

AFET SONRASI EĞİTİM BİNALARININ GÜNIŞIĞI YETERLİLİĞİ VE KAMAŞMA BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif RANAER HARPUTLUOĞLU¹ Alpin KÖKNEL YENER²

^{1,2} İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Taşkışla Kampüsü
Harbiye Mahallesi, Taşkışla Cd, No:2 34367, Şişli/ İSTANBUL

¹ranaer@itu.edu.tr

²yener@itu.edu.tr

ÖZET

Afetlerde en fazla fiziksel ve psikolojik hasar alan grupların başında gelen çocukların ruhsal olarak rehabilite edilmesi ve eğitim-öğretiminin sekteye uğramaması için afet sonrası eğitim binalarının yeniden inşa edilmesi büyük önem arz etmektedir. İnşa edilecek eğitim binalarında strüktürel dayanıklılığın yanında fizyolojik ve psikolojik gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir. Bu gereksinimlerden biri de günışığıdır. Eğitim binalarında günışığının öğrenme, sağlık ve iyi olma hali gibi birçok konu üzerinde olumlu etkisinin olduğu çalışmalarda bildirilmektedir. Bu doğrultuda; ön tasarım aşamasından itibaren günışığının tasarım kararlarında göz önünde bulundurulması ve etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Türkiye’de eğitim binalarının inşa süreçleri, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yürütülmekte olup tip projeler esas alınarak sürdürülmektedir. Kahramanmaraş Depremleri sonrası MEB afet projeleri başlığı altında deprem bölgesinde inşa edilecek tip projeler yayınlamıştır. Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin eğitim-öğretim ve rehabilitasyon süreci için önemli olan, afet sonrası inşa edilecek eğitim binalarının TS EN 17037 standardı doğrultusunda günışığı yeterliliği ve kamaşma kriterleri bakımından günışığı performansının analiz edilmesidir. Afet sonrası olası senaryolar göz önünde bulundurularak; dersliklerin günışığı performansı engel açısı, yön, hacim boyutları ve güneş kontrolü değişkenleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. ClimateStudio eklentisi kullanılarak yıllık iklime dayalı değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonunda afet sonrası olası durumlar göz önünde bulundurularak geliştirilen tüm senaryoların TS EN 17037 standardındaki gereklilikleri sağladığı belirlenmiştir. Hacim boyutunun ve engel açısının günışığı performansı bakımından ele alınan diğer değişkenlere göre daha etkili parametreler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Günışığı Yeterliliği, Kamaşma, Eğitim Binalarında Aydınlatma Tasarımı, Afet Sonrası Tasarım, Görsel Konfor.*

1. GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu jeolojik, meteorolojik ve topoğrafik özellikler nedeniyle sık sık şiddetli doğal afetlere maruz kalmaktadır. Bu şiddetli afetler sonucunda çok sayıda can ve mal kaybı oluşmaktadır. Doğal afetlerden biri olan deprem bakımından Türkiye değerlendirildiğinde; Dünya’da “yüksek riskli” olarak nitelendirilen coğrafyada yer almakta olup ortalama beş yılda bir geniş çapta can ve mal kaybına neden olan bir deprem yaşamaktadır [1].

Bu büyük depremlerin ardından öncelikli hedef barınma ihtiyacının giderilmesi olarak düşünülse de afetzedelerin rehabilite edilmesi

ve sosyal hayata geri dönüşünün sağlanması da çok önemlidir. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri’nin ardından; depremden etkilenen 4,1 milyon öğrenci göz önünde bulundurulduğunda eğitim binalarının yeniden inşası kritik hale gelmiştir [2]. Eğitim binalarının inşasında strüktürel dayanıklılık gibi konuların yanında kullanıcılar olan çocukların fizyolojik ve psikolojik gereksinimlerinin gözetilmesi gerekmektedir.

Fizyolojik ve psikolojik gereksinimler doğrultusunda hacimler için sağlanması gerekli olan konfor koşulları şekillenmektedir. Konfor koşullarından biri olan görsel konfor TS EN 12665’te ; “görsel çevre tarafından uyarılmış, görsel olarak iyi

olmanın öznel bir durumu” olarak tanımlanmaktadır [3]. Görsel konfor, eğitim binalarının ön tasarım aşamasından itibaren ele alınan birçok tasarım parametresine bağlı olup alınan tasarım kararlarından doğrudan etkilenmektedir.

2. EĞİTİM BİNALARININ TASARIMI

Türkiye’de son yaşanan 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri’nde; deprem bölgesinde tüm eğitim kademelerinde yaklaşık 4,1 milyon öğrencinin olduğu bildirilmiş, bu öğrenci sayısının Türkiye genelindeki öğrenci sayısına oranı ise yüzde 21,4 olarak açıklanmıştır [2]. Ebeveyn kaybı, sağlık sorunları ve okuldan/egitimden uzaklaşma gibi birçok fiziksel ve psikolojik problemle yüzleşen bu çocukların sosyal, kültürel ve kamusal ortama tekrar karışmalarını sağlayan eğitim binalarının tasarımında strüktürel dayanıklılığın yanında gerekli konfor koşullarının yaratılması da göz önünde bulundurulması gereken bir konudur.

Eğitim binalarında öğrencilerin zamanlarının çoğunu geçirdikleri mekanlar olan dersliklerdeki görsel koşullar, görsel eylemler kadar zihinsel etkinliklerin gerçekleştirilmesi için de önemlidir. Bu nedenle; fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçların karşılanması eğitim binalarının tasarımında tasarımcıların sorumluluklarından biridir [4]. Eğitim binalarında görsel konfor koşullarının sağlanması ile öğrencilerin göz sağlığının korunması, görsel performanslarının artırılması, öğrenme performanslarının üst düzeyde tutulması ve psikolojik açıdan da çevrelerinden hoşnut olmaları hedeflenmektedir [5].

