

DERSLİKLERDE GÜNIŞIĞI PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ: BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Yusuf Yıldız¹

Konu Başlık No: 1. Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri

TÜRKÇE ÖZET

Dersliklerde konfor ve diğer fiziki koşulların öğrencilerin öğrenme performanslarını etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle dersliklerde görsel konforun sağlanması ve incelenmesi daha önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi dersliklerindeki gün ışığı aydınlatma performansının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Seçilen dersliklerde farklı günlerde ve saatlerde aydınlatma düzeyi ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar standartlarda öngörülen değerlerle karşılaştırılarak mevcut durum ile ilgili tespitler yapılmıştır. Elde edilen bulgularda görülmüştür ki, dersliklerin her yerinde istenilen gün ışığı düzeyine ulaşamamakta ve homojen bir aydınlık sağlanamamaktadır. Ortalama aydınlık düzeyleri ise standartlarda istenen değerleri karşılamaktadır. Ölçüm yapılan dersliklerin benzer pencere boyutlarına sahip olmasına rağmen gün ışığı performansları yönlenme ve engeller nedeniyle farklılaşmaktadır. Tasarım aşamasında gün ışığı performansı açısından sadece pencere büyüklükleri değil yönlenme ve çevredeki engellerde dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak tasarımcı tarafından görsel konfor için birden çok parametrenin bir arada değerlendirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER

Görsel konfor, gün ışığı, eğitim binaları

ABSTRACT

It is known that comfort and other physical conditions in the classrooms affect the learning performance of the students. For this reason, providing visual comfort and examination in classrooms is becoming more important. In this study, it is aimed to evaluate the daylighting performance of classrooms in Faculty of Engineering and Architecture. Daylighting levels were measured on different days in selected classrooms. The results obtained are compared with the values stipulated in the standards and determinations related to the current situation are made. The findings show that the desired daylight level can not be achieved anywhere in the classrooms and a homogeneous light is not achieved. The average daylighting levels meet the required values in the standard. Even though the measured classrooms have similar window sizes, daylight performances differ due to orientation and obstacles. In terms of daylight performance in the design phase, not only the window sizes, but also the orientation and the surrounding obstacles should be considered. As a result, it has been found that multiple parameters should be evaluated by the designer for visual comfort.

KEYWORDS

Visual comfort, daylight, educational buildings

¹ Balıkesir Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Çağış Kampüsü, Altıeylül/Balıkesir, Tel: 2666121194-4314, Faks: 2666121257, yusifyildiz@gmail.com

1. GİRİŞ

Aydınlatma, mekanların tasarımında farklı açılardan önemli etkilere sahiptir ve iç ortam görsel konfor kalitesinde belirleyici bir rol oynamaktadır [1]. Bu nedenle binalarda doğal ve yapay ışık kullanımının dengeli olmasına özen gösterilmelidir. Günışığı, direkt güneş ışığı ve yaygın gök ışığının bileşiminden oluşmaktadır [2]. Günışığının binalara kontrollü alımı, enerji etkin tasarımın da temel öğelerinden biridir. Ayrıca günışığı kullanımı kullanıcı memnuniyeti, verimi ve sağlık açısından da kritik öneme sahiptir. Bu nedenle günışığı kullanımı erken tasarım aşamalarında ele alınmalıdır.

Günışığını bina içine alarak yapay aydınlatmaya kıyasla daha konforlu ışık ortamı sağlamak hedeflenmektedir. İnsanlar, çeşitli ışık türlerinin yaydığı farklı spektrumlardan hem psikolojik hem de fizyolojik olarak etkilenir. Bunlar genellikle gün ışığının az ölçülebilir ve göz ardı edilen etkileridir. Yeterli günışığı iyi ruh hali, artmış moral, daha az yorgunluk ve azalmış göz yorgunluğuyla ilişkilendirilmektedir [3]. Yapay aydınlatma, önemli miktarda elektrik tüketimine neden olabilir, aynı zamanda atık ısıyı iç mekana yayar, bu da soğutma yükünün artmasına neden olur. Günışığı kullanımı, yapay aydınlatma için gerekli elektrik ihtiyacını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda dinamik bir iç mekan ortamı, sağlıklı ve heyecan verici bir çalışma ortamı yaratır.

