

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İLKÖĞRETİM BİNALARINDA ETKİN GÜNEŞİĞİ KULLANIMINA İLİŞKİN
BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pınar Bircan

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Yapı Teknolojisi Programı

OCAK, 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**İLKÖĞRETİM BİNALARINDA ETKİN GÜNEŞİĞİ KULLANIMINA İLİŞKİN
BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Pınar Bircan
(502181533)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER

OCAK, 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 502181533 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Pınar BİRCAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “İLKÖĞRETİM BİNALARINDA ETKİN GÜNiŞİĞİ KULLANIMINA İLiŞKİN BİR ÇALIŞMA” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Alpin Köknel YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gül Koçlar ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Şensin YAĞMUR
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 30 Aralık 2022
Savunma Tarihi : 26 Ocak 2023





Oğlum İlter'e,



ÖNSÖZ

Tez çalışması süresince engin bilgisi, deneyimi, yol göstericiliği ve en önemlisi her zaman nazik ve içten tavrı ile bana destek olan değerli hocam Prof. Dr. Alpin Köknel Yener'e,

Tez süreci de dahil olmak üzere tüm yüksek lisans eğitimim boyunca beni yalnız bırakmayan, desteklerini ve olanaklarını seferber eden geniş aileme, eğitimimin ortasında hayatıma giren, varlığı ile bana güç veren ve bu süreci onu büyütürken yürütebildiğim için kendimi güçlü hissettiren oğlum İlter'e,

Tezin tamamlanması için bana imkan sağlayan ve destek olan Tepta Aydınlatma ailesine ve çalışma arkadaşlarıma,

Tez savunma jürisindeki değerli hocalarım Prof. Dr. Gül Koçlar Oral ve Doç. Dr. Şensin Yağmur'a katkıları ve yönlendirmeleri için teşekkür ederim.

Ocak 2023

Pınar Bircan
Mimar



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xviii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2 Çalışmanın Yöntemi.....	2
2. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE GÜNCEL EĞİTİM YAKLAŞIMLARI VE MİMARİYE ETKİSİ.....	5
2.1 Öğrenme Mekanı-Öğrenme İlişkisi.....	6
2.2 Yeni Nesil Öğrenme Ortamları.....	7
2.3 Eğitim Yapılarında Konfor Koşulları.....	13
2.4 Türkiye'de Güncel Durum ve Yaklaşımlar.....	14
2.4.1 MEB tip projeleri.....	16
2.4.2 Asgari tasarım standartları kılavuzu.....	18
3. EĞİTİM BİNALARINDA GÖRSEL KONFOR VE GÜNIŞIĞI KULLANIMI.....	23
3.1 Görsel Konfor.....	23
3.1.1 Aydınlık düzeyi.....	23
3.1.2 Aydınlığın düzgünlüğü.....	24
3.1.3 Parıltı ve kamaşma.....	25
3.1.4 Renksel özellikler.....	27
3.2 Eğitim Binalarında Görsel Konfor-Öğrenme İlişkisi.....	29
3.3 Eğitim Binalarında Günişığı Kullanımının Önemi ve Etkileri.....	31
3.4 Binalarda Günişığını Etkileyen Değişkenler.....	33
3.4.1 Doğal çevre etkenleri.....	34
3.4.2 Yapma çevre etkenleri.....	36
3.5 TS EN 17037 Binalarda Günişığı Standardı.....	37
3.5.1 Günişığı aydınlığının sağlanması.....	37
3.5.2 Yeterli dış görüşün sağlanması.....	39
3.5.3 Güneşlenme süresi.....	40
3.5.4 Kamaşma kontrolü.....	41
4. ELE ALINAN BİR İLKÖĞRETİM BİNASININ TS EN 17037 STANDARDI KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	43
4.1 Tip Projenin Tanıtılması ve Yapıya İlişkin Bilgiler.....	43
4.2 Simülasyon Yöntem ve Araçlarının Tanıtılması.....	46

4.3 Verilerin Analizi	49
4.3.1 Senaryo 1'e ilişkin sonuçlar (Kuzey-Güney yönlenme)	50
4.3.2 Senaryo 2'ye ilişkin sonuçlar (Doğu-Batı yönlenme)	66
4.3.2.1 Öneri Tip 3'e ilişkin bilgiler ve hesaplama sonuçları.....	81
5. SONUÇ.....	85
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	95



KISALTMALAR

CCT	: Correlated Color Temperature
CIE	: Commission Internationale de l'Eclairage
EN	: European Standard
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
TDK	: Türk Dil Kurumu
TS	: Türk Standartları
SPD	: Spectral Power Distribution



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Alternatifli eğitim yaklaşımları karşılaştırmalı özeti.	11
Çizelge 2.2 : Derslik için farklı iklim tiplerine bağlı yönlendirmeler	21
Çizelge 3.1 : Eğitim tesisleri minimum aydınlık düzeyi tablosu	24
Çizelge 3.2 : Yakın çevreleyen alan ile iş alanının aydınlatma yoğunluğu tekdüzelikleri ve ilişkisi.	25
Çizelge 3.3 : Ankara ili hedef aydınlık düzeyleri için sağlanması gereken günışığı faktörleri değeri.....	38
Çizelge 3.4 : TS EN 17037 Binalarda Günışığı standardına göre minimum günışığının sağlanma kriteri	39
Çizelge 3.5 : Belirlenmiş bir noktaya bağlı olarak dış görüşün değerlendirilmesi. ...	40
Çizelge 3.6 : TS EN 17037 standardında önerilen günlük güneşlenme süreleri.....	40
Çizelge 3.7 : TS EN 17037 standardına göre DGP kategorileri ve değer aralıkları ..	41
Çizelge 4.1 : 12 derslikli tip ilkokul projesinin derslik hacim özellikleri	46
Çizelge 4.2 : Yıllık gündüz saatleri için temsili tarih ve saat bilgileri	47
Çizelge 4.3 : Simülasyon hesaplama tarihleri, temsil ettiği saatler ve gök modeli ...	48
Çizelge 4.4 : Senaryo 1 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	51
Çizelge 4.5 : Senaryo 1 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	52
Çizelge 4.6 : Senaryo 1 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	53
Çizelge 4.7 : Senaryo 1 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	54
Çizelge 4.8 : Senaryo 1 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	55
Çizelge 4.9 : Senaryo 1 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	57
Çizelge 4.10 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	58
Çizelge 4.11 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	59
Çizelge 4.12 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	60
Çizelge 4.13 : Senaryo 1 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	62
Çizelge 4.14 : Senaryo 1 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	63
Çizelge 4.15 : Senaryo 1 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	64
Çizelge 4.16 : Senaryo 1 için yeterli günışığı sağlanması durumu	65
Çizelge 4.17 : Senaryo 2 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	67
Çizelge 4.18 : Senaryo 2 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	68
Çizelge 4.19 : Senaryo 2 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	69
Çizelge 4.20 : Senaryo 2 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ..	70
Çizelge 4.21 : Senaryo 2 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ...	71
Çizelge 4.22 : Senaryo 2 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları ..	72
Çizelge 4.23 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	74

Çizelge 4.24 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	75
Çizelge 4.25 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları	76
Çizelge 4.26 : Senaryo 2 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları...	77
Çizelge 4.27 : Senaryo 2 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları...	78
Çizelge 4.28 : Senaryo 2 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları...	79
Çizelge 4.29 : Senaryo 2 için yeterli günışığı sağlanma durumu	80
Çizelge 4.30 : Tip 3'e ilişkin bilgiler	81
Çizelge 4.31 : 15 Ekim, 15 Ocak, 15 Nisan ve 15 Temmuz için gerçekleştirilen simülasyon sonuçları	83
Çizelge 4.32 : Tip 3 için yeterli günışığı sağlanması durumu	82



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : İşbirlikçi öğrenme laboratuvarı araştırmasında ortaya konan 10 farklı öğrenme modu.....	9
Şekil 2.2 : Öğrenme mekanı tip diyagramı ve mekansal özellikleri.	10
Şekil 2.3 : Montessori eğitim sisteminde mekan organizasyonu.	12
Şekil 2.4 : Çevresel faktörler ve alt faktörlerin bağlantısı	14
Şekil 2.5 : Okul türüne göre ülkelerin ortalama derslik başına düşen öğrenci sayısı..	16
Şekil 2.6 : Çeşitli MEB Tip okul proje görselleri	17
Şekil 2.7 : Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu mekana bağlı planlama öğeleri	19
Şekil 2.8 : Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu tasarım kriterleri.....	20
Şekil 3.1 : Ofis ortamında tipik bir konforsuzluk kamaşması örneği.....	27
Şekil 3.2 : Örnek spektral güç dağılımı (SPD) eğrileri, standart tungsten, filtrelenmiş güneşiği ve LED tabanlı bir kaynak	28
Şekil 3.3 : CIE kromatiklik diyagramı ve CCT grafiği.	28
Şekil 3.4 : Nesnenin rengi ve yansımış ışığın ilişkisi.	29
Şekil 3.5 : Güneşiği yoksunluğunun etkileri.	32
Şekil 3.6 : Farklı ışık ortamlarının aydınlık aralığı.	33
Şekil 3.7 : Bulutlu ve açık gökyüzü parıltı haritası.	35
Şekil 4.1 : 12 Derslikli ilköğretim projesinin ön görünüşü ve kesiti.....	44
Şekil 4.2 : 12 Derslikli ilköğretim projesinin 1. Kat planı.....	45
Şekil 4.3 : Derslik pencere alanı/tabana alanı tipleri.....	45
Şekil 4.4 : Senaryolara bağlı olarak dersliklerin yönelme durumları.....	46
Şekil 4.5 : Sonuçların eşdeğer eğriler ve hesaplama noktaları ile analiz yöntemi.....	49
Şekil 4.6 : Senaryo 1 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	50
Şekil 4.7 : Senaryo 1 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	51
Şekil 4.8 : Senaryo 1 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	52
Şekil 4.9 : Senaryo 1 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	54
Şekil 4.10 : Senaryo 1 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	55
Şekil 4.11 : Senaryo 1 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	56
Şekil 4.12 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	58
Şekil 4.13 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	59
Şekil 4.14 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	60
Şekil 4.15 : Senaryo 1 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	61
Şekil 4.16 : Senaryo 1 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	62
Şekil 4.17 : Senaryo 1 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	64
Şekil 4.18 : Senaryo 2 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	66
Şekil 4.19 : Senaryo 2 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	67
Şekil 4.20 : Senaryo 2 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	68
Şekil 4.21 : Senaryo 2 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	70
Şekil 4.22 : Senaryo 2 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	71
Şekil 4.23 : Senaryo 2 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	72
Şekil 4.24 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.....	73

Şekil 4.25 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.	74
Şekil 4.26 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.	76
Şekil 4.27 : Senaryo 2 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.	77
Şekil 4.28 : Senaryo 2 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.	78
Şekil 4.29 : Senaryo 2 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.	79



İLKÖĞRETİM BİNALARINDA ETKİN GÜNEŞİĞİ KULLANIMINA İLİŞKİN BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Güneşikten etkin yararlanma ve doğal aydınlatma sistemi tasarımı, insanlığın yeryüzünde varoluşundan itibaren üzerinde düşündüğü ve çözümler ürettiği bir meseledir. Bu durum insanlık tarihinin günümüze kadar ulaşan mimari yapıtlarından kolay bir şekilde okunabilmektedir. Yapım malzemesi ve yöntemi farketmeksizin yapı içerisine güneşin alınması başlıca yapı tasarım parametrelerinden biri olmuştur. Güneşin etkin kullanımı sürdürülebilir bina tasarımı için önemli bir kriterdir. İster estetik amaçlı olsun isterse işlevsel bir amaca hizmet etsin yapı içerisindeki güneşin tasarımı ve kontrolü uzmanlık gerektirmektedir. Güneşin mekan içerisine doğru bir biçimde alınması ve kontrol edilmesi güneşin dinamik yapısı sebebi ile karmaşık bir tasarım problemi ortaya koymaktadır. Günümüzde Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun (CIE) çalışmaları sonucunda hazırlanan ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edilen TS EN 17037:2022 Binalarda Güneş standardı ile uzmanlar yapı tasarımının proje ve uygulama sürecinde güneşin bir tasarım girdisi olarak projeye dahil edebilmektedirler.

Güneş yapay aydınlatma sistemleri ile karşılaştırıldığında pek çok yönden avantaja sahiptir. Yapay aydınlatmanın ilk yatırım ve enerji tüketim maliyetleri açısından değerlendirildiğinde doğal aydınlatma sistemi tüm bu maliyetlerin dışında kalır. Renksel geriveriminin iyi olması mekan içerisinde gerçekleştirilen eylemin görsel anlamda daha konforlu olmasını sağlamaktadır. Ayrıca güneş ile aydınlatılmış mekanlarda insan gözü yapay aydınlatmaya kıyasla daha iyi uyum sağlamaktadır.

Günümüzde binalarda güneş kullanımının enerji tüketimi ve maliyetleri açısından rolü hızla önem kazanmaktadır. Artan enerji ihtiyacına karşı alternatif enerji kaynakları arayışına ek olarak varolan sistem içerisinde enerjinin korunumu ve kontrolü de sağlanmalıdır. Güneşten etkin yararlanma ve doğal aydınlatma sistemi tasarımı, yapay aydınlatmanın sebep olduğu enerji tüketiminin azaltılması yönünde önemli paya sahip olacaktır.

Eğitim yapılarında yeterli güneşin sağlanması çok yönlü bir kazanım sağlamaktadır. Güneşe maruz kalmanın öğrencilerin fizyolojik ve psikolojik sağlıkları üzerinde doğrudan etkisi vardır. Öğrenme ortamlarında doğal aydınlatma sistemlerinden yararlanmanın öğrencilerin öğrenme kapasitelerini arttırdığı yönündeki araştırmalar eğitim yapılarının fiziki koşullarının önemle gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Eğitim ortamlarında güneşten en üst düzeyde yararlanmanın ve kalitesini arttırmanın eğitimde başarının artmasına da katkıda bulunacağı bir gerçektir.

Doğal aydınlatma sistemleri tasarımlarının değişen eğitim yaklaşımları ve yeni nesil öğrenme ortamlarının mekansal kurgusuna hizmet edebilmesi ve esneklik gösterebilmesi önemlidir. Klasik eğitim sisteminde yer alan öğretmen merkezli öğrenme ortamlarının artık değişmekte olduğu, mekanların ve öğrenme biçimlerinin esnek, uyarlanabilir ve dönüşebilir hale geldiği görülebilmektedir. Bu anlamda tip projeler üzerinden eğitim yapısı üretmenin çok sayıda dezavantajı bulunmaktadır. Doğal aydınlatma sistemi tasarımında bu dezavantajlı durumların ortaya çıkarılması ve içerisinden optimum yaklaşımın benimsenmesi amacıyla tip ilköğretim okulu projesinin, ılımlı-nemli iklim bölgesi için saydırlık oranı ve yönlenme değişkenleri ile değerlendirilmesini hedeflemiştir. Yapı içerisinde yeterli günışığının sağlanmasında değerlendirme yöntemi olarak TS EN 17037:2022 Binalarda günışığı standardı temel alınmıştır. Yapının kuzey-güney ve doğu-batı yönlenmesi ile oluşturulan senaryolar, birbirinden zıt yöndeki cephelerde cephe açıklığı bulunan derslikler için olumlu ve olumsuz durumların aynı yapı içerisinde ve aynı kat düzleminde bulunduğunu göstermektedir.

Bu çalışma uygulanan tip projeler için optimum yönlenmenin tüm derslikler için mümkün olamayacağını ortaya koymakta ve binalarda doğal aydınlatma sistemi ile yeterli günışığının sağlanması için optimum yönlenme ve cephe açıklığı için öneriler sunmaktadır.

A STUDY ON THE USE OF EFFECTIVE DAYLIGHT IN PRIMARY EDUCATION BUILDINGS

SUMMARY

Effective use of daylight and natural illumination system design are the issues that humanity has thought about and found solutions to since its existence on earth. This situation can be easily read from the architectural works of human history that have survived to the present day. Regardless of the construction material and method, the daylight intake into the building has been one of the main building design parameters. Whether for aesthetic or functional purposes, the design and control of daylight in the building requires expertise. Today, with the TS EN17037:2022 Daylight in Buildings standard, experts can include daylight as a design input in the project and implementation process of the building design. Effective use of daylight is an important criterion for sustainable building design. This standard encourages building designers to design, assess and ensure sufficiently daylit spaces.

Daylight has many advantages compared to artificial lighting systems. When the artificial lighting is evaluated in terms of initial investment and energy consumption costs, the natural lighting system is excluded from all these costs. Good color rendering ensures that the action performed in the space is visually more comfortable. In addition, the human eye adapts better in daylit spaces compared to artificial lighting. Today, the role of daylight use in buildings is rapidly gaining importance in terms of energy consumption and costs. In addition to the search for alternative energy sources against the increasing energy needs, the conservation and control of energy within the existing system should also be provided. Effective use of daylight and natural illumination system design will be essential in reducing the energy consumption caused by artificial illumination.

In school buildings, natural light has considerable physiological benefits, and increases energy efficiency while reducing the operational energy consumption of buildings. It is thus crucial to maximize the amount of daylight, as well as to improve its quality, in educational premises. Considering the significant impact of lighting on visual activities and human performance and wellbeing, the appropriate level of illuminance must be provided in educational environments. In this field, it is important to pay attention to the effects of natural and artificial lighting on student performance, also the architectural factors affecting appropriate utilization of daylight in educational spaces. It is thus crucial to maximize the amount of daylight, as well as to improve its quality in educational premises. The design of the natural lighting system needs to be meticulously designed for the educational buildings and through the project, specific to the project.

Providing sufficient daylight in educational buildings provides well-rounded gain. Exposure to sunlight has a direct impact on students' physiological and psychological health. It has been proved that benefiting from the natural illumination systems in learning environments increases the learning capacity of students, thus requiring a thorough review of the physical conditions of educational buildings.

In the early design stage, daylighting assessments can influence form generation. Thus, the integration of the quantitative standard measurements and the descriptive aspects can be more easily achieved. Facades are the basic design element affecting daylighting performance. So in this study it was reviewed to provide sufficient daylight on different façade spaces.

It is essential that the design of the natural illumination system is both flexible and is of use to the changing educational approaches and spatial setup of new-generation learning environments. It can be easily seen that the teacher-centred learning environments in the classical education system are now changing, just as the spaces and learning styles are becoming flexible, adaptable and transformable. In this sense, there are many disadvantages to producing educational structures over typical projects. In order to reveal these disadvantageous situations in natural illumination system design and to embark on the optimum approach, it has been aimed to evaluate the typical primary school project within the variables of orientation and transparency ratio for the moderate-humid climate region. TS EN17037:2022 daylight of buildings standard is taken as the basis of the evaluation method in providing sufficient daylight into the building. The scenarios created with the north-south and east-west orientation of the building show that positive and negative situations for classrooms with facade apertures on opposite facades are found in the same building and on the same floor plane.

So it is accordingly aimed in this study;

- To determine the natural lighting needs of new generation educational buildings by conducting a literature review on daylight and visual comfort.
- To reveal the effect of transparency ratio in natural lighting system design
- To determine the situation of orientations in different directions in effective daylight use.
- To determine the effect of design decision made about facade design on the daylight performance and visual comfort conditions,
- To determine optimum facade opening and orientation for adequate daylight and visual comfort in an educational buildings.

Within the scope of this study, TS EN 17037 Standard for Daylight in Buildings was examined, and the criteria determined for the evaluation of daylight performance in buildings within the scope of the relevant standard were introduced, and the application of the standard was carried out for different scenarios in an educational structure considered for Istanbul conditions. The scenarios discussed were evaluated in terms of determining the sufficient daylight illuminance according to the illuminance level method.

Daylight performance was carried out in a representative classroom in İstanbul, located in a temperate climate zone. Dialux Evo was used for daylight evaluation simulations.

The study was carried out for representative dates with climatic data and different sky models. his study analyzes the physical parameters of the façade of an educational building located in a temperate climate zone in order to make effective use of daylight and to provide visual comfort. This study reveals that optimum orientation for applied typical projects may only be possible for some classrooms. It also offers alternatives and suggestions for optimised orientetation and facade openings.



1. GİRİŞ

Geçmişten bugüne dek eğitim modelleri ve öğrenme ortamları üzerine sayısız araştırmalar yapılmış ve yaklaşımlar ortaya konmuştur. Bir toplumu şekillendirmede eğitimin önemi kuşkusuzdur. Eğitim ve öğretim mekanlarının fiziksel koşulları da öğrenme üzerinde büyük bir paya sahiptir. Eğitim yapılarında etkin günışığı kullanımı, öğrencilerin öğrenme ve bilişsel kapasitelerinin gelişiminde, ruh hali ve motivasyonları üzerinde ve fizyolojik gelişimlerinde oldukça önemlidir. Günışığı temelli aydınlatma sistemi tasarımı TS EN 17037 Binalarda Günışığı standardı önemli bir kılavuz görevi üstlenmektedir. Literatür çalışması ile yeni nesil eğitim modeli anlayışının farklı mekansal kurgulara ve çözümlere olanak tanıdığı, mekanların esnekliğinin ve değişebilirliğinin ileriki yıllarda önemli bir konu olarak üzerinde tartışılacağı ortaya konmuştur. Doğal aydınlatma sistemi tasarımının da bu esnek mekanlar ile proje üzerinden, projeye özgü şekilde titizlikle kurgulanması gerekmektedir. Aileden sonra toplumun şekillendiği en önemli mekan olan eğitim yapılarında fiziksel ve çevresel koşulların iyileştirilmesi önceliklendirilmesi gereken bir konudur.

Ülkemizde güncel eğitim yaklaşımı olarak müfredatta bir takım değişiklikler ve yeniliklere yer verilse de, eğitim yapısı ve öğrenme ortamının fiziksel kurgusu klasik eğitim modeline göre inşaa edilmektedir.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Ülkemizde eğitim yapılarının tasarlanmasında gerek projelendirme gerekse uygulama aşamasında kolaylık sağladığı düşünülen standartlaştırılmış eğitim yapıları tip projelerine başvurulmaktadır. Bu tip projelerin doğal aydınlatma sistemi tasarımı açısından bazı dezavantajlara sahip olduğu düşünülmektedir. Bu düşünceleri kuvvetlendiren durumlardan biri de günışığından yararlanma açısından optimum yönlenme baz alınarak yapı konumlanırsa bile projede zıt cephelerde cephe açıklığı bulunan dersliklerin varlığı ve bu dersliklerden bir kısmı optimum yönlenmede konumlanırken diğerlerinin yönlenme açısından dezavantajlı konumda bulunacağıdır.

Tezin amacı; MEB İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 12 derslikli ilkokul tip projesini ‘TS EN 17037 Binalarda Gün Işığı’ standardı baz alınarak etkin gün ışığı kullanımı açısından değerlendirmek, aynı katta bulunan tüm dersliklerin uygun yönlendirmelerdeki hedef ve minimum gün ışığı sağlanması durumunu farklı pencere alanı/tabana oranı ile analiz etmektir.

Çalışmanın ilk bölümünde güncel eğitim modelleri, eğitim yapılarının mekansal ihtiyaçları ve öğrenme ortamları ile bu ortamlarda doğal aydınlatmanın önemi hakkındaki literatür çalışmasına yer verilmiştir. Türkiye’de güncel eğitim anlayışı ve eğitim mekanlarının projelendirilmesinde temel alınan yaklaşımlar irdelenmiştir. Görsel konfor parametreleri açıklanmış; görsel konfor ile öğrenme arasındaki ilişkiye odaklanan araştırmalara yer verilmiştir. Binalarda günışığından yararlanma konusunda önemli bir kılavuz olan TS EN 17037 standardı çalışmanın gelişme bölümünde yer almış ve değerlendirme kriterleri, öneriler ile hesaplama yöntemlerine yer verilmiştir. Çalışmanın değerlendirme ve sonuç bölümlerinde ise ele alınan tip ilköğretim yapısı farklı yönlendirmeler ve cephe açıklıkları ile yeterli günışığı sağlanması açısından değerlendirilmiştir.

1.2 Çalışmanın Yöntemi

MEB İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan tip projeler ve bu projelere referans olması açısından hazırlanan Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu ülkemizde kamu eliyle yapılan eğitim yapılarının başlıca kaynaklarıdır. Ele alınan tip proje 2020 yılında yayınlanan 12 derslikli ilköğretim tip projesi Dialux Evo programında modellenmiştir. Kuzey-güney yönlendirme (Senaryo 1) ve doğu-batı yönlendirme (Senaryo 2) olmak üzere 2 farklı biçimde konumlandırılan eğitim yapısının, tip projede referans alınarak kurgulanan %20’lik pencere alanı/tabana oranı (Tip 1) ve Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu temel alınarak kurgulanan %25 pencere alanı/tabana oranına (Tip 2) sahip durumlar değerlendirilmiştir. Temel alınan pencere alanı/tabana oranlarına ek olarak %30 pencere alanı/tabana oranına sahip yeni bir tip (Tip 3) öneri olarak değerlendirmelere dahil edilmiştir. Yıllık çalışma saatlerini temsilen Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim ayının 15. Günü ve günışığı sürelerini temsilen de 9.00, 12.00, 15.00 saatleri seçilerek simülasyonlar gerçekleştirilmiştir.

Çalışma iklim ve meteorolojik veriler kullanılarak simüle edilen tip projenin tüm sınıflarda günışığına bağlı hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyi sağlanması konusunda değerlendirilmesi ve optimum yönlenme ile cephe açıklığının tespitini kapsamaktadır.





2. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE GÜNCEL EĞİTİM YAKLAŞIMLARI VE MİMARİYE ETKİSİ

Eğitim kavramı Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre çocukların ve gençlerin toplum yaşayışında yerlerini almaları için gerekli bilgi, beceri ve anlayışları elde etmelerine, kişiliklerini geliştirmelerine okul içinde veya dışında, doğrudan veya dolaylı yardım etme, terbiye olarak tanımlanmaktadır (TDK). Bu tanımda eğitim sadece çocukluk ve gençlik dönemini kapsayan bir olgu olarak görülse de eğitim yaşamın başlangıcından itibaren her safhasında yer almaktadır.

UNESCO 1960’lı yıllarda eğitimin sadece okullar olarak yani örgün eğitim olarak görülemeyeceği vurgusunu yapmak ve eğitimin yaşam boyu bir süreç olduğunu ifade etmek için eğitim kavramını örgün, algın ve yaygın eğitim olmak üzere üç gruba ayırır. Yaygın eğitim kavramı konusunda Dünyaca bilinen uzmanlar olan Coombs ve Ahmed (1973:17-22) bu üç kavramı şöyle tanımlar: Örgün eğitim ilköğretimden üniversiteye, özel konularda ve kurumlarda hiyerarşik olarak yapılandırılmış ve kronolojik olarak derecelendirilmiş öğretim ve mesleki yetiştirim olarak tanımlanır. Algın eğitim bireylerin çevrelerindeki günlük deneyimlerden, eğitsel etkilerden ve kaynaklardan, aileden, komsulardan, isten, oyunlardan, pazar yerinden, kütüphaneden ve kitle iletişim araçlarından tutumlar, değerler, beceriler ve bilgileri yaşam boyu edinme surecidir. Yaygın eğitim belirli bir gruba belirli amaçlarla var olan örgün eğitim sisteminin dışında bağımsız olarak ya da daha geniş etkinliğin önemli bir parçası olarak düzenlenmiş bir eğitimsel etkinlik olarak tanımlanabilir (Duman, 2003).

Örgün eğitim; okul öncesi eğitimi, ilkokul, ortaokul, ortaöğretim ve yükseköğretim kurumlarını kapsar (MEB, 2021). Örgün eğitim, yaygın eğitimin kısa dönemli, esnek ve kullanıcılara göre şekillenen pratik sonuç odaklı programının aksine akademik, uzun dönemli ve sistematik, kullanıcılar için belirli standartlara göre giriş şartlarının belirlendiği bir programa sahiptir (Coombs, 1989).

Küreselleşen dünyada teknolojik gelişmelerin sonucu olarak e-kütüphane, e-dergi, akıllı tahta, multimedya araçları vb. materyaller ile e-eğitim, uzaktan eğitim, e-okul

gibi uzaktan eğitim modelleri hayata dahil olmuştur. Okul ve sınıf kavramları bina ve dört duvarla sınırlı kalmayıp içinde bulunulan her mekanın bir öğrenme ortamı olduğu düşüncesi yaygınlaşmıştır. Tüm bunlar eğitimde yeni stratejilerin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Karaman, 2010).

2.1 Öğrenme Mekanı-Öğrenme İlişkisi

Mekanların psikoloji ve davranışlar üzerindeki etkisini inceleyen bir çok araştırma bulunmaktadır. Kısa süreli vakit geçirilen yeme-içme mekanlarının fiziksel özelliklerinin beslenme tarzı üzerine etkisi veya mağazaların mekansal organizasyon kurgusunun satınalma kararları üzerine etkisi düşünüldüğünde örgün eğitim boyunca uzun süreli vakit geçirilen eğitim mekanlarının öğrenci psikolojisi ve akademik başarısı üzerine olan etkisi yadsınamaz niteliktedir.

Eğitimde verimlilik üzerine yapılan araştırmalarda sınıf ve okul ortamının öğrencilerin başarıları üzerinde etkili olduğu ve aynı zamanda istenen davranışlara ulaşma konusunda bir gösterge olarak kabul edilebileceği ve eğitimde istenen verimin alınabilmesi için sınıf ve okul binalarının önemi üzerinde durulmaktadır (Uludağ vd, 2002).

Öğretme ve öğrenmeye yönelik çağdaş yaklaşımların desteklendiği bir çok gelişmiş ülkede yeni yapılardaki son gelişmeler fiziksel öğrenme ortamlarının değerlendirilmesini önemli hale getirmiştir. Kaynak ve teknoloji açısından zengin tesisler ortaya koymak pahalıdır ve yenilikçi eğitim tesislerinde neyin işe yarayıp yaramadığı tespit etmek tesis sahibi, tasarımcı mimarlar ve tesis kullanıcıları için önemlidir (Clevelend, 2013).

Eğitim tesislerinin fiziksel durumunun öğrenci performansı ve öğretmen tutumu üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar termal konfor, gürültü düzeyi ve sınıf mevcudunun önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. Bir dizi çalışma, genel bina durumunu ve bunun öğrenci performansı ile bağlantısını ölçmüş; bunlar tutarlı bir şekilde daha iyi durumda okullara devam eden öğrencilerin, standart altı binalardaki öğrencilerden birkaç puan daha iyi performans gösterdiklerini göstermiştir. Öğretmenler, fiziksel iyileştirmelerin öğretim ortamını büyük ölçüde iyileştirdiğini bildirmektedir (Earthman, 2002).

165 okulu kapsayan büyük ölçekli bir çalışmada ABD Georgia eyaletindeki eski öğrenme ortamına, modern öğrenme ortamına ve yarı modern öğrenme ortamına sahip 3 farklı grupta yer alan okullardaki öğrencilerin başarıları karşılaştırılmıştır. Öğrenme ortamlarının aydınlatma, havalandırma ve akustik özelliklerine göre değerlendirildiği çalışmada öğrenci başarıları modern ve ileri teknolojiyi barındıran eğitim ortamında en yüksek, modası

geçmiş ve verimliliğini yitirmiş ekipmanlara sahip öğrenme ortamlarında ise en düşük olarak rapor edilmiştir (Chan, 1996).

