

VII. ELEKTRİK TESİSAT ULUSAL KONGRE VE SERGİSİ

## XI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu



02 Kasım 2023

Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi, İzmir

# Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günlüğü Yeterliliği ve Kamaşma Bakımından Değerlendirilmesi

Elif Ranaer Harputluoğlu

*Bursa Teknik Üniversitesi*

Alpin Köknel Yener

*İstanbul Teknik Üniversitesi*

# İçerik

- Giriş
- Eğitim Binalarının Tasarımı
- Eğitim Binalarında Doğal Aydınlatma Tasarımı
- Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi
- Sonuç ve Tartışma
- Kaynakça

## Giriş

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri'nde; deprem bölgesinde tüm eğitim kademelerinde **yaklaşık 4,1 milyon öğrencinin olduğu** bildirilmiştir. **Bu öğrenci sayısının Türkiye genelindeki öğrenci sayısına oranı %21,4** olarak açıklanmıştır.

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.

**Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin eğitim-öğretim ve rehabilitasyon süreci için önemli olan, afet sonrası inşa edilecek eğitim binalarının TS EN 17037 standardı doğrultusunda günişığı yeterliliğı ve kamaşma kriterleri bakımından günişığı performansının analiz edilmesidir.**



# Türkiye’de Eğitim Binalarının Tasarımı

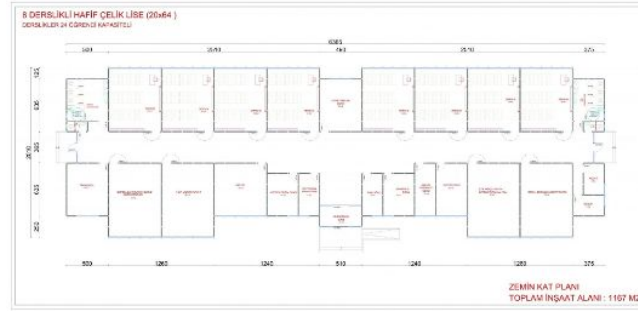
Türkiye’de eğitim binalarının tasarımı eğitim sistemi kademelerine bağılı olarak farklı Türk standartları doğrultusunda ele alınmaktadır:

- “TS 9518 İlköğretim okulları - Fiziki yerleşim-Genel kurallar”,
- “ TS 10492 Okullar – Orta Öğretim - Genel Kurallar”,
- “TS 12860 Kamu binalarında mekân ihtiyacı - Eğitim binaları - Genel kurallar”.

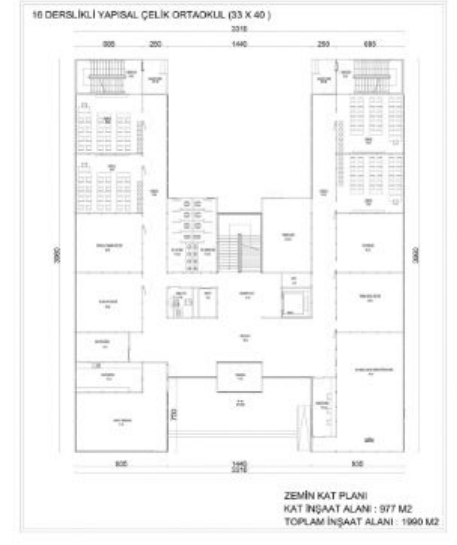
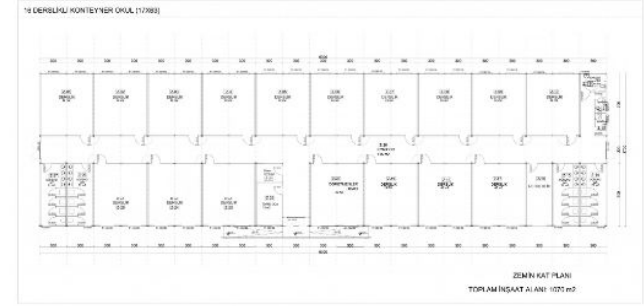
Bu standartlara ek olarak; Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan “**Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzu**” da eğitim binalarının tasarımı için gerekli olan açıklamaları içermektedir.

