



İlköğretim Dersliklerinde Günişığı Performans Değerlendirmesine İlişkin Bir Çalışma

Gökçe Erdemir ^{1*}, Alpin Köknel Yener^{2*}

¹ ITU Faculty of Architecture, Taskısla Campus 34437, Beyoglu, Istanbul, Turkey, e-mail address:
erdemirg@itu.edu.tr

² ITU Faculty of Architecture, Taskısla Campus 34437, Beyoglu, Istanbul, Turkey, e-mail address:
yener@itu.edu.tr

* Gökçe Erdemir: erdemirg@itu.edu.tr; Tel.: (00905324513363)

(First received October 12, 2022 and in final form December 22 2022)

2nd International Conference on Design, Research and Development
December 14 - 17, 2022

Reference: Erdemir, G., Yener, A.K. İlköğretim Dersliklerinde Günişığı Performans Değerlendirmesine İlişkin Bir Çalışma. Orclever Proceedings of Research and Development,1(1), 257-270.

Özet

Tarihte yapılaşmanın başladığı ilk zamanlardan itibaren yerleşim kararı, bina biçimlendirilmesi ve cephe tasarımında günişığından yararlanma amacı etkin rol oynamıştır. Günümüzde ise enerji kaynaklarının tükenmeye başlaması sebebiyle bilinçli tüketimin gerekliliği kabul edilen bir gerçek olmuştur. Bu sebeple günişığının etkin kullanımı ve aydınlatma enerjisi tüketiminin azaltılmasına yönelik çözümlerin üretilmesi günümüz mimarlığının en önemli hedeflerinden biri haline gelmiştir.

Doğal aydınlatma sisteminin amacı, görsel konfor koşullarını göz önünde bulundurarak mekan içine yeterli günişığının ulaşmasını sağlamaktır. Günümüzde binaların mimari tasarımında enerji etkinliği açısından pasif sistemlerin kullanımı öncelikle tercih edilmektedir. Pasif sistem olarak doğal aydınlatma kullanımı, bina aydınlatma enerji gereksinimlerinin en aza indirgenmesi ve istenen görsel çevrenin yaratılması, konforun sağlanması açısından öncelikli olarak ele alınmalıdır. Eğitim yapılarında da eğitmen ve öğrencilerin görsel ihtiyaçlarının karşılanması ve aydınlatma enerjisi kullanımının en aza indirgenebilmesi için günişığının etkin şekilde kullanıldığı bir aydınlatma sistemi tasarlanması çok önemlidir. Yapılarda günişığı değerlendirilmesine yönelik geliştirilen ve CEN tarafından 29.07.2018 tarihinde onaylanmış, ve son olarak 02.03.2022 tarihinde güncellenmiş olan TS EN 17037 standardı kapsamında günişığı değerlendirmesi yeterli günişığının, dış görüşün ve güneşlenmenin sağlanması ve kamaşmanın önlenmesi



olmak üzere 4 başlıkta ele alınmıştır. İç mekanda günışığı değerlendirilmesinde belirtilen her ölçüt için 'en az, ortalama ve yüksek' olmak üzere üç derece tanımlanmıştır.

Bu çalışmada eğitim yapılarında günışığının sağlanması ölçütü TS EN 17037 standardı uyarınca incelenmiştir. Çalışma ile birlikte eğitim yapısı derslik tasarımında yeterli günışığı sağlanması bağlamında yön, engel durumu ve saydamlık oranı parametrelerinin optimum değerlerinin belirlenmesine ilişkin bir yaklaşım geliştirmek hedeflenmektedir. Ele alınan hacim, Milli Eğitim Bakanlığı'na yayınlanan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda tanımlanan ilköğretim derslikleri özelliklerine göre optimum ölçülerde oluşturulmuş ilköğretim binası dersliğidir. Türkiye'de günışığı performansını tanımlayan TS EN 17037 standardına göre MEB Asgari Tasarım Kılavuzu'nda verilen kıstasların değerlendirilmesi ve geliştirilmesi hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında ele alınan derslik modeli alternatif saydamlık oranları ve engel durumlarına göre Rhino programı ile modellenmiş olup; simülasyonda ise dinamik değerlendirme parametrelerinin hesaplanması için geliştirilmiş olan Climate Studio eklentisi kullanılmıştır. Yazılım içinde yer alan TS EN 17037 standardına göre değerlendirme yöntemleri kullanılarak ele alınan hacim yıllık günışığı performansı açısından değerlendirilmiştir. Hedef aydınlık düzeylerinin yıl boyunca günışığı saatlerinin yarısında sağlanabilirliği günışığı otonomisi yöntemiyle hesaplanmış olup, hesaplamalarda İstanbul ili iklim verileri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, TS EN 17037 Günışığı standardına göre değerlendirilerek, oluşturulan senaryolar günışığının sağlanması durumuna göre 'en az, orta ve yüksek' olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre ilköğretim derslik tasarımında İstanbul ili için optimum saydamlık oranı, pencere yönü ve engel durumu koşulları tartışılmıştır. Her yön için en uygun saydamlık oranları tartışılmıştır. Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda verilen minimum saydamlık oranı değerleri elde edilen optimum saydamlık oranları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Günışığı performansı, TS EN 17037, İlköğretim Derslikleri, Pencere tasarımı

A Study on Daylight Performance Evaluation in Primary School Classrooms

Abstract

From the early beginning of construction in history, priority of using daylight has played an active role in the settlement decision, building shape and façade design. Today, the necessity of conscious consumption has become an accepted fact due to the depletion of energy resources. For this reason, the effective use of daylight and reducing lighting energy consumption have become one of the most important goals of today's architecture.

