

Aydınlatma alternatiflerinin insan odaklı aydınlatma açısından değerlendirilmesi: Büro örneği

Final printing layout template used in Gümüşhane University Journal of Science (GUJS)

Elif ERKOÇ KAPLAN^{*1,a}, Leyla DOKUZER ÖZTÜRK^{2,b}

¹*İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, 34510, İstanbul*

²*Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 34349, İstanbul*

• Geliş tarihi / Received: 23.09.2021

• Düzeltilecek geliş tarihi / Received in revised form: 15.02.2022

• Kabul tarihi / Accepted: 10.03.2022

Öz

Işığın görsel etkilerinin yanı sıra görsel olmayan biyolojik ve davranışsal etkileri de vardır. Günümüzde ışığın görsel ve görsel olmayan etkilerini dikkate alan insan odaklı aydınlatma önem kazanmıştır. Ancak henüz bu bağlamda işleve göre sağlanması uygun aydınlık düzeyi ve ışığın renk sıcaklığı hakkında bir görüş birliği yoktur. Bu çalışmada bürolar için benimsenebilecek aydınlatma koşullarını araştırmak üzere bir deney hacminde dört statik ve bir dinamik aydınlatma senaryosu kurgulanmıştır. Aydınlık düzeyi ve renk sıcaklıkları farklı bu senaryolar anket çalışması ve aydınlatma hesaplarıyla karşılaştırılmıştır. Araştırma, uzun ve kısa süreli çalışma olmak üzere iki ayrı koşul için planlanmıştır. Her aydınlatma senaryosu uzun süreli çalışmada iki hafta, kısa süreli çalışmada ise yirmi dakika uygulanmıştır. Anket soruları ile katılımcıların duyu durumlarının yanı sıra aydınlatma koşulları da çeşitli açılardan sorgulanmıştır. Her iki çalışma için de anket verilerinin istatistiksel değerlendirmesi yapılmış ve sonuçlar birbirini desteklemiştir. Soğuk ışık rengi ve yüksek aydınlık düzeyi deneklerin kendilerini daha enerjik, uyanık ve dinlenmiş hissetmelerini sağlamıştır. Öte yandan, her iki çalışmada da en çok ılık renkli ışık tercih edilmiştir. Aydınlık düzeyi alternatiflerinden 500 lx düşük, 1500 lx ise yüksek olarak nitelendirilmiştir. En çok yeğlenen aydınlatma senaryosu ılık renkli ışık ile 1250 lx aydınlığın sağlandığı seçenektir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile bütüncü aydınlatma için optimum koşulların belirlenmesine yönelik veriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Aydınlık düzeyi, Büro, Dinamik aydınlatma, Işığın renk sıcaklığı, Statik aydınlatma

Abstract

In addition to its visual effects, light also has non-visual biological and behavioural effects. Nowadays, human centric lighting that takes into account the visual and non-visual effects of light has gained in importance. However, in this context there is no consensus on the appropriate illuminance and colour temperature of light according to the function. In this study, four static and one dynamic lighting scenarios were designed in a mock-up room in order to investigate the lighting conditions applicable to offices. These scenarios with different illuminances and colour temperatures were compared through surveys and lighting calculations. The research was planned for two separate conditions; long-term and short-term study. Each lighting scenario was applied for two weeks in the long-term study and twenty minutes in the short-term study. In addition to the emotional states of the participants, the lighting conditions were also questioned from various aspects with the questionnaire. Statistical evaluation of the survey data was conducted for both studies and the results supported each other. Cool light colour and high illuminance ensured that the subjects felt more energetic, alert and rested. On the other hand, neutral coloured light was preferred the most in both studies. Among the illuminance alternatives, 500 lx was assessed as low and 1500 lx as high. The most preferred lighting scenario was the option where 1250 lx illumination is provided with neutral coloured light. With the results obtained in this research, data for determining the optimum conditions for integrative lighting are presented.

Keywords: Illuminance, Office, Dynamic lighting, Colour temperature, Static lighting

^{*a} Elif ERKOÇ KAPLAN; elifkaplan@esenyurt.edu.tr, Tel: (0212) 4449123/1219, orcid.org/0000-0002-0239-2867

^b orcid.org/0000-0002-4484-7727

1. Giriş

1. Introduction

Günümüzdeki çalışma biçimlerinin yaşamın daha çok kapalı mekanlarda geçmesini gerektirmesi nedeniyle insanlar günışığının biyolojik etkilerinden yeterince yararlanamamaktadır. Bu koşulların özellikle kış aylarında bazı insanlar üzerinde yorgunluk, isteksizlik, verimin düşmesi gibi bazı olumsuz etkileri olabilmektedir. Işığın görsel etkilerinin yanı sıra hormonal, sirkadiyen ve davranışsal sistemler üzerinde etkileri de olduğu bilinmektedir. Işığın görsel olmayan söz konusu davranışsal ve biyolojik etkileri son yirmi beş yıldaki araştırmalarla varlığı kanıtlanan gözdeki üçüncü bir alıcıya dayandırılmaktadır. Gözün retinasındaki bu alıcı, özünde ışığa duyarlı retinal ganglion (ipRGCs) hücreleridir (Berson vd., 2002; Hattar vd., 2002). Ganglion hücreleri ışığın görsel etkilerinden sorumlu olan retinadaki öteki alıcılar; koni ve sopacıklar ile birlikte ışığın fizyolojik etkilerinde rol oynamaktadır (Lucas, 2014; CEN, 2017). Işığın görsel ve görsel olmayan etkileri dikkate alınarak yapılan aydınlatma tasarımına yaygın olarak 'insan odaklı aydınlatma' denilmektedir. Bu bağlamda kullanılması önerilen bir başka terim 'bütünleyici aydınlatma'dır (CIE, 2011). İnsan odaklı aydınlatmada hem aydınlatma standartlarında işleve göre belirtilen verilerin göz önüne alınması hem de kişinin kendini gün boyunca iyi hissetmesi, verimli olması ve gece iyi uyuması amaçlanmaktadır.

Işığın görsel olmayan etkileri temelde ışığa gün içinde maruz kalınan zaman ve süresi, aydınlık düzeyi, ışık tayfı, ışık geçmişi, sirkadiyen faz gibi faktörlere bağlıdır (CEN, 2017). Aydınlatma ile ilgili standartlarda ve rehber kitaplarda ışığın biyolojik etkilerinin hesaplanması ile ilgili tanım ve bilgiler bulunmaktadır. Işığın görsel olmayan etkilerini niceliksel olarak hesaplamaya yönelik bir yaklaşım CEN/TR 16791 Avrupa Standardında yer almaktadır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) da aynı yaklaşımı benimsemiş ve konuya bakış açısını yansıtan CIE S 026 numaralı standardı referans vermiştir (CIE, 2019). Ancak söz konusu standartlar insan odaklı aydınlatma açısından işleve göre sağlanması gerekli aydınlık düzeyi ve ışığın renk sıcaklığı konusunda öneriler içermemektedir.

