

KARMAŞIK CEPHE YAPISI VE ENGEL DURUMUNA SAHİP HACİMLERİN GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ EN 17037 STANDARDI'NA UYGUN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK METODOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Gülçin Gülsüm KONUK TAŞTAN*, Işıl İPLİK**,
Hızır Gökhan UYDURAN***, Şensin YAĞMUR****

Alındı: 26.09.2023; Son Metin: 24.10.2024

Anahtar Sözcükler: Günişığı; dış görüş; güneşlenme; kamaşmadan korunma; parametrik modelleme.

GİRİŞ

Günümüzde yapılan pek çok çalışma, günişığın değişken aydınlık düzeyi ve renk sıcaklığına sahip dinamik yapısının insanın sirkadyen döngüsü ile en uyumlu aydınlatma biçimi olduğunu göstermiştir (Boyce vd., 2003; Karami vd., 2016; Pauley, 2004; Wright ve Lack, 2001). Günişığı aydınlığı enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra iş verimini artırmakta, insanın içinde bulunduğu mevsimi ve günün saatini anlamasına katkı sağlayarak psikolojik ve fizyolojik açıdan iyi hissetmesine katkı sunmaktadır (Altomonte, 2008; Boyce vd., 2003; Elzeyadi, 2011; Greenup vd., 2001; Wirz-Justice vd., 2021; Grobe vd., 2018). Bu sebeple, mimaride günişığı aydınlığı elde edilen açıklıklar ile ilgili verilecek kararlar insan sağlığı ve çalışma verimi açısından önem taşımaktadır (Boyce vd., 2003; Leslie, 2003; Qingsong ve Fukuda, 2016; Wong, 2017). Aydınlık düzeyine yeterli katkı sağlamayan, dış görüşe imkân vermeyen, dolaysız güneş ışığından faydalanamayan, kamaşmaya sebep olan açıklıklar günişığın etkin kullanımına engel olmaktadır (Heschong, 2021; Knoop vd., 2020; Uç ve Dokuzer Öztürk, 2019). TS-EN:17037+A1 (2022) Binalarda Günişığı Standardı'nda, bahsedilen konular güncel ve bütüncül bir bakış açısıyla; günişığı aydınlığının sağlanması, dış görüş, güneşlenme, kamaşmadan korunma olmak üzere dört ana başlık altında ele alınmıştır.

İlgili standartta günişığı aydınlığının sağlanması ölçütünün hesaplanmasına yönelik iki yöntem önerilmektedir. Biri günişığı çarpanı yöntemi diğeri iklim verilerine dayalı hesap yöntemidir. İki yöntem için de değerlendirmelerin tüm yıl için birer saat arayla yapılması gerektiği belirtilmektedir. Günişığı çarpanı yöntemi kapalı gök koşulları altında iç yatay aydınlık düzeyinin engellenmemiş dış yatay aydınlık düzeyine oranını ifade etmektedir (CIE, 2003). Yirminci Yüzyılın başlarından beri kullanılan bu yöntemde güneşten gelen dolaysız ışığın aydınlığa katkısı ihmal edilmektedir (Angus, 1939; Lewis, 2017; Moon ve Spencer, 1942; Taylor, 1924; Waldram ve Waldram, 1923). İklim verilerinin kullanıldığı

* Corresponding Author; Department of Architecture, Faculty of Architecture, Yıldız Technical University, İstanbul, TÜRKİYE

** Department of Architecture, Faculty of Architecture, İstanbul Nişantaşı University, İstanbul, TÜRKİYE

*** Department of Computational Design, Konu Merdiven, İzmir, TÜRKİYE

**** Department of Architecture, Faculty of Architecture, Yıldız Technical University, İstanbul, TÜRKİYE

yöntem ise 1980'li yıllardan itibaren yapılan çalışmaların, bilgisayar teknolojindeki gelişmeler kullanılarak ilerletilmesi sayesinde, 21. yy'ın başlarından itibaren geliştirilmiş bir hesaplama yöntemidir (Mardaljevic, 1995, 2000a, 2000b). İkinci yöntemde gök kubbe matrislere (sky matrix) ayrılmakta (Tregenza, 1987), güneşin konumu saptandıktan sonra her bir parçanın güneşe olan uzaklığına göre tespit edilmiş çarpan ile atmosfer verileri dikkate alınarak aydınlık düzeyleri belirlenmekte, hesaplamalarda meteorolojik istatistiklerden yararlanılarak oluşturulan iklim dataları kullanılmaktadır (Mardaljevic, 1995, 2000b; Perez vd., 1990; Tregenza, 1987; Tregenza ve Waters, 1983). Hesaplama yöntemlerindeki, dolaysız güneş ışığının oluşturduğu aydınlığın ihmal edilmesi ya da dahil edilmesi gibi farklılıklar hacmin performansına etki etmektedir (Nabil ve Mardaljevic, 2006; Tregenza, 1980). TS-EN:17037+A1 (2022) standardında bu durum güneşli iklimlerde günışığı çarpanı (DF) yönteminin değerlerde azalmaya sebep olabileceği ifadesi ile açıklanmıştır. Buna karşın literatürdeki standardı referans alan ve güneşli iklim bölgelerindeki konumlarda yapılan çalışmalarda basitliği sebebiyle DF yöntemi kullanılmaktadır (Hraška ve Čurpek, 2024; Šprah ve Košir, 2020; Sümengen ve Şengönül, 2022). Parametrik olmayan hesaplama araçlarının kullanıldığı ve DF yönteminin tercih edildiği bazı çalışmalarda tüm yıl için birer saat arayla hesap yapılması güç olduğundan gün dönümü tarihleri referans alınmakta, dolayısıyla değerlendirmeler standardın hedef aydınlık düzeylerine göre yapılmakta fakat yöntem yönergeleri takip edilmemektedir (Atmaca vd., 2022; Bircan ve Köknel Yener, 2019; Sümengen ve Şengönül, 2022). Parametrik hesaplama araçları ile, iklim verilerine göre hesap yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda ise; LEED/BREEAM sertifika sistemlerinde önerilen; günışığı otonomisi (DA), mekânsal günışığı otonomisi (sDA) ya da sürekli günışığı otonomisi (cDA) göstergelerinin kullanıldığı gözlemlenmektedir (Paule vd., 2018; Solvang vd., 2020; Uç ve Dokuzer Öztürk, 2022). Günışığı otonomisi (DA), bir hacimde hedeflenen en az aydınlık düzeyinin; sadece günışığından yararlanılarak elde edildiği saatlerin toplamının, hacmin yıllık toplam kullanım saatlerine oranını ifade etmektedir (Agirbas, 2018; Şener Yılmaz, 2014). IESNA'ya göre 08:00-16:00 kullanım saatlerinin en az %50'sinde 300 lx aydınlığın sağlanması gerekmektedir (IES LM-83-12, 2012). Bu hesaplama yönteminde; bir yıl boyunca, belirlenen zaman diliminde hedeflenen aydınlık düzeyinin referans düzlemde sağlanma oranı hesaplanmaktadır. Dolayısıyla oransal bir değerdir. Fakat standartta, hedef aydınlık düzeyi değerlerinin; kullanım saatlerinin belli bir yüzdesinde değil, günışığı saatlerinin yarısında sağlanması ve referans düzlemin tamamında değil, belirlenen oranlarında (%50, %95) sağlanması beklenmektedir. Bu durumda; DA, cDA, sDA göstergelerinin kullanılabilmesi için zaman dilimi tüm günışığı saatlerini kapsayacak şekilde ayarlanmalı, TS-EN:17037+A1 (2022) standardında önerilen her bir değer için (100-300-500-750 lx) ayrı ayrı hesap yapılmalı ve referans düzlemin %50 ile %95'inin programa tanımlanması gerekmektedir. Dolayısıyla programda bulunan hazır modül ile standardın direktiflerine uygun hesap yapılması güç olmaktadır. Yapılan değerlendirmeler ışığında parametrik olmayan hesaplama araçları ile tüm yıl için birer saat arayla hesap yapmanın oldukça fazla zaman aldığı, parametrik yöntemlere ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Parametrik hesaplama araçları kullanılarak; günışığı saatlerinin yarısında, referans düzlemin %50 ve %95'inde elde edilen aydınlık düzeylerinin kısa sürede hesaplanabildiği bir iş akışı geliştirilmesi ilgili standardı referans alan günışığı çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

Dış ortamla kurulan görsel bağlantı, mevsim, günün saati, konum ve çevre hakkında bilgi vererek insanı psikolojik ve fizyolojik olarak rahatlatır, iç ortamda olmanın verdiği bıkınlık, yorgunluk gibi hisleri azaltır (Kuhlenengel vd., 2019). TS-EN:17037+A1 (2022) standardında getirilen yeniliklerden biri de dış ortamla görsel bağlantının kurulması ölçütü için performans hedefleri önerilmesidir. Bu ölçüt; yatay görüş açısı, dış engel uzaklığı, görünür katmanlar olmak üzere üç alt ölçüt ile incelenmekte ve referans noktanın kullanılan alan içinde potansiyel her konum olabileceği belirtilmektedir. Literatürde, yatay görüş açısı alt ölçütünün ızgaralar kullanılarak hesaplandığı, ızgara aralıklarının yeterli günışığı aydınlığı sağlanması ölçütü için önerilen ve yatay görüş açısı alt ölçütü ile ilgili olmayan eşitlik kullanılarak hesaplandığı ya da sıklaştırılmış ızgaraların modellendiği görülmüştür (Bremilla vd., 2021; DIAL+, 2022; Zahmacioğlu, 2019). Aralarında boşluk mesafeleri sebebiyle ızgara yöntemi kullanılarak standartta önerilen potansiyel her konum hedefinin sağlanması mümkün değildir. TS-EN:17037+A1 (2022) standardında, kullanılan alanın derinliği, açıklık genişliği ve oda derinliğine bağlı olarak yatay görüş açısı performansının belirlendiği fonksiyon grafikleri sunulmuştur. Birden fazla açıklığa sahip hacimlerde ya da açıklıkların birbirine dik/karşılıklı cephelerde yer alması durumunda grafiklerde kullanılacak toplam açıklık genişliği ve kullanılan alan derinliği parametrelerinin belirlenme yöntemleri farklılık göstermektedir (TS-EN:17037+A1, 2022). Bu sebeple kutu hacimli ve tek günışığı açıklığına sahip hacimler ile yapılan çalışmalarda standartta bahsedilen detaylı yönergelere değinilmemektedir (Aydın ve Ünver, 2023; Paule ve Flourentzou, 2019). Birden fazla açıklığa sahip hacimler için ilgili fonksiyon grafiklerinden yararlanılarak; yatay görüş açısı performansının, standart yönergelerine uygun, hacmin potansiyel her bir noktasını kapsayacak şekilde belirlenmesi, günışığı çalışmalarındaki zaman kayıplarını azaltmaya ve yanıltıcı sonuçlardan uzaklaşmaya katkı sağlayacaktır. Benzer bir şekilde görünür katmanlar alt ölçütünün belirlenmesinde tek açıklığa sahip basit formlu hacimler ve birden fazla ya da amorf biçimli açıklığa sahip, kompleks formlu hacimler için iki yöntem önerilmektedir. Literatürde tek günışığı açıklığına sahip hacimler incelendiği için, ağırlıklı olarak basitleştirilmiş yöntemin kullanıldığı görülmüştür (Aydın ve Ünver, 2023; Zahmacioğlu, 2019). Bu yöntemin Grasshopper'da kullanılmasına yönelik bir araç geliştirilmiştir (Mehrabadi vd., 2021). Fakat yapılan çalışmalarda, birden fazla ve/veya amorf formlu açıklığa sahip hacimlerin değerlendirilmesi geri planda kalmaktadır. TS-EN:17037+A1 (2022) Standardı'nda kompleks formlu hacimler için kullanılacak projeksiyon diyagramı yönteminin çizim yoluyla etüt edilebileceği ya da yazılım kullanılarak yapılabileceği aktarılmıştır. Manuel çizim etütleri ile projeksiyon diyagramı yönteminin tamamlanması oldukça zaman aldığından, literatürde birden fazla açıklığa sahip hacimler için de standardın tek yöne cephe hacimlere yönelik önerdiği yöntem kullanılmaktadır (Atmaca vd., 2022; Zahmacioğlu, 2019). Dolayısıyla görünür katman analizlerinin parametrik hesaplama araçlarında yer alan balık gözü kamera kullanılarak yapılması için geliştirilecek bir iş akışı, hacimlerin performansının standart yönergelerine uygun ve kısa sürede belirlenmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Güneşlenme ölçütünde gölge eğrileri ile güneş diyagramı çakıştırılmalarının Waldram diyagramları kullanılarak manuel yapıldığı görülmüştür (Atmaca vd., 2022). TS-EN:17037+A1 (2022) standardında bu ölçütün duvar kalınlıkları ve engel durumu dikkate alınarak hesaplanması gerektiği belirtilmektedir. Birden fazla açıklığa sahip hacimlerde her bir açıklığın

performansının hesaplanması ve kesişmeyen saat dilimlerinin toplanarak hacmin toplam performansının belirlenmesi gerekmektedir. Her bir açıklık için gölge eğrileri yöntemi kullanarak manuel hesap yapmak güç olduğundan parametrik hesaplama araçlarındaki modüller kullanılarak geliştirilecek iş akışları bu performansın belirlenmesini kolaylaştıracaktır.

