

Aynalı Jaluzi Sistemleri ile Enerji Etkin Yapı Tasarımı: Güneşi Performansının Artırılması

BU YAZI, GÜNEŞİ YÖNLENDİRME SİSTEMİ OLAN BİR AYNALI JALUZİ TASARIM ÖNERİSİNİN LEED'TE YER ALAN GÜNEŞİ PERFORMANS GÖSTERGELERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİNİ İÇERMEKTEDİR

Tuççe Kazanmaz, Merve Öner, Carsten Bauer



ÜSTTE Aynalı jaluzi sistemi (BNP Paribas, Paris, Fransa) ve RETROLux O/ RETROLux U için bir sistem kesiti (400' lik güneş açısı ile yönelme) (Köster Katalog, 2016). (Resim 1)

Lamelleri, ekstrüde alüminyum malzemeden yapılmış, konkav/konveks şekilli ve lamellerin üst yüzeyi ışık yansıtıcı mikro-prizmatik yapıda olan RETROFlex jaluzi sistemleri (Sol) (D-lite,2016); Aynalı sistemlerin sabah 8:00-10:00 saatleri arasında ışığı tavana yönlendirmesi (Sağ) (Retrosolar,2016). (Resim 2)

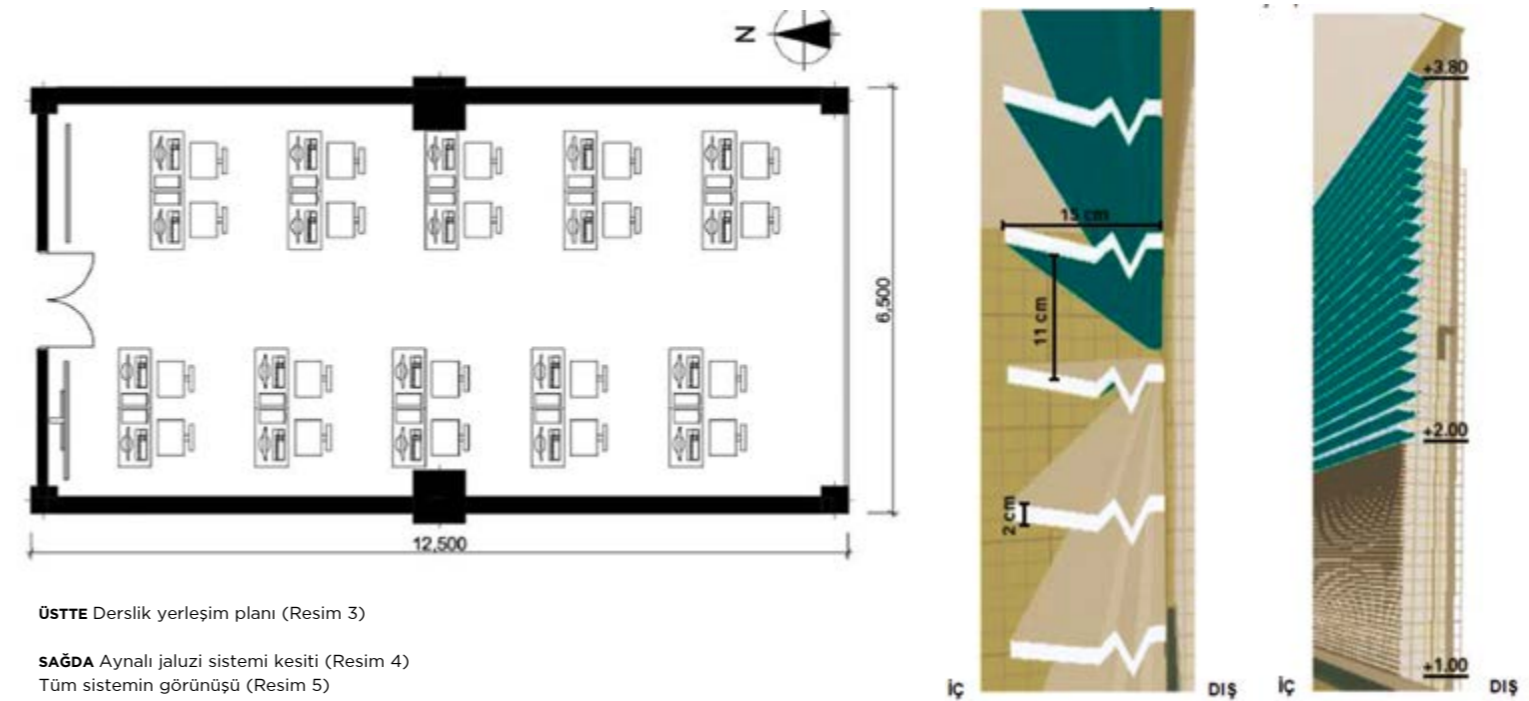
Binaların güneşi performansını artırmak, diğer bir deyişle, güneşinden mümkün olduğu kadar çok ve dengeli bir şekilde faydalanmak, enerji etkinliğin sağlanmasına ve mekanik sistemlere olan bağıllığı azaltmasına olanak sağlar. Güneşinin düzgün dağılımı ile elektrik aydınlatmasına olan ihtiyaç kalmaz; dolayısıyla elektrik enerjisi tüketimi azalır; sağlıklı ve konforlu bir görsel çevre oluşur (Leslie, 2003; IEA,2000).