# Türkiye’de Eğitim Binalarının Tasarımı - Afet Sonrası

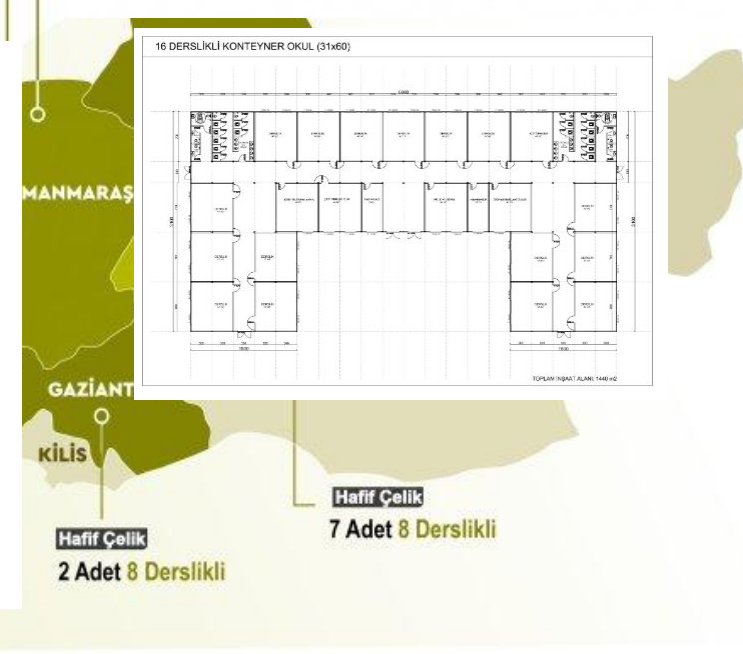
MEB tarafından 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri'nin ardından 'afet bölgesinde kullanılabilir projeler' adıyla çocukların ruhsal ve bedensel gelişimlerini gözetme, çocuk güvenliğini ve çocuğun iyi olma halini destekleme amacıyla çeşitli tip projeler yayınlanmıştır.



10 Adet 8 Derslikli



13 Adet 8 Derslikli



# Eğitim Binalarında Doğal Aydınlatma Tasarımı

Doğal aydınlatma tasarımında referans alınan kaynak, 2021 yılında revize edilerek son halini alan “**TS EN 17037 Binalarda Günişığı**” isimli standarttır. Bu standartta hacimlerde günişığı performansı 4 ölçüt kullanılarak değerlendirilmektedir:

- Binalarda yeterli günişığı aydınlığının sağlanması,
- Dış görüşün sağlanması,
- Yeterli güneş ışığının iç mekana alınması ve
- Günişığma bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması.



# Eğitim Binalarında Doğal Aydınlatma Tasarımı

- Binalarda yeterli güneşiği aydınlığının sağlanması – TS EN 17037 Dinamik Yöntem ile

**Tablo 1:** Düşey ve eğimli açıklıklar için hedef ve minimum aydınlık düzeyi bakımından güneşiği performans sınıflandırması.

Güneşiği performansı sınıflandırması	Hedef	$E_H'$ nin	$E_H'$ ni yıllık saatlerindeki sağlanma yüzdesi	Minimum aydınlık düzeyi ( $E_M$ ) (lx)	Eğimli açıklıklar için minimum aydınlık düzeyi ( $E_n$ ) (lx)	$E_n$ ni yıllık saatlerindeki sağlanma yüzdesi
Yüksek	300	%50	%50	100	0,45	%95
Orta	500	%50	%50	300	0,40	%95
Yüksek	750	%50	%50	500	0,35	%95

Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzunda derslikler için önerilen ortalama aydınlık düzeyi değeri 300 lx'tür.

Bu doğrultuda; hedef aydınlık düzeyi 300 lx olarak kabul edilmiş ve güneşiği performansı sınıflandırmasında minimum güneşiği performansı gereklilikleri bakımından senaryolar değerlendirilmiştir.

- Güneşiğine bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması – TS EN 17037 DGP Yöntemi ile

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

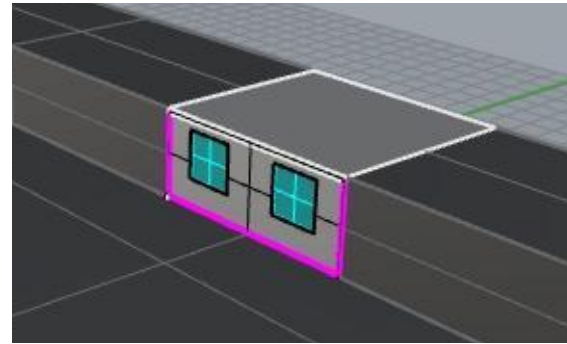
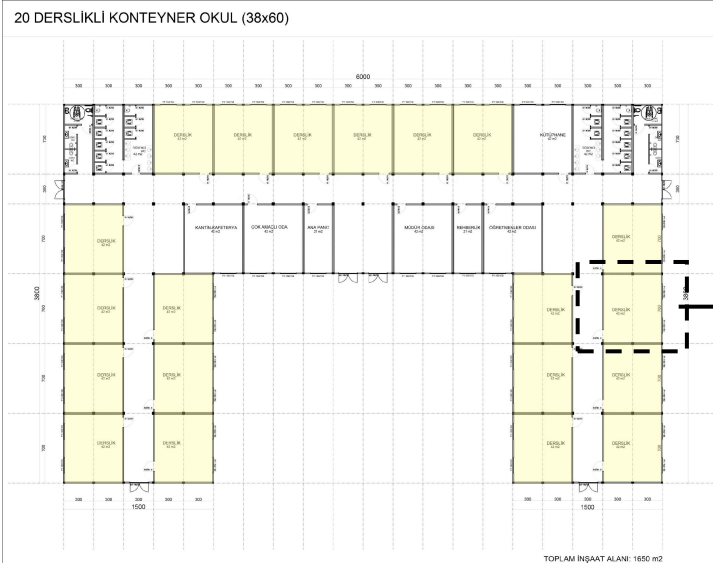
Kamaşma için önerilen düzey	$DGP_e < \%5$ , %
Minimum	300, %50, %50, 100, 0,45, %95, %50
Orta	500, %50, %50, 300, 0,40, %95, %50
Yüksek	750, %50, %50, 500, 0,35, %95, %50