Türkiye’de eğitim binalarının tasarımı eğitim sistemi kademelerine bağlı olarak farklı Türk standartları doğrultusunda ele alınmaktadır. “TS 9518 İlköğretim okulları - Fiziki yerleşim - Genel kurallar” standardında ilköğretim okulları fiziki yerleşiminin genel kuralları bulunmakta olup “TS 10492 Okullar - Orta Öğretim - Genel Kurallar” standardında orta öğretim okullarının fizikî yapı, işletmecilik ve

çalışanlarla ilgili genel kurallarına ilişkin bilgiler/açıklamalar yer almaktadır [6, 7]. Bu standartların yanında “TS 12860 Kamu binalarında mekân ihtiyacı - Eğitim binaları - Genel kurallar” standardında da genel bilgiler yer almaktadır [8]. Eğitim binalarının tasarımı için TS standartlarının referans olarak kullanılmasına ek olarak; Milli Eğitim Bakanlığı eğitim binalarının mimari projelerinin “tip” olarak üretilmesi kararını benimsemektedir. Günümüzde MEB’e bağlı okul ve kurumların binalarının uygulanacak programların özelliklerine uygun olarak yaptırılması için ilgili birimler tarafından önerilen ihtiyaç programları dikkate alınarak tip (örnek) projeler hazırlanmakta ve uygulanmaktadır [9]. 2015 yılında MEB tarafından yayınlanan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzu da eğitim binalarının tasarımı için gerekli olan açıklamaları içermektedir [10].

MEB tarafından 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri’nin ardından ‘afet bölgesinde kullanılacak projeler’ adıyla çocukların ruhsal ve bedensel gelişimlerini gözetme, çocuk güvenliğini ve çocuğun iyi olma halini destekleme amacıyla çeşitli tip projeler yayınlanmıştır [3, 9]. Bu projeler, çadır kent ve konteyner alanlarında eğitim-öğretimin sürdürülebilmesi için inşa edilen geçici eğitim mekanları olarak tasarlanmıştır. Eğitim kademesine ve derslik sayısına bağlı olarak farklı eğitim binası projeleri bulunmaktadır.

3. EĞİTİM BİNALARINDA DOĞAL AYDINLATMA TASARIMI

Eğitim binalarında aydınlatmanın ana hedefinin öğrenci ve öğretmenlere görsel açıdan yaşanabilir bir çevre oluşturmak olduğu belirtilmektedir [11]. Kullanım süresinin büyük bir bölümü gün saatleri içerisinde olduğu için eğitim binalarında doğal aydınlatma tasarımı son derece önemlidir.

Literatürdeki yayınlarda; günışığının eğitim binalarında diğer bina tipolojilerine kıyasla

daha önemli bir faktör olduğu sıklıkla vurgulanmıştır [12]. Tanner öğrenme ve sağlığın günışığı eksikliğinden etkilendiğini [13] belirtmiş; Lo Verso ve arkadaşları da günışığı ile öğrenci performansı arasında doğrudan bir bağlantı olduğunu bildirmiştir [14].

Doğal aydınlatma tasarımında referans kaynak olan ve 2021 yılında revize edilerek son halini alan “TS EN 17037 Binalarda Günışığı” isimli standart; binalarda günışığı performansının değerlendirilmesi için belirlenen ölçütleri ve performans değerlendirmesinde kullanılacak yöntemleri kapsamaktadır. Bu standartta; hacimlerde günışığı performansı binalarda yeterli günışığı aydınlığının sağlanması, dış görüşün sağlanması, yeterli güneş ışığının iç mekana alınması ve günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması olmak üzere 4 ölçüt kullanılarak değerlendirilmektedir. Standartta bu ölçütler ve ölçütlerin sınır değerleri, bina fonksiyonlarından bağımsız olarak belirlenmiştir [15]. Bu çalışmada; afet sonrası inşa edilen eğitim binalarının günışığı performansları yeterli günışığı aydınlığının sağlanması ve günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması kriterleri doğrultusunda değerlendirilecektir. Bu ölçütlere ilişkin detaylı açıklamalara aşağıda yer verilmiştir.

- **Yeterli günışığı aydınlığının sağlanması**

Binalarda yeterli günışığı aydınlığının sağlanması ölçütünde; Günışığı Faktörü (Statik yöntem) ve Detaylı Günışığı Modellemesi (Dinamik yöntem) olmak üzere iki farklı değerlendirme yöntemi kullanılarak hacimdeki günışığı miktarı değerlendirilmektedir. Bu çalışmada kullanılan dinamik yöntem detaylı günışığı modellemesi yönteminde; yıllık meteorolojik veriler doğrultusunda tanımlanan güneş ve gök koşullarının esas alınması sonucunda günışığı performansı yıllık ve saatlik olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemde; günışığı aydınlığının değerlendirilmesi CIE tarafından

akredite edilmiş günışığı simülasyon programları kullanılarak yapılmaktadır. Yeterli günışığı aydınlığının sağlanması ölçütünde bu yöntem kullanıldığı durumda; ele alınan hacimdeki yatay ve düşey cephe açıklıkları için ayrı kriterler esas alınmaktadır. Tablo 1 ve Tablo 2’de düşey ve eğimli açıklıklar için günışığı performans sınıflandırılmasına ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Yeterli günışığı aydınlığının hem hedef aydınlık düzeyi hem de minimum aydınlık düzeyi bakımından standartta belirtilen sürelerde ve mekanda belirtilen yüzdelerde sağlanması gerekmektedir [15].

Tablo 1: Düşey ve eğimli açıklıklar için hedef aydınlık düzeyi bakımından günışığı performans sınıflandırması [15].

Günışığı performansı sınıflandırması	Hedef aydınlık düzeyi (E_H) (lx)	E_H ' nin mekanda sağlanma yüzdesi	E_H ' nin yıllık gün saatlerinde sağlanma yüzdesi
Minimum	300	%50	%50
Orta	500	%50	%50
Yüksek	750	%50	%50

Tablo 2: Düşey ve eğimli açıklıklar için minimum aydınlık düzeyi bakımından günışığı performans sınıflandırması [15].