Güneşinin olumlu etkilerini artırmak amacıyla güneşi yönlendirme sistemlerinin kullanılması önerilir. Sistemler, güneşini içeriye doğru yönlendirerek, hacmin en derin bölgelerine iletilmesi prensibiyle çalışır. En yaygın olanlar, üst yüzeyin yansıtıcılığı yüksek olan ve ışığı tavana yönlendiren ışık rafları, iç yüzeyi çok yansıtıcı olan ışık ileten kanallar ve ışık toplayıcı ünitesinin birlikte oluşturduğu ışık tüpleri, gölgeleme elemanı olarak da çalışan ışığı içeri yansıtan sabit ve hareketli jaluzi sistemleri, ışığı kırıp yansıtan lazer kesim ve prizmatik panellerdir. Yönlenmeden bağımsız olarak güneşini tepeden toplayan ve güneşin ısı etkisini uzaklaştırıp ışığı iç hacme ileten ise anidolik sistemlerdir (Davila, 2014; IEA, 2000; Thanachareonkit ve Scartezini,2010).

Aynalı jaluzi sistemleri, endüstri ve teknoloji alanlarında yaşanan gelişmeler ışığında üretilmiş ürünlerdir. Pencere ve güneş ışığı nedeniyle oluşan kamaşmanın önlenmesi, yazın ısı yüklerini azaltılmasıyla ısı konforunun oluşması, soğutma yüklerinin azaltılması ile enerji korunumunun

sağlaması ön plana çıkan faydalarındır. Işığın geliş açısı, yönlendirme açıları ve gölgeleme yapma durumuna göre jaluziyi oluşturan lamellerin bükülme açıları değiştirilerek jaluzi sistemi, çeşitli kesitlerde üretilebilir. Pencerenin iç kısmına (örn. lamel genişliği 50mm - 80mm), dış kısmına ya da havalandırılmayan çift cidarlı cephelerde iki pencere camı arasına yerleştirilebilirler. Minyatür hale getirilmiş, çift cam arasına yerleştirilmiş ve pencereyle bütünleşik olan (lamel genişliği 5 mm, 12 mm veya 20 mm) teknolojik ürünlere de rastlanmaktadır (Köster, 2016).