Görsel konfor, EN 12665:2011 [4] standardında görsel çevre tarafından uyarılarak meydana gelen görsel hoşluk halinin öznel bir durumu olarak tanımlanmaktadır. Görsel konfor, insan gözünün fizyolojisine, alan içindeki ışık miktarını ve dağılımını açıklayan fiziksel niceliklere ve ışık kaynağının spektral emisyonuna bağlıdır. Farklı işlevlerdeki her mekanda gerçekleştirilecek etkinliklerin başarıyla gerçekleştirilebilmesi için görsel konfor şartları sağlanmalıdır. Bu nedenle görsel konfor, aydınlatma gereksinimlerinin ana belirleyicisidir.

Sınıflar, aydınlatma kalitesi ve miktarı açısından öğrenciler için kritik öneme sahip olan birden fazla etkinliğin yapıldığı alanlardır [5]. Uygun aydınlık düzeyleri sağlanamadığında, öğrenciler aktivitelerini etkin, verimli ve konforlu bir şekilde yerine getiremeyebilir [6]. Örneğin ışık yetersizliği olan bir sınıf, aydınlatmanın fizyolojiye olan etkisi nedeniyle öğrencinin öğrenme yeteneğini olumsuz etkileyebilir. Zayıf spektral ışık, öğrencilerin gözleri üzerinde gerginlik oluşturarak, bilgi işleme ve öğrenme yeteneğinde azalmaya ve daha yüksek stres seviyelerine neden olabilir [7].

Eğitim binalarında görsel konfor çok yönlü bir araştırma alanıdır ve literatürde birçok ulusal ve uluslararası çalışma bulunmaktadır; Pellegrino ve ark. [8] İtalya'daki bir okulun sınıflarında günışığını, günışığı faktörü, yıllık güneş ışığı alımı ve iklime bağlı dinamik günışığı otonomisi parametreleri ile değerlendirmiştir. Secchi ve ark. [9], İtalya'daki okullarda aşırı ısınma ve kamaşma sorunlarına dikkat çekmektedir. Megri ve ark. [4] ilköğretim okullarındaki sınıflarda aydınlık düzeyini incelemiş ve bunları geliştirilen program tarafından hesaplanan değerler ve IES standartları ile karşılaştırmıştır. Michael ve Heracleous [10] çalışmalarında Kıbrıs'taki eğitim binalarındaki tüm yönleri bakan tipik sınıfların doğal aydınlatma performansını değerlendirmiştir. Yener ve ark. [11] İstanbul'da bulunan 8 ilköğretim binasında toplam 18 derslikte görsel konfor koşulları açısından tespitler yapmıştır. Baskan ve Sözen [12] aydınlatma tekniği yönünden uygun tip bir derslikteki değişik nitelikte aydınlatma düzenlerini görsel konfor ve etkin enerji kullanımı yönlerinden inceleyerek değerlendirmişlerdir. Erlalelitepe ve ark. [13] bir üniversite binasının dersliklerinin doğal aydınlatma performansını değerlendirmiştir. Yağmur ve Sözen [14] bir derslik hacmi ele alarak, doğal, yapma ve bütünleşik aydınlatma koşulları için iç yüzeylerin ışıklılık değerlerini örneklemiş ve öznel değerlendirmeler yapmıştır. Fakat mevcut literatür incelenen konuların çeşitliliği açısından sınırlıdır. Bu çerçevede, bu çalışma ile Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nden seçilensınıflarda görsel konforu birden fazla değerlendirme kriterini kullanarak değerlendirmeyi ve hem aydınlık düzeyleri hem de aydınlık dağılımları açısından daha iyi görsel koşullar sağlamak için potansiyel iyileştirmeler önermeyi amaçlanmaktadır.