Aydınlatma koşullarının büro çalışanları üzerindeki biyolojik etkilerini araştırmak üzere yapılan çalışmalar üç grup altında toplanabilir. Bunlar, renk sıcaklığını sabit tutarak aydınlık düzeyi alternatiflerinin karşılaştırıldığı (Schlangen vd., 2015; Smolders vd., 2012), aydınlık düzeyini

benzer tutarak renk sıcaklığı seçeneklerinin değerlendirildiği (Viola vd., 2008; Mills vd., 2007), hem renk sıcaklığı hem aydınlık düzeyi bakımından farklı koşulların dikkate alındığı (Tonello vd., 2019) çalışmalarıdır. Bu çalışmaların ortak sonucu, yüksek aydınlık düzeyi ve soğuk ışık renginin iş performansını artırdığı, daha canlı ve uyanık hissetmede etkili olduğudur. Statik ve dinamik aydınlatma koşullarının çalışanların ruh hali ve performansı üzerindeki olası etkilerini araştıran çalışmalar da yapılmıştır. Bu açıdan dinamik aydınlatmanın statik aydınlatmaya yeğlendiğini gösteren araştırma sonuçları olduğu gibi (Patania vd., 2012; Canazei vd., 2014), istatistik açıdan anlamlı fark bulunmadığını rapor eden çalışmalar da vardır (de Kort & Smolders, 2010).

Işığın görsel olmayan etkilerinin araştırıldığı koşullar ışığın görsel etkileri bakımından da değerlendirilmelidir. Bir başka deyişle test edilmek üzere tasarlanan aydınlatma senaryoları büro çalışanlarının görsel konforu, yani kendilerini görsel açıdan iyi hissedip hissetmedikleri ve beğenileri yönünden de sorgulanmalıdır. Bu çalışmanın amacı, 'işlevi büro olan bir deney hacminde aydınlık düzeyi ve ışığın renk sıcaklığı bakımından birbirinden farklı aydınlatma senaryoları oluşturmak, bu senaryoları istatistiksel analiz ve hesaplama yöntemiyle değerlendirmektir'. Bu makale, aydınlatma senaryolarının istatistiksel değerlendirmesini kapsamaktadır.

2. Yöntem

2. Method

Araştırmanın yöntemi, bir deney hacminde büro aydınlatmasına yönelik gereksinimlerin dikkate alındığı farklı aydınlatma senaryoları oluşturmak ve aydınlık düzeyi ile ışık rengi bakımından farklılaşan bu senaryoları ışığın görsel ve görsel olmayan etkileri bakımından karşılaştırmaktır. Deneysel çalışma, deney hacminde çeşitli ölçmelerin gerçekleştirilmesi, ölçme sonuçlarını veri alan hesaplamaların yapılması ve katılımcı izlenimlerinin anketler aracılığı ile değerlendirmesini kapsamaktadır. Aydınlığın niceliğini ve/veya aydınlığı oluşturan ışığın renk sıcaklığını görsel olmayan etkiler yönünden karşılaştıran çoğu araştırmada ışığın görsel etkileri bakımından işleve göre sağlanması gereken minimum değerler dikkate alınmamıştır (Smolders vd. 2012; Maierova vd. 2016; Mills vd. 2007). Bu çalışmada EN 12464-1 Avrupa Standardında bürolar için önerilen tüm değerler her senaryoda sağlanmıştır (CEN 2019). Yöntemin adımları

aşağıdaki gibi olup, ölçme ve hesaplama sonuçları bu makalenin kapsamı dışında tutulmuştur:

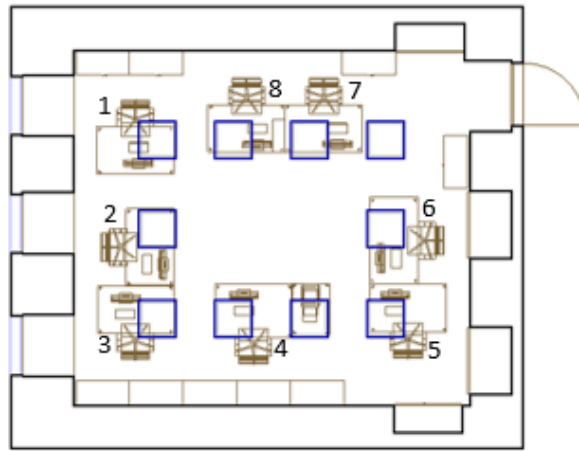
- o Deney hacminin oluşturulması ve modellenmesi
- o Aydınlatma senaryolarının oluşturulması
- o Aydınlatma senaryolarının öznel olarak değerlendirmesi
- o Ölçme ve hesaplamaların yapılması

2.1. Deney hacmi

2.1.1. Mock-up room


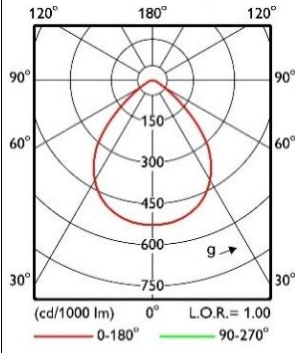
Yıldız Teknik Üniversitesi'nde yer alan deney hacmi öğretim elemanlarının çalışma odasıdır. Hacmin genişliği 5.55 m, derinliği 6.23 m, yüksekliği ise 2.60 m'dir (Şekil 1). Mevcut

aydınlatma düzeni bu çalışma kapsamında yenilenen büro hacminde ışık akısı ve ışığın renk sıcaklığı DALI (Digital Addressable Lighting Interface) otomasyon sistemi ile değiştirilebilen on adet LED'li aydınlatma aygıtı kullanılmıştır. Asma tavana gömülü olan aydınlatma aygıtlarının özellikleri Tablo 1'de, aygıt yerleşim planı Şekil 1'de mavi renk ile gösterilmiştir. Deney hacminin tavan, duvar ve döşemesinin ışık yansıtma çarpanları sırasıyla 0.83, 0.90 ve 0.24'tür. Hacimdeki dolapların ışık yansıtma çarpanları kayın dolaplar için 0.37, mavi dolaplar için 0.18'dir. Masaların renkleri kayın dolaplara benzerdir.