Geri yansıtma (Retro-reflection) özelliği ile belli açılardan gelen güneş ışığı içeriye alınmadan tekrar dışarıya yönlendirilir ve ısı yüklerini dengelenmesi sağlanır. Gölgeleme amaçlı üretilenler, pencerenin yerden 2m yüksekliğine kadar olan kısmına uygulanabilir. Işığı geri yansıtan, üst yüzeyi ayna gibi yansıtıcı olan (düzgün—specular-- yansıtıcı yapan ve yansıtma çarpanı % 95 civarında), kesiti farklı lameller, ışığı içeriye yönlendirme özelliği olduğu için ise 2 m'den yukarıya yerleştirilir. Dış görüşün sağlanması ve ışığın lamel üzerine geliş ve lamel üzerinden yansıtma açıları düşünüldüğünde lamellerin diziliş aralığı önemlidir (örn. 50 mm lamel genişliği ile 28.5-30 mm lamel aralığı). Sistemin performansını etkiler. Resim 1'de Dr. Helmut Köster tarafından tasarlanmış aynalı bir jaluzi sisteminin fotoğrafı incelendiğinde sistemin dış manzaraya imkan verdiği, ağaçlar



ÜSTTE Derslik yerleşim planı (Resim 3)

SAĞDA Aynalı jaluzi sistemi kesiti (Resim 4)
Tüm sistemin görünüşü (Resim 5)

ve yolun görülebildiği anlaşılır. Farklı bir sistemin kesitine bakıldığında ise, güneşin geliş açısı 400 olduğunda üst lamellerin (RETROLux O) minyatür ışık rafı gibi çalıştığı ve ışığı yatay açıyla ileriye yönlendirdiği; ancak alt kısımdaki lamellerin ışığı yönlendiren parçasının daha dik olduğu ve böylece ışığı pencereye yakın bölgeye daha kontrollü bir şekilde ulaştırdığı görülür. Her ikisi için de pencereye yakın kırık kesitli parça ışığı geri yönlendirerek içeriye almaz ve gölgeleme sağlar. Sistem performansının başarısı, lamel genişliği ve aralıkları ile kesit geometrisinin dengeli tasarlanması ile yakalanır.

Binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi için uygulanan en güncel standart LEEDv4 (Leadership in Energy and Environmental Design) (2013)'te açıklanmıştır. Değerlendirme, sDA (spatial daylight autonomy-güneşten faydalanma oranı) ve ASE (annual sun exposure-yıllık güneş ışığına maruz kalma oranı) göstergelerine göre yapılır. sDA yıl boyunca bir hacmin ne kadarlık bir alanının güneşten faydalandığının orantısız göstergesidir. Bu değer, belirli bir noktada sadece güneş ile minimum aydınlık düzeyi sağlanması durumunda, o alanın yıl içerisinde kullanılan zamanın yüzdesidir. Örneğin,

300 lux'lük minimum aydınlık düzeyi için sDA (300lx, 50%), yılın %50 lik zamanında 300 lux' luk aydınlık düzeyini sağlayan taban alanının oranı gösterilir (Reinhart & Walkenhorst, 2001; Reinhart, Mardaljevic, & Rogers, 2006). ASE benzer şekilde, 250 saat boyunca 1000 lux' luk aydınlık düzeyini aşan taban alanı oranıdır. Doğrudan gelen güneş ışığı miktarı ile ilgili olduğundan gölgeleme yapma ihtiyacının sayısal olarak anlatımıdır. LEEDv4(2013)'e göre sDA (300lx,50%) değerinin minimum % 55 olması (2 puan) veya %75 (3 puan); ASE (1000lx,250h) değerinin ise %10'un altında olması önerilir (Jakubiec,2014). Bu çalışma ile aynalı bir jaluzi sistemi tasarım önerisi derin plan şemalı bir oda için geliştirilerek, performansı sDA ve ASE kriterlerine göre tartışılmıştır. (Resim 2)