2. ALANIN TANITILMASI

Bu çalışmada, Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsünde yer alan, Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri (Resim 1) tarafından kullanılan derslikler ele alınmıştır. Fakülte binası yaklaşık 22000 m² kullanım alanına sahiptir ve 10 bölüme hizmet etmektedir. Binada derslikler, laboratuvarlar, akademik ve idari personel odaları ve bir amfi bulunmaktadır.



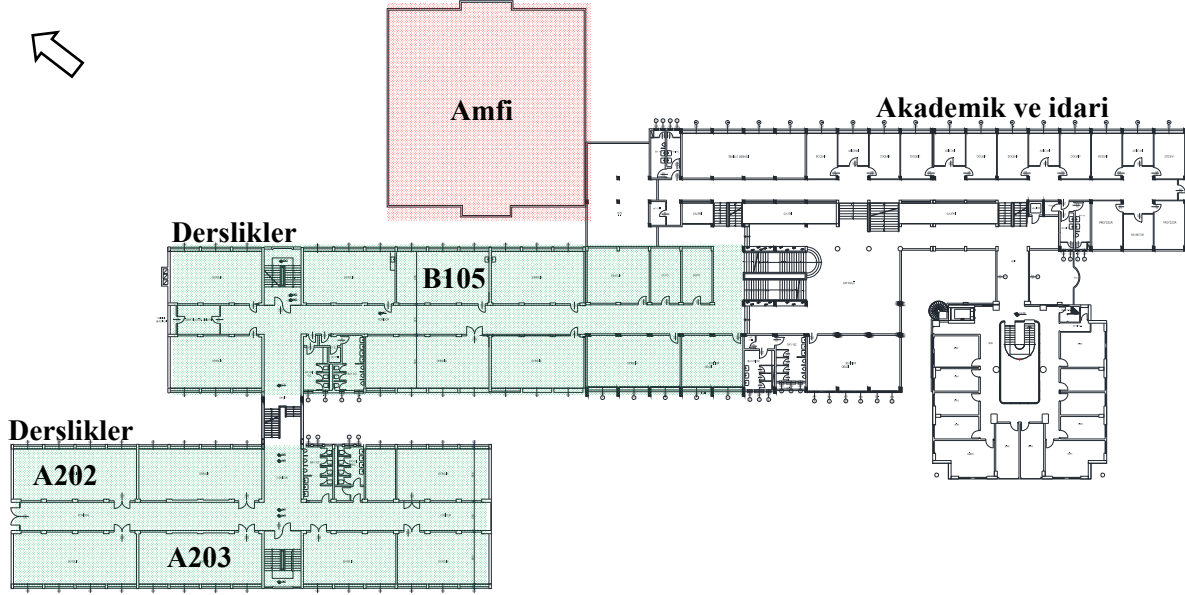
Resim 1. Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi

Binaların çevresinde bulunabilecek doğal ve yapay engeller binanın güneşliği alma potansiyelini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle seçilen binanın yakın çevresinde bulunan binalar da incelenmiştir (Resim 2).



Resim 2. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Google Earth

Resim 2 de görüldüğü gibi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi binası yakın çevresinde güneybatı yönünde herhangi bir yapılaşma bulunmamaktadır. Fakat kuzeybatı yönünde ana binadan yaklaşık 6m uzaklıkta Laboratuvar binaları ve amfi bloğu yer almaktadır. Derslik bloklarının birbirine uzaklığı ise 6,6m'dir. Dersliklerin bina içindeki yerlerine bağlı olarak açıklıkların yönü ve buna bağlı olarak da güneşliği alma potansiyeli değişkenlik gösterecektir. Çalışmada incelenmek üzere B105, A202, A203 nolu derslikler seçilmiştir (Şekil 1 ve Resim 3). B105 ile Amfi bloğu arası 5,2m'dir. A202 ile laboratuvar arası ise 33m'dir.



