duvar alanı oranının %10 olması durumunda yıllık toplam enerji gereksinimi yak-

laşık 115700 kWh iken, %60'a artırılması durumunda enerji tüketimi %6,5 artarak 123759 kWh'a yükselmektedir. Güney, Kuzey ve Batı cephelerindeki pencere/duvar alanı oranının %10'dan %60'a artırılması durumunda toplam enerji tüketimi sırası ile %3,2, %0,6 ve %4,9 oranında artmaktadır (Şekil 8). Buradan da anlaşıldığı üzere etkinlik açısından cepheler Doğu, Batı, Güney ve Kuzey olarak sıralanmaktadır. Doğu cephesi sabah erken saatlerde ve batı cephesi ise akşam saatlerinde yüksek güneş ışınımına maruz kalmaktadır. Bu durum söz konusu cephelerin hassasiyetini artırmaktadır.

Çift cam uygulamasının low-e kaplamalı cam ile değiştirilmesi durumunda cephelerdeki pencere/duvar alanı oranının enerji tüketimine olan etkisi azalmaktadır. Çift cam kullanıldığında Doğu, Batı ve Güney cephedeki pencere/duvar alanı oranının %10'dan %60'a yükseltilmesiyle toplam enerji tüketimi %6,5, %4,9 ve %3,2 oranında artarken, low-e kaplamalı cam kullanılması durumunda bu oranlar sırasıyla azalarak %4,5, %3,2 ve %0,2'ye ulaşmaktadır. Low-e kaplamalı cam kullanılması durumunda Kuzey cephede pencere/duvar alanı oranının %10'dan %60'a artırılması ile toplam enerji tüketimi %1,7 azalmaktadır. Bunun nedeni ise mevcut yapının dış duvar U-değerinin (2,7 W/m²K) low-e kaplamalı cama (1,7 W/m²K) göre daha yüksek olmasıdır.

Cam tipinin toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, seçilen low-e kaplamalı camın özelliklerine bağlı olarak soğutma yükünde azalmanın olduğu dikkat çeker (Şekil 9). Sadece çift cam yerine low-e kaplamalı cam kullanımı ile güney cephe-



Şekil 9. Çift cam ve low-e kaplamalı cam uygulamasının toplam enerji tüketimine etkisi.

de pencere/duvar alanı oranı %10 olduğunda toplam enerji tüketiminden %1,8 tasarruf sağlanabilir. Pencere/duvar alanı oranı %60 olduğunda ise tasarruf oranı %4,7'ye yükselmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, incelenen binanın özelliklerine bağlı olarak, yıllık ısıtma, soğutma amaçlı enerji gereksinimi EnergyPlus programı kullanılarak hesaplanmıştır. Bina'nın farklı yönlerdeki cephelerinde pencere/duvar alanı oranı %10 - %60 arasında kademeli olarak artırılarak, cephelerdeki pencere/duvar alanı oranının bina'nın kış ve yaz dönemlerindeki enerji performansına etkisi incelenmiştir. Böylece cephelerin yönlere bağlı olarak enerji tüketimi üzerindeki etkinliği belirlenerek erken mimari tasarım aşamasında veya mevcut binaların enerji etkin yenilenmesinde karar sürecinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Kış döneminde pencerelerde çift cam kullanıldığında cephelerin yönlere göre etkinliği en yüksek değer Güney olmak üzere, Kuzey, Batı ve Doğu şeklinde sıralanmaktadır. Örneğin sadece güney cephedeki pencere/duvar alanı oranının %10'dan %60'a çıkarılması ile ısıtma amaçlı enerjiden %30 düzeyinde tasarruf sağlamak olanaklıdır.
- Soğutma amaçlı enerji tüketiminde cephelerin yönlerine bağlı enerji etkinlik değerleri Güney, Doğu, Batı ve Kuzey şeklindedir. Her yöndeki pencere/duvar alanı oranındaki artış binanın soğutma yükünü arttırmaktadır. Soğutma açısından en kritik yön güney cephe iken ez az etkili olan yön ise kuzey cephedir; çünkü kuzey cepheye gelen güneş ışınımı miktarı diğer cephelerle kıyaslandığında daha azdır.
- Toplam enerji yükü açısından cephelerin enerji etkinlik sıralaması Doğu, Batı, Güney ve Kuzey olarak saptanmıştır.
- Çift cam yerine low-e kaplamalı camların kullanı-

mıyla cephelerdeki pencere/duvar alanı oranlarının değişimi enerji tüketimini daha az etkilemektedir. Yani toplam enerji tüketimi açısından değerlendirildiğinde, çift cam kullanımı ile Doğu, Batı ve Güney cephedeki cam oranının %10'dan %60'a yükseltilmesiyle toplam enerji tüketimi %6,5, %4,9 ve %3,2 oranında artarken, low-e kaplamalı cam kullanılmasıyla bu oran azalarak sırasıyla %4,5, %3,2 ve %0,3 düzeylerine inmektedir. Kısacası, low-e kaplamalı cam kullanılması durumunda cephelerdeki pencere/duvar alanı oranının artırılması, enerji tüketimi olumsuz yönde daha az etkilemektedir.

- İklim koşullarına özgü pencere seçimi yaparken ısı geçiş katsayısı (U-değeri) ve SHGC değeri dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Bojic, M., Yik, F., (2007), "Application of advanced glazing to high-rise residential buildings in Hong Kong", Building and Environment, Sayı 42, s. 820-8.
2. Kontoleon, KJ., Bikas, D.K., (2002), "Modeling the influence of glazed openings percentage and type of glazing on the thermal zone behavior", Energy and Buildings, Sayı 34, s. 389-399.
3. Singh, MC., Garg, SN., Jha, R., (2008), "Different glazing systems and their impact on human thermal comfort-Indian scenario", Building and Environment, Sayı 43, s. 1596-602.
4. Bektaş, B., Aksoy, TU., (2005), "Soğuk iklimlerdeki binalarda pencere sistemlerinin enerji performansı" Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, Sayı 17 (3), s. 499-508.
5. İzmir Adnan Menderes Havaalanı Meteoroloji İstasyonu.
6. TS 825 Binalarda ısı yalıtımı yönetmeliği, Resmi Gazete [27019], 9 Ekim 2008.
7. EnergyPlus 3.1.0, <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/> [Erişim tarihi: 9 Temmuz 2009].
8. EnergyPlus 3.1.0 programı malzeme kütüphanesi.
9. Judkoff, R., Neymark, J., (1995), International Energy Agency Building Energy Simulation Test (BESTEST) and Diagnostic Method, USA, National Renewable Energy Laboratory.

Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi

Investigation of Educational Buildings in Terms of Daylighting Performance

İlknur ERLALELİTEPE,¹ Duygu ARAL,¹ Tuğçe KAZANASMAZ¹

Doğal aydınlatma performansı çalışmalarında öncelikle incelenecek binalar arasında eğitim yapıları gelmektedir. Bunun çeşitli sebepleri vardır. Derslikler, gün boyu kullanılan mekânlar olduğu için yeterli ve düzgün dağılımlı doğal aydınlatma olmalıdır. Doğal ışığın yeterli olmadığı durumlarda yapma aydınlatma kullanılması elektrik enerjisi tüketimini artırır. Aynı zamanda, mekân kullanıcılarının da görsel konforlarının sağlanması gerekir. Günişiği ile tasarım, kamaşmaya ve aşırı miktarda doğrudan ısı kazanımına karşı çeşitli gölgeleme elemanlarının incelenmesini gerektirmektedir. Ayrıca ışığın eşit miktarda ve orantılı olarak binanın içinde yayılabilmesi için de galeriler ve çatı ışıklıkları tasarlanabilmektedir. Ancak mimarlar ve ilgili profesyoneller tarafından çeşitli tasarım araçları ile önerilen aydınlatma tasarımlarının, bina kullanıma geçtikten sonra istenildiği ve öngörüldüğü gibi bir aydınlatma performansı gösterip gösteremediği araştırma konusu olmaktadır. Bu çalışma, genel hatlarıyla söz konusu yapılar için doğal aydınlatma tasarım ilkeleri ve yaygın olarak kullanılan tasarım elemanlarını incelemekte, mevcut yapılar için aydınlatma performansı değerlendirme yönteminden bahsetmektedir. İnceleme alanı olarak bir üniversite binası seçilmiştir. Örnek çalışma ile bu binanın doğal aydınlatma performansı değerlendirilmektedir. Doğal aydınlatma performansını belirlemek için örnek olarak seçilen mekanlarda ölçümler yapılmıştır. Ölçülen değerler ile standart değerler karşılaştırılarak, elde edilen bulgular çizelgeler, çizimler ve şekiller aracılığıyla sunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Eğitim yapıları; doğal aydınlatma performansı; tasarım.

Educational buildings have the priority among other building types in daylight performance studies. There are several reasons for this. Classrooms which are used during the whole day should have sufficient and homogeneously distributed daylight. In insufficient daylight conditions, the use of electrical lighting increases energy consumption. Users' visual comfort should also be assured, and design incorporating natural light requires the analysis of sun protection devices in order to avoid glare and excessive heat. Also, atriums and skylights can be included in the building design with the aim of distributing light equally and in a relatively balanced manner throughout the building. However, lighting schemes are often proposed by architects and professionals who tend to make use of different design tools, and it would be pertinent to investigate whether these tools perform as desired. This study analyses daylight design principles and design elements in educational buildings. It outlines the method which has been used to analyse the daylight performance of buildings. A university building was selected for the field study. Measurements were taken in sample spaces to determine daylight performance. Utilising comparison between standard values and measured values, findings are presented in the form of tables, drawings and figures.

Key words: Educational buildings; daylighting performance; design.

¹İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir

¹Department of Architecture, Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture, Izmir, Turkey

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

Giriş

Gün boyunca en temel ışık kaynağı olan günışığı (güneş ve gök ışığı) ile aydınlatılan binalarda verimli ve konforlu bir ortamın sağlanması esastır. Eğitim yapıları da söz konusu binalardandır. Eğitim yapılarında gerçekleşen en temel eylem olan “öğrenme”nin gün ışığı ile doğrudan ilişkili olduğu ve gün ışığının öğrencilerin bilgiyi akılda tutmalarında yardımcı olduğu bilinmektedir.^[1] Çalışma masaları ve tezgâhların bulunduğu sınıf ve laboratuvarlarda işlev hacminin her noktasında aynıdır. Bahsedilen mekânların kullanım biçimleriyle ilişkili olarak statik, durağan, düzgün yayılmış bir aydınlık ile kullanıcılar için gerekli olan görsel konfor koşulları sağlanmalıdır.^[2]

Görsel konfor koşullarının istenilen düzeyde olması, derslik, ofis, laboratuvar gibi farklı işlevlerde ve boyutlardaki mekânların bulunduğu üniversite yapılarında, görsel ve ruhsal performansın iyileştirilmesi, öğrenme performansının yüksek tutulması, motivasyonun ve çalışma üretkenliğini artırması bakımından gereklidir.^[3] Yeterli aydınlık düzeyi ile kullanıcıların çevreyi rahat görebilmesi ve algılaması ile yorgunluk hissi azaltılabilir. Bu bağlamda, doğal aydınlatma performansının belirlenmesi, günışığının iç hacimdeki davranışını ve binanın aydınlatılmasının nicel ve nitel bağlamda incelenmesini sağlayan, kapsamlı ve detaylı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğal aydınlatma performansını etkileyen parametreler, aydınlık düzeyi,¹ günışığı çarpanı,² ışıklılık³ dağılımları, kamaşmanın önlenmesi, gölgeleme, ışığın yönlendirilmesi ve ışığın rengidir.

Doğal ışık kaynağı olan güneşten yayılan ışık; iç hacmin bulunduğu yerin enlem ve boylamına, atmosferin yapısına ve zamana göre değişim gösterdiği için aydınlatma performansı da aynı etkenlere bağlı olarak farklılık gösterir. Binaların tasarımı sırasında, doğal aydınlatma düzenlerinin; saydamlık oranı, pencere türü gibi kabuk bileşenleri ile güneş kontrol sistemlerinin doğru seçimi, iç hacmin yönlenme durumu gibi parametreler kontrol altında tutularak gün boyu çalışılan hacimlerde yapma aydınlatma enerji tüketimini azaltmak mümkündür.^[4] Yeterli ve düzgün dağılımlı doğal aydınlatmanın sağlanamaması durumunda ise istenen aydınlık düzeyine yapma aydınlatma desteğiyle (veya takviyesiyle) ulaşılması enerji tüketimini arttırmaktadır. Günışığı açısından iyi tasarlanmış bir eğitim yapısında aydınlatma için tüketilen elektrik enerjisi doğal ışık kul-

lanılarak azaltılır; doğal ısı kazancı sağlayarak ise ısıtma ve soğutma için harcanan enerji dengelenerek öğrenciler ve öğretmenler için sağlıklı ve rahat bir çalışma ortamı sağlanabilir.^[5,6] Günışığı aydınlık değerlerinin ve bunların iç mekânlarda dağılımının bilinmesi, mevcut eğitim yapılarında doğal aydınlatma performansının analiz edilerek problemlerin saptanması ve iyileştirme stratejilerinin geliştirilmesi kullanıcıların görsel konforunun artırılması ve enerjinin etkin kullanımı açısından önemlidir.^[6] Yeterli ve uygun tasarlanmış bir doğal aydınlatma düzeni, öğrencilerin ve öğretmenlerin çevreyi herhangi bir yorgunluk ve görsel rahatsızlık olmadan algılamalarını ve eylemlerini etkin bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlar. Tasarım aşamasından sonra, kullanılmaya başlanılan mevcut binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi, varsa görsel konfor koşullarındaki aksaklıkların düzeltilmesi için veya sonraki tasarımlarda kullanılması için geribildirim oluşturur. Bahsedilen sebepler doğrultusunda, araştırma alanı olarak İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Maki-ne Mühendisliği Bölüm Binası seçilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, yaygın olarak kullanılan ve üniversite binasında mevcut olan doğal aydınlatmayla ilgili tasarım elemanlarını incelemek ve görsel konfor koşullarının sağlanması gereken derslik, ofis ve laboratuvarlarda aydınlatma performansını değerlendirme yönteminden bahsetmektir.

Eğitim Yapılarında Doğal Aydınlatma Tasarımı

Eğitim yapılarında doğal aydınlatma tasarımının amacı, kullanıcılar için uygun bir görsel çevre yaratmak ve görsel ihtiyaçlarını etkin, konforlu ve minimum enerji tüketerek karşılamalarını sağlamaktır.^[7,8] Böylece öğrenme performansı artmaktadır. Dersliklerde öğrencilerin yatay düzlemde okuma ve yazma, düşey düzlemde ise tahtaya odaklanabilmeleri için yeterli ışığın sağlanması ve kamaşmaya sebep olacak ışıklılık dağılımının engellenmesi gerekmektedir.^[3] Çalışma ortamı olan ofislerde ise yeterli ışığın sağlanmasıyla çalışanların üretkenliği artırılabilir. Enerji etkin tasarım; doğal ışığı maksimum düzeyde kullanmalı, rahatsız edici parıltıyı engellemeli, en etkin aydınlatma ekipmanı seçimi, planlaması ve donanım kontrolünü birleştirmelidir. Üniversite binalarındaki galeriler günışığını içeri alarak aydınlatma problemlerini çözmekle beraber aynı zamanda ısı konforu sağlamak amaçlı da tasarlanır. Galerilerin tasarımında form, çatısında kullanılan malzemenin (camın) geçirgenliği, duvarların ve zeminin yüzeylerinin yansıtıcılığı ile ışığın galeriyi çevreleyen mekânlara eş dağılımı ve zemine kadar ulaşabilmesi esastır.^[8,9]

¹ Illuminance

² Daylight factor

³ Luminance

Eğitim Yapıları için Aydınlatma Standartları

Yapı yönetmelikleri ve standartlar, yapı kullanıcılarının sağlığını, güvenliğini ve refahını koruma altına almayı amaçlar. Ancak, doğal aydınlatma ile ilgili yönetmelikler, günışığının değişken yapısı ve aydınlatma alanına özgü problemler nedeniyle tam olarak geliştirilememiştir. İç hacmi, görsel alan içerisindeki ışıklılık dağılımına göre görmemize rağmen birçok aydınlatma standardının aydınlık düzeyine göre belirlendiği görülür. Sürekli değişken olan günışığı ile ilgili standartlar da sadece aydınlık düzeyini değil, iç hacimdeki aydınlatma süresini de dikkate almalıdır. Bazı standartlarda, eğitim yapıları için öneriler bulunmaktadır. Bunlar, günışığı çarpanı, aydınlık düzeyleri ve pencere alanı gibi değişkenler esas alınarak hazırlanmışlardır. Her biri incelenirken, önerilen değerlerin yıl içinde hangi süre için ve hacmin hangi bölümlerinde sağlanması gerektiği gibi bilgiler ve bunların ülkelere göre değiştiği dikkate alınmalıdır.

Günışığı çarpanı, "ışıklılık dağılımları bilinen, ya da varsayılan bir gökten dolaysız ya da dolaylı olarak gelen ışığın, verilmiş bir düzlemin bir noktasında oluşturduğu aydınlık düzeyinin, hiç engellenmemiş yarım küre biçimindeki gökten gelen ışığın, yatay düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyine oranını gösteren çarpan" olarak tariflenir.^[10] Bu oran, tasarım koşulları için minimum kabul edilebilir koşullar olarak ele alındığında, CIE kapalı gökyüzü durumunda uygun bir aydınlık düzeyi ölçütüdür. Yapılarda günışığının sayısallaştırılması için bir aydınlık oranı kullanma kavramı 1909'da, Waldram'ın bu yaklaşıma dayanan bir ölçme tekniği yayınladığından beri bilinmektedir. Kesin değerler yerine oranlar kullanılmasının temel sebebi günışığı şiddetindeki sık ve keskin dalgalanmaları çözmedeki zorluğu aşabilmektir.^[11] Günümüzde günışığı çarpanını (GF) temel alan standartlar, özellikli bir aydınlık düzeyi yerine, değişen dış koşullara bağlı bir yüzdeyi esas alır.^[12] Fransa'da 1997'de hazırlanan yönetmelik,⁴ derslikler için, kapalı gök koşulunda minimum %1,5'lik günışığı çarpanı değerini önerir.^[13] İngiltere'de yayımlanan standarda göre,⁵ İngiltere'deki okullarda, özellikle tek yönden ışık alan derslikler için bu değeri, %2 olarak; aydınlık düzeylerini de 300-500 lux arasında önerir.^[13,14]

Aydınlık düzeyi, "bir yüzeyin, bir noktasını çevreleyen sonsuz küçük bir parçacığının aldığı akının, bu yüzey parçacığının alanına bölümüdür".^[10] Birimi lux'tür (lx). Aydınlatma standartları genellikle çalışma düzleminde istenen lux değeri cinsindedir.^[15] Amerika'da kullanılan standart⁶ ise, aydınlık düzeyleri esas alınarak hazırlanmıştır. Buna göre, tüm yaşam alanlarında olması gereken günışığı miktarı, ışığın iç hacme geçti-

ği düzey düzlem üzerinde 2691 lux'lük bir aydınlık düzeyi kadar olmalı ve bu da döşemeden yaklaşık 76 cm yükseklikteki bir yatay düzlemde ortalama 65 lux'lük bir aydınlık düzeyi oluşturmalıdır. Bu aydınlık düzeyi sadece günışığı ile değil, yapma aydınlatma ile de sağlanabilir.^[16] Kanada'da ise Bayındırlık ve Yapı İşleri Birimi, ofis hacimlerinin günışığı alan dış çeperinden 3 m derinliğinde bir alan için, ve sabah 8'de başlayıp akşam 5'e kadar süren çalışma saatlerinin %80'i boyunca etkili olacak 200 lux'lük bir günışığı aydınlık düzeyi önerir.^[17] Fransa'da yayımlanan standartlara⁷ göre, çalışma hacimlerinin günışığı ile aydınlatılması üzerinedir. Buna göre, iç hacme yan açıklıklardan (*pencereler*) ulaşan günışığı ofis hacimlerinde kullanılabilir olmalıdır, denilmektedir. Ancak sağlanması zorunlu olan minimum sayısal değerler bulunmamaktadır. Ayrıca dört adet çeşitli işlevli iç hacim için genel aydınlık düzeylerinin (günışığı ve yapma ışık) minimum değerlerinden bahsedilir. Bunlar, herhangi bir zaman için, iç hacmin herhangi bir noktasında sağlanması önerilen değerlerdir. Örneğin, ilk kurulum zamanındaki minimum aydınlık düzeyi ofisler için 210 lux, penceresiz çalışma hacimleri için ise minimum 350 lux'tür.^[18] Almanya'da kullanılan standart⁸ ise, iç hacimde yürütülen işlerin zorluğuna göre farklı günışığı aydınlık düzeyleri önerir. Örneğin, normal zorlukta bir iş için minimum 250-500 lux, zor bir iş için minimum 750-1000 lux, kolay bir iş için ise 60-120 lux aydınlık düzeyleri sağlanmalıdır. Günışığının olması, olumlu karşılanmakta ama zorunluluk getirilmemektedir.^[13] CIBSE, ise ofisler için önerilen ortalama aydınlık düzeyi minimum 300 lux; amfi, laboratuvar ve ders tahtası için minimum 500 lux, giriş holü için minimum 200 lux ve dolaşım alanı için minimum 100 lux'tür.^[19]