Günışığı performansı sınıflandırması	Min. aydınlık düzeyi (E_{HM}) (lx)	E_{HM} ' nin mekanda sağlanma yüzdesi	E_{HM} ' nin yıllık gün saatlerinde sağlanma yüzdesi
Minimum	100	%95	%50
Orta	300	%95	%50
Yüksek	500	%95	%50

Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzunda derslikler için önerilen ortalama aydınlık düzeyi değeri 300 lx olduğu için hedef aydınlık düzeyi 300 lx olarak kabul edilmiş ve günışığı performansı sınıflandırmasında minimum günışığı performansı gereklilikleri bakımından senaryolar değerlendirilmiştir [10].

- **Günişığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması**

Gözün geçici olarak günişığı kaynaklı dış etkilerle çevredeki cisimleri göremez duruma gelmesi olarak tanımlanan kamaşma [2], görüş alanı içindeki yüzeylerin parıltısına bağlı olarak oluşmakta olup TS EN 17037 Standardı'nda Günişığı Kamaşma Olasılığı (Daylight Glare Probability, DGP) yönteminin yıllık olarak kullanılmasıyla hesaplanmaktadır. Standartta belirtilen eşitlik kullanılarak hesaplanan DGP değerinin; binanın yıllık kullanım süresinin %5'inde 0,45'i aşmaması gerekmektedir. Standartta özellikle okuma, yazma ya da bilgisayar kullanma eylemlerinin gerçekleştirildiği mekanlar için bu ölçütün sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Tablo 3'te kamaşma miktarları doğrultusunda yapılan sınıflandırmaya yer verilmiştir [15].

Tablo 3: Kamaşmaya karşı koruma için önerilen eşik seviyeleri $DGP_e < \%5$ [15].

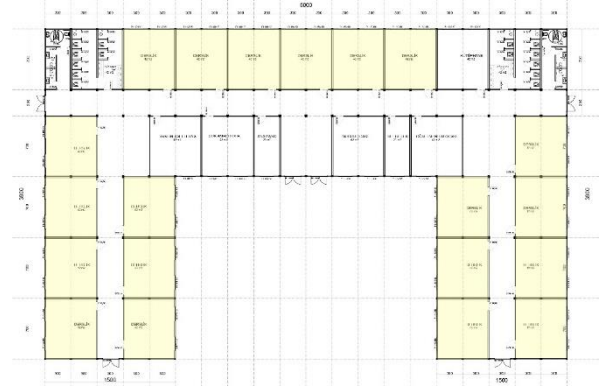
Kamaşma için önerilen düzey	$DGP_e < \%5$, %
Minimum	0,45
Orta	0,40
Yüksek	0,35

4. AFET SONRASI EĞİTİM BİNALARININ GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Afet sonrası eğitim-öğretimin sürdürülmesi için inşa edilen eğitim binalarının projeleri; derslik sayısı ve taşıyıcı sisteme bağlı olarak farklı tasarım çözümlerine sahiptir. Bina formu bakımından dikdörtgen, L ve U bina formuna sahip projeler bulunmaktadır. Bu projeler; öğrenci kapasitesine bağlı olarak 4 ile 20 derslik arasında değişen derslik sayısına sahiptir.

Çalışmada; eğitim binalarında en yoğun kullanımı olan dersliklerin günişığı performansı yeterli günişığı performansı ve kamaşmanın kontrol altına alınması kriterleri bakımından incelenecektir. MEB tarafından yayınlanan projeler içerisinde konteyner tipi

tek katlı 20 derslikli proje üzerinden çalışma yürütülmüştür. U plan formuna sahip projenin zemin kat planı şekilde gösterilmiş, derslikler sarı renk ile ifade edilmiştir.



Şekil- 1. Ele alınan eğitim binası mimari projesi [9].

Afet sonrası bu eğitim yapıları çadır kent ve konteyner alanlarına inşa edilmektedir. İnşa edildikleri alanlar ve inşa süreçleri göz önünde bulundurularak dış çevreye ilişkin parametrelere dair kabuller yapılmıştır. Bu kabuller Tablo 4'te gösterilmiştir. İç mekana dair yapılan kabullerde ise MEB tarafından yayınlanan projeler, Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzu [10] ve inşa edilmiş örnek projeler esas alınmıştır.

Tablo 4: Çalışmada kabul yapılan parametreler ve değerler.

Dış çevreye ilişkin parametreler	Kabul edilen değerler
Engel yüzey malzemesi ışık yansıtma çarpanı	%50
Zemin ışık yansıtma çarpanı	%20
İç mekana ilişkin parametreler	Kabul edilen değerler
Hacim yüksekliği	2.64 m (döşemeden tavana)
Hacim iç yüzeyleri ışık yansıtma çarpanı	Zemin: %39-açık kahverengi Duvar: %75-krem Tavan: %81-beyaz
Pencerenin yerden yüksekliği	90 cm
Pencere sayısı ve boyutu	2 adet- 160x150 cm
Camın günişığı geçirme çarpanı (Tvis)	%70 – Low-e kaplamalı çift cam

Dış çevreye ilişkin yapılan kabullerde; engel yüzey malzemesi ışık yansıtma çarpanı %50 (açık gri renk) ve zemin ışık yansıtma çarpanı %20 (çim) olarak alınmıştır. İç mekana dair yapılan kabullerde; hacim yüksekliği konteyner boyutları esas alınarak 2.64 m(döşemeden tavana) olarak belirlenmiştir. Bu yükseklik konteyner yüksekliği esas alınarak oluşturulmuştur. Hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanı TS EN 17037 standardında önerilen ışık yansıtma çarpanı aralıkları referans alınarak tavan 0,81 (beyaz); duvarlar 0,75 (krem); zemin 0,39 (açık kahverengi) olarak kabul edilmiştir [15]. Pencerelerde low-e kaplamalı, ısı geçirme katsayısı (U değeri) 1,66 W/m²K ve güneşiği geçirme çarpanı (Tvis) 0,70 olan cam türü kullanılmıştır (dışarıdan içeriye 5,8 mm berrak cam, 12,7 mm hava boşluğu, 5,8 mm low-e berrak cam).