Aynalı Jaluzi Sistemi Tasarım Önerisi

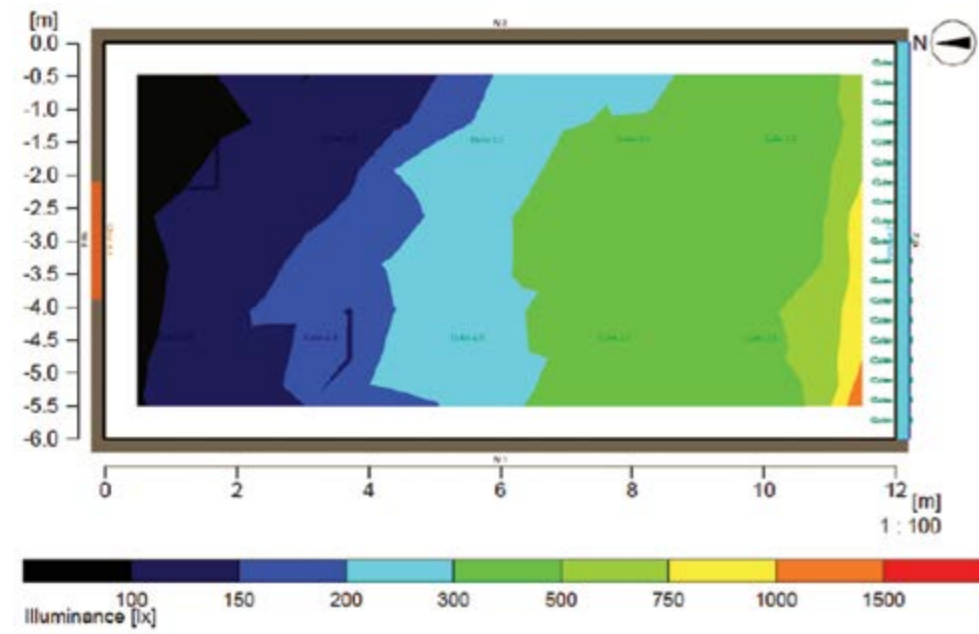
Bu çalışma için, 6m x 12m x 3,8m iç ölçülerinde güneşe bakan bir derslik düşünülmüştür (Resim 3). Pencere yerden 90 cm yükseklikte ve 6m x 2,8m ölçülerindedir. Konum olarak İzmir'de 26037' doğu, 38019' kuzey koordinatları belirlenmiştir. Pencere alanının duvar alanına oranı yaklaşık olarak %70, camın ışık geçirgenliği %80, yüzey malzemelerinin yansıtma çarpanları

(yüzeyle ulaşan ışık miktarının hangi oranda yansıdığına göstergesi) duvar için % 50, zemin için %20, tavan için % 97 ve masa için de %49 olarak alınmıştır. Kurgulanan bu dersliğin güneşe bakan geniş bir penceresi olmasına rağmen, alanın derin plan şemasından ötürü güneşi dağılımında problem olduğu öngörülmüştür. Güneşinin her noktaya eşit olarak ulaşmadığı ve pencereden uzaklığa bağlı olarak büyük dağılım varyasyonlarının görülmesi mümkündür.

İç mekandaki güneşi seviyesini iyileştirmek için yeni bir aynalı jaluzi sistemi tasarlanmıştır; geometrisi RELux benzetim programında hazırlanmıştır. 15 cm derinliğinde, 2 cm kalınlığında ve her bir yatay lamel arasındaki mesafe 11 cm olacak şekilde tasarlanan aynalı jaluzi sistemi (Resim 4), zeminden 2m yükseklikten tavan seviyesine kadar yerleştirilmiştir. Lamellerin üst yüzeyleri yüksek yansıtıcı malzeme (% 97), alt yüzeylerinde yansıtıcılık özelliği olmayan malzeme (% 20) ile kaplanmıştır. 3 cm derinliğinde ve 1 mm kalınlığındaki gölgeleme lamelleri ise +1.00 ve +2.00 kotu arasına 150'lik açıyla konumlandırılmıştır (Resim 5).