Günışığı, yapı boşluklarından geçerek iç hacme ulaşır. Pencereler de bu boşluklardandır. Aydınlık düzeyi veya günışığı çarpanı gibi değerler belirlenirken pencere boyutlarının saptanması gerekir. Günışığının durumuna göre pencere alanı değişir. İç hacimde sağlanması beklenen ortalama bir günışığı aydınlık düzeyi için pencere alanı hesaplanırken, gün boyunca göğün ışıklılığının homojen bir dağılım göstermediği dikkate alınmalıdır. Kabul edilebilir bir ışıklılık değeri alınır. Hacimde olması beklenen aydınlık düzeyini aynı seviye-

⁴ Cahier des Recommendations Techniques de Construction of the French Ministere del'Education

⁵ The Building Research Establishment, BS8206 Part 2: Code of Practice for Daylighting

⁶ BOCA-National Building Code

⁷ Decret no:90/11 , Decret no: 83/721

⁸ DIN 5034-4 standard



Şekil 1. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE), Makine Mühendisliği Fakültesi binası, İzmir.

de tutabilmek için, göğün ışıklılığının az olduğu duruma göre pencere boyutlarının geniş tutulacağı, çok olduğu duruma göre ise pencere boyutlarının küçüleceği açıktır.^[20] Pencerenin şeffaf bir malzeme olması nedeniyle ışık ile birlikte doğrudan güneş ışınımının da hacim içerisine alındığı durumlarda, günışığı binanın ısınmasına yardımcı olur. Pencerenin ısı özellikleri dikkate alındığında binayı oluşturan diğer yapı elemanlarına göre ısı kayıplarının en fazla olduğu malzemelerden biri olduğu unutulmamalıdır. Pencere alanının gerektiğinden büyük olması, kış aylarında ısı kayıplarının artmasına, yaz aylarında ise aşırı ısınma gibi sorunlara neden olacağı bilinmektedir. Ayrıca, bu durumun hacimde ışıklılık dağılımına etkisi olmaktadır; örneğin pencereye yakın alanlardaki aydınlık düzeyi ile hacmin iç kısımlarındaki aydınlık düzeyi arasındaki farklılık da değişmektedir. Işıklılık dağılımı, görsel konfor açısından rahatsızlığa neden olabilir. Dikkat edilmesi gereken diğer bir konu ise pencerenin saydam yüzeylerinin gürültüyü iç hacme iletmesinden kaynaklanan işitsel problemlerdir. Pencere boyutu arttıkça dış ortam gürültüsünün iç hacme ulaşması kolaylaşır. Bu nedenle, pencere alanı ısı kazanç/kayıp oranı ve gürültü miktarı göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Bu bilgiler ışığında, pencere boyutunu temel alan standartların en sık kullanılan standart tipi olduğu söylenebilir. İngiltere'deki standarda göre,⁹ 8 metre derinliğinden az olan odalar için, pencere alanının, pencerenin bulunduğu dış duvar alanının %20'si kadar olması, derinliği 14 metreden fazla olan odalar için ise %35'i kadar olmasının önerildiği görülmektedir.^[13] Ofislerde, dışa bakan duvar yüzeyinin %35'i, kamu binalarında da dış duvarın toplam alanının %25'i pencere alanı olmalıdır.^[21,22] Almanya'da kullanılan standart¹⁰ farklı boyutlardaki odalar için önerilen pencere boyutlarına dayanmaktadır. Örneğin, 2,80 m yüksekliğinde ve 2 x 3 m boyutlarında bir oda için

pencere yüksekliği 1,63 m ise genişliği 1,31 m önerilmektedir. Bu standarda göre, pencerenin, havalandırma ve çıkış işlevinden çok aydınlatma işlevine odaklanarak ele alındığı ve tasarlandığı dikkat çekmektedir.^[13]

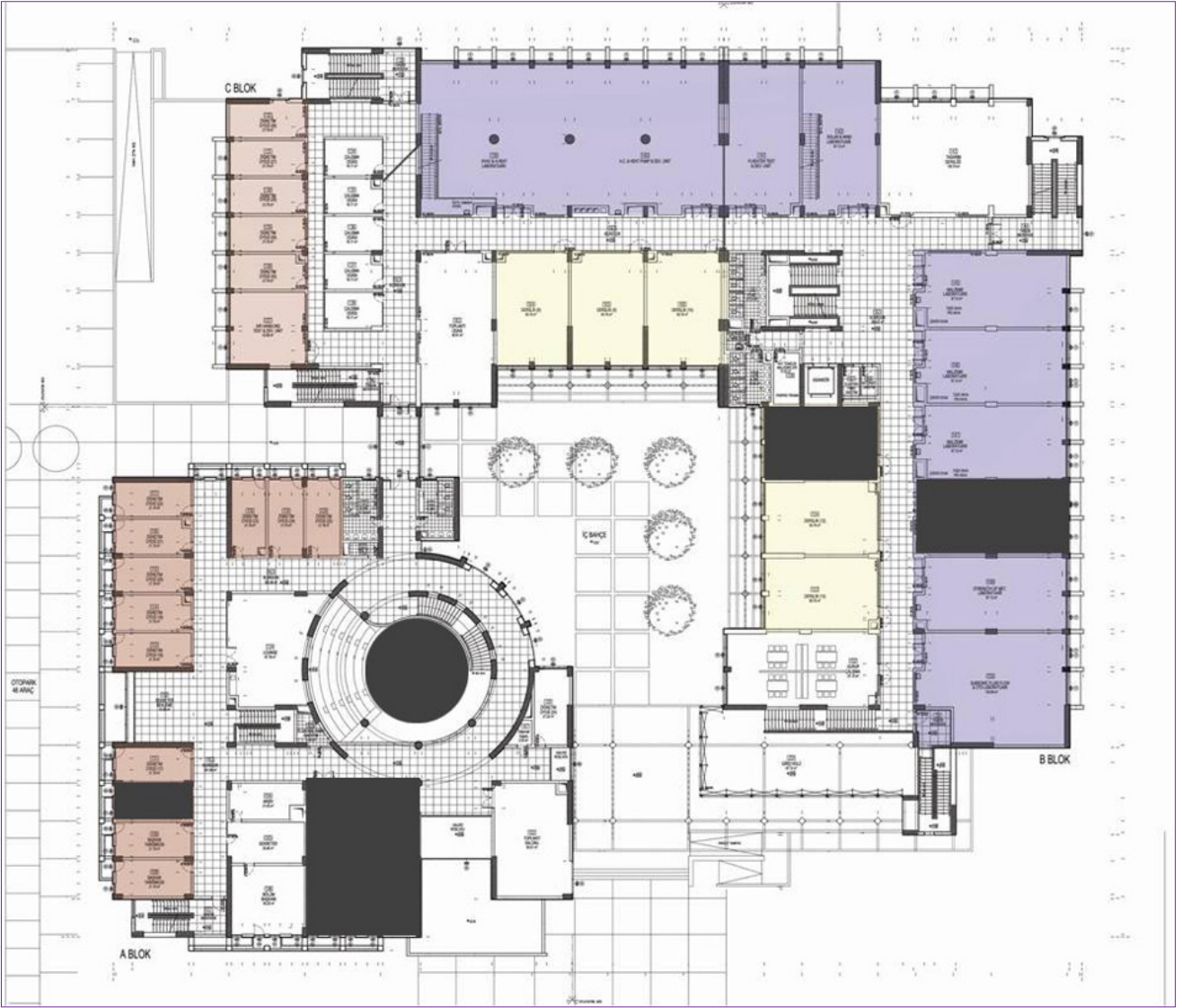
Seçilen Yapının ve İncelenen Mekânların Tanımı

Araştırmaya konu olan yapı, İYTE yerleşkesinde yapımı tamamlanan Makine Mühendisliği Bölümü Binasıdır (Şekil 1). Yapı yerleşkenin güneyinde, 38' 18 kuzey enlemi 26' 36 doğu boylamı üzerinde konumlanmıştır. Yaklaşık 6676 m² kullanım alanına sahip olan yapı, zemin üstünde iki kat ve bir bodrum katından oluşmaktadır. İçeride dönük bir avlu sisteminde örülen yapı, derslikler ve laboratuvarları barındıran eğitim kanadı ile ofisler ve kütüphane, amfi gibi ortak kullanım alanlarını da barındıran yönetim kanadından oluşmaktadır. Derslikler eğitim kanadının avluya bakan güneydoğu ve güneybatı cephelerinde konumlandırılmıştır. Laboratuvarlar ise aynı kanadın kuzeydoğu ve kuzeybatıya açılan dışa dönük bölümünde yer almaktadır. Yönetim kanadında bulunan ofisler güneybatı ve kuzeybatı yönlerine bakmaktadır. Eğitim kanadında kat yüksekliği 3.80 m iken, ofislerde 2,60 m'dir. Şekil 2'de binanın fonksiyon şeması ve çalışma yapılan alanlar plan düzleminde gösterilmektedir.

Yapının genel aydınlık düzeyi hakkında bilgi edinmek amacıyla farklı yönlerde konumlandırılmış, farklı işlevlerde 5 mekân seçilmiştir. Bunlar amfi, derslik, laboratuvar, ofis ve galeridir. Planda ölçüleri 13,00m x 9,82 m olan amfi zemin kattadır ve güneydoğu yönüne açıl-

⁹ The Building Research Establishment, BS8206 Part 2: Code of Practice for Daylighting

¹⁰ DIN 5034-4 Daylight in interiors- Simplified regulation for minimum window sizes



Şekil 2. İYTE Makine Mühendisliği Fakültesi binası fonksiyon şeması ve çalışma yapılan mekanlar.

maktadır. Pencereler tek duvar yüzeyinde bulunmaktadır. Taban alanı 127,75 m² olan mekânın pencere alanı 20,9 m²'dir. Pencere alanının taban alanına oranı (pencere oranı) %16 olarak belirlenmiştir. Cephede sabit yatay güneş kırıcılar ve 1.77 m yatay çıkma ile güneş kontrolü sağlanmaya çalışılmıştır. Derslik ise 9,78 m x 6,25 m boyutlarında, ikinci katta ve güneybatı yönüne bakmaktadır. Pencereler tek duvar yüzeyinde bulunmaktadır. Taban alanı 60,36 m² olan mekânın pencere alanı 15,95 m²'dir. Pencere oranı %26'dır. Cephenin önünde 2,80 m derinliğinde, yatay elemanlardan oluşan çelik bir saçak (kanopi) bulunmaktadır. Laboratuvar, 12,30 m x 6,35 m boyutunda, ikinci katta ve kuzeydoğu yönündedir. Mekan tek yönlü ışık almaktadır. Taban alanı 78,44 m² olan mekânın pencere alanı 15,95 m²'dir. Pencere oranı %20'dir. Cephede 1 m derinliğinde

de yatay çıkma, 1,5 x 1,1 m boyutlarında düşey gölgeleme duvarları bulunmaktadır. Ofis 6,80 m x 2,97 boyutlarında, ikinci katta ve güneybatı yönündedir. Pencereler yine tek duvar yüzeyindedir ve mekan tek yönlü ışık alır Taban alanı 20,19 m² olan mekânın pencere alanı 5,22 m²'dir. Pencere oranı %26'dır. Cephede 1,20 m derinliğinde bir balkon ve balkonun her iki yanında 0,5 x 0,5 m boyutlarında iki kolon bulunmaktadır. Galeri zemin katta ve dairesel plan şemasına sahiptir. Alt pencereleri kuzey yönünde avluya açılan mekânın, 9,30 m yüksekliğinde üst pencereleri dört yönden ışık almaktadır. Mekânın net yüksekliği 10,95 m'dir. Gölgeleyici cephe elemanı kullanılmamıştır. Tablo 1'de, yukarıdaki bilgiler özetlenmiş, çalışma yapılan mekanların iç görüntüleri ile hangi cephe elemanları ile tasarlandıklarını ifade eden dış görüntüleri, mekânın boyut, taban

Tablo 1. Çalışma yapılan mekanların parametrik tanımı

Mekan	Boyut (m)	Taban alanı (m ²)	Pencere alanı (m ²)	Pencere oranı (%)	Cephe yönü
Amfi	13,00 x 9,82	127,75	20,9	16	Güneydoğu
					
Derslik	9,78 x 6,25	60,36	15,95	26	Güneybatı
					
Laboratuvar	12,30 x 6,35	78,44	15,95	20	Kuzeydoğu
					
Ofis	6,80 x 2,97	20,19	5,22	26	Güneybatı
					
Galeri	r: 9,90	310,00	127,20	41	Karma
					

alanı, pencere alanı, pencere oranı ve cephenin baktığı yön gibi tanımlayıcı bilgilerle birlikte verilmiştir.

Doğal Aydınlatma Performansı Değerlendirme Yöntemi

Binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler önerilmektedir.

Bunlardan en yeni olanı, aydınlatılan iç hacim ve kullanılan malzemelere bağlı olarak, pencerelerin günışığı aydınlatma elemanı gibi yapılandırıldığı kabul etmektedir. Yöntem, binaların ve bina bileşenlerinin günışığı karşısındaki davranışının değerlendirilmesine dayanmaktadır. Görsel çevrenin, mekânı kullanan insanların görsel ihtiyaçlarına nasıl uygunluk sağladığının

araştırılmasına yönelik, objektif bir analiz önerilmektedir.^[12,23]

Çoğu zaman dergilerde gördüğümüz iç hacim fotoğraflarına bakarak, gerek fotoğrafçının yeteneği sayesinde gerekse çekim yapılan zamanın iklim koşullarının farklılık göstermesi nedeniyle doğal aydınlatmanın mekân üzerindeki etkisi ve gerçekten aydınlık mı, yoksa karanlık mı olduğu anlaşılamamaktadır. Acaba aydınlık düzeyi binayı kullananların eylemlerine uygun mudur veya güneş kırıcı elemanlar etkin bir şekilde kullanılmakta mıdır? Benzer tüm sorular, binanın doğal aydınlatma açısından 'performansı' kavramını ortaya çıkartmaktadır. Bu, aydınlatmanın kalitesini rapor olarak sunan görsel bir imajın ötesinde bir çalışma gerektirmektedir. Bina, ışığın içinde dağıldığı optik bir sistem olarak kabul edilmektedir. Pencerelemlerin boyutları, yüzeylerin şekil ve yapısal özellikleri bu dağılımı etkilemektedir. Bu nedenle, inceleme sahasında, her bir elemanın söz konusu sistem içindeki rolü tanımlanmalıdır. Böylece her bir elemanın mimari sonuç üzerindeki başarılı ya da başarısız etkisi anlaşılabilir ve tasarımı alanında kullanılabilir bilgi üretilebilmektedir.^[12]

Doğal aydınlatma performansı için mimari, enerji etkinliği, ısı yükleri ve maliyet gibi açılardan farklı tanımlar getirilebilir. Doğal aydınlatma performansı, doğal ışık ve yapı formunun görsel olarak uyarıcı, sağlıklı ve üretimi arttırıcı bir iç mekân sağlamak üzere etkileşimidir.^[24] İç hacimlerin doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken başlıca ışığın niteliğini doğrudan etkileyen kısıtlar arasında aydınlık düzeyi, parlıltı dağılımları, kamaşmanın önlenmesi, ışığın yönlendirilmesi, gölgeleme ve ışığın rengi yer alır.^[25] Görsel çevrenin kullanıcıların görsel ihtiyaçlarını karşılar nitelikte olup olmadığını analiz etmek üzere objektif bir yöntem önerilmiştir. Bu çalışmada, benzer yöntem kullanılmış; aydınlık düzeyi, günışığı çarpanı, pencere boyutu, camın geçirgenliği, parlıltı dağılımı ve kamaşma gibi etkenler gerek ölçümler gerekse hesaplamalar sonucunda elde edilmiştir.

Aydınlık Düzeyi-Günışığı Çarpanı: Pencere, herhangi bir elektrik aydınlatma aygıtı (lamba) gibi düzenli bir ışık akışı sağlamaz. İç hacim aydınlığı gökyüzünün ışıklılığına bağlıdır. Bir odadaki günışığı aydınlık düzeyi iç ve dış aydınlığın yüzdesi olarak belirtilir ve ölçüm süresince dışarıda ve içeride iki kişi eş zamanlı olarak iki aydınlık ölçer ile ölçüm alınmalıdır. Bir noktanın günışığı çarpanı (GF), aşağıdaki formül (1) ile hesaplanır:^[13]

$$GF = \frac{E_i}{E_{dh}} \times \%100 \quad (1)$$

E_i : Odadaki referans noktasının aydınlık değeri (lux)

E_{dh} : Eş zamanlı dış mekan aydınlık değeri (dışarıda gölgelemeyen yatay düzlem aydınlık değeri) (lux)

Ölçüm Noktalarının ve Günlerinin Belirlenmesi: Ölçüm noktalarının sayısı oda indeksi formülü (2) esas alınarak belirlenmiştir.^[26] "CIBSE ölçüm yöntemi",¹¹ uygulanarak ve yerden 0,80 m yükseklikte olduğu kabul edilen yatay çalışma düzlemi üzerinde yapılmıştır.^[27] Noktalar duvarlardan ve gölge düşüren yüzeylerden en az 0,5 m uzağa yerleştirilmiştir (Şekil 3, 4).

$$Oda\ indeks\ (K) = \frac{L_x W}{H(L + W)} \quad (2)$$

L: İç hacim derinliği, W: İç hacim genişliği, H: İç hacim yüksekliği

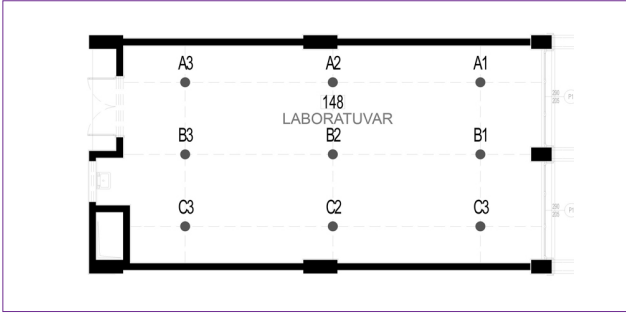
$K < 1 \Rightarrow 4$ nokta, $1 \leq K < 2 \Rightarrow 9$ nokta, $2 \leq K < 3 \Rightarrow 16$ nokta, $3 \leq K < \dots \Rightarrow 25$ nokta

Ölçümler Kasım ve Aralık aylarında, kapalı gökyüzü koşullarını sağlayan; 25 Kasım, 2 Aralık, 9 Aralık ve 23 Aralık günlerinde, 10.00-11.00, 12.30-13.30 ve 16.00-17.00 saat aralıklarında alınmıştır. Şekil 3'te laboratuvarında, Şekil 4'te ise derslikte ölçüm alınan noktalar plan düzleminde görülmektedir.

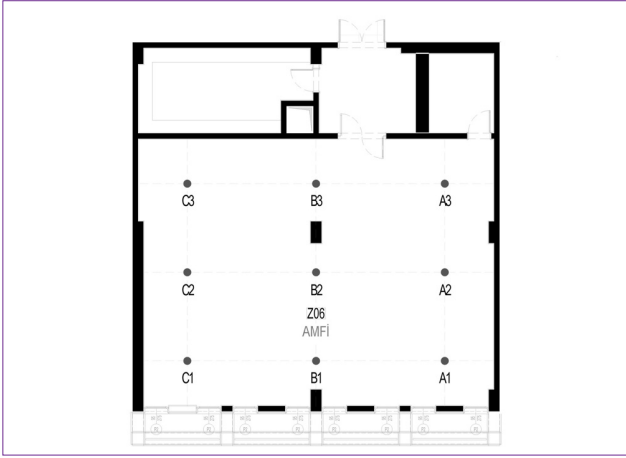
Pencere Boyutu ve Camın Geçirgenliği: Doğal aydınlatma analizinde değerlendirilen en temel geometrik tanım iç hacmin oranlarına bağlı olarak pencere boyutunun ne olduğudur. Pencere alanının iç hacim taban alanına oranı olarak belirtilen bu parametre (pencere oranı) genel olarak %5-%30 aralığında olması önerilir. Bu oran, mekanın yıllık aydınlatma değeri ile ilgili hızlı bir fikir verebilir ve hacme ait plan ve kesit çizimlerinden hesaplanabilir. Diğer taraftan bitiş malzemelerinin açık renklerde seçilmesi mekânın normalden 2 ya da 3 kat daha aydınlık olmasını sağlayabilir.^[23] Opak ve yarı saydam malzemelerin optik özellikleri tanımlanırken, noktasal (güneş gibi) ve yayınlık (kapalı gök gibi) ışık kaynakları karşısındaki davranış farklılıklarından bahsedilir.

Pencere oranı dışında günışığının iç hacme istenen miktarda geçmesi için önemli bir faktör de cam tipidir. Buna bağlı olarak camın geçirgenliği mekân için hesaplanan günışığı çarpanını etkiler.^[28] Ölçümler boyunca camların, kapalı gök gibi yayınlık ışık kaynağı altında geçirgenliklerinin değerlendirilmesi gerekir. Gün içinde ve değişik gök koşullarında farklılaşan günışığının değerlendirilmesi için kapalı gök durumu ele alınmıştır.