Kamaşmadan korunma ölçütü için yararlanılan DGP göstergesinin parametrik araçlar ile hesaplanmasına yönelik iş akışları, basit matematiksel modüller kullanılarak yapılabilmektedir (Wienold ve Christoffersen, 2006). Standartta, yandan aydınlatılmış hacimlerde TS-EN:12216 (2018) Standardı'nda tanımlanan; opak dış güneş koruma elemanı, tekstil iç güneş koruma elemanı, düşük ya da değişken ışık geçirme çarpanına sahip yayınlık geçme yapmayan camlar (örn, elektrokromik) ile kamaşmadan korunmanın sağlanabileceği aktarılmış ve bu gereçlerin belirlenmesine yönelik tablolar sunulmuştur. Fakat literatürde DGP hesapları öne çıkmakta, hesaplanan DGP değerine göre kamaşmadan korunma için kullanılacak gereçler değerlendirilmemektedir (Atmaca vd., 2022; Chaloeitoy vd., 2020; Şener Yılmaz, 2019).

Yapılan değerlendirmeler ışığında bu çalışmada; birden fazla açıklığa sahip, çevresinde engeller bulunan yapıların günışığı performansının TS-EN:17037+A1 (2022) standardında belirtilen tüm ölçütleri kapsayacak şekilde kısa sürede değerlendirilmesine yönelik yöntem önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, cephe hareketleri, engel durumu, yönü, duvar kalınlığı ve günışığı açıklıkları standartta belirtilen ölçütlerin özel durumlarının değerlendirilebilmesine imkân veren kuramsal bir hacim belirlenerek hesap ve değerlendirmeler yapılmıştır.

YÖNTEM

Çalışma kapsamında; dört aşamalı bir yöntem takip edilmiştir. Öncelikle TS-EN:17037+A1 (2022) standardında yer alan detaylı yönergeleri kapsayacak şekilde hacmin teknik özellikleri ve engel durumu belirlenmiştir. İkinci aşamada hesap yöntemleri ve araçları üçüncü aşamada ise standarda uygun olarak hesap noktaları belirlenmiştir. Son aşamada hacmin/engellerin modellenmesi ve hesaplama aracıyla tanıtılması yer almaktadır (**Resim 1**).

Hacmin Genel Özelliklerinin Ve Engellerin Belirlenmesi

Hacmin işlevi, geometrik özellikleri, günışığı açıklıkları, engel durumu, yönelimi, ışık geçirme/yansıtma çarpanları, konumu gibi genel özellikleri çalışmanın amacına uygun olarak standardın detaylı yönergelerini kapsayacak şekilde belirlenmiştir. Mimari uygulamalara yakın olması amacıyla; cephe hareketleri, duvar kalınlıkları, günışığı açıklıkları çalışmanın kapsamına uygun mevcut bir yapının geometrik özelliklerinden yola çıkılarak kuramsal bir hacim oluşturulmuştur.

TS-EN:17037+A1 (2022) standardında günışığı aydınlığının sağlanması ölçütü için herhangi bir işleve yönelik istisna belirtilmezken; dış görüş ölçütünün 2000 m²'den büyük, dış görüşün zor olduğu alışveriş merkezi, market gibi hacimlerde aranmayacağı; güneşlenme ölçütünün hasta odaları, oyun odaları ve konutların en az bir odasında; kamaşmadan korunma ölçütünün ise düşey açıklığa sahip, işlevi okuma/yazma/ekran kullanımına yönelik olan ve kullanıcının hareket kabiliyetinin olmadığı hacimlerde sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Dolayısıyla işlev parametresi standardın detaylı yönergelerini etkilemektedir. Standardın direktifleri

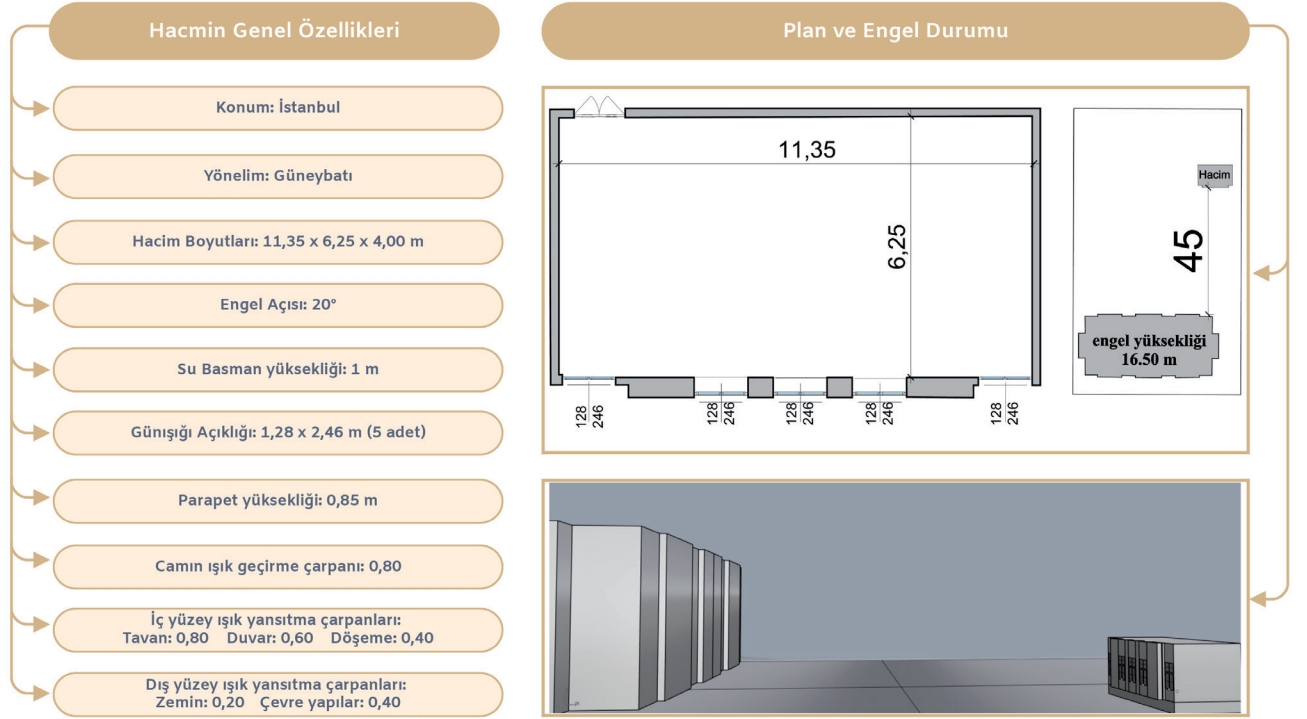


Resim 1. Çalışmada takip edilen yöntem adımları

göz önünde bulundurularak, yeterli güneşliği aydınlığının sağlanması ve dış görüşün yanı sıra güneşlenme ölçütünün de değerlendirilmesi için hacmin işlevi konut kabul edilmiştir. Bununla beraber görsel konforun artırılmasına katkı sağlayacağı için kamaşmadan korunma başlığı da ele alınacaktır.

TS-EN:17037+A1 (2022) standardında dış görüş ölçütünün derinliği 4 m'den fazla ve toplam açıklık ölçüleri en az 1,00 m x 1,25 m olan hacimler için sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Bu sınırlandırma hariç; hacmin boyutlarının, güneşliği açıklığı ebatlarının ve konumunun çalışmanın kapsamı açısından belirleyici bir etkisi yoktur. Çalışma kapsamında geliştirilecek yöntemler farklı geometrik form ya da boyutlara sahip hacimler için tüm konumlarda uygulanabileceğinden referans alınan hacmin değerleri kullanılmıştır. Dış görüş performansının değerlendirilmesi için hacmin birden fazla açıklığa sahip olması önem taşımaktadır. Görünür katmanlar alt ölçütünde yer katmanının algılanması önem taşımaktadır. Hacmin su basman yüksekliği 1 m; parapet yüksekliği 0,85 m kabul edilerek yer katmanının görünmesini engelleyen durumların da ele alınması hedeflenmiştir. Ayrıca duvarları kalın, cephesi parçalı hacim tasarımı sayesinde güneşlenme performansı ile ilgili detaylı yönergeler de ele alınabilecektir. Kamaşmadan korunma performansı analizlerinde kamaşma olasılığı yüksek, güneybatı yönelimli bir hacim olması uygun görülmüştür. Hacim yüzeylerinin ve çevredeki engellerin ışık yansıtma çarpanları TS-EN:17037+A1 (2022) standardında önerilen aralıklara göre belirlenmiştir. Camın ışık geçirme çarpanı ise mimari uygulamalarda yaygın tercih edilen çift cam uygulamaları referans alınarak 0,80 olarak kabul edilmiştir (ŞİŞECAM, 2021) (**Resim 2**).

Yapının kendi formundan kaynaklanan engeller ile dış engeller; güneşliği aydınlığının sağlanması, dış görüş ve güneşlenme ölçütlerini belirgin bir şekilde etkilemektedir. Engelin uzaklığı ve yüksekliği çalışma kapsamında geliştirilecek yöntem açısından önem taşımamakta fakat engel durumunun tüm açıklıklar için aynı olmaması durumu görünür katmanlar alt ölçütü ve güneşlenme süresi ölçütleri için önem taşımaktadır. Yapılan değerlendirmeler ışığında çalışma kapsamında belirlenen hacmin parçalı cephe yapısına sahip olduğu ve çevresinde engel oluşturan bir yapı bulunduğu kabul edilmiştir.



Resim 2. Hacmin genel özellikleri ve engel durumu

Hesap Yöntemi Ve Araçlarının Belirlenmesi

Çalışmanın hedefleri doğrultusunda standardın yönergelerine uygun analizlerin kısa sürede tamamlanması için uygun hesap yöntemleri ve hesaplama araçları belirlenmiştir.

Güneşiği aydınlığının sağlanması ölçütü için standartta önerilen iki yöntem de kullanılacağından hesaplama aracının, tüm yıl için birer saat aryla hesap yapmaya, aydınlık düzeyi verisi elde etmeye ve her iki yöntemi de kullanmaya uygun olması gerekmektedir. Ayrıca belirlenen hacimde birden fazla açıklık olduğu için dış görüş/görünür katmanlar alt ölçütünün belirlenmesinde yazılım aracılığı ile projeksiyon yöntemi kullanılacaktır. Benzer bir şekilde güneşlenme sürelerinin belirlenmesinde gölge eğrileri yönteminin kullanılması zaman alacağından parametrik hesaplama araçları ile analiz edilmesi gerekmektedir. Rhinoceros programının eklentisi olarak çalışan Grasshopper yazılımı, dijital modellemenin, matematiksel formül ve algoritmalar ile eşzamanlı yapılmasına imkan veren bir görsel kodlama aracıdır (Villamil, 2014). Ladybug ve Honeybee kütüphaneleri, Grasshopper içinde çevre analizi hesaplarının yapılması ve grafik görselleştirilmesi için kullanılmaktadır. Energyplus hesaplama motorunda istatistiksel iklim dataları kullanıldığından çok sayıda alternatif için tüm yıl birer saat aryla hesap yapmak mümkün olmaktadır. Aynı arayüzde kodlanan model için güneşlenme ve görünür katmanlar alt ölçütünün değerlendirilmesi mümkündür. Yapılan değerlendirmeler ışığında Rhinoceros/Grasshopper/Ladybug&Honeybee entegre yazılım ve eklenti paketinin çalışmanın kapsamına uygun olduğu, güneşiği aydınlığının sağlanması, dış görüş (görünür katmanlar) ve güneşlenme ölçütleri için kullanılabilmesi tespit edilmiştir (**Resim 3**).

Dış görüş/yatay görüş açısı alt ölçütünün hacmin potansiyel tüm noktalarını kapsayacak şekilde kısa sürede analiz edilmesi için standartta verilen hacmin kullanılan alan derinliği (d), açıklık genişliği (a_p) ve



Resim 3. Çalışmada kullanılacak hesaplama yöntemleri ve hesaplama araçları

hacmin iç genişliğine (h_g) bağlı olarak, performansın pratik bir şekilde belirlenebildiği fonksiyon grafikleri kullanılacaktır. Kamaşmadan korunma amacıyla kullanılacak gerecin sınıfının belirlenmesi için de standartta verilen tabloların kullanılması gerekmektedir (Resim 3).

Hesap Noktalarının Belirlenmesi

TS-EN:17037+A1 (2022) standardında yer alan tüm parametreler ele alınacağından sırasıyla; güneşiği aydınlığının sağlanması, dış görüş, güneşlenme ve kamaşmadan korunma hesapları için hesap noktaları belirlenmiştir.

Güneşiği Aydınlatma Ölçütü İçin Hesap Noktalarının Belirlenmesi

TS-EN:17037+A1 (2022) standardında, güneşiği aydınlığının sağlanmasına yönelik yapılacak hesaplarda, referans düzlemde hesap aralıklarının belirlenmesi için Eş. 1'den yararlanılması, hesap aralıklarının mümkün olduğunca kareye yakın tercih edilmesi ve en/boy arasındaki oranın 0,5-2'yi geçmemesi, aksi belirtilmediği sürece hesap noktalarının duvar yüzeyinden 0,5 m içeriden başlatılması önerilmektedir.

$$p = 0,5 \times 5^{\log_{10}^{(d)}} \quad (1)$$

Formülde;

d : hesap alanının uzun kenarı (m) (uzun kenarın kısa kenara oranı ≥ 2 ise, d hesap alanının kısa kenarı olur), (≤ 10 m olmak üzere); iki ölçme noktası arasındaki maksimum ölçme aralığı (m) olarak gösterilmiştir.