Çalışma, depremin en çok etkilediği illerden biri olan Kahramanmaraş ili için yürütülmüştür. Derslik hacminin 0,85 m yüksekliğindeki çalışma düzlemindeki güneşiği performansı değerlendirilmiştir. Deprem sonrası inşa edilecek eğitim binalarında olası koşullar göz önünde bulundurularak senaryolar oluşturulmuş, değişkenler ele alınmıştır. Senaryolar ve değişkenler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Çalışmada ele alınan senaryolar ve değişkenler.

Değişkenler	Engel durumu	Hacim boyutları	Güneş Kontrolü	Kuzey	Batı	Güney	Doğu
Senaryolar	Engel açısı 0°	6x7	Yok	S01	S02	S03	S04
		7x6		S09	S10	S11	S12
		6x7	Var	S17	S18	S19	
		7x6		S23	S24	S25	
	Engel açısı 30°	6x7	Yok	S05	S06	S07	S08
		7x6		S13	S14	S15	S16
		6x7	Var	S20	S21	S22	
		7x6		S26	S27	S28	

Tablo 5'te de görüldüğü gibi bu senaryolarda; engel durumu, yön, hacim boyutları ve güneş kontrol durumları yeterli güneşiği aydınlığı ve kamaşma bakımından analiz edilmiştir. Engel durumunda; engelin olmadığı durum (0°) ve engelin olduğu durum (30°) ele alınmıştır. Engelin olduğu durum; afet sonrası yerleşmeler dikkate alınarak eğitim binasından 6 m uzaklıkta 5,6 m yüksekliğinde 18 m uzunluğunda bir binanın olduğu durum olarak oluşturulmuştur. Hacim boyutları MEB tarafından paylaşılan projelerdeki iki farklı hacim boyutunu (6x7 ve 7x6 m) esas almaktadır. Oluşturulan derslik için alternatif senaryolar MEB tarafından yayınlanan projedeki yönler göre kuzey, batı, güney ve doğu olarak belirlenmiştir. Güneş kontrol elemanı değişkeninde; güney yön için 180 cm genişliğinde 60 cm uzunluğunda yatay saçak, doğu ve batı yönleri için ise güneşin güneyden geliş tarafına pencere yüksekliğinde 60 cm genişliğinde düşey elemanlar kullanılmıştır. Güneş kontrol elemanlarının malzemesi metal olup açık gri renklidir (ışık yansıtma çarpanı %50).

Ele alınan tasarım senaryoları; Rhino programı ile modellenmiş olup güneşiği performansı değerlendirmesi için ClimateStudio eklentisi kullanılmıştır. ClimateStudio eklentisi iklimle dayalı güneşiği performansını değerlendirmek üzere geliştirilmiş bir yazılımdır. Yazılımın içinde yer alan TS EN 17037 standardına göre değerlendirme yöntemleri kullanılarak değerlendirmeler yapılmış, elde edilen sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Yıllık gün saatlerinin yarısında hedef aydınlık düzeyinin (300 lx) mekanın %50'sinde ve minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekanın %95'inde sağlanmasını hedefleyen yeterli güneşiği aydınlığının sağlanması kriteri bakımından senaryolar incelendiğinde; tüm senaryoların bu kriterdeki gereklilikleri sağladığı belirlenmiştir. Sonuçlar değişkenler bakımından analiz edilerek sunulmuştur. Yön değişkenine dair sonuçlar diğer başlıklar altında karşılaştırılarak açıklanmıştır.

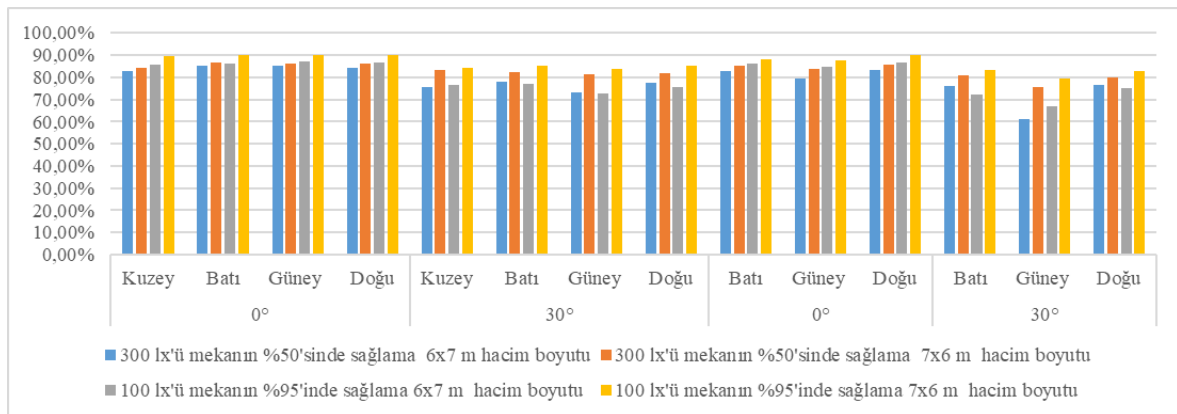
Tablo 6: Çalışmada elde edilen sonuçlar.