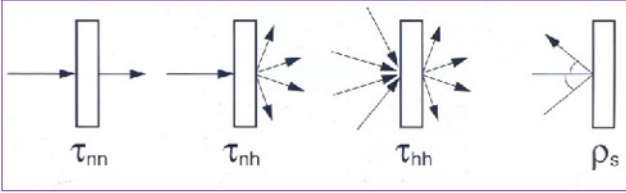
¹¹ The Chartered Institution of Building Services Engineers



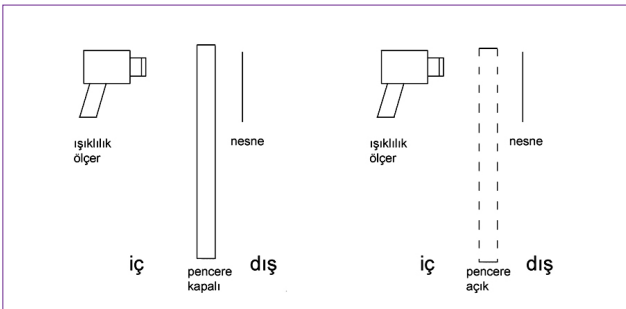
Şekil 3. Laboratuvar mekânı ölçüm noktaları.



Şekil 4. Derslik mekânı ölçüm noktaları.



Şekil 5. Camın geçirgenliği ile ilgili tanımlar: τ_{nn} : düzgün geçirme çarpanı (normal-normal transmittance), τ_{nh} : düzgün-yayınık geçirme çarpanı (sadece yaygın cam -diffusing glazing- için) (normal-hemispherical transmittance), τ_{hh} : yayınık ışık geçirme çarpanı (hemispherical-hemispherical transmittance), ρ_s : yansıtma çarpanı (reflectance of material).^[12]



Şekil 6. Düzgün geçirme çarpanının hesaplanması için hazırlanan ölçme düzeni.

İşığı düzgün geçiren (arkasını net olarak gösteren) camın geçirgenlik değerinin, cam düzlemine dik olacak şekilde, belirlenmesi için düzgün geçirme çarpanı¹² (3) nolu formül ile hesaplanmıştır. Ayrıca bu yöntemden, yayınık ışık kaynağı altında herhangi bir cam yüzeyin (temiz, berrak ve %85 oranında yayınık geçirgenlikte) geçirgenliğini değerlendirmek için de faydalanılır. Uluslararası pencere camı geçirgenliği ölçme ya da hesabı standartlarına dayanarak CIE,¹³ yayınık geçirgenlik durumunu¹⁴ (yani yayınık gelen ışık için geçirgenlik) benimser (Şekil 5).^[12,23,29]

Camın düzgün geçirme çarpanının (τ_{nn}) hesaplanması için camın açık ve kapalı olduğu durumlar için ışıklılık değerleri, ışıklılık ölçer; camın yayınık ışık kaynağı altında, yayınık geçirme çarpanının (τ_{hh}) hesaplanması için ise aydınlık ölçer (lux) kullanılır. Yayınık geçirme çarpanı, camın arkasından ölçülen aydınlık düzeyi ile bina dışında konumlanmış aydınlık ölçer ile camın önünden ölçülen değerlerin oranıdır. (4) nolu formül ile hesaplanır. Bu ölçüm, kapalı gök koşulunda gerçekleştirilir.^[12, 23] Bu çalışmada, aydınlık değerleri Konica Minolta CL 200, ışıklılık değerleri Konica Minolta LS-100 ile ölçülmüştür (Şekil 6).

Camın (temiz, berrak) kullanım yerinde (on-site), düzgün geçirme çarpanının hesaplanması için;^[12]

$$\tau_{nn} = \frac{L_{iç}}{L_{dis}} \quad (3)$$

τ_{nn} = düzgün geçirme çarpanı

$L_{iç}$ = camın arkasında duran bir cismin cam yüzeye dik doğrultuda ölçülen ışıklılık değeri (cd/m²).

L_{dis} = aynı objenin arada cam olmadığı durumda aynı noktadan aynı doğrultuda ölçülen ışıklılık değeri (cd/m²) (Şekil 7).

Camın (temiz, berrak ve %85 oranında yayınık geçirgenlikte) kullanım yerinde yayınık ışık geçirme çarpanının hesaplanması için;^[12]

$$\tau_{hh} = \frac{E_{iç}}{E_{dis}} \quad (4)$$

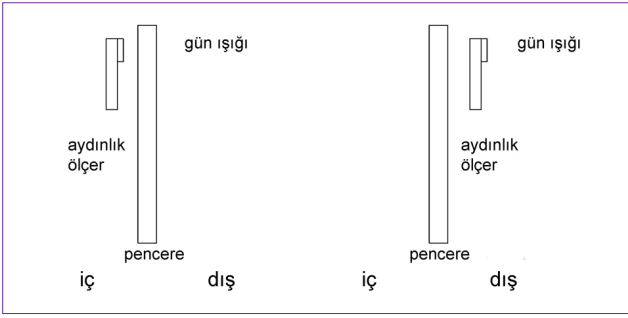
τ_{hh} = yayınık ışık geçirme çarpanı

$E_{iç}$ = camın arkasında ölçülen aydınlık düzeyi (lux)

¹² Normal-normal transmittance

¹³ International Commission of Illumination

¹⁴ Hemispherical-hemispherical transmittance



Şekil 7. Yayınık ışık geçirme çarpanının hesaplanması için hazırlanan ölçme düzeni.

$E_{dış}$ =camın önünde ölçülen aydınlık düzeyi (lux)

Işıklılık Dağılımı: Görsel konforu sağlamak için ışıklılık oranları da uygun seviyelerde sağlanmalıdır. Işıklılık yüzeyin bir özelliğidir ve ışıklılık ölçmesi yüzey dikkate alınarak yapılır. Işıklılık dağılımının dengeli olabilmesi için, bakılan alan, çalışma alanı ve uzak çevre yüzeyler arasında aşılmaması gereken ışıklılık oranları literatürde yer almaktadır. Bakılan alan ile uzak çevre arasındaki ışıklılık farkı on katı geçmemelidir.^[25] Aksi durumda, iç hacimde yer alan bir bölge daha parlak ve göz alıcı olur ve kamaşma problemi görülür. Gözde rahatsızlık ve bozulmalar oluşabilir.^[23] Işıklılık dağılımının homojen olup olmadığını ölçmek üzere, çalışma masaları, zemin kaplamaları, duvarlar ve tahta yüzeylerinden ışıklılık (cd/m^2) ölçümleri alınmıştır.

İç hacimde kullanılan yüzeyler, yaygın ışık (tek bir yönden gelmeyen iç hacim aydınlatması; örneğin karşı yönlerden gelen günışığı) altında, malzemelerin yansıtıcılık değerleri ile tanımlanır. Malzemelerin yaygın ışık altında ve kullanım yerindeki (on-site) yansıtma çarpanına,¹⁵ yüzeyin ışıklılığı ile referans yüzeylerin ışıklılığının (beyaz yüzey ve gri yüzey) karşılaştırılması ile ulaşılır, (5) nolu formül kullanılır.^[12,23] Literatürde önerilen, duvar, çalışma düzlemi, tavan ve taban malzemesi için yansıtıcılık oranları şöyledir; tavan 0,6-0,9, duvarlar 0,3-0,8, çalışma düzlemi 0,2-0,6, taban 0,1-0,5 aralıklarındadır.^[19]

Opak malzemelerin kullanım yerinde ve yaygın ışık altındaki yansıtıcılık oranları için;

$$P_1 = P_{beyaz} \frac{L_{yüzey}}{L_{beyaz}} \quad (5a)$$

$$P_2 = P_{gri} \frac{L_{yüzey}}{L_{gri}} \quad (5b)$$

$$P_{hh} = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (5c)$$

$L_{yüzey}$ =malzeme yüzeyinden yansıyan ışık miktarı

L_{beyaz} =referans yüzeyinden yansıyan ışık miktarı

Örnek Binanın Değerlendirilmesi

Bu çalışmada, örnek seçilen Makine Mühendisliği binasında ölçüm yapılan mekânların pencere alanının taban alanına oranı standartlarda önerilen değerlere uygun çıkmıştır. Galeri gibi iki kat boyunca devam eden yüksek bir mekân için ise diğer hacimlere oranla daha fazla pencere kullanılarak günışığının iç mekâna alınması ve etrafını çevreleyen koridorların da bu ışıktan faydalanması sağlanmıştır. Amfi, derslik, laboratuvar ve ofislerin yer aldığı cepheler güneybatı ve kuzeydoğu gibi farklı yönlere bakması sebebiyle farklı cephe tasarımları gerçekleştirilmiş olsa da güneşi engellemek için fazla ağır elemanların kullanımı bu dört farklı işlev ve sahip mekanlarda istenilen aydınlık düzeyinin yakalanamamasına yol açmıştır.

İç hacimde yüzeyleri oluşturan malzemeleri tanımlamak için, kullanım yerlerindeki yansıtma çarpanları, ışıklılık ölçer ile ölçülen değerler ile (5) no'lu formül kullanılarak hesaplanmıştır. Malzemelerin yansıtma çarpanı değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, duvarlar, zemin ve laboratuvar masalarının yansıtma çarpanları, kabul edilir aralıklarda çıkmasına rağmen en fazla zaman geçirilen ofis ve derslikteki masalarınkiler, önerilen değerlerin altında çıkmıştır. Literatürde, değer aralığı 0,2-0,6 olarak belirtilmiş,^[19] ancak yansıtma çarpanı, ölçüm yapılan ofis masasında 0,16, öğrenci masalarında ise 0,03 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Malzemelerin kullanım yerinde yansıtma çarpanı değerleri

Malzeme yüzeyi	Yansıtma çarpanı değerleri
Duvar	0,69
Zemin	0,34
Atriyum zemin	0,08
Atriyum tavan	0,40
Öğrenci masası	0,03
Laboratuvar masası	0,60
Ofis masası	0,16
Denizlik	0,35

¹⁵ Hemispherical-hemispherical reflectance- ρ_{hh}

Tablo 3. Gün ışığı ve yapma aydınlatma ile ortalama değerler

Tarih	Saat	Günüşiğinin sağladığı ortalama değerler (lux)				Günüşiği ve yapma aydınlatmanın birlikte sağladıkları ortalama değerler (lux)				
		Amfi	Ofis	Lab.	Derslik	Atriyum	Amfi	Ofis	Lab.	Derslik
25.11.2009	10:00-11:00	284,28	84,58	126,17	252,51	388,05	715,92	309,58	583,23	615,94
	12:30-13:30	153,09	171,8	68,83	590,94	478,9	532,41		490,22	684,79
	16:00-17:00	1,11	9,5	34,74	84,49		349,47	245,2	506,24	418,74
2.12.2009	10:00-11:00	37,7	60,25	62,13	10,58	60,25	336,88	226,18	492,8	362,98
	12:30-13:30	35,21	31,7	33,26	33,18	93,88	426,41	325,45	402,09	517,23
	16:00-17:00	5,59	1,37	3,14	0,83		392,73	284,73	502,43	379,62
9.12.2009	10:00-11:00	185,7	27,98	75,44	51,89	227,43	570,07	289,18	541,26	470,76
	12:30-13:30	25,3	84,05	23,35	57,41	59,47	447,41	291,03	483,1	489,93
	16:00-17:00	5,34	0,5	3,41	2,7		385,44	262,75	516,83	407,34
23.12.2009	10:00-11:00	13,64	12,85	34,2	28,72	91,78	414,46	225,03	621,52	423,34
	12:30-13:30	35,36	4,9	32,92	29	80,8	421	244,1	484,62	433,6
	16:00-17:00	8,6	2,23	2,41	2,78	31,2	352,28	218,08	493,78	410,13

İncelenen mekânların kullanım farklılıklarına ve farklı yönlerde konumlanmalarına rağmen aynı cam türünün (film kaplamalı çift cam) kullanıldığı tespit edilmiştir. Düzgün geçirme çarpanı ışıklılık ölçer ile yayınlık ışıktaki geçirme çarpanı ise aydınlık ölçer ölçülmüş; değerlerin sırayla 0,33 ve 0,37 olduğu görülmüştür. Geçirgenlik değerleri oldukça düşüktür. Mekânların içinde tespit edilen referans noktalarının ölçülen aydınlık değerlerinin ortalamaları olarak günlük ve saatlik ortalama aydınlık düzeyleri bulunmuştur (Tablo 3). Standartlarda belirtilen aydınlık değerleri dersliklerde minimum 300 lux, ofislerde minimum 300 lux, laboratuvarlarda ise minimum 500 lux'tür.^[19] Ölçümler, dört gün boyunca, günde üç defa, sabah 10:00-11:00, öğle 12.30-13:30 ve öğleden sonra 16:00-17:00 saatleri arasında yapılmıştır. Aynı hacimde, farklı günlerde ve aynı saatlerde elde edilen aydınlık düzeyi ortalamalarının farklılaşması, bulutluluk durumunun etkili olduğunu düşündürmektedir. Bu durum göz önüne alındığında, her bir hacim için ölçüm yapılan referans noktaları incelenmiş ve hacimde belirli alanların standartlarda önerilen aydınlık düzeyine ulaştığı görülmüştür. 25 Kasım sabah ölçümlerinde amfinin yaklaşık %55'lik bir alanı, dersliklerde istenen 300 lux'lük aydınlık düzeyini yaklaşık olarak sağlamıştır. Aynı gün öğle saatinde yapılan ölçümlerde yalnızca %11'lik bir alanın yeterli ışık aldığı görülmüştür. Hacmin, gün içerisinde kullanım saatlerinin %45'inde, yukarıda belirtilen alanlarda yeterli konfor koşulları sağlanmaktadır. 2 ve 23 Aralık'ta yeter-

li aydınlık düzeyi sağlanamamış, 9 Aralık sabah ölçümlerinde, hacmin alan olarak %22'sinin yeterli miktarda günüşiği aldığı görülmüştür. Pencere alanı %16 olan ve güneydoğuya bakan amfide, sabah günüşiğinin yeterli olup, öğle saatlerinde hacmin büyük bir kısmında yeterli konfor koşullarının sağlanamaması, dış cephede pencerelerin önünde bulunan güneş kırıcıların öğle saatinde güneşin iç hacme ulaşmasına engel olduğunu göstermektedir.

Ofis de güneybatıya bakan, pencere oranı %26 olan güneş kırıcılı bir hacimdir. 25 Kasım öğle ölçümünde ofisin %50'sinde aydınlık düzeyi, 250-280 lux arasında değişmektedir. Bu değerler, günlük kullanım süresinin %12'lik bir kısmında sağlanmaktadır. Aynı yöne bakan ve aynı pencere oranına sahip derslikte, 25 Kasım sabah saatlerinde %33'lük bir alanın 470-490 lux arasında değişen aydınlık düzeyine sahip olduğu, öğle saatinde ise hacimdeki bu oranın %66'ya ulaştığı, değerlerin ise 400-1600 lux arasında değiştiği görülmüştür. Kullanım süresinin %87'lik bir kısmında günüşiği yeterli düzeydedir. Ofis ile aynı yönde konumlanan bu hacimde, hafif metal (pergole) bir saçak dışında beton elemanlarla tasarlanmış, herhangi bir düşey ve yatay güneş kırıcısının bulunmaması, günüşiğinin doğrudan iç hacme ulaşmasına ve aydınlık düzeyinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. Her iki hacimde, de diğer gün ve saatlerde istenilen değerler sağlanamamıştır.

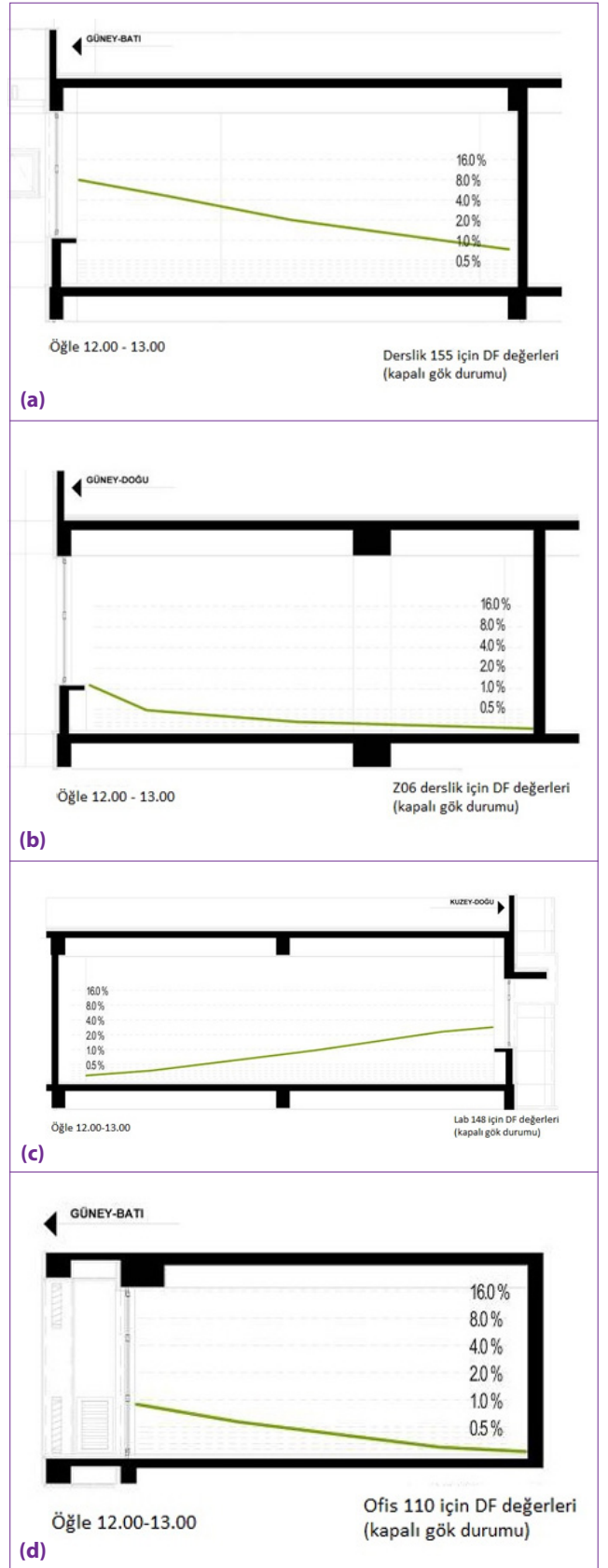
Kuzeydoğu yönünde olan ve pencere oranının %20

olduğu laboratuvarı, 25 Kasım sabah ölçümünde, %30'luk bir alanda 240 ile 290 lux arasında değişen aydınlık düzeyi ölçülmüştür. Bu değerler, laboratuvarlar için standartlarda belirtilen 500 lux'lük aydınlık düzeyini sağlamamaktadır. Ölçüm yapılan diğer günlerde ve kullanım saatlerinde, hacmin tamamında günışığı yetersiz kalmaktadır. Bunun sebeplerinden biri, hacmin kuzeydoğu yönünde konumlanması olabilir. Diğer bir sebep de, hacimde 500 lux gibi yüksek bir aydınlık düzeyi sağlanması beklenirken, günışığının içeriye ulaşmasını engelleyen güneş kırıcının uygulanması olabilir.

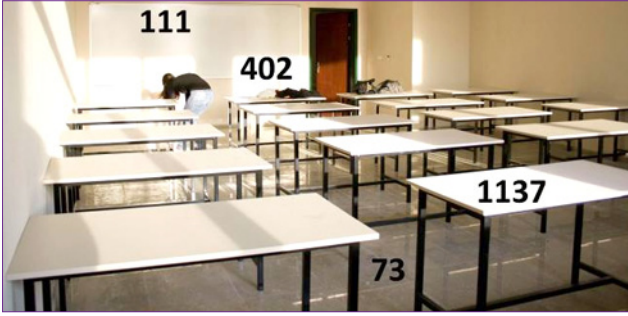
Atriyumda, 25 Kasım sabah ve öğle, 2 Aralık sabah ölçümlerinde, aydınlık düzeyinin görsel konfor açısından yeterli olduğu görülmüştür. Bu değerler, diğer günlerde yetersiz olmaktadır. Günışığının, atriyumun kuzeydoğusunda ve üst kısımlarında yer alan pencere açıklıklarından iç hacme geçtiği düşünülürse, akşam saatlerinde güneşin yatay konumu ve açısı sebebiyle, yeterli ışık olmaması kaçınılmazdır. Tüm mekanlarda yeterli aydınlık düzeyi sağlayamadığı durumda yapma aydınlatmaya başvurulmaktadır. Ölçüm yapılan, aynı saatlerde, yapma aydınlatma açıkken ölçülen değerler de Tablo 3'te verilmiştir. Görsel konfor açısından gerekli değerlerin kullanım saatlerinde ancak yapma aydınlatmanın devreye girmesiyle sağlanabildiği görülmüştür.

Ortalama aydınlık değerlerinin görsel konfor üzerindeki etkisi büyüktür. Ancak ışığın mekânda eş dağılımı da ortalama değer kadar önemlidir. Değişen gökyüzü değerlerine bağlı olarak, mekânlar içersinde günışığı çarpanının değişimi Şekil 6'da görülmektedir. İzmir için güneybatı cephesi oldukça güneş alan bir cephe. Güneybatı'da yer alan 155 nolu derslik dışında hiçbir derslik, laboratuvar ve ofis CIBSE (2002) ve Fransa'da kullanılan standartların önerdiği minimum %1,5'lik günışığı çarpanı değerine ulaşmamaktadır. 155 nolu derslikte ise pencere kenarında %8'lik bir değer ölçülmüş iken mekanın en derinlerinde günışığı çarpanının %1,5'lik değere ulaşamadığı görülmüştür (Şekil 8).