The purpose of the natural lighting system is providing sufficient daylight to the target area, considering the visual comfort conditions. Nowadays, for the architectural design of buildings, the use of passive systems is primarily preferred in terms of energy efficiency. The use of natural lighting as a passive system, minimizing building lighting energy requirements and creating the desired visual environment should be



prioritized in terms of providing visual comfort. In educational buildings, it is vital to design a lighting system in which daylight is used effectively in order to meet the visual needs of the instructors and students and to minimize the usage of lighting energy. Within the scope of the TS EN 17037 standard, which was developed for daylight assessment in buildings and approved by CEN on 29.07.2018 and lastly updated on 02.03.2022, the criteria for daylight assessment is handled under 4 headings: daylight provision, view out, exposure to sunlight and protection from glare. For each criteria specified in indoor daylight assessment, three grades are defined as 'minimum, medium and high'.

In this study, the criterion of providing daylight in educational buildings was examined in accordance with the TS EN 17037 standard. With the study, it is aimed to develop an approach to determine the optimum values of the parameters of direction, obstacle presence and transparency ratio in the context of providing sufficient daylight in the primary classroom design. Investigated building type is the primary school building classroom, which was created in optimum dimensions according to the characteristics of primary education classrooms defined in the 'Educational Buildings Minimum Design Standards Guide' published by the Ministry of National Education. It is aimed to evaluate and develop the criteria given in the 'Educational Buildings Minimum Design Standards Guide' according to the TS EN 17037 standard, which defines daylight performance in Turkey. The classroom model discussed within the scope of the study has been modeled with the Rhino program according to the alternative transparency rates and obstacle situations; In the simulation, the Climate Studio plugin, which was developed for the calculation of dynamic evaluation parameters, was used. The area handled by using evaluation methods according to the 17037 standard included in the software was evaluated in terms of annual daylight performance. The availability of target illuminance levels in half of the daylight hours throughout the year was calculated using the daylight autonomy method, and the climatic data of the province of Istanbul were used as a representative in the calculations. The results obtained were evaluated according to the TS EN 17037 Daylight Standard, and the scenarios created were classified as 'minimum, medium and high' according to the availability of daylight. According to this classification, optimum transparency ratio, window direction and obstacle conditions conditions for the city of Istanbul in primary school classroom design are discussed. The optimal transparency ratios for each aspect are discussed. The minimum transparency ratio values given in the 'Educational Buildings Minimum Design Standards Guide' were compared with the optimum transparency ratios obtained.

Keywords: Daylight Performance, TS EN 17037, Primary school classrooms, Window Design

1. Giriş

Tarihte yapılaşmanın başladığı ilk zamanlardan itibaren yerleşim kararı, bina biçimlendirilmesi ve cephe tasarımında günışığından yararlanma amacı etkin rol oynamıştır. Yıllar içinde teknolojinin gelişmesi ile birlikte elektrik enerjisi aydınlatma amacıyla kullanılmaya başlanmış ve yaygınlaşmıştır. Bu gelişmelerle birlikte mimari tasarımda esneklik ve özgülleşme başlamıştır. Ancak günümüzde enerji kaynaklarının tükenmeye başlaması sebebiyle bilinçli tüketimin gerekliliği kabul edilen bir gerçek olmuştur. Bu sebeple günışığının etkin kullanımı ve aydınlatma enerjisi tüketiminin



azaltılmasına yönelik çözümlerin üretilmesi günümüz mimarlığının en önemli hedeflerinden biri haline gelmiştir.

Binalarda doğal aydınlatma sistemi kullanılmasında temel hedef; görsel konfor koşullarını göz önünde bulundurarak mekan içine yeterli günışığının ulaşmasını sağlamaktır.

Doğal aydınlatma tasarımında kullanıcının görsel performansının, psikolojik ve fizyolojik gereksinimlerinin karşılanması için yeterli günışığı aydınlık düzeyinin ve düzgün dağılımının sağlanması, direkt güneş ışığının zararlı etkilerinden kaçınılması gerekmektedir. Son yıllarda günışığı kontrol ve yönlendirme sistemlerinin de gelişmesi ile birlikte, binaların aydınlatılmasında gün içinde öncelikli olarak günışığının kullanılması yaygınlaşmıştır. Bu yönelimin başlıca sebepleri enerji korunumu ve günışığının insan sağlığı üzerindeki etkisi olarak sıralanabilir (**IESNA,2011**).