Şekil 1. Deney hacminin DIALux programındaki modeli
Figure 1. Model of the mock-up room in the DIALux program

Tablo 1. Aydınlatma aygıtının özellikleri
Table 1. Features of the luminaire

<p>Philips RC464B, Lamba: LED80S Güç: 29 W-73 W, Boyut: 60 cm×60 cm Benzer renk sıcaklığı: 2700 K-6400 K Renksel geriverim indisi: ≥ 80 Işık akısı: 2900 lm-8000 lm</p> 	
---	--

2.2. Aydınlatma senaryoları

2.2.1. Lighting scenarios

Işığın görsel etkileri bağlamında EN 12464-1 Avrupa standardı bürolardaki çalışma alanında en az ortalama aydınlık düzeyi olarak 500 lx önermektedir (CEN, 2019). Söz konusu minimum

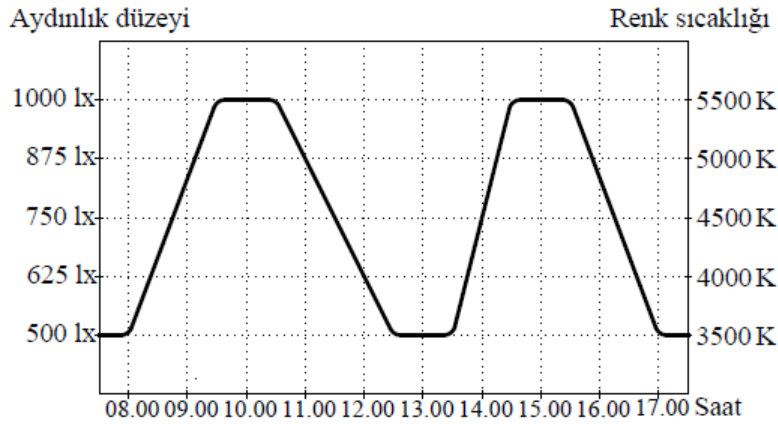
ortalama aydınlık düzeyine ek olarak gereksinimlere göre sağlanmak üzere ayrıca 1000 lx önerisi de bulunmaktadır. Teknik çizim yapılan bürolara yönelik önerilen iki farklı aydınlık düzeyi basamağı ise 750 lx ve 1500 lx'tür. Işığın görsel olmayan etkilerini incelemek üzere kurgulanan aydınlatma senaryolarındaki aydınlık düzeyi basamakları standartta önerilen minimum değer

göz önünde bulundurulup 500 lx, 1000 lx ve 1500 lx olarak saptanmıştır. Işığın renk sıcaklığına ilişkin bürolarda kullanılabilen 4000 K ve 5500 K olmak üzere iki farklı değer seçilmiştir. Böylece, '500 lx, 4000 K', '1000 lx, 5500 K' ve '1500 lx, 5500 K' senaryoları oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında biyolojik etki potansiyeli birbirine yakın, fakat aydınlık düzeyi ve renk sıcaklıkları birbirinden farklı olan aydınlatma senaryoları da karşılaştırılmak istenmiştir. '1000 lx, 5500 K' senaryosuna yakın biyolojik etkiler yaratacak koşulları saptamak üzere göz hizasında ölçülen tayfsal erkesel aydınlık değerleri aracılığı ile melanopik eşdeğer günışığı aydınlık düzeyi hesaplanmıştır (MEDI). Söz konusu senaryoya

yakın MEDI değeri '1250 lx, 4000 K' koşullarında elde edilmiştir. Aydınlık düzeyi ve ışık renginin sabit olduğu dört statik senaryoya ek olarak aydınlık düzeyi ve ışık renginin gün boyunca değiştiği bir dinamik aydınlatma senaryosu da ele alınmıştır. En düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla '500 lx, 3500 K' ve '1000 lx, 5500 K' olarak belirlenen dinamik senaryonun gün boyunca değişimi Şekil 2'de gösterildiği gibidir. Dinamik aydınlatmadaki aydınlık düzeyi ve renk sıcaklığının gün boyunca değişimini en iyi yansıtan beş farklı değer seçilmiş ve bu değerler otomasyon sisteminde ayrıca ayarlanmıştır. Ele alınan dört statik ve bir dinamik senaryonun özellikleri aşağıdaki gibidir:

1. Aydınlatma senaryosu 1 (AS1_s, statik): 500 lx, 4000 K
2. Aydınlatma senaryosu 2 (AS2_s, statik): 1000 lx, 5500 K
3. Aydınlatma senaryosu 3 (AS3_s, statik): 1250 lx, 4000 K
4. Aydınlatma senaryosu 4 (AS4_s, statik): 1500 lx, 5500 K

Aydınlatma senaryosu 5 (AS5_d, dinamik): AS5_d (1): 500 lx, 3500 K; AS5_d (2): 625 lx, 4000 K; AS5_d (3): 750 lx, 4500 K; AS5_d (4): 875 lx, 5000 K; AS5_d (5): 1000 lx, 5500K



Şekil 2. Dinamik aydınlatmadaki aydınlık düzeyi ve renk sıcaklığı değişimi
Figure 2. Change of illuminance and colour temperature in dynamic lighting

Aydınlatma aygıtlarının iç mimari düzenleme dikkate alınarak yerleştirilmesine karşın çalışanların sayısı ve oturma düzeni tercihi, hacmin biçim ve boyutu gibi nedenlerden ötürü tüm masaların çalışma alanındaki aydınlık düzeyinin eşit olması sağlanamamıştır. Buna bağlı olarak, aydınlatma senaryolarının otomasyon sisteminde tanımlanabilmesi için bir masanın referans olarak seçilmesine gereksinme duyulmuştur. Bahçe katındaki konumu ve pencere duvarının baktığı yöndeki yoğun yapay ve doğal dış engellerden ötürü deney hacmine günışığı girişi çok az olmaktadır. Hacim içindeki aydınlığa katkısı çok

düşük de olsa günışığı niceliğindeki anlık değişimlerin otomasyon sistemi ayarlamasında güçlük yaratabileceği göz önünde bulundurularak pencere duvarından uzaktaki 5 numaralı masa referans olarak seçilmiştir (Şekil 1). Aydınlatma senaryolarının kurgulanması sırasındaki gerekli tüm ölçmeler bu masanın çalışma alanında ve bu masanın kullanıcısının gözü hizasında yapılmıştır. Hacim görünümleri statik senaryolar için Şekil 3'te, farklı zaman dilimlerindeki dinamik senaryo için Şekil 4'te yer almaktadır. Dinamik senaryoya ilişkin 'AS5_d (5): 1000 lx, 5500K' durumu AS2_s statik senaryo ile aynıdır.



AS1_s: 500lx, 4000 K AS2_s, AS5_d (5): 1000 lx, 5500 K AS3_s: 1250 lx, 4000 K AS4_s: 1500 lx, 5500 K

Şekil 3. Statik senaryolarda hacmin görünümüleri

Figure 3. Appearances of the room in the static scenarios



AS5_d (1): 500 lx, 3500 K AS5_d (2): 625 lx, 4000 K AS5_d (3): 750 lx, 4500 K AS5_d (4): 875 lx, 5000 K

Şekil 4. Dinamik senaryoda hacmin görünümüleri

Figure 4. Appearances of the room in the dynamic scenario

2.3. Deneklerin özellikleri

2.3. Characteristics of the subjects

Deneysel çalışma, uzun süreli ve kısa süreli olmak üzere iki ayrı koşul için gerçekleştirilmiştir. Her senaryonun iki hafta uygulandığı uzun süreli çalışmaya deney hacminde sürekli çalışan yedi akademik personel katılmıştır (Tablo 2). Her statik

senaryonun yirmi dakika süre uygulandığı kısa süreli çalışmaya akademisyenler ve lisansüstü öğrenciler katılmıştır (Tablo 3). Deney hacminin sürekli kullanıcıları olan akademisyenler ayrıca kısa süreli çalışmaya da katılmışlardır. Her iki çalışmanın denekleri deneysel çalışmanın süresi, kapsamı ve anket sorularının içeriği hakkında bilgilendirilmiştir.