Öğrencilerin gün boyunca görüş alanları içersinde olan yazı tahtasının yüzeyindeki ışıklılık dağılımı kamaşmanın önlenmesi için kontrol edilmelidir. Tahtanın bir köşesinden diğer köşesine kadar ölçüm yapıldığında, iki köşe arasında ışıklılık dağılımlarında %400'e yakın farklılık bulunmuştur. Yine çalışma masaları (bakılan alan) ile uzak çevrede ölçülen ışıklılık farkının yirmi kat gibi bir değer olduğu ölçülmüştür. Bu ölçümler sürerince, yapma aydınlatma kapalı iken hacimde yeterli aydınlık miktarı olmamasına rağmen kamaşmaya neden olacak alanlar görülmüştür. Sonuç olarak, çalışma alanı ve çevresinde yer alan malzemelerin yüzeylerinde gözlenen ışıklılık dağılımları gözde kamaşmaya ne-



Şekil 8. Günışığı çarpanı değerlerinin kesitte değişimi; (a) derslik, (b) amfi, (c) laboratuvar, (d) ofis.



Şekil 9. Derslikteki yüzeylerin ışıklılık değerleri (cd/m²).



Şekil 10. Ofisteki yüzeylerin ışıklılık değerleri (cd/m²).

den olmaktadır. Şekil 9 ve Şekil 10'da ise ofis ve derslikte ölçülen ışıklılık değerleri örnek olarak verilmiştir.

Sonuç

Eğitim yapılarında görsel konforun iyileştirilmesi, öğrenme performansının yüksek tutulması, çalışanların ve öğrencilerin motivasyonu ve çalışma üretkenliği için günışığı ile tasarım önemlidir. Yeterli günışığının sağlanması ile binanın aydınlatma, ısıtma ve soğutma için harcanan enerjisinden tasarruf edilebilir. Bu çalışmada eğitim yapılarında günışığının öneminden bahsedilmiş ve üniversite binasında yer alan farklı mekânların aydınlık düzeyleri, ışıklılık dağılımları ölçülmüş, pencere oranları belirlenmiş ve bulgular değerlendirilmiştir. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Makine Mühendisliği Binasının ofis, derslik ve laboratuvarlarında en yoğun kullanım olduğu ve özellikle günışığı açısından minimum koşulları temsil ettiği Aralık ayı boyunca ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerde, güneybatı ve güneydoğuya bakan amfi, ofis ve derslikte ölçüm yapılan bir gün için sabah ve öğle saatlerinde, hacmin belirli bölgelerinde yeterli günışığı değerlerine ulaşılmaktadır. Diğer günlerde ise kullanım saatlerinin tamamına yakın bir süre boyunca günışığı yetersiz kalmaktadır. Galeri iki gün

boyunca kullanım süresinin büyük bir bölümünde yeterli miktarda günışığı almaktadır. Işığın yetersiz kaldığı günlerde gök koşullarının, yani bulutluluğun, değiştiği görülmüştür. Genel olarak öğleden sonraki ölçüm değerlerinin çok düşük çıkması, günbatımı saatine yakın bir zamanda ölçüm yapılmasına bağlanabilir. Özellikle pencere oranları ve yönü aynı olan farklı hacimlerde (derslik ve ofis gibi) gerçekleşen aydınlık düzeylerinin birbirleriyle karşılaştırılması ile cephede kullanılan güneş kırıcı elemanların hacimdeki günışığı değerlerine etkisi görülebilmektedir. Cephesinde balkon şeklinde tasarlanan düşey ve yatay güneş kırıcı elemanların olduğu ofisteki değerler, hafif metal bir güneş kırıcısı olan derslikteki değerlerden düşük çıkmıştır. Pencere oranlarının uygun değerlerde olmasına rağmen cephedeki çıkımlar, güneş kırıcılar ile beraber geçirgenliği az olan cam tipinin kullanılması ile standartlara uygun görsel performans değerlerinin yakalanamadığı ve ancak yapma aydınlatma ile minimum aydınlık değerleri sağlanabildiği gözlemlenmiştir. Bu durum, enerji tüketimini artırmaktadır. Işıklılık oranlarının mekan içerisinde yer alan malzemelerde homojen dağılmaması kamaşmaya sebep olmaktadır. Bu da, kullanıcıların görsel konforu için sorun oluşturmaktadır. Üniversite gibi tüm gün kullanılan eğitim yapılarında günışığından maksimum yarar sağlanarak enerji performansı yüksek ve görsel performans koşulları açısından öğrencileri ve öğretmenleri memnun edecek tasarımlar gerçekleştirilmelidir. Ölçüm yapılan mevcut bina için ise güneş kontrolü için farklı cephe elemanları ve cam tipleri kullanarak cephe tasarımının yeniden gözden geçirilmesi konusunda öneriler geliştirilmelidir.

Kaynaklar

1. Winterbottom, M, Wilkins, A., (2009), "Lighting and discomfort in the classroom", Journal of Environmental Psychology, sayı 29, s. 63-75.
2. Sirel, Ş., (1992), Aydınlığın niteliği, Kitapçık no. 4, YFU.
3. Yener, A.K., Güvenkaya, R., Şener, F., (2009), "İlkokul sınıflarında görsel konfor ve enerji verimi", TTMD Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, Temmuz- Ağustos, 30-5.
4. Güvenkaya, R., Küçükdoğan, M., (2009), "İlköğretim dersliklerinde aydınlatma enerjisi yönetiminde yönere göre uygun cephe seçeneklerinin belirlenmesi", İTÜ dergisi/a, cilt 8, Sayı 2, s. 77-88.
5. Capeluto, J.G., (2003), "The influence of the urban environment on the availability of daylighting in office buildings in Israel", Building and Environment, sayfa 38, s. 745-52.
6. Leslie, R.P., (2003), "Capturing the daylight dividend in buildings, Why and How?", Building and Environment, sayfa 38, s. 381-5.
7. Kruger, L.E., Dorigo, A.L, (2008), "Daylighting analysis in

- a public school in Curitiba, Brazil”, Renewable Energy, sayfa 33, s. 1695-1702.
8. Kazanasmaz, Z.T., Günaydın, M., Binol, S., (2009), “Binalarda günışığı aydınlık değerlerinin öngörülmesi”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 06-09 Mayıs 2009, İzmir, Makine Mühendisleri Odası, s. 811-22.
 9. Al-Turki, I., Schiler, M., (1997), “Predicting natural light in Atria and Adjacent spaces using physical models”, Solar Energy, sayfa 59, s. 241-5.
 10. Sirel, Ş., (1997), Aydınlatma sözlüğü, YEM Yayın, İstanbul.
 11. Reinhart, C., Mardaljevic, F., Rogers, Z., (2006), “Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design”, Leukos, cilt 3, s. 1, July, s. 1-25 <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc48669/nrcc48669.pdf> [Erişim tarihi: 4 Şubat 2011].
 12. Foytonont, M., (1999), Daylight performance of buildings, Earthscan, s. 177-222.
 13. Boubekri, M.A., (2004), “Overview of the current state of daylight legislation”, Journal of the Human- Environmental System, sayfa 7, s. 57-63.
 14. British Standard Institute (1982), BS8206 Part 2: Code of Practice for Daylighting.
 15. Tregenza, P., Loe, D., (1998), The design of lighting, E&FN Spand, London.
 16. BOCA (1990), The BOCA National Building Code/1990 Building Officials & Code Administrators International Inc., s. 26-127.
 17. Archer, J.W., (1998), “Daylighting and Canadian building codes”, Proc. International Conference on Daylighting Technologies for Energy Efficiency in Building: 287-8.
 18. Ministère de L’education (1997), Cahier des Recommendations Techniques de Construction, Editions du Service de L’education National, France.
 19. CIBSE (2002), Code for lighting, Oxford, Butterworth-Heinemann.
 20. Şerefhanoglu, M., (1992), “Yapıların iç aydınlatmasında günışığı ile lamba ışığının temel özellikleri ve ayrımları”, Yıldız Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul.
 21. Department of the Environment, HSMO (1971), Sunlight and daylight planning criteria and design of buildings. HSMO, London, s. 22-6.
 22. Littlefair, P., (1999), “Daylighting and solar control in building regulations”, Building Res. Establish, CR398/99.
 23. Foytonont, M., Berruto, V., (1997), “Daylighting performance of buildings: monitoring procedure”, Right Light, 4, sayı 21, s. 119-27.
 24. Galasiu, A.D., Reinhart, C., (2008), “Current daylighting design practice: a survey”, Building Research & Information, cilt 36, sayı 2, Mart 2008, s. 159-74.
 25. Kazanasmaz, T., (2009), “Binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi”, V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, 07-09 Mayıs 2009, İzmir, Elektrik Mühendisleri Odası, s. 25-36.
 26. Türkoğlu, K., Çalkın, Y., (2006), “Ofis ve işyeri aydınlatmasında standartlar ve standart ölçümler”, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi. Aydınlatma Türk Milli Komitesi, 23-24 Kasım 2006, İTÜ, Taşkışla İstanbul. s. 152-7.
 27. CIBSE No 3.(1996), Working plane illuminance in electrically lit spaces, Oxford, Butterworth-Heinemann.
 28. Danny H.W., Li, Ernest, K.W., Tsang, (2008), “An analysis of daylighting performance for office buildings in Hong Kong”, Building and Environment, sayı 43, s. 1446-58.
 29. CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) (1970), Günışığı-doğal günışığı hesabı uluslararası tavsiyeler, CIE Yayını no. 16, E3.2 Komitesi, (Çeviri: Ayverdi, A., Ertaman, S.), İstanbul Teknik Üniversitesi.

İşitsel Peyzaj Kavramı ve Kapalı Mekanların Akustik Konfor Değerlendirmesinde Kullanılabilirliği

Soundscape and the Adaptation of Soundscape to Covered Spaces

Aslı ÖZÇEVİK,¹ Zerhan Yüksel CAN¹

İşitsel peyzaj (*soundscape*), birden fazla ses kaynağı ve çevresel etkileşim sonucunda oluşan işitsel ortamın, olumlu ya da olumsuz yargılardan bağımsız olarak saptanması şeklinde tanımlanabilir. İşitsel peyzaj kavramı, gürültüden kaynaklanan rahatsızlığın yanı sıra incelenen alana özgü farklı seslerin toplam etkisini değerlendirmektedir. Eşdeğer gürültü düzeyi kavramı ile onunla birlikte kullanılacak, belki de zaman içinde onun yerini alacak işitsel peyzaj kavramı arasındaki en büyük fark ses ortamının değerlendirilmesindeki hedef yaklaşımlarıdır. Eşdeğer gürültü düzeyi kavramı, bir alandaki tüm ses ve gürültüleri toplamsal olarak dikkate alır ve olumsuzlaştırır. Buna karşın işitsel peyzaj, belli bir bölgeye özgü ayırt edilebilir ses (örneğin ezan sesi) ve arka plan gürültülerinin (örneğin İstanbul'da deniz taşıtlarının ses ve gürültüleri) işitsel algılama üzerinde olumlu da olabilecek etkilerini ortaya koymayı, böylelikle de iyileştirmeyi / korumayı, alana özgün duruma getirmeyi hedefler. Son yıllarda, kentsel akustik konforun sadece fiziksel değerler üzerine değil psikolojik, fizyolojik ve toplumsal görüşlerin de göz önünde bulundurulduğu işitsel peyzaj kavramı üzerine kurgulanmasına yönelik pek çok çalışma yapılmakta ve bu çalışmaların özellikle kentsel açık alanlar üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada, öncelikle işitsel peyzaj kavramı kısaca açıklanmış, ardından işitsel peyzaj kavramının, kentsel alanlarda olduğu gibi insanların belirli zaman aralıklarında bir araya geldikleri alışveriş merkezleri benzeri kapalı mekânların akustik konfor değerlendirmelerinde kullanılabilirliği ile ilgili yapılan bir araştırmanın bulguları verilmiştir.

Anahtar sözcükler: İşitsel peyzaj; kentsel akustik konfor; kapalı mekânlarda akustik konfor.

Soundscape, as urban noise is termed, is essentially a qualitative approach which aims to discover ways to improve the "sonic environment". A possible analogy can be assumed for the acoustic quality of some types of covered spaces which have a function similar to urban spaces. Furthermore, it can be proposed that such covered spaces may have a specific, distinct and recognizable sound environment - hence, a "soundscape" occurs which is created both by the architecture and the sound sources. This study takes a further step in suggesting that the acoustic comfort or sound quality of these spaces cannot be sufficiently dealt with via noise parameters. This paper aims to show the possibility of evaluating the acoustical quality of covered spaces, such as shopping centers, through soundscape studies. The formation of streets is the basic spatial design concept that connects open and closed shopping areas. For this reason the researchers chose to study a modern and an historical shopping center and a modern and a traditional street, both of which have shopping as a basic function. The soundscapes of these open and closed shopping areas were determined by soundwalks and listening tests. The objective and subjective findings of this study showed that covered shopping areas have a specific soundscape that can be evaluated by the soundwalk method regardless of whether the environment is open or covered.

Key words: Soundscape; urban acoustic comfort; acoustic comfort in covered spaces.

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği Bilim Dalı, İstanbul

¹Chair of Building Physics, Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

MEGARON 2011;6(1):52-59

Başvuru tarihi: 16 Eylül 2010 (Article arrival date: September 16, 2010) - Kabul tarihi: 30 Ocak 2011 (Accepted for publication: January 30, 2011)

İletişim (Correspondence): Arş. Gör. Aslı ÖZÇEVİK. e-posta (e-mail): asliozcevik@hotmail.com

© 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2011 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Akustik konforun sağlanmasının birinci koşulu, insanların içinde buldukları kapalı ya da açık çevrelerin istenmeyen ve rahatsızlık verici olan seslerden arındırılmasıdır. Gürültü fiziksel açıdan düzensiz ses, fizyolojik açıdan ise istenmeyen ses olarak tanımlanır. Bu tanımlamaya göre her düzensiz ses gürültü sayılmayabileceği gibi (örneğin akan suyun sesi, rüzgârda ağaçların yapraklarından çıkan sesler), her düzenli ses de istenir ya da rahatsızlık vermez değildir (örneğin belli bir müzik türü, o türden müziği sevmeyen insanları rahatsız edebilir). Bu açıklamalar aslında uygulama için kaçınılmaz olan genellenebilir yargılara varmanın güçlüğünü de göstermektedir.

İstenmeyen ve rahatsızlık verici seslerin, bir başka deyişle gürültünün ne olduğu günümüzde (yasal uygulamalarda) yalnızca toplamsal düzeye bağlı olarak tanımlanmaktadır. Akustik konforun değerlendirilmesi, planlanması ve iyileştirilmesi çalışmalarında mevcut durumun saptanması, kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması ve gerekli azalmaların sağlanması süreci izlenmektedir. Ulusal ve uluslararası yönetmeliklerde bu amaçla kullanılan büyüklük genellikle 'A ağırlıklı Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi'dir (LeqA). Yönetmeliklerin büyük çoğunluğunda hem kentsel alanlar hem de kapalı mekânlar için kabul edilebilir gürültü düzeyleri 'A ağırlıklı Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi' cinsinden verilmektedir. Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi toplamsal bir değerlendirmedir, yani ölçüm ya da değerlendirme süresince ortamda bulunan tüm sesleri -istenir, istenmez ya da rahatsızlık verici olup olmadığına bakmaksızın- kapsar. Öte yandan LeqA, sesin zamansal, spektral ve yayımsal özelliklerini dikkate almaz ve aynı zamansal ortalamaya değere sahip seslerin zaman içindeki spektral hareket çeşitliliğinin etkilerini de göz ardı eder. Son yıllarda yapılan pek çok çalışma bu sürecin sonuçlarının insanların gürültüden etkilenme durumları ile beklendiği kadar örtüşmediğini ortaya koymuştur.^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 vd.}

Açık ya da kapalı bir mekândaki akustik konfor ancak, o çevreye özgün iklim ve coğrafi özellikler; zemin, yapı, bitki örtüsü, kentsel donatı gibi öğeler; taşıma/ulaşım, insan etkinlikleri gibi alandaki fonksiyonel çeşitlilik üzerinden var olan ses kaynakları arasındaki fiziksel, fizyolojik ve sosyolojik etkileşime bağlı olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda ortaya çıkan "işitsel peyzaj" (*soundscape*) kavramı, birden fazla ses kaynağı ve çevresel etkileşim sonucunda oluşan işitsel ortamın, olumlu ya da olumsuz yargılardan bağımsız olarak saptanması şeklinde tanımlanmaktadır. İşitsel peyzaj aracılığı ile akustik konforun değerlendirilmesinde hem gürültüden kaynaklanan rahatsızlık hem de incelenen

alana özgü farklı seslerin etkileri dikkate alınabilmektedir.

İşitsel peyzaj kavramı, ağırlıklı olarak kentsel alanların akustik kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan güncel bir yaklaşımdır.^{8,9,10, vd} İşlevsel olarak kentsel alanlara benzer özellik taşıyan kapalı mekânların (örneğin alışveriş merkezleri) özgün, ayırt edilebilir ve tanımlanabilir ses ortamına, dolayısıyla da kendine özgü bir işitsel peyzaja sahip olabileceği öngörülebilir.

Bu tür mekânlardaki akustik kalitenin belirlenmesi ve iyileştirilmesinde, yönetmeliklerde belirtilen ve yalnızca ses düzeyine dayanan yöntemler yerine, işitsel peyzaj yaklaşımının kullanılabilirliğini irdelemeyi amaçlayan bir çalışma başlatılmıştır.^{11, 12}

Çalışma için, kent kullanıcılarının kentsel alanlarda olduğu gibi belirli zaman aralıklarında bir araya geldikleri ticari alanlar tercih edilmiştir. İki aşamalı olarak yürütülen çalışmanın ilk adımında İstanbul'da bulunan biri tarihi diğeri modern olmak üzere iki kapalı ticari mekânda işitsel peyzaj belirlemesi ve karşılaştırması yapılmış, ikinci adımında, yoğunluklu kullanımı alışveriş olan biri modern diğeri geleneksel iki sokak seçilmiş ve konu bağlamında incelenmiştir. Bu makalede, öncelikle işitsel peyzaj kavramı kısaca açıklanmış, ardından işitsel peyzaj kavramını kapalı mekânlara uyarlamak amacıyla yapılan çalışmanın her iki aşamada elde edilen bulgu ve sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

"Soundscape - İşitsel Peyzaj" Kavramı

Açık ya da kapalı bir mekânda yer alan doğal ve yapay oluşumlar, ses kaynakları ve bunların arasındaki çoklu (fiziksel, fizyolojik ve sosyolojik) etkileşim algılanan akustik çevreyi oluşturur. Bu etkileşimi esas alan "işitsel peyzaj- soundscape" kavramı, birden fazla ses kaynağı ve çevresel etkileşim sonucunda oluşan işitsel ortamın -olumlu ya da olumsuz yargılardan bağımsız olarak- tanımlanabilmesi için R.M. Schafer tarafından önerilmiştir. Murray Schafer "işitsel peyzaj - soundscape"

¹ Brambilla, Maffei, 2006, s. 881

² Bite, Augusztinovicz, Flindell, 2005

³ Yang, Kang, 2005a, s. 211

⁴ Yang, Kang, 2005b, s. 61

⁵ Louwersw, Semidor, Beaumont, 2006

⁶ Martinet, Guillemain, Ystad

⁷ İnternet kaynağı a

⁸ Raimbault, 2006, s. 929

⁹ Bottledooren, Coensel, Muer, 2006, s. 105

¹⁰ Lavandier, Defreville, 2006, s. 912

¹¹ Özçevik, Can, De Gregorio, Maffei, 2007

¹² Özçevik, Can, 2008

pe” kavramını, ‘*Our Sonic Environment and The Soundscape - The Tuning of the World*’ adlı kitabında şu şekilde tanımlamıştır;

“Üzerinde çalışılan herhangi bir akustik alan *Soundscape*’dir. Müzikal bir kompozisyon, bir radyo programı ya da akustik bir ortamdan birer *Soundscape* olarak bahsedebiliriz. Mevcut bir peyzajın karakteristik özellikleri üzerinde çalışabildiğimiz gibi, bir akustik çevreyi de bir çalışma alanı olarak tanımlayabiliriz. ...”¹³

Schafer, “soundscape-işitsel peyzaj” kavramının kentsel akustik konfor belirlemede/değerlendirmede olumlu ya da olumsuz yargı oluşumunu nasıl etkilediğini yine aynı kitapta şu şekilde açıklamıştır;

“İnsan dikkatli dinlemediği zaman gürültü kirliliği oluşur. Gürültüler, bizim göz ardı etmeyi öğrendiğimiz seslerdir. Günümüzde gürültü kirliliğine karşı gürültü ile savaşım yolu ile direnilmektedir. Bu olumsuz bir yaklaşımdır.

Çevresel akustiği olumlu bir çalışma programı çerçevesinde ele almanın yolunu bulmamız gerekmektedir.