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.

# Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

Çalışma alanı: Kahramanmaraş

Derslik hacminin çalışma düzlemindeki (yerden 0,85 m yükseklikte) günişığı performansı Climatestudio programı kullanılarak değerlendirilmiştir.



Değişkenler  
(28 senaryo)

Engel durumu

Engel açısı 0° /  
Engel açısı 30°

Yön

Kuzey  
Batı  
Güney  
Doğu

Hacim boyutu

6x7 m  
7x6 m

Güneş kontrolü

Yok / Var

(Güney yön için yatay saçak,

Doğu ve batı yönleri için düşey elemanlar)



## **Afet Sonrası Eğitim Binalarının Güneşli Performansının Değerlendirilmesi**

Afet sonrası bu eğitim yapıları çadır kent ve konteyner alanlarına inşa edilmektedir. İnşa edildikleri alanlar ve inşa süreçleri göz önünde bulundurularak parametrelere dair kabuller yapılmıştır.



### **İç mekana ilişkin parametreler ve kabul edilen değerler**

#### **Dış çevreye ilişkin parametreler ve kabul edilen değerler**

Engel yüzey  
mal. ışık  
yansıtma  
çarpanı  
%50

Zemin ışık  
yansıtma  
çarpanı  
%20

Hacim  
yüksekliği  
2.64 m  
(döşemeden  
tavana)

Hacim iç  
yüzeyleri  
ışık  
yansıtma  
çarpanı  
Zemin:  
%39-açık  
kahverengi  
Duvar:  
%75-krem  
Tavan:  
%81-beyaz

Pencereden  
yerden  
yüksekliği  
90 cm

Pencere  
sayısı ve  
boyutu  
2 adet –  
160x150 cm

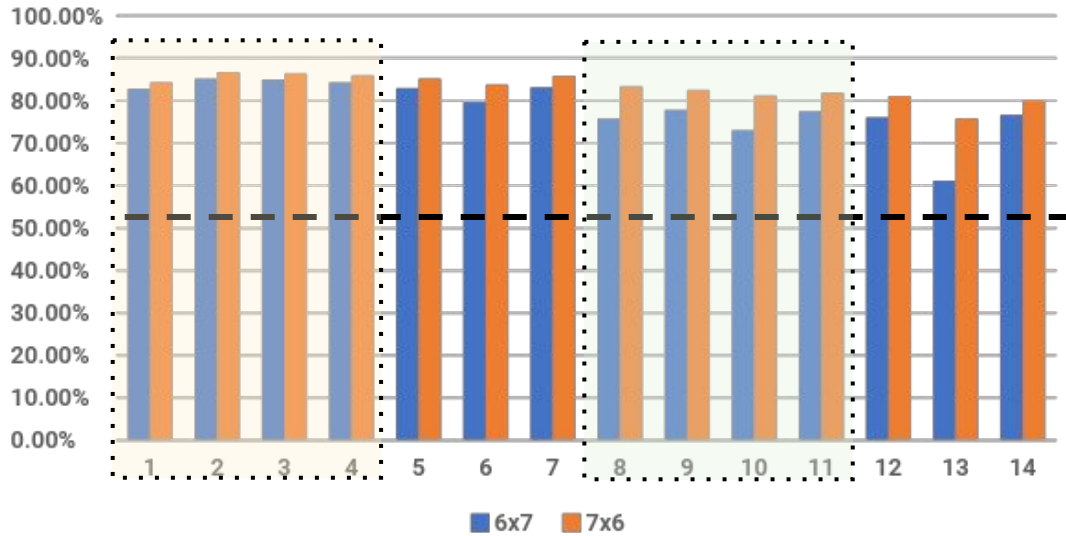
Pencere  
sayısı ve  
boyutu  
2 adet –  
160x150 cm

Camin  
güneşli  
geçirme  
çarpanı  
(Tvis)  
%70-Low-e  
kaplamalı  
çift cam

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Yeterli günişığı aydınlığının sağlanması – Hacim boyutu etkisi