Şekil 1. Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi binası genel plan şeması ve seçilen derslikler



Resim 3. Seçilen dersliklerden genel görünüm

B105: 11,8x6,65m plan ölçülerinde ve dikdörtgen formunda 1. katta bulunan bir dersliktir. Sadece Güneybatı cephesinde pencere bulunmaktadır. Pencere yerden 70cm yüksekten başlamakta ve 11,7x3m boyutlarındadır. Dersliğin güneybatı cephesinin toplam alanı 45,51m²'dir. Pencere alanının derslik cephe alanına oranı ise %77 olarak hesaplanmıştır.

A202 ve A203: 15,7x6,65m plan ölçülerinde ve dikdörtgen formunda 2. katta yer almaktadır. A202 dersliğinde Kuzeybatı cephesinde, A203 dersliğinde ise Güneybatı cephesinde pencere bulunmaktadır. Pencere yerden 70cm yükseklikten başlamakta ve 15,7x3m boyutlarındadır. Dersliklerin pencere cephesinin toplam alanı 58,09m²'dir. Pencere alanının derslik cephe alanına oranı ise %81 olarak hesaplanmıştır.

3. GÖRSEL KONFOR DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ VE ÖLÇÜMLER

Literatürde görsel konforu farklı açılardan (ışık kalitesi, dağılımı, parlaklık ve renk) değerlendirmek için kullanılan birçok indis bulunmaktadır [15]. Bu çalışmada, seçilen dersliklerin günışığı performansını değerlendirmek için, alan ölçümleri ile elde edilen aydınlık düzeyi ve düzgün yayılmışlık oranının hesaplamasını içeren iki kriterli bir yaklaşım tercih edilmiştir. Aydınlık düzeyi en genel olarak görsel kaliteyi tanımlar. CIBSE Kılavuzu A [16] ve IESNA [17] 'e göre derslikler için çalışma düzlemindeki minimum aydınlık düzeyi 300 lx olmalıdır. Günışığı performansının diğer bir göstergesi düzgün yayılmışlık değeri (U_o). minimum aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranıdır [14]. Sıkça kullanılan indisler arasındadır ve başarılı bir aydınlatma için bu değer de standartlarda

belirtilen seviyede karşılanması gereklidir. Bu değer ışığın bir alanda ne kadar eşit dağılım gösterdiğini açıklar ve yüksek düzeyde homojen dağılım, görsel stresin önlenmesine ve dolayısıyla görme rahatsızlığı riskinin azaltılmasına katkıda bulunur [15]. CIBSE:2009 [18], TS EN 12464-1:2011 [19] gibi standartlarda düzgün yayılmışlık değeri derslikler için 0,6-0,8 olarak belirtilmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen dersliklerde 25 Mart, 1 ve 8 Nisan 2016 tarihlerinde 09:00 dan başlayarak saat 17:00'a kadar birer saatlik arayla çalışma düzlemi kabul edilen 0,85m yükseklikten öğrenci masalarının üzerinden aydınlık düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler ders dönemi içinde yapıldığından ölçüm günleri dersliklerin uygun olduğu tarihlere göre belirlenmiştir. Ders programlarında dersler çoğunlukla sabah 9:00 da başlayıp 17:00'a kadar devam etmektedir. Bu nedenle 9-17 saatleri arasında birer saat arayla aydınlatma ölçümleri yapılmıştır. Kaç noktada ölçüm yapılacağı oda indeksi formülü esas alınarak hesaplanmıştır [20]. Hesaplamalar sonucunda B105 nolu sınıfta aydınlık düzeyi ölçümü için 13, A202 ve A203 dersliklerinde ise 17 ölçüm noktası belirlenmiştir. Ölçüm sırasında pencerelerde bulunan tüm perdeler açık konuma getirilmiştir ve dersliklerde bulunan lambalar kapalı konumdadır. Ölçümler, Testo 540 (Ölçüm aralığı: 0-99999 lux, Doğruluk: ± 3 lux ya da $\pm 3\%$) aydınlık düzeyi ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Dersliklerde belirlenen noktalarda ölçülen aydınlık düzeylerinin ortalamaları alınarak her saat için ortalama aydınlık düzeyleri hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Gün ışığı ile sağlanan performans değerleri