Senaryo numarası	Mekannın %50'sinde 300 lx'ün sağlandığı saatlerin yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi	Mekannın %95'inde 100 lx'ün sağlandığı saatlerin yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi	Katlanılmaz kamaşma (DGP>0,45'in yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi)
S01	82,85%	85,89%	1%
S02	85,23%	86,26%	3%
S03	84,98%	87,33%	3%
S04	84,34%	86,80%	3%
S05	75,78%	76,60%	1%
S06	77,81%	76,92%	1%
S07	73,04%	72,47%	1%
S08	77,53%	75,80%	1%
S09	84,36%	89,38%	0%
S10	86,67%	89,93%	2%
S11	86,37%	90,05%	2%
S12	85,96%	90,07%	2%
S13	83,35%	84,27%	0%
S14	82,47%	85,27%	1%
S15	81,21%	83,90%	1%
S16	81,80%	85,41%	1%
S17	82,90%	86,28%	2%
S18	79,66%	84,82%	2%
S19	83,15%	86,87%	2%
S20	76,10%	72,44%	1%
S21	61,12%	67,15%	1%
S22	76,64%	75,21%	1%
S23	85,14%	87,89%	1%
S24	83,81%	87,79%	1%
S25	85,87%	89,86%	1%
S26	81,10%	83,13%	1%
S27	75,75%	79,63%	1%
S28	79,04%	92,90%	1%

• **Yeterli günışığı aydınlığının sağlanması**

Hacim boyutu etkisi; çalışmada ele alınan 6x7 m ve 7x6 m hacim boyutlarına sahip iki farklı hacim boyutunda hacimdeki pencere boyutu ve sayısı değişmemektedir. Bu durum farklı saydamlık oranlarına (%32, %27) sahip senaryoların oluşmasına neden olmuştur. Şekil-2'de senaryoların yeterli günışığı aydınlığını sağlama kriteri bakımından sonuçlarına yer verilmiştir. Bu doğrultuda sonuçlar incelendiğinde; mekan içinde gerekli günışığı aydınlığının sağlanması kriterinde hedef aydınlık düzeyinin (300 lx) mekannın %50'sinde ve yıllık gün saatlerinin en az yarısında sağlanması bakımından engelsiz durumlarda 4 yön için de 7x6 m'lik hacim boyutlarına sahip senaryoların yaklaşık %1,5 farkla daha yüksek günışığı yeterliliğine sahip olduğu belirlenmiştir. 30° engel açısına sahip senaryolarda; günışığı yeterliliğine dair fark daha belirgin hale gelmektedir, engelsiz senaryolarda olduğu gibi 7x6 m'lik hacim boyutlarına sahip senaryoların günışığı yeterliliği daha yüksektir (Kuzey: %7,6, Batı: %4,7, Güney: %8,2 ve Doğu: %4,3 yönlerinde fark bulunmaktadır).

Minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekannın %95'inde ve yıllık gün saatlerinin en az yarısında sağlanması bakımından engelsiz senaryolar incelendiğinde; hedef aydınlık düzeyinde olduğu gibi hacim boyutlarının günışığı aydınlığını %3 ve %4 oranında etkilediği görülmüştür. Engelin olduğu senaryolarda bu fark, kuzey ve batı yönleri



Şekil- 2. Ele alınan senaryoların yıllık gün saatleri bakımından günışığı aydınlığı sonuçları.

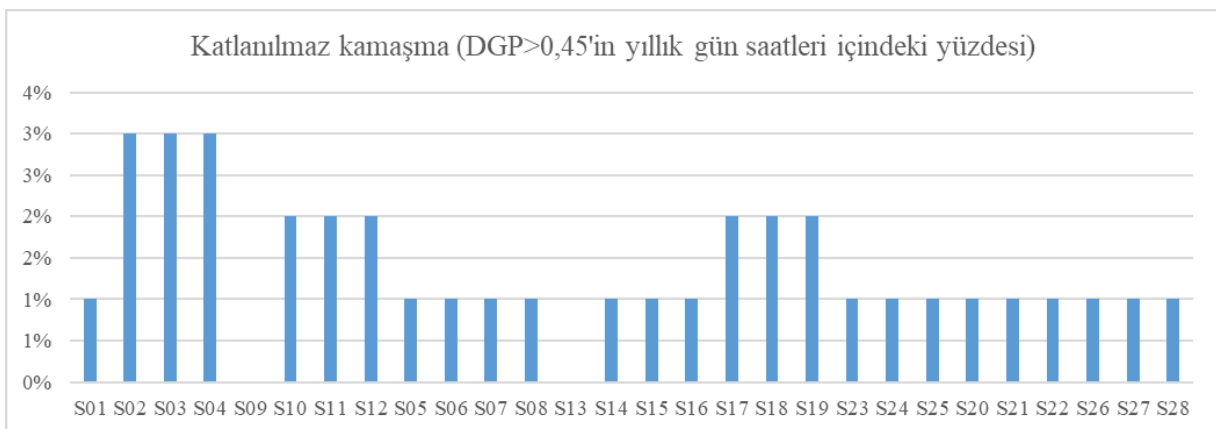
için %8, güney için %11 ve doğu için %10'a çıkmaktadır.

Engel etkisi; çalışmada engelsiz durum(0°) ve engelli durum olmak üzere (30°) iki farklı engel açısı durumu ele alınmıştır. Mekan içinde gerekli günışığı aydınlığının sağlanması kriterinde hem hedef aydınlık düzeyi hem de minimum aydınlık düzeyi bakımından engelsiz senaryoların günışığı performansı engelli duruma sahip senaryolara göre daha yüksektir. 6x7 m'lik hacim boyutlarına sahip senaryolarda; en fazla güney yönde engelin etkisi ortaya çıkmıştır. Engelsiz ve engelli senaryolar arasında güney yön için hedef aydınlık düzeyi bakımından %12 minimum aydınlık düzeyi bakımından da %15 fark tespit edilmiştir. Diğer yönlerde engelin etkisi güney yöne bakan senaryolara göre daha az olmuştur (%7). 7x6 m hacim boyutlarına sahip senaryolarda; 6x7 m hacim boyutlarına sahip senaryolarda olduğu gibi engelin etkisi en fazla güney yönde belirlenmiştir (hedef aydınlık düzeyi bakımından %5, minimum aydınlık düzeyi bakımından da %6). Batı ve doğu yöne bakan senaryolarda engel, hedef aydınlık düzeyi bakımından %4 ve minimum aydınlık düzeyi bakımından da %5'lik azalmaya neden olmuştur. Kuzeye bakan senaryolarda ise diğer yönler için engelin daha az etkisinin olduğu tespit edilmiştir (S05 için hedef aydınlık düzeyinde %7,1, minimum aydınlık düzeyinde %9,3 azalma; S13 için hedef aydınlık düzeyinde %1, minimum aydınlık düzeyinde %5,1 azalma tespit edilmiştir).