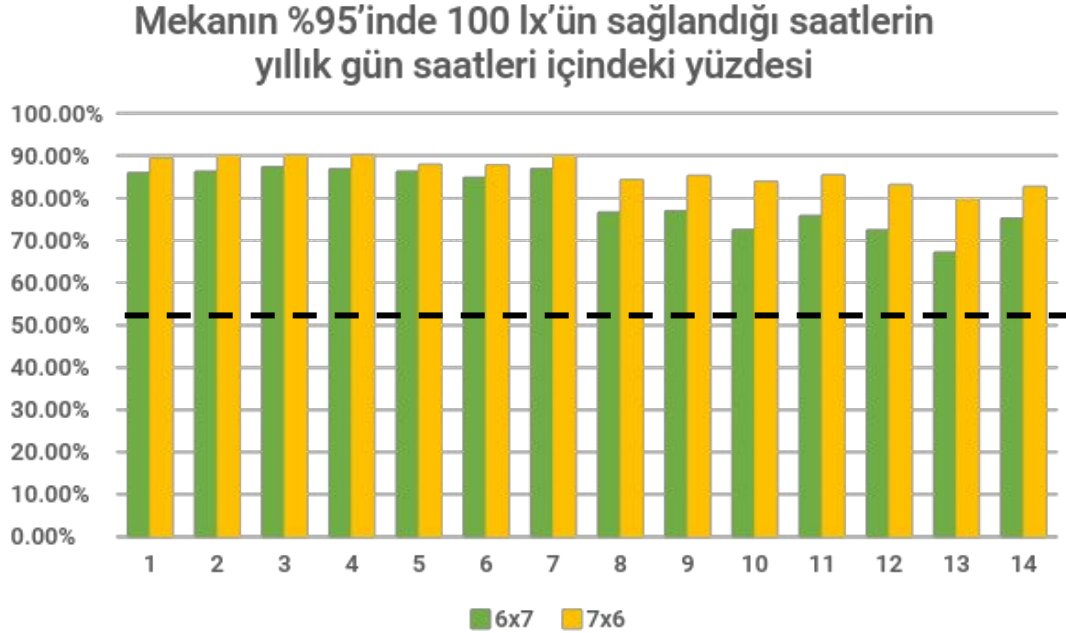
Mekanın %50'sinde 300 lx'ün sağlandığı saatlerin yıllık gün saatlerindeki yüzdesi



Hedef aydınlık düzeyi kriterinde; engelsiz durumlarda 4 yön için de 7x6 m'lik hacim boyutlarına sahip senaryoların yaklaşık %1,5 farkla daha yüksek günişığı yeterliliğine sahip olduğu belirlenmiştir. 30° engel açısına sahip senaryolarda; günişığı yeterliliğine dair fark daha belirgin hale gelmektedir, engelsiz senaryolarda olduğu gibi 7x6 m'lik hacim boyutlarına sahip senaryoların günişığı yeterliliği daha yüksektir.

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Yeterli günişığı aydınlığının sağlanması – Hacim boyutu etkisi



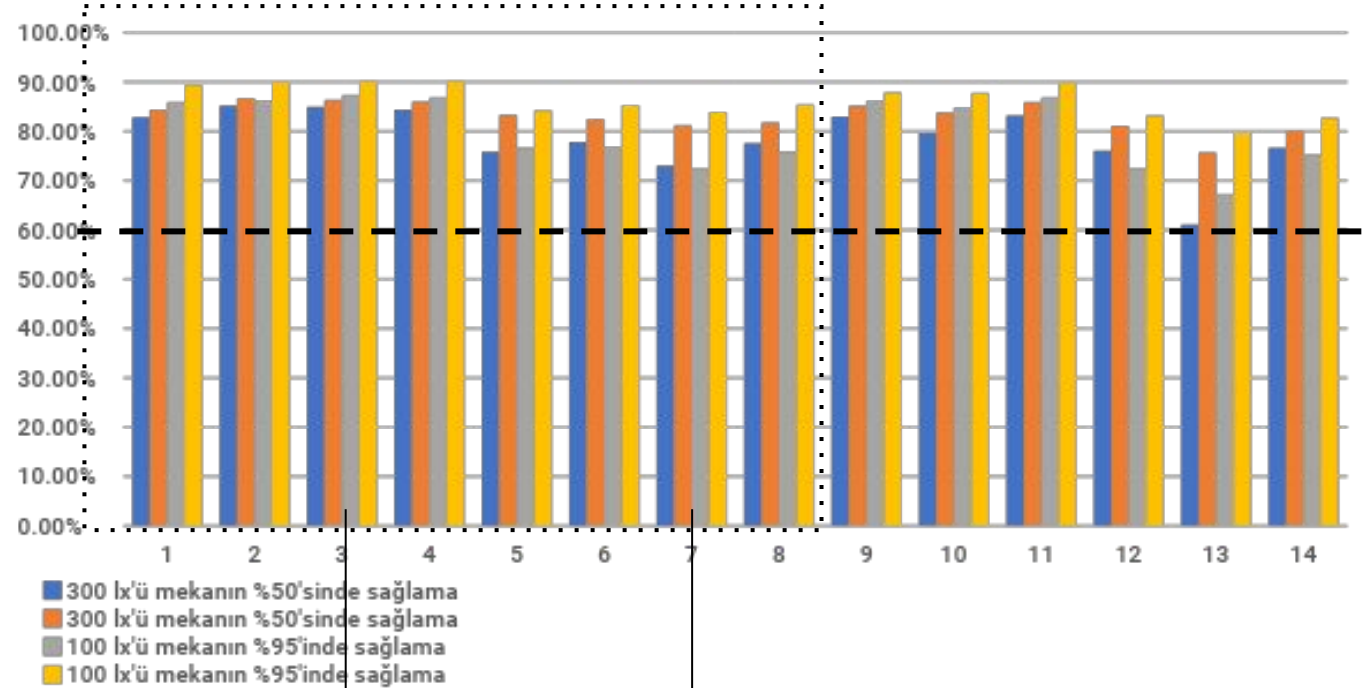
Minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekanın %95'inde ve yıllık gün saatlerinin en az yarısında sağlanması bakımından engelsiz senaryolar incelendiğinde; hacim boyutlarının günişığı aydınlığını %3 ve %4 oranında etkilediği görülmüştür. Engelin olduğu senaryolarda bu fark, kuzey ve batı yönleri için %8, güney için %11 ve doğu için %10'a çıkmaktadır.