RELux ve EvalDRC Analizleri

RELux ile anlık analizler için, gündönümü ve ekinoks tarihlerinde sırasıyla 09:00, 12:00, ve 15:00



Tablo 1. RELux sonuçlarına göre 300 lux ve üzeri aydınlık düzeyine sahip alanların yüzdeleri.

Saat/Gün	21 Mart	21 Haziran	23 Eylül	21 Aralık
9:00	% 18,0	% 5,5	% 7,0	%35,4
12:00	% 41,0	%39,6	% 42,4	%49,3
15:00	%29,9	%36,0	%36,8	%37,5

“AYNALI JALUZİ SİSTEMİ, GÜNIŞIĞINDAN FAYDALANMAYI ARTIRDIĞI İÇİN ELEKTRİK AYDINLATMASINA OLAN BAĞIMLILIĞININ ÖNÜNE GEÇEBİLİR”

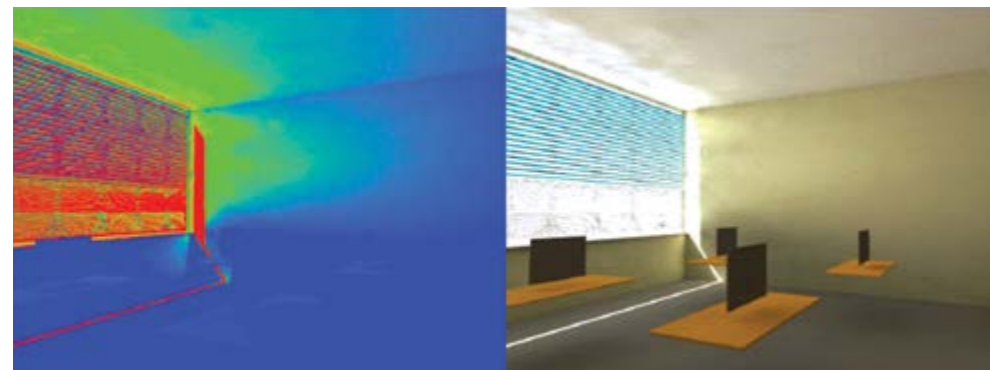
ÜSTTE RELux analizine göre referans noktalarının aydınlık düzeyi dağılımı (23 Eylül, saat 12:00) (Resim 6)

ALTTA RELux modeli ve ışığın tavana yansımaları. (Resim 7)

SAĞ ÜSTTE EvalDRC sonuçlarına göre her bir ay için (satırlar: Ocak-Haziran) kullanım saatleri (sütunlar: 9:30-12:30-15:30) baz alınarak elde edilen görüntüler (Resim 8)

SAĞ ALTTA EvalDRC sonuçları (Resim 9)

saatleri seçilmiş, aydınlık düzeyleri hesaplanırken ölçüm noktaları (144 adet) yerden 75 cm yüksekliğe yerleştirilmiştir. 21 Mart, 21 Haziran, 23 Eylül ve 21 Aralık günlerinde alınan sonuçlara göre derslikteki günışığından faydalanma oranı (sDA) ve yıllık güneş ışığına maruz kalma (ASE) değerleri, 300 lux ve üzeri aydınlık seviyesine sahip alanların yüzdesi hesaplanarak tahmin edilmiştir. Her üç saat için bulunan değerlerin ortalaması



alınarak o günün değeri hesaplanmıştır. Gündönümü ve ekinoks günlerinin ortalamaları alınarak yıllık değere ulaşılmıştır. Örneğin, 23 Eylül, saat 12:00 için yapılan analizlerde, günışığından faydalanma oranı (sDA) %42,36 bulunmuştur (Tablo 1). Resim 6'daki plan üzerindeki renk dağılımlarına bakıldığında 300 lux ve üzeri aydınlık düzeyine sahip alanların, toplam alanın %55'ini geçmediği saptanmıştır.