Tablo 2. Uzun süreli çalışmanın katılımcıları (Masa 1-7)

Table 2. Subjects of the long-term study (Table 1-7)

Yaş	26 -30	41-50	51-60	Toplam
Kadın	1	1	2	4
Erkek	2	1	-	3
Toplam	3	2	2	7

Tablo 3. Kısa süreli çalışmanın katılımcıları (Masa 1-8)

Table 3. Subjects of the short-term study (Table 1-8)

Yaş	18-25	26 -30	31-40	41-50	51-60	≥61	Toplam
Kadın	6	8	12	5	5	1	37
Erkek	3	5	-	4	3	-	15
Toplam	9	13	12	9	8	1	52

2.4. Anket soruları

2.4. Questionnaire

Aydınlatma senaryolarını öznel açıdan değerlendirmek üzere anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışma ile deneklerin duygudurumu, aydınlatma düzenine (aydınlık düzeyi, ışık rengi, kamaşma) ilişkin yargıları ve hacmin geneline

(ortam atmosferi, ruh hali üzerindeki etki) ilişkin değerlendirmeleri saptanmak istenmiştir. Buna bağlı olarak, katılımcıların ışığın görsel olmayan etkilerine yönelik tepkileri ve aydınlatma koşullarının görmeye dayalı eylemler üzerindeki etkileri belirlenmiş, bunlara ek olarak içinde yaşanılan ortamın kişisel beğeni bakımından yorumlanması olanaklı olmuştur. Anket

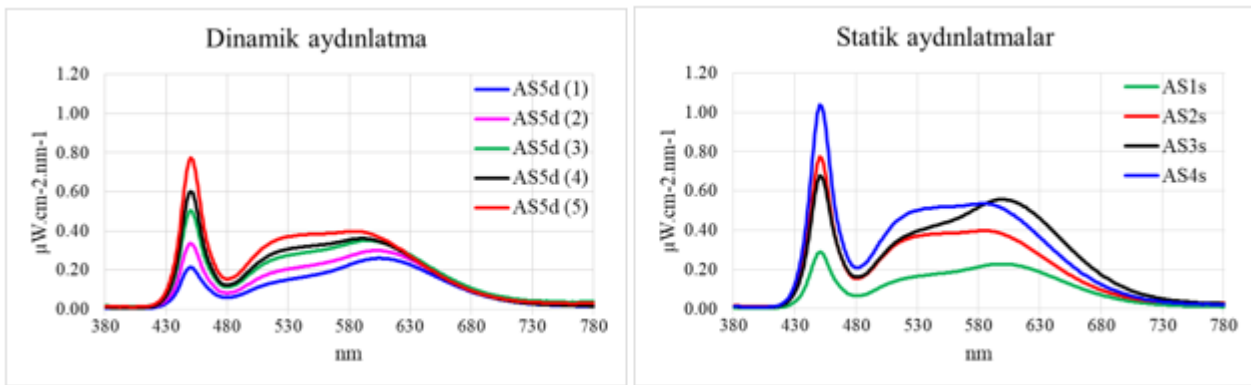
çalışmasında uzun süreli çalışmada 32, kısa süreli çalışmada 27 soru sorulmuştur. Statik ve dinamik aydınlatmadaki aydınlık düzeyi ve ışık rengini değerlendirmeye yönelik soruların farklılaşması gerekmiştir. Uzun süreli çalışmada denekler işten ayrılmadan önce anket sorularını yanıtlamışlar ve 'harf rakam eşleştirme testini (LDST)' yapmışlardır (Jolles, 1995; Van der Elst vd., 2006). LDST testinde 1-9 rakamlarının her biri için farklı bir harf tanımlanmıştır. Bu harfler, her satırda 15 adet olmak üzere 9 satırda rastgele sıralanmış (toplam 135 harf) ve deneklerin bu harflerin karşılığı olan rakamları bir dakikalık süre içinde yazmaları istenmiştir. Her testte seçilen harfler değiştirilmiştir. Test sonucu, doğru ve yanlış eşleştirme adetlerine göre değerlendirilmiştir. Bu test ile deneklerin sürekli dikkat, görsel tarama, bilgi işleme hızı gibi tepkilerinin senaryoya göre değişimini saptamak hedeflenmiştir. Gün boyunca maruz kalınan ışık gece uykusu üzerinde etkili olmaktadır (Figueiro vd., 2017; Hubalek vd., 2010). Bu nedenle her senaryonun uyku üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla deneklerden ayrıca her haftanın sonunda PROMIS uyku bozukluğu testini yapmaları istenmiştir (PHO, 2008-2012). Bu testte bir hafta boyunca kişinin uyku kalitesini etkileyen uyku sorunlarının derecesi sorgulanmakta ve test sonucuna göre uyku bozukluğu çok hafif, hafif, orta ve yüksek olmak üzere dört grupta sınıflandırılmaktadır. Kısa süreli çalışmada yirmi dakika süreyle uygulanan her senaryonun ardından anket soruları yanıtlanmış ve LDST testi yapılmıştır. Senaryolar arasındaki molalar ile birlikte yaklaşık 120 dakika süren bu çalışmada ayrıca değerlendirmeye sunulan dört statik

senaryonun genel beğeni açısından 1-10 arasındaki sayılar ile derecelendirmeleri beklenmiştir (1: en olumsuz, 10: en olumlu). Her iki çalışmada da senaryoların uygulanma sırası AS1_s, AS2_s, AS3_s ve AS4_s şeklinde olmuştur. Uzun süreli çalışmada dinamik senaryo en son uygulanmıştır. Anket soruları 5'li Likert tipi skala ile yanıtlanmıştır (5: en olumlu, 1: en olumsuz).

2.5. Ölçmeler

2.5. Measurements

Gerek ışığın görsel etkilerine yönelik koşulları belirlemek gerekse ışığın biyolojik etkilerine yönelik hesapları yapabilmek için aydınlık düzeyi, ışığın renk sıcaklığı ve tayfsal erkesel aydınlığın ölçülmesine gereksinme duyulmuştur. Bu ölçmeler deney hacmindeki her masa için yapılmıştır. Göz hizasındaki düşey aydınlık düzeyi, ışığın renk sıcaklığı ve tayfsal erkesel aydınlık UPRtek MK350S tayfsal ışınımölçer ile ölçülmüştür. Göz hizasındaki düşey aydınlık düzeyi ayrıca Konica Minolta T10 aydınlıkölçer ile de saptanmıştır. Masaların çalışma alanındaki referans alınan noktadaki yatay aydınlık düzeyi ve ışığın renk sıcaklığı Konica Minolta CL-200A renk ve aydınlıkölçer ile gerçekleştirilmiştir. Statik aydınlatma senaryoları için yapılan tüm ölçmeler dinamik aydınlatma senaryosu için seçilen beş farklı koşul için de yinelenmiştir (Şekil 2). Referans olarak seçilen 5 numaralı masa için göz hizasında ölçülen tayfsal enerji dağılımları dinamik ve statik aydınlatmalar için Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 5. Dinamik ve statik aydınlatmalardaki tayfsal enerji dağılımları

Figure 5. Spectral energy distributions in dynamic and static lightings

3. Anket ve test sonuçları

3. Survey and test results

Anket, LDST ve PROMIS uyku bozukluğu testi verileri uzun süreli çalışmada Wilcoxon İşaretli

Sıralar Testi, kısa süreli çalışmada Welch testi ile SPSS istatistiksel analiz programı ile değerlendirilmiştir.