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Yeterli günişığı aydınlığının sağlanması – Engel etkisi

Engelin etkisinin en fazla güney yönde ortaya çıktığı belirlenmiştir.

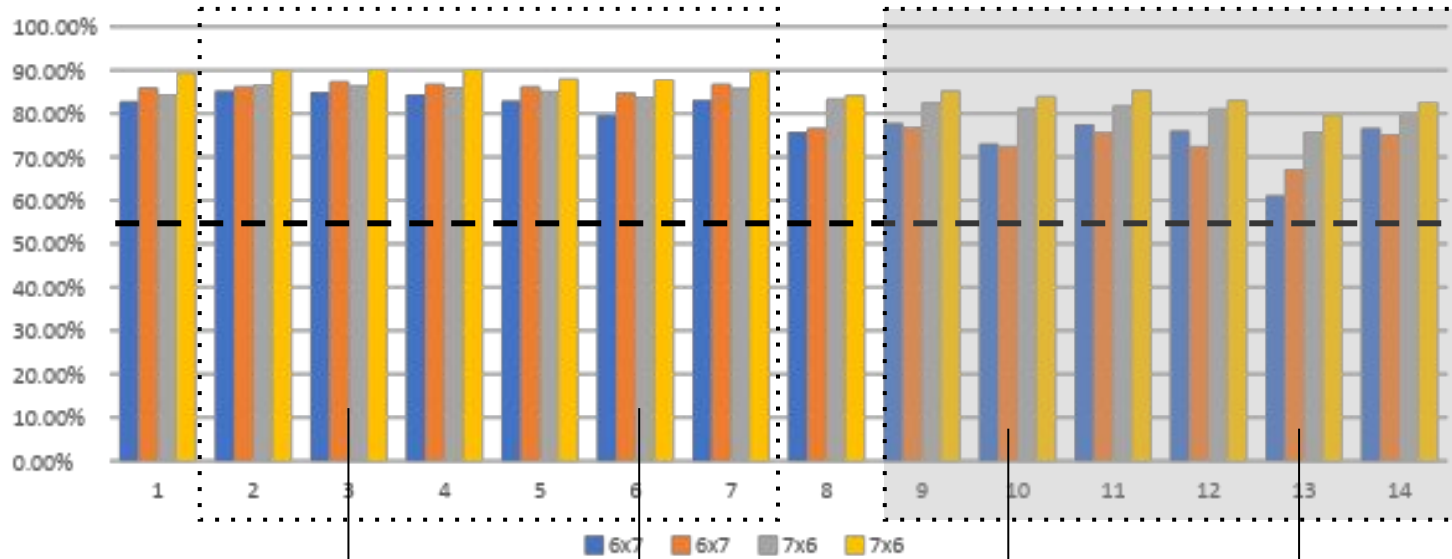
Batı ve doğu yöne bakan senaryolarda engel, hedef aydınlık düzeyi bakımından %4 ve minimum aydınlık düzeyi bakımından da %5'lik azalmaya neden olmuştur. Kuzeye bakan senaryolarda ise diğer yönlere göre engelin daha az etkisinin olduğu tespit edilmiştir (S05 için hedef aydınlık düzeyinde %7,1, minimum aydınlık düzeyinde %9,3 azalma; S13 için hedef aydınlık düzeyinde %1, minimum aydınlık düzeyinde %5,1



6x7m hacim boyutlarında engelsiz ve engelli senaryolar arasında güney yön için hedef aydınlık düzeyi bakımından %12 minimum aydınlık düzeyi bakımından da %15 fark tespit edilmiştir. 7x6 m hacim boyutlarına sahip senaryolarda; hedef aydınlık düzeyi bakımından %5, minimum aydınlık düzeyi bakımından da %6 fark belirlenmiştir.