Günümüzde binaların mimari tasarımında enerji etkinliği açısından pasif sistemlerin kullanımı öncelikle tercih edilmektedir. Pasif sistem olarak doğal aydınlatma kullanımı, bina aydınlatma enerji gereksinimlerinin en aza indirgenmesi ve istenen görsel çevrenin yaratılması, konforun sağlanması açısından öncelikli olarak ele alınmalıdır (**TS EN 17037+A1:2022-03**). Mimaride günışığı etkisi analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için binalarda günışığı performans değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Binalarda günışığı performansının doğru şekilde belirlenmesi, dış aydınlık düzeyinin gerçeğe en yakın olarak hesaplanmasına bağlıdır. Bu noktada son yıllarda iklimsel farklılıkları göz önüne alan yeni değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Günışığı performansı değerlendirmek üzere geliştirilmiş yöntemler statik ve dinamik olmak üzere iki grupta incelenebilir. Günışığı faktörü ve aydınlık düzeyi literatürde sıkça kullanılan statik değerlendirme ölçütlerinin başlıcalarıdır. Ancak görsel konforun statik yöntemlerle net olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu sebeple geliştirilmiş dinamik yöntemler, daha geniş bir değişken grubuna izin verir iken, çevresel etmenlerin performans üzerindeki etkisini gerçeğe yakın olarak yansıtmaktadır (**IESNA,2011**).

Yapılarda günışığı değerlendirmesine yönelik geliştirilen ve CEN tarafından 29.07.2018 tarihinde onaylanmış, ve son olarak 02.03.2022 tarihinde güncellenmiş olan TS EN 17037 standardı kapsamında günışığı değerlendirmesi yeterli günışığının, dış görüşün ve güneşlenmenin sağlanması ve kamaşmanın önlenmesi olmak üzere 4 başlıkta ele alınmıştır. Standart kapsamında iç mekanda günışığı değerlendirmesinde belirtilen her ölçüt için 'en az, ortalama ve yüksek' olmak üzere üç derece tanımlanmıştır (**TS EN 17037+A1:2022-03**). Günışığı sağlama kriterlerinde belirtildiği üzere günışığı ile aydınlatma günışığı saatleri için yılın önemli bir bölümünde sağlanmalıdır. Sağlanan günışığı ile aydınlatma öncelikle iklim koşullarına, ardından binayı çevreleyen komşu yapılara, bina açıklıklarına, çevresindeki yapı elemanlarına ve iç mekan alanlarının konfigürasyonuna bağlıdır (**TS EN 17037+A1:2022-03**). Mekan içinde gerekli günışığı aydınlığının sağlanması için hedef aydınlık düzeyinin (E_v) mekanın %50'sinde ve yıllık

gün saatlerinin en az yarısı için günışığı ile sağlanması istenmektedir. Hedeflenen minimum aydınlık düzeyinin ise mekanın %95'inde yıllık gün saatlerinin en az yarısı için günışığı ile elde edilmesi istenir (TS EN 17037+A1:2022-03). Buna göre bir mekanın yeterli miktarda aydınlatıldığı kabulü için, referans düzlemi üzerinde gün saatlerinin en az yarısında hedef aydınlık düzeyinin sağlanması beklenmektedir. Referans düzlemi yüksekliği ise farklı biçimde belirtilmediği durumlarda 0.85m olarak alınmalıdır. Tablo 1'de düşey açıklığa sahip mekanlar için günışığı performans sınıflandırma tablosu verilmiştir.

Tablo 1 Düşey açıklığa sahip mekanlar için günışığı performans sınıflandırması (EN 17037+A1: 2022).

Günışığı Performans Sınıflandırması	Hedeflenen aydınlık düzeyi E_H (lx)	Hedef aydınlık düzeyinin mekanda sağlanma yüzdesi F_{hesap} düzlemi (%)	Günışığı Performans Sınıflandırması	Hedeflenen minimum aydınlık düzeyi E_{HM} (lx)	Hedef aydınlık düzeyinin mekanda sağlanma yüzdesi F_{hesap} düzlemi (%)
Minimum	300	50	Minimum	100	95
Orta	500	50	Orta	300	95
Yüksek	750	50	Yüksek	500	95

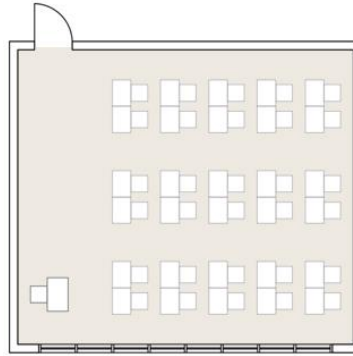
Bu çalışmada eğitim yapılarında günışığının sağlanması ölçütü TS EN 17037 standardı uyarınca incelenmiştir. Çalışma ile birlikte eğitim yapısı derslik tasarımında yeterli günışığı sağlanması bağlamında yön, engel durumu ve saydamlık oranı parametrelerinin optimum değerlerinin belirlenmesine ilişkin bir yaklaşım geliştirmek hedeflenmektedir. Ele alınan hacim, Milli Eğitim Bakanlığı'na yayınlanan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda tanımlanan ilköğretim derslikleri özelliklerine göre optimum ölçülerde oluşturulmuş ilköğretim binası dersliğidir. Türkiye'de günışığı performansını tanımlayan TS EN 17037 standardına göre Milli Eğitim Bakanlığı Asgari Tasarım Kılavuzu'nda verilen kıstasların değerlendirilmesi ve geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. Metot ve Yöntemler

Çalışma kapsamında ilköğretim derslikleri için doğal aydınlatma tasarımında yön, engel durumu ve saydamlık oranı parametrelerinin optimum değerlerinin belirlenmesine yönelik bir yaklaşım oluşturmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla oluşturulan derslik modeli, 2013 yılında eğitim yapılarına göre hazırlanan ve 2015 yılında revize edilen Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda ilköğretim dersliği için belirtilen kıstaslara göre tasarlanmıştır. (MEB, 2015).