Tarih	Saat	Ortalama aydınlık düzeyi (lux)			Düğüün yayılmışlık değeri (U_o)			Alansal olarak aydınlık düzeyini sağlama miktarı (%)		
		A203	A202	B105	A203	A202	B105	A203	A202	B105
25.03.2016	09:00	128	301,2	293,7	0,33	0,45	0,42	34,4	11,8	0
	10:00	270,3	290,3	331,6	0,41	0,44	0,34	56,6	44,9	33,3
	11:00	113,2	332,7	284,2	0,44	0,42	0,2	27,7	37,5	16,6
	12:00	484,2	698,3	423,6	0,38	0,5	0,23	43,3	36,4	33,3
	13:00	669,7	809,6	602,1	0,61	0,51	0,21	56,3	50,5	48,8
	14:00	889,3	885,8	657,1	0,42	0,5	0,34	67,3	58,3	41,1
	15:00	708,9	672	472	0,38	0,39	0,36	50	43,2	35,5
	16:00	556,2	516	257,5	0,33	0,42	0,29	33,3	28,6	25,5
17:00	194,5	357,8	157,4	0,29	0,37	0,25	22,2	8,4	0	
Tarih	Saat	A203	A202	B105	A203	A202	B105	A203	A202	B105
01.04.2016	09:00	163,5	1421	1024,1	0,36	0,57	0,48	63,3	54,4	21,1
	10:00	172,5	1272,2	980	0,31	0,52	0,44	65,5	62,1	26,6
	11:00	290	874,4	705,7	0,3	0,48	0,31	66,6	58,5	25,5
	12:00	428,8	717,6	676,2	0,41	0,43	0,24	70,3	72,2	33,3
	13:00	606,7	974,2	640	0,44	0,42	0,32	75	75,5	73,3
	14:00	679,7	954,3	526	0,55	0,41	0,32	87,5	86,6	76,6
	15:00	1007,9	829,1	661,7	0,61	0,41	0,33	92,4	73,3	66,6
	16:00	709,6	646,7	634,7	0,64	0,33	0,35	82,5	61,1	46,6
17:00	525,7	506,7	444,8	0,58	0,29	0,49	75	67,1	33,3	
Tarih	Saat	A203	A202	B105	A203	A202	B105	A203	A202	B105
08.04.2016	09:00	228,4	1259	721,8	0,28	0,31	0,28	51,1	66,6	33,3
	10:00	355,1	871,2	698,3	0,29	0,33	0,22	45,5	64,4	4,16
	11:00	452,5	806,4	635,2	0,34	0,47	0,23	66,6	65,5	58,3
	12:00	571,1	1415,7	882,7	0,30	0,41	0,53	73,3	92,2	66,6
	13:00	634,7	1287,7	942,3	0,30	0,46	0,60	75	95,5	66,6
	14:00	733,1	721,5	836,3	0,31	0,43	0,64	86,6	96,6	66,6
	15:00	1085	631,4	603,6	0,38	0,42	0,47	81,4	77,7	73,3
	16:00	712	620,4	446,6	0,51	0,39	0,36	70,6	68,5	61,1
17:00	468	501,4	377,1	0,62	0,40	0,41	69,9	67,1	50	

4. ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

25 Mart 2016 tarihinde saat 9:00-17:00 arasında yapılan ölçümlerde genel itibariyle 3 dersliğin de ortalama aydınlık düzeyleri açısından istenen 300 lux'lük aydınlık düzeyini çoğunlukla sağladığı görülmüştür. B105 dersliğinde sadece sabah ve akşamüstü saatlerinde ortalama aydınlık düzeyinin 300lux'un altında olduğu görülmektedir bunun muhtemel nedeni dersliğin kuzey doğu yönüne bakması ve 5,2 m uzakta olan amfi bloğunun içeriye gün ışığının girmesini engellemesi olabilir. A202 ve A203 nolu dersliklerde ise sabah saatlerinde ortalama aydınlık düzeyinin 300 lux'ten biraz az olduğu görülmüştür. Yapılan ölçümlerde A203 dersliğinde gün içinde %22 ile %56,6 arasında bir alan 300 lux'ün üzerinde ışık almaktadır. Dersliğin ortalama aydınlık düzeyi açısından çoğunlukla istenen şartları sağladığı görülse de bazı alanlarda yeterli konfor koşullarının sağlanmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, derslikte bazı noktaların yüksek düzeyde gün ışığı alırken bazı noktaların almadığından kaynaklanmaktadır. Düzgün yayılmışlık değeri de (U_o) derslik içindeki aydınlık dağılımının homojen olmadığını göstermektedir. Neredeyse tüm gün A203 dersliğinde dengesiz bir aydınlık dağılımı vardır. Genellikle aydınlık dağılımı öğle saatlerinde daha iyiyken sabah ve akşam saatlerinde düzgün yayılmışlık genel olarak azalmaktadır. Benzer durumlar A202 ve B105 nolu dersliklerde de söz konusudur. A202 dersliğinde %8,4 ile %58,3 arasında değişen oranlardaki alanlar, yeterli düzeyde gün ışığı almaktadır. Gün boyunca derslik standartta belirtilen U_o değerini karşılayamamaktadır. A203 dersliği ile karşılaştırıldığında daha kötü bir aydınlık dağılımının olduğu söylenebilir. B105 dersliğinde sabah ve 9:00 akşam 17:00 da yapılan ölçümlerde derslikte ölçüm yapılan hiçbir noktada 300 lux aydınlık düzeyine ulaşamadığı görülmüştür. Diğer zamanlarda ise %16,6 ile %48,8 arasında değişen oranlardaki alanlar 300 lux'ün üzerine geçmektedir. 25 Mart 2016 tarihinde B105 dersliği diğer dersliklere kıyasla en kötü gün ışığı performansını sergilemektedir.

1 Nisan 2016 tarihinde yapılan ölçümlerde ortalama aydınlık düzeylerinin A203 nolu sınıfta öğleden itibaren 300 lux'un üzerinde olduğu görülmektedir. Sabah saatlerinde ise ortalama aydınlık düzeyi 300 lux'un altında kalmaktadır. U_o değeri saat 15 ve 16 saatlerinde standartta belirtilen seviyededir. Gün boyunca A203 dersliğinde %50 den fazla alanda yeterli aydınlık düzeyi sağlanmıştır. Saat 15'de dersliğin neredeyse tamamında istenen aydınlık düzeyi sağlanmaktadır. İlave bir aydınlatma gerekmemektedir. Ortalama aydınlık düzeylerinin istenenin üzerinde olması derslikte bazı alanların 300 lux ten çok daha fazla gün ışığı aldığını göstermektedir. A202 dersliğine bakıldığında benzer sonuçların olduğu görülmektedir. Dersliğin büyük bir bölümünde gün ışığı yeterli seviyededir. Fakat derslik tüm gün boyunca homojen bir aydınlık düzeyine sahip değildir. Gün içinde ortalama aydınlık düzeyi 163,5 ile 1007,9 lux arasında değişmektedir. Diğer zamanlara kıyasla gün ortasında sınıfın performansı daha yüksek seviyededir. B105 dersliğinden elde edilen sonuçlara bakıldığında sabah saatlerinde ortalama aydınlık düzeyi daha yüksektir. Bundaki en büyük sebep sınıfın doğuya yönelmesidir. Batıya bakan A203 dersliğine göre B105 nolu derslik sabahları daha fazla gün ışığı aldığı söylenebilir. Gün boyu ortalama aydınlık düzeyi 444,8 ile 1024,1 lux arasında değişmektedir. Gün ışığı dağılımı ise standartta belirtilen seviyelere ulaşmamaktadır. Sabah 9:00 da dersliğin sadece %21,1 yeterli aydınlık düzeyine sahiptir. Dersliğin önündeki amfi bloğu sabah saatlerinde gün ışığının yataya yakın açılarda gelmesine rağmen derslik içine ulaşmasını güçleştirmektedir. Yüksek aydınlık düzeyinin yansımadan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