Çalışma kapsamında ele alınacak hacim için referans yüzey duvardan 0,50 m ötelenerek, yukarıda verilen eşitliğe göre maksimum grid aralığı hesaplanmış, iki ölçme noktası arasındaki mesafenin maksimum 2,73 m olması gerektiği görülmüştür (Eş. 2). Hesapların hassasiyetini artırmak amacıyla çalışmada 0,5 m aralıkların kullanılması uygun görülmüş böylelikle 240 hesap noktası belirlenmiştir (Resim 5).

$$11,35/(6,25) < 2 \quad p = 0,5 \times 5^{\log_{10}^{(11,35)}} = 2,73m \quad (2)$$

Dış Görüş Ölçütü İçin Hesap Noktalarının Belirlenmesi

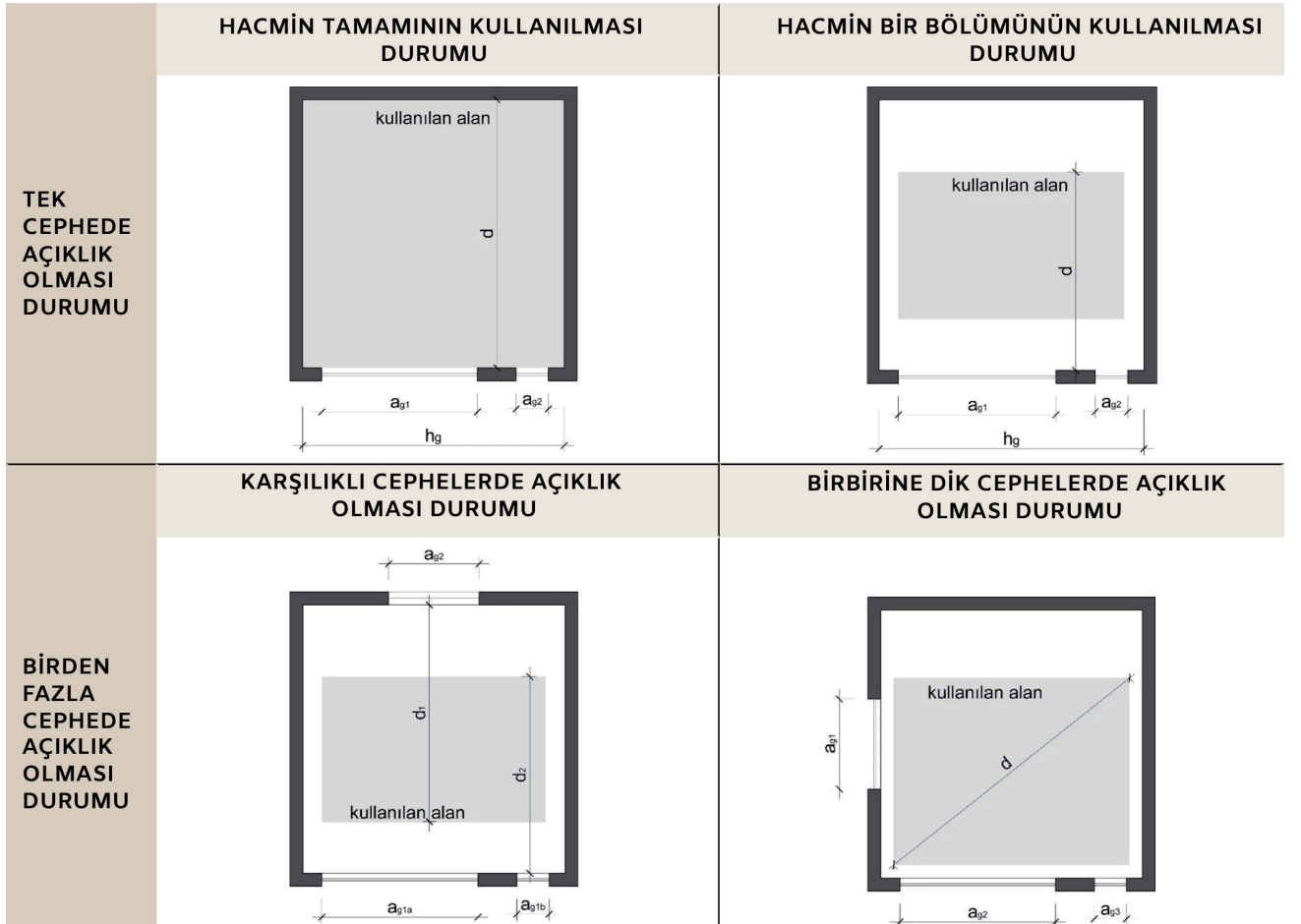
Dış ortamla görsel bağlantı ölçütü üç alt ölçüt ile ele alınmaktadır. Yatay görüş açısı ve dış engel uzaklığı alt ölçütlerinin kullanılan alanın potansiyel tüm noktalarında, görünür katmanlar ölçütünün kullanılan alanın %75'inde sağlanması gerekmektedir.

TS-EN:17037+A1 (2022) standardında yatay görüş açısı alt ölçütü görüş genişliği (width of view) başlığı altında incelenmiştir. Fonksiyon grafiklerde yer alan; kullanılan alan derinliği (d), açıklık genişliği (a_g) ve hacmin iç genişliği (h_g) değerlerinin nasıl belirleneceği **Resim 4**'te gösterilmiştir. TS-EN:17037+A1 (2022) Standardı'nda bir cephede, aralarında dar bölgelerin olduğu birden fazla açıklık olması durumunda, a_g değerinin iki açıklığın toplamına ($a_{g1} + a_{g2}$) eşit olacağı, hacmin belli bir bölgesinin kullanılan alan olmaması durumunda a_g değerinin kullanılan alan ile sınırlandırılacağı aktarılmıştır. Birden fazla cephede açıklık olması durumu için standartta iki öneriye yer verilmiştir. Bu öneriler aşağıdaki gibidir:

- En az bir cephedeki açıklıkların tavsiye edilen dış görüş ölçütlerini sağlaması beklenmektedir. Bu durumda a_{g1} , a_{g2} günışığı açıklığı ile değerlendirme yapıldığında kullanılan alan derinliği d_1 , a_{g2} günışığı açıklığı ile değerlendirme yapıldığında kullanılan alan derinliği d_2 olur.
- İki cephenin birlikte ele alınması durumunda toplam günışığı açıklığı genişliği a_{g1} , a_{g2} ve a_{g3} 'ün toplamı olur ve kullanılan alan derinliği diyagonal olarak belirlenir.

Dış engel uzaklığı, hacmin kullanılan alanının dış engele uzaklığını belirlenmektedir. Görünür katmanlara yönelik alt ölçütün, diğer iki alt ölçütten farklı olarak hacmin kullanılan alanının tamamında değil,

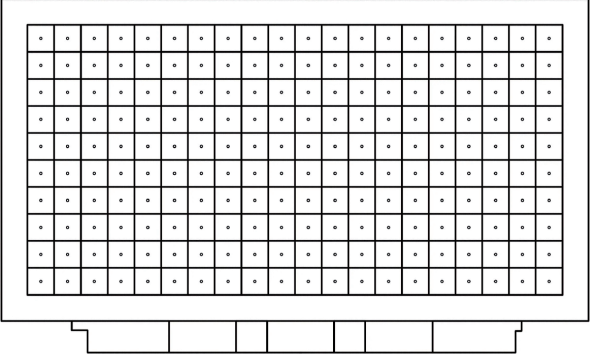
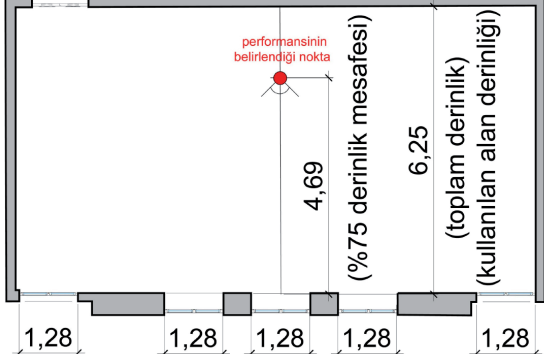
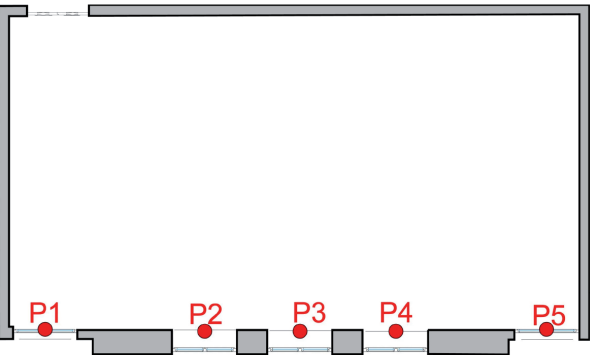

Resim 4. Kullanılan alan derinliğinin ve toplam açıklık genişliğinin belirlenmesi



%75'inde sağlanması gerekmektedir. Oturan kullanıcı için 1,20 m, ayakta kullanıcı için 1,70 m yükseklik değeri kullanılması gerekmektedir (TS-EN:17037+A1, 2022).

İncelen hacimde tek cephede birden fazla açıklık olduğu ve konut hacminin tamamı kullanıldığı için; kullanılan alan derinliği 6,25 m, toplam açıklık genişliği 6,40 m; görünür katmanlar için kullanılacak hesap noktasının; derinlik mesafesi toplam derinliğin %75'ine denk gelen 4,69 m, yüksekliği 1,20 m olmuştur (**Resim 5**).

Resim 5. Hesap noktalarının belirlenmesi

GÜNIŞIĞI AYDINLIĞININ SAĞLANMASI	DIŞ GÖRÜŞ
<ul style="list-style-type: none">Hesap düzlemi duvardan 0,50 m ötelendi.Standartta verilen formüle göre gridler arasında sağlanması gereken en geniş aralık ölçüsü 2,73 m olarak hesaplandı.Daha hassas sonuçlar elde etmek amacıyla 0,50 m grid aralıkları kullanıldı.	<p>Yatay görüş açısı:</p> <ul style="list-style-type: none">Hacmin tamamı kullanıldığı için kullanılan alan derinliği 6,25 m olarak belirlendi.Toplam açıklık genişliği 6,40 (1,28 x 5) m olarak tespit edildi. <p>Dış engel mesafesi:</p> <ul style="list-style-type: none">Kullanılan alanın dış engel mesafesine uzaklığı <p>Görünür katmanlar:</p> <ul style="list-style-type: none">Hacmin %75'ine denk gelen derinlik mesafesi belirlendi (4,69 m).Oturan kullanıcı referans alınarak yükseklik 1,20 m olarak belirlendi.
	
GÜNEŞLENME	KAMAŞMADAN KORUNMA
<ul style="list-style-type: none">Açıklığın iç tarafında ve ortasında1,20 m yükseklikteToplam 5 hesap noktası belirlenmiştir.	<ul style="list-style-type: none">Hacimdeki en dezavantajlı kullanıcı için hesaplanması gerekmektedir.Açıklıktan 1 m uzaklıktaBakış yönü cama doğru olan kullanıcı için hesap noktası belirlenmiştir.
	

Güneşlenme Ölçütü İçin Hesap Noktalarının Belirlenmesi

Güneşlenme ölçütü için hesap noktasının, günışığı açıklığının iç tarafında, açıklığın ortasında, parapet seviyesinden 0,30 m yukarıda ve zeminden en az 1,20 m yükseklikte olması gerekmektedir (TS-EN:17037+A1, 2022). Ele alınan hacimde parapet yüksekliği 0,85 cm olduğundan 0,30 cm yukarısı 1,20 m'nin altında kalmaktadır. Bu sebeple standartta belirtilen yönergeler doğrultusunda yüksekliği 1,2 m olan her bir açıklığın orta noktasında ve duvar kalınlıklarının iç tarafında olmak üzere 5 adet hesap noktası belirlenmiştir (**Resim 5**).

Kamaşmadan Korunma Ölçütü İçin Hesap Noktalarının Belirlenmesi

TS-EN:17037+A1 (2022) standardına göre kamaşmadan korunma analizleri hacimdeki en dezavantajlı kullanıcıya göre yapılmalıdır. Bu bakış açısıyla; çevre yapılar ve yapının kendi formu tarafından en az engellenen günışığı açıklığına 1 m uzaklıkta, bakış doğrultusu cama dik, kamaşma için en dezavantajlı DK noktası belirlenmiştir (**Resim 5**).

Hacmin Modellenmesi ve İklim Verilerinin Aktarılmasına

Hacmin genel özelliklerinin ve hesap noktalarının belirlenmesinin ardından; hacim uygun katmanlar kullanılarak Rhinoceros v7 programında modellenmiştir. Katı model Grasshopper'da oluşturulan ışık akışları ile Honeybee objesine dönüştürülmüştür.