Hacmin, derin plan şemasından ötürü günışığının pencereden uzak kısımlara istenilen miktardan ulaşamadığı görülmüştür (Resim 7). Yaz aylarında güneş ışığı, dik açıyla geldiği için, aynalı jaluzi sistemine çarpıp geri yansıdığı gözlenmiştir. Yazın gölgeleme işlevi daha belirgindir. Yazın edilen tüm tarih ve saatlerde 1000 lux ve üzeri aydınlık düzeyindeki alanların %2'yi geçmediği; sonuçların tümünün istenilen düzeyde olduğu saptanmıştır. Geometrisine RELux' te karar verilen aynalı sistemin performans analizleri, sonraki aşamada İzmir'in gerçek gökyüzü koşulları ve iklim verilerini kullanan, günışığı katsayısı hesap yöntemi (daylight coefficient) ve ışın izleme (radiosity) ile aylık/yıllık analiz yapabilen ve sDA ve ASE değerlerini dinamik olarak hesaplayan EvalDRC programı (Bauer ve Wittkopf, 2015) ile gerçekleştirilmiştir.

EvalDRC analizlerinde yansıtıcı lamellerin uygulanması ile, Aralık ayı hariç tüm yıl boyunca elde edilen sDA değeri, %55 ve üzerinde hesaplanmıştır. Yıllık ortalama sDA değeri %59,3 bulunmuş ve bu günışığından faydalanma oranının yıl boyunca %49,7-64,0 aralığında değiştiği görülmüştür. EvalDRC programı ile her bir ay için 3 farklı saat diliminde (09:30, 12:30, 15:30) önerilen sistemin çalışma prensibini görsel olarak anlamaya yönelik HDR (high dynamic range) görüntüler oluşturulmuştur (Resim 8). Ocak, Şubat ve Mart aylarında jaluzi lamelleri arasından sızan güneş ışığının izleri yerde ve duvar üzerinde görünürken, yansıtıcı üst lamellerden içeriye yansıyan güneş ışığı tavana izlenir. Resim 9'da düz çizgili gösterim aynalı jaluzi sisteminin performansını, kesik noktalı gösterim sistem uygulanmadan önceki performansı ifade eder. Yıllık sDA ortalaması %59,3, yıllık ASE ortalaması %10,7'dir.

Sonuç

Bu çalışmada, tasarlanan yeni bir günışığı yönlendirme sisteminin tasarımı ve performansı iki farklı günışığı benzetim programı kullanılarak incelenmiştir. RELux ile sistemin geometrik tasarımı, malzemelerin belirlenmesi ve sistemin ilk çalışma prensibinin anlaşılması ile belirli günlerdeki analiz sonuçları alınmıştır. EvalDRC ise detaylı olarak LEEDv4 'ün ölçütleri olan sDA ve ASE analiz sonuçlarını çıkarmış ve böylece aynalı günışığı yönlendiren sistemin performansının yeterli olduğu bulunmuştur. Güneş ışınlarının eğik açıyla geldiği kış aylarında aynalı jaluzi sisteminin, bahar ve yaz aylarında ise güneş ışınlarının dik açılarla gelmesi sebebiyle gölgeleme sisteminin daha aktif olduğu görülmüştür. Kışın, ışık hacmin iç kısımlarına daha fazla miktarda yansıtılır ve aydınlık düzeyi istenen seviyeye gelir. Hemen hemen tüm aylarda %55 ve üzeri sDA değerini yakalayan sistemde ASE değerlerinin ise yalnızca kış ayları boyunca %30 civarı olup diğer aylarda %10'un altında kaldığı görülmektedir. Sistemin yıl genelinde hem gölgeleme yaptığı hem de ışığı yönlendirdiği, odanın günışığından faydalanma durumunu iyileştirdiği LEEDv4 (2013) kriterini

sağladığı; kısaca sistemdeki her bir elemanın görevini yerine getirdiği yönündedir.