Güneş kontrol elemanı etkisi; çalışmada engelsiz durumda güney yön için kullanılan yatay saçak 6x7 m hacim boyutuna sahip senaryolarda 7x6 m hacim boyutuna sahip senaryolara göre günışığı aydınlığını azaltmada daha etkili olmuştur (6x7 m hacim boyutlarında hedef aydınlık düzeyinde %5,3, minimum aydınlık düzeyinde %2,5 azalma; 7x6 m hacim boyutlarında hedef aydınlık düzeyinde %2,6, minimum aydınlık düzeyinde %2,3 azalma). Engelin olduğu senaryolarda; engelsiz senaryolarda olduğu gibi engelin etkisi en fazla güney yönde görülmektedir (6x7 m hacim boyutlarında hedef aydınlık düzeyinde %11,9, minimum aydınlık düzeyinde %5,3 azalma; 7x6 m hacim boyutlarında hedef aydınlık düzeyinde %5,5, minimum aydınlık düzeyinde %4,3 azalma). Engelli ve engelsiz senaryolarda; doğu ve batı yönlerinde güneş kontrolünün günışığı aydınlığı üzerindeki etkisi fark yaratmayacak düzeyde az olarak belirlenmiştir. Sadece S20 senaryosunda (engel açısının 30° olduğu 6x7 m hacim boyutlarındaki batı yönüne bakan senaryo) minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekanın %95'inde ve yıllık gün saatlerinin en az yarısında sağlanması bakımından engel %4,5 oranında günışığı aydınlığında azalmaya neden olmuştur.

- **Günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması**

Günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması kriteri bakımından oluşturulan senaryolarda binanın yıllık gün saatinin



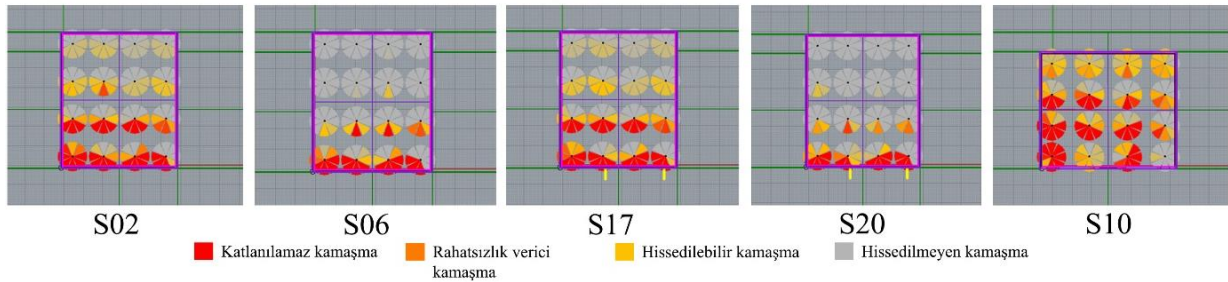
Şekil- 3. Ele alınan senaryolarda katlanılmaz kamaşma olduğu saatlerin yıllık gün saatlerine oranı.

%5'inde DGP değerlerinin 0,45'i aşmaması durumu irdelendiğinde; tüm senaryoların bu kriterdeki gereklilikleri sağladığı görülmüştür. Şekil 3'te gümüşüğüne bağlı oluşan katlanılmaz kamaşma sonuçlarına yer verilmiştir. Yön bakımından karşılaştırma yapıldığında; güney, doğu ve batı yönlerindeki kamaşma sonuçlarının eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. En az kamaşma kuzey yöne bakan senaryolarda oluşmuştur. Sonuçlar diğer değişkenler için analiz edilerek sunulmuştur.

Hacim boyutu etkisi; Şekil 3'te gösterildiği gibi çalışmada engel açısının 0° olduğu senaryolarda her yön için 6x7 m'lik hacim boyutuna sahip dersliklerde oluşan kamaşma oranları 7x6 m'lik dersliklerdeki kamaşma oranına göre daha yüksektir. Engelin olduğu senaryolarda ise kuzey yön hariç diğer yönlerde eşdeğer kamaşma sonucu (%1) elde edilmiştir, kuzey yönde 6x7 m'lik hacim boyutlarına sahip senaryonun (S01) kamaşma sonucu (%1) olarak belirlenirken 7x6 m hacim boyutlarındaki senaryolarda (S09, S13) kamaşma oluşmamaktadır.

Güneş kontrol elemanı etkisi; Engel açısının 0° olduğu senaryolarda her iki hacim boyutu için güneş kontrol elemanının kamaşmayı azaltan bir etkisinin olduğu ve güney, doğu, batı yönlerinde %1 oranında kamaşmayı azalttığı tespit edilmiştir. Engel açısının 30° olduğu senaryolarda ise S26 senaryosu hariç güneş kontrolünün bir etkisinin olmadığı görülmüştür. 7x6 m hacim boyutlarına sahip ve batı yönüne bakan S26 senaryosunda güneş kontrol elemanı kamaşmayı %1 azaltmıştır.

Değişkenlere bağlı yapılan değerlendirmenin ardından; tüm senaryoların binanın yıllık gün saatinin %5'inde DGP değerlerinin 0,45'i aşmaması kriteri bakımından gereklilikleri sağladığı görülmüştür. Mekansal olarak kamaşma analiz edildiğinde; pencereye yakın noktalarda oluşan kamaşma oranının pencereye paralel duvara yaklaştıkça azaldığı tespit edilmiştir. Şekil 4'te batı yönüne bakan senaryolardaki kamaşmanın mekan içindeki değişimini hesap noktaları ve bakış açıları bakımından gösteren simülasyon sonuçlarına yer verilmiştir. İlk 4 görsel 6x7 m hacim



Şekil- 4. Kamaşma sonuçlarının derslik planı üzerinde gösterilmesi.