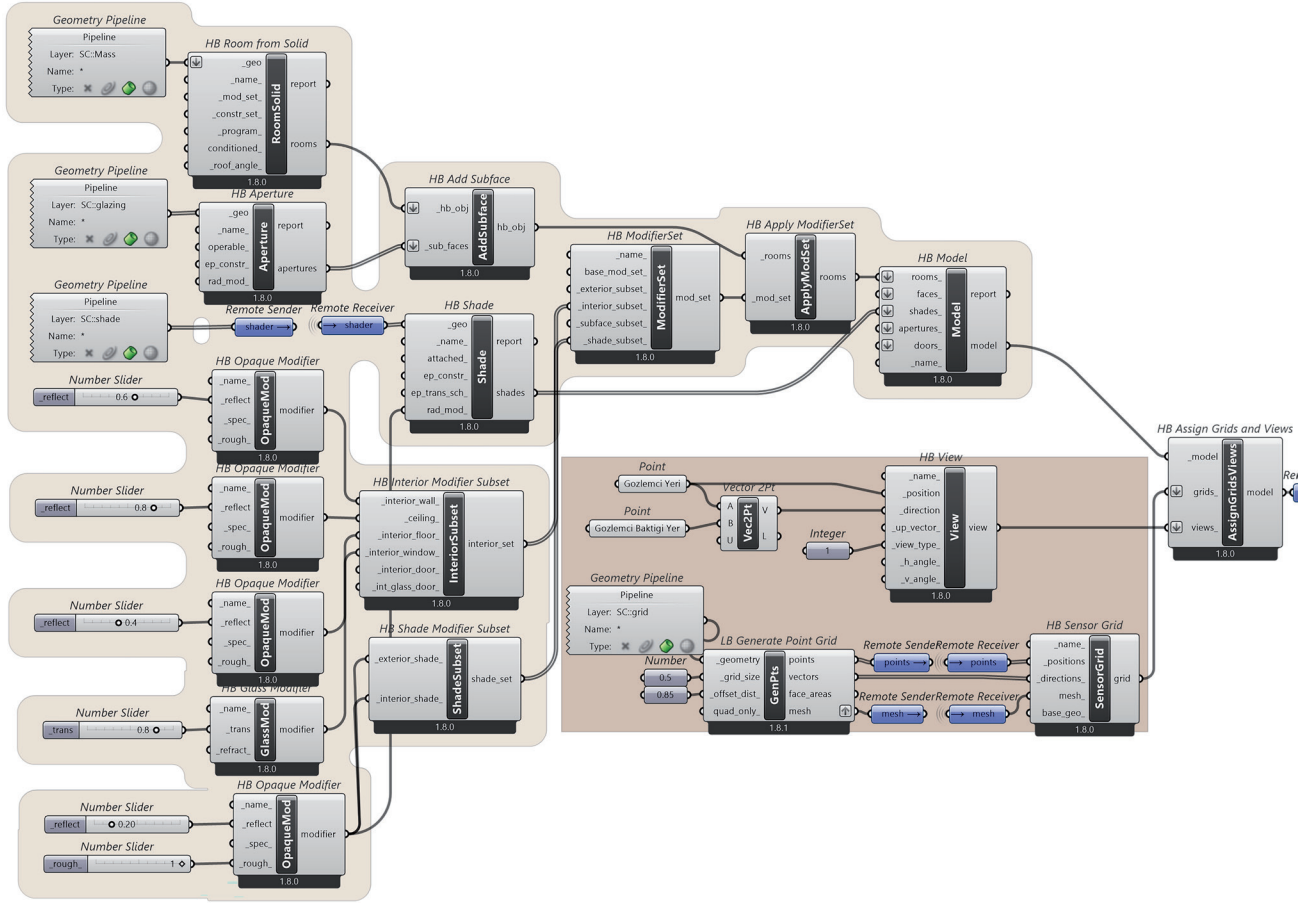
Hacmin ve günışığı açıklıklarının ve engellerin modellenmesi:

- Room Solid, Aperture ve Shade kullanılmıştır.
- Geometry Pipeline'in, Layer özelliği aktive edilerek hacmin ve günışığı açıklığının bulunduğu katmanlar seçilmiş, Room Solid, Aperture ve Shade'in _geo parametresine bağlanmıştır.
- Add Subsurface ile günışığı açıklığı hacim geometrisine eklenmiş; Opaque Modifier ile opak yüzeylerin ışık yansıtma çarpanları, Glass Modifier ile cam alanların ışık geçirme çarpanı tanımlanmıştır.
- Interior Modifier Subset ve Shade Modifier Subset, Modifier Set ile birleştirilmiş; Apply Modifier Set kullanarak oda geometrisinin yüzey düzenlemeleri tamamlanmış, Model kullanılarak gölgeleme elemanları ve hacim birleştirilmiştir.

Gridlerin ve hesap noktalarının modellenmesi:

- Geometry Pipeline aracılığı ile grid katmanındaki iki boyutlu yüzey Honeybee objesine dönüştürülmüş, Generate Point Grid ile grid aralıkları 0,50 m ve hesap noktalarının yerden yüksekliği 0,85 cm olarak belirlenmiş, HB Sensor Grid ile oluşturulan noktaların konumları hesap gridine dönüştürülmüştür.
- Point ile görünür katmanlar alt ölçütü için gözlemcinin yeri tanımlanmış, Vect2Pt ile bakış açısı belirlenmiş HB View kullanılarak gözlemcinin pozisyonu ve bakış doğrultusu birleştirilmiş, görüntü tipi balıkgözü kamera olarak belirlenmiştir.

Assign Grid and Views aracılığıyla gridler ve hesap noktaları ile model hacim ile birleştirilerek model tamamlanmıştır (**Resim 6**).



Resim 6. Grasshopper'da hacmin modelinin oluşturulması

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde TS-EN:17037+A1 (2022) standardında önerilen yönergelerle geliştirilmiş yöntem önerileri ile hacmin güneşliği performansı, dört ölçütü de kapsayacak şekilde belirlenmiştir.

Güneşliği Aydınlığının Sağlanması

Düşey ya da eğik güneşliği açıklığı bulunan bir hacmin, güneşliğinden yeterli miktarda yararlanması; güneşliği saatlerinin yarısında, referans düzlemin en az %50'sinde ($E_{ref,50}$) hedef aydınlık düzeyinin ve referans düzlemin en az %95'inde ($E_{ref,95}$) minimum hedef aydınlık düzeyinin sağlanmasıyla mümkündür (Tablo 1). TS-EN:17037+A1 (2022) standardına göre aksi belirtilmediği sürece referans düzlem zemin kotunun 0,85 m yukarisından geçen hesap düzlemdir. Dolayısıyla, anaokulu gibi farklı yükseklikteki çalışma düzlemlerinin referans alındığı ya da yazı tahtası, sergi panosu gibi düşey aydınlık düzeylerinin önemli olduğu hacimlerde değişkenlik gösterebilir.

TS-EN:17037+A1 (2022) standardında, medyan dış yayınlık aydınlık düzeyleri, güneşliği saatlerinin en az yarısında (2190 saat) sağlanan dış yatay aydınlık düzeyi olarak tanımlanmıştır. Düşey açıklığa sahip hacimlerde dış

Tablo 1. Güneşliği saatlerinin yarısında sağlanması gereken aydınlık düzeyleri (TS-EN:17037+A1, 2022)

	En Az	Orta	Yüksek
Hedef Aydınlık Düzeyi (lx) (ref. düzlemin %50'sinde)	300	500	750
Min. Hedef Aydınlık Düzeyi (lx) (ref. düzlemin %95'inde)	100	300	500

yatay aydınlık düzeyi ($E_{v,d,med}$); yatay açıklığa sahip hacimlerde dış küresel aydınlık düzeyi ($E_{v,g,med}$) değerlerinin kullanılması gerektiği belirtilmiş ve AB üyesi 33 ülkenin başkenti için ilgili değerler verilmiştir. Ayrıca birer saat ya da daha az aralıklarla iklim verileri olan konumlar için, medyan dış yayınlık aydınlık düzeyinin hesap yöntemi aktarılmıştır. Standartta sadece Ankara iline ait veriler yer aldığından, çalışma kapsamında Şener Yılmaz (2019) tarafından İstanbul ili iklim verileri referans alınarak hesaplanan dış yatay aydınlık düzeyi değeri, 19700 lx kullanılmıştır. Aşağıdaki iş akışları kullanılarak $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri hesaplanmıştır (**Resim 7**).

Güneşliği çarpanı yöntemine yönelik iş akışı:

- HB Daylight Factor kullanılmış, hassas hesap sonuçları elde edebilmek amacıyla HB Radiance Parameter ile Detail level 2 olarak ayarlanmıştır.
- Hesap sonuçları küçükten büyüğe sıralanmış, listenin %50'sine ve %5'ine (hedef aydınlık düzeylerinin sağlanması gereken alanın dışında kalan kısımlar) denk gelen rakamın bulunması için List Length kullanılmış, Round (ceiling) ile rasyonel sayılar yukarı yuvarlanmıştır.
- Liste, Split ile elde edilen sayıdan itibaren ayrılmış, yüksek performans gösteren %50 ve %95'lik B parçası ile devam edilmiş, kümenin en küçük elemanı List Item ile filtrelenmiş, böylece hacmin en az %50'sinde ve en az %95'inde sağlanan DF değeri bulunmuştur.

Elde edilen değerler 100 ile çarpılıp, medyan dış yayınlık aydınlık düzeyi değerine (19700) bölünmüş, $E_{ref,50}$ ve $E_{ref,95}$ değerleri belirlenmiştir (**Tablo 2**).

Aydınlık düzeyi değerinin performans ifadesine dönüştürülmesi için Python Script kullanılmıştır.

İklim Verilerine Göre Hesap Yöntemine yönelik iş akışı:

- HB Annual Daylight kullanılmış, hassas hesap sonuçları elde edebilmek amacıyla HB Radiance Parameter ile Detail Level 2 olarak ayarlanmıştır.
- Hesap sonuçları Annual To Data kullanılarak saatlik verilere dönüştürülmüş, LB Deconstruct Data ile 240 hesap noktası için 8760 saatlik data, başka bir deyişle 8760 elemanlı 240 küme elde edilmiştir.
- Hesaplamalar nokta adedine göre değil güneşliği saatlerine göre ilerleyeceğinden Flip Matrix aracılığıyla 240 nokta için elde edilen 8760 saatlik veri seti; her bir saat diliminde çalışma düzleminin 240 noktasında elde edilen verilere dönüştürülmüştür. Başka bir deyişle 240 elemanlı 8760 küme elde edilmiştir.
- Her bir saat dilimi için 240 eleman küçükten büyüğe sıralanmış, List Length ve Round (ceiling) kullanılarak, listenin %50 ve %5'ine denk gelen rakamlar bulunmuştur.
- Liste, Split ile elde edilen sayıdan itibaren ayrılmış, yüksek performans gösteren %50 ve %95'lik B parçası ile devam edilmiştir.
- B parçasının en küçük elemanı List Item ve Flatten kullanılarak filtrelenmiştir.

	$E_{ref,50}$ (lx)	Hedef aydınlık düzeyi performansı	$E_{ref,95}$ (lx)	Min. Hedef aydınlık düzeyi performansı
DF yöntemi	310	En az	145	En az
İklim verilerine dayalı hesap yöntemi	444	En az	255	En az

Tablo 2. Referans düzlemde sağlanan $E_{ref,50}$ $E_{ref,95}$ değerleri ve hacmin günışığı aydınlığının sağlanması performansı

- Elde edilen değerler Sort ve Reverse kullanılarak büyükten küçüğe sıralanmış, gündüz saatlerinin yarısına denk gelen 2190. saatte elde edilen değer List Item ile belirlenmiştir.

Böylece, hacmin %50'sinde ve %95'inde günışığı saatlerinin en az yarısında elde edilen değerler bulunmuştur (**Tablo 2**).

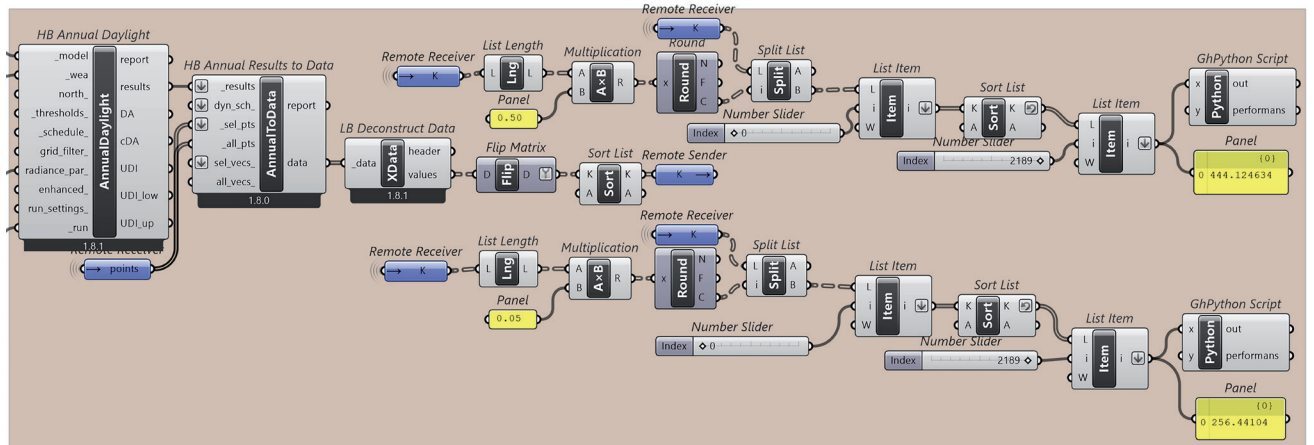
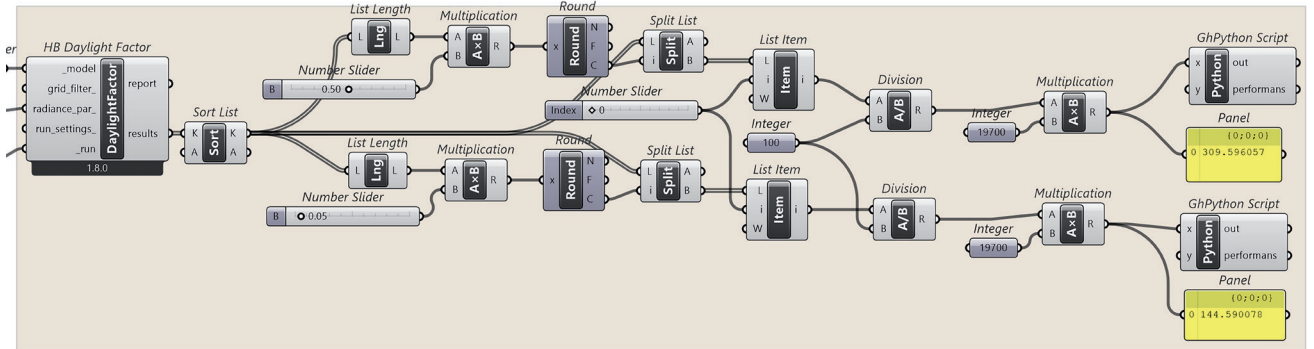
Dış Görüş

Ele alınan hacmin derinliğinin 4 m'den, toplam günışığı açıklığının 1,00 m x 1,25 m'den fazla olduğu dış görüş performansının belirlenmesi gerekmektedir (**Resim 2**). TS-EN:17037+A1 (2022) standardında dış görüş performansının belirlenmesi amacıyla kullanılacak üç alt ölçüt için hedef performans değerleri verilmiştir (**Tablo 3**). Ayrıca, günışığı açıklığı ile sağlanan görüntünün estetik ve dengeli olması, yapay çevreden çok doğal çevre öğelerini içermesi, ayrıca pencere camının renklendirilmemiş ve bakımlı olması tavsiye edilmiştir.