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Yeterli günişığı aydınlığının sağlanması – Güneş kontrol elemanı etkisi



Güney - 6x7 m - hedef ayd. düzeyinde %15,9, minimum ayd. düzeyinde %2,5 azalma; 7x6 m- hedef ayd. düzeyinde %2,5, minimum ayd. düzeyinde %2,3 azalma).

Engelsiz durumda güney yön için kullanılan yatay saçak 6x7 m hacim boyutuna sahip senaryolarda 7x6 m hacim boyutuna sahip senaryolara göre günişığı aydınlığını azaltmada daha etkili olmuştur.

Engelin olduğu senaryolarda; engelsiz senaryolarda olduğu gibi güneş kontrolünün etkisi en fazla güney yönde görülmektedir.

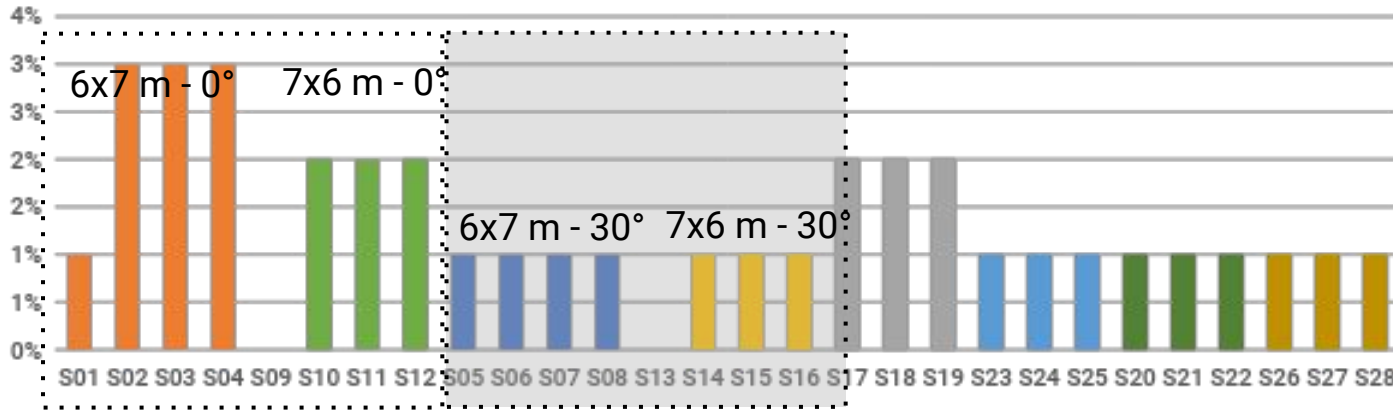
Engelli ve engelsiz senaryolarda; doğu ve batı yönlerinde güneş kontrolünün günişığı aydınlığı üzerindeki etkisi fark yaratmayacak

düzeyde az olarak belirlenmiştir.

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Günişığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması – Hacim boyutu etkisi

Katlanılmaz kamaşma (DGP>0,45'in yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi)



- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 0° olduğu 7x6m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 30° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 30° olduğu 7x6m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)

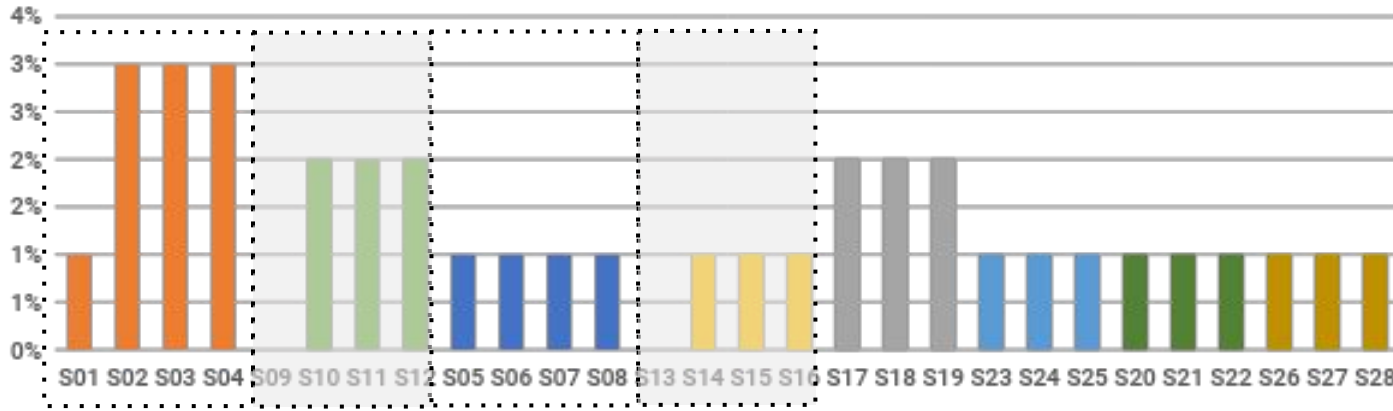
Engel açısının 0° olduğu senaryolarda her yön için 6x7 m'lik hacim boyutuna sahip dersliklerde oluşan kamaşma oranları 7x6 m'lik dersliklerdeki kamaşma oranına göre daha yüksektir.