Engel etkisi; Engelin etkisinin 6x7 m hacim boyutlarına sahip senaryolarda daha belirgin olduğu belirlenmiştir. 6x7 m hacim boyutlarına sahip S02, S03 ve S04 senaryolarındaki kamaşma yüzdesi (%3) diğer tüm senaryolara göre daha yüksektir. Engel açısı 0° olan 7x6 m hacim boyutlarındaki S10, S11, S12 senaryosu ile Engel açısı 0° olan 6x7 m hacim boyutlarına sahip güneş kontrol elemanının olduğu S10, S11, S12 senaryosunda kamaşma yüzdesi %2 olarak belirlenmiştir. 7x6 m hacim boyutuna sahip engelsiz (S09) ve engelli (S13) senaryonun her ikisinde de kamaşma oluşmamaktadır.

boyutlarına sahip senaryolara aitken son görsel 7x6 m hacim boyutundaki S10 senaryosuna aittir. En fazla kamaşma ilk görselde gösterilen engel açısı 0° olan S02 senaryosunda oluşmaktadır. S02 senaryosuna güneş kontrol elemanı eklendiğinde engelin eklendiği senaryoya göre kamaşmanın daha az azaldığı belirlenmiştir. 6x7 m hacim boyutlarına sahip senaryolarda en az kamaşma ise engelin ve güneş kontrol elemanının eklendiği S20 senaryosunda meydana gelmektedir. Batı yönüne bakan engel açısının 0° olduğu ve 7x6 m hacim boyutlarına sahip S10 senaryosunda ise

kamaşmanın hacmin orta noktalarında en fazla meydana geldiği görülmüştür. Kamaşma değeri bakımından S02 senaryosu ile benzer sonuçlara sahip olsa da hacim içinde kamaşmanın meydana geldiği noktalar farklıdır. İlk 4 senaryoda kamaşma pencereden duvara doğru azalırken S10 senaryosunda hacmin orta noktalarında kamaşmanın meydana gelme olasılığı daha yüksektir. Bu sonuç, nicel değerlendirmelerin nitel olarak da sonuçların ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Eğitim binalarının çocukların fizyolojik ve psikolojik gelişimi ile akademik performansına olumlu ve/veya olumsuz birçok etkisi bulunmaktadır. Afet sonrası inşa edilecek eğitim binaları ise çocukların normal hayata dönüş süreçlerindeki rehabilitasyon ve eğitim-öğretimin devamlılığın sağlanması için büyük önem arz etmektedir. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri'nden sonra MEB tarafından afet sonrası eğitim binalarının inşası için tip projeler yayınlanmıştır. Eğitim binalarında çocukların fizyolojik ve psikolojik gereksinimlerinden biri olan günışığının etkin bir şekilde mekana alındığının kontrol edilmesi amacıyla bu çalışmada tip projelerdeki dersliklerin günışığı performansı; yeterli günışığı aydınlığın sağlanması ve günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması kriterleri bakımından analiz edilmiştir. Yeterli günışığı aydınlığının sağlanması kriteri bakımından senaryolar incelendiğinde; tüm senaryolarda yıllık gün saatlerinin %50'sinde hedef aydınlık düzeyinin (300 lx) mekanın %50'sinde ve minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekanın %95'inde sağlandığı tespit edilmiştir. Yıllık gün saatlerinin %50'sinde hedef aydınlık düzeyinin (300 lx) mekanın %50'sinde sağlanması bakımından 7x6 m hacim boyutlarına sahip senaryoların daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle yıllık gün saatlerinin %50'sinde minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekanın %95'inde sağlanması kriteri bakımından 7x6 m hacim boyutlarına sahip

senaryoların daha belirgin farkla daha yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Bu değerlendirme; Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzu'nda hacim boyutları için önerilen uzun kenarın pencereye paralel olması durumunu doğrular niteliktedir. Günışığı yeterliliği bakımından engelin etkisi irdelendiğinde hacmin derinliği arttıkça engelin daha etkili bir parametre olduğu belirlenmiştir. Güney yöne bakan senaryolarda hedef aydınlık düzeyi değerlendirmesinde; engelin eklenmesi 6x7 m hacim boyutlarında %11,9; 7x6 m hacim boyutlarında %5,2 azalmaya neden olmaktadır. Yön bakımından ele alındığında güney yöne bakan senaryolar engelden daha fazla etkilenmiştir. En az etkilenen yön kuzey yönü olmuştur. Engelsiz senaryolarda farklı yön sonuçları oldukça yakın olarak belirlenmiştir.

Çalışmada güneş kontrol elemanının etkisi irdelendiğinde; güneş kontrol elemanının 30° engel açısına sahip senaryolarda daha etkili olduğu ve hacim içindeki günışığı aydınlığını azalttığı belirlenmiştir. Güneş kontrol elemanının günışığı miktarını en fazla yatay saçağın kullanıldığı güney yönde etkilediği görülmüştür.

Günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması kriteri bakımından senaryolar ele alındığında; kamaşmanın en fazla 0° engel açısına sahip 6x7 m hacim boyutlarındaki güney, doğu ve batı yönleri için olduğu tespit edilmiştir (S02, S03 ve S04 %3). Bu üç yön için diğer tüm durumlarda elde edilen kamaşma sonuçları eşdeğer olmuştur. Kuzey yön en az kamaşma oluşan yön olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları; günışığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınmasında güneş kontrol elemanının %1 azaltma etkisi olduğunu göstermiştir.