8 Nisan 2016 ölçümlerinde tüm dersliklerde A203 dersliği sabah saat 9 haricinde gün boyunca ortalama aydınlık düzeylerinin 300 lux'ün üzerinde olduğu kaydedilmiştir. A203 dersliğinde sabah saatlerinde %50'lik bir alanın yeterli gün ışığı aldığı, öğle saatinde ise bu oranın %86,6'ya ulaştığı görülmüştür. A202 dersliğinde en yüksek %96,6 değerine saat 14'te ulaşılmıştır. Sınıfın neredeyse tamamı yeterli gün ışığı almaktadır. B105 dersliğinde ise maksimum değer %73,3'dır. Genel olarak dersliğin gün boyu yarısı için ilave aydınlatma gereklidir. Sabah saat 10'da bu değer %4'e düştüğü görülmektedir. Bunun gün içindeki gökyüzü bulutluluk değişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gün ışığı dağılımı açısından B105 dersliğinde öğle saatlerinde standartlarda belirtilen değerlerin sağlandığı görülmüştür. A203 nolu derslikte saat 17'de U_o değeri 0,62 ile istenen seviyeyi yakalamaktadır. Tüm dersliklerde diğer zamanlarda istenilen homojenlikte bir aydınlık dağılımı söz konusu değildir. Gün boyu ortalama aydınlık düzeyi A203'te 228,4 ile 1085 lux, A202'de 501,4 ile 1415,7 lux, B105'te ise 377,1 ile 942,3 lux arasında değişmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, eğitim binasını gün ışığı performansı açısından değerlendirerek mevcut durumun ortaya konulmasını amaçlamaktadır. Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi'ne ait 3 derslik bu kapsamda aydınlatma ölçümleri yapılarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda dersliklerin sadece bazı yerlerinde yeterli gün ışığı düzeyine ulaşıldığı görülmüştür. Hacmin tamamında aynı aktivite yapıldığı düşünüldüğünde gün ışığı yeterli olmayan bölgeler için yapay aydınlatma ile takviye yapılması gerekmektedir. Yapay aydınlatma sisteminin tasarımında mekanların gün ışığı performansları incelenerek çözümler üretilmesi daha başarılı sonuçlar alınmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle yetersiz gün ışığı alan noktaların yapay aydınlatılması homojen bir aydınlık seviyesine ulaşılması bakımından da önemlidir. Aksi takdirde gün ışığının yeterli olduğu bölgeler de yapay olarak aydınlatılacak ve istenen düzgün yayılmışlık değerine ulaşamayacaktır. İncelenen derslikler benzer pencere boyutlarına sahiptir. Buna rağmen gün ışığı performansları farklılaşmaktadır. Bu durum yönlenme ve engeller nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Tasarım aşamasında gün ışığı performansı açısından sadece pencere büyüklükleri değil yönlenme ve çevredeki engellerin etkileri de incelenmeli ve optimum çözümler ortaya konulmalıdır. Elde edilen sonuçlara göre ortalama aydınlık düzeylerinin standartlarda istenen değerleri sağlaması mekanların homojen olarak aydınlatıldığı anlamına gelmediği görülmektedir. Gün ışığı performansı açısından tek bir parametrenin değil birden çok parametrenin bir arada değerlendirilmesi ile görsel konfor açısından daha iyi tasarımlar gerçekleştirilebilecektir. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler, dersliklerde gün ışığı performansının artırılmasına yönelik tasarım aşamasında yada mevcut durumda öneriler geliştirilmesi için kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Fontenelle, C.V., 2008. The importance of Lighting to the Experience of Architecture. Architecture Quality Issues, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- [2] Chena, H., Weib, P., 2013 Utilization of Natural Daylight in Office Buildings. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, Cilt 2 Sayı 2, s. 301–306.
- [3] Edwards, L., Torcellini, P., A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants. NREL/TP-550-30769. National Renewable Energy Laboratory <https://www.nrel.gov/docs/fy02osti/30769.pdf>
- [4] BS EN 12665:2011. Light and lighting. Basic terms and criteria for specifying lighting requirements.
- [5] Megri, A. C., Yu, Y., Sobers, A., Cooper, A., 2014. Illuminance Evaluation and Assessment at Three Elementary Schools. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, Cilt 7 Sayı 1, s. 129-136.
- [6] Hwang, T., Kim, J.T., 2011 Effects of Indoor Lighting on Occupants' Visual Comfort and Eye Health in a Green Building, *Indoor and Built Environment*, Cilt 20, s. 75–90.
- [7] Liberman, J., 1991. Light Medicine of the Future. New Mexico: Bear & Company Publishing.
- [8] Pellegrino, A., Commarauo, S., Savio, V., 2015. Daylighting for Green Schools: A Resource for Indoor Quality and Energy Efficiency in Educational Environments, *Energy Procedia*, Cilt 78, s. 3162–3167.
- [9] Secchi, S., Scurpi, F., Pierangioli, L., Randazzo, M., 2015. Retrofit Strategies for the Improvement of Visual Comfort and Energy Performance of Classrooms with Large Windows Exposed to East, *Energy Procedia*, Cilt 78, s. 3144–3149.
- [10] Michael, A., Heracleous, C., 2017. Assessment of Natural Lighting Performance and Visual Comfort of Educational Architecture in Southern Europe: The Case of Typical Educational School Premises in Cyprus. *Energy and Buildings*, Cilt 140, s. 443–457.
- [11] Yener, K.A., Güvenkaya, K.R., Şener, F., 2009. İlköğretim Dersliklerinin Görsel Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. *İtÜdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*, Cilt 8 Sayı 1, s. 105-116.