*Hangi sesleri korumak, özendirmek, çoğaltmak istiyoruz? Bunu bilirsek, sıkıcı ya da zararlı sesler yeterince dikkat çekecek ve biz bu sesleri ortadan kaldırmak zorunda olmamızın nedenini öğreneceğiz...”*¹³

İşitsel peyzajın belgesi ses kayıdır. Ancak bu, basit bir kayıt olmanın ötesinde, sesin zamansal, spektral ve mekânsal değişimlerinin akustik analizine olanak tanıyacak biçimde yapılır. Bu yöntemde önemli olan işitsel algılama; yani insanın sesi nasıl algıladığı ya da yorumladığıdır.

Schafer tarafından tanımlandığı 1977 yılından bu yana işitsel peyzaj üzerine kurgulanan ve kimi salt estetik kaygı esaslı ya da korumacı, kimileri de akustik konfora yönelik yorumlar içeren pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır.

Bugüne kadar işitsel peyzaj üzerine yapılan çalışmaların belirledikleri amaçları;

- Global algıda işitsel peyzaj etkisini belirlemek,
- Hoşa giden/iyi/tercih edilen/beğenilen bir işitsel peyzaja sahip alan tasarımı için bir yöntem geliştirmek,
- Alan peyzajına uygun işitsel peyzajı tahmin etmek,
- Özel bir işitsel peyzajı korumanın nasıl yapılacağını bulmak,
- Kentsel alanlar ya da bölgesel özellikler üzerinde işitsel peyzaj türlerini sınıflandırmak,

gibi çok çeşitlidir. Bu konuda yayınlanan araştırmalar amaç, değerlendirme ölçütleri dolayısıyla yöntemlerden kaynaklı alan seçiminde geniş çeşitliliğin olduğunu ve özellikle kentsel açık alanlar üzerine yoğunlaştığını açıkça ortaya koymaktadır.

Avrupa Çevresel Gürültü Direktifi, geçerli yönetmeliklerin, işitsel peyzaj kalitesi yüksek sessiz alanların (kırsal alanlar, parklar ve meydanlar vb) korunması esasını göz ardı ettiğini vurgulamış ve sessiz alanların korunması gerekliliğini belirtmiştir.¹⁴ Böylelikle de işitsel peyzaja yönelik araştırma ve çalışmaların artmasını sağlamıştır.

Kentsel akustik konforun değerlendirilmesi, korunması ve iyileştirilmesinde işitsel peyzaj çalışmalarından yararlanılabilirliği üzerine yapılan çok sayıda araştırma ve yayın^{15, 16, 17, 18, 19} daha sınırlı sayıda ise uygulama²⁰ bulunmaktadır.

İşitsel Peyzaj Kavramının Kapalı Mekanlara Uyarlanması ile İlgili Çalışma

Çalışma Alanları ve Ses Ortamları

Bu çalışma işitsel peyzajın açık ya da kapalı tüm mekânların işitsel yapısının incelenmesinde kullanılabilir esnekliğe sahip olduğunu göstermek amacıyla iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada İstanbul’daki biri tarihi (Kapalıçarşı) diğeri bir Modern Alışveriş Merkezi olmak üzere iki kapalı alışveriş alanı üzerinde çalışılmış ve elde edilen nesnel ve öznel bulguların, kapalı ticari mekânlara özgü bir ses ortamının varlığını desteklediği belirlenmiştir.

Açık ve kapalı ticari alanlar, yaşamı kolaylaştırmak amacıyla çok çeşitli ürünlerin bir arada bulunma gereksinimi üzerinden ‘sokak’ formasyonu yaklaşımı ile tasarlanmaktadır. Bu bakımdan çalışmanın ikinci adımında, açık ve kapalı ticari alanların işitsel peyzaj yaklaşımı kullanılarak karşılaştırması yapılmıştır. İstanbul’da farklı yerlerde ancak kentin iki ana ticari bölgesinde bulunan bir modern (İstiklal Caddesi) ve iki geleneksel sokak (Fuat Paşa ve Çadırcılar Sokakları), değerlendirme için seçilmiş ve sonuçlar birinci adımda incelenen iki alışveriş merkezi ile karşılaştırılmıştır.

¹³ Schafer, 1977, s.7 ve 4

¹⁴ EC Directive 2002/49/EC

¹⁵ Özçevik, Can, Can, 2009

¹⁶ Schulte-Fortkamp, Fiebig, 2006, s.875

¹⁷ Dubois, Guastavino, Maffiolo, 2004

¹⁸ Berglund, Nilsson, 2006, s.938

¹⁹ Guastavino, 2006, s.945

²⁰ Kull, 2005

15. yy'da inşa edilen Kapalıçarşı, kentsel planlamadaki konumu, büyük boyutları gibi pek çok nedenden ve özellikle 500 yıldan fazla süredir aynı amaçla kullanılmasından dolayı tarihi ticaret merkezlerinin en önemli örneklerinden biridir. Modern Alışveriş Merkezi, kentin en büyük alışveriş merkezi olması ile geçmişte Kapalıçarşı'nın kentte taşıdığı önemi günümüzde nispeten devam ettirmektedir. Modern Alışveriş Merkezi, sosyal, kültürel ve sanatsal etkinliklerin bir araya getirilmesi yaklaşımıyla tasarlanmış büyük bir kompleks ve güvenlik, hijyen, yapı fiziği gibi farklı alanlarda teknolojinin tüm imkanlarının kullanıldığı çok katlı bir yapıdır.

19. yy'dan beri İstanbul'un en önemli kültür, sanat ve eğlence merkezleri arasında sayılan İstiklal Caddesi, mimari tasarımı ve alanda daimi canlılığa neden olan işlevsel kullanım çeşitliliğinden kaynaklanan özel bir yapıya sahiptir. Çok sayıda mağaza, restoran, bar, gece kulüplerinin bulunduğu ve benzer özellikteki pek çok sokağın kesiştiği cadde, günün her saati yoğun olarak kullanılan ve bir zamanlar İstanbul'un tek toplu taşıtı olan nostaljik tramvayın ortasından geçtiği bir yaya yoludur. Fuat Paşa ve Çadircılar Sokakları ise, Kapalıçarşı'ya oldukça yakın konumda bulunan dar (ticari) sokaklardır.²¹

Tarihi ticari alanlardaki işitsel peyzaj (kapalı alan olarak Kapalıçarşı, açık alan olarak Fuat Paşa ve Çadircılar Sokakları), mekânların hem alışveriş hem de geçiş amacıyla kullanılmalari, satılan ürün türüne göre dükkânların gruplandırılmalarının yanı sıra bir tür satış yaklaşımı olarak kullanılan çığırkanlık sonucunda biçimlenmektedir.

Modern ticari alanlardaki işitsel peyzaj ise (kapalı alan olarak Modern Alışveriş Merkezi, açık alan olarak İstiklal Caddesi), müzik yayını ile desteklenen farklı satış yaklaşımları, vitrin reklamları ve düzenlemesi, sosyal, kültürel, sanatsal etkinliklerin bir aradalığı, yaşamın her türlü alanında etkisini gösteren teknolojik gelişmeler doğrultusunda değişen tasarım konseptleri ile oluşan farklı mimari çözümler ve tarzlar ile biçimlenmektedir.

Çalışma Alanlarının, İşitsel Peyzaj Yapılarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi

Yöntem

İşitsel peyzajın değerlendirmesinde kullanılacak yöntemle ilgili uluslararası geçerliliği olan genel bir kabul henüz yapılamamıştır.²²

İşitsel peyzaj değerlendirmesinde, kaynak/lar (üretim) - ortam-alan (etki ortamı) - alıcı (algı) özellikleri ve aralarındaki çoklu ilişki/etkileşim ile elde edilen öznel

ve nesnel veriler topluluğunun uygun yöntem önerisi (uygun bir yöntem) ile çözümlemesi yapılmaya çalışılmaktadır. Yöntemin, hem -mekâna özgü sosyal yaşam, bunların bireysel ve toplumsal beklentiler üzerindeki etkileri, kentsel bir alandaki farklı seslerin varlığı, bunların zaman içindeki değişimleri vb gibi- çok yönlü bulguların değerlendirilmesini içermesi, hem de rasyonel kullanıma uygun yalınlıkta olması gerekmektedir. Veri ortamının çokluğuna bağlı olarak farklı disiplinlerin uzmanlıkları konuya ilişkin çalışmalarda söz sahibidir. Dolayısıyla yapılan tüm çalışmalarda ortak çaba, disiplinler arası ortak dilin oluşturulup uygun yöntemin geliştirilmesi üzerinedir.

Ayrıca sonuçta elde edilen verilerin ve yapılan değerlendirmelerin 'incelenen alana özgü olma' riski taşıması ilk bakışta kaçınılmaz gibi gözükmektedir. İşitsel peyzaj değerlendirmede alan ve kullanıcı (kentte yaşayanlar ve geçici sürelerde kentte bulunanlar) özelliklerine bağlı bir 'yerellik' durumu söz konusudur. Bu da konuyla ilgili uluslararası ve hatta ulusal ortak kabullerin önerilmesini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, yapılan çalışmada seçilen alanlardaki işitsel peyzaj değerlendirmesi nesnel açıdan, Semidor²³ tarafından önerilen, alanı tanımlayan bir rota üzerinde kişinin kulaklarına takılı mikrofonlarla yapılan iki kanallı (binaural) ses kayıtlarının (*soundwalk* yöntemi) laboratuvar ortamında değerlendirilmesi ve öznel açıdan ise, kayıtların laboratuvar ortamında deneklere dinletilerek yorumlandırılması biçiminde gerçekleştirilmiştir.

Ses Kayıtları ve Nesnel Değerlendirme

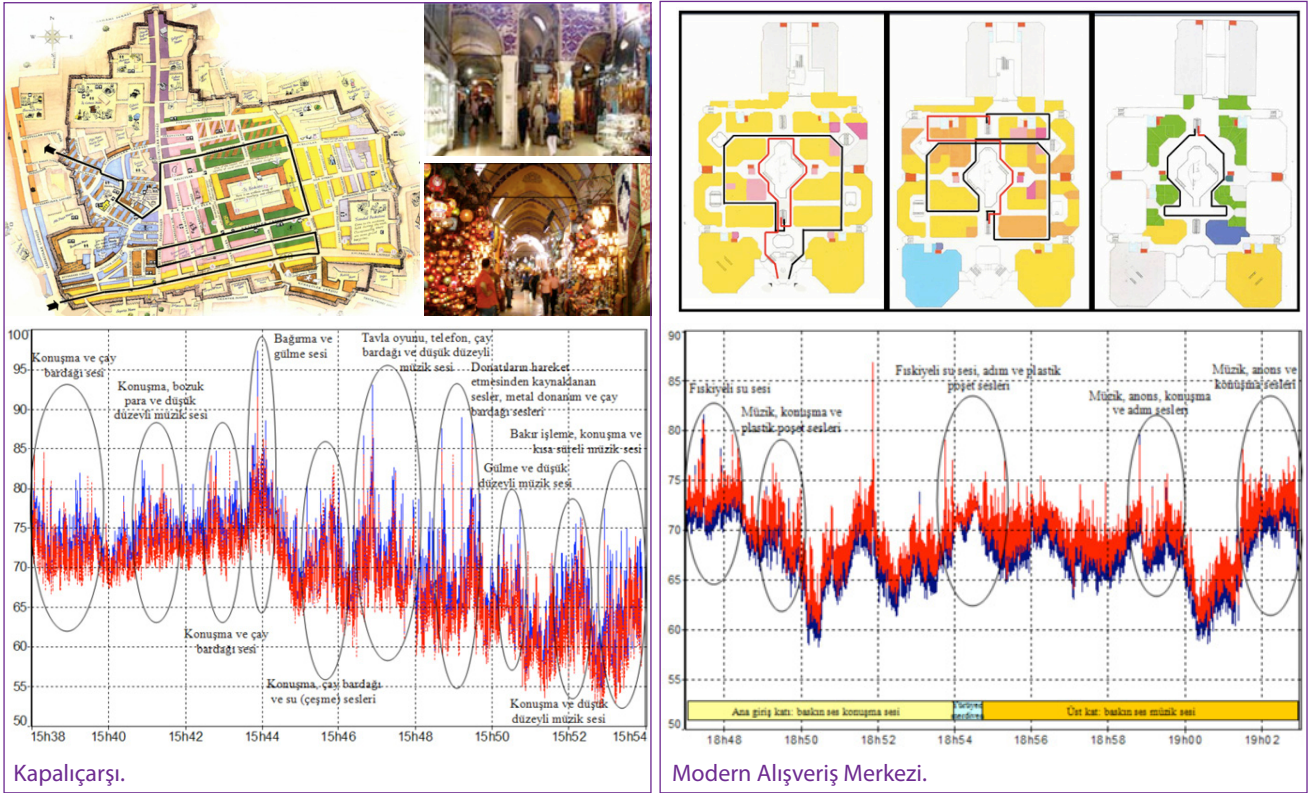
Seçilen ticari alanların işitsel peyzaj yapısını değerlendirmek amacıyla *soundwalk* yöntemi uyarınca ses kayıtları yapılmıştır. Yürüyüşü yapan kişinin 01 *Symphony Box* sistemine bağlı iki kanallı kulaklık kullanılarak seçilen alanlarda belirlenen rotalarda yürümesi ve ikinci bir kişi tarafından kaydın görsel belgelemesiyle gerçekleştirilmiş olan ve yaklaşık yarım saat süren kayıtların tümü, gün boyunca ve günün aynı saatlerinde yapılmıştır.

Seçilen alanlarda yürüyüşler, her alanın genel kullanımı göz önünde bulundurularak, kapalı alanlar için mekânın ana girişlerinden, açık alanlar için ise ilgili bölgedeki düğüm noktaları arasında belirlenen bir noktadan başlamış, alanın tamamı hakkında olabildiğince eksiksiz işitsel veri elde etmek üzere belirlenen rotalarda devam ettirilmiştir.

²¹ İnternet kaynağı b

²² Brooks, 2006

²³ Semidor, 2006, s. 959



Şekil 1. Kapalı ticari mekanlarda yapılan yürüyüşlerin rotaları, kaynak türlerinin belirtildiği zaman-düzyer grafikleri ve fotoğrafları.

Yürüyüşlerden elde edilen veriler, Şekil 1 ve Şekil 2'de 100 ms zaman aralıklı LA_{eq} değişimlerinin esas alındığı ve işitsel peyzajın nesnel ifadesi olarak kabul edilen "time history" (zaman-düzyer) grafikleri biçiminde sunulmuştur. Zaman-düzyer grafiklerinde de görüldüğü gibi, kayıtlarda doğal, yapay/teknolojik ve alana özgü çeşitli işlevlerden kaynaklanan sesler bulunmaktadır.

Alışveriş merkezleri ve sokaklar arasındaki karşılaştırmada, ses kaynaklarının tip ve sayısı birbirinden oldukça farklı oldukları görülmektedir. Kapalı ticari mekânlardaki ses kaynakları, açık alanlara göre daha fazla çeşitliliğe ve farklı özelliklere sahiptir. Diğer taraftan, Şekil 1 ve Şekil 2'de verilen grafiklerden, özellikle tarihi alanlarda kullanılan satış yaklaşımından (çığırkanlık) dolayı konuşma sesinin baskın olduğu alanlarda (Kapalıçarşı ve Çadırcılar Sokak), ses düzeylerindeki dinamik aralığın, modern ticari alanlara göre daha geniş olduğu açıkça görülmektedir. İstiklal Caddesi'ndeki sosyal yoğunluktan dolayı, yayaaların alanda kaydı yapan kişiye oldukça yakın geçmeleri, alanda konuşma sesinin baskın hale gelmesine ve dinamik aralığın tarihi ticari alanlardaki gibi geniş olmasına neden olmaktadır.

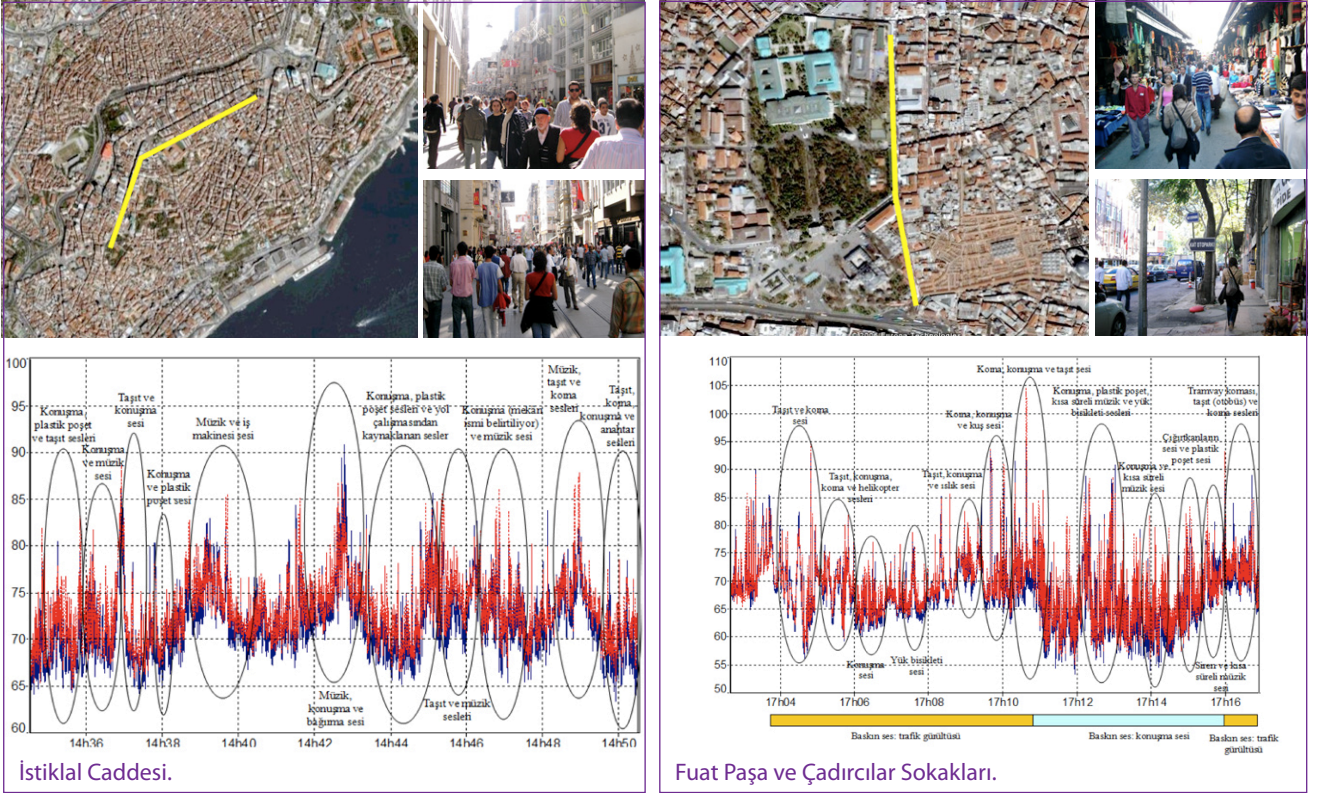
Çalışma alanlarının mimari özellikleri ile birlikte bu veriler, birbirinden farklı iki kapalı ve iki açık alana özgü akustik ortamın olduğu biçiminde yorumlanabilir. Bu ayırt ediciliğin temel nedeni, alanların mekânsal sınırları arasındaki farklılıklar ve mekânsal tasarım konseptinin 'sokak formasyonu' üzerine kurgulanmasındaki benzerliklerdir. Kapalıçarşı, nispeten alçak tavanlı, kemerli ve tonoz yapı elemanlarının kullanıldığı dar sokaklara, Modern Alışveriş Merkezi, yüksek tavanlı, çok katlı, büyük hacimli ve oldukça düz yüzeylere sahiptir. İstiklal Caddesi, diğerlerine kıyasla tramvayın da geçtiği geniş bir yoldur ve yüksek katlı yapılarla sınırlandırılmıştır. Fuat Paşa ve Çadırcılar Sokakları ise, insan ölçeğinde oldukça dar geçişlerdir.

Tablo 1'de sunulan verilerin genel değerlendirmesine göre, alanlardaki LA_{eq} düzeylerinin hemen hemen birbirine yakın değerinde ve 70 dBA'nın üzerinde olduğu görülmektedir.

Daha ayrıntılı bir inceleme, modern ticari alanlardaki LA_{min} düzeylerinin, kapalı ve açık olma durumuna bağlı olarak tarihi alanlardakine göre daha yüksek değerlerde olduğunu göstermektedir. Ticari sokaklardaki LA_{max} düzeyleri ise alışveriş merkezlerindeki değerlerin yaklaşık 6 dB üzerindedir. Diğer ta-

Tablo 1. Alanlara göre ölçülen parametre değerleri

Alan	LA _{eq}	LA _{min}	LA _{max}	LA ₅	LA ₅₀	LA ₉₀
Kapalıçarşı	72.6	53.2	94.4	77.0	70.2	61.1
Modern Alışveriş Merkezi	69.5	58.9	84.2	72.8	68.6	64.3
İstiklal Caddesi	74.3	63.5	90.1	78.9	71.8	68.1
Fuat Paşa ve Çadırcılar Sok.	72.6	54.1	99.6	76.2	67.8	61.6



Şekil 2. Açık ticari alanlarda yapılan yürüyüşlerin rotaları, kaynak türlerinin belirtildiği zaman-düzyer grafikleri ve resimleri.

raftan, LA₅₀* değerleri her ne kadar birbirlerine yakın olsa da, alışveriş merkezlerindeki LA₅* ve LA₉₀* değerleri sokaklarda ölçülene göre 3 dB düşüktür. Bu değerler, seçilen alanlardaki fon gürültüsünün kapalı ve açık mekân olma durumuna bağlı olmadan birbirine yakın olduğunu, buna karşın ses düzeylerindeki dinamik aralığın değişken yapısının, alana özgü ses ortamını belirlediğini göstermektedir.