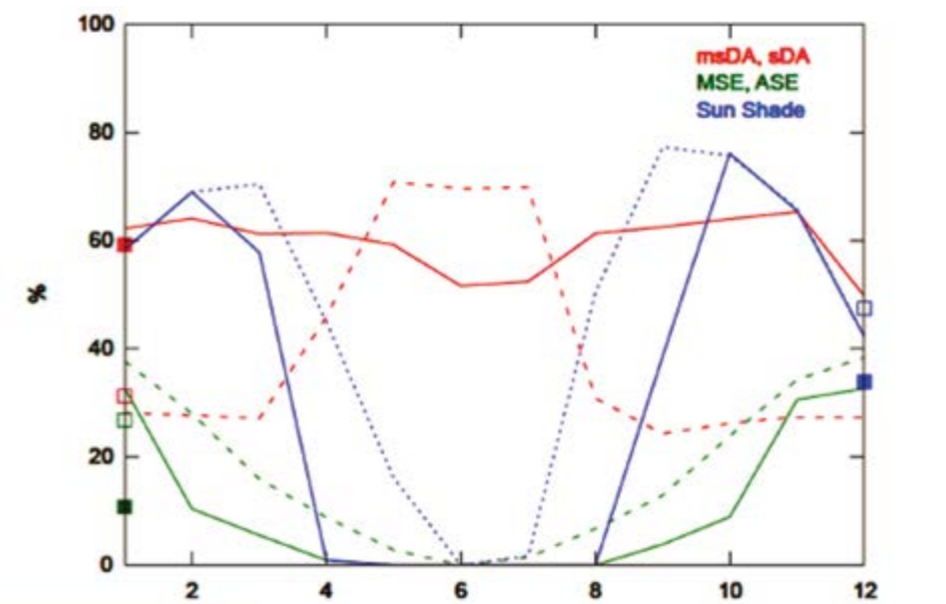
Binalarda enerji etkinliğin sağlanması için aktif sistemlerin ihtiyaç duyduğu enerji tüketimini azaltmak öncelikli olmaktadır. Aynalı jaluzi sistemi de iç hacimde günışığından faydalanma oranlarını artırdığı için elektrik aydınlatmasına olan bağımlılığının önüne geçebilir. Bu bağlamda, hem yeni yapılacak bina tasarımlarında hem de mevcut binaların iyileştirilmesinde bu tür sistemlerin uygulanması yaygınlaştırılmalıdır. Derin bir plan şemasına sahip olup, İzmir gibi yılın büyük bir bölümü güneş alan bir şehirde yer alan bu tip hacimlerde, günışığının böyle bir aynalı jaluzi sistemi aracılığıyla hacmin en derin bölgelerine iletilmesi önerilir. □

Tuğçe Kazanmaz, Doç.Dr., İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

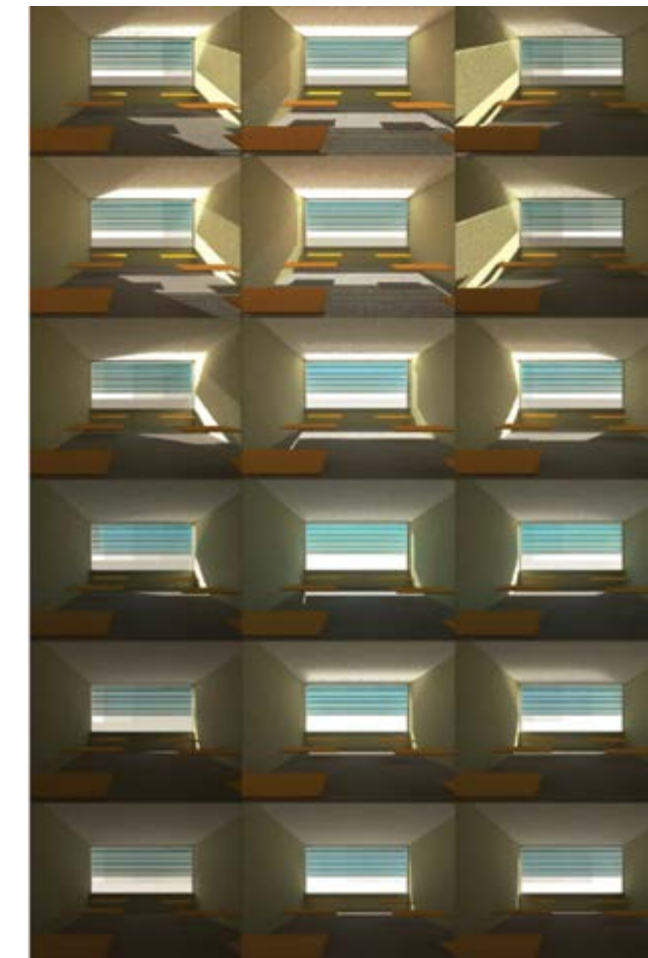
Merve Öner, Mimar, Yüksek Lisans Öğrencisi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Carsten Bauer, Araştırmacı, CC EASE Lucerne University of Applied Sciences and Arts, Switzerland