Değerlendirilen derslik modeli kılavuzda verilen değerlere göre 30 kişilik olup; 1 öğrenci için minimum 1,60 m² kullanım alanı sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Derslik 7m x 8m

x 3,6 m (h) ölçülerindedir ve sıralar sol taraftan günışığı alacak şekilde tek cephede pencere kullanılmıştır. Pencere alanı, kılavuzda verildiği şekilde, taban alanının minimum %25'i kadar saydam yüzey bulundurma maddesine göre düzenlenmiştir. Bu durumda oluşturulan derslik hacminde önerilen en düşük saydamlık oranı (pencere alanı / duvar alanı) %50'dir. Alternatif senaryolar olarak %40 ve %30 saydamlık oranları ele alınmıştır. Derslik hacminin planı Şekil 1'de görülmektedir.



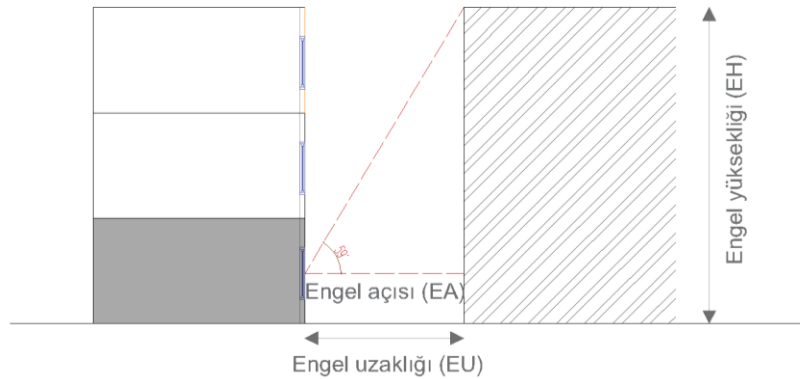
Şekil 2 Derslik Planı 7m x 8m x 3,6m (h)

Oluşturulan derslik modeli için alternatif senaryolar yönere göre kuzey, güney, doğu, batı ve saydamlık oranına göre %50, %40, %30 alınmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında oluşturulan 3 alternatif saydamlık oranına ek olarak, %40 ve %30 saydamlık oranları için ayrı düzen pencere yerleşimi alternatifleri oluşturulmuştur. Alternatif cephe senaryoları Tablo 2'de verilmiştir. Dersliklerin Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu'nda önerildiği şekilde giriş katta yer aldığı kabul edilmiş olup, simülasyonlarda giriş kat için hesaplama yapılmıştır.

Tablo 2 Alternatif cephe senaryoları

	A1		A2		A3		A4		A5	
Görsel										
Pencere Tasarımı	Genişlik (m)	7,2	Genişlik (m)	5,75	Genişlik (m)	4,32	Genişlik (m)	5,75	Genişlik (m)	4,32
	Yükseklik (m)	2	Yükseklik (m)	2	Yükseklik (m)	2	Yükseklik (m)	2	Yükseklik (m)	2
	Parapet yüksekliği (m)	0,9	Parapet yüksekliği (m)	0,9	Parapet yüksekliği (m)	0,9	Parapet yüksekliği (m)	0,9	Parapet yüksekliği (m)	0,9
	Alan (m2)	14,4	Alan (m2)	11,5	Alan (m2)	8,64	Alan (m2)	11,5	Alan (m2)	8,64
	Saydamlık Oranı	50%	Saydamlık Oranı	40%	Saydamlık Oranı	30%	Saydamlık Oranı	40%	Saydamlık Oranı	30%
	Pencere Konumu	Bitişik	Pencere Konumu	Bitişik	Pencere Konumu	Bitişik	Pencere Konumu	Ayrık	Pencere Konumu	Ayrık

Engele göre ise engel olması (59° EA) ve olmaması (0° EA) durumları ele alınmıştır. Engelin var olması durumu imar yönetmeliğine göre bitişik nizam bina olması durumunda komşu bina ile üçer metre çekme mesafesi olduğu kabulüne göre 6 metre engel uzaklığı (EU) olarak alınmıştır (**Resmî Gazete, 2017**). Komşu bina yüksekliği Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda ilköğretim yapıları için izin verilen maksimum kat sayısına göre kendi yüksekliğinde olan 12metre (3 katlı) olarak alınmıştır (**MEB, 2015**). Engel olmaması durumunda ise dersliğin bulunduğu binanın 4 tarafının bağımsız olduğu (komşu mahallerin olmadığı) var sayılmaktadır. Engel mesafesi ve kat yükseklikleri belirlenmesinde imar yönetmeliğindeki kıstaslar esas alınmıştır (**Resmî Gazete, 2017**). Şekil 2'de engel olması durumu ölçüleri verilmiştir.



Şekil 2 Engel olması durumu

Engel Uzaklığı (EU)= 6m; Engel Yüksekliği (EH)= 12m; Engel Açısı (EA) 59°

Oluşturulan hacimde EN 17037'de önerilen iç yüzey ışık yansıtma katsayıları tavan 0,7; duvarlar 0,5; Zemin 0,2; dış zemin 0,2; dış duvar 0,29 şeklinde olup kullanılan cam U değeri $1,62 \text{ W/m}^2\text{K}$; güneşiği geçirgenlik katsayısı (TVIS) 0,632 olan (dışarıdan içeriye 5,8mm cam, 12,7mm hava boşluğu, 5,7mm cam) berrak çift camdır.