Eğitim yapılarının fiziksel koşullarının öğrenci başarısı üzerine doğrudan veya dolaylı etkilerini saptamaya yönelik çeşitli teorik modeller geliştirilmiştir. Lemasters (1997) 1980-1997 yılları arasında yapılan araştırmaları sentezlediği çalışmasında bina koşullarının öğrenci başarısı ve davranışı ile doğrudan ilişkili olduğunu saptamıştır. Öğrenci başarısı ve öğrenci davranışını doğrudan etkileyen bağımsız değişkenleri gürültü, aydınlatma, renk, iklim koşulları, bakım-onarım, yoğunluk, strüktür ve yaş olarak tanımlamıştır. Kendisinden önce yapılan araştırmalar sonucu ortaya atılan modelleri geliştirerek fiziksel koşulların öğrenci davranışı üzerine etkisini içeren yeni bir model ortaya koymuştur. Teorik modele göre öğrenci başarısını dolaylı olarak etkileyen unsurlar söz konusudur. Yöneticinin eğitim tesisine bakışı ve maddi yeterliliğin sağlanması okul tesisinin kalitesini belirlemektedir. Tesisin kalitesinin ise okul çalışanları ve ebeveynin tesise bakışı üzerinde doğrudan etkisi vardır. Çalışma, tesis iyileştiğinde veya öğretim programı tesis gereksinimlerine uygun olduğunda öğrencilerin ortaya çıkan tutum ve davranışlarının geliştiğini desteklemektedir (Lemasters, 1997).

2.2 Yeni Nesil Öğrenme Ortamları

Günümüzde eğitim yapıları çocukların ve gençlerin yoğun olarak vakit geçirdikleri ortam olarak aile evinden sonra ikinci sırada gelir. Temelde kurumsal eğitim ilkökul ile başlasa da uzmanlar okul öncesi eğitimin önemini vurgulamakta, 36-72 ay arasındaki bireylerin akran iletişimi, sosyal beceri, kendi bedenini tanıma ve öz bakım ihtiyaçlarını karşılama yetisi geliştirdiğini ifade etmektedir (Aral vd, 2002).

21. yüzyılın öğrenme ortamları, her öğrencinin benzersiz öğretim ihtiyaçlarını karşılamak ve olumlu ilişkileri desteklemek üzere pedagojik sistem çerçevesinde gelişmektedir. Bu öğrenme ortamları bütünsel olarak şunları içermektedir: öğrencilere yaşam boyu beceriler geliştirmeleri için ilham veren tesisler, teknolojiler ve topluluklar. Etkili öğrenme bu üç unsur kusursuz bir şekilde bütünleştiğinde gerçekleşmektedir ve her biri birbirini güçlendirir niteliktedir. 21.yy eğitim ortamı geleneksel sınıf düzenin ötesine geçmeli ve çeşitli eşzamanlı öğretim faaliyetlerine yanıt verebilecek alanlar sağlamalıdır.

Yeni nesil öğrenme mekanlarının sağladığı imkanlar öğrenci merkezli olduğu için geleneksel eğitimin öğretmeni merkeze alan yapısından oldukça farklıdır. Bu

pedagojik farklılıklar arasında mekansal dönüşümü esnek bir şekilde gerçekleştirebilen akışkan mekanların önemi büyüktür. Bu dönüşümün eğitim yapılarına mekansal olarak yansımaları sonucu öğretmen-öğrenci arasındaki sınırların bulanıklaştığı daha işbirlikçi yaklaşımlarla tasarımın kurgulandığı görülmüştür (Göksoy 2021).

Geleneksel sınıf anlayışında öğretmen ve kitabı temel alan pasif bir öğrenme anlayışı söz konusudur. Öğrenme eylemi 4 duvar arasında sınıf kümeleri içerisinde gerçekleşir ve öğrenciler izoledir. Bu tür bir eğitim sistemi 19.yy Endüstri dönemi çalışan ihtiyacını karşılamak için birey yetiştiren fabrika modelidir. 21.yy'a gelindiğinde ise öğrenci merkezli, öğretmenin bir koç olarak öğrenenin yanında yer aldığı aktif öğrenme sistemi gelişmiştir. Bu yeni öğrenme modelinde öğrenciler diğer öğrenciler ve çevreleriyle sürekli iletişim ve etkileşim halindedir. Medya araçları, projeler ve genel performans öğrenme ve değerlendirme için önemlidir. 21.yy eğitim sistemi teknoloji toplumuna global çapta birey yetiştirmeyi amaçlar (Gordon vd, 2019).

Yeni nesil yaratıcı öğrenme ortamlarında bireye yaratıcı fikirlerini özgürce sunabileceği farklı materyallere ulaşım sağlayıp keşifler yapabileceği imkanlar bulunmalıdır. Bu tür öğrenme ortamlar ezberci, otoriter ve kısıtlayıcı olmaktan ziyade farklılıkları ve alışlagelmemiş düşünceleri destekler niteliktedir (Butler vd, 1975).

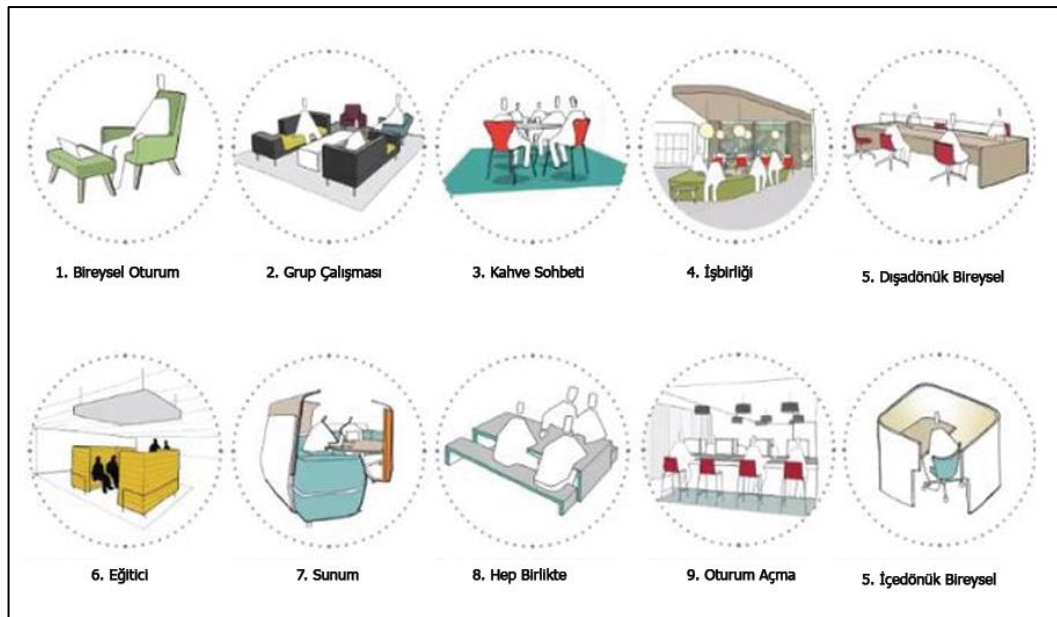
Öğrenme ortamlarında yapılandırmacı eğitim modellerin benimsenmesi dolayısı ile yeni sistemde odak öğretmekten çok öğrenmeye doğru kaymıştır. Buna bağlı olarak mekan kurgusunda informal ve sosyal alanların önemi artmıştır. Öğrenmenin sınıflar gibi formal tanımı olan mekansal ve zamansal sınırlandırmalardan ayrı düşünülmesi ile esasında yapıya ait tüm mekanlar ve mekansal unsurlar etkin olarak ele alınmaya başlamıştır (Cankurtaran, 2019).

Gensler Research Institute'un Haziran 2020'de yayınladığı 'Eğitim Nasıl İyimser, Adil Bir Gelecek İnşa Edebilir?' başlıklı araştırma yayınında öğrenme eyleminin geleceğinin öğrenen odaklı olduğunu, bu durumda da öğrenenin yerini, öğretmenin rolünü ve tasarlanan öğrenme mekanının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Öğrenme alanlarının yeni nesil öğrenmeye uyum sağlaması için 6 strateji öne sürmüştür.

- Eşitlik, çeşitlilik ve kapsayıcılık ön planda olmalıdır.

- Dijital platformları ve alternatif teknolojileri barındıran hibrit bir model benimsenmelidir.
- Fiziksel mekanda yere ve topluluğa önem verilmelidir.
- Disiplinlerarası bir zihniyet teşvik edilmelidir.
- Yeteneklerin uyarlanabilir ve pazarlanabilir olması önemlidir.
- Yeni sinerjiler oluşturabilmek için kampüs ortamı bir ekosistem olarak benimsenmelidir.

Birleşik Krallık'ta yürütülen ve öğrencilere STEM becerileri (Eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği) kazandırmak için işbirlikçi öğretim laboratuvarı üzerine bir araştırma 10 farklı öğrenme modu ortaya koymuştur (Şekil 2.1). Düşük çaba gerektiren bilgisayar temelli bireysel etkinlikler için Bireysel Oturum, yapılandırılmış aktiviteler için Grup Çalışması, birşeyler içerken sohbet esnasında gerçekleşen bilgi aktarımı için Kahve Sohbeti, beyaz tahta etrafında gerçekleştirilen beyin fırtınası için İşbirliği, toplum içerisinde bireysel çalışmayı ifade eden Dışadönük Bireysel, görsel ve işitsel medya araçları ile gerçekleştirilen grup çalışması için Sunum, genel sosyalleşmeyi tanımlayan Hep Birlikte, akademik öğrenci etkileşimini içeren Eğitici, masabaşı düşük eforlu aktiviteler için Oturum Açma, bireysel yalnızlık gerektiren işler için ise İçedönük Bireysellik (Cooke vd., 2016).



Şekil 2.1 : İşbirlikçi öğrenme laboratuvarı araştırmasında ortaya konan 10 farklı öğrenme modu (Cooke vd., 2016. Kaynağından Türkçeleştirilmiştir).

Dovey and Fisher (2013) ortaokul ölçeğinde planlar ile gerçekleştirdiği çalışmada farklı pedagojik öğrenme kuramlarının mekansal dizilim bağlantılarını ortaya koymuştur. Birleşim teorisi çerçevesinde bir dizi yenilikçi okul planından alınan öğrenme ortamlarını sosyo-mekansal bağlantı ve uyum kapasitesi açısından analiz etmiş ve 5 temel plan türü tanımlamıştır (Şekil 2.2). Tip A ve Tip B yerleşimleri geleneksel sınıf – mekan organizasyonu şemasındadır. Tip A’da izole sınıf kümeleri arasındaki iletişim ancak bir koridor yolu ile olmaktadır. Tip B’de ise aynı kapalı sınıf kümeleri sokak alanına açılmaktadır. Değişim ve dönüşüm sokak alanında gerçekleşebilir ancak kapalı sınıf kümeleri bu değişimin dışında stabilitesini korur. Bu iki tip öğrenim düzeni davranışçı öğrenme metodu ile uyumludur. Tip C ve Tip D sınıf mekanlarının da dönüştürülebilir olması açısından yenilikçi bir bakış sunar. Gerektiğinde ortak alana dönüşebilen sınıflar Tip C’de sokak mekanı ile dolaylı bir geçişe sahipken Tip D’de sokak mekanı ile iç içe, bütünleşik bir durumdadır. Tip E plan tipinde ise net bir mekan kurgusu yoktur. Aktiviteye bağlı olarak kurgulanır ve tekrar kapalı bir sınıfa dönüşmesi için büyük bir tadilat gerekir. Yeni nesil öğrenci

PLAN TİPİ	DİYAGRAM	MEKANSAL ÖZELLİKLERİ
TİP A GELENEKSEL SINIF KÜMELERİ		-Geleneksel Kapalı sınıf kümeleri -Öğrenme ortamları arası iletişim ve etkileşim yok -İzole
TİP B GELENEKSEL SINIF + SOKAK ALANI		-Geleneksel Kapalı sınıf kümeleri -İkincil öğrenme ortamı olarak sokak alanı -Değişim sadece sokak alanı ile kısıtlı
TİP C DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR SINIF		-Ortak alana dönüştürülebilir sınıflar -Daha geniş bir pedagoji yelpazesine olanak sağlar. -Sınıf/ortak alan ile sokak alanı arası dolaylı geçiş
TİP D DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR SOKAK ALANI		-Ortak alana dönüştürülebilir sınıflar -Hem sınıf formu hem de ortak alan formu sokak alanı ile bütünleşebilir.
TİP E ORTAK ALAN ODAKLI		-Açık düzen -Geleneksel sınıf dönüşümü tadilat olmadan gerçekleşemez. -Ayrılma, açılabilirlik, iç içe geçme -Akustik ve tefriş sorunları

Şekil 2.2 : Öğrenme mekanları tipleri diyagramı ve mekansal özellikleri (Dovey ve Fisher (2003) kaynağından derlenip Türkçeleştirilmiştir).

odaklı öğrenim kuramlarının uygulanabilmesi için olanak sağlar. Bu tür iç içe geçmiş sokak alanı, ortak alan öğrenme ortamlarında akustik sorunlar kontrol edilmesi güç bir hal alabilir. Aynı zamanda mobilya ve tefriş yerleşiminin de dönüşebilir olması sorun olmaktadır (Doovey, 2013).

Günümüzde öğrenim kuramlarının çeşitliliği farklı eğitim felsefelerinin ve öğrenme ortamlarının gelişmesini sağlamıştır. Dünya genelinde yaygın olarak benimsenen bu eğitim yaklaşımlarının bazıları Montessori, Waldorf, Reggio Emilia, Jena Planı, Pestalozzi, Dalton, Freinet şeklinde sıralanabilir (Çizelge 2.1).

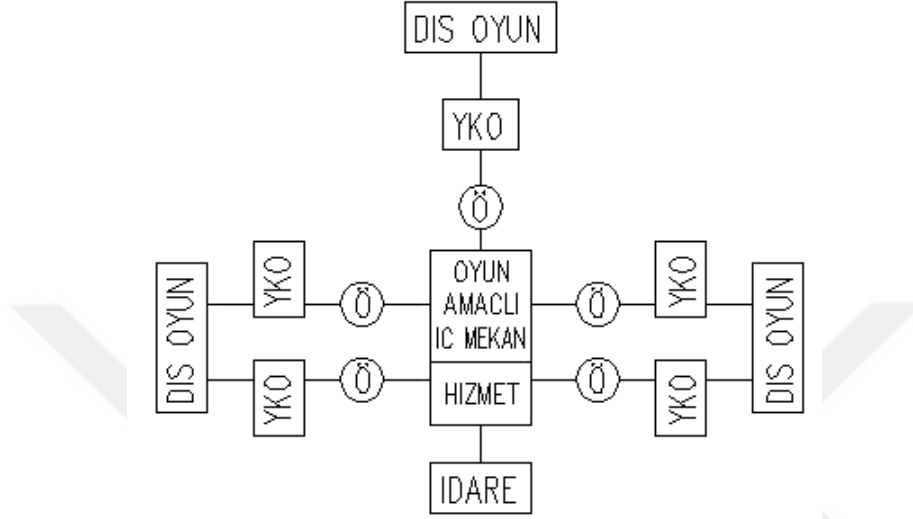
Montessori yaklaşımı; Maria Montessori 1907 yılında zihinsel engelli ve ekonomik olarak dezavantajlı çocuklara hizmet etmek için Montessori Okulu'nu açmıştır. (Pickering, 1992). Çalışmaları spesifik eğitim metodlarının geliştirilmesini ve çocukların nasıl öğrendiğine dayalı inançlarını temel alan eğitim materyallerini içermektedir. Montessori yaklaşımında çocuklar nesnelerin manipülasyonu yoluyla kendi başlarına öğrenirler. Geleneksel eğitimden sınıf düzeni, fiziksel çevre ve öğretim metodolijisi yönünden farklıdır. Geleneksel sınıflarda aynı yaş grubu öğrencilerin yer aldığı tek yönde sıralar varken Montessori sınıflarında bireysel veya grup çalışmasını teşvik eden açık plan içerisine dağılmış sıralar mevcuttur (Lopata vd, 2014).

Çizelge 2.1 : Alternatif eğitim yaklaşımları karşılaştırmalı özeti (Nasin, 2019).

Eğitim Yaklaşımı	Temel Amaç	Eğitim Ortamı
Pestalozzi	Her bir çocuğun farklı birey olduğunu dikkate alır.	Çocukların keşif yapabileceği doğal çevre
Jena Planı	Aile kavramını temel alır. Fikirler ve toplumsal değerleri dikkate alır.	Karma yaş grubu, esnek tasarlanmış sınıflar
Dalton Plan	Her çocuğa bireysel ve kendi doğasına uygun eğitimi benimser	Karma yaş grubu, özel tasarlanmış sınıflar
Freinet	Demokratik toplum kurallarına uyarak eleştirel katılım felsefesini benimser.	Deney yapılabilecek grupla veya bireysel olarak çalışma ortamı
Waldorf (Steiner)	Sanatsal ve düşünsel yaklaşımla maneviyatı ve sosyal etkileşimi geliştirme odaklıdır.	Sıcak bir atmosferde, yaş gruplarına uygun düzenlemeler
Montessori	Çocuklar için özgür çalışma ortamı sunarak, yeteneklerinin geliştirilmesini amaçlar.	Çocukların bireysel olarak başarılı olmasına, kendi kendine yapabilmesine imkân sağlayan mekânlar
Reggio Emilia	Sosyal ve etkin bir şekilde çocukların iletişim becerileri geliştirilir.	Tamamen öğrenciyi merkeze alan, esnek ve deneysel çalışmalara ortam sağlayan mekânlar

Montessori yaklaşımı ile tasarlanan okullarda öğrenme mekanları, kütüphane, dış oyun alanı ve personel odası, depo gibi destekleyici alanlar bulunmaktadır. Öğrenme

mekanları duyuşal, kültürel, matematik ve dil gibi konuları içeren materyallerin bulunduğu köşelerle donatılmıştır. Montessori eğitim felsefesinin mekansal ilişkisi içerisinde dış oyun alanı, yarı kapalı oyun alanı (YKO), öğrenme mekanları (Ö), hizmet ve servis mekanları, öğretmen ve yöneticileri içeren idare mekanları bulunmaktadır (Şekil 2.3) (Uysal,2006).



Şekil 2.3 : Montessori eğitim sisteminde mekan organizasyonu (Uysal, 2006).

Waldorf yaklaşımı, 20.yy başlarında Rudolf Steiner tarafından yaşamlarına amaç ve yön vermek için kendi kendilerine yetebilen bireyler yetiştirmeyi amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Jolley,2020). Bu eğitim yaklaşımında öğrenme; deneyimleme, yeniden yaşama, tepki ve deneyimi taklit şeklinde gerçekleşir.Sanat ve bilimi çocuğun gelişimi için entegre etmek ve öğretici olarak rehberlik etmek büyük önem taşır (Sanoff, 1995).

Yaklaşımın temelinde, aktivite, topluluk, doğa, sanat, müzik, ritmik hareketler (eurythmy) ve şenlikler vardır. Geleneksel eğitimde bilginin ezberlendiği ve öğretilen aktarıldığı şeklin aksine Steiner'in yaklaşımında bilgi fiziksel, duygusal ve zihinsel aktiviteler ile içselleştirilir. Bu aktiviteler eller, kalp ve kafa ile yönetilir. Bunun mimariye yansıması her çocuğun içindeki üç kuvveti desteklemek için sınıfın, alanın öğretmen tarafından değiştirilmesine ve farklı aktivite bölgelerine bölünmesine izin veren açık bir plana sahip olması şeklindedir. Tıpkı bir topluluğun diğeriyle tam olarak aynı olmadığı gibi, her sınıfın onu diğeri sınıflardan ayıran bazı benzersiz nitelikleri olmalıdır. Bireysel karaktere ulaşmakta renk kullanımının rolü büyüktür. Yaklaşımın temelinde bulunan ilkelerden olan doğanın önemi, doğanın okul ile özdeşleşmesi ve mekanlar arası geçişlerde öğrencilerin doğa ile temas edebilmesi ile mümkün olur.Yapı boyunca farklı materyaller kullanmak ve yapı tasarımının tüm unsurlarının birbirine bağlandığı orantılı bir sistem kurmak

öğrenme alanına sanatın ve müziğin dahil edilmesinin mekansal yansıması anlamına gelir. Bina içerisindeki farklı mekansal hacimler ve bunun deneyimlenmesi bedensel ritmik hareketleri destekler (Jolley, 2010).

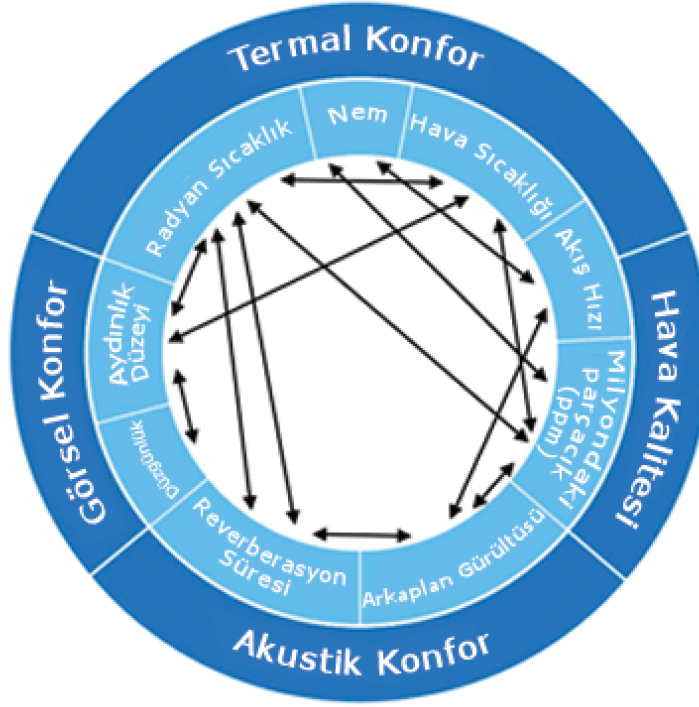
Türkiye’de ise 2020 yılında Milli Eğitim Bakanı Ziya Selçuk dünyada tüm öğretim kademelerinde paradigmal bir dönüşüm yaşandığını, bu dönüşümün liselerden sonra ilkokul ve ortaokullarda da bir sonraki yıl uygulanmaya başlayacağını belirtmiştir. İlkokul seviyesindeki dönüşümün öğrencilere hayatta karşılaşılabilecek problemlerle baş etme, hayat becerileri konusunda yetiştirme, yeterince oyun oynama, adabımuâşeret eğitimi, kendini ifade, jenerik becerilerin kazandırılması şeklinde başlıklar içereceğini ifade etmiştir. Tasarım Beceri Atölyeleri’nin ilkokul ve ortaokul tasarımında büyük rol oynayacağını, ‘yaparak, yaşayarak öğrenmenin’ bu atölyelerin temel prensibi olduğunu ve atölyelerin sadece bir mekan değil aynı zamanda bir zihniyet ve yaklaşım modeli olduğunu vurgulamıştır (Url-1).

2.3 Eğitim Yapılarında Konfor Koşulları

Eğitim yapılarında konfor koşulları; aydınlatma, akustik, iklimlendirme ve havalandırma gibi tesisin fiziki özelliklerine ilişkin koşullar, sirkülasyon ve erişim gibi yapısal özellikler, ulaşılabilirlik ve dış mekan ilişkileri temelinde çevresel faktörler, teknoloji kullanımı, tefriş ve donatıların durumu ile sınıf mevcudu gibi bileşenlere bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Bu bileşenlerin öğrencinin öğrenmesi üzerine etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır.

Okullar için minimum enerji ile iyi iç mekan konfor koşulları sağlamak dünya çapında okul tasarım yönergelerinde uzun zamandır araştırma konusudur. Gelecek düşüncesiyle enerji tasarrufu yapmak ve okullarda iyi bir iç ortam sağlamak için artan gereklilik, daha iyi bir iç ortam sunmak ve tasarım ile performans arasındaki boşluğu azaltmak için okul tasarımcılarının tasarıma daha bütünsel yaklaşımları gerektiğini düşündürmektedir. Şekil 2.4’te görüleceği üzere Birleşik Krallık’ta okulların tasarımında farklı iç çevre faktörlerinin birbiri ile olan ilişkisi, optimizasyonu ve alt faktörleri üzerinden bütüncül bir bakış sağlaması açısından Çevre Çemberi adını verdikleri çevresel faktörler ve alt faktörlerin bağlantısı ortaya konmuştur (Azadeh vd, 2015). Aydınlik düzeyinin artması ile ortamdaki radyan sıcaklığın artışı, hava kalitesini iyileştirmek için kullanılan mekanik ekipmanların arka plan gürültü oluşturmaları, havadaki toz zerreciklerinin ortam sıcaklığı ile ilişkisi çevre çemberindeki konfor koşullarının birbiri ile olan bağlantısına örnek oluşturmaktadır.

21.yy eğitim felsefelerine olanak sağlayan eğitim yapılarında konfor koşulları mekansal, görsel, işitsel, akustik ve termal konfor ile sınırlı kalmayıp, mekanın yapısal ve işlevsel esnekliği, iç mekan-dış mekan kurgusu, öğrenmenin tesisin her noktasında gerçekleşebileceği alanların varlığı şeklinde çeşitlendirilebilir. Elbette açık ve esnek plan



Şekil 2.4 : Çevresel faktörler ve alt faktörlerin bağlantısı (Azadeh vd, 2015).

yapısına sahip hacimlerde temel konfor koşullarını sağlamak zordur ve uzmanlık gerektirir. Öğrenme felsefeleri değişse de geleneksel eğitim yapılarından vazgeçilememesinin sebepleri arasında bu zorluklar vardır. Geleneksel sınıf yapısında görsel, akustik, termal konfor koşullarının sağlanması ve kontrolü açık ve esnek öğrenme ortamlarına göre çok daha kolaydır.

2.4 Türkiye’de Güncel Durum ve Yaklaşımlar

Türk eğitim sistemine ilişkin ilk yasal düzenleme 1869 yılında çıkarılan Maarif-i Umumiye Nizamnamesidir (Genel Eğitim Tüzüğü). Bu tüzük ile eğitim hakkı, eğitim yönetimi, eğitim sisteminin belirlenmesi, eğitim ödenekleri, öğretmen yetiştirme ve istihdamı, taşra teşkilatı ve sınav sistemleri gibi hususlar düzenlenmiştir. 1923 yılında Maarif Vekâleti teşkilatı ile çalışmalara başlayan bakanlık, 1989 yılından bu yana Milli Eğitim Bakanlığı adıyla görevini sürdürmektedir (Url-2).

Milli Eğitim Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı 7 temel amaç içermektedir:

- Bütün öğrencilere, medeniyetimizin ve insanlığın ortak değerleri ile çağın gereklerine uygun bilgi, beceri, tutum ve davranışların kazandırılmasını sağlamak.
- Çağdaş normlara uygun, etkili, verimli yönetim ile organizasyon yapısı ve süreçleri hâkim kılmak.
- Okul öncesi eğitim ve temel eğitimde öğrencilerimizin bilişsel, duygusal ve fiziksel olarak çok boyutlu gelişimleri sağlamak.
- Öğrencileri ilgi, yetenek ve kapasiteleri doğrultusunda hayata ve üst öğretime hazırlayan bir ortaöğretim sistemi ile toplumsal sorunlara çözüm getiren, ülkenin sosyal, kültürel ve ekonomik kalkınmasına katkı sunan öğrenciler yetiştirmek.
- Özel eğitim ve rehberlik hizmetlerinin etkinliği artırılarak bireylerin bedensel, ruhsal ve zihinsel gelişimleri desteklemek.
- Mesleki ve teknik eğitim ve hayat boyu öğrenme sistemleri toplumun ihtiyaçlarına ve iş gücü piyasası ile bilgi çağının gereklerine uygun biçimde düzenlemek.
- Uluslararası standartlar gözetilerek tüm okullarımız için destekleyici bir özel öğretim yapısına geçmek (MEB, 2019).

Bu amaçlar doğrultusunda hedefleri gerçekleştirmek üzere Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü, İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü gibi bir çok alt teşkilat bulunmaktadır.

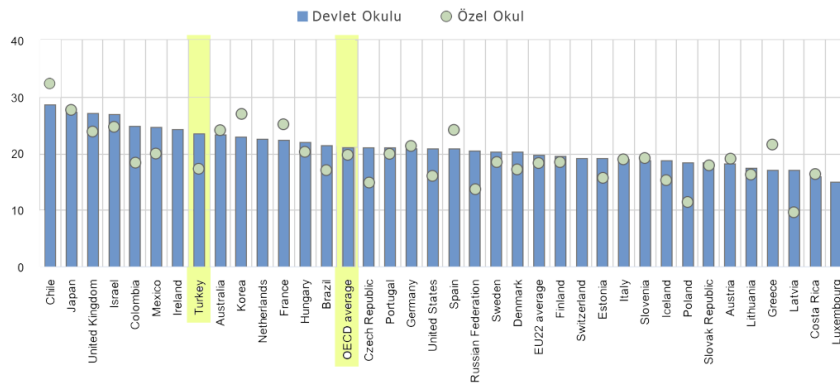
Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü eğitimin her kademesi ve her türü için kitle iletişim teknolojilerinin kullanılması amacıyla faaliyetlerine 1952 yılında başlamıştır. Güncel projeler arasında yer alan FATİH (Fırsatları Arttırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi) Projesi; VPN-genişbant internet erişimi, yüksek hızlı erişim, etkileşimli tahta ve tabletler ile her okul için donanım ve yazılım alt yapısının sağlanmasını amaçlamaktadır. EBA (Eğitim Bilişim Ağı) Projesi ise eğitsel e-içeriğin sağlanması ve yönetilmesini kapsamaktadır (Url-3).

İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı; okul ve kurum binaları dâhil, taşınmazlara ilişkin her türlü satım, yapma, yaptırma, bakım, onarım ve tadilat işlerini; bunlara ait kontrol, koordinasyon ve mimari proje çalışmalarını yürütme faaliyetlerinden sorumludur. Eğitim tesislerinde belirli asgari standartların sağlanabilmesi, mimari tasarım kriterlerinin belirlenmesi için 2015'te MEB İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı tarafından Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu yayınlanmıştır. Aynı zamanda ilgili başkanlık ve müdürlükler tarafından önerilen ihtiyaç programları dikkate alınarak tip (örnek) projeler hazırlanmakta ve uygulanmaktadır.

2.4.1 MEB tip projeleri

Türkiye’de istatistiklere göre 2020-2021 öğretim yılı kapsamında ilköğretim gören 5.328.391 öğrenci, 24.576 okul bulunmaktadır. Resmi kurumlarda 5.059.079 öğrenci, özel kurumlarda ise 269.312 öğrenci öğrenim görmektedir. İlkokul + ortaokul verileri dikkate alındığında derslik başına düşen öğrenci sayısı 23 kişidir (MEB, 2021).