Yatay Görüş Açısı

Hacmin günışığı açıklıklarının toplam genişliği ($a_{g,top} = 1,28 \times 5 = 6,40$ m) ve hacmin iç genişliği ($h_i = 11,35$ m) standartta verilen grafiklerde işaretlenmiş, en iyi performanstan başlanarak değerlendirmeler yapılmıştır. **Resim 8**'de 54°'lik yatay görüş açısının, kullanılan alanın derinliğine bağlı olarak hiçbir mesafede sağlanmadığı, **Resim 9**'da 28°'lik yatay görüş açısının,

Resim 7. $E_{ref,50}$ $E_{ref,95}$ değerlerinin hesaplanması ve hacmin günışığı aydınlığının sağlanması performansının belirlenmesine yönelik geliştirilen iş akışı

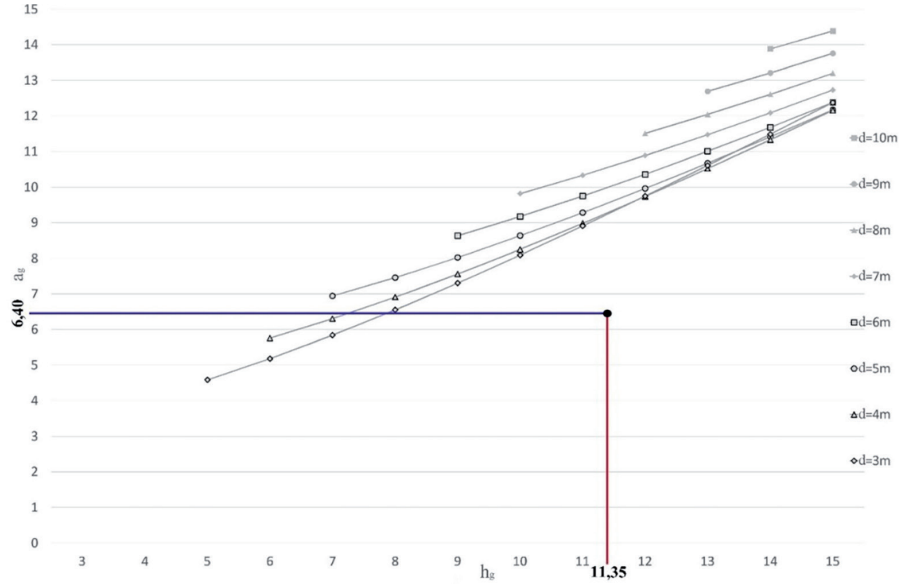


Dış ortamla görsel bağlantı	Yatay görüş açısı *	Dış engel uzaklığı *	Görünür katmanlar**
En az	$\geq 14^\circ$	≥ 6 m	Doğa/şehir katmanı
Orta	$\geq 28^\circ$	≥ 20 m	En az iki katman
Yüksek	$\geq 54^\circ$	≥ 50 m	Tüm katmanlar

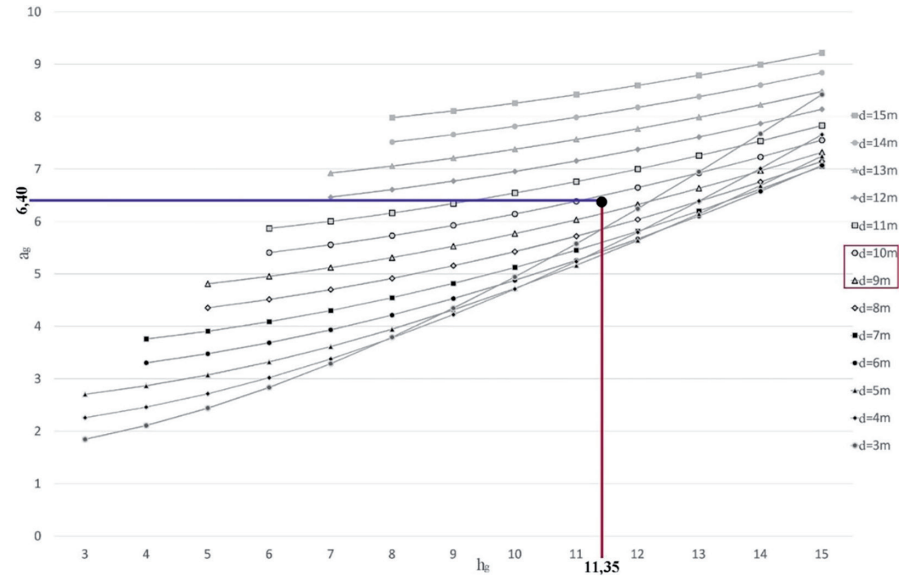
*Kullanılan alanın potansiyel her noktasında **Kullanılan alanın %75'inde sağlanmalı

Tablo 3. Dış görüş ölçütünün değerlendirilmesi (TS-EN:17037+A1, 2022)

Resim 8. Güneşli açıklığı genişliği ve kullanılan alanın derinliği ile $\geq 54^\circ$ yatay görüş açısının değerlendirilmesi (TS-EN:17037+A1 (2022)'dan uyarlanmıştır.)



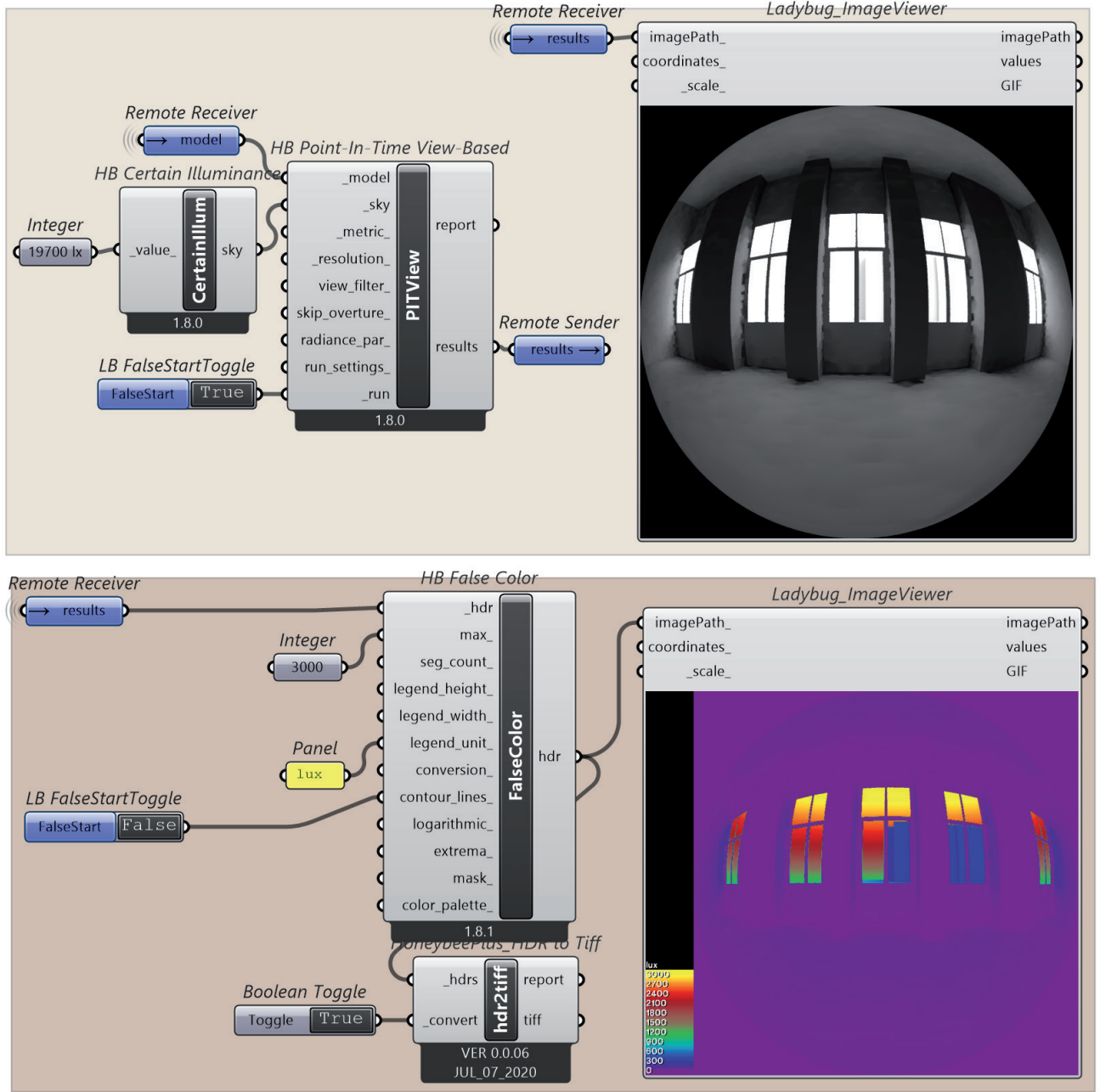
Resim 9. Güneşli açıklığı genişliği ve kullanılan alanın derinliği ile $\geq 28^\circ$ yatay görüş açısının değerlendirilmesi (TS-EN:17037+A1 (2022)'dan uyarlanmıştır.)



yaklaşık 9,9 m mesafeye kadar sağlandığı görülmektedir. Hacmin 6,25 m olan kullanılan alan derinliği (d), 9,9 m'den küçük olduğundan hacmin potansiyel her noktasında 28° 'den büyük yatay görüş açısı sağlandığı dolayısıyla bu alt ölçüt performansının orta olduğu görülmüştür.

Dış Engel Uzaklığı

Resim 2'de, incelenen hacmin dış engel uzaklığının 45 m olduğu görülmektedir. Buna göre hacmin engel uzaklığı 20 m'den büyük olduğu için, dış engel uzaklığı alt ölçüt performansı orta (≥ 20 m) olmuştur.



Resim 10. Görünür katmanlar alt ölçütü için kullanılan iş akışı ve hesap noktasından elde edilen görüntüler

Görünür Katmanlar

Görünür katmanlar alt ölçütünün belirlenmesinde HB-point-intime View-Based'den yararlanılmış, gök tipi olarak HB Certain Illuminance kullanılmış, LB_ImageViewer ile hesap noktasındaki görüntü elde edilmiştir. Elde edilen görüntüde dış katmanlar net algılanmadığından; False Colour kullanılarak iş akışı ilerletilmiştir. False Colour ile elde edilen görüntüde hesap noktasından doğa/şehir ve gök katmanlarının algılandığı görülmektedir. Elde edilen görüntünün tiff formatına dönüştürülmesi için HBPlus_HDR-to-tiff kullanılmıştır (**Resim 10**).

Üç alt ölçüt için sağlanan en düşük performans ile dış ortamla görsel bağlantının derecesi belirlenmektedir. Bu durumda, değerlendirmeler sonucunda hacmin dış görüş performansının orta olduğu görülmüştür (**Tablo 4**).

Tablo 4. Dış görüş performansı

Dış Ortamla Görsel Bağlantı		
Yatay görüş açısı	Dış engel uzaklığı	Görünür katmanlar
Orta ($\geq 28^\circ$)	Orta (≥ 20 m)	Orta (iki katman)

Tablo 5. Tavsiye edilen günlük güneşlenme süreleri (TS-EN:17037+A1, 2022)

Güneşlenme Performansı	Güneşlenme Süresi (saat)
En az	1,5
Orta	3
Yüksek	4

Güneşlenme

Standartta, güneşlenme süresinin 1 Şubat-21 Mart tarihleri arasında açık gök koşullarında bir gün için değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Hesap noktasına gelen dolaysız güneş ışığı için azimut açısı ve yükseklik açısı verilerine göre, yapının formu, duvar kalınlığı ve çevredeki diğer engeller dikkate alınarak kabul edilebilir açı belirlenmelidir. Bu açının kuzey dikkate alınarak güneş diyagramı ile karşılaştırılması ile güneşlenme süresi hesaplanmalıdır. Bir hacimde, birden fazla günışığı açıklığı olması durumunda, kesişmeyen günışığı saatleri toplanarak güneşlenme süresi belirlenmelidir. Yapıların güneşlenme süresine göre performans sınıfları **Tablo 5**'te gösterilmiştir.