Engelin olduğu senaryolarda ise güneş kontrol elemanının kamaşma üzerindeki herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Kamaşma bakımından en etkili değişkenlerin hacim boyutları ve engel açısı olduğu belirlenmiştir. Hacim boyutlarının kamaşmaya etkisi nicelikten ziyade kamaşmanın mekânsal

niteliği bakımından değişikliklere neden olmuştur. 7x6 m hacim boyutlarında en fazla kamaşma mekanın orta kısımlarında meydana gelmiştir. 6x7 m senaryolarda ise pencereye yakın noktalarda TS EN 17037 standardında önerilen değerlerin üzerinde DGP değerleri elde edilmiştir. Bu doğrultuda; doğal aydınlatma tasarımı esnasında nicel değerlendirmeler ile birlikte mekânsal sonuçların da eş olarak yürütülmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Günişliği yeterliliği ve kamaşma bakımından birlikte bir değerlendirme yapıldığında; daha düşük günişliği aydınlığına sahip senaryolarda kamaşmanın daha düşük olduğu belirlenmiştir. En yüksek günişliği performansına sahip senaryoların S10, S11 S12 ve S25 senaryoları olduğu görülmüştür. Bu senaryolar 7x6 m hacim boyutlarına sahiptir. S25 senaryosu S12 senaryosuna güneş kontrol elemanı eklenmiş senaryodur. Günişliği yeterliliği bakımından aynı sonuçlar elde edilirken kamaşma bakımından güneş kontrolünün hacim içindeki kamaşmayı %2'den %1'e düşürdüğü görülmüştür. Bu sonuçlar oldukça düşük sonuçlar olmasına rağmen mekan içinde yapılan değerlendirmede kullanıcı konforu bakımından önemli farklılıklar yaratacağı belirlenmiştir.

Yapılan değerlendirmelerin ardından; MEB tarafından yayınlanan afet sonrası tip eğitim binalarının TS EN 17037 standardı doğrultusunda ele alınan ölçütler bakımından yeterli günişliği performansına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu binalarının yeterli günişliği performansına sahip olması; afetlerde çocukların fizyolojik ve psikolojik gelişimlerini ve öğrenme performanslarını literatürdeki yayınlarda da bahsedildiği gibi olumlu etkileyecektir. Dersliklerde görsel konfor koşullarının günişliği ile sağlanması öğrencilerin görsel performanslarını arttıracak ve göz sağlıklarını koruyacaktır.

Bu bildiri çalışması, afet sonrası inşa edilecek tip eğitim binaları projelerinin mevcut günişliği performansını sadece

Kahramanmaraş ili iklim verileri üzerinden değerlendirmiştir. Depremlerin geniş bir coğrafyada 11 ili etkilediği göz önünde bulundurulduğunda; afet sonrası inşa edilecek eğitim binalarının yere özgü özellikler doğrultusunda daha detaylı bir yaklaşım ile tasarlanması enerji etkin çözümler geliştirilmesini de olanaklı kılacaktır.

Günişliğinin ön tasarım aşamasından itibaren dikkate alınması ve tasarımın iklimsel veriler ışığında geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ele alınan senaryoların tamamı günişliği yeterliliği ve kamaşma bakımından gereklilikleri sağlamıştır, ancak diğer konfor kriterleri olan termal konfor, işitsel konfor ve iç hava kalitesi bakımından analiz edilmemiştir. Bu konfor kriterleri de ele alınarak eğitim binalarında öğrenciler için gerekli konfor koşullarını sağlayan optimum tasarım senaryoları geliştirilmelidir. Tasarım aşamasında; iklimsel veriler göz önünde bulundurularak değerlendirmeler de yapılmalıdır.

Son olarak, afetlerde yaşanan can ve mal kayıplarının önüne geçmek için eğitim binalarının standart ve yönetmeliklerde önerilen tüm gerekliliklere uygun tasarlanması büyük önem taşımaktadır. Tasarım aşamasında strüktürel dayanıklılık ile birlikte fizyolojik ve psikolojik gereksinimler bütüncül bir yaklaşım ile ele alınarak eğitim binalarının tasarımı ve inşası gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] AFAD internet sitesi, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf, 17.06.2023 .
- [2] Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı internet sitesi, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>, 20.06.2023.

- [3] TSE, TS EN 12665-1:2019 Işık ve aydınlatma-Aydınlatma kurallarını belirleyen temel tarifler ve kriterler, 2019.
- [4] Yener A. K. (2002). Daylight Analysis in Classrooms with Solar Control, *Architectural Science Review*, 45:4, 311-316.
- [5] Berköz, E., Küçükdoğu, M. Ş. (1983). Çevre Kontrolünde Aydınlatma Ders Notları, İTÜ Basımevi, İstanbul.
- [6] TSE, TS 9518:2000 İlköğretim okulları - Fiziki yerleşim - Genel kurallar, 2000.
- [7] TSE, TS 10492:2005 Okullar - Orta öğretim - Genel kurallar, 2005.
- [8] TSE, TS 12860:2002 Kamu binalarında mekan ihtiyacı - Eğitim binaları - Genel kurallar, 2002.
- [9] MEB internet sitesi, <https://egitimyapilariprojeleri.meb.gov.tr/>, 25.06.2023.
- [10] Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı, Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu (2015).
- [11] Yener, A. K., Kutlu Güvenkaya, R., Şener, F. (2009). İlköğretim dersliklerinin görsel konfor açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi. *itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*. Cilt:8, Sayı:1, 105-116.
- [12] Michael, A., & Heracleous, C. (2017). Assessment of natural lighting performance and visual comfort of educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus. *Energy and Buildings*, 140, 443–457.
- [13] Tanner, C. K. (2000), "The influence of school architecture on academic achievement", *Journal of Educational Administration*, Vol. 38 Iss 4 pp. 309 – 330.
- [14] Lo Verso, V. R. M., Giuliani, F., Caffaro, F., Basile, F., Peron, F., Dalla Mora, T., ... Costanzo, V. (2021). Questionnaires and simulations to assess daylighting in Italian university classrooms for IEQ and energy issues. *Energy and Buildings*, 252, 111433.
- [15] TSE, TS EN 17037+A1:2022 Binalarda Günışığı, 2022.