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,

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Günişığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması – Engel etkisi

Katlanılmaz kamaşma (DGP>0,45'in yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi)



- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 0° olduğu 7x6m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 30° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 30° olduğu 7x6m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)

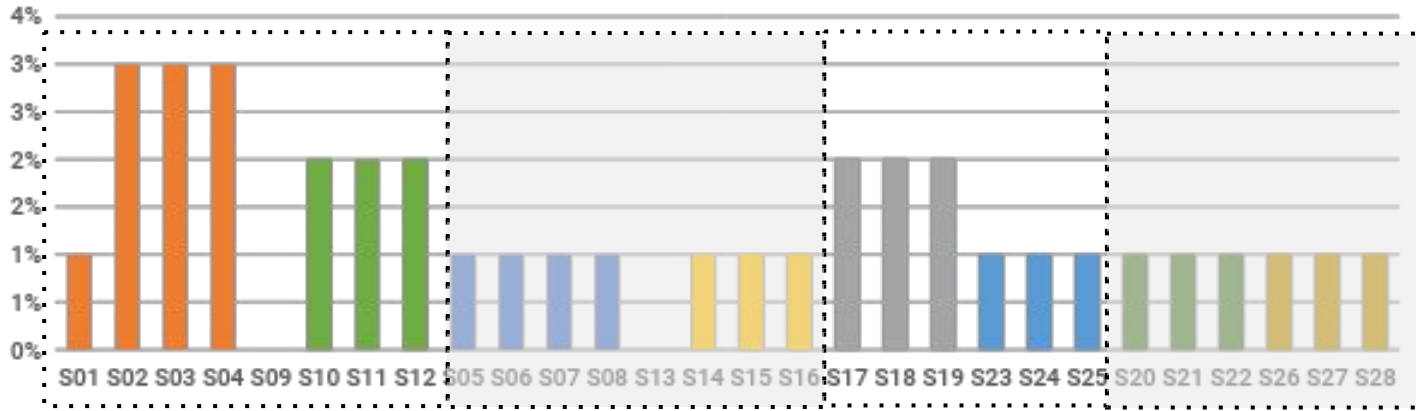
Engelin etkisinin 6x7 m hacim boyutlarına sahip senaryolarda daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

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.

## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Günişığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması – Güneş kontrol elemanı etkisi;

Katlanılmaz kamaşma (DGP>0,45'in yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi)



- Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
  - Engel açısının 0° olduğu 7x6m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
  - Engel açısının 30° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
  - Engel açısının 30° olduğu 7x6m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü yok)
  - Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
  - Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
  - Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
  - Engel açısının 0° olduğu 6x7m hacim boyutlarına sahip senaryolar (güneş kontrolü var)
- 6x7m'lik senaryolarda mekanın %50'sinde 300 lx'ün sağlandığı saatlerin yıllık gün saatleri içindeki yüzdesi