Simülasyon için hazırlanan 8x7 m ölçülerinde derslik hacminin 0,85 m yüksekliğindeki çalışma düzleminde güneşiği performans değerlendirmesi yapılmış olup; hedef aydınlık düzeyi Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu'nda ilköğretim derslikleri için önerilen değer olan 300 lux olarak alınmıştır (**MEB, 2015**).

Ele alınan derslik modeli alternatif saydamlık oranları ve engel durumlarına göre Rhino programı ile modellenmiş olup; simülasyonda ise dinamik değerlendirme parametrelerinin hesaplanması için geliştirilmiş olan Climate Studio eklentisi kullanılmıştır. Yazılım içinde yer alan TS EN 17037 standardına göre değerlendirme yöntemleri kullanılarak ele alınan hacim yıllık güneşiği performansı açısından değerlendirilmiştir. Hedef aydınlık düzeylerinin yıl boyunca güneşiği saatlerinin yarısında sağlanabilirliği güneşiği otonomisi yöntemiyle hesaplanmış olup, hesaplamalarda İstanbul ili iklim verileri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, TS EN 17037 Güneşiği standardına göre değerlendirilerek, oluşturulan senaryolar güneşiğinin



sağlanması durumuna göre ‘en az, orta ve yüksek’ olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre ilköğretim derslik tasarımında İstanbul ili için optimum saydamlık oranı, pencere yönü ve engel durumu koşulları tartışılmıştır. Her yön için en uygun saydamlık oranları tartışılmıştır. Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Klavuzu’nda verilen minimum saydamlık oranı değerleri elde edilen optimum saydamlık oranları ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Sonuçlar

Çalışma kapsamında oluşturulan alternatif senaryolar TS EN 17037’de verilen değerlendirme yöntemlerinden yeterli günışığının ve dış görüşün sağlanması ve kamaşmadan korunma olmak üzere 3 başlıkta değerlendirilmiştir. Oluşturulan alternatif senaryolar, elde edilen simülasyon ve hesaplama sonuçlarına göre TS EN 17037’de tamınlanan en az, orta ve yüksek değerlerine göre sınıflandırılmıştır.

3.1. Yeterli Günışığının Sağlanması

EN 17037 standardında verilen sınıflandırmaya göre, çalışma alanında gerekli günışığı aydınlığının sağlanması için hedef aydınlık düzeyinin mekanın %50’sinde ve yıllık gün saatlerinin en az yarısında günışığı ile sağlanması beklenmektedir. Buna göre ilköğretim dersliklerinde gün saatlerinin yarısı için Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu’nda önerilen 300 lux’lük hedef aydınlık düzeyinin, TS EN 17037’de önerilen çalışma düzleminin %50’sinde ve TS EN 17037’de tanımlanan 100 lux minimum aydınlık düzeyinin mekanın %95’inde sağlanma durumları değerlendirilmiştir.

Tablo 3’te alternatif senaryolar için mekanın %50 sinde hedef aydınlık düzeyi 300 lux’ün, mekanın %95’inde minimum aydınlık düzeyi 100 lux’ün yıl içindeki gün saatlerinde sağlanma oranları verilmektedir. TS EN 17037 standardına göre yıl içindeki gün saatlerinin en az yarısında hedef değerlerin sağlanması beklenmektedir. TS EN 17037’de tanımlanan sınıflandırmaya göre gün saatlerinin yarısında mekanın en az %50’sinde 300 lux hedef aydınlık düzeyinin sağlanma durumu minimum; 500 lux hedef aydınlık düzeyinin orta, 750 lux’ün ise en yüksek olarak tanımlanmıştır.

İlköğretim derslikleri için önerilen 300 lux hedef aydınlık düzeyinin ve minimum aydınlık düzeyi 100 lux’ün minimum olarak sınıflandırılması yıl içinde çalışma alanında yeterli günışığının sağlanıp sağlanmadığını göstermektedir. Ayrıca orta ve en yüksek olarak sınıflandırılan alternatifler de olumlu olarak değerlendirilmektedir. Hedef aydınlık düzeyinin yıl içinde gün saatlerinin yarısından azında ve mekanın %50’sinin altında elde edildiği durumlarda ise mekan içinde yeterli günışığı sağlamadığı ve olumlu bir performans göstermediği görülmektedir. Aynı şekilde minimum aydınlık düzeyi 100



lux'ün mekanın %95 inden fazlasında ve gün saatlerinin en az %50'sinde sağlanamadığı durumlar olumsuz olarak tanımlanır.

Tablo 3 Alternatif Senaryolar İçin Güneşliği Performans Değerlendirmesi (Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeylerinin yıl içinde sağlanma yüzdesi