Dinleme Testleri ve Öznel Değerlendirme

Bu çalışmada, laboratuvar ortamında toplam 20 deneye, herhangi bir bilgi verilmeden, rasgele belirlenen

sırada her bir alan için 5 dk'lık kayıtlar dinletilmiş ve deneklerden duyduklarını yazmaları istenmiştir. Yazılan metinlerin analizi dört temel değerlendirme yaklaşımı doğrultusunda yapılmıştır. Bunlar, mekânın açık ya da kapalı olma durumunun anlaşılabilirliği, alanın işlevsel yapısının anlaşılabilirliği, alana özgü seslerin belirlenebilirliği ve alanların fiziksel ve psiko-akustik değerlendirmelerini içeren öznel anlaşılabilirliği şeklinde sıralanabilir.

Bu çerçevede, deneklerin yazılı yorumlarına dayalı sonuçlar, aşağıdaki gibidir;

- Tüm denekler alanların açık ya da kapalı olma durumunu doğru şekilde belirtmiştir.
- Tüm denekler, alanlardaki işlevleri detaylı ola-

* LA5, LA50 ve LA90 - İstatistiksel düzey - belli bir ses düzeyinin aşıldığı zaman yüzdesidir.

rak açıklamıştır. Deneklerden 9'u kapalı alanları, insanların bir araya geldiği ve pazar, terminal, pasaj gibi geçiş amacıyla da kullanılan ticari bir mekân olarak açıklamıştır. Deneklerin 4'ü Kapalıçarşı'yı doğrudan adıyla, 5'i ise Modern Alışveriş Merkezi'ni kendi yapı türüyle tanımlamıştır. Deneklerin tamamı, açık alanları sokak ya da meydan gibi kentsel alan olarak nitelendirmiş, 4'ü İstiklal Caddesi'ni adıyla, 7'si ise Fuat Paşa ve Çadırcılar Sokakları'nı ticari sokaklar olarak tanımlamıştır.

- Denekler, tüm kayıtlarda aynı işlevi, farklı ipuçlarına bağlı olarak belirlemişlerdir. Örneğin; deneklerin ticari yapıyı belirledikleri ses, alışveriş merkezlerinden Kapalıçarşı'da bozuk para sesi iken, Modern Alışveriş Merkezi'nde plastik poşet sesi; sokaklarda ise, İstiklal Caddesi'nde yüksek düzeyli müzik yayını, Fuat Paşa ve Çadırcılar Sokakları'nda satıcıların çığırkanlıkları olmuştur.
- Denekler, alanlarda insanların kaydı yapan kişiye oldukça yakın mesafede bulunmalarından dolayı alanın kalabalık olduğunu belirtmişlerdir. Aynı görüşü, Modern Alışveriş Merkezi'nde insan seslerinin oldukça uzaktan geldiğini belirterek açıklamışlardır. Bu sonuç, tüm diğer alanlar arasında bu mekândaki ses ortamının dinamik aralığının farklı olduğu durumunu desteklemektedir. LA_{max} düzeyinin açık alanlarda yüksek değerlere ulaşmasına rağmen, alanlardaki LA_{eq} düzeylerinin hemen hemen birbirine eşit olmasından dolayı, denekler, her bir alan için öznel konfor değerlendirmelerini ifade eden ve dinleme testlerinin rasgele sıralama ile uygulanmasına göre çeşitlenen sıfatlar kullanmışlardır. Kapalıçarşı için 'eğlenceli', Modern Alışveriş Merkezi için 'gürültülü', İstiklal Caddesi için 'renkli', 'yoğun', 'aktif', Fuat Paşa ve Çadırcılar Sokakları için ise 'rahatsız edici' ve 'sıkıcı' sıfatları yoğunluklu kullanılmıştır. Deneklerin kayıtlarda ne duyduklarını açıklamak için kullandıkları bu sıfatlar, akustik ortam kalitesini değerlendirme/koruma/iyileştirme amacıyla kullanılabilecek psiko-akustik veriler ile ilgili önemli ipuçları oluşturmaktadır.

Sonuç

İşitsel konforu niceliğe yani sesin/gürültünün düzeyine bağlayan günümüzde yaygın kullanımdaki yöntemlerin yetersizliği giderek belirginleşmiştir.

20. yüzyılın son çeyreğinde M. Schafer tarafından ortaya konan işitsel peyzaj ideolojisi, konuya farklı bir bakış açısıyla yaklaşır ve mekânlarla insanların etkileşi-

minden oluşan işitsel ortamların ancak çok disiplinli bir yaklaşımla tanımlanabileceğine, bunun için de öncelikle farkındalık yaratılması gerekliliğine değinir. 1960'lardan bu yana geniş kabul gören bu kavram, işitsel peyzajın kentlerde ve kent dışı alanlarda insan-çevre etkileşimi ile oluştuğunu ve işitsel konforun gürültü ile savaşım yerine algı, alışkanlık, farkındalık, beğeni ve yarelliği esas alan yöntemlerin geliştirilmesi ile sağlanabileceğini göstermektedir.

İşitsel peyzajın kavramın kapalı mekânlara uyarlanmasını amaçlayan bu çalışmadan elde edilen nesnel ve öznel veriler, kapalı ticari mekânların kendine özgü işitsel peyzaj yapısı olduğunu ve bu yapının ortamın kapalı ya da açık olma durumuna bağlı olmadan işitsel peyzaj yaklaşımı ile değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, akustik ortam kalitesi belirlemede nesnel değerlendirmelerin öznel değerlendirmeler ile desteklenmesi gerekliliği açıkça ortaya konmuştur. Bu uzun vadeli çalışmanın her iki aşamasındaki nesnel ve öznel sonuçlar arasındaki tutarlılıklar;

- İki açık ve iki kapalı alanda olmak üzere yapılan dört farklı kayıt arasından kapalı alanların algılanabilirliği,
- Alanların işlevsel yapılarının anlaşılabilirliği, alanları doğrudan kendi adlarıyla tanımlayan ve her alandaki kaydın belirli bir rota üzerinde yapıldığını belirten deneklerin olması,
- Çalışmanın amacını destekler biçimde her alan için işlevsel anlaşılabilirlikte etkin olan alana özgü seslerin belirlenebilirliği biçiminde özetlenebilir.

Ticari alanların yanı sıra eğlence alanları, havaalanları, tren istasyonları, kendine özgü, ayırt edilebilir ve tanınabilir ses ortamına, dolayısıyla özgün işitsel peyzaja sahip olma ihtimali olan mekânlardır. Buna bağlı olarak ileriki çalışmalarda, işitsel peyzaj kavramının kapalı mekânlara uyarlanması girişimini desteklemek amacıyla bu çalışmada belirtilen yöntem kullanılarak farklı işlevlere sahip açık ve kapalı alanları kapsayan çalışmalar yapılması planlanmaktadır.

Kaynaklar

- Berglund, B., Nilsson, M.E., (2006), "On a tool for measuring soundscape quality in urban residential areas", Acta Acustica United with Acustica, Volume 92, 6, p. 938.
- Bite, P., Augusztinovicz, F., Flindell, I.H., (2005), "Unexpectedness in environmental noise assessment", Forum Acusticum 2005, Budapest.
- Bottledooren, D., Coensel, B.D., Muer, T.D., (2006), "The temporal structure of urban soundscapes", Journal of Sound and Vibration 292, p. 105-23.

- Brambilla, G., Maffei, L., (2006), "Responses to noise in urban parks and in rural quiet areas", *Acta Acustica United with Acustica*, Volume 92, 6, p. 881.
- Brooks, B., (2006), "Traditional measurement methods for characterizing soundscapes", *Journal of the Acoustical Society of America* 119, 3260.
- Dubois, D., Guastavino, C., Maffiolo, R., (2004), "The meaning of city noises; Investigating sound quality in Paris, France", *Journal of the Acoustical Society of America* 115, 2495.
- EC Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
- Guastavino, C., (2006), "The ideal urban soundscape: investigating the sound quality of French cities", *Acta Acustica United with Acustica*, Volume 92, 6, p. 945.
- Kull, R., (2005), "Soundscape measurements: Moving towards a standard", *Journal of the Acoustical Society of America* 116, 1875.
- Lavandier, C., Defreville, B., (2006), "The contribution of sound source characteristics in the assessment of urban soundscapes", *Acta Acustica United with Acustica*, Volume 92, 6, p. 912.
- Louwerse, C., Semidor, C., Beaumont, J., (2006), "Characterisation of the urban sound environment based on psycho-acoustic criteria", *Ecole d'architecture et de paysage de Bordeaux, Euronoise 2006, Tampere*.
- Martinet, R.K., Guillemain, PHh., Ystad, S. "From sound modeling to analysis-synthesis of sounds", <http://www.iaa.upf.es/mtg/mosart/papers/p40.pdf>.
- Özcevik, A., Can, Z.Y., De Gregorio, L., Maffei, L., (2007), "A study on the adaptation of soundscape to covered spaces", *Inter-Noise 2007, İstanbul, Türkiye*.
- Özcevik, A., Can, Z.Y., (2008), "A study on the adaptation of soundscape to covered spaces: Part 2", *Acoustics 08, Paris, Fransa*.
- Özcevik, A., Can, Z.Y., Can, C., (2009), "A Study on the Soundscapes of Two Pier Squares in İstanbul", *Euronoise 2009, Edinburgh, İskoçya, İngiltere*.
- Raimbault, M., (2006), "Qualitative judgements of urban soundscapes: questioning questionnaires and semantic scales", *Acta Acustica United with Acustica*, Volume 92, 6, p. 929.
- Schafer Murray, R., (1977), *Our sonic environment and the soundscape -the tuning of the world*, Destiny Books, Rochester, Vermont, p. 4-7.
- Schulte-Fortkamp, B., Fiebig, A., (2006), "Soundscape analysis in a residential area: an evaluation of noise and people's mind", *Acta Acustica united with Acustica*, Volume 92, 6, p. 875.
- Semidor, C., (2006), "Listening to a city with the soundwalk method", *Acta Acustica United with Acustica*, Volume 92, 6, p. 959.
- Yang, W., Kang, J., (2005a), "Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces", *Elsevier, Applied Acoustics* 66, p. 211-29.
- Yang, W., Kang, J., (2005b), "Soundscape and sound preferences in urban squares: a case study in Sheffield", *Journal of Urban Design* 10, p. 61-80.
- Internet Kaynakları
- a. Sound environment and acoustic comfort in urban spaces, http://www.cres.gr/kape/education/1.design_guidelines-en.pdf
- b. <http://www.istanbul.gov.tr>

Bir Kültür Mirasının Çok İşlevli Bir Yapı Kompleksine Dönüştürülmesinin Sürdürülebilirlik Bağlamında İncelenmesi; Fiume Veneto Örneği

Analysing the Conversion of a Cultural Heritage to a Multi-functional Complex in the Context of Sustainability: Example of Fiume Veneto

Yasemen SAY ÖZER,¹ Nevzat Oğuz ÖZER²

Fiume Veneto Kuzey İtalya'da Pordenone kenti yakınlarında Fiume nehri boyunca kurulmuş bir yerleşmedir. Yerleşmenin en karakteristik tarafı devasa bir fabrika yapısına sahip olmasıdır. 1880-1885 yıllarında iplik üretmek üzere kurulan Fabrika, Fiume nehrinin iki kola ayrılıp tekrar birleşmesi sonucu oluşan bir ada üzerindedir. 1940-1945 yılları arasında İkinci Dünya Savaşı süresince Fabrika'da iplik yerine torpil üretilir, savaş sonrasında iplik üretimine yeniden başlanır. Fabrika 1999 yılında üretimini tamamen durdurup, kapanınca 2001 yılında İsola del Fiume Şirketi, Fabrikayı çok işlevli bir yapı kompleksine dönüştürmek amacıyla üzerindeki ada ile birlikte satın alır. Üretim işlevini yitirdiğinden dolayı kullanımı sona eren fabrikanın dönüştürülmesi için en iyi yöntemin 'mimari tasarım yarışması' olacağı varsayımıyla, kent konseyi ve ülkenin mimarlar odası 2003 yılında Uluslararası Mimarlar Birliği kuralları ve denetiminde uluslararası bir mimari tasarım yarışması düzenlenmesini kararlaştırır. Ekonomik açıdan atıl duruma gelmiş bir fabrika yapısının kısmen dönüştürülmesi ya da tamamen yıkılması gündemdedir. Diğer taraftan yapının kültürel bir varlık olarak yaşaması gerekmektedir. Tek bir çatıyla belirlenen mekanın, farklı işlevlere hizmet eden ve buna bağlı olarak da farklı ölçülerde ve ölçeklerdeki mekanlara dönüşmesi sorunu tasarımın temelini oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, bir fabrika yapısının; konut, yaşlılar evi, müze, toplantı salonları, belediye binası, spor salonları olan bir karma işlevli kompleks bir yapıya, yani farklı havalandırma, farklı ısı ve ışık değerlerine ihtiyaç duyan mekanlara dönüştürülmesi sorunu karışımıdır. Bu yazının ana temasını sürdürülebilirlik bağlamında bir mimari tasarım yarışması ve bunun sonucunda üretilen mimari çözümde yapısal konforun nasıl sağlandığı oluşturmaktadır.

Anahtar sözcükler: Fiume Veneto; kültür mirası; mimari tasarım.

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, ¹Bina Bilgisi Anabilim Dalı, ²Çevre Düzenleme Anabilim Dalı, İstanbul

Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur (4-5 Mart 2010, İstanbul).

Fiume Veneto, was established on the banks of the river Fiume near the city of Pordenone in northern Italy. What makes this settlement distinctive is the huge yarn factory which was founded sometime between 1880 and 1885. The textile factory has offices and a clean electrical power plant (hydroelectric), both located on an island of about 100,000 square metres. There is also a building located outside the factory, in which there had been a grain mill serving the locals since the XIIIth century up until its closure in 1999. Following its closure, Isola del Fiume Company purchased the former textile factory together with the island in order to construct a multi-functional complex. In 2003, The City Council Planning Committee and the Italian Chamber of Architects decided to organize an international 'architectural design competition' under the supervision and policy of the International Union of Architects. The aim was to decide the best strategy to re-use the property as a whole and in consideration with the economic viability, an important criterion for the company. After setting up a jury, a programme was announced which included housing, facilities, the renovation of the mill and hydroelectric plant, the establishment/protection of green spaces, sports facilities, a civic centre and town hall, a museum and an auditorium as well as the necessary infrastructure related to the new development. The main theme of this article is an architectural competition in the context of sustainability and the ways in which structural comfort is achieved in the architectural solutions provided.

Key words: Fiume Veneto; cultural heritage; architectural design.

Departments of ¹Architectural Design, ²Environmental Regulation, Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Istanbul, Turkey

Presented at the Building Physics and Sustainable Design Congress (March 4-5, 2010, Istanbul, Turkey).

MEGARON 2011;6(1):60-67

Başvuru tarihi: 15 Eylül 2010 (Article arrival date: September 15, 2010) - Kabul tarihi: 7 Şubat 2011 (Accepted for publication: February 7, 2011)

İletişim (Correspondence): Yrd. Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER. e-posta (e-mail): yasemen@yildiz.edu.tr

© 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2011 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Günümüzde en çok sözü edilen konulardan birisi enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanımıyla sürdürülebilirliğinin sağlanması gerektiğidir. Oysa enerji kaynaklarının verimli kullanımı kadar, varlığımızı sürdürülebilmek için kültürel sürdürülebilirlik de önemlidir. Sağlıklı toplumlar ekonomik kaynakların bilinçli kullanıldığı, çevreye duyarlı bir sosyal hayatın varlığında sürdürülebilir bir yaklaşımla yaşamının sonucunda oluşur. Sürdürülebilir yaşam koşullarının yapılı çevrede sağlanması ise öncelikle mimari tasarım aşamasında alınan kararların doğru değerlendirilmesiyle birlikte başlar.

Mimari tasarım alanında sürdürülebilir yaşam koşullarının sağlanabilmesi adına her şeyden önce iki temel yaklaşım konusu önemli olmaktadır. Bunlardan birincisi yapılaşma için seçilen “yer”e ait özellikler, ikincisi ise ‘yer’de bulunan mevcut yapıların yeniden nasıl değerlendirileceği konusudur.

Yapılaşma İçin Seçilen ‘Yer’e Ait Özelliklerin Değerlendirilmesi

Sürdürülebilir tasarıma sahip binaların öncelikle yerel iklim koşulları, yerel kaynaklar ve yakın bölge ölçeği gözetilerek tasarlandığı bilinmektedir. Bu bağlamda tasarlanan yeni bir binanın nereye ve nasıl yapılacağı konusu daha fazla önem kazanmaktadır. Yere ait özelliklerin tasarımıyla birlikte değerlendirilmesi, hatta tasarımı biçimlendiren en önemli veri olması gerekmektedir. Bunu sağlamak için tasarım öncesinde yere ait verilerin bir çok açıdan gözlenmesi ve incelenmesi sürdürülebilir tasarımda neredeyse ön koşul olmaktadır.

Yer seçimine ait kararlar doğru değerlendirilmediğinde ortaya çıkan sorunlar ise kuşkusuz gereksiz enerji tüketimiyle birlikte sürekli yeni çözüm arayışları ister. Bunun sonucunda ortaya çıkan bedelin karşılanması bazı durumlarda çok zor hatta imkansız olabilir. Hatta yakın çevremizi bu bakışla sorguladığımızda dahi, bu ön çalışmanın ihmal edildiği tasarımları ve bunun sonucunda karşılaşılan sorunları rahatlıkla görebiliriz.

‘Yer’de Bulunan Mevcut Yapıların Yeniden Değerlendirilmesi

Yer seçimine ait özelliklerin değerlendirilmesi yanında eski bir yapı ya da yapı kompleksinin tamamen yıkılarak yerine getirilen yeni bir yapılaşma da aynı bakış açısıyla sorgulanmalıdır. Eski yapıların fazla sorgulanmadan yıkılarak yerlerine yenilerinin inşa edilmesi çoğu zaman genel kabul gören yaklaşımdır. Dönüşümü ya da sağlıklılaştırılması kararlaştırılan bir bölgenin mevcut sosyal, kültürel ve yapısal değerlerinin gereğince incelenmeden, yıkılıp yerine yeni yapılaşmanın önerilmesi

ülkemizde de sıklıkla rastladığımız uygulamalardan biridir. Hatta önerilen yeni yapılaşma, alanın geçmişine ait tarihsel, kültürel ve sosyal hiçbir izi gelecek kuşaklara taşımayacak biçimde tasarlanmaktadır. Öngörülen yeni tasarımlarda gözlemlenen sadece ekonomik kazanımların temel amaç olduğudur. Oysa sürdürülebilir tasarım salt ekonomik amaçlı olmayıp, özünde tarihsel, çevresel, kültürel ve sosyal değerleri de içermelidir.

Özellikli ‘Yer’lerin Değerlendirilmesinde Seçilen Yöntem

Sanayinin daha az gelişmiş ülkelere kaymasıyla birlikte atıl kalan eski sanayi bölgelerinin ve yapılarının nasıl kullanılacağı konusu 1990’lardan sonra Avrupa Birliği ülkelerinde önemli bir siyasi gündem maddesi haline gelir: Yazımızın da konusunu oluşturan çalışma alanı bu tür geçmişi olan bir yerdir ve niteliklerinden ötürü ‘özellikli yer’ olarak tanımlanmaktadır.

Kentlerin büyümesi sonucunda günümüzde çoğu zaman merkezi yerleşmelerin yakınlarında bulunan, fakat işlevsel açıdan ömürleri tamamladığı için atıl duruma düşen yapı stokları ve içinde buldukları değerli alanların nasıl kullanılacağı bir çok platformda tartışılmaya başlanır. Yerel yönetimlerce yapılan finansman hesaplarında yapıların tamamen yıkılmasının ve ortaya çıkan molozların kaldırılmasının ekonomik maliyetinin karşılanamayacağı sonucu ortaya çıkınca yeni arayışlara gidilir. Bu tür sorunları olan kentlerin bir kısmı yerel halktan ve mesleki kurumlardan kişilerle oluşturdukları komisyonlarda en doğru çözüme ulaşmak için çalışırlar. Daha çok Avrupa ülkelerinde gördüğümüz çok katımlı çalışma komisyonları ortak kararlarında en doğru çözüme düzenlenecek mimari tasarım yarışmasıyla birlikte ulaşmayı hedeflerler. Amaçları doğrultusunda hazırladıkları şartnamede katılımcılara sorunlarını ve beklentilerini anlatırlar. Çalışma komisyonlarının bir kısmı katılımı ulusal ölçekte sınırlarken, diğer bir kısmı katılımı uluslararası boyutlara taşır. Mimari tasarım arayışlarının uluslararası platforma çıkarak geniş kapsamlı olması, daha fazla sayıda tasarım seçeneklerini tartışmaya açmasından dolayı her zaman daha yararlı olduğu düşünülür.