3.1. PROMIS uyku bozukluğu testi

3.1. PROMIS sleep disturbance test

Deneklerin her haftanın sonunda (her senaryo için iki kez) yaptığı PROMIS uyku bozukluğu testi verileri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve dinamik senaryonun (AS5_d), 1000 lx (AS2_s) ve 1250 lx (AS3_s) senaryolarına göre %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık gösterdiği saptanmıştır. AS4_s (1500 lx) ile AS3_s (1250 lx) ve AS5_d (dinamik) ile AS4_s (1500 lx) arasında görülen anlamlı fark ise ancak %90 güven düzeyinde olmuştur. Bu sonuçlara göre uyku üzerinde olumlu etki yaratan senaryonun dinamik senaryo olduğu söylenebilir. Elde edilen sonuçlardan yararlanarak aydınlık düzeyi ve/ya da ışığın renk sıcaklığı ile uyku niteliği arasında bir ilişki kurulamamıştır. Bilindiği üzere, iş ve özel yaşantıdaki koşullar da uykunun niteliğini etkilemektedir.

3.2. LDST harf rakam eşleştirme testi

3.2. LDST letter digit substitution test

Uzun ve kısa süreli çalışmada en küçük LDST skoru aydınlık düzeyinin en düşük olduğu AS1_s

(500 lx) senaryosunda ortaya çıkmıştır. Her iki çalışmada aydınlık düzeyinin ≥ 1000 lx olduğu senaryolardaki (AS2_s, AS3_s ve AS4_s) sonuçlar daha olumlu olmuştur.

3.3. Anket sonuçları

3.3. Survey results

Anket soruları arasından çalışmada ulaşılan sonuçları yansıtan on soru seçilmiş, bu sorulara ilişkin istatistiksel değerlendirme bilgileri Tablo 4-5'de sunulmuştur. Seçilen sorular, duygu durumu (3 adet), verimlilik, aydınlık düzeyi (E) ve ışığın renk sıcaklığını (K) değerlendirme (statik aydınlatma), masada okuma yazma gibi çalışma koşullarını ve ortam atmosferini değerlendirme ile ilgilidir. Tablolarda her soruya verilen 1-5 arasındaki puanların ortalaması (μ) ve senaryoların ikili birleşimleri arasındaki anlamlılık düzeyi (p) verilmiştir. Senaryolar uzun süreli çalışmada 1-5, kısa süreli çalışmada 1-4 sayıları ile belirtilmiştir. Uzun süreli çalışmada Tablo 4'te yer verilen soruların hiçbirinde AS5_d ve AS3_s (5-3) ile AS5_d ve AS4_s (5-4) arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Tablo 4. Anket sorularının istatistiksel değerlendirmesi: uzun süreli çalışma

Table 4. Statistical evaluation of the questionnaire: long-term study

Sorular	Senaryo ortalamaları (μ)					Anlamlılık düzeyi (p)							
	AS1 _s	AS2 _s	AS3 _s	AS4 _s	AS5 _d	2-1	3-1	4-1	5-1	3-2	4-2	5-2	4-3
Mutlu-Mutsuz	3.40	3.60	3.80	4.00	4.06	-				-		-	-
Uyanık-Uykulu	3.34	3.85	3.93	4.26	4.03					-		-	
Dikkatli-Dikkatsiz	3.48	3.97	4.01	4.19	4.05					-	-	-	-
Verimli-Verimsiz	3.36	3.78	3.76	3.97	3.96	-			-	-	-	-	-
E; Yüksek-Düşük	2.70	3.87	3.72	4.13	-				-	-	-	-	-
E; Olumlu-Olumsuz	2.83	3.53	3.62	3.46	-	-		-	-	-	-	-	-
K; Soğuk-Sıcak	2.70	4.11	2.48	4.25	-		-		-		-	-	
K; Olumlu-Olumsuz	3.00	3.40	3.66	3.18	-	-		-	-	-	-	-	-
Çalışma; Olumlu-Olumsuz	2.81	3.65	3.65	3.38	3.67	-		-	-	-	-	-	-
Atmosfer; Doğal-Değil	2.95	2.68	3.27	2.89	3.62	-	-	-		-	-		-

■ p<0.05 □ p<0.10

Tablo 5. Anket sorularının istatistiksel değerlendirmesi: kısa süreli çalışma

Table 5. Statistical evaluation of the questionnaire: short-term study

Sorular	Senaryo ortalamaları (μ)				Anlamlılık düzeyi (p)					
	AS1 _s	AS2 _s	AS3 _s	AS4 _s	2-1	3-1	4-1	3-2	4-2	4-3
Mutlu-Mutsuz	3.75	3.67	4.12	3.50	-		-		-	
Uyanık-Uykulu	3.62	4.42	4.27	4.33				-	-	-
Dikkatli-Dikkatsiz	3.75	4.19	4.10	4.10				-	-	-
Verimli-Verimsiz	3.63	3.92	4.08	3.62	-		-	-	-	
E; Yüksek-Düşük	3.00	4.40	4.21	4.73				-		
E; Olumlu-Olumsuz	3.40	3.71	4.00	3.10	-		-	-		
K; Soğuk-Sıcak	2.92	4.13	2.44	4.37					-	
K; Olumlu-Olumsuz	3.56	3.23	4.02	2.92	-		-	-	-	
Çalışma; Olumlu-Olumsuz	3.46	3.60	3.94	3.38	-		-	-	-	
Atmosfer; Doğal-Değil	3.29	2.60	3.54	2.58		-			-	

■ p<0.01 ■ p<0.05 □ p<0.10

4. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

4. Evaluation of survey results

Anket sorularına alınan yanıtların istatistik değerlendirme sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Tablo 4-5):