Derslik başına düşen öğrenci sayısı aynı zamanda öğrenci-öğretmen oranları ile beraber eğitimin önemli konularındandır. Daha az sınıf mevcudiyeti öğretmenlerin öğrencilerin ihtiyaçlarına daha fazla odaklanması ve aksaklıklarla başa çıkmak için gereken ders süresinin daha kısa olması nedeniyle faydalıdır. OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı) verilerine göre, ilköğretim düzeyinde, OECD ülkelerinde ortalama sınıf kamuda 21, özel okullarda 19 öğrencidir (Şekil 2.5). Özel okullar bir çok ülkede ilköğretim düzeyinde kamu kurumlarındaki öğrencilerin en fazla %5’ini temsil etmektedir (OECD, 2021).



Şekil 2.5 : Okul türüne göre ülkelerin ortalama derslik başına düşen öğrenci sayısı (OECD, 2021).

Türkiye bu tabloda derslik başına düşen öğrenci sayısı ile ortalamanın üzerinde kalsa da 2009 yılında derslik başına düşen öğrenci sayısının 53 olduğu göz önüne alındığında, sınıf mevcudundaki bu azalma aynı zamanda eğitim tesislerine yapılan yatırımların arttığını göstermektedir.

1998 yılında 8 yıl zorunlu eğitim düzenlemesi ve 2012 yılında yürürlüğe giren 4+4+4 eğitim sistemi ile birlikte müfredatlar ve bu müfredatlara bağlı olarak da yapıların gerekli fiziki koşulları değişmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü değişen koşullara uyum sağlayacak yapıların tasarımı ve üretimi ile ilgili çeşitli politikalar izlemiştir. Eğitim yapılarının tasarımının ‘tip proje’ kavramı ile tasarlanması için çeşitli üniversitelerin mimarlık fakülteleri görevlendirilmiş ve bu projelerin üniversitelerin döner sermayeleri ile üretilmesine karar verilmiştir. 2000’li yıllarda Gazi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Erciyes Üniversitesi mimarlık bölümleri tarafından hazırlanan 240, 480, 720, 960 ve 1200 öğrencilik ilköğretim okulları ve 480, 720, 960, 1200 öğrencilik yatılı ilköğretim bölge okulları ile 480, 720, 960 öğrencilik pansiyonlu ilköğretim okullarına ait tip projeler katalog halinde yayınlanmıştır (Gedizoğlu, 2003).

Günümüzde ise bakanlık bünyesinde bulunan mimar ve mühendislerce bir ihtiyaç programı belirlenmekte ve eğitim dairelerinin de görüşleri alınarak tip projeler hazırlanmaktadır (Şekil 2.6). Eğitim tesislerinin tip proje olarak tasarlanmasının en önemli sebeplerinden biri yönetim bütçesinden her bir yapı için mimari proje hazırlatılacak bütçenin ayrılmamış olmasıdır. Bu tip projelerin mimari projeleri belirlenmiş olsa da uygulanacağı yerin farklı zemin yapısı ve iklim özelliği sergilemesinden ötürü mühendislik projeleri yere özgü revize edilmektedir.



Şekil 2.6 : Çeşitli MEB tip okul proje görselleri.

Bu tip projeler sadece okullar ile sınırlı kalmayıp bünyesinde özel eğitim merkezi, halk eğitim merkezi, rehberlik araştırma merkezi, bilim sanat merkezi, pansiyon, öğretmen evi gibi yapıları da kapsamaktadır (Aras, 2008).

2020 yılında okul türünde yayınlanan tip projeler içerisinde 13 lise, 14 ilkokul, 17 ortaokul, 2 imam hatip lisesi, 3 imam hatip ortaokulu ve 7 anaokulu bulunmaktadır. Farklı derslik sayılarına göre hazırlanan tip projelerin yapı sistemi betonarme, çelik ve modüler olarak tasarlanmıştır. Projelerden 5 tanesi uygulama, 10 tanesi kesin olmakla birlikte çoğunluğu avan proje niteliğindedir.

Eğitim tesisi tasarım maliyetlerini düşük tutmayı ve tasarım-yapım süreçlerini hızlandırmayı planlayan tip projelerin bir takım olumsuz yönleri bulunmaktadır:

- Kent içi arsa bulma zorlukları sebebiyle derslik sayısı arttırmak için tip projelerde diğer sosyal mekanların daraltılması
- Tip projelerin arsa kullanımı ve vaziyet planı yerleşiminde sorunlar ortaya çıkması
- Projenin topoğrafya ve çevrenin fiziki koşullarına uyum sağlaması için hafriyat istinat duvarı gibi ek maliyetler ortaya çıkması (Köse ve Barkul, 2012).
- Bu yolla üretilen yapılar temel asgari standartları sağlamaktadır ancak mimarisinin niteliği ve kalitesi konusunda garanti vermemektedir (Balamir, 2004).

2.4.2 Asgari tasarım standartları kılavuzu

Günümüzde de geçerliliğini koruyan 2015 tarihli Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda tasarım kriterleri sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlı mimari başta olmak üzere, 21.yy öğrenme ortamının gereksinimlerini karşılayabilecek fikir hedef ve stratejileri mekansal konfor koşulları ve iklimi de hesaba katarak bir araya toplamayı amaçlamıştır. İmar planı verilerini, kanun, yönetmelik , ilgili oda şartları, Türk Standartları, Avrupa Standartları ve uluslararası kalite standartlarını (ISO) temel olarak oluşturulan kılavuz kapsayıcı bir planlama stratejisi içermektedir.

Genel Tasarım Kriterleri başlığı altındaki konular, yeni nesil öğrenme ortamının ihtiyaçları doğrultusunda ortaya çıkan kavramları ele almıştır. Bu alt başlıklar kılavuzda;

- Geleceğin Okulları için Fikirler, Hedef ve Stratejiler
- Yeri ve Doğal Süreçleri Anlamak
- Kullanıcı için bir Okul
- Bilinçli Toplum / Toplum için bir Okul
- Yenilenebilir Olmak
- Esnek ve Uyarlanabilir Olmak
- Büyüyebilir olmak
- Konfor Koşulları
- Sürdürülebilir Enerji ve Çevre Duyarlılık olarak sıralanmıştır.

Bu konuların açılımları kılavuzda çok kısa olmakla beraber tüm bunların mekansal organizasyondaki yerine dair net ifadeler bulunmamakta ve nasıl sağlanacağı konusunda fikir vermemektedir. Mekansal özellikler bakımından kılavuzda mekanların her biri ayrı ayrı tanımlanmış ve uyulması gereken kriterler her bir mekan özelinde belirlenmiştir (Şekil 2.7). Mekanların birbiri ile iletişimi ve etkileşimi ile ilgili çalışma ve verilerin yetersiz olduğu görülmektedir. Esnek ve uyarlanabilir öğrenme mekanlarının öneminden bahsedilse de tasarım kriterleri geleneksel sınıf tipolojisi üzerinden örneklendirilmiştir. Dersliklerin dikdörtgen şeklinde, 2'şer kişilik sıra düzeninde, gün ışığını soldan alacak şekilde düzenlenmesi istenmektedir. Fakat aynı zamanda dersliklerin farklı oturum planlarına olanak sağlaması da beklenmektedir. Kılavuzda bu kriterlerin birbirine uyarlanması konusunda net bir ifadenin olmayışı tasarımcıyı geleneksel sınıf tipolojisine yönlendirmektedir.



Şekil 2.7 : Asgari tasarım standartları kılavuzu mekana bağlı planlama öğeleri.

Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nun ikinci bölümünde ise daha fazla sayısal ve ölçümlenebilir verinin yer aldığı mekansal standartlara ilişkin verilere yer verilmektedir. Güneş, yağış, nem ve rüzgar gibi fiziksel etkenler ile topoğrafya ve yönlenmenin nasıl olması gerektiği konusunda verilerle başlayan fiziksel kriterler ardından mekansal ve yapısal kriterler ile devam etmiştir. Mekanları derslik, ortak alanlar, sirkülasyon alanları, idari birimler ve ıslak hacimler olarak tanımlayarak bu tanıma uygun düşecek ihtiyaç kriterlerini belirlemiştir. Yapısal özellikler ve erişim, ulaşılabilirlik, açık alan konuları ile teknik konular üzerinde durulmuştur. Tüm bu yapı özelindeki konuları Tasarım İlkeleri başlığı altında toplamıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 : Asgari tasarım standartları kılavuzu tasarım kriterleri.

Fiziki çevre faktörlerinin ele alındığı bölümde ülkemiz için 4 farklı iklim tipi ele alınmıştır

- Soğuk İklim Bölgesi
- Ilımlı İklim Bölgesi
- Sıcak Nemli İklim Bölgesi
- Sıcak Kuru İklim Bölgesi

Bu iklim tiplerine bağlı olarak topoğrafya için yerleşim önerileri, yağış, güneşlenme, rüzgar ve nem durumlarının gözetilmesi, farklı hacimler için optimum yönlenmeler, yapay çevre oluşturulurken dikkat edilmesi gereken kriterler belirlenmiştir. Kılavuza göre eğitim yapısının doğru yönlenmesinin yanında, içerisinde bulunan mahallerin de doğru yönlendirilmesi kullanıcı konforu açısından önem arz etmektedir. Derslik, oyun alanları gibi gün içinde yoğun bir şekilde kullanılan mekanlar iklim bölgesine göre uygun tasarlanmalıdır. Buna göre

farklı iklim tipindeki okul derslikleri için iyi, orta ve kötü derecedeki yönlenmeler Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

Soğuk iklim bölgelerinde yapılacak olan eğitim tesislerinde güney yönün öncelikle tercih edilmesi ancak lineer tipte yapıların rüzgardan etkilenen yüzey alanını minimum düzeyde tutmak maksadıyla kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda yönlendirmesinin uygun olacağını belirtilmektedir. Ilımlı iklim bölgeleri için hakim rüzgar yönü olan kuzeybatı da hesaba katılarak yapının doğu-batı doğrultusunda ve güney, güneydoğu yönlenme önerilmiştir. Sıcak nemli iklim bölgelerinde ise gün içerisinde en uzun süreyle kullanılan ana yüzeyin aşırı güneş ışınlamından korunması için kuzey güney doğrultuda veya gerekli gölgeleme önlemleri alındığı takdirde doğu-batı doğrultusunda yönlenme uygun bulunmuştur.

Çizelge 2.2 : Derslik için farklı iklim tiplerine bağlı yönlenmeler (MEB, 2015).

		YÖNLER							
		G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
DERSLİK	Soğuk İklim Bölgesi								
	Ilımlı İklim Bölgesi								
	Sıcak Nemli İklim Bölgesi								
	Sıcak Kuru İklim Bölgesi								

İYİ

ORTA

KÖTÜ

Sıcak kuru iklim bölgesinde yapının en soğuk dönemde güneş ışınlarından yararlanma, en sıcak dönemde ise gölgeleme önlemleri alınarak ve uygun havalandırma amacıyla doğu-batı doğrultusunda sık yoğunlukta yerleştirilmesi gerekmektedir (MEB, 2015).

MEB Asgari Tasarım Standartları Kılavuzunda konfor koşulları için aşağıdaki kriterler yer almaktadır.

- **Görsel Konfor:** Yapı Cephelerinde doğal aydınlatma ve çevreyle görsel bağ kurulabilmesi amacıyla düzenlenen pencereler farklı iklim bölgelerine göre özellikleri değişmelidir. Soğuk iklim bölgelerinde pencerelerde kullanılacak cam güneş ışınlamını en fazla geçiren ve ışığı yansıtmayan türden olmalıdır. Sıcak iklim bölgelerinde ise bu durumun aksine ışığı yansıtan cam türü kullanılmalıdır. Derslik ve diğer ders yapılan bölümlerin pencerelerinin alanının taban alanına oranı en az %25 olmalıdır. Bu oran bulunduğu iklim bölgesine bağlı olarak %50 oranına kadar arttırılabilir. Derslikler için aydınlık düzeyi en az 300 lux olmalıdır. Görsel ve işitsel donanıma sahip eğitim mekanlarında günışığını kontrol etmek amacıyla perdeleme sistemleri

kullanılmalıdır. Sınıf yerleşimi öğrenciler günışığını soldan alacak şekilde düzenlenmelidir. Koridorların günışığından faydalanabilmesi için dersliklerin koridora bakan duvarlarına bant pencere açılabilir.

- **Akustik Konfor:** Ses düzeyi yüksek olan öğretim alanlarının eğitim alanları ile temasta olması halinde akustik asma tavan kullanılmalıdır. Yapıya dışardan gelecek gürültüyü engellemek amacıyla pencere camları çift camlı, yüksek gürültü kaynağına sahip bölgelerde ise 3 cam kullanılmalıdır. Tüm iç duvarlar ses yalıtımı standartlarına uymalıdır.
- **İç Mekan Hava Kalitesi:** Dersliklerde doğal havalandırma tercihen baca sistemi olmalıdır. İlköğretim ve lise kısımları ile anaokullarının eğitim ve dinlenme odasında kişi başı solunabilir hava hacmi minimum 5m³ olmalıdır. Sınıflarda her 100m²'ye 50 kişi için 8 litre/saniye hava sağlanmalıdır. CO₂ seviyesinin 800ppm 'in üzerine geçmemesi gereklidir.
- **Termal Konfor:** Dersliklerde iç hava sıcaklığı yıl boyunca 20° - 28°C aralığında kalması sağlanmalıdır. Eğitim yapısı içerisindeki bağıl nem %30-%60 civarında olmalıdır.

3. EĞİTİM BİNALARINDA GÖRSEL KONFOR VE GÜNIŞİĞİ KULLANIMI

3.1 Görsel Konfor

Görsel konforu sağlamak herhangi bir eylemi yerine getirebilmek için işleve uygun görsel koşulları oluşturmaktır. Uygun görsel koşullar, eylemin ne olduğu ve ne kadar süre ile yapıldığına bağlı olarak değişebilir. İşin niteliği ve niceliği görsel konfor koşulları ile doğrudan bağlantılıdır.

İyi bir aydınlatma ortamı oluşturmak prensipte 3 temel insani ihtiyacın karşılanmasına dayanır:

- Kullanıcıların kendilerini iyi hissedecekleri görme rahatlığı sağlamak
- Zor koşullar ve uzun periyotlar süresince görsel işte konforun devamlılığını sağlamak
- Güvenlik

Görsel konfor ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli aydınlık çevre parametreleri çeşitli standartlar ile belirlenmiştir. Aydınlatmanın yoğunluğu, ışık yoğunluğunun dağılımı, ışığın doğrusallığı, ışığın seviyeleri ve rengi, ışığın renkli görünmesi, göz kamaşması ve titreme faktörlerine dikkat edilmesi yapılan işte görsel konforu ve verimliliği artırır (TS EN 12464-1).

3.1.1 Aydınalık düzeyi

Aydınlık düzeyi birim alan başına yüzey parçasığında meydana gelen ışık akısıdır. Belirli bir yüzeye düşmekte olan ışık akısının o yüzeyin alanına olan oranı olarak tanımlanabilir. 'E' ile sembolize edilir ve birimi 'lux'tur. Işık akısı ise bir kaynak tarafından yayılan veya doğrultusuna bakılmaksızın bir yüzey tarafından alınan toplam ışık miktarıdır. Sembölü Φ ve birimi lumen (lm)'dir (Enright, 1994).

Lux ve lumen Rönesans ile birlikte hayatımıza giren iki terimdir. Günümüzde net ve belirgin tanımlar olmasına karşın geçmişte farklı tanımlanmışlardır. Lux, yaratma eylemi sırasında yaradanın verdiği bir öz olarak ışık yayan cisimlerin içerisinde bulunur ve bu cisminkine benzer hareket sağlayan doğal bir özelliktir (Baker vd., 2002).

Aydınlık düzeyi ve dağılımı kişinin görsel bir işi çabuk, güvenli ve rahatça algılayıp sürdürebilmesinde büyük bir öneme sahiptir. İşin niteliğine bağlı olarak değişen aydınlık düzeyi değerleri temelde psiko-fizyolojik bakış açılarını, görsel iş için kuralları, fonksiyonel güvenliği dikkate alır. Bu nedenle yapılan işin detayı, ne kadar süre yapıldığı, hata telafi payları ve işi yapanın görsel kapasitesi konforlu aydınlık düzeyini artırır. İç mekanlarda görsel konfor koşulları içerisinde kalabilmek için gerekli aydınlık düzeylerinin sağlanması gereklidir. Yapı ve içerisinde gerçekleşecek eylemin türüne bağlı olarak gerekli minimum aydınlık düzeyleri (Em) Avrupa Birliği komisyonunca (CIE) hazırlanan EN 12464-1 Işık ve Aydınlatma, çalışma alanlarının aydınlatılması bölüm 1 başlığı ile standart haline getirilmiş, aynı standart ülkemizde de Türk Standartları Enstitüsü bünyesi altına kabul görmüştür (TS EN 12464-1). Eğitim tesislerinde beklenen minimum aydınlık düzeyleri TS EN 12464 ve MEB Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'nda yer alan bilgilere göre Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Eğitim tesisleri minimum aydınlık düzeyi tablosu.

Faliyet Tipi	Em (Lux)	
	TS EN 12464-1	MEB Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu
Derslik	300	300
Konferans Salonu	500	-
Kara Tahta	500	-
Laboratuvar	500	500
Eğitim Odaları	500	300
Kütüphane:kitap rafları	200	500
Kütüphane:okum alanları	500	

3.1.2 Aydınlanın düzgünlüğü

İyi bir görsel konfor için ortamın eylem için gerekli aydınlık düzeyi içerisinde olmasının yanı sıra ışığın düzgün dağılımı da önemlidir. Çeşitli ışık seviyelerine çok

hızlı uyum sağlamaya çalışan göz zorlanır. Bu durum zayıf görüş ve görsel rahatsızlık meydana getirir.

Aydınlatılmış bir mekanda tipik olarak çalışma düzlemi boyunca en karanlık noktanın aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranı '*düzensizlik faktörü*' (U_o) olarak ifade edilir. Görev alanını yakın çevreleyen alanların aydınlatma yoğunluğu iş alanının aydınlatma yoğunluğu ile ilişkili olmalı ve görüş alanında iyi dengelenmiş bir ışık yoğunluğu dağılımı sağlanmalıdır. Görev alanı, yakın çevre ve arka plan arasındaki kontrast oranları TS EN 12464-1 standardında belirlenmiştir. Yakın çevreleyen alan ile iş alanının aydınlık düzeyi ve ilişkisi Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Yakın çevreleyen alan ile iş alanının aydınlık düzeyi ve ilişkisi (TS EN 12464-1).

İş Alanının Aydınlık Düzeyi	Yakın Çevreleyen Alanların Aydınlık Düzeyi
E_{task} lx	lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{task}
100	E_{task}
≤ 50	E_{task}

Doğal aydınlatma sistemlerinde aydınlık düzeyi daha karmaşık bir yapıdadır. Güneşin konumu değişen bir ışık kaynağı olması pencere ile aydınlatılan ortamlarda ışık yoğunluğunun dağılımını etkiler. Bu ortamlarda faaliyet alanlarında ve arka plan alanlarında günışığı pencereden uzaklaştıkça hızla azalır. Bir kaç temsili görev alanı belirlenmesi ve sürekli yüzey parlaltı haritaları oluşturulması, parlaltının yerini, boyutunu ve yoğunluğunu belirlemenin bir yöntemi olabilir.

3.1.3 Parlaltı ve kamaşma

Parlaltı, bir ışık kaynağının belli bir doğrultuda ve bakış açısında yaydığı ışık şiddetini ifade eder. Aydınlık düzeyinden farklı olarak bakış doğrultusu önemlidir. 'L' ile sembolize edilir ve birimi cd/m^2 'dir. Gözümüzün uyum kabiliyeti farklı aydınlık düzeyinde ve parlaltı değerlerinde nesneleri algılayabilmemizi olanaklı kılar. Aydınlık düzeyi aynı kalmak koşulu ile nesne yüzeylerinin yansıtıcılık katsayıları parlaltı

kontrastı oluşturur ve nesneleri daha parlak ya da az parlak olarak algılamamıza sebep olur.

Parıltının dengeli dağılımı görme düzeyini arttırmaya yardımcı olmaktadır. Düzgün olmayan yüksek parıltı dağılımı ise kamaşmaya sebep olur. Görme alanı içerisindeki parıltı değerinin 10^4 cd/m² ve üzeri bir değere ulaşması ‘mutlak kamaşma’ olarak adlandırılır (Manav, 2005). Kamaşma genel olarak konforsuzluk ve yetersizlik kamaşması olarak gerçekleşmektedir.

Yetersizlik Kamaşması: Göz içerisinde saçılan fazla ışığın görünürlüğü ve görsel performansı düşürmesiyle meydana gelen kamaşmadır. Gözün çevresindeki aydınlık düzeyi ile bakılan yüzeydeki aydınlatma düzeyi farkının yüksek olması sebebi ile meydana gelir. Kontrast duyarlılığının azalması olarak açıklanabilir ve ölçülebilir bir büyüklüktür. Büyük pencere ve gün ışığı sistemleri, geniş alanlı görünür ışık kaynakları yetersizlik kamaşmasına sebep olur. Yetersizlik kamaşması gözde geçici süreli görme kaybına sebep olabilmektedir.

Konforsuzluk Kamaşması: Görsel işin rahatsızlık hissedilerek yapılmasına sebep olan bir kamaşma türüdür. Görüş alanındaki yüksek veya düzgün olmayan parıltılar konforsuzluk kamaşmasına yol açarlar. Tipik bir konforsuzluk kamaşması örneği Şekil 3.1’de verilmiştir. Rahatsızlığın fizyolojik açıklaması iyi yapılamamış olsa da genel olarak kamaşma kaynağının sayısına, boyutuna, kaynak-görev-göz geometrisine (kamaşma kaynağının görev alanı içerisindeki konumuna ve arka plan parıltısı) bağlıdır (Ruck vd, 2000).

Kamaşmanın sonuçlarının analitik değerlendirilmesi ve rahatsızlık seviyelerinin öngörüsüne ilişkin çeşitli modeller geliştirilmiştir. 1972 yılında Hopkinson tarafından pencere gibi büyük parıltı kaynaklarını hesaba katmak için geliştirilen Güneşli Kamaşma İndisi (Daylight Glare Index-DGI), güneşli alan bir ofis alanındaki insan deneklerden alınan öznel derecelendirmelere dayanmaktadır. 2006 yılında Wienold tarafından geliştirilen Güneşli Kamaşma Olasılığı (Daylight Glare Probability-DGP) ise bir kullanıcının görsel ortamdan memnun kalmama olasılığını tanımlar. Üç pencere boyutu ve üç gölgeleme sistemine sahip bir ofis ortamında 349 testten alınan öznel yanıtlara göre temel oluşturmuştur. Farklı kamaşma modellerinde kamaşmanın tahmini için temel olarak parıltı kaynağını, kaynak ile gözlemci arasında oluşan açıyı ve arka plan parıltısını esas alır.



Şekil 3.1: Ofis ortamında tipik bir konforsuzluk kamaşması örneği (Ruck vd., 2000).

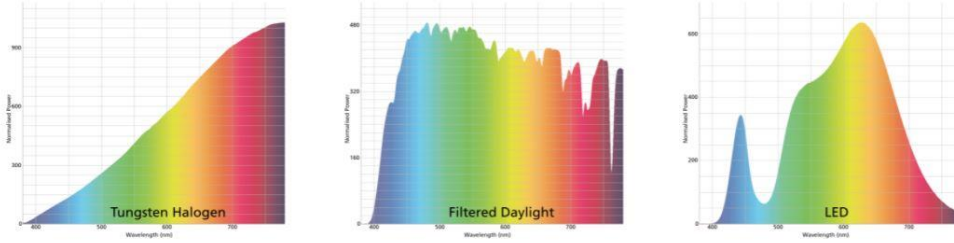
3.1.4 Renksel özellikler

Rengin doğru algılanması sunum, eşleştirme, kalite kontrol gibi bazı görevler açısından önemlidir. Doğru renk sunumu sergi,müze, sağlık hizmetleri, perakende vb. sektörlerde muhakeme ve algıyı etkilemektedir. Eğitim yapılarının sanat ve resim derslikleri de rengin doğru algılanmasının diğer hacimlere göre daha önemli olduğu birimlerdir.

Gün ışığı tam spektrumlu bir aydınlatmayı tanımlamaktadır. En iyi renk algısı gün ışığı altında gerçekleşir. Gün ışığı ve bazı yapay ışık kaynaklarının spektral güç dağılımları Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Renk bilimi ve radyometride spektral güç dağılımı (Spectral Power Distribution-SPD) farklı dalga boylarında ışığın taşıdığı enerjinin değişeceği, buna bağlı olarak birim alana aktarılacak ışık gücünün farklı dağılımlara sahip olacağını ifade etmektedir (Url-4).

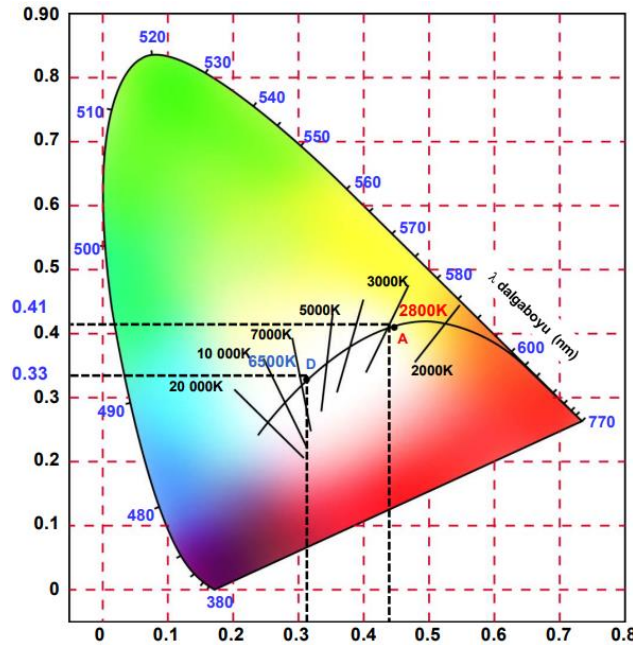
Renksel geriverim indeksi, bir ışık kaynağının rengi doğru gösterme becerisini ifade eder. Yapay ışık kaynaklarının renksel geriverim özelliklerini gün ışığı ile kıyaslanması amacı ile gün ışığının renksel geriverim indisi 100Ra kabul edilir. Yapay

ışık kaynaklarının da bu değere yakın olması beklenir. Hacmin işlevine bağlı olarak ortamı aydınlatan ışık kaynaklarının sahip olması gereken renksel geriverim değerleri TS EN 12464-1 standardı ile belirlenmiştir.



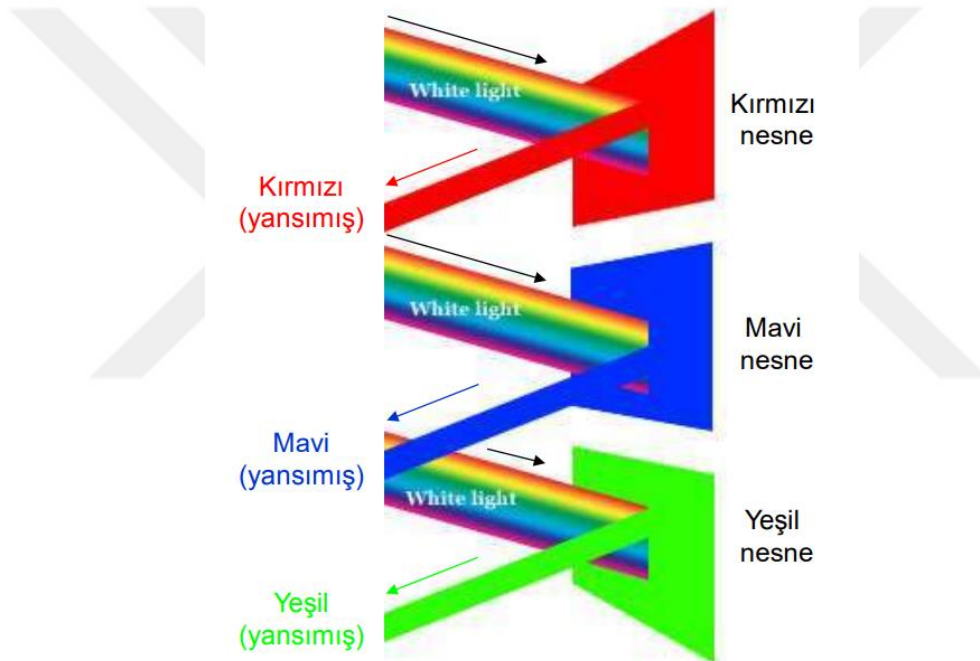
Şekil 3.2 : Örnek spektral güç dağılımı (SPD) eğrileri, standart tungsten, filtrelenmiş gün ışığı ve LED tabanlı bir kaynak.

Bir ışık kaynağından çıkan ışığın rengi renk sıcaklığı ile karakterize edilir. Kara bir cisim ısıtıldıkça ışıyım yayar. Belli bir sıcaklıkta yayımladığı ışığın rengi Kelvin cinsinden ifade edilir. Işıma yapan herhangi bir kaynağın rengi (örn. gaz deşarjlı lamba) kara cismin ışıyımı ile karşılaştırılarak belirlenir. Renk sıcaklığı (CCT) ışık kaynağının yaydığı görünür ışığın sahip olduğu ışık rengini belirtir (Ünver, 2014). CIE kromatiklik diyagramı ve renk sıcaklığı grafiği Şekil 3.3'te ifade edilmiştir.



Şekil 3.3 : CIE kromatiklik diyagramı ve CCT Grafiği.

Gözlere ulaşan ışığın süresi, zamanlaması, yoğunluğu ve spektral güç dağılımı, insan sirkadiyen ritmini ve dolayısıyla sağlığı etkileyebilir. Günışığının tam spektrumlu bir kaynak olması melatonin salgılanması dolayısıyla ruh sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Ancak yapılan araştırmalar günışığında göze ulaşan ışığın spektral dağılım değerleri ve renk sıcaklığının günışığının sahip olduğu değerlerden farklı olduğunu ortaya koymuştur. Gökyüzünün renk sıcaklığı 6000K üzerinde ölçümlenirken, göze ulaşan değerler 4000K ile 6000K arasında değişmektedir. Aynı durum dalga boyları için de geçerlidir. İç ve dış mekanda bulunan malzemelerin, bitki örtüsünün yüzey yansıtıcılığı ve rengi, göze ulaşan ışık spektrumunu etkilemektedir (Şekil 3.4) .



Şekil 3.4 : Nesnenin rengi ve yansımış ışığın ilişkisi. (Ünver,2014)

Spektral yansıma analizleri iç ve dış mekan malzemelerinin kısa dalga boylarındaki ışığı emerken orta ve uzun dalga boylarındaki ışığı yansıttığını ortaya koymuştur. Görsel alanın çoğunluğunda iç yüzeylerin bulunması, göze ulaşan ışığın çoğunun iç yüzeylerden yansıyarak geldiği anlamına gelir ve bu durum göze ulaşan ışığın kısa dalga boylarını daha az içermesine sebep olur (Belia vd., 2013).