Cephe Modeli	Yön	Engel Durumu 0° / 59°	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi EH (lx)	Hedef Aydınlık Düzeyinin Mekanın %50'sinde Yıl İçindeki Gün Saatlerinde sağlanma yüzdesi (%)	Güneşliği Performans Sınıflandırması	Hedeflenen Minimum Aydınlık Düzeyi EH (lx)	Hedeflenen Minimum Aydınlık Düzeyinin Mekanın %95'inde Yıl İçindeki Gün Saatlerinde sağlanma yüzdesi (%)	Güneşliği Performans Sınıflandırması
A1 SAYDAMLIK ORANI %50	batı	0°	300	0,71	Minimum	100	0,80	Minimum
	batı	59°		0,52	Minimum		0,67	Minimum
	dogu	0°		0,70	Minimum		0,80	Minimum
	dogu	59°		0,51	Minimum		0,67	Minimum
	güney	0°		0,71	Orta		0,79	Minimum
	güney	59°		0,53	Minimum		0,66	Minimum
	kuzey	0°		0,62	Minimum		0,77	Minimum
	kuzey	59°		0,45	-		0,64	Minimum
A2 SAYDAMLIK ORANI %40	batı	0°	300	0,64	Minimum	100	0,77	Minimum
	batı	59°		0,31	-		0,55	Minimum
	dogu	0°		0,65	Minimum		0,76	Minimum
	dogu	59°		0,34	-		0,58	Minimum
	güney	0°		0,67	Minimum		0,77	Minimum
	güney	59°		0,26	-		0,54	Minimum
	kuzey	0°		0,49	-		0,72	Minimum
	kuzey	59°		0,32	-		0,53	Minimum
A3 SAYDAMLIK ORANI %30	batı	0°	300	0,41	-	100	0,68	Minimum
	batı	59°		0,03	-		0,33	-
	dogu	0°		0,39	-		0,67	Minimum
	dogu	59°		0,04	-		0,33	-
	güney	0°		0,54	Minimum		0,67	Minimum
	güney	59°		0,00	-		0,25	-
	kuzey	0°		0,12	-		0,61	Minimum
	kuzey	59°		0,07	-		0,36	-
A4 SAYDAMLIK ORANI %40	batı	0°	300	0,62	Minimum	100	0,77	Minimum
	batı	59°		0,32	-		0,58	Minimum
	dogu	0°		0,61	Minimum		0,76	Minimum
	dogu	59°		0,38	-		0,60	Minimum
	güney	0°		0,65	Minimum		0,77	Minimum
	güney	59°		0,34	-		0,57	Minimum
	kuzey	0°		0,47	-		0,71	Minimum
	kuzey	59°		0,31	-		0,56	Minimum
A5 SAYDAMLIK ORANI %30	batı	0°	300	0,23	-	100	0,53	Minimum
	batı	59°		0,00	-		0,17	-
	dogu	0°		0,21	-		0,54	Minimum
	dogu	59°		0,00	-		0,22	-
	güney	0°		0,36	-		0,58	Minimum
	güney	59°		0,00	-		0,17	-
	kuzey	0°		0,00	-		0,38	-
	kuzey	59°		0,00	-		0,21	-
	(-) olumsuz			minimum		orta		en yüksek



Elde edilen verilere göre %50 saydamlık oranındaki cephe alternatifinde saydam cephenin kuzey yönde bulunduğu ve engel olması durumu haricinde yeterli günışığının sağlandığı görülmüştür. Hedeflenen en az 300 lux aydınlık düzeyi engel olmaması durumunda %40 saydamlık oranı ve bitişik düzen pencerede sağlanmıştır. Yine aynı saydamlık oranında ama ayrıık düzen pencere düzenine sahip A4 alternatifinde ise engelli durumda yeterli günışığının sağlanmadığı, engelsiz durumda ise kuzey yönünde yeterli günışığının sağlanmadığı görülmektedir. %30 saydamlık oranlı cephe alternatifinin ise hedef aydınlık düzeyini sağlaması durumu güney yönü ve engel olmaması halinde mümkündür. Hedeflenen minimum değer olan 100 lux aydınlık düzeyi %40 ve %50 saydamlık oranları için her yönde sağlanmaktadır. %30 saydamlık oranına sahip cephelerde ise hedeflenen en az aydınlık düzeyi pencerenin bitişik düzende olduğu A3 alternatifinde ve engelsiz olma durumunda sağlanmaktadır. Pencereilerin ayrıık olduğu durumda ise engelin olmadığı ve saydam cephenin batı, doğu ve güney yönlerinde olduğu durumlarda mekanın %95'inde ve gün içindeki kullanım saatlerinin yarısında en az 100 lux değeri elde edilmektedir.

3.2. Dış Görüşün Sağlanması

Dış görüş konusu mekan tasarımında önemli bir parametre olup optimum bir dış görüşün bina kullanıcılarına fizyolojik ve psikolojik anlamda olumlu etkiler sağladığı bilinmektedir (EN 17037:2018+A1:2021). Binalarda Günışığı standardında dış görüşe ilişkin olarak binalarda sağlanması beklenen ölçütler, yatay görüş açısı, dış görüş mesafesi ve görünür katmanların özellikleri başlıklarında ele alınmıştır.

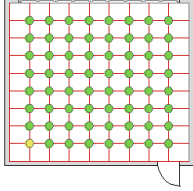
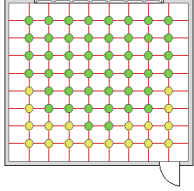
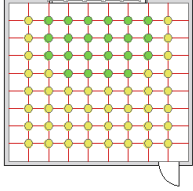
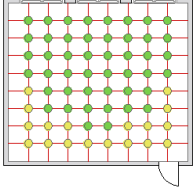
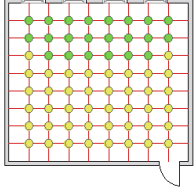
Dış görüş değerlendirmesinde EN 17037 günışığı standardında önerildiği üzere EN 12464-1 standardında verilen hesap noktası grid aralığı belirleme formülü kullanılmıştır. (EN 12464-1,2021). Pencereier her alternatifte tek duvar üzerinde bulunuyor olup, dış görüş açıları oluşturulan noktalardan pencere başlangıç ve bitişlerine çekilen çizgiler arası açılarının ölçümü ile hesaplanmıştır. Ayrıık düzendeki A3 ve A4 alternatiflerinde ise pencerelere ölçüm noktasından her pencere için dış görüş açıları alınıp, toplanmıştır (EN 17037:2018+A1:2021).