- [12] Baskan, B.T., Sözen, Ş.M., 2006. Dersliklerde Görsel Konfor Ve Etkin Enerji Kullanımı –Bir Örnek Derslik Aydınlatması. *Megaron*. Cilt 1 Sayı 2-3, s. 143-153.
- [13] Erlalelitepe, İ., Aral, D., Kazanasmaz, T. 2011. Eğitim Yapılarının Doğal Aydınlatma Performansı Açısından İncelenmesi. *Megaron*. Cilt 6 Sayı 1, s. 39-51.
- [14] Yağmur, A.Ş., Sözen, Ş.M., 2016. Dersliklerde Görsel Konfor ve İç Yüzeylerin Etkisi. *Megaron*. Cilt 11 Sayı 1, s. 49-62.
- [15] Carlucci, S., Causone, F., Rosa, F., Pagliano, De L., 2015. A Review of Indices for Assessing Visual Comfort with a View to Their use in Optimization Processes to Support Building Integrated Design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 47, s. 1016-1033.
- [16] CIBSE, 2015. Environmental Design-CIBSE Guide A, Chartered Institution of Building Services Engineers, Norwich.
- [17] IESNA, 2000 (9th ed.). Illuminating Engineering Society of North America. IESNA Lighting Handbook, IESNA, New York.
- [18] CIBSE, 2009. Code For Interior Lightng, London.
- [19] TS EN 12464-1:2011, 2011. Işık ve Işıklandırma-İş Mahallerinin Aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahaller.
- [20] Türkoğlu, K., Çalkın, Y., 2006. Ofis ve İşyeri Aydınlatmasında Standartlar ve Standart Ölçümler, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi. Aydınlatma Türk Milli Komitesi, 23-24 Kasım 2006, İTÜ, Taşkışla İstanbul. s. 152-7.