3.2 Eğitim Binalarında Görsel Konfor-Öğrenme İlişkisi

Aydınlatma ve ışık görme eyleminin temelini oluşturur. Öğrenmenin büyük bir bölümü ise görsel algılama ile gerçekleşmektedir. Görsel aktivitelerin gün boyunca

yoğun olarak gerçekleştirilmesi nedeniyle eğitim binalarında görsel konfor üzerinde durulması gereken bir konudur. Yapılan çalışmaların bir kısmı yeterli ve yetersiz aydınlık düzeyi üzerine odaklanırken, bir kısmı ise doğal aydınlatma ve yapay aydınlatmanın karşılaştırılması, yapay aydınlatma türlerinin etkileri ve aydınlatmanın kontrol edilebilirliği üzerine odaklanmıştır. Çalışmalar aydınlatmanın öğrencilerin başarısı üzerine etkileri olduğu konusunda hemfikirlerdir. Doğal aydınlatmanın tercih edilmesi gerektiği vurgulanırken (Earthman, 2004), alan aydınlatması için tek başına günışığından faydalanmanın pratik olmadığına işaret etmektedir (Barnitt, 2003).

Sonuçları 1989 yılında ortaya konan bir araştırma aydınlatmanın öğrencilerin hem fiziksel gelişimi hem de performansı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Farklı aydınlatma türleri altında ilkokul öğrencilerinin diş sağlığı, büyüme ve gelişme, okul devamlılığı ve akademik başarısı izlenmiştir. 2 yıl süren araştırma sonucunda öğrencilerin tam spektrumlu ultraviyole takviyeli flüoresan aydınlatma altında diğer aydınlatma türlerine göre daha az diş problemi yaşadıkları, daha iyi başarı, büyüme ve gelişme, katılım sağladıkları ortaya konulmuş. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba altındaki öğrencilerin ise en düşük derse katılım ve akademik ve fiziksel gelişme sergiledikleri beyan edilmiştir. Bu bulgular aydınlatmanın sınıflarda düzenli olarak ışığa maruz kalan öğrenciler üzerinde görsel olmayan etkiler olduğunu göstermektedir (Hathaway, 1995).

Ott (1973) yaptığı araştırmada çocuk sağlığı ve gelişimi için kritik önem taşıyan melatonin sentezi ve serotonin çıktısı için epifiz bezinin uyarılmasında tam spektrumlu ışığın gerekliliği ortaya konmuştur. Ayrıca farklı renklerdeki ışığın kan basıncı, nabız, solunum hızı, beyin aktivitesi ve biyoritmi etkilemektedir.

Aydınlatmanın öğrenci başarısı üzerindeki etkisine ilişkin en kapsamlı çalışmalardan biri, Hescong Mahone Group tarafından yürütülmüştür ve 20.000'den fazla öğrenciden oluşan bir örneklem grubunu içermektedir. Çalışma, daha yüksek düzeyde gün ışığına maruz kalan öğrencilerin daha yüksek başarı düzeylerine sahip olduğu ve öğrenmelerinde diğer öğrencilere göre önemli ölçüde daha hızlı ilerlediği sonucuna varmıştır (Heschong Mahone Group, 1999).

Edwards ve Torecellini'ye göre (2002) çalışmalar öğrencilerin günışığı alan sınıflarda penceresiz veya yetersiz aydınlatılmış sınıflardaki öğrencilerden daha yüksek test

puanı aldığını göstermektedir. Tanner (2009) yapıları çevrenin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin çok düzeyli bir analizini oluşturan çalışma ile, 71 okul baz alarak öğrencilerin okuduğunu anlama, kelime okuma, dil sanatları, matematik, sosyal bilgiler ve bilim konularındaki becerilerini karşılaştırmıştır. Doğal ışık ve manzaraya sahip eğitim mekanlarının yerel sınav başarı puanları üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Ricciardi ve Buratti, (2018) anket ve Likert ölçeğine dayalı üniversite sınıflarının çevresel konfor koşulları değerlendirme çalışmasının aydınlatma sonuçlarında, görsel konfor anketi ile aydınlık düzeyinin iyi bir korelasyona sahip olduğu ve aşırı ışık kontrastının kamaşmaya neden olduğu anketlere yansımıştır.

Bazı çalışmalar, aydınlatmanın kontrol edilebilirliğinin öğretmen ve öğrenci performansı açısından önemini vurgulamaktadır (Lang, 2002). Gözlemsel çalışmalar ve öğrenci ve öğretmen yorumlarını içeren çalışmalar, aydınlatma tercihlerinin sabit olmadığını ve aktiviteye, günün saatine ve bireysel öğrenci ihtiyaçlarına bağlı olarak değiştiğini bulmuştur. Bu, etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için öğretmenin aydınlatma üzerinde kontrolüne ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Aydınlatmanın kontrol edilebilirliği aynı zamanda sunum veya dijital ekran kullanımı gibi farklı öğrenim materyalleri kullanımı durumunda aydınlık düzeyi ve parlamanın istenilen düzeyde tutulmasını sağlamaktadır.

Büyük pencere alanlarından gelen kamaşma ve güneş ısı kazanımı, inşa edilen okullarda sorun olmaktadır. Bu da doğal aydınlatmanın faydalarını en üst düzeye çıkarırken olumsuz tarafları en aza indirmenin tasarım aşamasında daha fazla düşünülmesi gereken bir alan olduğunu göstermektedir (Research New Zealand, 2010).

3.3 Eğitim Binalarında Güneşli Kullanımının Önemi ve Etkileri

Güneşli, koşullara bağlı olarak yararlanılması veya kontrol edilmesi gereken çevresel bir faktör olarak kabul edilmektedir. Mimari ve kentsel tasarımda yarattığı estetik değerlerin de ötesinde daha kaliteli çalışma ve yaşam ortamı sunmaktadır. Güneşli'nin sadece sürdürülebilir enerji anlamında değil aynı zamanda sağlıklı bir yaşam için biyolojik gerekliliği, güneşli kullanımının ciddi şekilde değerlendirilmesini gündeme

getirmektedir (Şekil 3.5). Gün ışığı, sirkadiyen zamanlamayı, uyku-uyanıklık döngüsünü, günlük nöroendokrin fonksiyonları, uyanıklığı, performansı, ruh halini ve termoregülasyonu modüle eder. (Wirz-Justice vd., 2020)

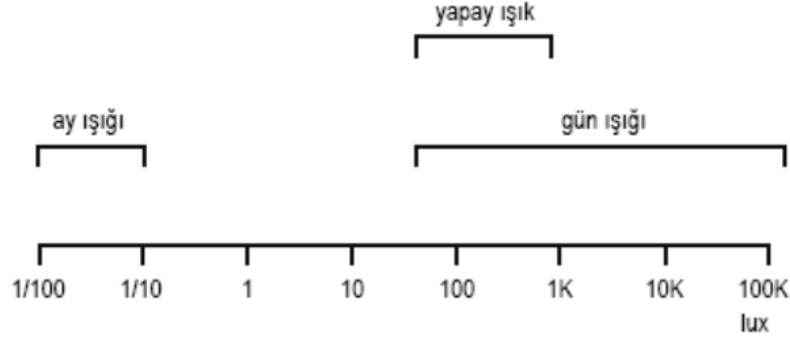


Şekil 3.5 : Günişığı yoksunluğunun etkileri, İlüstrasyon: Marina Roa

(Wirz-Justice, 2020 kaynağından Türkçeleştirilmiştir).

Sirkadyen ritm en çok ifade edilen şekli ile uyku-uyanıklık döngüsü olarak tanımlansa da, vücut sıcaklığının kontrolü, açlık susuzluk mekanizması, insülin üretimi ve endokrin ile ilgili işlevleri düzenler. Ruh hali ve refah duygusu da sirkadyen ritm sayesinde düzenlenen mekanizmalardır. Araştırmalar sirkadyen ritmin günişığı uyararı olmadan da düzenlendiğini ancak günişığına maruz kalınmadığı durumlarda yavaşladığını ve 24 saatte ortalama 1.1 saat saptığını göstermektedir. Retinaya ulaşan ışık yoğunluğunun düşüklüğü, sirkadyen desenkronizasyonuna yol açmaktadır. Yapay aydınlatma kapalı gökyüzünün bile sahip olduğu aydınlık düzeyine erişememektedir (Şekil 3.6). Ofis gibi ortamlarda gün boyu yeterli gün ışığına maruz kalmamak yanlış zamanlarda melatonin salgılanmasına ve gün içerisinde uyku, uyuşukluk durumuna ve uzun dönem sağlık sorunlarına sebep olmaktadır (Baker vd., 2002).

Günişığından faydalanmanın çevresel, ekonomik, fiziksel ve psikolojik etkilerinin yanında, günişığı kullanımı aynı zamanda onu kontrol etmeyi gerektirmektedir. Kontrol sağlanmadığı takdirde dezavantajları ortaya çıkacaktır. Güneş ışığının radyan sıcaklık etkisi, yansıyan ışığın oluşturduğu kamaşma, doğrudan güneş ışığına bağlı ultraviyole maruziyetinin sonuçları nedeniyle günişığının binalarda kullanımı stratejik bir tasarım anlayışını gerektirir.



Şekil 3.6 : Farklı ışık ortamlarının aydınlık aralığı (Baker vd., 2022 kaynağından Türkçeleştirilmiştir).

Güneş ışığının zamana ve mevsimlere göre farklılık gösteren dinamik yapısı mimari biçimlenmeyi doğrudan etkilemektedir. İklimin doğrudan etkilediği günışığı stratejileri, yüksek enlemlerde kış aylarında günışığından daha çok yararlanmasını hedeflerken, tropik bölgelerdeki tasarım vurgusu binaya giren günışığını kontrol altına alarak aşırı ısınmayı önlemek üzerinedir (Çerçi ve Hoete, 2013).

3.4 Binalarda Günışığını Etkileyen Değişkenler

Doğal ışık aydan aya, saatten saate nitelik, nicelik, renk, dolaysız ve yaygın ışık oranları açısından değişir. Doğal ışık, yapay aydınlatmada olmaya dinamik ve canlılık olgularını barındırır. Bu onun zamana ve mevsime bağlı olarak değişen nitelik, nicelik ve renksel özelliklerinden kaynaklanır. Cisimlerin görüntüleri ve görünen detay miktarı doğal ışık sayesinde sürekli olarak değişir. Bu değişim hem psikolojik hem de fizyolojik açıdan yararlı ve gereklidir (Enarun, 1987).

Bir yapının yeterli günışığı almasını sağlamak, yapay aydınlatma ile tasarım gerçekleştirmekten daha karmaşık stratejiler gerektirmektedir. Bu durum günışığı üç temel nedenden kaynaklanır: (CIE, 1970)

- Günışığı aydınlık kaynağı olarak hacmin dışında yer alır.
- Coğrafi enleme, mevsime, günlere ve saatlere bağlı olarak değişkenlik gösterir.
- Yıl boyunca günışığın varolduğu saatlerde yeterli günışığı sağlanması durumuna az rastlandığından, yeterli aydınlatmanın sağlanacağı çalışma saatleri yüzdesini karşılaştırmak zorunluluğu vardır.

Günişığı doğrudan güneşten gelen ışıık ve yaygın gök ışığından oluşmaktadır. Günişığı kullanım stratejileri yapının hacimsel özellikleri, diğler binalarla ile olan pozisyon ve şartları, mevsim ile ilgili iklimsel bir takım değışkenlere bağılıdır.

Bir hacime gün ışığı ulaşmasını sağılayan cephe açıklığının boyutu, yatay ya da dikey düzlemde oluşu, yerleşim düzeni ve kullanılan saydam malzemenin geçirgenlik katsayısı hacim içine alınan gün ışığı miktarını doğrudan etkilemektedir. Hacim boyutları, iç yüzeyler ve tefrişlerin renk ve yansıtma katsayıları da hacimdeki iç yansımış bileşeni şekillendirir. Hacim dışındaki engellerin boyutu ve yüzeylerinin yansıtma çarpanları ile yeryüzü örtüsünün yansıtma çarpanı dış yansımış gün ışığının niceliğini belirler. Günişığı performansını belirleyen bu faktörler doğel çevreye ilişkin dış çevre parametreleri ve yapay çevreye ilişkin faktörler olarak ayrılabilir.

3.4.1 Doğel çevre etkenleri

Mimar veya aydınlatma tasarımcılarının kontrolü dışında olan, yıl ve gün içerisinde sürekli olarak değışim gösteren tasarım parametreleridir. Bu doğel aydınlatma sistemine etki eden tasarım parametreleri;

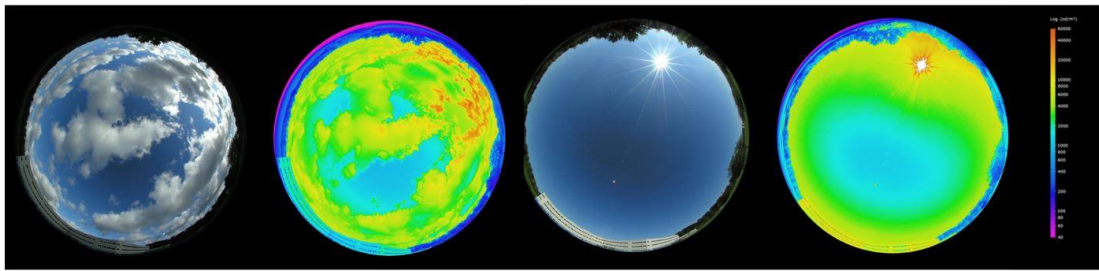
- Göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı,
 - Güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi,
 - Yer örtüsünün ışıık yansıtma özellikleri,
 - Doğel engellerin boyut, konum ve ışıık yansıtma özellikleri
- olarak sıralanabilir (Küçükdoğı vd, 1995).

Bir yapının bulunduğu enlem ve iklim kuşağı küresel aydınlanma miktarını (toplam güneş ışığı ve ışııklılık) önemli ölçüde etkilemektedir. Yere özgü bir tasarım girdisi olarak enlem; günün ve yılın belirli bir saatinde güneş yüksekliğini belirler. Enlem aynı zamanda yılın farklı mevsimlerinde gündüz uzunluğunu ve güneş kullanılabilirliğini de belirlemektedir. Küresel aydınlığın en yüksek zirvesi, güneşin en yüksek seviyesinde olduğu yaz aylarında (kuzey yarımküre için), kışın en düşük zirvesinden yaklaşık iki buçuk kat daha fazladır. Maksimum ve minimum güneş yüksekliği, yapının enlemine bağılıdır.

Yüksek enlemler farklı yaz ve kış koşullarına sahiptir ve günüşığı seviyelerinin mevsimsel değışimi düşük enlemlerde daha az belirgindir. Kış mevsiminde gün ışığı

seviyelerinin düşük olduğu enlemlerde tasarımcılar hacime gđnışığı girişini arttırmayı amaçlarlar. Buna karşılık yıl boyunca gđnışığı seviyelerinin yüksek olduğu tropik bölgelerde tasarım vurgusu genellikle içeriye giren gđnışığı miktarını sınırlayarak aşırı ısınmayı önlemeye yöneliktir (Ruck vd., 2000).

İklim koşulları gökyüzü ışık dağılımı ve yoğunluğu üzerinde etkilidir. Gökyüzü koşulları da hacime giren gđn ışığı bileşenlerinin niceliğini değiştirmektedir. Gök ışığının niteliği ve niceliği, atmosferi oluşturan bileşenlere, güneşin pozisyonuna ve bulut bulunması durumuna bağlıdır. Doğal aydınlatma sistemi tasarımında uygulanmak üzere Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından tekdüze (uniform) gök, kapalı ve açık olmak gök olmak üzere 3 standart gök modeli belirlenmiştir (Küçükdoğu vd., 1995). Açık gökyüzü koşulları altında, gökyüzü parıltısı ufukta başucundan yaklaşık on kat daha yüksektir. Gökyüzü parıltısına ek olarak güneş parıltısı da vardır. Güneş, çok yüksek yoğunlukta dinamik bir ışık kaynağı görevi görür. Parçalı bulutlu gökyüzünde güneş enerjisi bulutlar tarafından saçılır, bu da güneşin çok yoğun parıltısı ile gökyüzünün parıltısı arasında daha yumuşak bir geçişle sonuçlanır. Bulutların (güneş tarafından aydınlatılan) gökyüzünden daha yüksek parıltı değerlerine sahip olduğunu gözlemlemek mümkündür (Şekil 3.7).



Kapalı Gökyüzü

Açık Gökyüzü

Şekil 3.7 : Bulutlu ve Açık Gökyüzü Parıltı Haritası.

Tamamen bulutlu gökyüzü koşullarında, gökyüzü parıltısı tüm yönlerde aynıdır ve başucu ufuktan yaklaşık üç kat daha yüksektir (Velux 2014).

Gđnışığı stratejileri genel olarak güneşten, bina dışı engellerden ve zeminden yansıyan parıltı dağılımından yararlanır. Bina sahasındaki (binalar, bitki örtüsü, zemin yüzeyi vb.) çevre unsurlardan gelen dış yansımalar ve engeller binanın iç kısmına ulaşan

günüşığı miktarını etkilemektedir. Bir inşaat sahasındaki engelleri incelemek, bir tasarımcıya gün ışığı potansiyeli hakkında bilgi verir.

3.4.2 Yapma çevre etkenleri

Günüşığının niteliği ve niceliği değiştirilemediğinden, onun hacim içerisinde sağlayacağı görsel koşulları istenilen değerlere ulaştırmada bir takım fiziksel tasarım parametreleri rol oynamaktadır. Bu grup parametreler tamamen yapma çevre ile ilişki içerisinde ve kontrol altında tutulabilir. Bu parametreler sayesinde doğal aydınlatma sistemi içerisinde varılan büyüklüklerin görsel konfor koşullarını karşılayamaması durumunda parametrelerde değişiklik yapılarak doğal aydınlatma sistemi içerisinde optimum performansı göstermeleri sağlanabilir. Bu parametreler;

- Yapma engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri
- Pencerelerin baktığı yön
- Pencerelerin boyut, biçim ve yerleşim düzenleri
- Pencerelerin ışık geçirme özellikleri
- Hacim boyutları
- İç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri olarak sıralanabilir.

Doğal aydınlatma sisteminde bir hacmin içerisine alınan günüşığı; güneşten doğrudan gelen ışık, atmosfer bileşenlerinden gelen ışık, dış engelden yansıyan ışık ve iç yüzeylerden yansıyan ışığın bütününden oluşur. Yapma engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri hacmin içerisinde dış engelden yansıyarak gelen ışığın miktarını etkilemektedir. Çatı pencereleri, cephe pencerelerine kıyasla bina dışı engellerden daha az etkilenir. Pencerelerin yönü, iç mekanda günüşığı varlığını ve niteliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Kuzey yarımkürede kuzeyden gelen ışık ağırlıklı olarak gök bileşenlerinden homojen olarak yayılan ışıktan oluşur ve iç mekana gün boyunca oldukça sabit ve işlevsel bir ışık sağlar. Güney, doğu ve batı yönlerden gelen ışık ise çoğu durumda iç mekana gökyüzünden gelen homojen ışık ile birlikte doğrudan güneş ışığından oluşur. Bu yönlerde Dünya Güneş etrafında dönerken gün içerisinde değişken ışık seviyeleri sağlamaktadır.

3.5 TS EN 17037 Binalarda Günüşığı Standardı

Günüşığı açıklığı bulunan bir hacmin aydınlatma gereksiniminin günüşığından sağlanması günüşığının dinamik olması, insan sağlığı ve psikolojisi üzerine etkileri, renksel özellikleri, enerji tasarrufu vb. konular açısından oldukça önemlidir. Kapalı mekanlarda günüşığının değerdendirilmesi amacıyla öneri ve hesaplama yöntemleri sunan TS EN 17037 Binalarda Günüşığı standardı ülkemizde de Mart 2022 tarihinde en güncel hali ile TS EN 17037+A1 olarak yürürlüğe girmiştir. Bina tasarımcılarını günüşığı alan mekanlar konusunda teşvik etmeyi ve değerdendirmelerine olanak sağlamayı hedefleyen bu standart; günüşığı aydınlığının sağlanması, dış ortam ile görsel bağlantı, güneşlenme ve kamaşmaya karşı korunma kriterleri üzerinde durmaktadır (TS EN 17037, 2022).

Standartın ilk bölümünde tanımlamalar yapılmış ve sonrasında bu 4 kriter için değerdendirme-doğrulama yöntemlerinden bahsedilmiştir. Standartın ekler bölümünde ise genel önerilerle birlikte bu kriterlerin hesaplama metodları ve değerdendirmede kullanılacak parametreler ve kabuller tablolar halinde belirtilmiştir. Standartta yer alan son iki ek sapmalar ve bazı özel ulusal şartları içermektedir.

3.5.1 Günüşığı aydınlığının sağlanması

Pencere ve çatı ışıklıkları yıl boyunca yeterli günüşığını sağlamak üzere uygun boyutlara sahip olmalıdırlar. Bir mekanda alanın belirli bir yüzdesinde yıllık gün ışığı saatlerinin en az %50'sinde hedef aydınlık düzeyinin sağlanması alanın yeterli günüşığı sağladığı anlamına gelmektedir. Buna ek olarak belirlenen minimum hedef aydınlık düzeyinin alanın tamamında sağlanması beklenmektedir. Hedef aydınlık düzeyi minimum $\geq 300\text{lx}$ olarak belirlenmiştir. Orta ve yüksek hedef aydınlık düzeyi değerdeleri ise sırasıyla $\geq 500\text{lx}$ ve $\geq 750\text{lx}$ olarak belirtilmiştir. Hesaplama yapılacak referans düzlemi aksi belirtilmedikçe zemin düzleminden 0,85m yukarıda kabul edilmektedir ve tüm duvarlardan 50cm içeride konumlanacak şekilde tasarlanması beklenmektedir. Öneriler binanın düşeyde cephe açıklığına mı yoksa yatayda çatı penceresine mi sahip olduğuna göre değerdışkenlik göstermektedir.

Standart hedef aydınlık düzeyinin sağlanmasının tespiti açısından 2 farklı hesaplama metodu önermektedir:

Günlüğü Faktörü Metodu

Günlüğü faktörü yöntemi iç ve dış aydınlık düzeyleri arasında sabit bir oran olduğunu varsayımı üzerine kuruludur. ISO 15469:2004 yöntemine dayanan ve CIE Kapalı Gök koşulu altında hesaplanan bir yöntemdir. D_T günlüğü saatlerinin %50'sinden fazlasında ve referans düzleminin %50'sinin üzerinde ulaşılması gereken hedef gün ışığü faktörüdür. Eğer ulaşılması istenen hedef aydınlık düzeyi 300 lx ise D_T aşağıdaki şekilde formüle edilir:

$$D_T = \frac{\text{illuminance level}}{E_{v,d,med}} = \frac{300lx}{E_{v,d,med}} \times 100 [\%]$$

D_{TM} ise günlüğü saatlerinin %50'sinden fazlasında ve referans düzleminin %95'inden fazlasında ulaşılması hedeflenen minimum hedef günlüğü faktörüdür. Minimum 100lx hedef aydınlık düzeyinin sağlanması için elde edilmesi gereken minimum hedef gün ışığü faktör aşağıdaki gibidir:

$$D_{TM} = \frac{\text{illuminance level}}{E_{v,d,med}} = \frac{100lx}{E_{v,d,med}} \times 100 [\%]$$

$E_{v,d,med}$ değeri (medyan aydınlık düzeyi) gökyüzünden gelen yayınlık ışığın yatay düzlemdeki aydınlık düzeyini ifade etmektedir. Standartta CEN üye ülke başkentleri için $E_{v,d,med}$ değerleri belirlenmiş olup düşey yüzeyden aydınlatılan mekanlar için sağlanması gereken günlüğü faktörü değerleri tablolastırılmıştır. Ankara ili için ilgili değerler Çizelge 3.3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3: Ankara ili hedef aydınlık düzeyleri için sağlanması gereken günlüğü faktörleri değeri.

Ülke	Başkent	Coğrafik Enlem	Dış Medyan Aydınlik Düzeyi ($E_{v,d,med}$)	100lx ve üzeri için günlüğü faktörü (D)	300lx ve üzeri için günlüğü faktörü (D)	500lx ve üzeri için günlüğü faktörü (D)	750lx ve üzeri için günlüğü faktörü (D)
Türkiye	Ankara	40,12	19000	0,5%	1,6%	2,6%	3,9%

Aydınlık Düzeyi Metodu

Bu hesaplama yönteminde yıllık meteorolojik veriler ve güneş ile gök koşullarının durumu hesaplamaya dahil edilir. Sahaya uygun iklim verileri elde edildikten sonra bu veriler akredite simlasyon programlarına aktarılarak detaylı günlüğü modellemesi

gerçekleştirilir ve iç mekanda oluşan aydınlık düzeyinin yıllık ve saatlik olarak saptanır. Hedeflenen aydınlık düzeyleri yıllık gün ışığı saatlerinin en az yarısında ($((365 \times 12)/2 = 2190)$) sağlanmalıdır. Hedef Aydınlık düzeyi minimum, orta ve yüksek olmak üzere 3 seviyede tanımlanmıştır. Minimum seviyede günışığı aydınlığının sağlanması için hedef aydınlık düzeyi 300lx, orta seviye için 500lx ve yüksek seviye için hedef aydınlık düzeyi 700lx kabul edilmektedir. Bu hesaplama yöntemi ile günışığından yararlanılarak sağlanması gereken kriterler:

-Hedeflenen aydınlık düzeyinin; referans düzleminin en az %50'sinde ve yıllık günışığı saatlerinin minimum %50'sinde,

-Hedeflenen minimum aydınlık düzeyinin; referans düzleminin en az %95'inde ve yıllık günışığı saatlerinin minimum %50'sinde elde edilmesidir. Kriter cephe açıklığına sahip mekanlar ve çatı ışıklığına sahip mekanlar için farklılık göstermektedir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 : TS EN 17037 Binalarda Günışığı Standardına Göre Minimum Günışığının Sağlanma Kriteri.

Öneri Seviyesi	Günışığı Açıklık Tipi	Aydınlık Düzeyi
Minimum Öneri	Cephe Açıklığı	Hedef 300lx Mekanın %50'sinde, Günışığı saatlerinin %50'sinde
	Çatı Açıklığı	Minimum 100lx Mekanın %95'inde ve Günışığı saatlerinin %50'sinde
	Çatı Açıklığı	Hedef 300lx Mekanın %95'inde, Günışığı saatlerinin %50'sinde

Bu hesaplama modeli günışığı koşullarının doğrudan bilgisayar simülasyonu ile elde edilen sonuçlarına bağlıdır. Mekan hareketli bir gölgeleme elemanı içeriyorsa; standart, bu gölgeleme elemanının da dinamik modelinin simülasyona dahil edilmesini beklemektedir.

3.5.2 Yeterli dış görüşün sağlanması

TS EN 17037 Binalarda Günışığı Standardına göre dış görüşe bağlı olarak mekanların sağlanması gereken özellikler yatay görüş açısı, bina dışı engellerin yapıya uzaklığı ve görünür katman sayısı ve içeriği olarak 3 ana değişken esas alınarak şekillendirilmiştir. Yatay görüş açısı mekan içerisinde belirlenen referans noktasının cephe ile yaptığı

yatay düzlemdeki açıyı ifade eder ve minimum değeri sağlamasını beklenir. Yapı içerisinde sınırlı mobiliteye sahip insanlar için bulunduğu konumdaki görüş seviyesinin yüksek olması bir çok açıdan önemlidir. Standart dış görüş ölçütlerinin sağlanması durumunu minimum, orta ve maksimum olacak şekilde 3 seviyede değerlendirmiştir (Çizelge 3.5). Görünür katman sayısı mekanın kullanım alanının en az %75’inde görülebilir olması gerektiğini belirtmiştir.

Çizelge 3.5 : Belirlenmiş bir noktaya bağlı olarak dış görüşün değerlendirilmesi.

Öneri Seviyesi	Yatay Görüş Açısı	Dış Engellerin Binaya Uzaklığı	Görünür Katman Sayısı
Minimum	$\geq 14^\circ$	$\geq 6,0m$	Manzara
Orta	$\geq 28^\circ$	$\geq 20,0m$	Manzara ve Zemin
Maksimum	$\geq 54^\circ$	$\geq 50,0m$	Manzara, Zemin ve Gökyüzü

3.5.3 Güneşlenme süresi

Güneş ışığına maruz kalma, insan sağlığına olan olumlu etkisi sebebi ile iç mekan için önemli bir kalite kriteridir. Hastanelerde hasta odalarında, kreşlerde ve konutlarda özellikle minimum güneşe maruz kalma kriterlerinin sağlanması gerekmektedir. Bu kriterin sağlanması yılın belirlenen bir referans günü için bulutsuz bir gökyüzünden doğrudan aldığı güneş ışığı saatine bağlıdır ve Çizelge 3.6’da belirtilen seviyeler sağlanmalıdır.

Çizelge 3.6 : EN 17037 standardına göre önerilen günlük güneşlenme süreleri.

Öneri Seviyesi	Güneş Işığı Maruziyeti
Minimum	1,5 saat
Orta	3,0 saat
Maksimum	4,0 saat

Güneşlenme süresi hesaplanırken referans günü olarak 1 Şubat ile 21 Mart tarihleri arasında bir gün belirlenir ve tespitler iç mekan içerisinde referans noktası (P) belirlenerek gerçekleştirilir. Referans noktası prensip olarak pencere genişliğinin merkezinde ve görüş açısı zeminden 1,20m yükseklikte kabul edilir. Referans noktasının belirlenmesinin ardından güneşlenme süresinin belirlenmesi için izlenebilecek 2 yöntem bulunmaktadır.

3.5.4 Kamaşma kontrolü

Kamaşma, gözün alıştığı ve uyum sağladığı parıltıdan daha yüksek seviyelerdeki parıltının görme alanı içerisine girmesi ile oluşan rahatsız edici bir durumdur. Kamaşma görsel performansı olumsuz yönde etkiler ve cisimlerin görünürlüğünü azaltır. İleri düzeyde kamaşmanın varlığı görme kayıplarına neden olabilir. Kamaşmanın önlenmesi görsel konfor için önemli bir kriterdir. Günışığına bağlı kamaşma; hacim içerisindeki veya görev alanındaki karanlık alanlar ile cephe açıklığından gelen doğrudan güneş ışığının yüksek parıltısının oluşturduğu fark neticesinde meydana gelebilir. Görsel faaliyetlerin gerçekleştiği ortamlarda kamaşmadan korunmayı değerlendirmek için TS EN 17037 standardında Günışığı Kamaşma Olasılığı (Daylight Glare Probability, DGP) yöntemi önerilmektedir. Bu yöntem ile dikey şekilde gelen veya eğimli günışığının parıltı değerlerini ve göz hizasında kamaşmaya maruz kalan kişilerin maruz kalma oranı değerlendirilmektedir (TS EN 17037,2022).

DGP değerlerinin rahatsızlık oluşturma durumları 4 farklı kategoride tanımlanmıştır (Çizelge 3.7). %0,45 ve üzeri DGP değeri tahammül edilemez kabul edilmiş ve üst sınır olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.7 : TS EN 17037 standardına göre DGP Kategorileri ve Değer Aralıkları.