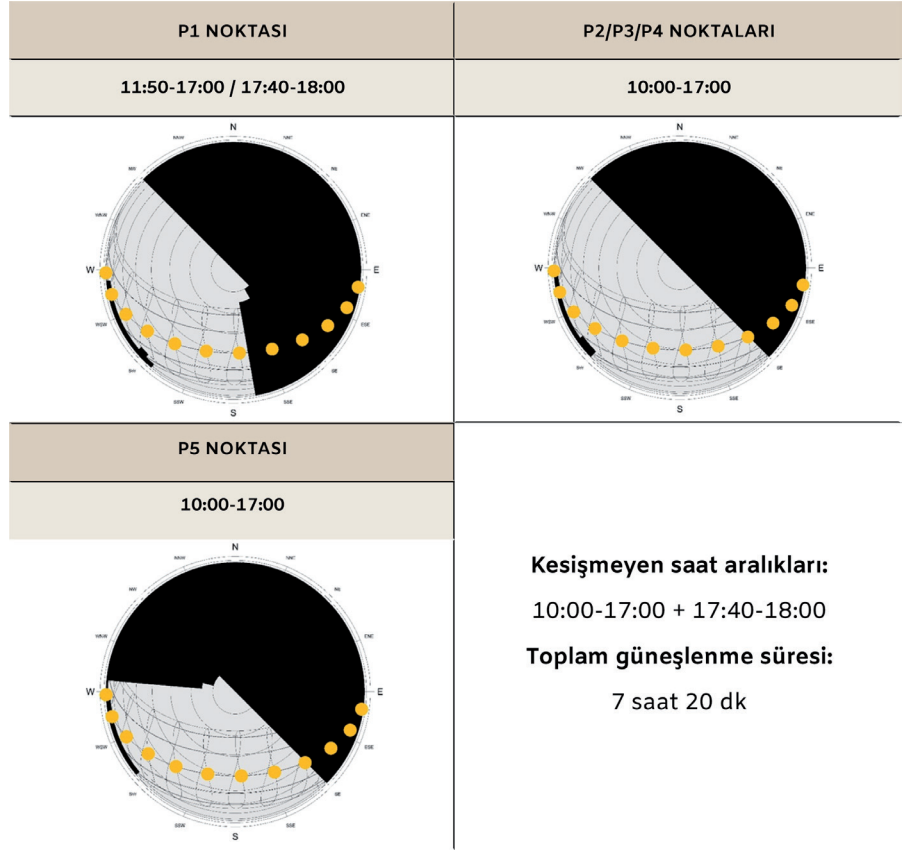
Kullanılan parametrik hesaplama aracında 21 Mart tarihinde açık gök koşulları için LB SunPath ve LB Sky Mask ile güneşlenme süreleri hesaplanmıştır (**Resim 12**).

- Hesap noktalarının tanıtılması için Point kullanılmıştır. Elde edilen Point tanımları kullanılan araçların Center parametrelerine bağlanarak güneş diyagramı ile hesap noktasına düşen gölgeler karşılaştırılmıştır. 5 adet hesap noktası olduğu için Number Slider ve List Item kullanılmıştır.
- LB Sunpath için LB Analysis Period kullanılarak hesap tarihi, Import EPW kullanılarak hacmin konumu tanımlanmıştır. Güneş diyagramında saat dilimlerinin kolaylıkla okunabilmesi için Circle kullanılmıştır.
- LB Sky Mask'da model aşamasında Geometry Pipeline ile tanımlanan gölge elemanları ve hacmin yönelimi bağlanarak engellerin yapacağı gölgeler belirlenmiştir. Gölgelerin okunaklılığını artırmak amacıyla Hatch kullanılmıştır

Yapılan hesap sonuçlarına göre; hacmin farklı pencereleri sayesinde 10:00-17:00 ve 17:40-18:00 saatleri arasında dolaysız güneşten yararlanabildiği, kesişmeyen zaman aralıkları toplandığında toplam güneşlenme süresinin 7 saat 20 dakika olduğu ve güneşlenme performansının yüksek olduğu belirlenmiştir (**Resim 11**).

Kamaşmadan Korunma

Yaşama mekânı; kullanıcının hareket kabiliyeti olan ve işlevi okuma-yazma ya da ekran kullanımına yönelik bir hacim olmadığından günışığına bağlı kamaşma olasılığı (DGP) hesabı yapılmamıştır. Fakat kamaşmanın yaratacağı konforsuzluk hissinden korunmak için TS-EN:17037+A1 (2022) standardında verilen grafikler kullanılarak koruma gereci sınıfı belirlenmiştir. DGP için belirlenen sınır değerlerin aşıldığı zaman diliminin (t_{glare}) hacmin tüm kullanım zamanına (t_{rel}) oranlanması ile hacmin kamaşmadan korunma performansı belirlenmektedir (**Tablo**

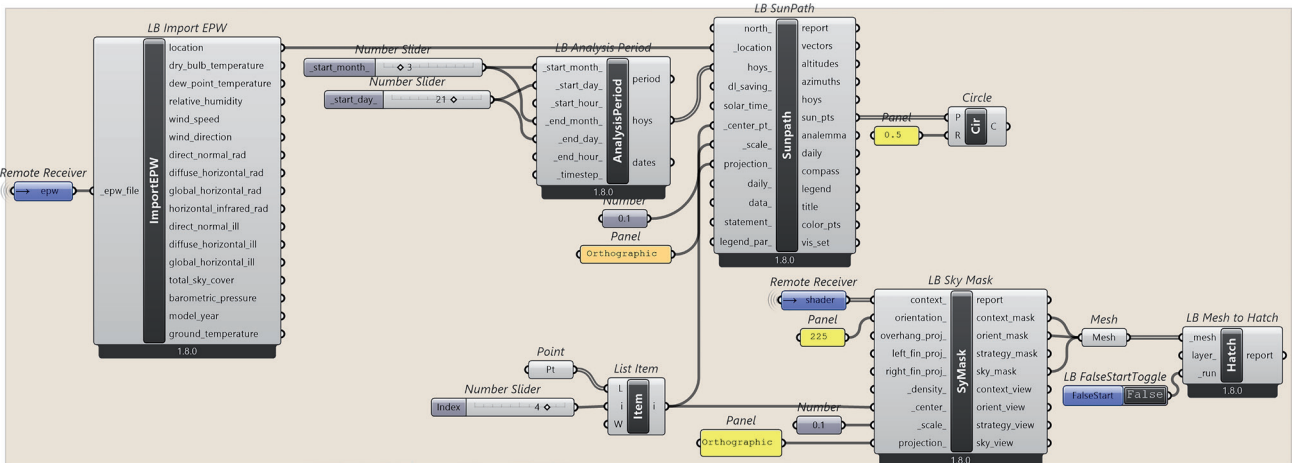


Resim 11. Yapının formu ve dış engeller dikkate alınarak hesaplanmış güneşlenme süreleri

7). Referans zamanın %5'inde belirlenen sınır değerlerin aşılması gerekmektedir ($t_{glare}/t_{ref} < \%5$). Standartta referans zaman dilimi, hacmin tüm yıl boyunca kullanıldığı süre için Pazartesi'den Cuma'ya kadar 8:00-18:00 saat dilimleri olarak kabul edilmekte, mekânın kullanım zamanı farklı olsa da hesaplamaların bu zaman dilimine göre yapılabileceği, bu kabulden belirgin farklılık gösteren kullanım dilimlerine göre hesaplama yapılırsa **Tablo 7**'de önerilen değerlendirme ölçütlerinin kullanılmayacağı belirtilmiştir.

Resim 12. Güneşlenme ölçütü için kullanılan iş akışı

Standartta verilen tablolara aracılığıyla **Tablo 8**'de gösterilen korunma sınıfının belirlenebilmesi için; güneş ışınımı olasılığı, bakış doğrultusu,



Tablo 7. Kamaşmadan korunma için önerilen $DGP_{e<5\%}$ sınır değerleri (TS-EN:17037+A1, 2022)

	$DGP_{e<5\%}$
En az	0,45
Orta	0,40
Yüksek	0,35

Tablo 8. EN 14501'e göre kamaşmadan koruma sınıfları (TS-EN:17037+A1, 2022)

Sınıflandırma	Görsel konfor üzerindeki etkisi				
	0	1	2	3	4
	Çok az etki	Az etki	Hafif etki	İyi etki	Çok iyi etki

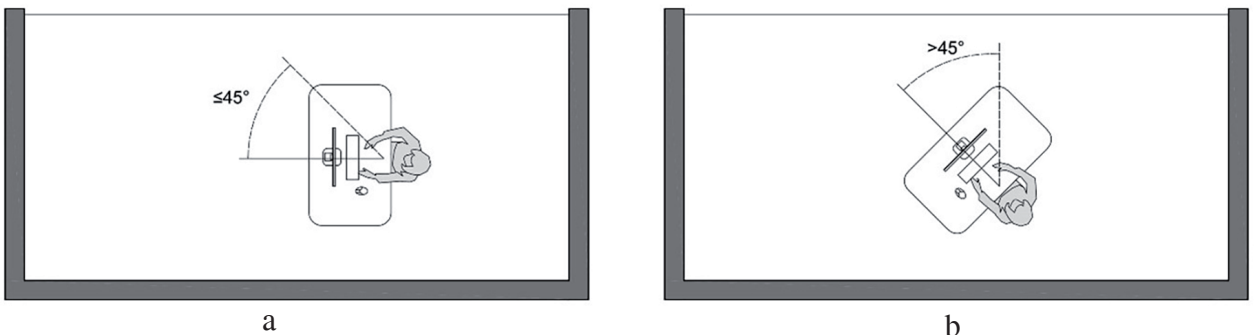
cephe yönü, cephenin açıklık oranı, camın ışık geçirme çarpanı, kullanıcının cepheye uzaklığı bilgilerine ihtiyaç vardır.

Konum ve güneş ışınımı olasılığı, standartta 33 Avrupa ülkesinin başkentleri için yüksek H ve düşük L olarak belirtilmiştir. Buna göre Türkiye için güneş ışınımı olasılığı yüksektir. Hesap noktasındaki kullanıcının bakış doğrultusu, cephenin paralel eksenine 45° ya da daha küçük açıyla bakan kullanıcının cepheye paralel bakış doğrultusuna (**Resim 13a**), 45° 'den büyük açıyla bakan kullanıcının cepheye dik bakış doğrultusuna (**Resim 13b**) sahip olma durumunu ifade etmektedir. Dolayısıyla, çalışma kapsamında ele alınan hesap noktası dik bakış doğrultusuna sahiptir. Açıklıkların toplam genişliğinin, cephe genişliğinin %50'sinden fazla; açıklıkların toplam alanının, cephe alanının %50'sinden fazla ve açıklık üst kotunun, döşeme üst kotundan 2 m yukarda olması durumlarında açıklık geniş kabul edilir. Ele alınan hacim cephe genişliği ve açıklık üst kotu değerleri geniş ölçütünü sağlamasına rağmen alan koşulu sağlanmadığından açıklık küçük kabul edilmiştir.

Standartta yapılan açıklamalar ışığında hacmin genel özellikleri ile dezavantajlı kullanıcının konumuna göre tablolarda kullanılacak veriler belirlenmiştir (**Tablo 9**). Çalışma kapsamında değerlendirilen hacmin kamaşmadan korunma performansının yüksek ($DGP_{e<5\%} \leq 0,35$) olması hedeflenmiş ve kamaşmadan korunma gerecinin sınıfı belirlenmiştir (**Resim 14**). Kullanılacak gerecin kamaşma kontrol sınıfının 4-çok iyi etkili olması gerektiği görülmüş, kamaşmadan korunmada bu sınıf performansını sağlayan gereçler TS-EN:17037+A1 (2022) standardında verilen tablolar yardımıyla tespit edilmiştir (**Resim 15**).

Ele alınan hacmin günışığı aydınlığının sağlanması performansı her iki hesap yönteminde de en az olmuştur. Dış görüşün sağlanması performansı orta, güneşlenme ve kamaşmadan korunma performansları yüksek olarak belirlenmiştir (**Tablo 10**).