Yukarıda bahsedilen yöntem ile 5 cephe senaryosu için oluşturulan 81 hesap noktasından dış görüş açıları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, EN 17037 standardında verilen dış görüş açısı $\geq 54^\circ$ ise yüksek, $\geq 28^\circ$ ise orta, $\geq 14^\circ$ en az olarak değerlendirilmiştir. Standartta verilen dış görüş ölçütleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4 Dış Görüş Ölçütleri (17037:2018+A1:2021)

Dış Görüş Ölçütleri	En az Seviye	Orta Seviye	Yüksek Seviye
Yatay Görüş Açısı	>14	>28	>54
Dış Görüş Mesafesi	>6m	>20m	>50m
Görünür Katman Özellikleri	Yapma/doğal çevre görünür	En az iki katman görünür	Tüm katmanlar görünür

Tablo 5 Alternatif Cephe Senaryolarına Göre Dış Görüş Değerlendirmesi

A1	A2	A3	A4	A5
				
80 adet yüksek 1 adet orta	63 adet yüksek 18 adet orta	42 adet orta 39 adet yüksek	63 adet yüksek 18 adet orta	59 adet orta 22 adet yüksek
 yüksek: $\geq 54^\circ$	 orta: $\geq 28^\circ$	 en az: $\geq 14^\circ$		

Bu verilere göre A1, A2 VE A4 cepheleri dış görüşleri yüksek, A3 ve a5 cepheleri dış görüşleri orta olarak sınıflanmaktadır. Aynı saydamlık oranına sahip A3 ve A5 cephe alternatiflerinin dış görüşlerini karşılaştırdığımızda ise ayırık düzen pencereye sahip olan A5 cephesinde A3 e oranla daha az yüksek dış görüş noktası elde edilmiştir. Buna göre dış görüş açısından bitişik pencere yerleşiminin oda genelinde daha olumlu bir dış görüş senaryosu sunduğu söylenebilir.

3.3. Kamaşmadan Korunma

Kamaşma oluşumu mekan içindeki yüzeylerin parıltısının, çevredeki genel parıltı düzeyinden gözün alışık olmadığı derecede yüksek olması durumunda oluşan ve görsel performansın azalmasına sebep olan konforsuzluk durumudur (IESNA, 2011).

Tablo 6'da TS EN 17037'de tanımlanan kamaşma sınıfları verilmiştir. Buna göre binanın yıllık kullanım süresinin %5'inde %35'in altındaki DGP (GÜnüşüğü Kamaşma Olasılığı) değeri hissedilmeyen kamaşma, %35-40 arası değerler hissedilebilir kamaşma, %40-45 arası değerler rahatsızlık verici kamaşma ve %45 üzeri değerler katlanılamaz kamaşma olarak tanımlanmıştır (TS EN 17037+A1: 2022-03).

Tablo 6 TS-EN 17037’de tanımlanan Kamaşma Sınıfları (TS EN 17037+A1: 2022-03)

Kamaşma Sınıfı	DGP (%)	
Hissedilmeyen kamaşma	<35	
Hissedilebilir kamaşma	35-40	
Rahatsızlık verici kamaşma	40-45	
Katlanılamaz kamaşma	>45	

Kamaşmanın kontrol altına alınması için TS EN 17037 Standardında Güneşli Kamaşma Olasılığı (Daylight Glare Probability, DGP) yönteminin yıllık olarak kullanımı önerilmektedir. Standartta yer alan “binanın yıllık kullanım süresinin %5’inde DGP değerlerinin 0,45’i aşmaması” ölçütüne alternatif senaryolar değerlendirilmiştir. (TS EN 17037+A1:2022-03). Tablo 7’de alternatif senaryolar için kamaşma olasılıkları değerlendirilmiştir.

Tablo 7 Güneşli Kamaşma Olasılığının Değerlendirilmesi

Cephe Modeli	A1 SAYDAMLIK ORANI %50								A2 SAYDAMLIK ORANI %40								A3 SAYDAMLIK ORANI %30							
Yön	batı		dogu		güney		kuzey		batı		dogu		güney		kuzey		batı		dogu		güney		kuzey	
Engel Durumu	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°
% sDG>%5	0,16	0,03	0,35	0,05	0,35	0,12	0,00	0,00	0,11	0,03	0,22	0,06	0,23	0,09	0,00	0,00	0,18	0,01	0,16	0,03	0,18	0,05	0,00	0,00
Cephe Modeli	A4 SAYDAMLIK ORANI %40								A5 SAYDAMLIK ORANI %30															
Yön	batı		dogu		güney		kuzey		batı		dogu		güney		kuzey									
Engel Durumu	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°	0°	59°								
% sDG>%5	0,10	0,03	0,22	0,05	0,21	0,08	0,00	0,00	0,03	0,12	0,12	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00								