Etkileme Seviyesi	DGP Değeri
Kamaşma çoğunlukla algılanmaz.	$DGP \leq 0,35$
Kamaşma çoğunlukla algılanır ancak rahatsız edici değildir.	$0,35 < DGP \leq 0,40$
Kamaşma algılanır ve genellikle rahatsız edicidir.	$0,4 < DGP \leq 0,45$
Kamaşma algılanır ve çoğunlukla tahammül edilemez.	$DGP \geq 0,45$

Günışığına bağlı kamaşmadan korunmanın eşik değerleri en az, orta ve yüksek olarak 3 seviyede tanımlanmıştır. Standartta günışığına bağlı kamaşmanın kontrolü için binanın yıllık kullanım süresinin %5’inde ilgili seviyeyi aşmaması, o seviye için alt sınır kabul edilmiştir. Standardın referans aldığı bina kullanım süresi haftanın 5 günü 8.00-18.00 saatlerini baz alarak 2600 saat olarak kabul edilmiştir. %0.45’lik DGP değerinin bu sürenin maksimum %5’inde (130 saat) gerçekleşmesi durumu kamaşma kontrolü açısından maksimum kabul edilebilir sınırdır.



4. ELE ALINAN BİR İLKÖĞRETİM BİNASININ TS EN 17037 STANDARDI MİNİMUM GÜNEŞİĞİ AYDINLIĞININ SAĞLANMASI KRİTERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 12 derslikli tip ilkokul yapısını TS EN 17037 Binalarda Gün Işığı standardı uyarınca Minimum Güneşiği Aydınlığının Sağlanması kriteri açısından değerlendirilerek öneriler geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2020 yılında İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü web sitesinde yayınlanan tip projeler incelendiğinde aynı kat içerisindeki dersliklerin cephe açıklıklarının çoğu zaman farklı yönlerde konumlandığı görülmektedir. MEB Asgari Tasarım Kılavuzu’da yer alan iklim bölgeleri ve önerilen yönler göz önüne alındığında, yapı içerisinde yer alan bazı derslik hacimlerinin dezavantajlı konuma düşmesi kaçınılmazdır. Bu durumu ortaya koymak ve öneriler geliştirmek amacıyla Asgari Tasarım Standartları Kılavuzunda önerilen iklim bölgeleri ve optimum yönler ele alınarak, Ilımlı İklim Bölgesinde yer alan İstanbul ili için farklı yönler ve cephe açıklığı ile değerlendirme yapılmıştır.

4.1 Tip Projenin Tanıtılması ve Yapıya İlişkin Bilgiler

TS EN 17037 Binalarda Güneşiği standardının yeterli aydınlık düzeyinin sağlanması yönünden değerlendirilmesi amacıyla MEB İnşaat ve Emlak Genel Müdürlüğü web sitesinde yer alan 12 derslikli ilkokul yapısı seçilmiştir. 2500m² toplam inşaat alanına sahip bu tip proje zemin kat, 1. kat ve 2. kat inşaat alanı 625’şer m² olacak şekilde tasarlandığı görülmektedir. Yapı bodrum katı dahil 4 kattan oluşmaktadır (Şekil 4.1).

Güneşiği değerlendirme hesaplama çalışmaları için yapının 1. katı ele alınmıştır. Yapının 1. katında toplam 5 derslik, Fen Bilimleri dersliği ve idari birimler bulunmaktadır. Dersliklerin karşılıklı yönlerde bulunması; Asgari Tasarım Kılavuzunda belirtilen iklime bağlı optimum yönlenme tavsiyelerinin uygulanması

durumunda dahi doğal aydınlatma ve termal konfor açısından dezavantajlı konumda olacak dersliklerin varlığını göstermektedir.



Şekil 4.1 : 12 Derslikli ilkokul projesinin ön görünüşü ve kesiti (Url 5).

Değerlendirmeler için seçilmiş olan katta tüm derslikler aynı hacime ve tefrişe sahiptir. Dersliklerden 3'ü aynı cephede diğer ikisi ise karşı cephede pencere yerleşimine sahiptir. Toplam 24 öğrenci kapasiteli dersliklerde 3 sıra halinde 12 masa-sandalye tefrişi bulunmaktadır (Şekil 4.2).

12 Derslikli tip ilkokul projesi için önerilen cephe açıklıklarına bakıldığında projede her bir dersliğin 2 adet 200cm x 200cm boyutlarında düşey pencere ile dış çevre bağlantısı sağlanmaktadır. Tip projede yer alan pencere alanının derslik alanına oranı ise yaklaşık %20 olarak hesaplanmıştır. Projenin ön görünüşünde yer alan cephe çizimine göre pencerelerin her biri düşeyde 1 sabit pencere ve 2 kanada sahip olmakla birlikte yatayda da ara kayıtları bulunmaktadır. Bu durum gerçekte pencere alanının yüzdesini daha da azaltmaktadır. Kılavuzda dersliklerde pencere alanının, derslik alanına oranı minimum %25 olarak belirtilmiştir. Bu neden Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu önerisi ile pencere alanının taban alanına oranı minimum %25

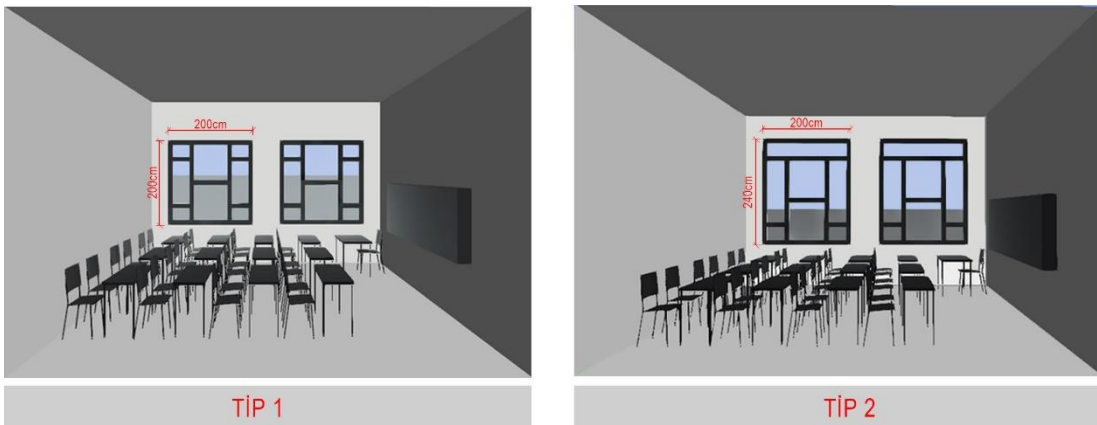
olan dersliklerin yer aldığı ikinci bir derslik tipi alternatifini dahil etmenin uygun olacağı düşünülmüştür.



1. KAT PLANI
İNŞAAT ALANI: 625 M2

Şekil 4.2 : 12 Derslikli ilköğretim okulunun 1. Kat planı (Url 5).

Kılavuza bağlı kriterlere göre tasarlanan dersliklerde derslik alanı aynı tutulmuş, sadece pencere boyutları değiştirilmiştir. MEB tip projedeki verilere göre oluşturulan eğitim yapısı, pencere alanı/tabana alanı %20 olarak Tip 1, kılavuzdaki veriler ile pencere boyutları değiştirilen yapı, pencere alanı/ tabana alanı %25 olarak Tip2 şeklinde adlandırılmıştır. (Şekil 4.3). Her iki yapının dersliklerine ait bilgiler Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : Derslik Pencere Alanı/Taban Alanı Tipleri.

Derslik camlarının türü MEB Asgari Tasarım Standartları kılavuzunda belirtildiği üzere; ısı yalıtımlı çift cam olarak ele alınmış ve camın ışık geçirime katsayısı %60

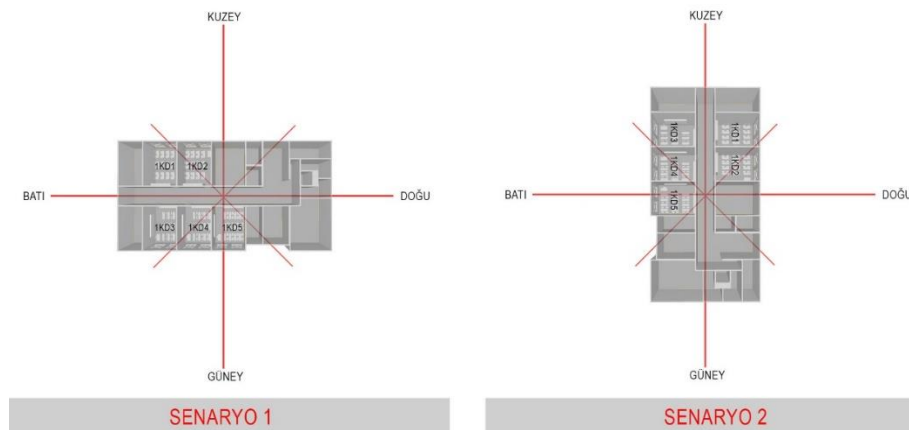
kabul edilmiştir. Pencerele sonlanmış zemin döşemesinden 90cm yukarda olacak şekilde tasarlanmıştır.

Çizelge 4.1: 12 derslikli tip ilkokul projesinin derslik hacim özellikleri.

	TİP1	TİP 2
Derslik Boyutları:	5,40m x 7,10m	5,40m x 7,10m
Derslik Alanı:	38,34m ²	38,34m ²
Hacim Yüksekliği:	3,80m	3,80m
Pencere Boyutları:	2,00m x 2,00m	2,00m x 2,40m
Pencere Adedi:	2	2
Cam Işık Geçirme Katsayısı:	%60	%60
Pencere Alanı/Taban Alanı:	%20	%25
Pencere Alanı/Duvar Alanı	%39	%47

4.2 Simülasyon Yöntem ve Araçlarının Tanıtılması

12 derslikli Tip 1 ve Tip 2 ilkokul yapısının 5 derslik barındıran 1. katı günışığı performansının değerlendirilmesi amacıyla Dialux Evo programında modellenmiştir. Modellenen tip projelerin yönlenmeye bağlı olarak günışığı performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Modellenen yapılar 1. senaryoda Asgari Tasarım Standartları Kılavuzunda ılımlı iklim bölgelerinde ‘iyi’ olarak kabul edilen doğu-batı aksında güneye yönlendirilmiştir. Ancak bu durumda yapıda zıt yöndeki dersliklerin ‘kötü’ olarak kabul edilen yönde konumlandığı görülmektedir. Kuzey yönünde cephe açıklığı bulunan sınıflar 1KD1 ve 1KD2, güney yönünde cephe açıklığı bulunan sınıflar ise 1KD3, 1KD4 ve 1KD5 olarak isimlendirilmiştir. Senaryo 2’de ise kılavuz ‘orta’ olarak nitelendirdiği doğu ve batı cephelere yönelim gerçekleştirilmiştir. Bu senaryoda 1KD1 ve 1KD2 derslikleri doğuya, 1KD3, 1KD4, 1KD5 derslikleri ise batıya yönelmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : Senaryolara bağlı olarak dersliklerin yönelme durumları.

Derslik hacimlerinde sağlanması gereken hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin sağlanma durumu yıllık gün ışığı saatleri (4380 saat) baz alınarak hesaplanmıştır. Tüm yılı temsilen gerçekleştirilen çalışmada kış mevsimi için Aralık, Ocak, Şubat aylarını temsilen 15 Ocak; ilkbahar mevsimi için Mart, Nisan, Mayıs aylarını temsilen 15 Nisan; yaz mevsimi için Haziran, Temmuz, Ağustos aylarını temsilen 15 Temmuz ve sonbahar ayları için Eylül, Ekim, Kasım aylarını temsilen 15 Ekim tarihi simülasyonda değerlendirilmiştir. Belirlenen temsili tarihler için 09.00, 12.00, 15.00 saatleri belirlenmiş ve bu temsili saatlerin temsil ettiği gün saatleri Çizelge 4.2’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Yıllık gündüz saatleri için temsili tarih ve saat bilgileri.

Hesap Tarihi	Temsili Ay	Temsil Ettiği Saat	Temsili Gün Sayısı	Temsil Edilen Toplam Saat
15 Ekim 09.00	15-30 Eylül-Ekim-Kasım	4	76	304
15 Ekim 12.00	15-30 Eylül-Ekim-Kasım	3		228
15 Ekim 15.00	15-30 Eylül-Ekim-Kasım	4		304
15 Ocak 09.00	Aralık-Ocak-Şubat	3	90	270
15 Ocak 12.00	Aralık-Ocak-Şubat	3		270
15 Ocak 15.00	Aralık-Ocak-Şubat	3,1		279
15 Nisan 09.00	Mart-Nisan-Mayıs-1-15 Haziran	5	107	535
15 Nisan 12.00	Mart-Nisan-Mayıs-1-15 Haziran	3		321
15Nisan 15.00	Mart-Nisan-Mayıs-1-15 Haziran	5		535
15 Temmuz 09.00	15-30 Haziran-Temmuz-Ağustos- 1-15Eylül	5	92	460
15 Temmuz 12.00	15-30 Haziran-Temmuz-Ağustos -1-15Eylül	3		276
15 Temmuz 15.00	15-30 Haziran-Temmuz-Ağustos- 1-15Eylül	6,5		598
Toplam Gündüz Saati				4380

İstanbul ili için belirlenen tarihlerdeki gök durumu Perez Berraklık İndisi yöntemi ile oluşturulan gök durumu sınıflandırması çalışmasından elde edilmiştir (Çizelge 4.3) (Şener, 2014).

Aydınlatma hesaplamaları farklı yönlerdeki dersliklerin günışığından yararlanma durumundaki farklılıklarının ortaya koyması amacıyla iklime bağlı veriler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. İklima bağlı günışığı değerlendirme yöntemi yapının coğrafi konumuna, günışığı açıklıklarının yönüne, mekanın geometri ve malzeme

özelliklerine bağlı olduğundan, güneş ve gök durumuna ilişkin veriler hesaplamalarda girdi olarak yer almıştır.

Çizelge 4.3 Simülasyon hesaplama tarihleri, temsil ettiği saatler ve gök modeli.

Hesaplama Tarihi	Yıllık Gün Saati için Temsil Ettiği Saat	Temsili Tarihteki Gök Durumu
15 Ekim 09.00	304	Kapalı Gök Modeli
15 Ekim 12.00	228	Ortalama Gök Modeli
15 Ekim 15.00	304	Kapalı Gök Modeli
15 Ocak 09.00	270	Kapalı Gök Modeli
15 Ocak 12.00	270	Kapalı Gök Modeli
15 Ocak 15.00	279	Kapalı Gök Modeli
15 Nisan 09.00	535	Ortalama Gök Modeli
15 Nisan 12.00	321	Ortalama Gök Modeli
15 Nisan 15.00	535	Ortalama Gök Modeli
15 Temmuz 09.00	460	Açık Gök Modeli
15 Temmuz 12.00	276	Açık Gök Modeli
15 Temmuz 15.00	598	Açık Gök Modeli
TOPLAM:	4380	

Hesaplamalar için belirlenen referans düzlemi TS EN 17037:2019 standardında belirlenen şekilde bitmiş döşemeden 0,85m yükseklikte ve duvarlardan 0,5m içeride olacak şekilde tasarlanmıştır. Hedeflenen aydınlık düzeyinin mekanda karşılanma yüzdesini tayin edebilmek için oluşturulan 4,60m x 6,10m boyutundaki referans düzlemi üzerinde 10x10 grid sistemine sahip 100 adet hesaplama noktası belirlenmiştir.

TS EN 17037 standartında referans düzlemi üzerinde oluşturulan grid sisteminde iki nokta arasındaki mesafe aşağıda yer alan formül ile belirlenmiştir.

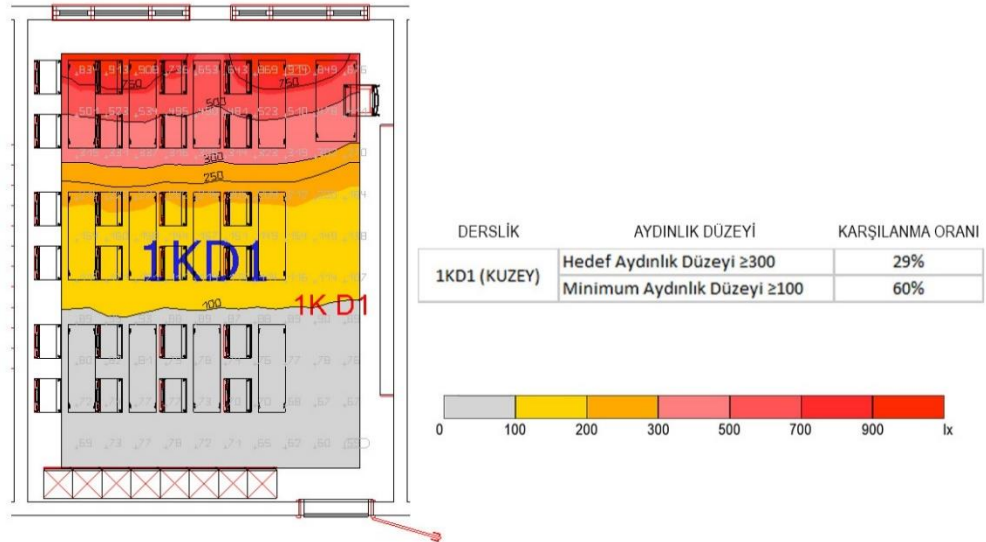
$$p = 0,5 \times 5^{\log_{10}(d)}$$

Standartta verilen formüle göre maksimum 1,96m olması gereken iki nokta arası uzaklık belirlenen referans düzlemi üzerindeki 10x10 grid sisteminde 0,61m'dir.

Her bir derslik hacmi için kabul edilen iç yüzey ışık yansıtma katsayıları TS EN 17037:2019 standardına göre tavan; 0,70, iç duvarlar; 0,5, zemin; 0,2 olacak şekilde belirlenmiştir.

4.3 Verilerin Analizi

Dialux Evo programında TS EN 17037 standardının belirlediği şekilde bitmiş zemin kotundan 0.85m yükseklikte ve çevreleyen duvarlardan 0,5m içeride konumlanmış referans düzlemi üzerinde 10x10 grid sistemi ile 100 adet hesaplama noktası belirlenmiştir. Ayrıca eşdeğer eğriler 0-100lx arası gri renk, 100lx-300lx arası sarı renk ve 300lx üzeri kırmızı renk tonlarıyla renklendirilmiştir. Sonuçlar üzerinden verileri okumak hem eşdeğer eğrilerin takibi hem de grid sistemindeki hesaplama noktaları üzerinden okunan değerler ile mümkündür. Doğal aydınlatma sistemi tasarımı ile günışığı sağlanmasının değerlendirilmesi açısından grid noktaları üzerinde hedef ve minimum aydınlık düzeylerinin gerçekleşme durumu, noktalar sayılarak yüzdelik olarak tablolastırılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 : Sonuçların eşdeğer eğriler ve hesaplama noktaları ile analiz yöntemi.

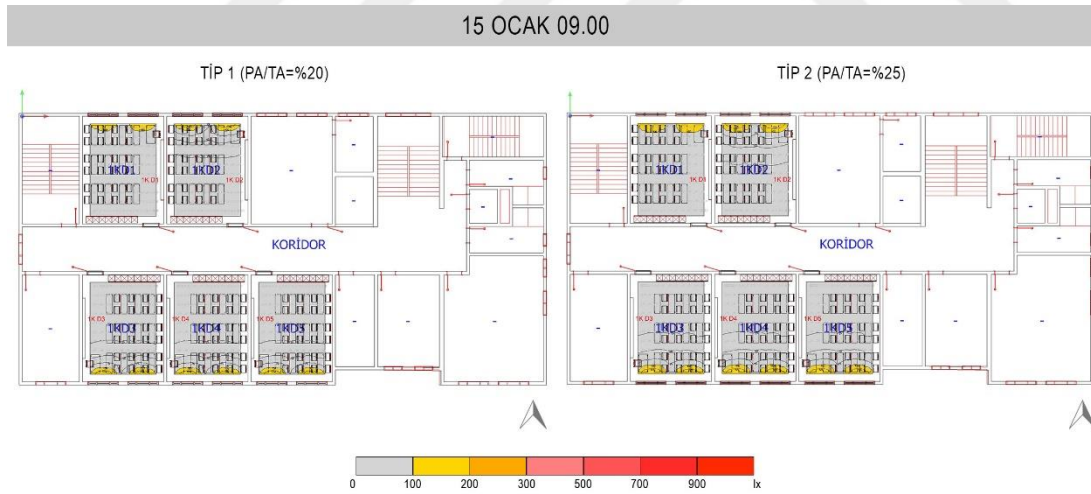
Temsili gün ve saatlerdeki tüm hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyi sağlanma durumları Senaryo 1 (Kuzey-Güney Yönlenme) ve Senaryo 2 (Doğu Batı Yönlenme) için yüzdesel karşılanma oranı olarak işlenmiştir. Her bir senaryo içerisinde pencere alanı/tabán alanı oranı %20 olan Tip1 ve pencere alanı/tabán alanı oranı %25 olan Tip2'nin temsili gün ve saatlerdeki aydınlık düzeyi sonuçlarına yer verilmiştir.

4.3.1 Senaryo 1'e ilişkin Sonuçlar (Kuzey-Güney Yönlenme)

15 Ocak tarihinde CIE Kapalı Gök Koşulu altında simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen simülasyonlarda yapay aydınlatma sistemi kullanılmaksızın sadece günışığı aydınlatma sistemi esas alınmıştır. Günışığı kullanım saatlerini temsilen 09.00, 12.00 ve 15.00 saatleri için gerçekleştirilen simülasyonlardan elde edilen veriler aydınlık düzeyi eşdeğer eğrileri ve hesaplama noktasına bağlı oluşturulan yüzdelik karşılama oranı şeklinde tablolastırılmıştır. Tablolarda yer alan aydınlık düzeyinin mekansal karşılama oranı, hedef aydınlık düzeyi olan 300lx ve minimum aydınlık düzeyi değeri olan 100lx'ün mekandaki referans düzlemi alanının ne kadarında karşılandığını yüzdelik olarak ifade etmektedir.

- **15 Ocak 09.00:**

Kış ayları sabah saatlerini temsilen 15 Ocak 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.6'da verilmiştir. 1. Katta bulunan 5 sınıf için de 100lx aydınlık düzeyi sadece pencere kenarlarına yakın alanlarda varlık göstermektedir.



Şekil 4.6 : Senaryo 1 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Senaryo 1 için aydınlık düzeyinin Tip1 ve Tip2 durumlarının her ikisinde de standartta verilen hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeylerini karşılamada yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu durum kuzey yöne bakan 1KD1 ve 1KD2 sınıfları ve güney yöne bakan 1KD3, 1KD4, 1KD5 sınıfları için benzerdir (Çizelge 4.4).

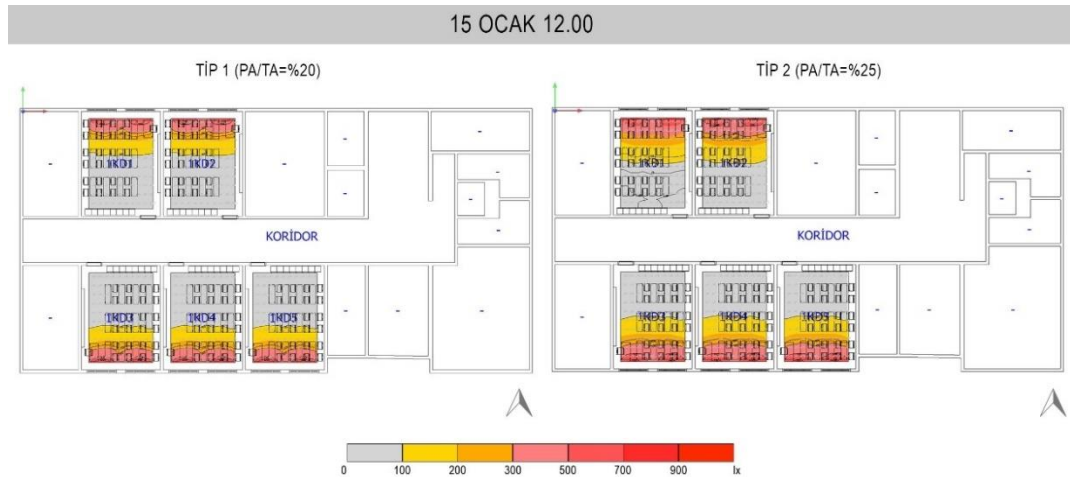
Pencere alanı / taban alanı oranının %25 olması aydınlık düzeyi karşılama oranında ciddi bir fark yaratmadığı gözlemlenmiştir. Değerlendirme sonucunda mekanın %50'sinde 300lx ve mekanın %95'inde 100lx değerinin sağlanamadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.4 : Senaryo 1 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi karşılama oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Mekânsal Karşılama Oranı		Temsili Tarih
		TİP1 PA/TA %20	TİP2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	15 OCAK 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	

- **15 Ocak 12.00**

Öğle saatlerini temsilen saat 12.00 için gerçekleştirilen simülasyonların hesaplama sonuçları Şekil 4.7'de verilmiştir. Senaryo 1 için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyinin Tip 1 için mekanın %15'inde, Tip 2 için mekanın %20'sinde karşılandığı görülmektedir. Senaryo 1 için gerçekleştirilen simülasyonlarda



Şekil 4.7 : Senaryo 1 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

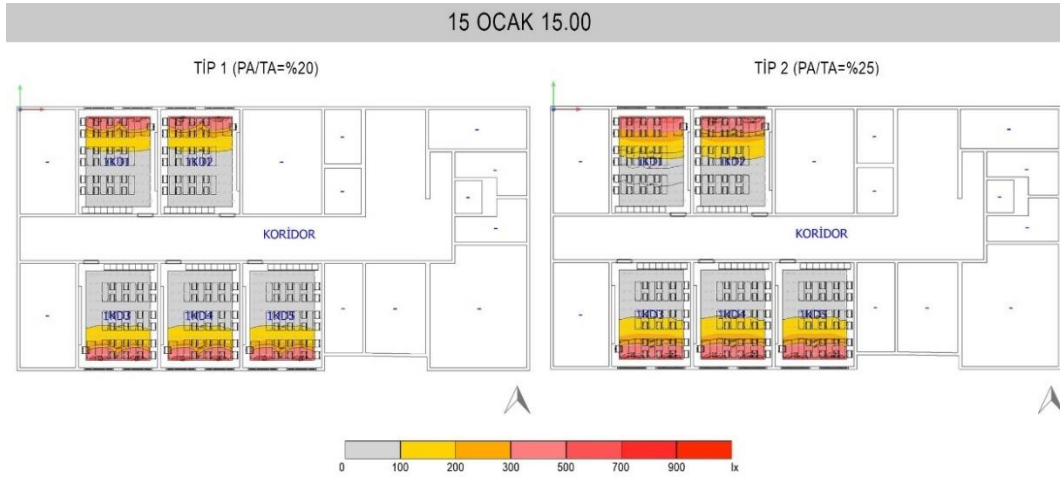
300lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %50'sinde ve 100lx aydınlık düzeyinin mekanın %95'inde erişilemediği gözlemlenmiştir. Sonuçlar kuzey yöne bakan ve güney yöne bakan sınıflar için benzerdir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 : Senaryo 1 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi karşılama oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Mekansal Karşılama Oranı		Temsili Tarih
		TİP 1 PA/TA %20	TİP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	15 OCAK 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	

- **15 Ocak 15.00**

Öğleden sonraki günışığı saatlerini temsilen saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonların hesaplama sonuçları Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 : Senaryo 1 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Senaryo 1 için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyine ve 100lx minimum aydınlık düzeyine standartta verilen oranlarda erişilemediği gözlemlenmiştir. Sonuçlar kuzey yöne bakan ve güney yöne bakan sınıflar için benzerdir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 : Senaryo 1 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Mekansal Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TİP 1 PA/TA %20	TİP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%20	15 OCAK 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%19	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%19	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%19	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	

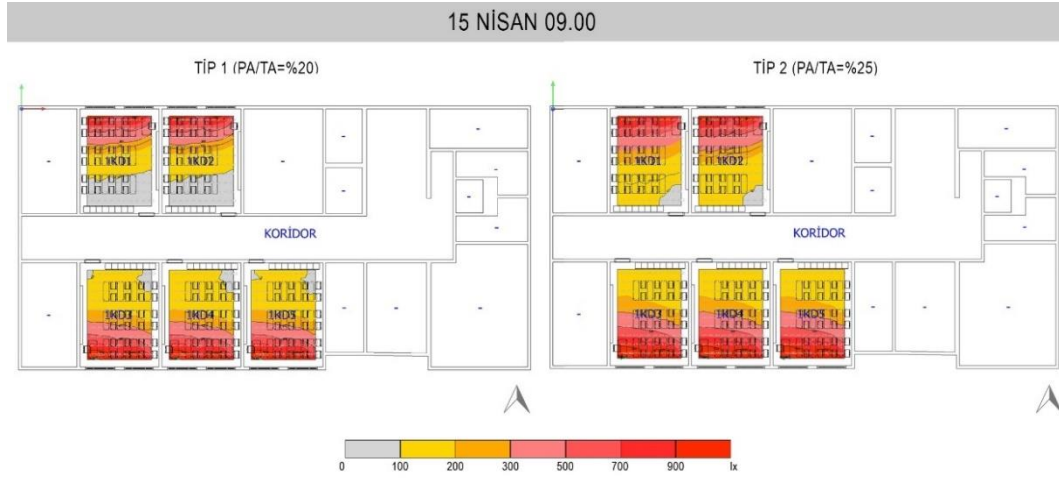
Çizelge 4.5'te verilen Ocak ayı için kabul edilen CIE Kapalı Gök koşullarında gerçekleştirilen simülasyonlarda kuzey cephede yer alan sınıflar ile güney cephede yer alan sınıflar arasında hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyi karşılanma oranları açısından farklılık gözlenmemiştir.

15 Nisan tarihinde Ortalama Gök Koşulu altında simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Güneşli kullanım saatlerini temsilen 09.00, 12.00 ve 15.00 saatleri için gerçekleştirilen simülasyonlardan elde edilen veriler aydınlık düzeyi eşdeğer eğrileri ve hesaplama noktasına bağlı oluşturulan yüzdelik karşılama oranı şeklinde tablolastırılmıştır.

- **15 Nisan 09.00**

İlkbahar ayları sabah saatlerini temsilen 15 Nisan 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.9'da verilmiştir. Tip 1 %25 pencere alanı/tabana oranına sahip ve güney yönde cephe açıklığı bulunan 1KD3, 1KD4 ve 1KD5 derslikleri için standartta verilen 300lx hedef aydınlık düzeyi karşılanma oranlarına çok yaklaşıldığı görülmüştür. Standartta göre Mekanın %50'sinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerine ulaşılması durumu yapılan simülasyonlarda bu derslikler için mekanın %46'sında karşılanmıştır (Çizelge 4.7). Tip 2 olarak PA/TA belirlenen sınıfların tamamında ve Tip 1 sınıflarının güney cepheye bakanlarında mekanın en az %95'inde minimum aydınlık değeri olan 100lx değerine erişildiği görülmektedir. Bu açıdan PA/TA oranı %20 olan ve kuzey cepheye bakan sınıflar

dezavantajlı durumdadır. Bu sınıflarda koridor tarafında konumlanan sıra düzeni, referans düzleminde 100’lx değerinin altında aydınlık düzeyine sahiptir.