Resim 13. Bakış doğrultusunun belirlenmesi (a) VD_p cepheye paralel (b) VD_i cepheye dik



Tablo 9. Kamaşmadan korunma sınıfının belirlenmesinde kullanılacak veriler

Güneş ışınlama olasılığı	Yüksek - H
Bakış doğrultusu	Cepheye doğru - VD_f
Cephe yönü	Güneybatı
Cephenin açıklık oranı	Küçük
Camın ışık geçirme çarpanı	0,80
Kullanıcının cepheye uzaklığı (m)	1,00

Resim 14. $DGP_{e<0,5} \leq 0,35$ 'in kamaşma kriterlerini karşılamak için EN 14501'e göre kumaş veya kumaş olmayan perdeler için önerilen kamaşma sınıflarının belirlenmesi (TS-EN:17037+A1 (2022)'dan uyarlanmıştır)

	d_w	Güneş ışınlama bölgesi "H"			
		Yönlendirme G, GD, GB		Yönlendirme D, B, KD, KB	
		İglazing		İglazing	
		$\leq 0,50$ VD_p/VD_f	$> 0,50$ VD_p/VD_f	$\leq 0,50$ VD_p/VD_f	$> 0,50$ VD_p/VD_f
Küçük Açıklık	1m	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
	2m	2 / 4	3 / 4	2 / 4	2 / 4
	3m	1 / 1	1 / 1	1 / 4	1 / 4
Geniş Açıklık	1m	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
	2m	4 / 4	4 / 4	3 / 4	4 / 4
	3m	2 / 4	2 / 4	2 / 4	2 / 4

$t_{v, n-dif}^b$	$t_{v, n-n}^a$					
	$t_{v, n-n} = 0,00$	$0,00 < t_{v, n-n} \leq 0,01$	$0,01 < t_{v, n-n} \leq 0,02$	$0,02 < t_{v, n-n} \leq 0,03$	$0,03 < t_{v, n-n} \leq 0,05$	$t_{v, n-n} > 0,05$
$t_{v, n-dif} \leq 0,03$	4	4	3	3	1	0
$0,03 < t_{v, n-dif} \leq 0,06$	4	3	2	2	1	0
$0,06 < t_{v, n-dif} \leq 0,10$	4	3	2	1	0	0
$0,10 < t_{v, n-dif} \leq 0,15$	3	2	1	1	0	0
$0,15 < t_{v, n-dif} \leq 0,20$	2	2	1	1	0	0
$0,20 < t_{v, n-dif} \leq 0,25$	1	1	0	0	0	0
$0,25 < t_{v, n-dif}$	0	0	0	0	0	0

^a $t_{v, n-n}$: gercin düzgün ışık geçirme bileşeni

^b $t_{v, n-dif}$: gercin yaynık ışık geçirme bileşeni

Resim 15. EN 14501'e göre ışık geçirme biçimlerine göre kamaşma kontrol sınıflandırması (TS-EN:17037+A1 (2022)'dan uyarlanmıştır)

Günlüğü Aydınlığının Sağlanması		Dış Görüş	Güneşlenme	Kamaşmadan Korunma
Günlüğü Çarpanı Yöntemi	İklim Verilerine Göre Hesap Yöntemi	Orta	Yüksek	Yüksek
En az	En az			

Tablo 10. Hacmin TS-EN:17037+A1 (2022) Standardı'nda belirtilen ölçütlere göre performansının değerlendirilmesi

SONUÇ

Binalarda güneşten yararlanma, enerjinin etkin olarak kullanımının yanı sıra, insan sağlığı ve dış ortam ile görsel bağlantının sağlanması gibi konular açısından önemi giderek artan, mimari tasarımda dikkate alınması gereken öncelikli konulardan biri olmuştur. EN 17037 Binalarda Günlüğü Standardı 2018 yılında Avrupa Standardı olarak yürürlüğe girmiş, 2019'da Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından yayımlanmış, 2022 yılında ise TS-EN:17037+A1 olarak güncellenmiştir. Standartta güneşli performansı analizleri için dört başlık belirlenmiş olmasına karşın, literatürde ağırlıklı olarak başta güneşli aydınlığının sağlanması ölçütü olmak üzere bir ya da iki ölçütün ele alındığı tüm ölçütlerin bir arada değerlendirilmediği görülmüştür. Ayrıca genel olarak çalışmalarda basit formulu hacimler seçildiğinden standarttaki detaylı yönergeler ele alınmamaktadır. Standartta önerilen birer saat arayla hesap yapma, referans düzlemin %75'i ya da %50 sini değerlendirme gibi yeni hesaplama yöntemleri ve yaklaşımların; geleneksel alışkanlıklarla farklı ya da eksik uygulandığı görülmektedir. Bu çalışmada, TS-EN:17037+A1 (2022) standardında önerilen tüm ölçütleri ve karmaşık cephe yapısına sahip hacimleri kapsayacak şekilde standardın yönergelerine uygun hesapların kısa sürede yapılabilmesi amacıyla, yöntem önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında dört aşamalı bir yöntem önerisi takip edilmiştir. İlk aşamada çalışmanın amacına ve kapsamına uygun; parçalı cephe yapısına, birden fazla açıklığa sahip, işlevi konut olan ve çevresinde engel bulunan kuramsal bir hacim tasarlanmıştır. İkinci aşamada hesap yöntemleri ve araçları belirlenmiştir. Günlüğü aydınlığının sağlanması, dış görüş (görünür katmanlar) ve güneşlenme ölçütleri için Rhino/Grasshopper/Ladybug&Honeybee entegre yazılım paketinin; yatay görüş açısı alt ölçütü ve kamaşmadan koruma gerecinin belirlenmesinde standartta verilen tablo ve grafiklerin kullanılması uygun görülmüştür. Üçüncü aşamada standartta verilen yönergelere uygun olarak hesap noktaları belirlenmiştir. Günlüğü aydınlığının sağlanması ölçütü için yeterli mesafeye sahip grid aralıkları; görünür katmanlar alt ölçütü için hacmin %75'ine denk gelen hesap noktası, yatay görüş açısının belirlenmesinde kullanılan alan derinliği ve toplam açıklık genişliği parametreleri; güneşlenme ölçütü için tüm açıklıklarda; açıklığın iç tarafında ve ortada zeminden 1,20 m yükseklikte; kamaşmadan korunma ölçütü için açıklıktan 1 m uzaklıkta bakış yönü güneşli açıklığa doğru olan en dezavantajlı kullanıcıya yönelik hesap noktaları belirlenmiştir. Dördüncü aşamada hacmin parametrik hesaplama aracında modellenmesi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında; parametrik hesaplama aracında güneşli aydınlığının sağlanması ölçütünde önerilen iki hesap yöntemi, balıkgözü kamera ile hacmin %75'ine karşılık gelen derinlik mesafesinden görüntü alınması ve güneşlenme sürelerinin belirlenmesi amacıyla gölge eğrileri ile güneş yörüngelerinin çakıştırıldığı iş akışları oluşturulmuştur. Ele alınan hacmin güneşli çarpanı yöntemi ve iklim verilerine dayalı hesap yöntemine göre

yeterli günışığı aydınlığının sağlanması performansı en az olmuştur. Dış görüş ölçütü; yatay görüş açısı, dış engel uzaklığı ve görünür katmanlar alt ölçütleri ile analiz edilmiştir. Standartta verilen grafikler kullanılarak yapılan denemelerde yatay görüş açısı performansının orta olduğu (<28°) görülmüştür. Dış engelin yapıdan uzaklığı 45 m olduğundan performans değeri orta olmuştur. Görünür katmanlar için belirlenen hesap noktasından elde edilen görüntüde, iki katmanın görüldüğü ve orta performansla sahip olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda, dış görüşün sağlanması performansının üç alt ölçütün değerlendirilmesi sonucunda orta olduğu görülmüştür. Hacmin güneşlenme süresi, 21 Mart tarihi için açık gök koşullarında, kullanılan yazılım aracılığı ile her bir günışığı açıklığı ele alınarak hesaplanmıştır. Hesap sonuçlarına göre hacim, toplam 7 saat 20 dk güneşlenme süresine sahip olduğundan hacmin performansı yüksek olmuştur. Standarttaki özel koşullar dikkate alınarak saptanan en dezavantajlı kullanıcı noktasına göre kamaşmadan korunma performansı yüksek olacak şekilde gölgeleme elemanının kamaşma kontrol sınıfı belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmalar ile birden fazla açıklığa sahip, çevresinde engel bulunan yapıların günışığı performansının EN 17037 standardına uygun olarak bütüncül değerlendirilmesine ve Grasshopper'da geliştirilen iş akışları sayesinde parametrik çalışmalarda yer almasına katkı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- AGIRBAS, A. (2018) Performance-Based Design Optimization for Minimal Surface Based Form, *Architectural Science Review* 61(6) 384-99.
- AL TOMONTE, S. (2008) Daylight for Energy Savings and Psycho-Physiological Well-Being in Sustainable Built Environments, *Journal of Sustainable Development* 1(3) 3-16.
- ANGUS, T.C. (1939) Daylight Factors for Efficient Working and Their Predetermination, *Transactions of the Illuminating Engineering Society* 4(1-12) 97-101.
- ATMACA, A.B., ZOROĞLU ÇAĞLAR, F., ÜNVER, R., ZORER GEDİK, G. (2022) A Method for Determining and Improving the Visual Comfort Change in Strengthened Buildings: Educational Building- the Example of Classroom, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 37(3)1915-30.
- AYDIN, P., ÜNVER, R. (2023) The Effect of Building Height and Street Width on Indoor Daylight Performance According to the Town Planning Code--Office Buildings for the Case of Istanbul and Adana, *Megaron* 18(4) 466-82.
- BIRCAN, P., KÖKNEL YENER, A. (2019) İlköğretim Dersliklerinde Günışığı Performansının TS-EN:17037 Standardı Açısından Değerlendirilmesine İlişkin Bir Çalışma, *12. Ulusal Aydınlatma Kongresi*, (18-19 Eylül 2019), İstanbul, Türkiye; 97-104.
- BOYCE, P., HUNTER, C., HOWLETT, O. (2003) *The Benefits of Daylight through Windows*. [https://www.indoor-sky.com/images/library/DaylightBenefits.pdf] Erişim Tarihi (08.04.2024).
- BREMBILLA, E., AZADI, S., NOURIAN, P. (2021) A Computational Approach for Checking Compliance with European View and

- Sunlight Exposure Criteria, *Building Simulation Conference*, (1-3 Eylül 2021), Brugge, Belçika; 2459-66.
- CHALOEYTOY, K., ICHINOSE, M., CHIEN, S.C. (2020) Determination of the Simplified Daylight Glare Probability (Dgps) Criteria for Daylit Office Spaces in Thailand, *Buildings* 10(10) 180.
- CIE (2003) *Spatial Distribution of Daylight - Cie Standard General Sky* (Vol. ISO 15469:2004(E)/CIE S 011/E:2003).
- DIAL+ (2022) *Energy Simulation in the Early Design Stage*. [https://www.dialplus.ch/en-17037-f] Erişim Tarihi (14.01.2022).
- ELZEYADI, I. (2011) Daylighting-Bias and Biophilia: Quantifying the Impact of Daylighting on Occupants Health, *Greenbuild 2011*, Washington DC, ABD; 1-9.
- GREENUP, P., BELL, J., MOORE, I. (2001) The Importance of Interior Daylight Distribution in Buildings on Overall Energy Performance, *Renewable Energy* 22(1-3) 45-52.
- GROBE, L.O., GECIT, B.H., SEVINÇ, Z., ALTINKAYA, G., AKSAKARYA, G., ERGIN, M., ÖZTÜRK, Y., KAZANASMAZ, T. (2018) Scale-Model and Simulation-Based Assessments for Design Alternatives of Daylight Redirecting Systems in a Side-Lighting Educational Room. *METU Journal of the Faculty of Architecture* 34(2) 35-58.
- HESCHONG, L. (2021) *Visual Delight in Architecture: Daylight, Vision, and View*. Routledge, Londra, İngiltere.
- HRAŠKA, J., ČURPEK, J. (2024) The Practical Implications of the EN 17037 Minimum Target Daylight Factor for Building Design and Urban Daylight in Several European Countries, *Heliyon* 10(1).
- IES LM-83-12. (2012). Approved Method: Ies Spatial Daylight Autonomy (Sda) and Annual Sunlight Exposure (Ase). USA: Illuminating Engineering Society of North America-The Daylight Metrics Committee.
- KARAMI, Z., GOLMOHAMMADI, R., HEIDARIPHAHLAVIAN, A., POOROLAJAL, J., HEIDARIMOGHADAM, R. (2016) Effect of Daylight on Melatonin and Subjective General Health Factors in Elderly People, *Iranian Journal of Public Health* 45(5) 636-643.
- KNOOP, M., STEFANI, O., BUENO, B., MATUSIAK, B., HOBDAJ, R., WIRZ-JUSTICE, A., MARTINY, K., KANTERMANN, T., AARTS, M.P.J, ZEMMOURI, N., APPELT, S., NORTON, B. (2020) Daylight: What Makes the Difference?, *Lighting Research and Technology* 52(3) 423-442.
- KUHLENENGEL, M., WATERS, C. E., KONSTANTZOS, I. (2019) Assessing the Impact of Outside View on Learning: A Close Look to EN 17037 'View out' Practices through the Analysis of 220 Classrooms, *CIBSAT Journal of Physics: Conference Series*, (4-6 Eylül 2019), Lozan, İsviçre, 12159.
- LESLIE, R. (2003) Capturing the Daylight Dividend in Buildings: Why and How?, *Building Environmental Development* 38(2) 381-5.
- LEWIS, A. (2017) The Mathematisation of Daylighting: A History of British Architects' Use of the Daylight Factor, *The Journal of Architecture* 22(7) 1155-77.