• Bu çalışma, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümünde 2016 Bahar yarıyılında yürütülen yüksek lisans dersi (AR583 Doğal Aydınlatma Performansı ve Tasarımı) kapsamında yapılmıştır. Derse konu anlatımıyla katkı sağlayan Lars O. Grobe'ye ve çalışmaya danışmanlık yapan Prof.Dr. Stephen Wittkopf'a teşekkürlerimizi iletiriz.



Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Genel sDA Ortalaması (%)	59,30%											
Genel ASE Ortalaması (%)	10,70%											
Genel Gölgeleme Ortalaması (%)	33,80%											
sDA (%)	62,2	64,1	61,2	61,4	59,2	51,6	52,4	61,3	62,5	64,0	65,3	49,7
ASE (%)	32,7	10,4	5,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	8,9	30,6	32,6
Gölgeleme (%)	58,3	69,0	57,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6	76,1	65,5	42,2



KAYNAKLAR

- Bauer, C. ve Wittkopf S. (2015). Annual daylight simulations with EvalDRC: assessing the performance of daylight redirecting components, Journal of Facade Design and Engineering, vol.3, no 3-4, 253-272.
- Davila, C.B. (2014). On advanced daylighting simulations and integrated performance assessment of complex fenestration systems for sunny climates, Thesis, Lausanne.
- IEA (2000). Daylight in buildings, a source book on daylighting systems and components. A report of IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29.
- Köster, H. (2016) RETROLux Köster LichtPlanung http://www.koester-lichtplanung.de/downloads/02lux_kl.pdf
- Jakubiec, A. (2014). Introduction to Simulating LEEDv4 Daylighting Credit Compliance and IES-LM-83. DIVA Day. <http://solemma.net/DIVADay/2014/11%20-%20DIVA%20Day%202014%20-%20LEEDv4%20Panel%20Discussion.pdf>
- Leslie, R.P. (2003) Capturing the daylight dividend in buildings: Why and how? Building and Environment, 38 381-385.
- Thanachareonkit. A. ve Scartezini, J.L. (2010). Modelling complex fenestration systems using physical and virtual models, Solar Energy, 84, 563-586.
- Reinhart, C. F., ve Walkenhorst, O. (2001). Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds. Energy and Buildings, 33, 683-697.
- Reinhart, F. C., Mardaljevic, J., ve Rogers, Z. (2006). Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design. Leukos, 3(1), 7-31.
- D.Lite (2016) Database of Light interacting Technologies for envelopes. Retroflex Technology, http://d-lite.org/page/retroflex_technology_p82.php?prfid=37&prid=82&totalHex=0&prVisible=#casestudy.
- Retrosolar (2016) http://www.retrosolar.de;http://www.retrosolar.de/de/pdf/pdf_aktuell/luxa.pdf.