Şekil 4.9 : Senaryo 1 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

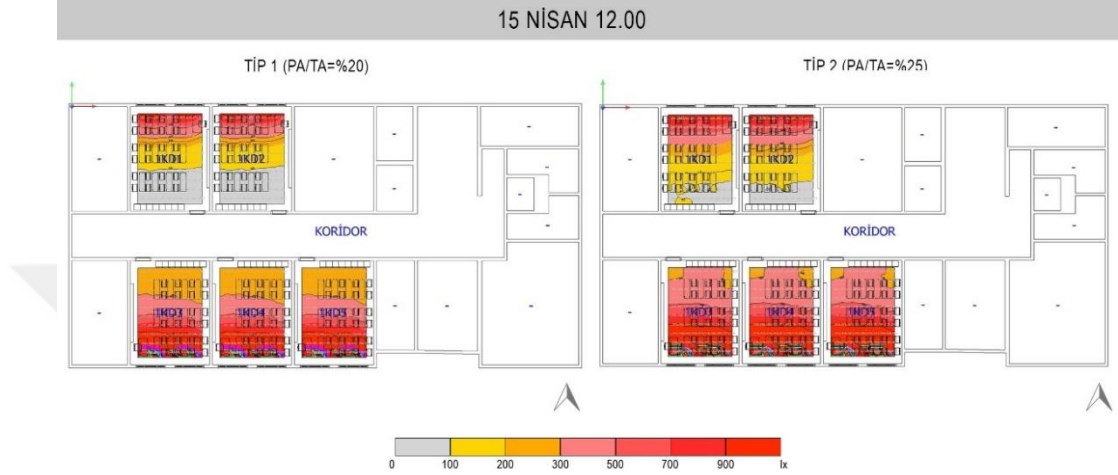
Çizelge 4.7 : Senaryo 1 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TİP 1 PA/TA %20	TİP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%30	%37	15 NİSAN 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%67	%95	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%30	%37	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%67	%95	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%38	%46	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%97	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%38	%46	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%97	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%38	%46	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%96	%100	

Pencere Alanı/Taban Alanı oranının %25 olarak değişmesinin sabah saatlerinde kuzey cephede minimum aydınlık düzeyinin karşılanmasında fark yarattığını söylemek mümkündür. Kuzey yöne bakan ve PA/TA oranı %20 olan Tip 1 dersliklerde minimum aydınlık düzeyi olan 100lx değeri referans düzleminin %67’sinde erişilebiliyorken bu durum PA/TA oranı %25 olan Tip 2’de %95’tir. Güney yönde cephesi bulunan dersliklerin hepsinde minimum hedef aydınlık düzeyi karşılanabilmiştir.

- **15 Nisan 12.00**

İlkbahar mevsimi öğlen saatlerini temsilen saat 12.00 için gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına Tip 1 (PA/TA %20) ve Tip 2 (PA/TA %25) sınıfların her ikisinde de güney yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.10). Minimum aydınlık düzeyi olan 100lx değerine yine güney cepheye bakan sınıflarda erişilmektedir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.10 : Senaryo 1 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.8 : Senaryo 1 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

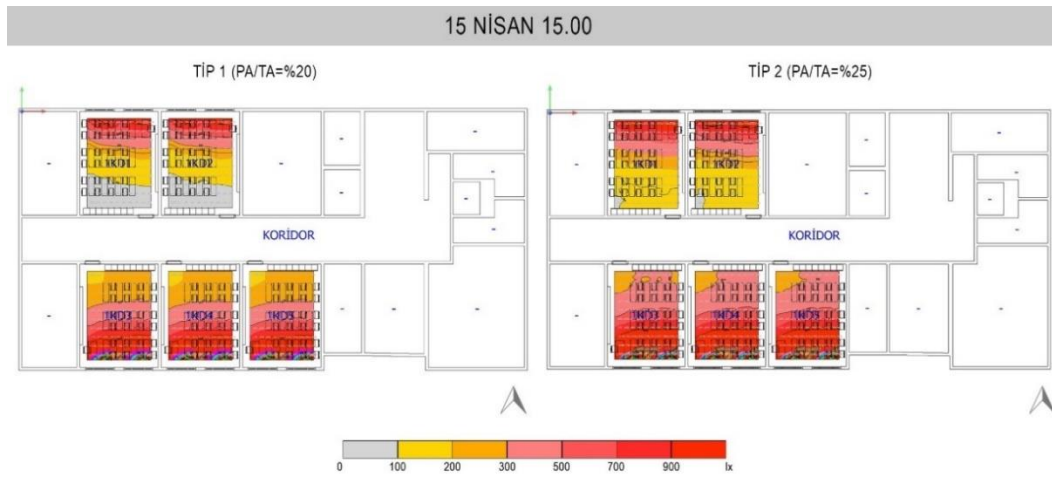
Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%29	%30	15 NİSAN 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%60	%89	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%29	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%60	%82	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%68	%96	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%68	%96	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%68	%97	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

Gerçekleştirilen simülasyondan elde edilen hesaplamalara göre kuzey yöne bakan cephelerin hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyi karşılanma oranlarının yetersiz olduğu görülmüştür. Standart çerçevesinde hedef ve minimum aydınlık düzeylerine erişilen durumlar sarı ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir.

Güney cephedeki sınıflarda pencere önlerinde meydana gelen yüksek aydınlık düzeyi değerleri güneş kontrol sistemlerine ihtiyaç duyulduğunu ve bütünsel olarak tasarıma dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir.

- **15 Nisan 15.00**

Saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonlarda Tip 1 (PA/TA %20) ve Tip 2 (PA/TA %25) oranlarına sahip sınıfların her ikisinde de güney yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 : Senaryo 1 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Minimum aydınlık düzeyi olan ve yıllık günışığı saatlerinin en az yarısında mekanın %95'inde sağlanması gereken 100lx değerinin PA/TA oranı %25 olan Tip 2'de kuzey ve güney yönde cephesi bulunan tüm sınıflarda karşılandığı görülmektedir (Çizelge 4.9). PA/TA oranı %20 olan Tip 1 durumunda ise minimum aydınlık düzeyi değeri sadece güney cepheye bakan sınıflarda karşılanmaktadır. Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir.

Nisan ayı için gerçekleştirilen simülasyonlarda saat 12.00 ve 15.00 saatlerinde güney yöne bakan cephelerin hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin sağlandığını fakat kuzey yöne bakan cephelerde hedef aydınlık düzeyinin her iki PA/TA oranı için de sağlanamadığı görülmektedir. Bu durum ilkbahar aylarında Kuzey-Güney yönlenmeye sahip Senaryo 1 durumunda 1KD3,1KD4 ve 1KD5

sınıflarının yeterli g n      sağlanması konusunda avantajlı, 1KD1 ve 1KD2 sınıflarının ise yönlenmeye bağlı olarak dezavantajlı olduğu görülmektedir.

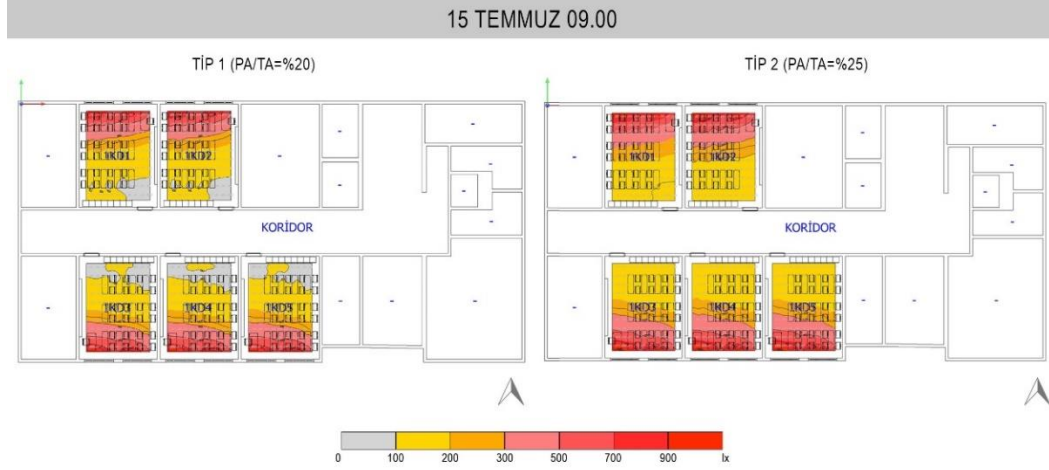
Çizelge 4.9 : Senaryo 1 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%29	%38	15 N�SAN 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%67	%99	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%29	%38	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%67	%98	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%66	%94	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%66	%94	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%66	%93	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

15 Temmuz tarihinde Açık Gök Ko ulu altında simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen simülasyonlarda yapay aydınlatma sistemi kullanılmaksızın sadece g n      aydınlatma sistemi esas alınmıştır. G n      saatlerini temsilen 09.00, 12.00 ve 15.00 saatleri için gerçekleştirilen simülasyonlardan elde edilen veriler aydınlık düzeyi e de er eğrileri ve hesaplama noktasına bağlı oluşturulan yüzdelik karşılama oranı şeklinde tablolaf tırılmı tır.

- **15 Temmuz 09.00**

Sabah saatlerini temsilen 15 Temmuz 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları  ekil 4.12’de verilmiştir. Hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değeri tüm yöndeki sınıflar için kar ılanamazken, mekanın %95’inde gerçekleşmesi istenen 100lx minimum aydınlık düzeyi değeri PA/TA oranı %25 olan Tip 2 için tüm yönlerde sağlanmaktadır ( izelge 4.10). TS EN 17037 standardına göre yeterli g n      sağlanması kriteri hedef ve minimum aydınlık düzeylerinin her ikisinin de sağlanması üzerinden de erlendirildi i için 15 Temmuz sabah saatlerini temsilen gerçekleştirilen simülasyon standardın kriterlerini sağlamada yetersiz kalmıştır.



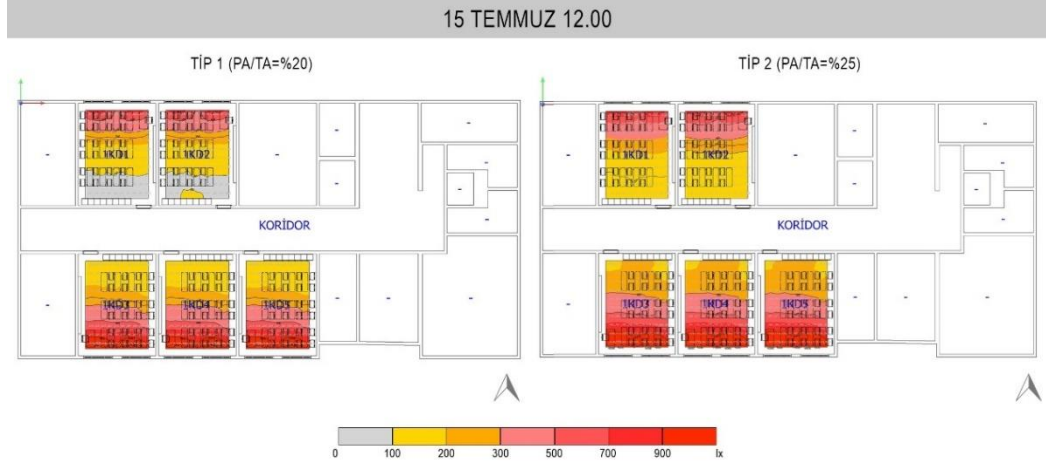
Şekil 4.12 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.10 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları..

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%28	%36	15 TEMMUZ 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%95	%100	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%28	%36	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%92	%100	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%28	%36	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%85	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%28	%36	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%84	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%28	%36	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%84	%100	

- 15 Temmuz 12.00**

Yaz mevsimi öğlen saatlerini temsilen saat 12.00 için gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına %20 PA/TA oranına sahip Tip 1 ve %25 PA/TA oranına sahip Tip 2 sınıfların her ikisinde de güney yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.13). Temmuz ayında güney cephede pencereye yakın alanlarda görülen yüksek aydınlık düzeyi değerleri gölgeleme elemanı ihtiyacı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.13 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

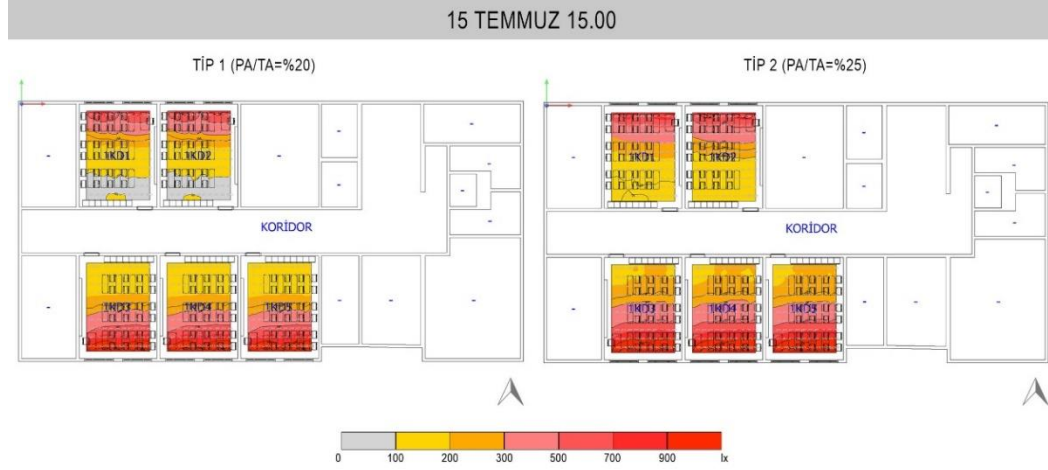
Minimum aydınlık düzeyi olan ve yıllık günışığı saatlerinin en az yarısında mekanın %95'inde sağlanması gereken 100lx değerinin PA/TA oranı %25 olan Tip 2'de kuzey ve güney yönde cephesi bulunan tüm sınıflarda karşılandığı görülmektedir (Çizelge 4.11). PA/TA oranı %20 olan Tip 1 durumunda ise minimum aydınlık düzeyi değeri sadece güney cepheye bakan sınıflarda karşılanmaktadır. Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir. Hesaplama sonuçlarına göre; Güney yöne bakan 3 sınıf için yeterli günışığı sağlanması kriteri karşılanabiliyor iken kuzeye bakan 2 sınıf yeterli günışığı sağlanması konusunda başarısızdır.

Çizelge 4.11 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP2 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%23	%30	15 TEMMUZ 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%70	%100	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%23	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%76	%100	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%49	%59	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%49	%59	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%49	%59	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

- **15 Temmuz 15.00**

Öğleden sonraki günışığı saatlerini temsilen 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonlarda güney cephedeki sınıfların hedeflenen 300lx aydınlık düzeyine mekanın %50'sinden fazlasında ulaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Eşdeğer eğriler baz alındığında PA/TA oranı %20 olan Tip1 için güney cephedeki sınıflarda mekanın %50'sinde 300lx değeri gözlemleniyorken, grid sistemindeki hesaplama noktaları aracılığı ile yapılan analizde bu değer %47 olarak görülmektedir (Çizelge 4.12).

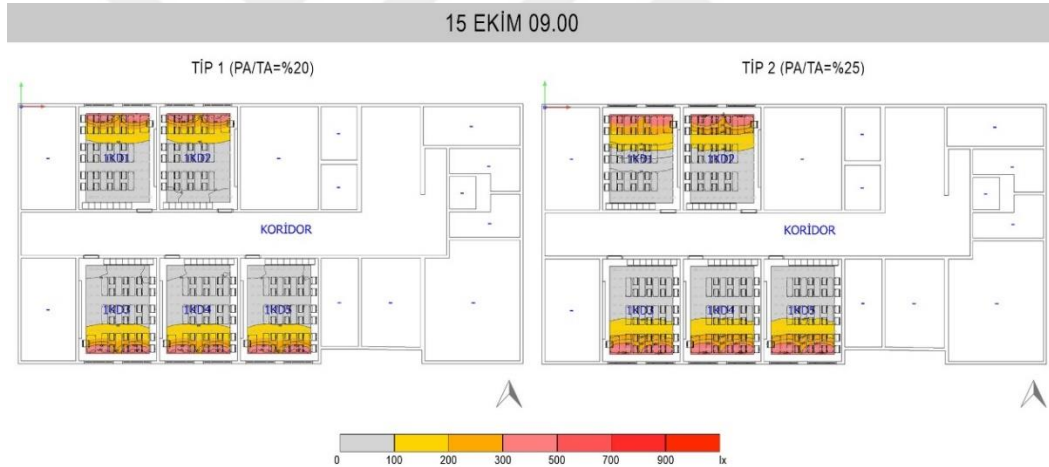
Çizelge 4.12 : Senaryo 1 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%26	%30	15 TEMMUZ 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%77	%100	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%26	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%74	%100	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%47	%58	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%47	%59	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%48	%58	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

Grid sistemindeki hesaplama noktası sayısının artırılması ile daha hassas bir ölçüm yapıldığında sonucun %50 çıkabileceği öngörüsü ile bu sınıflar için standardın karşılandığı kabulü yapılmıştır. 15 Ekim tarihinde gerçekleştirilen simülasyonlar 09.00 ve 15.00 saatleri için CIE Kapalı Gök Koşulu altında, öğlen saatlerini temsilen 12.00’de ise Ortalama Gök Koşulu altında gerçekleştirilmiştir. Simülasyonlardan elde edilen veriler aydınlık düzeyi eşdeğer eğrileri ve hesaplama noktasına bağlı oluşturulan yüzdelik karşılama oranı şeklinde tablolastırılmıştır.

- **15 Ekim 09.00**

Sonbahar ayları sabah saatlerini temsilen saat 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.15’de verilmiştir. 1. Katta bulunan 5 sınıf için de 100lx aydınlık düzeyi değeri mekanın yarısından azında varlık gösterebilmiştir. Mekanın %50’sinde beklenen hedef 300lx’ün her iki yöndeki sınıflar için karşılanma oranı %10’un altındadır (Çizelge 4.13).



Şekil 4.15 Senaryo 1 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Senaryo 1 için aydınlık düzeyinin Tip1 ve Tip2 durumlarının her ikisinde de standartta verilen hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeylerini karşılamada yetersiz kaldığı görülmüştür. Simülasyon bu tarih için Kapalı Gök Koşulu altında değerlendirildiğinden kuzey yöne bakan 1KD1 ve 1KD2 sınıfları ve güney yöne bakan 1KD3, 1KD4, 1KD5 sınıfları yön farketmeksizin aynı değerleri sağlamaktadır.

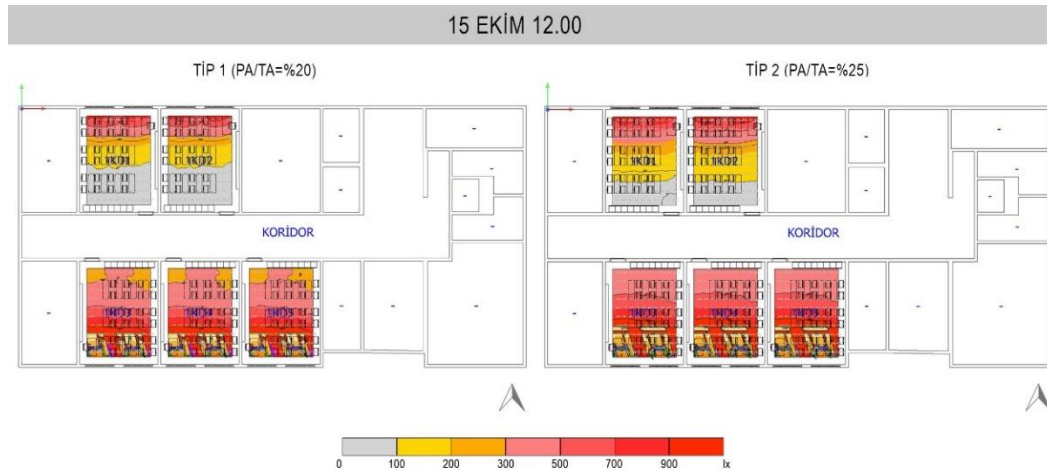
PA/TA oranı açısından değerlendirildiğinde %20’lik PA/TA oranına sahip Tip 1 ve %25’lik PA/TA oranına sahip Tip 2 için yeterli günışığını sağlama konusunda sonuçları değiştirebilecek bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.13 : Senaryo 1 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	15 EKİM 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	

- 15 Ekim 12.00’da**

Sonbahar mevsimi öğlen saatlerini temsilen saat 12.00’da Ortalama Gök Koşulu altında gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına göre Tip 1 (PA/TA %20) ve Tip 2 (PA/TA %25) sınıfların her ikisinde de güney yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50’sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Senaryo 1 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 : Senaryo 1 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

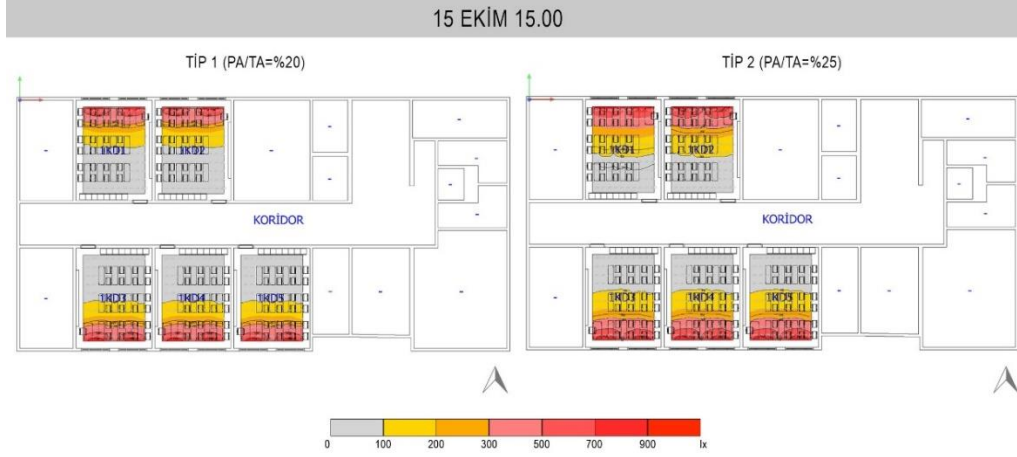
Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%30	15 EKİM 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%60	%70	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%60	%70	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%89	%100	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%91	%100	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%89	%100	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

Hesaplama sonuçlarına göre; güney yöne bakan 3 sınıf için yeterli günışığı sağlanması kriteri karşılanabiliyor iken kuzeye bakan 2 sınıf yeterli günışığı sağlanması konusunda başarısızdır. Ekim ayında güney cephede pencereye yakın alanlarda görülen yüksek aydınlık düzeyi değerleri gölgeleme elemanı ihtiyacı olduğunu göstermektedir.

- **15 Ekim 15.00**

Öğleden sonraki kullanım saatlerini temsilen saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonların hesaplama sonuçları Şekil 4.17’de verilmiştir. Gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyine ve 100lx minimum aydınlık düzeyine standartta verilen oranlarda erişilemediği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.15). Sonuçlar kuzey yöne bakan ve güney yöne bakan sınıflar için benzerdir.

Ekim ayı için gerçekleştirilen simülasyonlarda öğle saatlerini temsilen saat 12.00’de Ortalama Gök Koşulu altında güney yöne bakan 1KD3, 1KD4 ve 1KD5 sınıfları standardın belirlediği mekanın %50’sinde hedef aydınlık düzeyi 300lx ve mekanın %95’inde minimum aydınlık düzeyi 100lx değerlerini sağlamıştır. Kuzey yöne bakan sınıflar ve saat 09.00 ve 15.00 için Kapalı tüm yöndeki sınıflar standardın belirlediği hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerini ve minimum aydınlık düzeyi olan 100lx değerini sağlamada yetersiz durumda olduğu görülmektedir.



Şekil 4.17 : Senaryo 1 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.15 : Senaryo 1 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	15 EKİM 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	
1KD2 (KUZEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%26	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%60	
1KD3 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	
1KD4 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	
1KD5 (GÜNEY)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	

Yapılan değerlendirme sonucuna göre 1KD3, 1KD4 ve 1KD5 derslikleri standarda göre mekanın %95'inde ve yıllık günışığı saatlerinin en az %50'sinde sağlanması gereken minimum 100lx aydınlık düzeyinin sağlanması açısından başarılıdır. Ancak mekanın %50'sinde sağlanması gereken hedef 300lx aydınlık düzeyi değeri tüm sınıflar için yıllık günışığı saatlerinin en az %50'sinde sağlanamamıştır.

Senaryo 1 için gerçekleştirilen simülasyonun sonuçlarına bakıldığında, standardın belirlediği pencere ile aydınlatılan mekanlarda, mekanın %50'sinde hedef aydınlık düzeyi 300lx ve mekanın %95'inde minimum aydınlık düzeyi 100lx değerleri 15 Nisan 12.00, 15 Nisan 15.00, 15 Temmuz 12.00, 15 Temmuz 15.00 ve 15 Ekim 12.00 tarihlerinde sağlanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 : Senaryo 1 için yeterli günışığı sağlanması durumu.

Derslik	Saydamlık Oranı	300 lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %50'sinde sağlandığı saatler	100 lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %95'inde sağlandığı saatler	TS EN 17037:2022 Standardına göre değerlendirme sonucu
1KD1 (KUZEY)	Tip 1 (PA/TA %20)	0	460	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	0	2404	Yetersiz
1KD2 (KUZEY)	Tip 1 (PA/TA %20)	0	0	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	0	2404	Yetersiz
1KD3 (GÜNEY)	Tip 1 (PA/TA %20)	1360	2493	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1958	2953	Yetersiz
1KD4 (GÜNEY)	Tip 1 (PA/TA %20)	1360	2493	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1958	2953	Yetersiz
1KD5 (GÜNEY)	Tip 1 (PA/TA %20)	1360	2493	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1958	2953	Yetersiz

%20 PA/TA oranına sahip Tip 1 ile %25 PA/TA oranına sahip Tip 2 arasında standardın sağlanması oranında bir farklılık gözlemlenmemiştir. Tip 2 için yeterli günışığı sağlanan tarihlerde Tip 1 için de yeterli günışığı sağlanmıştır. Aydınlık düzeyi karşılanma oranı tabloları analiz edildiğinde Senaryo 1 için standart ilgili tarihlerde sadece güney cepheye bakan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde karşılanmıştır. Kuzey cepheye bakan derslikler %20 ve %25 PA/TA oranı ile standardın karşılanması konusundaki kriterleri sağlamada başarısız olmuşlardır. Bu durum Güney-Kuzey yönlenmede kuzey yönde cephesi bulunan dersliklerin dezavantajlı durumda olduklarını göstermektedir.

Yeterli günışığının sağlandığı tarihlerin temsil ettiği saatler toplandığında yıllık günışığı saatlerinin 1958 saatinde standardın karşılandığı görülmektedir. Bu oran yıllık günışığı saatlerinin %44,70'ine karşılık gelmektedir. Standardın önerdiği kriterde yer alan yıllık günışığı saatlerinin en az %50'sinde, mekanın %50'sinde hedef aydınlık düzeyi 300lx ve mekanın %95'inde minimum aydınlık düzeyi 100lx değerlerinin

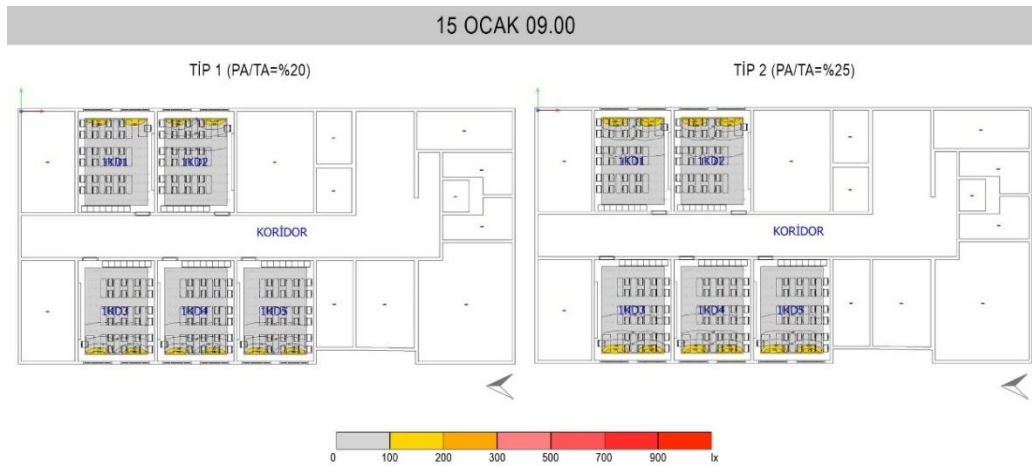
sağlanması gerekmektedir. Senaryo 1 standardın yeterli günişığı sağlanması kriterine göre başarısız bir yönlenme ve PA/TA oranına sahiptir.

4.3.2 Senaryo 2'ye ilişkin Sonuçlar (Doğu-Batı Yönlenme)

15 Ocak tarihinde CIE Kapalı Gök Koşulu altında gerçekleştirilen simülasyonlarda yapay aydınlatma sistemi kullanılmaksızın sadece günişığı aydınlatma sistemi esas alınmıştır. Günişığı kullanım saatlerini temsilen 09.00, 12.00 ve 15.00 saatleri için gerçekleştirilen simülasyonlardan elde edilen veriler Tip 1 ve Tip 2 pencere alanı/tabana alanı oranına sahip sınıflar için aydınlık düzeyi eşdeğer eğrileri ve hesaplama noktasına bağlı oluşturulan yüzdelik karşılama oranı şeklinde tablolastırılmıştır.

- **15 Ocak 09.00**

Gerçekleştirilen simülasyonlarda Senaryo 2 için aydınlık düzeyinin Tip1 ve Tip2 durumlarının her ikisinde de standartta verilen hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeylerini karşılamada yetersiz kaldığı görülmüştür (Şekil 4.18). Her iki durumda da hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerine mekanın herhangi bir noktasındaki referans düzlemi üzerinde erişilememiştir (Çizelge 4.17). Bu durum doğu yöne bakan 1KD1 ve 1KD2 derslikleri ve batı yöne bakan 1KD3, 1KD4, 1KD5 derslikleri için benzerdir.