- MARDALJEVIC, J. (1995) Validation of a Lighting Simulation Program under Real Sky Conditions, *Lighting Research and Technology* 27(4) 181-8.
- MARDALJEVIC, J. (2000a) *Daylight Simulation: Validation, Sky Models and Daylight Coefficients*, Doktora Tezi, De Montfort University, Leicester, UK.
- MARDALJEVIC, J. (2000b) Simulation of Annual Daylighting Profiles for Internal Illuminance, *Lighting Research and Technology* 32(3) 111-8.
- MEHRABADI, E. N., PILECHIIHA, P., MAHDAVINEJAD, M. (2021) Horsefly: A Simulation Tool to Evaluate View to Outdoor, *SimAUD 2021*, (15-17 Nisan 2021), Çevrimiçi.
- MOON, P., SPENCER, D. E. (1942) Illumination from a Non-Uniform Sky, *The Illuminating Engineer* 37(10) 707-26.
- NABIL, A., MARDALJEVIC, J. (2006) Useful Daylight Illuminances: A Replacement for Daylight Factors, *Energy Buildings* 38(7) 905-13.
- PAULE, B., BOUTILLIER, J., PANTET, S., SUTTER, Y. (2018) A Lighting Simulation Tool for the New European Daylighting Standard, *4th Building Simulation and Optimization*, (11-12 Eylül 2018), Cambridge, İngiltere; 32-37.
- PAULE, B., FLOURENTZOU, F. (2019) Perspective on Daylight Provision According to the New European Standard "Daylight in Buildings" (EN 17037). CIBSAT Journal of Physics: Conference Series, Lozan, İsviçre, 4-6 Eylül 2019.
- PAULEY, S.M. (2004) Lighting for the Human Circadian Clock: Recent Research Indicates That Lighting Has Become a Public Health Issue, *Medical Hypotheses* 63(4) 588-96.
- PEREZ, R., INEICHEN, P., SEALS, R., MICHALSKY, J., STEWART, R. (1990) Modeling Daylight Availability and Irradiance Components from Direct and Global Irradiance, *Solar Energy* 44(5) 271-89.
- QINGSONG, M., FUKUDA, H. (2016) Parametric Office Building for Daylight and Energy Analysis in the Early Design Stages, *Procedia-Social Behavioral Sciences* (216) 818-28.
- SOLVANG, H., KRISTIANSEN, T., BOTTHEIM, R.M., KAMPEL, W. (2020) Comparison and Development of Daylight Simulation Software—a Case Study, *12th Nordic Symposium on Building Physics*, (6-9 Eylül 2020), Tallin, Estonya, 19001.
- ŠPRAH, N., KOŠIR, M. (2020) Daylight Provision Requirements According to En 17037 as a Restriction for Sustainable Urban Planning of Residential Developments, *Sustainability* 12(1) 315.
- SÜMENGEN, Ö., ŞENGÖNÜL, G.M. (2022) Investigation of Daylight Performance in Traditional Residential Buildings in the Context of EN-17037 Standard-Sivas Hubiyar Korucu Mansion, *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning* 3(3) 376-96.
- ŞENER YILMAZ, F. (2014) *Sürdürülebilir Çevre İçin Mimari Aydınlatma Sistemi Tasarımında Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

- ŞENER YILMAZ, F. (2019) Binalarda Günışığı Performans Ölçütlerine Güncel Bir Bakış: En 17037 Standardı Ve Uygulaması, *10. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, (16-19 Ekim), İzmir, Türkiye.
- ŞİŞECAM (2021) *Performans Hesaplayıcı*. [https://performancecalculator.sisecamduzcam.com/.] Erişim Tarihi (11.12.2021).
- TAYLOR, A.K. (1924) A Portable Instrument for the Direct Measurement of Daylight Factor, *Journal of Scientific Instruments* 1(7) 214.
- TREGENZA, P. (1980) The Daylight Factor and Actual Illuminance Ratios, *Lighting Research and Technology* 12(2) 64-8.
- TREGENZA, P. (1987) Cloud Cover and Daylight Illuminance, *Building and Environment* 22(3) 163-5.
- TREGENZA, P.R. (1987) Subdivision of the Sky Hemisphere for Luminance Measurements, *Lighting Research and Technology* 19(1) 13-4.
- TREGENZA, P.R., WATERS, I. (1983) Daylight Coefficients, *Lighting Research and Technology* 15(2) 65-71.
- TS-EN:12216. (2018). Kepenler, Dış Ve İç Panjurlar-Terminoloji, Semboller Ve Tarifler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye
- TS-EN:17037+A1. (2022). Binalarda Günışığı Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- UÇ, B., DOKUZER ÖZTÜRK, L. (2019) Konut Yaşama Hacminde Gerekli Günışığı Aydınlığını Sağlayacak Pencere Açıklığının Belirlenmesi, *12. Ulusal Aydınlatma Kongresi*, (18-19 Eylül 2019), İstanbul, Türkiye; 113-120.
- UÇ, B., DOKUZER ÖZTÜRK, L. (2022) Determination of the Required Window Glazing Area Based on the Targeted Illuminance in Residences, *Megaron* 17(1) 68-82.
- VILLAMIL, A.A.G. (2014) *Environmentally Responsive Buildings: Multi-Objective Optimization Workflow for Daylight and Thermal Quality*, Yüksek Lisans Tezi, South California University, Kaliforniya, ABD.
- WALDRAM, P., WALDRAM, J. (1923) Window Design and the Measurement and Predetermination of Daylight Illumination, *The Illuminating Engineer* 16(45) 86-122.
- WIENOLD, J., CHRISTOFFERSEN, J. (2006) Evaluation Methods and Development of a New Glare Prediction Model for Daylight Environments with the Use of Ccd Cameras, *Energy and Buildings* 38(7) 743-57.
- WIRZ-JUSTICE, A., SKENE, D.J., MÜNCH, M. (2021) The Relevance of Daylight for Humans, *Biochemical pharmacology* (191) 114304.
- WONG, L. (2017) A Review of Daylighting Design and Implementation in Buildings, *Renewable and Sustainable Energy Review* (74) 959-68.
- WRIGHT, H.R., LACK, L.C. (2001) Effect of Light Wavelength on Suppression and Phase Delay of the Melatonin Rhythm, *Chronobiology International* 18(5) 801-8.
- ZAHMACIOĞLU, D. (2019) *Toplu Konutların Günışığı Ile Aydınlanma Ve Dış Ortamla Görsel Bağlantı Açısından İncelenmesine Bir Örnek: Suadiye Sitesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Kısaltma ve Semboller

cDA	: Sürekli günışığı otonomisi (Continuous daylight autonomy)
DGP _{e<5%}	: Referans zamanın %5'inde aşılmayan DGP sınır değerleri
DA	: Günışığı otonomisi (Daylight autonomy)
DF	: Günışığı çarpanı (Daylight factor)
E _{ref,50}	: Bir yıl içinde günışığı saatlerinin yarısında referans düzlemin en az %50'sinde oluşan aydınlık düzeyi
E _{ref,95}	: Bir yıl içinde günışığı saatlerinin yarısında referans düzlemin en az %95'inde oluşan aydınlık düzeyi
E _v	: Kullanıcının göz seviyesindeki aydınlık düzeyi
sDA	: Mekânsal günışığı otonomisi (Spatial daylight autonomy)
t _{ref}	: Hacmin kullanılan zamanı
t _{glare}	: DGP için belirlenen sınır değerlerin aşıldığı zaman dilimi
UDI	: Yararlı günışığı oranı (Useful daylight)
VD _p	: Cepheye paralel bakış doğrultusu,
VD _f	: Cepheye dik bakış doğrultusu
τ _{glazing}	: Gerecin ışık geçirme bileşeni
τ _{v, n-n}	: Gerecin düzgün ışık geçirme bileşeni
τ _{v, n-dif}	: Gerecin yayınık ışık geçirme bileşeni

Received: 26.09.2023; Final Text: 24.10.2024

Keywords: Daylight provision; view out; exposure to sunlight; glare protection; parametric modelling.

METHODOLOGICAL APPROACHES FOR EVALUATING THE DAYLIGHT PERFORMANCE OF COMPLEX FACADE FORMED AND OBSTRUCTED ROOMS ACCORDING TO EN 17037 STANDARD

Effective use of daylight is essential for human health and energy efficiency. Although, that daylight performance is evaluated under four main categories in the EN 17037:2022 Daylight in Buildings Standard, frequently cited in many daylighting studies, have not considered all the criteria. In the literature, it is observed that simple volumes with single openings or unobstructed box-shaped forms are generally preferred, and the detailed guidelines proposed in the EN 17037:2022 Standard are not utilized in these studies. Furthermore, the standard recommends that the daylight provision performance is calculated at one-hour intervals throughout the year and that the evaluations are made based on the achievement of target illuminance levels. Researchers utilize solstice dates because completing these calculations with non-parametric tools is time-consuming. The modules of parametric calculation tools include sDA/UDI criteria which are used in LEED/BREEAM certification systems, and which enable rational analyses instead of illuminance levels. Therefore, there is a need to develop methods for parametric workflows that can evaluate illuminance data at one-hour intervals throughout the year, as well as for comprehensive analyses of the daylight performance of complex-shaped buildings in accordance with the recommendations

provided in the standard. In this study, the daylight performance of a theoretical living room with a complex shape and multiple openings, a segmented facade, varying wall thickness, and surrounding obstructions, is examined in terms of the four criteria specified in the standard. Thus, it is aimed to develop methodological approaches that fulfil the detailed guidelines outlined in the standard. For the daylight provision criteria, both methods recommended in the standard are considered, and a parametric workflow is implemented in the Rhinoceros/Grasshopper program. The view out criteria are considered to encompass three subcategories and a fisheye camera is used via software to determine the visible layers. For the exposure to sunlight criteria, the total duration of three openings with different obstruction conditions is calculated, and the required glare protection class of the equipment for the glare protection criteria is determined. This study would contribute to the evaluation of the daylight performance of complex forms with varied obstruction conditions, considering all the criteria specified in the standard, as well as reducing time losses in daylight studies through the developed methods.

KARMAŞIK CEPHE YAPISI VE ENGEL DURUMUNA SAHİP HACİMLERİN GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ EN 17037 STANDARDI'NA UYGUN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK METODOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Günişliğin etkin kullanımı insan sağlığı ve enerji verimliliği açısından önem taşımaktadır. Günişliği çalışmalarında sıklıkla referans alınan TS-EN17037:2022 Binalarda Günişliği Standardı'nda doğal aydınlatma performansı dört ana başlık altında değerlendirilmiş olmasına karşın bugüne kadar yapılan pek çok çalışmada tüm ölçütler ele alınmamıştır. Literatürdeki çalışmalarda genel olarak, tek bir açıklığa sahip kutu formulu ve/veya etrafında engel olmayan basit hacimler tercih edildiği TS-EN17037:2022 Standardı'nda önerilen detaylı yönergelerin kullanılmadığı görülmüştür. Ayrıca, standartta yeterli günişliği aydınlığının sağlanması performansının bir yıl boyunca birer saat arayla hesaplanması ve değerlendirmelerin hedef aydınlık düzeyi başarımlarına göre yapılması tavsiye edilmektedir. Bahsedilen hesapların parametrik olmayan araçlar ile tamamlanması zaman aldığından araştırmacılar gündönümü tarihlerini kullanmaktadır. Parametrik hesaplama araçlarının hazır modüllerinde LEED/BREEAM sertifika sistemlerinde kullanılan ve aydınlık düzeyi değil, oransal analizlere imkân veren sDA/UDI ölçütleri yer almaktadır. Dolayısıyla, bir yıl boyunca birer saat arayla aydınlık düzeyi verilerinin değerlendirilebildiği parametrik iş akışlarına ve kompleks formulu yapıların günişliği performansının standarttaki yönergeler ışığında kapsamlı analizlerine yönelik yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada; birden fazla açıklığa sahip, parçalı cephesi olan, duvar kalınlığı değişken ve çevresinde engeller bulunan karmaşık formulu kuramsal bir yaşama hacminin günişliği performansı standartta belirtilen dört ölçüt açısından incelenmiştir. Böylelikle, standartta belirtilen detaylı yönergeleri kapsayacak yöntem önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Günişliği aydınlığının sağlanması ölçütü için standartta önerilen iki yöntem ele alınmış ve Rhinoceros/Grasshopper programında parametrik iş akışı oluşturulmuştur. Dış görüş ölçütü üç alt başlığı kapsayacak şekilde ele alınmış, görünür katmanlarının belirlenmesinde yazılım aracılığı ile balık gözü kamera kullanılmıştır. Güneşlenme ölçütü için engel durumu farklı olan üç açıklığın toplam süresi hesaplanmış, kamaşmadan korunma ölçütü için ihtiyaç duyulan gerecin kamaşma kontrol sınıfı belirlenmiştir. Yapılan

çalışma ile; karmaşık formlu ve farklı engel durumuna sahip hacimlerin günışığı performansının standartta belirtilen tüm ölçütler dikkate alınarak değerlendirilmesine ve geliştirilen yöntemler ile günışığı çalışmalarında zaman kayıplarının azaltılmasına katkı sağlanacaktır.

GÜLÇİN GÜLSÜM KONUK TAŞTAN; B.Arch, M.Sc.

Received her B.Arch and MSc. in building physics from Yıldız Technical University Faculty of Architecture (2007-2010). Currently a PhD candidate in Graduate Program in building physics at Yıldız Technical University. Major research interests include daylighting, room acoustics, and noise control. gulsum.tastan@std.yildiz.edu.tr

İŞİL İPLİK; B.Arch, M.Sc.

Received her B.Arch and MSc. in building physics from Yıldız Technical University Faculty of Architecture (2016-2019). Currently a PhD candidate in Graduate Program in building physics at Yıldız Technical University. Major research interests include noise control and daylighting. isil.iplik@nisantasi.edu.tr

HIZIR GÖKHAN UYDURAN; B.Arch, M.Sc.

Received his B.Arch from Yaşar University (2017) and MSc. in building physics from Yıldız Technical University Faculty of Architecture (2021). Major research interests include optimization, daylighting, and computer aided manufacturing. gokhan.uyduran@konu.com.tr

ŞENSİN YAĞMUR; B.Arch, M.Sc., PhD.

Received her B.Arch, MSc. and PhD degrees in building physics from Yıldız Technical University Faculty of Architecture (2002-2005-2012). Major research interests include physical environment control, daylighting, and artificial lighting. sensina@yildiz.edu.tr