- **Mutlu-Mutsuz:** Uzun süreli çalışmada hem soğuk hem ılık ışık rengi için aydınlık düzeyindeki yükselme daha mutlu hissettirmiştir. Dinamik aydınlatmadaki (500 lx-1000 lx) mutlu olma hali AS1_s (500 lx) senaryosuna göre daha fazladır (p<0.05). Bu belirlemeler yüksek aydınlık düzeyinde daha mutlu hissedildiğini ortaya koymuştur. Kısa süreli çalışmada ise, öteki senaryolardan anlamlı şekilde farklılaşarak mutlu hissedilen senaryo AS3_s (1250 lx) olmuştur.
- **Uyanık-Uykulu:** AS4_s (1500 lx) senaryosu uzun süreli çalışmadaki en uyanık hissedilen senaryodur. Her iki ışık renginde de aydınlık düzeyinin yükselmesi daha uyanık hissetmeyi sağlamıştır. Kısa süreli çalışmada ise 1000 lx (AS2_s), 1250 lx (AS3_s) ve 1500 lx (AS4_s) senaryoları en düşük aydınlığın uygulandığı 500 lx (AS1_s) senaryosuna göre anlamlı fark göstermiştir. Daha açık bir başka deyişle söz konusu üç senaryo uyanık hissettirmiştir. Öte yandan, AS1_s senaryosuna göre soğuk renkli ışıklarla oluşan AS2_s ve AS4_s senaryoları %99, ılık renkli ışığın kullanıldığı AS3_s senaryosu ise %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık göstermiştir. Bu saptamadan, yüksek aydınlık düzeyinin yanı sıra soğuk renkli ışığın da uyanık hissettirmede rol oynadığı sonucu çıkarılabilir.
- **Dikkatli-Dikkatsiz:** Gerek uzun gerekse kısa süreli çalışmada 1000 lx (AS2_s), 1250 lx (AS3_s) ve 1500 lx (AS4_s) senaryoları dikkatli hissettirmiştir.
- **Verimli-Verimsiz:** Bu soruda deneğin, aydınlatma senaryosunun uygulandığı süre boyunca, ne ölçüde üretken olduğuna ilişkin öz değerlendirme yapması beklenmiştir. Uzun süreli çalışmada aydınlık düzeyinin yükselmesi ile daha verimli hissedildiği görüşü oluşmuştur (p<0.05). Kısa süreli çalışmada verimli hissedilen senaryo AS3_s'tür (p<0.05).
- **Aydınlık düzeyi; Yüksek-Düşük:** Uzun süreli çalışmada 500 lx (AS1_s) aydınlık düzeyi düşük olarak yargılanmıştır. Öteki senaryolar arasındaki fark anlamlı değildir. Kısa süreli çalışmada aydınlığın niceliğine yönelik değerlendirme senaryolardaki aydınlık düzeyleri ile uyumlu olmuştur; nitekim AS1_s

en düşük, AS4_s en yüksek aydınlık olarak nitelendirilmiştir. AS4_s (1500 lx) senaryosu AS3_s'e (1250 lx) göre %99, AS2_s'ye (1000 lx) göre %90 güven düzeyinde anlamlı fark göstermiştir. Bir başka deyişle, soğuk renkli ışıkla oluşan aydınlık ılık renkli ışıkla oluşan aydınlığa göre daha yüksek nicelikte algılanmıştır. Aydınlık düzeyi değerlendirmesinde ışığın rengi de etkili olmaktadır.

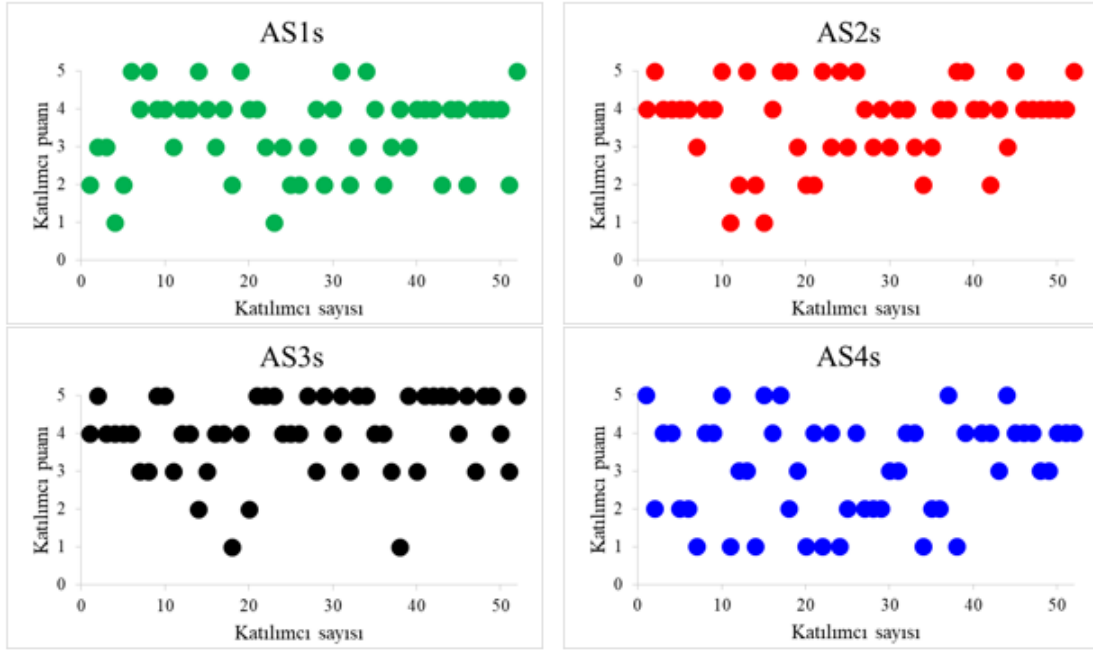
- **Aydınlık düzeyi; Olumlu-Olumsuz:** Uzun süreli çalışmada ılık renkli ışıkla sağlanan yüksek nicelikteki aydınlığın tercih edildiği söylenebilir (p<0.05). Kısa süreli çalışmada AS3_s (1250 lx) senaryosu AS4_s'e (1500 lx) göre %99, AS1_s'e (500 lx) göre %95 güven düzeyinde anlamlı fark göstermiştir (Şekil 6). Farklı bir ifadeyle, AS3_s en düşük ve en yüksek aydınlık senaryolarından daha olumlu nitelendirilmiştir. AS2_s (1000 lx) ise AS4_s'e göre ancak %90 güven düzeyinde anlamlı fark göstermiştir. AS3_s ve AS2_s senaryoları arasındaki fark anlamlı değildir (p>0.10). Bir önceki sorudaki aydınlık düzeyine ilişkin değerlendirmeler de göz önüne alındığında, iki ılık renkli ışıkla oluşan senaryodan AS3_s (1250 lx), iki soğuk renkli ışıkla oluşan senaryodan AS2_s (1000 lx) yeğlenmiştir. Bu belirlemelerden, 500 lx aydınlığın düşük, 1500 lx aydınlığın ise yüksek bulunduğu ve ışık rengi tercihinin ılık renkten yana olduğu çıkarımı yapılabilir.
- **Renk sıcaklığı; Soğuk-Sıcak:** Her iki çalışmada katılımcıların ışığın görünümüne ilişkin değerlendirmeleri ışıkların renk sıcaklıkları ile uyumludur. Bununla birlikte, ılık renkle oluşan iki senaryodan aydınlığın yüksek olduğu AS3_s (1250 lx) daha sıcak, soğuk renkle sağlanan iki senaryodan aydınlığın yüksek olduğu AS4_s daha soğuk yargılanmıştır. Bu durum, aydınlık düzeyi yükseldikçe ılık ışık renginin daha sıcak, soğuk ışık renginin ise tersine daha soğuk algılandığını göstermektedir.
- **Renk sıcaklığı; Olumlu-Olumsuz:** Her iki çalışmada da ılık renkli ışık ile sağlanan yüksek aydınlık düzeyinin tercih edildiği düşünülebilir. Kısa süreli çalışmada deneklerin renk sıcaklığı puanlamasının senaryolara göre değişimi Şekil 7'de gösterilmiştir.
- **Aydınlatma senaryosunun masada okuma-yazma koşullarına etkisi; Olumlu-Olumsuz:** Uzun süreli çalışmada masada çalışma sırasında ılık renkli ışık ile yüksek aydınlık düzeyinin yeğlendiği söylenebilir (p<0.10). Bu

bağlamda kısa süreli çalışmada da AS3_s (1250 lx) olumlu bulunan senaryo olmuştur (p<0.10).