Şekil 4.18 Senaryo 2 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Dersliklerde standartta verilen kriter doğrultusunda mekanın %95'inde gerçekleşmesi beklenen 100lx minimum aydınlık düzeyinin mekanda karşılanma oranı %10'a ulaşamadığı görülmektedir. Gerçekleştirilen simülasyonlar sonucu elde edilen

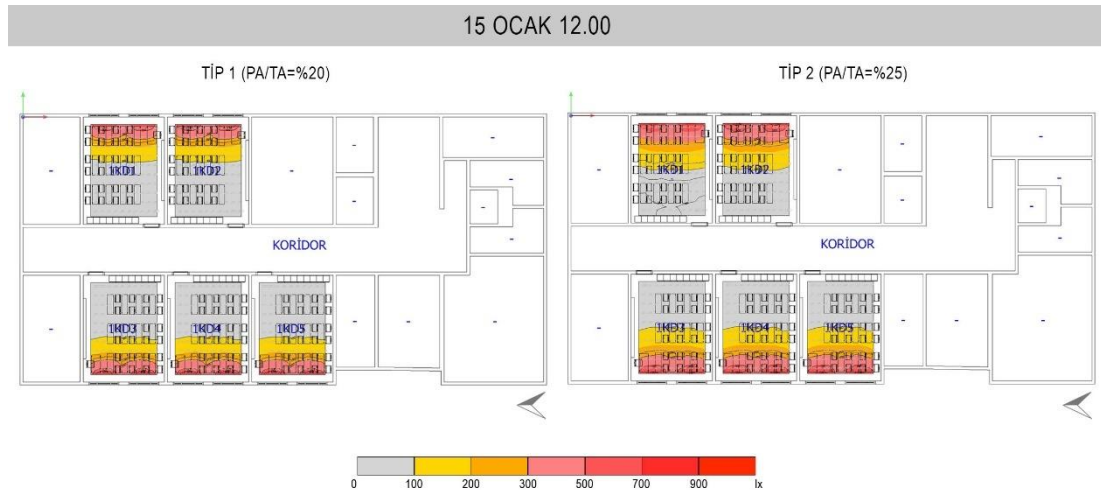
hesaplamalar standardın yeterli günışığı sağlanması açısından kriterleri sağlamadığını göstermektedir.

Çizelge 4.17 : Senaryo 2 için 15 Ocak 09.00 aydınlık düzeyi karşılama oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılama Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	15 OCAK 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%0	%0	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%5	%8	

- 15 Ocak 12.00**

Kış ayları öğlen saatlerini temsilen saat 12.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.19’da verilmiştir. %20 PA/TA oranına sahip Tip 1’de 5 derslik için de 100lx minimum aydınlık düzeyi değeri mekanın yarısından azında varlık gösterebilmiştir.



Şekil 4.19 : Senaryo 2 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyine ve 100lx minimum aydınlık düzeyine standartta verilen oranlarda erişilemediği

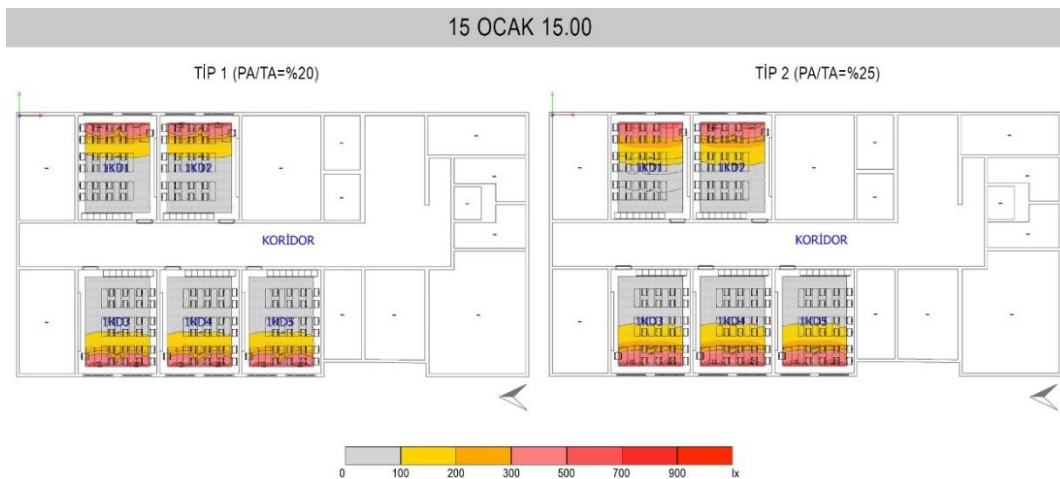
gözlemlenmiştir. Sonuçlar doğu yöne bakan ve batı yöne bakan sınıflar için benzerdir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 : Senaryo 2 için 15 Ocak 12.00 aydınlık düzeyi karşılama oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılama Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	15 OCAK 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%15	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%50	

- **15 Ocak 15.00**

Öğleden sonraki günışığı saatlerini temsilen saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonların hesaplama sonuçları Şekil 4.20’de verilmiştir. Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyine ve 100lx minimum aydınlık düzeyine standartta verilen oranlarda erişilemediği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.19).



Şekil 4.20 : Senaryo 2 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Ocak ayında gerçekleştirilen simülasyonlarda doğu cephede yer alan sınıflar ile batı cephede yer alan sınıflar arasında hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyi karşılanma oranları açısından farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 4.19 : Senaryo 2 için 15 Ocak 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%20	15 OCAK 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%19	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%19	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%10	%19	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%40	%49	

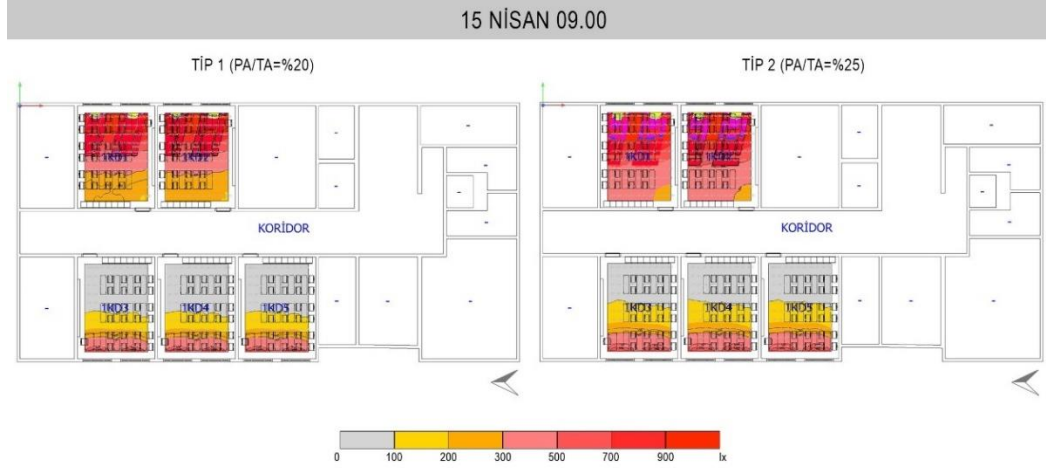
15 Nisan tarihinde Ortalama Gök Koşulu altında simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Günışığı kullanım saatlerini temsilen 09.00, 12.00 ve 15.00 saatleri için gerçekleştirilen simülasyonlardan elde edilen veriler aydınlık düzeyi eşdeğer eğrileri ve hesaplama noktasına bağlı oluşturulan yüzdelik karşılama oranı şeklinde tablolaştırılmıştır.

- **15 Nisan 09.00**

İlkbahar ayları sabah saatlerini temsilen 15 Nisan 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.21’de verilmiştir. Standartta göre Mekanın %50’sinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerine ulaşılması durumu yapılan simülasyonlarda doğu yönüne bakan 1KD1 ve 1KD2 derslikleri için %50’sinden fazla bir oranda karşılanmıştır (Çizelge 4.20). Doğü yöne bakan dersliklerin mekanın tamamında minimum aydınlık değeri olan 100lx değerine erişildiği görülmektedir.

Nisan ayı sabah saatlerinde doğu yöne bakan pencerelerde özellikle pencere önlerinden görsel ve termal konforsuzluk oluşturacak kadar fazla aydınlık düzeyi değerleri oluştuğu görülmektedir. Bu durum doğu yönüne bakan dersliklerin yeterli günışığı sağlanması konusunda avantaja sahip olduğunu gösterse de gölgeleme sistemi

tasarımını zorunlu kılmaktadır. Batı cephede yer alan 1K3, 1KD4 ve 1KD5 dersliklerinde yeterli günışığının sağlanması için gerekli olan hedef ve minimum aydınlık düzeyleri karşılanma oranlarının sağlanmadığı görülmektedir.



Şekil 4.21 : Senaryo 2 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.20 : Senaryo 2 için 15 Nisan 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

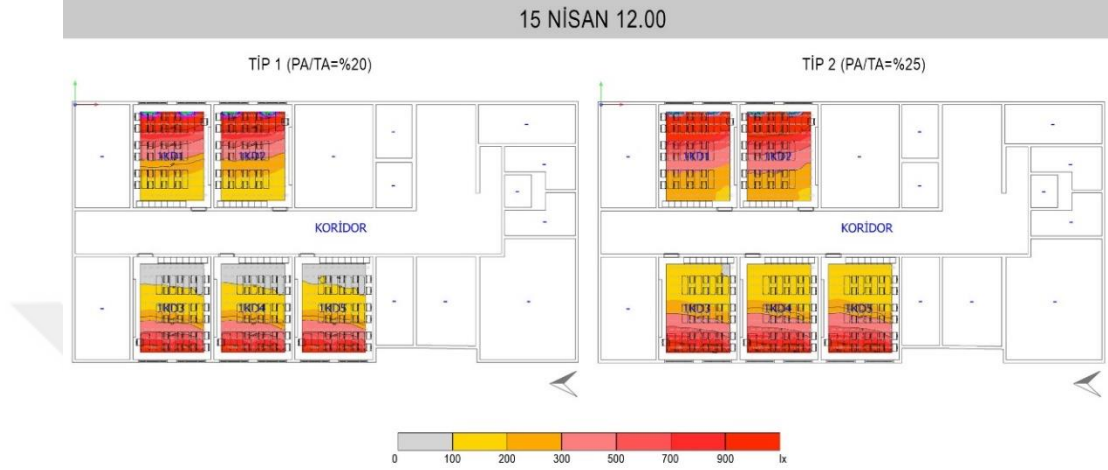
Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%69	%96	15 NİSAN 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%70	%95	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%18	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%45	%55	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%18	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%44	%57	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%18	%20	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%45	%57	

- 15 Nisan 12.00**

Öğlen saatlerini temsilen saat 12.00 için Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına Tip 1 (PA/TA %20) ve Tip 2 (PA/TA %25) sınıfların her ikisinde de doğu yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan

300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.22).

Minimum aydınlık düzeyi olan 100lx değerine doğu cepheye bakan dersliklerin tamamında erişilmektedirken, batı yöne bakan sınıflardan sadece %25 PA/TA oranına sahip Tip 2 dersliklerde erişilmektedir (Çizelge 4.21).



Şekil 4.22 : Senaryo 2 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir. Hesaplama sonuçlarına göre; doğu yöne bakan 2 derslik için yeterli günışığı sağlanması kriteri karşılanabiliyor iken batı yöne bakan 3 sınıf yeterli günışığı sağlanması konusunda yetersiz kalmaktadır.

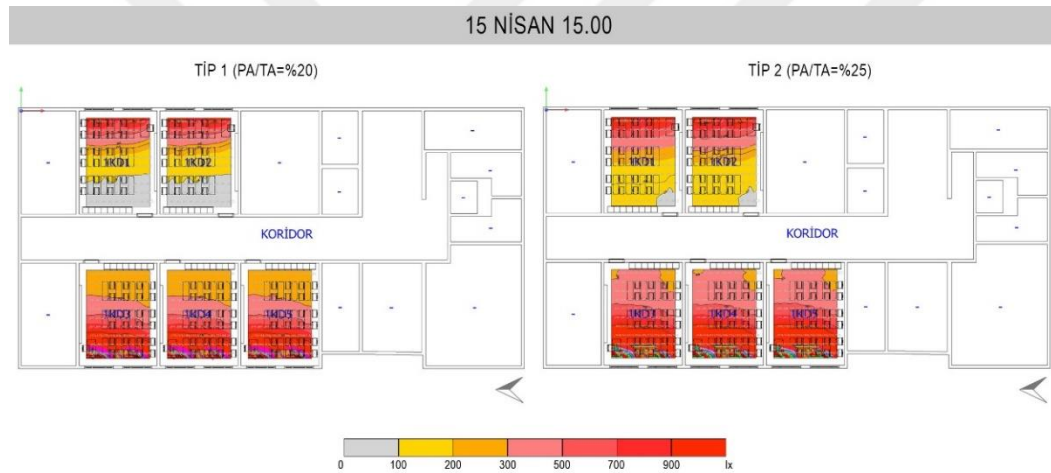
Çizelge 4.21 : Senaryo 2 için 15 Nisan 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%51	%67	15 NİSAN 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%51	%68	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%33	%39	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%75	%99	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%33	%39	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%76	%100	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%33	%39	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%76	%100	

- 15 Nisan 15.00

İlkbahar mevsimi öğleden sonra kullanım saatlerini temsilen saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına Tip 1 (PA/TA %20) ve Tip 2 (PA/TA %25) sınıfların her ikisinde de batı yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.23).

Minimum aydınlık düzeyi olan ve yıllık günışığı saatlerinin en az yarısında mekanın %95'inde sağlanması gereken 100lx değerinin PA/TA oranı %25 olan Tip 2'de doğu ve batı yönde cephesi bulunan tüm sınıflarda karşılandığı görülmektedir (Çizelge 4.22).



Şekil 4.23 : Senaryo 2 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.22 : Senaryo 2 için 15 Nisan 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

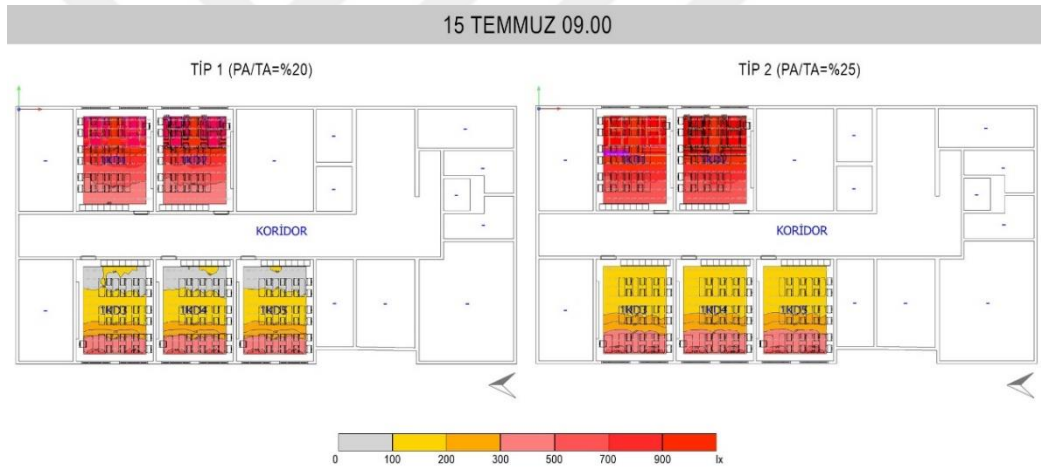
Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%29	%38	15 NİSAN 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%65	%96	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%29	%38	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%67	%96	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%68	%95	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%68	%97	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%67	%95	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

Hesaplama sonuçlarına göre; batı yöne bakan 3 derslik için yeterli günışığı sağlanması kriteri karşılanabiliyor iken doğu yöne bakan 2 derslik yeterli günışığı sağlanması konusunda başarısızdır.

Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir.

- **15 Temmuz 09.00**

Senaryo 2 için sabah saatlerini temsilen 15 Temmuz 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.24’de verilmiştir. Hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değeri doğu cepheye bakan dersliklerde Tip 1 ve Tip 2 için mekanın %100’ünde sağlanmaktadır. Yeterli günışığı sağlanması için diğer bir kriter olan minimum 100lx aydınlık düzeyi batı yöne bakan dersliklerden sadece %25 PA/TA oranına sahip Tip 2’de mekanın %100’ünde karşılanabilmiştir (Çizelge 4.23).



Şekil 4.24 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

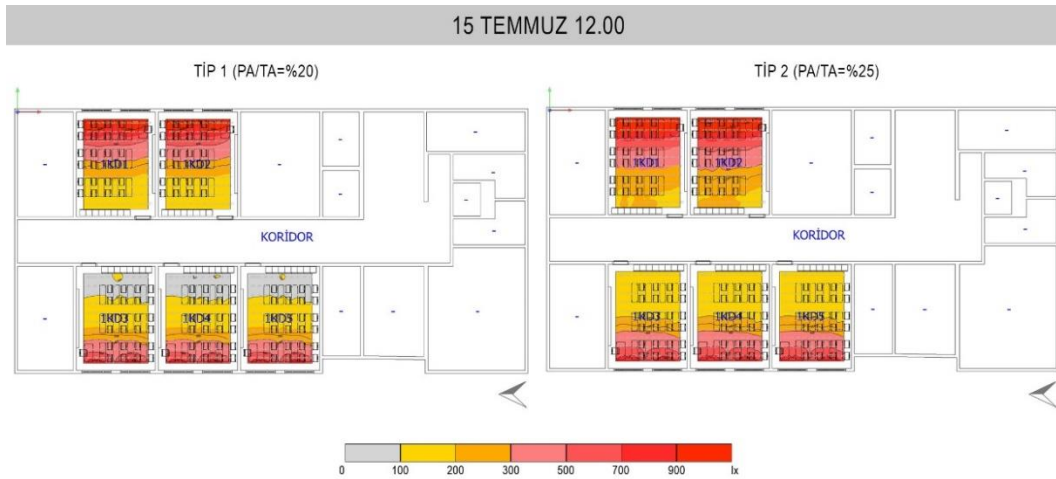
Temmuz ayı sabah saatlerinde doğu yöne bakan 1KD1 ve 1KD2 derslikleri için görsel ve termal konfor açısından olumsuz bir tablo ortaya çıkmaktadır. Doğru yöne bakan dersliklerde özellikle pencereye yakın bölgelerde yüksek aydınlık düzeyi oluşmaktadır. Yüksek aydınlık düzeyi ve güneşten doğrudan gelen ışınların oluşturduğu kamaşma kontrol altına alınması gereken bir durum ortaya çıkarmaktadır. Bu dersliklerde görsel konfordan bahsedebilmek için gölgeleme sistemi kurulumak gereklidir. Batı yöne bakan dersliklerde ise hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin Tip 1 ve Tip 2 için sağlanmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.23 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%100	%100	15 TEMMUZ 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%100	%100	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%26	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%78	%100	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%29	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%72	%100	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%29	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%74	%100	

- **15 Temmuz 12.00**

Öğlen saatlerini temsilen saat 12.00 için Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına Tip 1 ve Tip 2 PA/TA oranlarına sahip sınıfların her ikisinde de doğu yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Senaryo 2 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Eşdeğer eğriler baz alındığında PA/TA oranı %20 olan Tip1 için doğu cephedeki sınıflarda mekanın %50'sinde 300lx değeri gözlemleniyorken, grid sistemindeki hesaplama noktaları aracılığı ile yapılan analizde bu değer %47 olarak görülmektedir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%48	%58	15 TEMMUZ 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%48	%58	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%26	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%75	%100	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%26	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%73	%100	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%26	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%73	%100	

Grid sistemindeki hesaplama noktası sayısının artırılması ile daha hassas bir ölçüm yapıldığında sonucun %50 çıkabileceği öngörüsü ile bu sınıflar için standardın karşılandığı kabulü yapılmıştır.

Temmuz ayı öğlen saatlerinde batı yönde bulunan dersliklerin hedef aydınlık düzeyi olan 300lx'ün mekansal karşılanma oranlarının her iki tip için de yetersiz olduğu görülmüştür. Minimum aydınlık düzeyi ise batı yöne bakan sınıflarda sadece PA/TA oranı %25 olan Tip'2 de karşılanabilmektedir.

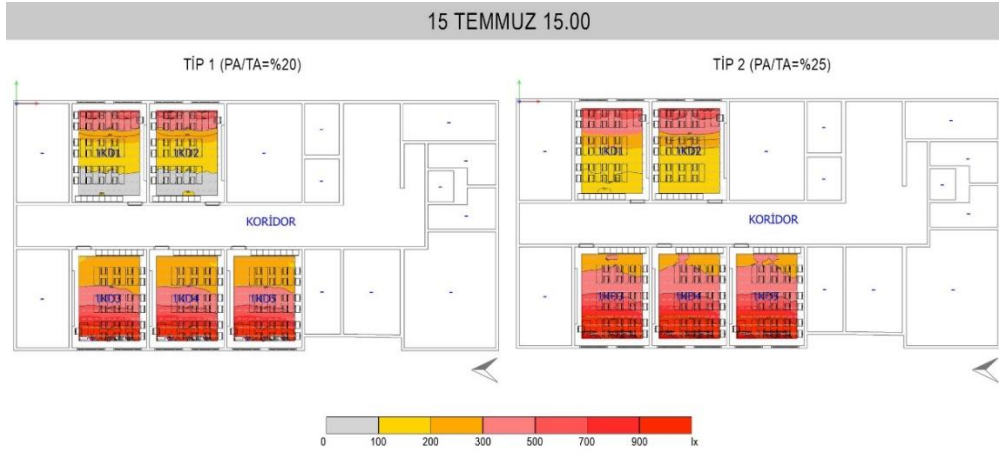
- **15 Temmuz 15.00**

Saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonlarda Tip 1 (PA/TA %20) ve Tip 2 (PA/TA %25) sınıfların her ikisinde de batı yöne cephesi bulunan 1KD3, 1KD4, 1KD5 dersliklerinde hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değerinin mekanın %50'sinden fazlasında sağlandığı görülmektedir (Şekil 4.26).

Hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değeri batı cepheye bakan dersliklerde Tip 1 ve Tip 2 için mekanın %100'ünde sağlanmaktadır. Yeterli günışığı sağlanması için diğer bir kriter olan minimum 100lx aydınlık düzeyi doğu yöne bakan dersliklerden sadece %25 PA/TA oranına sahip Tip 2'de mekanın %100'ünde karşılanabilmektedir (Çizelge 4.12)

Temmuz ayı öğleden sonraki saatlerde batı yöne bakan 1KD3, 1KD4 ve 1KD5 dersliklerinde pencereye yakın alanlarda görülen yüksek aydınlık düzeyi değerleri gölgeleme elemanı ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Hedef aydınlık düzeyi ve

minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.26 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.25 : Senaryo 2 için 15 Temmuz 15.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

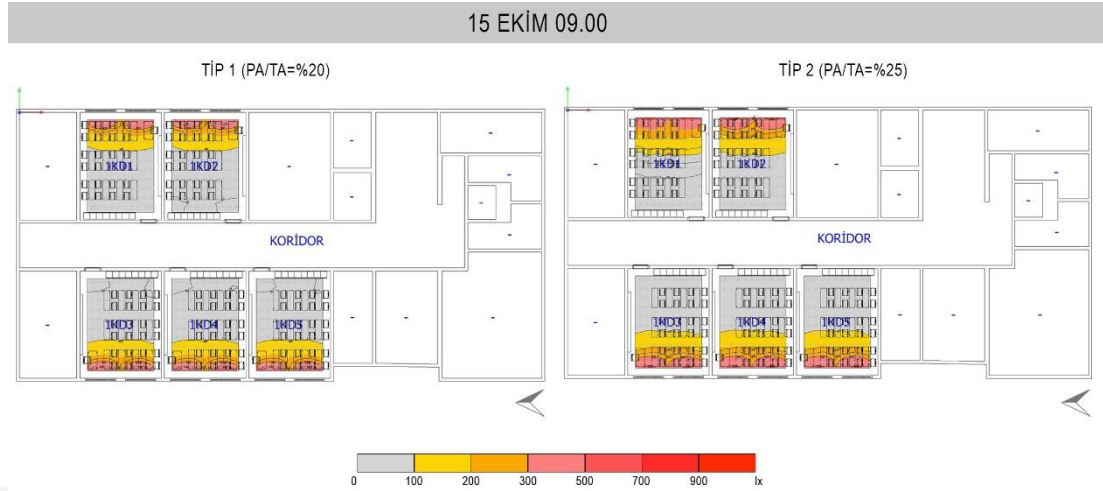
Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%30	15 TEMMUZ 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%71	%100	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%30	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%70	%100	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%59	%82	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%61	%86	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%60	%90	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	

Hesaplama sonuçlarına göre; batı yöne bakan 3 sınıf için yeterli günışığı sağlanması kriteri karşılanabiliyor iken doğu yönüne bakan 2 sınıf yeterli günışığı sağlanması konusunda başarısızdır.

- **15 Ekim 09.00**

Sonbahar ayları sabah saatlerini temsilen saat 09.00 için gerçekleştirilen simülasyonlara ait hesaplama sonuçları Şekil 4.27’de verilmiştir. 1. Katta bulunan 5 sınıf için de 100lx aydınlık düzeyi değeri mekanın yarısından azında varlık

gösterebilmiştir. Mekanın %50'sinde beklenen hedef 300lx'ün her iki yöndeki sınıflar için karşılanma oranı %10'un altındadır (Çizelge 4.26).



Şekil 4.27 : Senaryo 2 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyine ve 100lx minimum aydınlık düzeyine standartta verilen oranlarda erişilemediği gözlemlenmiştir. Sonuçlar kuzey yöne bakan ve güney yöne bakan sınıflar için benzerdir.

Çizelge 4.26 : Senaryo 2 için 15 Ekim 09.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

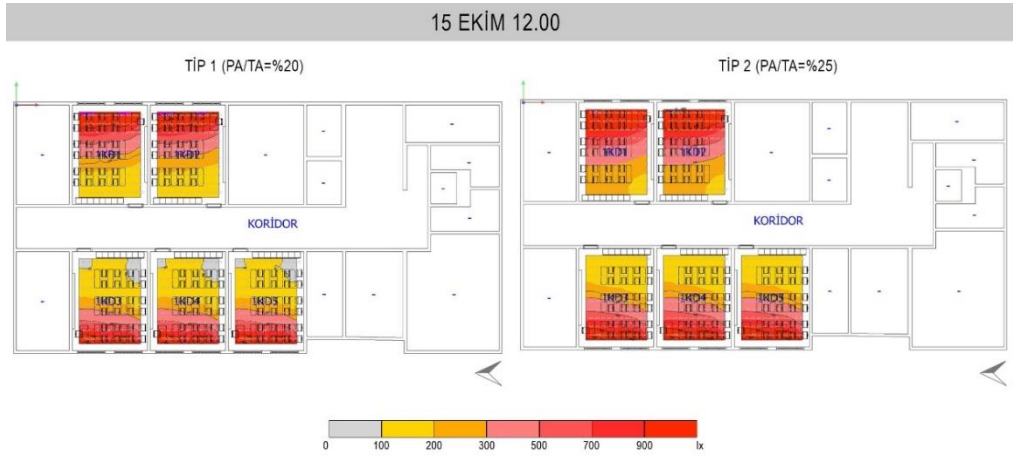
Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	15 EKİM 09.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%8	%9	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%30	%40	

- 15 Ekim 12.00

Öğlen saatlerini temsilen gerçekleştirilen simülasyonlarda hedef aydınlık düzeyi olan 300lx değeri doğu cepheye bakan dersliklerde Tip 1 ve Tip 2 için mekanın %50'sinde sağlanmaktadır (Şekil 4.28). Yeterli günışığı sağlanması için diğer bir kriter olan minimum 100lx aydınlık düzeyi iki yöndeki derslikler için de sağlandığı kabul edilmiştir (Çizelge 4.27).

Hedef aydınlık düzeyi ve minimum aydınlık düzeyinin her ikisinin birden standart uyarınca karşılandığı durumlar sarı renk ile işaretlenerek tablo üzerinde gösterilmiştir.

Hesaplama sonuçlarına göre; doğu yönüne bakan 2 sınıf için yeterli günışığı sağlanması kriteri karşılanabiliyor iken batı yönüne bakan 2 sınıf yeterli günışığı sağlanması konusunda başarısızdır.



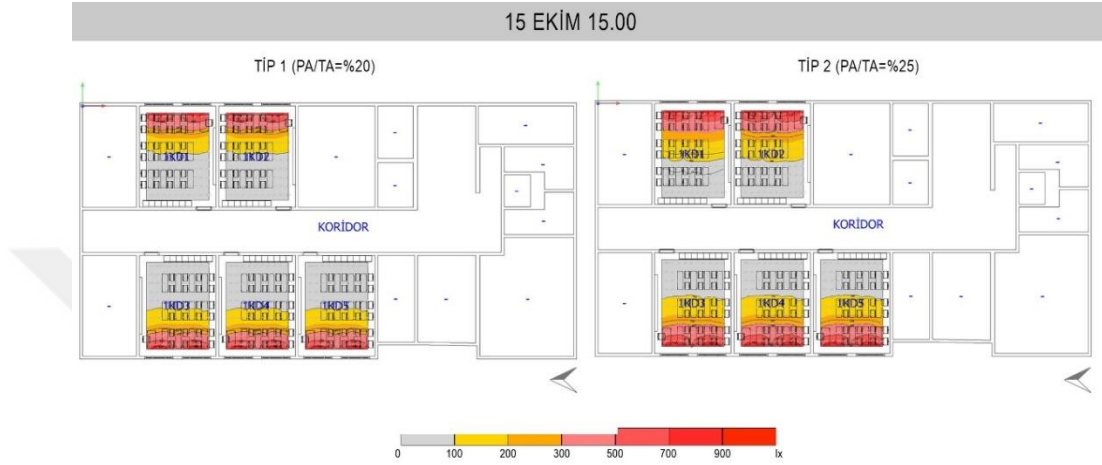
Şekil 4.28 Senaryo 2 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.27 : Senaryo 2 için 15 Ekim 12.00 aydınlık düzeyi karşılanma oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı		Temsili Tarih
		TIP 1 PA/TA %20	TIP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%50	%63	15 EKİM 12.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%50	%62	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%100	%100	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%38	%46	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%93	%100	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%38	%46	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%94	%100	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%38	%46	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%94	%100	

- **15 Ekim 15.00**

Öğleden sonraki kullanım saatlerini temsilen saat 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonların hesaplama sonuçları Şekil 4.29’da verilmiştir. Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyine mekanın ‘50’sinde ve 100lx minimum aydınlık düzeyine mekanın %95’inde erişilemediği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.28).



Şekil 4.29 : Senaryo 2 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi dağılımı.

Çizelge 4.28 : Senaryo 2 için 15 Ekim 15.00 aydınlık düzeyi karşılama oranları.

Derslik	Aydınlık Düzeyi	Karşılama Oranı		Temsili Tarih
		TİP 1 PA/TA %20	TİP 2 PA/TA %25	
1KD1 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	15 EKİM 15.00
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	
1KD2 (DOĞU)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%26	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%60	
1KD3 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	
1KD4 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	
1KD5 (BATI)	Hedef Aydınlık Düzeyi ≥ 300	%20	%25	
	Minimum Aydınlık Düzeyi ≥ 100	%49	%59	

1. Katta bulunan sınıflardan Mekanın %50’sinde beklenen hedef 300lx’ün her iki yöndeki sınıflar için karşılama oranı Tip 1 için %20 ve Tip 2 için %25’tir. Sonuçlar doğu yönüne bakan ve güney yönüne bakan sınıflar için benzerdir.

Senaryo 2 için gerçekleştirilen simülasyonun sonuçlarına bakıldığında, standardın belirlediği pencere ile aydınlatılan mekanlarda, mekanın %50’sinde hedef aydınlık

düzeyi 300lx ve mekanın %95'inde minimum aydınlık düzeyi 100lx değerleri 15 Nisan 09.00, 15 Nisan 12.00, 15 Nisan 15.00, 15 Temmuz 09.00, 15 Temmuz 12.00, 15 Temmuz 15.00 ve 15 Ekim 12.00 tarihlerinde sağlanmıştır (Çizelge 4.29). %20 PA/TA oranına sahip Tip 1 ile %25 PA/TA oranına sahip Tip 2 arasında standardın sağlanması oranında bir farklılık gözlemlenmemiştir. Tip 2 için yeterli günışığı sağlanan tarihlerde Tip 1 için de yeterli günışığı sağlanmıştır.