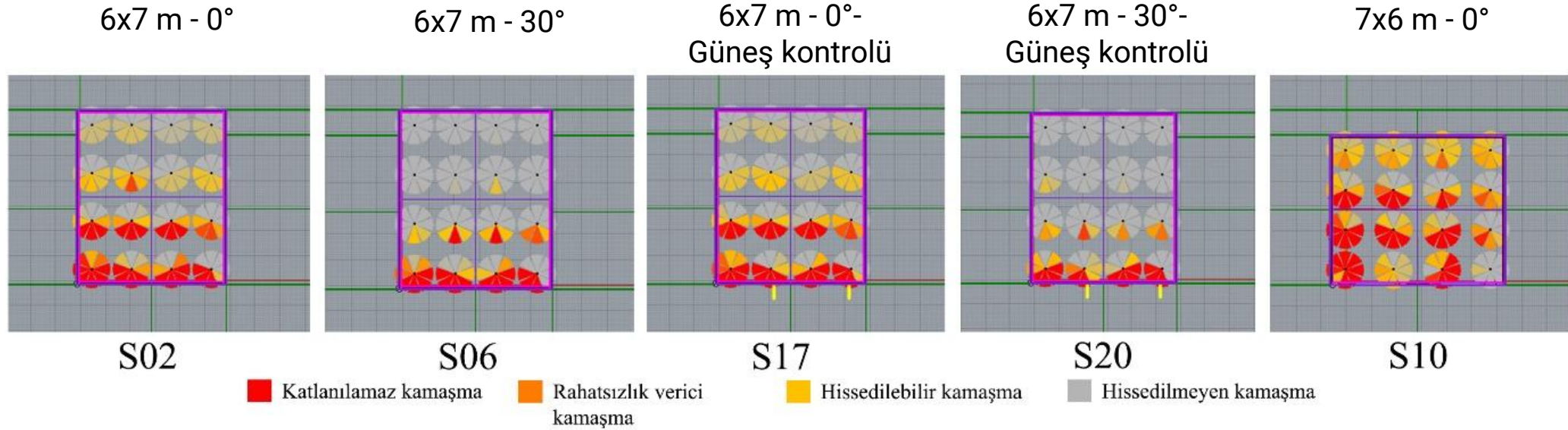
Engel açısının 0° olduğu senaryolarda her iki hacim boyutu için güneş kontrol elemanının kamaşmayı azaltan bir etkisinin olduğu ve güney, doğu, batı yönlerinde %1 oranında kamaşmayı azalttığı tespit edilmiştir.

Engel açısının 30° olduğu senaryolarda ise S26 senaryosu hariç güneş kontrolünün kamaşma üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür. 7x6 m hacim boyutlarına sahip ve batı yönüne bakan S26 senaryosunda güneş kontrol elemanı kamaşmayı %1



## Afet Sonrası Eğitim Binalarının Günişığı Performansının Değerlendirilmesi

### Günişığına bağlı kamaşmanın kontrol altına alınması – Mekansal analiz



Şekil- 4. Kamaşma sonuçlarının derslik planı üzerinde gösterilmesi.

- Pencereye yakın noktalarda oluşan kamaşma oranının pencereye paralel duvara yaklaştıkça azaldığı tespit edilmiştir.
- Engel, güneş kontrolü ile kıyaslandığında kamaşmayı azaltmada daha etkili bir parametredir.

## **Sonuç ve Tartışma**

**Yeterli günişığı 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 günişığı ile sağlandığı tespit edilmiştir.
- Yıllık gün saatlerinin %50'sinde hedef aydınlık düzeyinin (300 lx) mekanın %50'sinde ve minimum aydınlık düzeyinin (100 lx) mekanın %95'inde sağlanması bakımından 7x6 m hacim boyutlarına sahip senaryoların daha iyi günişığı performansı gösterdiği tespit edilmiştir. **Bu değerlendirme; Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Kılavuzu'nda hacim boyutları için önerilen uzun kenarın pencereye paralel olması durumunu doğrular niteliktedir.**

## **Sonuç ve Tartışma**

**Yeterli günişığı aydınlığının sağlanması kriteri bakımından senaryolar incelendiğinde;**

- Günişığı yeterliliğı bakımından engelin etkisi irdelendiğinde hacmin derinliğı arttıkça engelin daha etkili bir parametre olduğu belirlenmiştir.
- Yön bakımından ele alındığında güney yöne bakan senaryolar engelden daha fazla etkilenmiştir. En az etkilenen yön kuzey yönü olmuştur.
- Çalışmada güneş kontrol elemanının etkisi irdelendiğinde; güneş kontrol elemanının 30° engel açısına sahip senaryolarda daha etkili olduğu ve hacim içindeki günişığı aydınlığını azalttığı belirlenmiştir.

## **Sonuç ve Tartışma**

**Günişığına bağı kamaşmanın kontrol altına alınması kriteri bakımından senaryolar ele alındığında;**

- Tüm senaryolarda günişığına bağı kamaşmanın( $DGP > 0,45$ ) %5'in altında olduğı tespit edilmiştir.
- Engelin olduğı senaryolarda ise güneş kontrol elemanının kamaşma üzerindeki herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür.
- Kamaşma bakımından en etkili değışkenlerin hacim boyutları ve engel açısı olduğı belirlenmiştir.
- Hacim boyutlarının kamaşmaya etkisi nicelikten ziyade kamaşmanın mekânsal niteliğı bakımından değışikliklere neden olmuştur.

## KAYNAKÇA

- [1] AFAD internet sitesi, [https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye\\_de\\_afetler.pdf](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., Küçükdoğru, 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.

VII. ELEKTRİK TESİSAT ULUSAL KONGRE VE SERGİSİ

## XI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu



Afet Sonrası Eğitim Binalarının  
Günüşiği Yeterliliği ve Kamaşma Bakımından Değerlendirilmesi

**Dinlediğiniz için teşekkür ederim.**

Elif Ranaer Harputluoğlu

*Bursa Teknik Üniversitesi*

Alpin Köknel Yener

*İstanbul Teknik Üniversitesi*