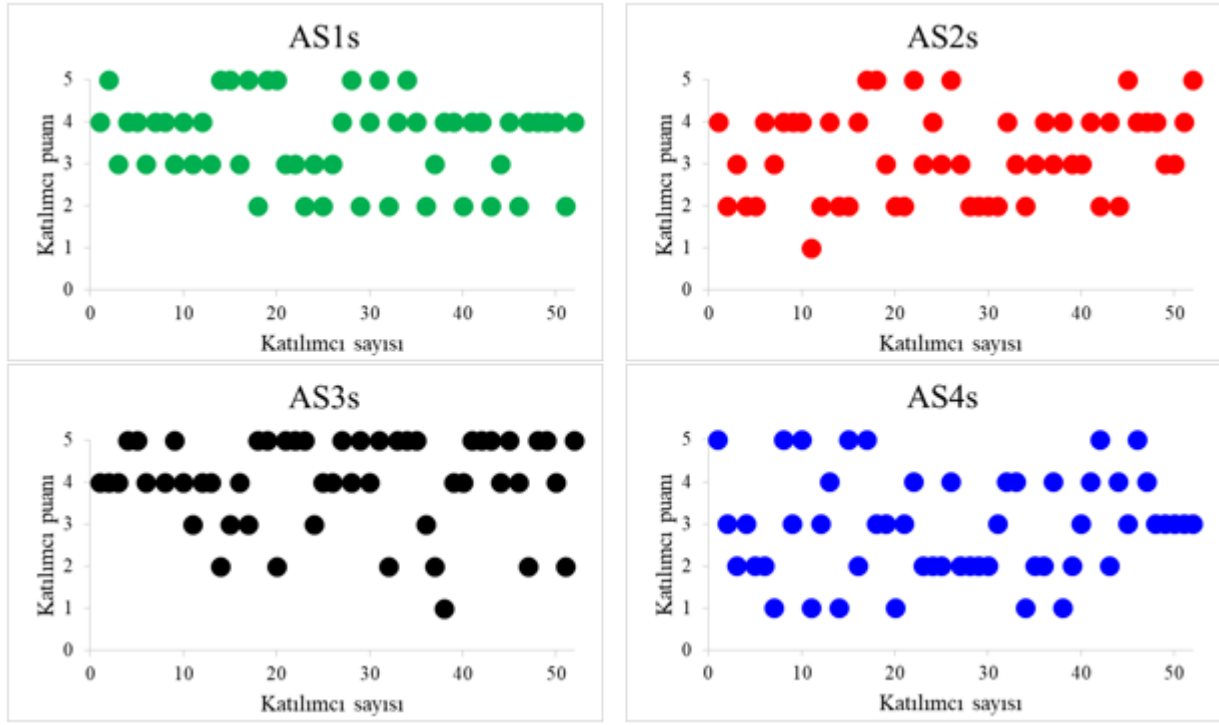
- Hacmin atmosferi; Doğal-Doğal değil: Uzun süreli çalışmada dinamik aydınlatmanın (500 lx-1000 lx) ortam atmosferi 1000 lx senaryosuna göre %95, 500 lx senaryosuna göre %90 güven düzeyinde daha doğal yargılanmıştır. Dinamik aydınlatma ile daha yüksek aydınlıkların söz konusu olduğu öteki iki statik aydınlatma arasında anlamlı fark görülmemiştir (p>0.10). Bir başka deyişle, dinamik aydınlatma niceliği kendi aydınlık düzeyi sınırlarında olan statik aydınlatmalara göre daha doğal değerlendirilmiştir. Kısa süreli çalışmada ılık ışık rengi doğal bulunmuştur. Nitekim bu ışık rengi ile oluşan her iki senaryo (AS1_s ve AS3_s) da doğal nitelendirilmiştir (p<0.01).

Yalnızca uzun süreli çalışmada uygulanan dinamik aydınlatmaya özgü sorulara alınan yanıtlar, bu senaryodaki aydınlık düzeyi ve ışık rengi değişimi ile bu değişimin hızı ve zamanlamasının olumlu bulunduğunu göstermiştir. Söz konusu soruların 1-5 arasındaki değerlendirme ortalamasının üzerindedir (aydınlık düzeyi: 3.91; renk sıcaklığı: 3.75).

Kısa süreli çalışmanın denekleri dört statik senaryoyu anketteki tüm soruları ve yanıtlarını da dikkate alarak genel beğeni bakımından derecelendirmiştir (1: en olumsuz, 10: en olumlu). İstatiksel analizde AS3_s (μ: 7.47) senaryosu öteki senaryolardan anlamlı farklılaşmıştır. Bu fark, AS4_s (μ: 6.03), AS1_s (μ: 6.56) ve AS2_s (μ: 6.77) senaryolarına göre sırasıyla % 99, %95 ve %90 güven düzeyindedir. Bu sonuca göre en beğenilen senaryo AS3_s olmuş, bunu sırasıyla AS2_s, AS1_s ve AS4_s izlemiştir.



Şekil 6. Kısa süreli çalışmada aydınlık düzeyi değerlendirmesinin senaryolara göre değişimi
Figure 6. Variation of illuminance assessment according to scenarios in the short-term study



Şekil 7. Kısa süreli çalışmada ışığın renk sıcaklığı değerlendirmesinin senaryolara göre değişimi
Figure 7. Variation of colour temperature assessment according to scenarios in the short-term study

5. Bulgular ve tartışma

5. Findings and discussion

Işık görsel olmayan biyolojik ve davranışsal etkileri önemli ölçüde aydınlatan ışığın göz hizasındaki tayfsal enerji dağılımına, dolayısıyla ışık rengine ve oluşturduğu aydınlık düzeyine bağlıdır. Enerji dağılımları farklı iki ışıkla birbirine yakın etkiler elde edebilmenin yolu bu ışıkların oluşturdukları aydınlıkların niceliklerinde fark yaratmaktır. Işık renkleri ve oluşturdukları aydınlıklar birbirine yakın nicelikte melanopik eşdeğer günışığı aydınlığı elde edecek şekilde ayarlanmış aydınlatma senaryolarına maruz bırakılan kişilerin tepkileri de birbirine yakın mı olur? Bu soruya yanıt aramak için kurgulanan AS2_s ve AS3_s senaryolarında uzun süreli çalışma kapsamında benzer tepkiler alınmıştır. Bununla birlikte, kısa süreli çalışmada AS3_s senaryosu çeşitli yönlerden AS2_s senaryosuna tercih edilmiştir. Bu tercihte önemli ölçüde soğuk renge karşı düşük beğenin belirleyici olduğu söylenebilir. Bu sonuç, ılık renge göre sıcak rengin yeğlendiği Tonello vd.'nin çalışması ile paraleldir (Tonello vd., 2019).