Elde edilen sonuçlara göre %50 saydamlık oranına sahip A1 cephesinde engelin olmaması durumunda saydam cephenin güney ve doğuda olduğu alternatiflerde TS-EN 17037’de hissedilebilir kamaşma olarak tanımlanan %35 DGP (Kamaşma olasılığı) hesaplanmıştır. Diğer alternatiflerin tümünde %35’ten düşük DGP elde edilmiştir. Rahatsızlık verici ve katlanılamaz kamaşma değerlendirilen hiçbir senaryoda



görülmemektedir. Elde edilen verilere göre yıl içindeki kullanım süresinin %5'inde %45'i geçen ve konforsuzluk durumu oluşturacak günışığına bağlı kamaşma olasılığının hiçbir alternatif için olmadığı görülmüştür. Buna göre Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu'na göre oluşturulan %50 saydamlık oranı ve diğer saydamlık oranına sahip cephelerin hiç birinde yıllık günışığı sebepli kamaşma olasılığı katlanılabileceğinden üzerinde kalmamaktadır. Buna göre yıllık değerlendirme yapıldığında güneş kontrolü gerekmediği görülmektedir. Ancak daha detaylı bir güneş control analizi için, aylık değerlendirmeler yapılmalıdır.

4. Tartışma ve Sonuç

Doğal aydınlatma sisteminin amacı, görsel konfor koşullarını göz önünde bulundurarak mekan içine yeterli günışığının ulaşmasını sağlamaktır. Kullanıcının görsel performansının sağlanması için yeterli günışığı aydınlık düzeyinin ve düzgün dağılımının sağlanması, direkt güneş ışığının zararlı etkilerinden kaçınılması gerekmektedir. Günışığı kontrol sistemlerinin gelişmesi ile birlikte, binaların aydınlatılmasında gün içinde öncelikli olarak günışığının kullanılması yaygınlaşmıştır. Ancak günışığı ile aydınlatmada enerji ve görsel performans üzerinde değerlendirme yapılması oldukça zordur. Bu bağlamda günışığının insan sağlığı ve enerji korunumu üzerindeki etkisi önemlidir ve görsel performans değerlendirme ve karşılaştırma yöntemlerinin oluşturulması mimari ve aydınlatma sisteminin bütünlük tasarımı için gereklidir. Optimum koşullardaki bir bina tasarımı için tüm parametrelerin mümkün olduğunca değerlendirilebilir olması istenmektedir. Binalarda günışığı değerlendirmesine ilişkin geliştirilen TS EN 17037 standardı günışığı değerlendirme yöntemlerini yeterli günışığının, dış görüşün ve güneşlenmenin sağlanması ve kamaşmanın önlenmesi olmak üzere 4 başlıkta ele almıştır.

Eğitim yapılarının tasarım kriterlerini açıklayan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu 2015 yılında yayınlanmış olup; klavuzda verilen tasarım kriterleri yeterince detaylı işlenmemiş durumdadır. En son güncelleme ile Türk Standardları Enstitüsü tarafından 2022'de yayınlanan TS-EN 17037+A1:2022-03 standardında binalarda günışığının değerlendirmesine ilişkin detaylı kriterler yer almaktadır. Binaların günışığı performansı yerleşim yeri, bina yönelimi, engel durumu gibi bir çok kısıtasa göre değişmektedir. Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu'nda yer alan 'saydam cephenin en az taban alanının %25'i kadar olmasının beklenmesi' durumu çok genel bir tanımlama olarak kalmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında oluşturulan derslikte taban alanının %25'ine tekabül eden %50 saydamlık oranına alternatif olarak %40 ve %30 saydamlık oranları farklı pencere yerleşimleri, alternatif engel durumları ve bina yönelimine göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre %40 ve %30 saydamlık oranı alternatiflerinin çoğunda TS-EN 17037'de tanımlanan yeterli günışığı sağlama



kıstaslarının sağlandığı görülmektedir. Ayrıca günışığı sebepli kamaşma olasılığı da oluşturulan tüm alternatifler için konfor koşulları içinde kalmaktadır.

Eğitim yapıları yerleşim ve tasarım kararlarında, TS EN 17037 standardının ilk tasarım aşamasından itibaren uygulanması durumunda, binalarda görsel konfor koşullarının sağlanması ve bina aydınlatma enerjisi gereksinimlerinin en aza indirgenmesi mümkün olacaktır. Eğitim yapılarında tasarım kriterlerine ilişkin yayınlanan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Klavuzu'nda önerilen günışığı ile aydınlatmaya ilişkin bölümlerin detaylandırılması, alternatif öneriler sunması optimum sonuçlar getirecektir.

Referanslar

- [1] Illuminating Engineering Society (2011). Lighting Handbook
- [2] Illuminating Engineering Society (2013). Recommended practice for daylighting buildings (IES Standard No. RP-5-13).
- [3] European Committee for Standardization (2021). Daylight in buildings (CEN Standard No. EN 17037:2018+A1 2021).
- [4] European Committee for Standardization (2021). Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places (EN 12464-1). Brussels: CEN.
- [5] Resmi Gazete. (2017). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan: Planlı alanlar imar yönetmeliği (Sayı: 30113).
- [6] Milli Eğitim Bakanlığı, (2015). Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu.
- [7] Türk Standardları Enstitüsü (2022). Binalarda günışığı (CEN/TC Standart No. TS EN 17037+A1: 2022-03).