Atıl sanayi yapıları ve alanının yeniden değerlendirilmesi konusunda bu tür bir yöntemle çözüme ulaşmak için açılan Mimari Tasarım Yarışmalarından birisi de 2004 yılında gerçekleşen ‘*Competition of Ideas of a Private Enterprise Concerning “The Former Fiume Veneto Cotton Mill” Area*’ isimli çalışmadır (Şekil 1).¹

¹ Bu konuyla ilgili bilgiler UIA’nın web sayfası www.uia-architectes.org ve www.fiumeveneto.com/eng/home’da bulunmaktadır.



Şekil 1. Mimari tasarım yarışmasının duyuru afişi.
Kaynak: Yarışma şartnamesiyle birlikte katılımcılara verilmiştir.



Şekil 2. İplik fabrikası ve yakın çevresinin mevcut vaziyet planı.
Kaynak: Google Earth'den 24 Ağustos 2010 günü indirilmiştir.

İplik Fabrikası ve Bulunduğu Alanın Dönüşüm Süreci

'Competition of Ideas of a Private Enterprise Concerning "The Former Fiume Veneto Cotton Mill" Area' başlıklı mimari tasarım yarışması, İtalya'da, Trieste'nin 90 km kuzeybatısındaki Pordenone kenti yakınlarında 10,650 kişilik nüfusu olan Fiume Veneto yerleşmesinin merkezinde bulunan fabrika ve bulunduğu alan için açılır (Şekil 2).

İplik Fabrikası ve Bulunduğu Alan

Fiume Veneto'nun kent merkezinde bulunan iplik fabrikası 1999 yılında üretimini tamamen durduran bir işletmedir. 1880'de yapımına başlanan ve 1885'de üretime geçen fabrikanın tarihçesi, bölgede tüm yaşayanların da anıdır aynı zamanda. Yerleşmede yaşayan neredeyse her aileden birisinin annesi ya da kadın akrabası orada çalışmıştır. Kayıtlara bakıldığında çalışanların önemli kısmının 11 yaş üstü kadınların oluşturduğu görülür. 1915 ve 1918 yılları arasında Birinci Dünya Savaşı nedeniyle fabrika ilk kez üretimine ara vermek zorunda kalır. İkinci Dünya Savaşı sırasında iç mekanlarında bazı düzenlemeler yapılan fabrikada iplik yerine mayın üre-

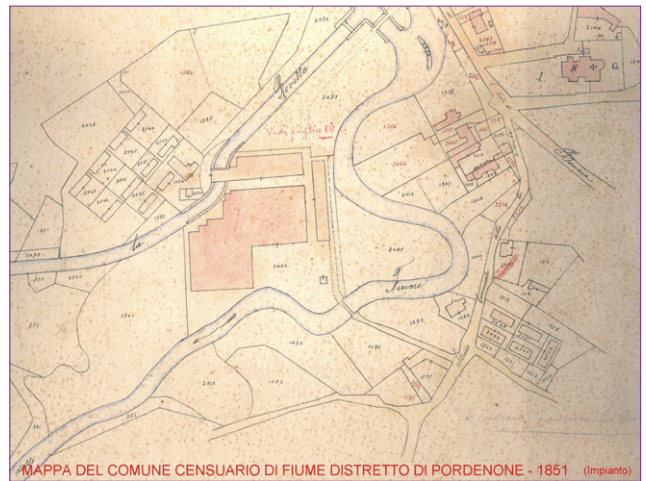
tilmektedir. İkinci Dünya Savaşı'nın bitmesiyle yeniden iplik üretimine geçen fabrika 1954 yılında yeni makineler ve yeni yapılarla geliştirilir. Çalışan işçi sayısı 350 kişiyi bulur. Üretimin tamamen sona erdirilmesi kararı, ardından fabrikanın kapanması 31 Aralık 1999'dur.

Adada en az 120 yıllık fabrika kadar önemli bir diğer yapı da, hakkında ilk bilgilere 1247 yılındaki kayıtlarda rastlanan ve kullanılsa da sağlam duran buğday değirmenidir. Ayrıca fabrikanın bazı ek binaları yanında, nehrin potansiyelinden dolayı fabrikaya temiz elektrik (hidroelektrik) enerjisi sağlayan bir santral da bulunmaktadır.

İplik fabrikası yerleşmeye de adını veren nehrin iki kola ayrılıp tekrar birleşmesi sonucu oluşan 100,000 m² lik bir ada üzerinde kuruludur. Ada nehrin kıvrımlarının oluşturduğu üçgen bir biçime sahiptir. Fabrika adanın kent merkezine en yakın kısmında ve üçgenin geniş tarafında kuruludur. Fabrika ve yakın çevresindeki ek binaların hepsi belirli bir bölgede toplanmış olup, yapılaşmanın bulunmadığı oldukça geniş bir alan tamamen yeşildir. Nehrin sınırlarını belirlediği zengin ekolojik değerleri olan yeşil alanın geçmişinde de herhangi bir yapıya ait iz yoktur (Şekil 3).

Fabrikada Üretim İşlevinin Bitmesi ve Sonrası

Fabrika ve ek yapılarının bulunduğu alan yerleşmenin merkezi niteliğindedir ve bu nedenle de çevresi için çok değerlidir. Fabrikada üretimin durmasından dolayı arazideki fabrikanın ek binaları da artık kullanılmamaktadır. Alan, 2000'li yılların başında çevresindeki yapılaşmayla birlikte, bölgenin merkezinde yer alan ama kullanılmayan, yaşamayan geniş bir bölge görünümün-



Şekil 3. 1851 yılına ait haritanın üzerine, inşa edilirken işlenmiş İplik Fabrikası planı.

Kaynak: Yarışma şartnamesiyle birlikte katılımcılara verilmiştir.

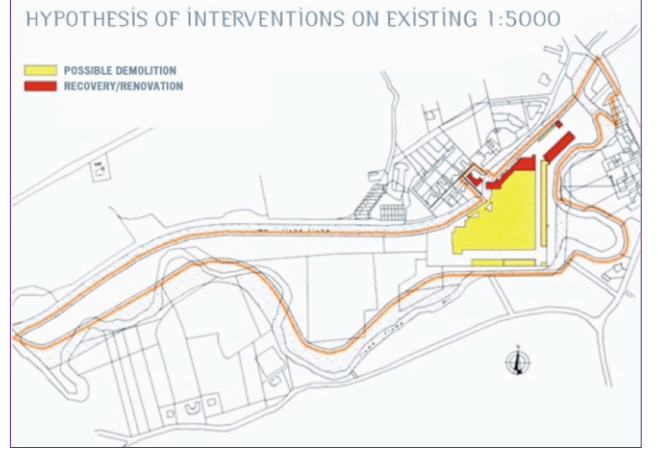
dedir. 2001 yılında gıda sektöründe faaliyet gösteren bölgeye ait bir şirket, fabrikanın bulunduğu alanı satın alır. Alanın yeniden kullanımı için geliştirilebilecek en iyi strateji ne olabilir arayışı, yerel yönetim ve fabrikanın yeni sahiplerini mimari tasarım yarışması düzenleme konusunda hem fikir kılar.

Mimari Tasarım Yarışması ve Şartnamede İstenenler

Fabrikanın sahipleri, yerel yönetim ve İtalyan Mimarlar Odası alanın dönüşümü için Uluslararası Mimari Tasarım Yarışması düzenlenmesi konusunda uzlaşırlar. Böylece artık işlevi sona eren fabrikanın dönüştürülmesi için çevresel, kentsel ve mimari gereklilikleri en iyi sağlayabilecek çözümü seçmek amacıyla, en iyi yöntemin bir yarışma olacağı varsayımıyla Uluslararası Mimarlar Birliği (UMB) kuralları ve denetiminde uluslararası bir yarışma açılır.

Organizasyon komitesi; İtalyan mimar *Pierluigi Misio* (Bölge kent planlama konseyinden), İtalyan mimar *Luigi Girardi* (Bölgenin sanayi, ticaret ve turizm konseyinden), İtalyan mimar *Luciano Lazzari* (Fiume Veneto Belediyesinden, yedek jüri üyesi), Amerikalı mimar *W. Graham Adams* (UMB'nin önerdiği üç mimardan biri), Japon mimar *Kazuo Iwamura* (UMB'nin önerdiği üç mimardan biri), Romanyalı mimar *Anca Bratuleanu* (UMB'nin önerdiği üç mimardan biri, yedek jüri üyesi), Slovenyalı mimar *Vojteh Ravnikar* (Pordenone Bölgesi mimarlar birliğinden), İtalyan mühendis *Gianpaolo Gargan* (Pordenone Bölgesi mühendisler birliğinden), Alman mimar *Andreas Gottlieb Hempel* (Organizasyon komitesi tarafından önerilen isim) ve İspanyol mimar *Jordi Querol Pera* (Organizasyon komitesi tarafından önerilen isim) gibi kişilerden asli ve yedek jüri üyelerini oluşturur. Jüri yaptığı ön toplantıda yarışma şartnamesiyle birlikte teslim edilecek olan projeler için değerlendirme kriterleri oluşturur.

İdarenin de istekleri doğrultusunda hazırlanan yarışma şartnamesi mevcut alana ve yapıya yapılacak olan her türlü müdahaleyi dönüşüm ilkeleri doğrultusunda kabul etmekte, hatta beklemektedir. Daha önce (fabrika binası dışında) hiçbir yapılaşma yapılmamış ekolojik açıdan çok değerli olan bu Ada'da yapılaşma teşvik edilmekte ve alanın genelinde yapılaşma yoğunluğunun artırılması istenmektedir. Tarihsel ve kültürel değerleri olan fabrika yapısının sadece en eski bir bölümünün bırakılarak (fabrika alanının yaklaşık %10'luk kısmı), diğer bölümlerin yıkılması da şartnamenin beklentileri arasındadır. Hazırlanan şartnamede fabrikanın bulunduğu adada şu yeni işlevli yapıların tasarlanması istenmektedir: Konutlar, dükkanlar, yaşlılar evi, Mey-



Şekil 4. Fabrikada dönüşüm çalışması için verilen korunması gereken (kırmızıyla işaretli) ve yıkılması olanaklı (sarıyla işaretli) alanlar.

Kaynak: Yarışma şartnamesiyle birlikte katılımcılara verilmiştir.

dan ve İkinci Dünya Savaşı'nda ölen denizciler için anıt, Kent Müzesi, Belediye Binası (2300 m²), 400-500 kişilik bir oditoryum, hidroelektrik santrali, Nehir parkı, rekreasyon ve spor yapıları. Ayrıca tasarımcılardan eskiden fabrikada çalışan ama şu anda işsiz kalan 40 kişiye iş imkanı sağlayacak çeşitli etkinlikleri barındıran değişik işlevlere ait yapılar da önermeleri beklenmektedir (Şekil 4).

Değerlendirme kriterleri ise şu şekilde belirlenir;

1. Şartnamenin 2., 3. ve 4. maddelerine uyumluluk.
2. Mimari kalite,
3. Kent, peyzaj ve çevreyle bütünlük,
4. Projenin öngördüğü çalışma programının uyumluluğu ve maliyet-etkinlik ilişkisi,
5. Müdahalenin sürdürülebilirliği ve
6. Jürinin kendi içinde ortak belirleyeceği kriterler.

Yarışma İçin Geliştirilen Öneri

Şartnamede istenenler ve alanla ilgili yapılan çalışmalar sonrasında öneri tasarımı için bazı ana kararlar oluşturma aşamasına gelindi. Önerimizi geliştirirken yaptığımız tartışmalarda şartnamenin beklentilerine uymayan, ancak sürdürülebilirlik bağlamında çok önemli bulduğumuz iki temel nokta tasarımızdaki ana yaklaşımı belirledi. Birincisi Fiume Veneto'nun tarihi için çok önemli olan fabrika yapısının dönüşüm adı altında büyük ölçüde yıkılmasını hem sürdürülebilirlik, hem de süreklilik bağlamında onaylamamak; ikincisi ekolojik açıdan çok değerli olan alanın yeşil alanlarına istenen yapılaşmayı yapmamak.

Tasarım Kararlarının Oluşumu

Fabrika yapısının geçmişine ait 'izler'i tanımlayarak korumak ve daha önce hiç yapılaşmanın olmadığı yeşil alana yapı önermeme ana ilkeleriyle, her türlü riski göze alarak tasarımın geliştirilmesi düşüncesi benimsendi. Böyle bir yaklaşım şartnamede istenene karşı bir duruş içerdiği için önemli ölçüde risk taşıyordu.

Bu kararlarla, ilk olarak fabrika binasının sahip olduğu verilerin detaylı bir analizini yaparak, gerçek değerlerini anlamaya, 'iz'leri belirlemeye çalışıldı. Amacımız, bunları gördükten sonra, bizim değer olarak saptadığımız verilerin dönüştürülmesi istenen işlevlere öncelikle uymayan, daha sonra uyan yönlerini belirlemektir. Değerlendirmeleri yaparken mevcut yapının kentle ilişkisinden başlayarak, yeni işlevlerin ihtiyaç duyduğu yapı fiziki konfor koşullarına kadar birçok açıdan ve farklı ölçeklerde çalışmalar yapıldı. Çalışmalarımızın sonucunda mevcut fabrika yapısıyla, istenen işlevlerin birbirlerine uymayan yönleri iki ana başlık halinde, şu şekilde belirlendi.

1. Kompleksin Kentle İlişkisinin Değerlendirilmesi:

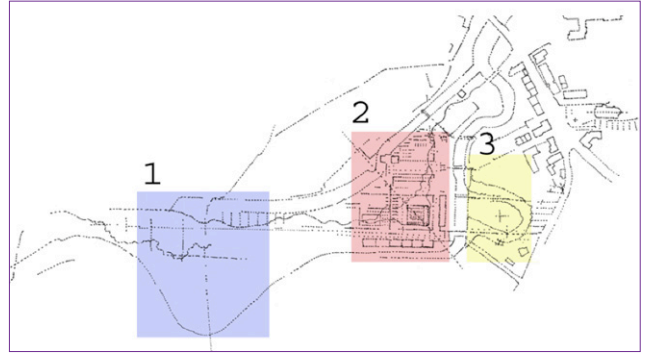
Bir fabrikanın kentle iç içe olmasına gerek yoktur, nitekim burada da fabrika kentten nehrin kıvrımları sayesinde yalıtılmıştır. Fakat birçok sosyal ve kültürel işlevleri içinde barındıran bir kompleksin fabrikanın aksine kentle ilişkisi iç içe ve yoğun olmalıdır.

Bu nedenle tasarımıımızda 'kompleksin kentle ilişkisi' çözülmesi gereken temel sorunlardan biriydi.

2. Kompleksin Mekan Konfor Koşullarının Değerlendirilmesi: Fabrika mimarisi içe dönük, tekdüze, tek bir mekandan oluşmaktadır. Oysa dönüştürülmek istenen işlevlerin her biri özel şartlar isteyen, farklı büyüklükte, çevresiyle farklı ilişkiler kuran mekan ve mekan gruplarıdır. Örneğin, konut, yaşlı yurdu, belediye binası gibi mekanlar, fabrika işlevinden farklı olarak doğal ışık, hava ve yeşil gibi konfor koşulları isteyen mekanlardır.

Fabrikaya ait 'iz'leri de koruyarak yeni tasarlanan farklı işlevli mekanlara sağlanması gereken konfor koşullarını sağlamak da, bu tasarımda çözülmesi gereken diğer bir temel sorundu.

Uyan yönler değerlendirildiğinde gördüğümüz, öngörülen dönüşümde birçok işlevin yan yana getirilmesiyle bir 'sinerji' yaratılmak istendiğidir. Bir fabrika kurusu, bir sonuç ürünün üretilmesi amacıyla üretimin değişik aşamalarının uyumlu bir şekilde, bir çatı altında yan yana getirilmesi ilkesine dayanır. Bu nedenle fabrika mimarisinde sinerji doğal olarak bulunur. Diğer bir deyişle öngörülen işlevlerin birbirlerinden çok farklı olmasına karşın birbirlerinden etkilenmeleri, birbirlerine



Şekil 5. Öneri tasarımı; alana yaklaşım konusunda alınan temel ilke kararları.

Kaynak: Makale yazarlarının yarışma için hazırladıkları özgün çalışmadır.

güç vermeleri ve sonuç ürün olarak kentin yaşamına bir bütün olarak katkıda bulunmalarına fabrika mimarisinin engel olmayacağı, hatta katkıda bulunacağı düşünülebilir.

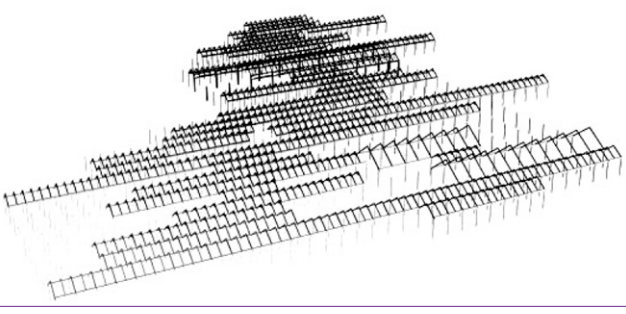
Değerlendirmelerimiz sonucunda öneri tasarımıımızda, yeşil alanları yapılaşmaya açmadan, fabrikanın ana karakterini veren izlerini koruyarak, mimarisini yeni işlevler doğrultusunda dönüştürmek ve kullanmak temel yaklaşım oldu. Böylece bir taraftan tarihsel-kültürel süreklilik sağlanırken, diğer taraftan yaratılmış bir değer yok edilmeden, tekrar kullanılmasıyla sürdürülebilirliği gerçekleşti (Şekil 5).

Fabrikanın Kentle İlişkisi

Ön görülen projenin kentle olması gereken ilişkisinin, mevcut fabrikanın ilişkisinden çok daha farklı ve güçlü olması gerekir. Adanın bütününün kullanımı ve kente entegrasyonu açısından bugünkü bağlantı yeterli değildir. Örneğin, fabrikada bir giriş yeterli olabilirken, bu anlamda bir kompleksin bir girişle yetinmesi beklenemez. Kompleksin kente entegrasyonu için Fiume nehrinin ıslah edilmesiyle karşı kıyıda kalan ve kentin ana akslarından birine dayanan adanın en doğu parçası bir şans olarak değerlendirilebilir. Bu alan (3 numaralı alan) Fiume nehrinin üzerine yapılan birkaç köprü ile kolaylıkla fabrikaya bağlanabilmektedir. Bu bağlantılar fabrikanın özgün mimarisine ve adanın bütününün (özellikle 1 numaralı alanın) kullanımına da uygundur. Doğu batı yönünde uzanan fabrika strüktürü bu bağlantılarla parçalanabilir ve kolaylıkla yeni işlevlere dönüştürülebilir.

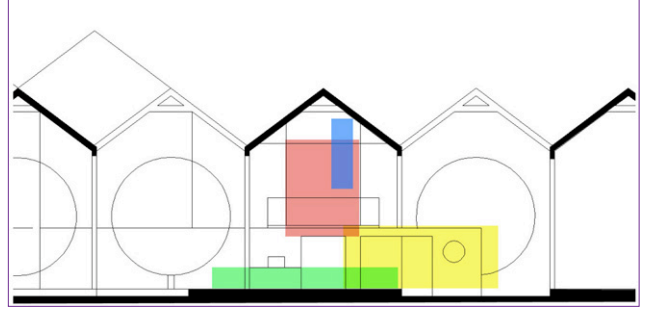
Fabrika Mimarisinin Dönüşümü

Nehrin üçgen biçim oluşturduğu adanın doğu tarafında yer alan fabrika binasının ana çizgilerini Fiume nehrinin kıvrımları belirlemektedir. Kıvrımlara paralel,



Şekil 6. Fabrikanın mevcut mimarisinin istenen işlevlerle uyğunluğunun sağlanması amacıyla yapılan 'boşaltma-doldurma' için ön çalışma.

Kaynak: Makale yazarlarının yarışma için hazırladıkları özgün çalışmadır.



Şekil 7. Fabrikanın mevcut mimarisinin konuta uygunluğunun sağlanması için yapılan fikir çalışması.

Kaynak: Makale yazarlarının yarışma için hazırladıkları özgün çalışmadır.

kuzey-güney yönünde ve doğu-batı yönünde uzanarak birbirlerini kesen iki 'sokak' fabrikanın omurgasını oluşturmaktadır. Fabrikanın iç trafiğini sağlayan bu sokaklar x-y eksenini tanımlamak olanaklıdır. Bina'nın dış çevreye bakan yüzeyleri ise, kolon sisteminin Fiume nehri tarafından sınırlandırılması ve bunun sağır bir duvarla bitirilmesiyle oluşmaktadır. Fabrikanın nehir ve yeşil alanla mekansal ya da görsel her hangi bir ilişkisi bulunmamaktadır.