Çizelge 4.29 : Senaryo 2 için yeterli günışığı sağlanması durumu.

Derslik	Saydamlık Oranı	300 lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %50'sinde sağlandığı saatler	100 lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %95'inde sağlandığı saatler	TS EN 17037:2022 Standardına göre değerlendirme sonucu
1KD1 (DOĞU)	Tip 1 (PA/TA %20)	1820	1820	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1820	2953	Yetersiz
1KD2 (DOĞU)	Tip 1 (PA/TA %20)	1820	1820	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1820	2953	Yetersiz
1KD3 (BATI)	Tip 1 (PA/TA %20)	1133	1133	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1133	2418	Yetersiz
1KD4 (BATI)	Tip 1 (PA/TA %20)	1133	1133	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1133	2418	Yetersiz
1KD5 (BATI)	Tip 1 (PA/TA %20)	1133	1133	Yetersiz
	Tip 2 (PA/TA %25)	1133	2418	Yetersiz

Senaryo 2 için sonuçlar değerlendirildiğinde 100lx değerinin mekanın %95'inde yıllık gün ışığı saatlerinin en az %50'sinde sağlanma durumunun 1KD1 ve 1KD2 derslikleri için karşılandığı görülmektedir. Ancak mekanın en az %50'sinde sağlanması gereken 300lx değerinin yıllık günışığı saatlerinin %50'sinden az sağlanması sebebi ile standardın önerdiği kriterlere göre yetersiz bir günışığı aydınlık düzeyi meydana gelmektedir. 1KD3, 1KD4 ve 1KD5 derslikleri her iki saydamlık oranına sahip derslik için de mekanın %50'sinde ve yıllık günışığı saatlerinin %50'sinde hedef 300lx ve

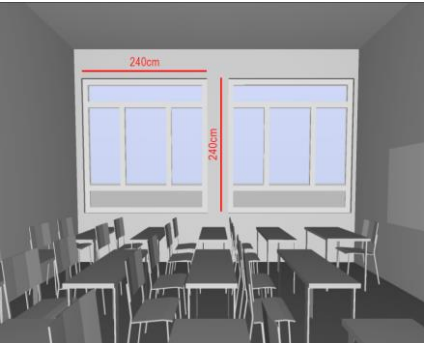
mekanın %95'inde ve yıllık günışığı saatlerinin en az %50'sinde minimum 100lx aydınlık düzeyi sağlanma kriterinin karşılanmadığı görülmektedir.

TS EN 17037 Binalarda Günışığı standardı yeterli günışığı sağlanması konusunda standardın kriterleri açısından doğu-batı yönlenme, kuzey-güney yönlenmeden daha avantajlı olduğu görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde Pencere Alanı/Taban Alanı %25 olan Tip 2 ve doğu-batı yönlenmeye sahip Senaryo 2 için sonuçların standartta belirtilen yıllık günışığı saatlerinin %50'sine oldukça yakın sürelerde sağlandığı görülmektedir. Alınan sonuçlar doğrultusunda Pencere Alanı/Taban Alanı %30 olan 3. Tip geliştirilmesi ve yapının doğu-batı yönlenme (Senaryo 2) ile standardın günışığı aydınlığı sağlanmasına yönelik kriterinin yerine getirilebileceği öngörülmüştür.

4.3.2.1 Öneri Tip 3'e ilişkin bilgiler ve hesaplama sonuçları

Doğu- batı yönlenmede yapının simülasyonlar sonucu yeterli aydınlık düzeyi sağlamada yetersiz olsa da kuzey-güney doğrultudan daha başarılı sonuç verdiği göz önüne alınarak, Senaryo 2 için Pencere Alanı/Taban alanı oranı %30 olan Tip 3 için temsili gün ve saatlerde simülasyonları yapılmıştır. Tip 3 derslik yapısına ilişkin bilgiler Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30 Tip 3'e ilişkin bilgiler.

TİP SINIF GÖRSELİ	TİP 3 ÖZELLİKLER	
	Derslik Boyutları:	5,40m x 7,10m
	Derslik Alanı:	38,34m ²
	Hacim Yüksekliği:	3,80m
	Pencere Boyutları:	2,40m x 2,40m
	Pencere Adedi:	2
	Cam Işık Geçirme Katsayısı:	%60
	Pencere Alanı/Taban Alanı:	%30
	Pencere Alanı/Duvar Alanı	%56

Doğu-batı yönlenme ile, temsili tarihler olan 15 Ekim, 15 Ocak, 15 Nisan ve 15 Temmuz için simülasyonlar Senaryo 2'deki gök koşulları ve temsili saatler temel alınarak gerçekleştirilmiştir. TS EN 17037 Standardı uyarınca hedef aydınlık düzeyi olan 300lx ve minimum aydınlık düzeyii olan 100lx'ün mekandaki referans düzlemi

üzerinde sağlandığı alan yüzde olarak ifade edilmiştir. 15 Ekim, 15 Ocak, 15 Nisan ve 15 Temmuz tarihleri için gerçekleştirilen simülasyonların sonucu ise Çizelge 4.31’de gösterilmektedir.

Simülasyon gerçekleştirilen öneri Pencere alanı/Taban alanı %30 olan Tip 3 sonucunda doğu yönde cephesi bulunan 1KD1 ve 1KD2 dersliklerinde günışığı saatlerinin en az %50’sinde mekanın %50’sinde hedef 300lx ve mekanın %95’inde minimum 100lx aydınlık düzeyinin sağlandığı görülmektedir. TS EN 17037 standardının mekanlarda günışığı sağlanması kriteri açısından doğu yöndeki cephelerin yeterli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.32)

Çizelge 4.32 Senaryo 2 için yeterli günışığı sağlanması durumu.

Derslik	Saydamlık Oranı	300 lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %50'sinde sağlandığı saatler	100 lx hedef aydınlık düzeyinin mekanın %95'inde sağlandığı saatler	TS EN 17037:2022 Standardına göre değerlendirme sonucu
1KD1 (DOĞU)	Tip 1 (PA/TA %30)	2355	2953	Yeterli
1KD2 (DOĞU)	Tip 1 (PA/TA %30)	2355	2953	Yeterli
1KD3 (BATI)	Tip 1 (PA/TA %30)	1682	2418	Yetersiz
1KD4 (BATI)	Tip 1 (PA/TA %30)	1682	2418	Yetersiz
1KD5 (BATI)	Tip 1 (PA/TA %30)	1682	2418	Yetersiz

Öneri doğrultusunda doğu batı yönlenmeye sahip bir eğitim binasında birincil öncelikli eğitim mekanı olan dersliklerin doğu cephede yer alması ve dersliklerdeki Pencere Alanı/Taban alanının %30 olması yeterli günışığı sağlanması konusunda iyi bir örnek sunmaktadır. İdari mekanlar, öğretmenler odası, fen bilimleri derslikleri, müzik derslikleri gibi gün içerisinde yoğun olarak kullanılmayan mekanların ise batı ve diğer yönlerde yerleştirilmesinin uygun olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4.31 15 Ekim, 15 Ocak, 15 Nisan ve 15 Temmuz için gerçekleştirilen simülasyon sonuçları.

	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı SENARYO 3 Pencere Alanı/Taban Alanı %30	Temsili Tarih	Derslik	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı SENARYO 3 Pencere Alanı/Taban Alanı %30	Temsili Tarih	Derslik	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı SENARYO 3 Pencere Alanı/Taban Alanı %30	Temsili Tarih
1KD1	H $\geq$ 300	%20	15 EKİM 09.00	1KD1	$\geq$ 300	%80	15 EKİM 12.00	1KD1	$\geq$ 300	%30	15 EKİM 15.00
	$\geq$ 100	%50			$\geq$ 100	%100			$\geq$ 100	%70	
1KD2	$\geq$ 300	%20		1KD2	$\geq$ 300	%80		1KD2	$\geq$ 300	%30	
	$\geq$ 100	%50			$\geq$ 100	%100			$\geq$ 100	%70	
1KD3	$\geq$ 300	%20		1KD3	$\geq$ 300	%56		1KD3	$\geq$ 300	%30	
	$\geq$ 100	%50			$\geq$ 100	%100			$\geq$ 100	%70	
1KD4	$\geq$ 300	%20		1KD4	$\geq$ 300	%56		1KD4	$\geq$ 300	%30	
	$\geq$ 100	%50			$\geq$ 100	%100			$\geq$ 100	%70	
1KD5	$\geq$ 300	%20		1KD5	$\geq$ 300	%56		1KD5	$\geq$ 300	%30	
	$\geq$ 100	%50			$\geq$ 100	%100			$\geq$ 100	%70	
1KD1	$\geq$ 300	%0	15 OCAK 09.00	1KD1	$\geq$ 300	%25	15 OCAK 12.00	1KD1	$\geq$ 300	%20	15 OCAK 15.00
	$\geq$ 100	%10			$\geq$ 100	%60			$\geq$ 100	%60	
1KD2	$\geq$ 300	%0		1KD2	$\geq$ 300	%25		1KD2	$\geq$ 300	%20	
	$\geq$ 100	%10			$\geq$ 100	%60			$\geq$ 100	%60	
1KD3	$\geq$ 300	%0		1KD3	$\geq$ 300	%25		1KD3	$\geq$ 300	%20	
	$\geq$ 100	%10			$\geq$ 100	%60			$\geq$ 100	%60	
1KD4	$\geq$ 300	%0		1KD4	$\geq$ 300	%25		1KD4	$\geq$ 300	%20	
	$\geq$ 100	%10			$\geq$ 100	%60			$\geq$ 100	%60	
1KD5	$\geq$ 300	%0		1KD5	$\geq$ 300	%25		1KD5	$\geq$ 300	%20	
	$\geq$ 100	%10			$\geq$ 100	%60			$\geq$ 100	%60	

Çizelge 4.31 (devam): 15 Ekim, 15 Ocak, 15 Nisan ve 15 Temmuz için gerçekleştirilen simülasyon sonuçları.

Derslik	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı	Temsili Tarih	Derslik	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı	Temsili Tarih	Derslik	Hedeflenen Aydınlık Düzeyi	Karşılanma Oranı	Temsili Tarih
		SENARYO 3 Pencere Alanı/Taban Alanı %30				SENARYO 3 Pencere Alanı/Taban Alanı %30				SENARYO 3 Pencere Alanı/Taban Alanı %30	
1KD1	≥300	%100	15 NİSAN 09.00	1KD1	≥300	%94	15 NİSAN 12.00	1KD1	≥300	%50	15 NİSAN 15.00
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	
1KD2	≥300	%100		1KD2	≥300	%94		1KD2	≥300	%50	
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	
1KD3	≥300	%30		1KD3	≥300	%50		1KD3	≥300	%100	
	≥100	%70			≥100	100			≥100	%100	
1KD4	≥300	%30		1KD4	≥300	%50		1KD4	≥300	%100	
	≥100	%70			≥100	%100			≥100	%100	
1KD5	≥300	%30		1KD5	≥300	%50		1KD5	≥300	%100	
	≥100	%70			≥100	%100			≥100	%100	
1KD1	≥300	%100	15 TEMMUZ 09.00	1KD1	≥300	%70	15 TEMMUZ 12.00	1KD1	≥300	%40	15 TEMMUZ 15.00
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	
1KD2	≥300	%100		1KD2	≥300	%70		1KD2	≥300	%40	
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	
1KD3	≥300	%40		1KD3	≥300	%40		1KD3	≥300	%100	
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	
1KD4	≥300	%40		1KD4	≥300	%40		1KD4	≥300	%100	
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	
1KD5	≥300	%40		1KD5	≥300	%40		1KD5	≥300	%100	
	≥100	%100			≥100	%100			≥100	%100	

5. SONUÇ

Eğitim yapılarında doğal aydınlatmadan yararlanmanın çevresel ve ekonomik öneminin olmasının yanında, günışığı ile aydınlatılan ortamlarda öğrenme ve bilişsel kapasitenin artması yönünde de ciddi rolü vardır. Ayrıca günışığı öğrencilerin motivasyonunun artmasını sağlamakta ve öğrenme eyleminin daha verimli gerçekleşmesine olanak tanımaktadır. Geleceğin inşa edildiği bu ortamların akıllıca tasarlanması, günümüz koşullarına ve eğitim anlayışına uyarlanması, yapının fiziki koşullarının öğrencilerin fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarını karşılaması amaçlanmalıdır.

Günışığı dinamik bir kaynak olması açısından yararlanması ve kontrol altında tutulması karmaşık bir konudur. İklim koşulları ve arazi özelliklerinin yere özgü olması; bina tasarımında her projenin kendi özelinde ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Belirli bir standart çerçevesinde sunulan ve proje tasarım maliyetlerini ve süresini kısaltmaya yardımcı olan tip proje kavramı yere özgü değişen ihtiyaçları karşılamakta oldukça yetersiz kalmaktadır. Bu tez çalışmasında tip projelerin ve Asgari Tasarım Standartları kılavuzunun verdiği bilgiler doğrultusunda yönlenme, saydamlık oranı gibi farklı değişkenlerle TS EN 17037 Binalarda Günışığı standardının yeterli günışığı sağlanması kriteri açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

İstanbul ili için tüm yılı temsilen Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarının 15'inde ve günışığı saatlerini temsilen 09.00, 12.00 ve 15.00 için gerçekleştirilen simülasyonlar ve buna bağlı olarak ortaya konan hesaplama sonuçları TS EN 17037 standardının yeterli günışığı sağlanması yönündeki önerileri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler Senaryo 1 olarak tanımlanan kuzey-güney yönlenme ve Senaryo 2 olarak tanımlanan doğu-batı yönlenme ile %20 pencere alanı/tabán alanı oranına sahip Tip 1 ve %25 pencere alanı/tabán alanı oranına sahip Tip 2 derslikler için gerçekleştirilmiştir. Tip 1 (%20) ve Tip 2 (%25) PA/TA oranlarının yeterli günışığı sağlamada başarısız sonuç vermesi nedeniyle, Tip 3 (%30) PA/TA oranına sahip derslikler öneri olarak değerlendirilmiştir.

Sonuçlara ilişkin mevsimsel değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

- Kış aylarını temsilen Ocak ayı için gerçekleştirilen simülasyonlarda 300lx hedef aydınlık düzeyinin Senaryo 1 ve Senaryo 2 için karşılanmadığı görülmektedir. CIE Kapalı Gök Koşulu altında yapılan Ocak ayı simülasyonlarında tüm yönlerde bulunan derslikler için yeterli aydınlık düzeyi sağlanamamaktadır.
- İlkbahar aylarını temsilen Nisan ayı için gerçekleştirilen simülasyonlarda Senaryo 2'nin yeterli günışığı sağlanması konusunda Senaryo 1 'den daha avantajlı olduğu görülmektedir. Senaryo 2 için doğu cephede günışığı saatlerinin tamamında yeterli günışığı sağlanıyorken, Senaryo 1 için sabah saatlerinde yeterli günışığı sağlanamamaktadır.
- Yaz aylarını temsilen Temmuz ayı için gerçekleştirilen simülasyonlarda Senaryo 2'nin yeterli günışığı sağlanması konusunda Senaryo 1 'den daha avantajlı olduğu görülmektedir. Senaryo 2 için doğu cephede günışığı saatlerinin tamamında yeterli günışığı sağlanıyorken, Senaryo 1 için sabah saatlerinde yeterli günışığı sağlanamamaktadır.
- Sonbahar aylarını temsilen Ekim ayı için gerçekleştirilen simülasyonlarda Senaryo 1 ve Senaryo 2'de aynı oranda yeterli günışığı sağlanmaktadır. 2 yönlenme için de standart sadece öğle saatlerinde karşılanmaktadır.

Senaryo 1 için Tip 1 (%20) ve Tip 2 (%25) PA/TA oranına sahip dersliklerin yeterli günışığı sağlamada belirgin bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Her iki Pencere alanı/Taban alanı oranında da standardın yeterli gün ışığı sağlanması kriteri karşılanamamıştır. Senaryo 2 için ise %25 PA/TA oranına sahip Tip 2'nin yıllık günışığı saatlerinin %50'sine çok yakın sürelerde hedef ve minimum aydınlık düzeyi değerlerinin sağlandığı görülmektedir.

Öneri olarak geliştirilen %30 Pencere Alanı/Taban alanı oranına sahip dersliklerden doğuya bakan derslikler yıllık günışığı saatlerinin %50'sinde, mekanın %50'sinde gerçekleşmesi beklenen 300lx hedef aydınlık düzeyi ve mekanın %95'inde gerçekleşmesi beklenen 100lx aydınlık düzeyini sağlamıştır. Bu açıdan değerlendirildiğinde Ilımlı İklim Bölgesi için optimum yönlenmenin doğu-batı olduğu ve doğuya bakan cephede ana dersliklerin yer alması, dersliklere ait Pencere Alanı/Taban Alanının ise minimum %30 dolaylarında olması önerilmektedir. Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu'da aydınlatma ile ilgili bölümün TS EN 1703 Binalarda

Gün ışığı Standardı çerçevesinde kapsamı genişletilerek, eğitim yapılarında sağlık ve görsel konfor açısından önemli olan diğer kriterler; dış görüş, kamaşmanın önlenmesi ve yeterli güneş ışığı maruziyeti dahil edilmelidir.

Değerlendirme sonuçları ayrıca klasik eğitim sistemi sıra düzeninde Senaryo 2 için ilkbahar ve yaz döneminde doğu cepheye bakan dersliklerde pencereye yakın konumlanmış sıralarda ileri seviyede görsel ve termal konforsuzluk ortaya çıktığını göstermektedir. Bu durumun benzeri Senaryo 1 için güneye bakan cephelerde ilkbahar ve yaz aylarında öğlen ve öğleden sonraki saatlerde, sonbahar aylarında ise öğlen saatlerinde yaşanmaktadır. Yüksek ve düzgün olmayan aydınlık düzeyinin yarattığı görsel konforsuzluk öğrenciler üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Kamaşmanın kontrolü ve gölgeleme elemanlarının tasarımı konusu bu noktada tasarım parametresi olarak ele alınmalıdır. Esnek mekan organizasyonuna sahip yeni nesil öğrenme ortamlarında kontrolü sağlamak daha olanaklıdır. Sıra düzeninin değişmesi, gerektiğinde mekanlarının işlevlerinin değişebilmesi, sıcak mevsimlerde doğrudan gün ışığına maruz kalan pencere kenarlarından uzaklaşılabilmesi esnekliği, dinamik yapıya sahip günışığının kontrolü ve etkin kullanımı açısından avantajdır.

Klasik eğitim binasında, bina içerisinde zıt yönlerde dersliklerin konumlanması yeterli günışığı sağlanması konusunda dersliklerin bir kısmını avantajlı konumda yer alırken zıt yöndeki derslikler dezavantajlı konumdadır. Dersliklerin zıt yönlerde yerleştirilmesinin yerine, yeterli günışığı sağlanması açısından dezavantajlı cephelerde derslikler kadar sık kullanılmayan diğer eğitim birimleri, laboratuvar ve idari birimlerin yerleştirilmesi günışığının etkin kullanımı açısından yararlı görünmektedir. Yeterli günışığı sağlanması açısından dezavantajlı yönlerin tüm iklim tipleri için belirlenmesi ve derslik tasarımlarının hem çağdaş eğitim sistemine göre esnek ve bütüncül, hem de pencere alanı/tabán alanı gibi fiziki tasarım parametrelerinin EN 17037 Binalarda Günışığı standardı kriterlerini sağlayacak şekilde düzenlenmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

Aral, N., Kandır, A., Yaşar, M.C. (2002). Okul öncesi eğitim ve okul öncesi eğitim programı (2.Baskı). İstanbul: Ya-Pa Yayın Pazarlama

Aras, G. (2008, 12 Mart) ‘Milli Eğitim Bakanlığının Tip Tip Okul Projeleri’
<https://v3.arkitera.com/h25978-milli-egitim-bakanliginin-tip-tip-okul-projeleri.html>

Azadeh M., Gaterell M., Nicol F. (2015) A comprehensive review of environmental design in UK schools: History, conflicts and solutions. Renewable and Sustainable Energy Reviews 46, 249-264.

Baker N., Steemers K. (2002) Daylight Design of Buildings : A Handbook for Architects and Engineers, Taylor & Francis Group, ProQuest Ebook Central

Balamir A. (2004) ‘Örnek’ İlköğretim Okulu Projeleri üzerinden, Forum.Mimarlık Dergisi Mayıs, Haziran 317. Sayı

Barnitt, H. (2003). Lighting for the Future. Building Services Journal: The magazine for the CIBSE, 25(1), 38 - 39.

Butler, L. A., Gotts, E. E. ve Quisenberry, N. L. (1975). Early Childhood Programs: Developmental Objectives and Their Use Charles E. Merili. Publishing Company, Columbus.

Cankurtaran, D. (2019). Yeni Nesil Öğrenme Mekanları İçin Kavramsal Bir Değerlendirme (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Chiang, C., & Lai, C. (2008). Acoustical Environment Evaluation of Joint Classrooms for Elementary Schools in Taiwan. Building and Environment, 43, 1619-1632.

- Cooke, N., Robbins, P., Grove, M., Quigley S., Binner, J., Green, J.,** (2016). Remolding The Uk Stem Graduate For 2020: The Collaborative Teaching Laboratory. 44th SEFI Conference, 12-15 September, Tampere, Finland.
- Çerçi, S., Hoete, A.** (2013) Binalarda Günışığı Etkisinin Değerlendirilmesi ve Londra'dan Bir Örnek, Mimarlık Dergisi, Ocak-Şubat 369. Sayı
- Coombs, P. H.** (1989) "Formal and Nonformal Education: Future Strategies" in Lifelong Education for Adults: An International Handbook, Edited by C. Titmus, pp.57-9, Pergamon Press: Oxford, New York, Beijing, Frankfurt, Sao Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto.
- Dovey, K.** (2013). Assembling Architecture. In Frichot H., Loo Stephen (eds), Deleuze and Architecture (pp.131-148), Edinburgh University Press.
- Duman, A.** (2003). Bazı Eğitim Bilimi Kavramlarına İlişkin Genel Bir Değerlendirme. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. (10), 7-8.
- Earthman, G. I.** (2002). School Facility Conditions and Student Academic Achievement, UCLA Institute for Democracy, Education, Los Angeles.
- Edwards, L. ve Torcellini P.** (2002). A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants (Tech. Rep. No. NREL/TP-550-30769), National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO.
- Ekmekcioglu, D., & Keskin, S. S.** (2007). Characterization of Indoor Air Particulate Matter in Selected Elementary Schools in Istanbul, Turkey. Indoor and Built Environment, 16(2), 169–176.
Erişim:https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/EAG2021_Annex3_ChapterD.pdf
- Gedizlioğlu, M., L.** (2003). "Örnek İlköğretim Okulu Projeleri: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Öncülüğünde Üniversitelerle İş birliği İçerisinde Gerçekleştirilen Örnek Projeler (1998-2000)", Mimarlık Dergisi, 314:53-65.

- Gensler**, (2020). How Education Can Build an Optimistic, Equitable Future? Erişim: <https://www.gensler.com/blog/how-education-can-build-an-optimistic-equitable-future>
- Göksoy, B.** (2021) Eğitim Yapılarında Pedagojik Ve Mekânsal Konfigürasyonu Anlamaya Yönelik Model Önerisi, (Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Gordon, W., Oliva, P.** (2013) Developing the Curriculum, Pearson Publishing, The Allyn & Bacon Educational Leadership Series, (page 251).
- Hathaway, W. E.** (1995). Effects of School Lighting on Physical Development and School Performance. The Journal of Educational Research, 88(4), 228–242.
- Haverinen-Shaughnessy, U., Moschandreass D.J., Shaughnessy R.J.** (2011) Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievement. Indoor Air. 21(2):121–31
- Haverinen-Shaughnessy, U., Shaughnessy, R.J. , Cole, E.C., Toyinbo, O., Moschandreass D.J.,** (2015) An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance Build. Environ., 93, pp. 35-40
- Heschong Mahone Group**, (1999). Day Lighting in Schools, Author, Fair Oaks, CA. <https://www.meb.gov.tr/bakan-selcuk-yeni-ilkokul-ve-ortaokul-tasarimini-anlatti/haber/20364/tr>
- Hutter, H. P., Haluza, D., Piegler, K., Hohenblum, P., Fröhlich, M., Scharf, S., Uhl, M., Damberger, B., Tappler, P., Kundi, M., Wallner, P., & Moshhammer, H.** (2013). Semivolatile compounds in schools and their influence on cognitive performance of children. International journal of occupational medicine and environmental health, 26(4), 628–635
- J.H. Mills** (1975) Noise and children: a review of literature Journal of the Acoustical Society of America, 58 (4), pp. 767-791
- Jolley, C.S.** (2010). Waldorf Architecture: A Pedagogy's Relation to Design. (Yüksek lisans tezi), University of Cincinnati, School of Architecture and Interior Design, Ohio.

- Karaman, K.** (2010) Küreselleşme ve Eğitim, Zeitschrift für die Welt der Türken, Vol 2., No.3
- Karaman, K.** (2010) Küreselleşme ve Eğitim, Zeitschrift für die Welt der Türken, Vol. 2, No. 3, pp 131-144
- Klatte, M., Mei, M., Lachmann, T.** (2010). Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Speech Perception and Understanding*. Volume:12, Issue:49, Page:270-282
- Klatte, M., Meis, M., Sukowski, H., Schick, A.** (2007) Effects of irrelevant speech and traffic noise on speech perception and cognitive performance in elementary school children. *Noise Health*. Jul-Sep;9(36):64-7
- Köse, Ç., Barkul Ö.** (2012). İlköğretim Yapılarında Tıp Proje Uygulama Sorunları Üzerine Bir İnceleme. *Megaron*, 7(2).
- Küçükdoğu, M. Ş. & diğer.** (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Proje No: İNTAG 201, TÜBİTAK İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu, Araştırma Projesi Raporu.
- Kwabena R., Baafi A.** (2020), School Physical Environment and Student Academic Performance, *Advances in Physical Education*, Vol. 10, pages 121-137
- Lang, D. C.** (2002). Teacher interactions within the physical environment: How teachers alter their space and/or routines because of classroom character. Seattle: University of Washington.
- Lopato C., Wallace N.V., Finn V. K.,** (2009) Comparison of Academic Achievement Between Montessori and Traditional Education Programs, *Journal of Research in Childhood Education*, 20:1, 5-13,
- MEB** (2015). *Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu*. Erişim: http://iedb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_08/17032245_2015asgaritasarimklavuzu.pdf
- MEB** (2019). 2019-2023 Stratejik Planı. Erişim: https://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/31105532_Milli_EYitim_BakanliYYY_2019-2023_Stratejik_PlanY__31.12.pdf

- MEB** (2021) Milli Eğitim İstatistikleri 2020/'21 Örgün Eğitim. Erişim: https://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2021_09/10141326_meb_istatistikleri_orgun_egitim_2020_2021.pdf
- Nasin G. D.** (2019). Alternatif Eğitim Yaklaşımlarının Yeni Nesil Öğrenme Ortamlarına Yansıması: Reggio Emilia Okulları Örneği, (Yüksek lisans tezi), Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- OECD, (2021). Education at Glance 2021, OECD Publishing, Paris**
- Ömeroğlu, E.** (1988). Yapıcı ve Yaratıcı Nesiller Yetiştirme. Eğitim ve Bilim, 12(67).
- Ott, J.,** (1973). Health and Light, Simon and Schuster, New York.
- Pickering, J. S.** (1992). Successful applications of Montessori methods with children at risk for learning disabilities. Annals of Dyslexia, 42, 90-109.
- Ryniker, D. H., &**
- Pulimeno, M., Piscitelli, P., Colazzo, S., Colao, A., & Miani, A.** (2020). Indoor air quality at school and students' performance: Recommendations of the UNESCO Chair on Health Education and Sustainable Development & the Italian Society of Environmental Medicine (SIMA). Health promotion perspectives, 10(3), 169–174.
- Research New Zealand,** (2010). New Zealand new school post occupancy evaluation: Key learnings report. Wellington.
- Ricciardi, P., Buratti, C.** (2018) Environmental quality of university classrooms: Subjective and objective evaluation of the thermal, acoustic, and lighting comfort conditions, Building and Environment, Volume 127, Pages 23-36,
- Sanoff H.** (1995) Creating Environments for Young Children, North Carolina State University: CreateSpace Independent Publishing Platform
- Settimo, G., Indinnimeo L, Inglessis M, De Felice M, Morlino R, di Coste A, Fratianni A, Avino P.** (2020) Indoor Air Quality Levels in Schools: Role of Student Activities and No Activities. International Journal of Environmental Research and Public Health. Volume:17(18):6695.
- Tanner C.K.** (2009) "Effects of school design on student outcomes", Journal of Educational Administration, Vol. 47 Issue: 3, pp.381-399
- TS EN 12464.** (2021). Işık ve Aydınlatma: Çalışma yerlerinin aydınlatılması- Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları, TSE, 1. Baskı, Ankara

TS EN 17037+A1. (2022). Binalarda Günişığı, TSE, 1. Baskı, Ankara

Uludağ Z., Odacı H. (2002). Eğitim Öğretim Faliyetlerinde Fiziksel Mekan, Milli Eğitim Dergisi, Sayı 153-154, Meb Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Teknikokullar, Ankara

Uludağ, Z. ve Odacı, H., (2002). Eğitim Öğretim Faaliyetlerinde Fiziksel Mekan, Milli Eğitim Dergisi, Kış-Bahar Sayı, 153-154.

Wargocki P., Wyon D.P. (2007) The effects of moderately raised classroom temperature and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children, HVAC&R Res, pp. 193-220

Wirz-Justice A., Skene DJ, Münch M (2020) The relevance of daylight for humans. Biochem Pharmacol, Sayı 28

Url-1 <<https://www.meb.gov.tr/bakan-selcuk-yeni-ilkokul-ve-ortaokul-tasarimini-anlatti/haber/20364/tr>> erişim tarihi 07.12.2021.

Url-2 <<https://www.meb.gov.tr/milli-egitim-bakanliginin-kisa-tarihcesi/duyuru/8852>> erişim tarihi 19.01.2022.

Url-3 < <https://yegitek.meb.gov.tr/www/gecmisten-gunumuze-yegitek/icerik/3312>> erişim tarihi 14.01.2022.

Url-4 < <https://research.ng-london.org.uk/scientific/spd/?page=info>> erişim tarihi 2020.

Url-5 < <https://tipproje.meb.gov.tr/>> erişim tarihi 2020.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Pınar Bircan

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2013-2016 yılları arasında Archled Aydınlatma'da aydınlatma proje sorumlusu olarak çalıştı.
- 2017-2020 yılları arasında Lighting Building şirketinde mimar ve aydınlatma tasarımcısı ve mimar olarak çalıştı.
- 2022 yılından itibaren Tepta Aydınlatma A.Ş'de proje departmanında aydınlatma tasarımcısı olarak çalışmaya devam etmektedir.

YAYINLAR:

- Bircan P., Köknel Yener A., 'İlköğretim Dersliklerinde Günlüğü Performansının TS EN 17037 Standardı Açısından Değerlendirilmesine İlişkin Bir Çalışma' 12. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 18-19 Eylül, 2019, İstanbul.