Fabrikanın kapalı alanı 12,000 m²'dir. Çelik kolonların aralıkları kuzey-güney yönünde sabit ve 5 m iken, doğu-batı yönünde 7 m ile 3,5 m arasında değişmektedir. Fabrika binasının doğu-batı yönünde devam eden kırma çatıları binaya ana karakterini verir. Bu açıdan iç mekân mimarisi 'tek düze' olarak tanımlanabilir. Fabrikanın bir uçtan diğerine, aralıksız devam eden, herhangi bir belirgin karakter değişikliği göstermeyen iç yapısı da istenen değişik işlevleri barındırmaya elverişli değildir. Bunun için fabrika kitlesi içinde, yalın bir ifade ile önce boşaltma, sonra ise doldurma yapılarak fabrika binasının istenilen işlevlerle uyumu sağlanmaya çalışıldı (Şekil 6).

Boşaltma: Fabrika tek bir mekandan oluşmaktadır. Yeni fonksiyonlar doğrultusunda bu tek mekân parçalanmalıdır. Bu parçalanma fabrikanın strüktürel karakteriyle uyum sağlamalıdır. Aksi takdirde bir korumadan bahsetmek olanaksız hale gelecektir. Fabrika strüktürü doğu-batı yönünde uzanan çatı birimlerinin kuzey-güney yönünde yan yana getirilmesiyle oluşmaktadır. Bu nedenle bazı çatı birimlerinin çıkarılması genel strüktürü bozmayacağı gibi işlevlere uygun olarak istenen parçalanma da oluşacaktır. Parçalanma sayesinde işlevler birbirlerinden ayrılırken, özelleşmekte, mekânların gereksinimleri olan doğal ışık, hava, güneş gibi olmazsa olmaz yapı fiziği koşulları sağlanacaktır (Şekil 7).

Doldurma: Fabrikanın en önemli tekrar kullanılabilir değeri kolon sistemi ve onun üzerine doğu-batı yönünde oturan çatı makaslarıdır. Bu, birimde, yaklaşık olarak 5x3, 5x4,5 m³'lük bir mekân demektir. Plan düzleminde bu ölçü büyüymekte ancak yükseklikte (kenarlarda 4,5 m, çatının en yüksek noktasında 6,5 m) sınırlı kalmaktadır. Tasarımımızda bu boşluk şartnamede istenen ve mekâna uygun olduğu düşünülen yeni işlevlerle doldurulmaya, şekillendirilmeye çalışıldı. Müze, oditoryum, toplantı salonu, spor ve rekreasyon gibi büyük boşluklara ihtiyaç duyan işlevler bu hacimlere rahatlıkla uyum sağladı. Ancak konut gibi küçük hacimli, çok özel konfor koşulları isteyen mekânları, fabrikanın devasa çatısı altında konumlandırmak için "özel mekân birimleri"ni tasarlanması gerekti. Projede alınan temel kararlar doğrultusunda fabrikanın konstrüksiyonunu bozmadan tasarımı yapılan konutlarda gün ışığı, doğal havalandırma gibi yapı fiziği koşulları sağlandı. Bu özel mekân birimleri prefabrik metotlarla, modüler olarak üretilecek, mekânın gereksinim duyduğu konfor koşullarını sağlayacak eklentileri içerecekti.

Sonuç

Sonuç olarak, şartnamede istenen işlevler, şartnamenin istediğinden daha az yoğunlukta olmak üzere yerleştirildi. Fabrikanın devasa strüktürü altında, konutlar, yaşlılar evi, bir meydan, etrafında dükkanlar ve müze çözüldü. Fabrikanın iç iletişimini sağlayan sokaklardan kuzey-güney doğrultusunda uzanan kenarındaki mekânlarda, dışarıdan algılanması, kolay ulaşılması gerektiği için belediye binası, doğu-batı doğrultusunda uzanan sokağın kenarındaki mekânlarda ise adanın yapılaşmamış bölgesinin bir yeşil alan ve su parkı olarak planlanması düşünüldüğü için kapalı spor alanları önerildi. Alanın ve üzerindeki fabrikayla birlikte ek yapılarının sürdürülebilirlik bağlamında tasarlanması gerektiği düşüncesiyle başlanan tasarımda, mekânlar is-



Şekil 8. Tasarım alanına genel yaklaşım kararlarının anlatıldığı teslim için hazırlanan iki paftadan ilki.

Kaynak: Makale yazarlarının yarışma için hazırladıkları özgün çalışmadır.

tenilen kalitede çözüldüğü için teslim edilecek düzeye gelmişti. Alanın ekolojik değerlerine duyduğumuz saygıdan dolayı yapılaşmayı bilinçli olarak kısıtlı kullanarak ve bir kültür mirası olarak düşündüğümüz fabrikanın korunması gereken öz değerlerini ortaya çıkartarak, bu değerlerle birlikte proje gerçekleştirildi.

Her ne kadar yatırımcının istediği, beklediği yapısal yoğunluk olmadığı için maliyet ilk bakışta yüksekmiş gibi dursa da, uzun vadeli düşünüldüğünde bu tür tasarımda kazanımlar daha fazla olacaktır. Öncelikle tasarımın özgünlüğü ve neden-sonuç ilişkisi bağlamında oluşması, her hangi bir yere ait ve sıradan olmaması bir kazanımdır. Bunun dışında, gelecek nesillere yaşadıkları yerlerin belleklerine ait izleri taşınması ise ayrı bir kazanımdır (Şekil 8).

L'isola
del
fiume

Concorso di idee

Comune di
Fiume Veneto

Registration Form

Notice of the Competition

Historical Informations

Download Area

Contact Area

F.A.Q.

Official Documents

INTERNATIONAL COMPETITION OF IDEAS FOR A PRIVATE ENTERPRISE CONCERNING THE AREA OF THE FORMER FIUME VENETO COTTON MILL NOMINATION OF THE WINNERS

On the day 18/04/2004 at 16.50, the President of the Selection Committee, arch. Andreas Gottlieb Hempel, in the presence of the Members of the Selection Committee, in compliance with art. 23 of the Notice, communicates to the Mayor the following classification:

1st place
Progressive No.: 1042
Marking No.: 9871654V321F
Head of the Team: Arch. **Guido Masè**, Trento, Italy

2nd place
Progressive No.: 1081
Marking No.: 187447676DEC
Head of the Team: Arch. **Likopoulou Ekaterini**, Athens, Greece

3rd place
Progressive No.: 1079
Marking No.: 712584467GDA
Head of the Team: Arch. **Christopher Green**, F.G.C. Architects Associates, Hotel de Fontcuberte, Aix-en-Provence, France

Recommended with special mention by the Selection Committee
Progressive No.: 1123
Marking No.: 3491158E77GE
Head of the Team: Arch. **Nevzat Oguz Ozer**, Istanbul, Turkey

Recommended, considered of equal merit
Progressive No.: 1026
Marking No.: 4189C256E974
Head of the Team: Arch. **Annarita Ferrante**, Bologna, Italy

Progressive No.: 1029
Marking No.: 198G75D63G42
Head of the Team: Arch. **Gianpietro Franceschinis**, Cassacco, Udine, Italy

Şekil 9. Yarışma komitesinin sonuçları açıklandığı web sayfası.

Kaynak: <http://www.fiumeveneto.com/eng/classifica.html> (Erişim tarihi: 23 Ağustos 2010).

18 Nisan 2004'de jüri teslim edilen 151 projeyi değerlendirmek üzere toplandı. İlan edilen şartnamede üç adet ödül ve üç adet mansiyon seçileceği açıklanmıştı. İlk üç proje uygulanması düşünülen projeler olarak yeniden değerlendirmek üzere seçilirken, projemiz 'Jüri Özel Ödülü' olarak, iki adet proje de eşit dereceli mansiyonla ödüllendirildi (Şekil 9).

Değerlendirme kriterlerini daha önce oluşturmuş olan jüri, projemizi mimari kalite, kent, peyzaj ve çevreye katkısı açısından olumlu buldu. Olumsuz görüşü ise, şartnamede istenmesine rağmen, adanın, 1 numaralı alan olarak adlandırdığımız bölümünü yapılandırmadığımız (ekolojik açıdan çok önemli bir kara parçası olarak gördüğümüz adanın fazla yapılanmayla doldurulmaması gerektiğine inandığımız için bilinçli olarak reddetmiştik), diğer alanları düşük yoğunluklu yapılaşmayla değerlendirdiğimiz gerekçesiyle ekonomik açıdan uygulanabilir olmadığı konusudur.

Kaynaklar

- Anonim. (2004), "Türkiye'den Uluslararası Başarılar", MİMARLIK, Sayı 318, s.44-49.
- Anonim. (2004), "Umgestaltung des Geländes einer ehemaligen Baumwollspinnerei von Fiume Veneto, Italien", wettbewerb aktuell, Sayı 8, s.37-41.
- Edwards, B., (2005), Rough Guide to Sustainability, London, RIBA Enterprises.
- Hudson, K., (1979) World Industrial Architecture, Cambridge University Press.
- L'isola del Fiume Competition of Ideas of Private Enterprise Catalogue (2004) Terre di Fiume.

İnternet Kaynakları

- www.uia-architectes.org/texte/england/Fiume/2results.html (Erişim tarihi: 22 Ağustos 2010).
- <http://www.fiumeveneto.com/eng/home.html> (Erişim tarihi: 20 Ağustos 2010).

Yazarlara Bilgi

Megaron Dergisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi'nin yayın organıdır. Megaron, planlama, mimarlık, tasarım ve yapı alanındaki orijinal makaleleri, araştırma özetlerini, kitap incelemelerini ve meslek alanına ilişkin öncelikle tartışma ve görüşleri yayımlar. Dergide araştırma yazılarına öncelik verilmekte, bu nedenle derleme türündeki yazılarda seçim ölçütleri daha dar tutulmaktadır. Bir e-dergi olan Megaron yılda üç kez yayımlanmaktadır. 2008 yılından itibaren EBSCO Host Art & Architecture Complete tarafından taranmakta olan Megaron Dergisi, 07.04.2008 tarihinde TÜBİTAK tarafından ULAKBİM Sosyal Bilimler Veri Tabanı listelerinde "Ulusal Hakemli Dergi" statüsüne alınmıştır.

Dergide Türkçe ve İngilizce yazılmış makaleler yayımlanabilir. Makaleler için tercih edilen yazı uzunluğu dipnotlar ve kaynakça dahil 6000, görüş ve araştırma özetleri için 2000-2500 kelimedir. Tüm yazılar önce editör ve yardımcıları tarafından ön değerlendirmeye alınır; daha sonra incelenmesi için danışma kurulu üyelerine gönderilir. Tüm yazılarda yazar adları gizlenerek anonim değerlendirme ve düzeltmeye başvurulur; gerektiğinde, yazarlardan bazı soruları yanıtlanması ve eksikleri tamamlanması istenebilir. Dergide yayımlanmasına karar verilen yazılar yayına hazırlık sürecine alınır; bu aşamada tüm bilgilerin doğruluğu için ayrıntılı kontrol ve denetimden geçirilir; yayın öncesi şekline getirilerek yazarların kontrolüne ve onayına sunulur.

Dergiye yazı teslimi, çalışmanın daha önce yayımlanmadığı, başka bir yerde yayımlanmasının düşünülmeyeceği ve Megaron Dergisi'nde yayımlanmasının tüm yazarlar tarafından uygun bulunduğu anlamına gelmektedir. Yazar(lar), çalışmanın yayımlanmasının kabulünden başlayarak, yazıya ait her hakkı Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ne devretmektedir(ler). Yazar(lar), izin almaksızın çalışmayı başka bir dilde ya da yerde yayımlamayacaklarını kabul eder(ler). Gönderilen yazı daha önce herhangi bir toplantıda sunulmuş ise, toplantı adı, tarihi ve düzenlendiği şehir belirtilmelidir. Lisansüstü tez çalışmalarından üretilmiş yazılarda tezin ismi ve hazırlandığı kurum yazının başında dipnot ile belirtilmeli ve tez yürütücüsü ikinci yazar olarak eklenmelidir.

Yazıların hazırlanması: Yazılar (A4) kağıda, 12 punto büyüklükte "Times New Roman" yazı karakterinde iki satır aralıklı olarak hazırlanmalıdır. Sayfanın her bir yüzünde üçer cm boşluk bırakılmalı ve tüm sayfalar numaralandırılmalıdır. Sayfalara göre sıralama, başvuru mektubu (1. sayfa); başlık sayfası (2. sayfa); Türkçe özet (3. sayfa); yazının İngilizce başlığı ve özeti (4. sayfa) şeklinde yapılmalıdır. Sonraki sayfalarda ise yazının bölümleri ile varsa teşekkür ve kaynaklar yer almalıdır.

Başvuru mektubunda yazının tüm yazarlar tarafından okunduğu, onaylandığı ve orijinal bir çalışma ürünü olduğu ifade edilmeli ve yazar isimlerinin yanında imzaları bulunmalıdır. Başlık sayfasında yazının başlığı, yazarların adı, soyadı ve unvanları, çalışmanın yapıldığı kurumun adı ve şehri, eğer varsa çalışmayı destekleyen fon ve kuruluşların açık adları yer almalıdır. Bu sayfaya ayrıca "yazışmadan sorumlu" yazarın isim, açık adres, telefon, faks, mobil telefon ve e-posta bilgileri eklenmelidir. Özetler 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde hazırlanmalıdır.

Tablo, şekil, grafik ve resimler: Tüm tablo, şekil ve grafikler metnin sonunda, her biri ayrı bir kâğıda basılmış olarak ve her birinin altına numaraları ve açıklayıcı bilgiler yazılmış olarak gönderilmelidir. Şekillerin ana metin içerisindeki yerleri metin içinde, ayrı bir paragraf açılarak yazı ile (örneğin "Şekil 1 burada yer alacaktır" ifade-

si kullanılarak) belirtilmelidir. Yazarlara ait olmayan, başka kaynaklarca daha önce yayımlanmış tüm resim, şekil ve tablolar için yayın hakkına sahip kişilerden izin alınmalı ve izin belgesi yazıyla birlikte gönderilmelidir.

Kaynak gösterimi: Makale içinde geçen kaynaklar, "kısaltılmış kaynak bilgisi" olarak, diğer açıklama notları ile birlikte metin içindeki kullanım sırasına göre numaralandırılarak ve sayfa sonuna dipnot halinde verilmelidir. Kısaltılmış kaynak bilgisinde, aşağıdaki örnekte olduğu gibi, sadece yazarın soyadı, yılı ve alıntı yapılan sayfası belirtilmelidir.

1 Kuban, 1987, s. 43.

2 Ünsal, 1972, s. 135.

3 Alkım, 1958, s. 201.

4 Yazar her ne kadar bu konuda...

5 Kuban, 2002, s. 97.

Kullanılan tüm kaynakların bir listesi ise alfabetik sıra ile ana metnin sonunda aşağıdaki örneğe uygun olarak verilmelidir. Eğer kullanılan kaynaklarda aynı yazarın o yıla ait birden fazla eseri varsa 2008a, 2008b, 2008c düzeninde gösterilmelidir.

Sürelili yayın için; (makale, ansiklopedi maddesi)

Andreasyan, H.D. (1973) "Eremya Çelebi'nin Yangınlar Tarihi", Tarih Dergisi, Sayı 27, s.57-84.

Kitap içinde bölüm için;

Tekeli, İ. (1996) "Türkiye'de Çoğulculuk Arayışları ve Kent Yönetimi Üzerine", Ed.: F.Bayramoğlu Yıldırım (editör) Kentte Birlikte Yaşamak Üstüne, İstanbul, Dünya Yerel Yönetim ve Demokrasi Akademisi Yayınları, s.15-27.

Kitap için;

Demircanlı, Y. (1989) İstanbul Mimarisi için Kaynak Olarak Evliya Çelebi Seyahatnamesi, Ankara, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları.

Basılmış bildiri için;

Kılınçaslan, T. ve Kılınçaslan, İ. (1992) "Raylı Taşıt Sistemleri ve İstanbul Ulaşımında Gelişmeler", İstanbul 2. Kentiçi Ulaşım Kongresi, 16-18 Aralık 1992, İstanbul, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, s. 38-48.

Basılmamış tez için;

Agat, N. (1973) "Boğaziçi'nin Turistik Etüdü", Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.

İnternet kaynakları ise kaynakça listesinin en sonunda ve ayrı bir başlık altında aşağıdaki gibi verilmelidir:

<http://www.ia.doc.gov/media/migration11901.pdf> [Erişim tarihi 14 Nisan 2008]

Makale gönderme: Yazılar (şekil, resimler ve tablolar ile birlikte) üç takım çıktı halinde ve CD'ye kopyalanmış olarak Megaron Dergisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Merkez Yerleşim, Beşiktaş, 34349 İstanbul adresine gönderilmelidir. CD üzerine okunaklı bir şekilde yazı başlığı, birinci yazarın adı ve gönderildiği tarih yazılmalıdır. Bu şartlara uymayan yazılar değerlendirmeye alınmaz. Editörün, kabul edilmeyen yazıların bütününe ya da bir bölümünün (tablo, resim, vs.) iade etme zorunluluğu yoktur.

İletişim: Tel: +90 (0)212 2366537 Faks: +90 (0)212 2610549
E-posta: megaron@yildiz.edu.tr

Information for the Authors

Megaron is an official publication of Yıldız Technical University, Faculty of Architecture. It is an anonymously peer-reviewed e-journal that considers for publication original articles, research briefs, book reviews and viewpoints on planning, architecture, design and construction. Priority of publications is given to original studies; therefore, selection criteria are more refined for reviews. Three issues are published annually. As from 2008 Megaron has been indexed in EBSCO Host Art & Architecture Complete. On 07.04.2008 it was recognised as national refereed journal in the Social Science Data Base of ULAKBİM by TUBİTAK.

Manuscripts may be submitted in English or in Turkish. The preferred length for manuscripts submitted is 7000 words including Notes and References for articles, or 2500-3000 words (including Notes and References) for viewpoints and research briefs. All submissions are initially reviewed by the editors, and then are sent to reviewers. All manuscripts are subject to editing and, if necessary, will be returned to the authors for responses to outstanding questions or for addition of any missing information. For accuracy and clarity, a detailed manuscript editing is undertaken for all manuscripts accepted for publication. Final galley proofs are sent to the authors for approval.

Submission of a manuscript implies: that the work has not been published before; that it is not under consideration for publication elsewhere; and that its publication in Megaron is approved by all co-authors. The author(s) transfer(s) the copyright to Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, effective if and when the manuscript is accepted for publication. The author(s) guarantee(s) that the manuscript will not be published elsewhere in any other language without the consent of the Faculty. If the manuscript has been presented at a meeting, this should be stated together with the name of the meeting, date, and the place.

Manuscript preparation: Manuscripts should have double-line spacing, leaving sufficient margin on both sides. The font size (12 points) and style (Times New Roman) of the main text should be uniformly taken into account. All pages of the main text should be numbered consecutively. Cover letter, manuscript title, author names and institutions and correspondence address, abstract in Turkish (for Turkish authors only), and abstract in English should be provided before the main text.

The cover letter must contain a brief statement that the manuscript has been read and approved by all authors, that it has not been submitted to, or is not under consideration for publication in, another journal. It should contain the names and signatures of all authors. Abstracts should not exceed 250 words.

Figures, illustrations and tables: All figures and tables should be numbered in the order of appearance in the text. The desired position of figures and tables should be indicated in the text. Legends should be included in the relevant part of the main text. Authors are themselves responsible for obtaining permission to reproduce copyright material from other sources.

References:

All references should be numbered in the order of mention in the text and should be given in abbreviated form (author, year of publication and page numbers) in footnotes. The style and punctuation of these abbreviated references should follow the formats below:

1 Kuban, 1987, s. 43.

2 Ünsal, 1972, s. 135.

3 Alkim, 1958, s. 201.

4 Having provided an overview of the literature, this section focuses on....

5 Kuban, 2002, s. 97.

The references should be listed in full at the end of the paper in the following standard form. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc. should be put after the year of publication.

Journal article;

Andreasyan, H.D. (1973) "Eremya Çelebi'nin Yangınlar Tarihi", Tarih Dergisi, Sayı 27, s.57-84.

Chapter in book;

Tekeli, İ. (1996) "Türkiye'de Çoğulculuk Arayışları ve Kent Yönetimi Üzerine", Ed.: F.Bayramoğlu Yıldırım (editör) Kentte Birlikte Yaşamak Üstüne, İstanbul, Dünya Yerel Yönetim ve Demokrasi Akademisi Yayınları, s.15-27.

Book;

Demircanlı, Y. (1989) İstanbul Mimarisi için Kaynak Olarak Evliya Çelebi Seyahatnamesi, Ankara, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları.

Proceedings;

Kılınçaslan, T. ve Kılınçaslan, İ. (1992) "Raylı Taşıt Sistemleri ve İstanbul Ulaşımında Gelişmeler", İstanbul 2. Kentçi Ulaşım Kongresi, 16-18 Aralık 1992, İstanbul, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, s. 38-48.

Unpublished thesis;

Agat, N. (1973) "Boğaziçi'nin Turistik Etüdü", Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.

Internet sources should be listed at the end of the reference list in the following standard form:

<http://www.ia.doc.gov/media/migration11901.pdf> [Accessed 14 April 2008]

Manuscript submission: Please send three copies of your manuscript (including figures and tables) and an electronic copy of them in a CD to: Megaron Journal, Yıldız Technical University, Faculty of Architecture, Merkez Yerlesim, Barbaros Bulvarı, Besiktas, 34349, İstanbul - Turkey. Tel: +90 (0)212 2366537 Fax: +90 (0)212 2610549.

E-mail: megaron@yildiz.edu.tr