İnsanlar genel olarak gerek açık gerekse kapalı mekanlarda günışığının soğuk renginden rahatsızlık duymaz, tersine doğal ışığın varlığından hoşnut olurlar. Gün içinde, özellikle sabah saatlerinde günışığından yararlanmanın

depresyonu azaltma, uyku kalitesini artırma, ruh halini iyileştirme gibi birçok olumlu etkisi vardır (Figueiro vd., 2017). Buna karşın, insanların ışığın renksel görünümü bakımından tercihleri lamba ışığı söz konusu olduğunda farklı olabilmektedir.

Beklediği gibi, yüksek aydınlık düzeyi ve soğuk ışık rengi temelde dinlenmiş, enerjik ve uyanık hissetmede etkili olmuştur. Çalışmanın bu sonucu, yüksek aydınlık düzeyi ve/ya da renk sıcaklığının canlılığı ve uyanıklığı artırdığını belirten başka araştırmalar ile uyumludur (Mills vd., 2007; Smolders vd., 2012; Viola vd., 2008).

Katılımcılar aydınlık düzeyinin yüksek olduğu AS3_s (1250 lx) ve AS4_s (1500 lx) senaryolarında daha mutlu hissettiklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuç, 1000 lx ve üstündeki aydınlıkların insanların ruh hali ve sosyal iletişimine olumlu yansıdığı rapor eden araştırmalar ile paraleldir (aan het Rot vd., 2008).

Günlük anket soruları ve LDST harf rakam eşleştirme testi sonuçları en az yeğlenen aydınlatma senaryosunun AS1_s (500 lx, 4000 K) olduğunu göstermiştir. Aydınlık düzeyinin 1000 lx ve üzerinde olduğu senaryolarda doğru eşleştirilen harf rakam sayısı 500 lx aydınlığın uygulandığı AS1_s senaryosundan daha fazla olmuştur. Bu sonuç, aydınlığın niceliğindeki yükselmenin dikkat üzerinde olumlu etkisi olduğunu ifade eden başka çalışmalar ile uyumludur (Avery vd., 2001). Hem

uzun hem kısa süreli çalışmada aydınlığın niceliği, ışığın rengi ve masada çalışma sırasındaki etkisi bakımından en olumlu bulunan senaryo AS3_s'tür (1250 lx, 4000 K). Bu yargı üzerinde sıcak renkli ışığa karşı beğenin de rol oynadığı söylenebilir. Bu sonuç başka araştırmaların bulguları ile paralellik göstermektedir (Tonella, 2019; Baniya vd., 2015). Ilık renkli ışıkla oluşan AS1_s senaryosundaki 500 lx genel olarak düşük bulunduğundan ılık renkteki ışığın kullanıldığı ikinci seçenek olan AS3_s senaryosu yeğlenmiştir. Kısa süreli çalışmada AS3_s senaryosu ile birlikte AS2_s senaryosu da (1000 lx, 5500 K) AS4_s senaryosundan (1500 lx, 5500 K) daha fazla tercih edilmiştir. Bu belirlemelere göre, 500 lx aydınlık düşük, 1500 lx aydınlık yüksek bulunmuş ve ılık renkli ışık soğuk renkli ışığa yeğlenmiştir. Bu veriler ışığında, yüksek aydınlık düzeyi ve/ya da soğuk ışık rengini gün boyunca uygulamak yerine ışığın görsel olmayan etkilerinden yararlanmak üzere gün içinde gereksinim duyulan zaman ve sürelerde uygulamak uygun bir yaklaşım olabilir. Nitekim, gün içinde sınırlı sürelerde 2500 lx aydınlığa maruz bırakılan büro çalışanlarının ruh halinin iyileştiği ve daha canlı hissettikleri gözlenmiştir (Partonen vd., 2000; Avery vd., 2001). Dinamik aydınlatmadaki (500 lx-1000 lx) değişken ortam atmosferi, AS1_s (500 lx) ve AS2_s (1000 lx) statik senaryolara göre daha doğal bulunmuştur. Dinamik aydınlatmanın seçenek olmadığı kısa süreli çalışmada ılık ışık renkleri ile oluşan AS1_s ve AS3_s senaryoları doğal olarak yargılanmıştır.

6. Sonuçlar

6. Results

Günümüzde insan odaklı aydınlatma, bir başka deyişle bütünleyici aydınlatma kavramı büyük önem kazanmıştır. Işığın insan üzerinde çeşitli duygusal ve biyolojik etkileri olduğu kabul edilmekte ve gerek gündüz iş yerindeki verimliliği gerekse gece uyku kalitesini etkilediği bilinmektedir. Bununla birlikte, insan merkezli aydınlatma ile ilgili aydınlatma tasarım ilkeleri henüz tanımlanabilmiş değildir. Uluslararası aydınlatma kurumları tarafından çeşitli işlev ve etkinlik biçimleri için uygun aydınlık düzeyi ve ışık tayfı hakkında önerilerin yapılmasına gereksinme vardır.

Bu çalışmada aydınlık düzeyi ve ışık rengi farklı aydınlatma senaryolarının büro çalışanları üzerindeki etkilerini belirlemek ve çalışanların bu senaryolara ilişkin yaptıkları değerlendirmelerden yararlanarak optimum koşulları saptamak hedeflenmiştir. Aydınlatma senaryoları uzun ve

kısa süreli olmak üzere iki farklı çalışma koşulunda anket çalışması ile karşılaştırılmıştır. Uzun süreli çalışmada yer alan katılımcı sayısının daha az olmasına ve deneklerin çeşitli akademik etkinlikleri gereği deney hacminde geçirdikleri sürenin de farklılık göstermesine karşın ulaşılan sonuçlar kısa süreli çalışmanın sonuçlarına önemli ölçüde benzerdir.

Aydınlatma senaryolarının kısa süreli çalışma kapsamında yapılan beğeni sıralamasında AS3_s senaryosu (1250 lx, 4000 K) ötekilere göre ön plana çıkmış, bunu sırasıyla AS2_s, AS1_s ve AS4_s senaryoları izlemiştir. Her iki çalışmada da 500 lx aydınlık düzeyi düşük (AS1_s), 1500 lx aydınlık düzeyi (AS4_s) ise yüksek olarak yargılanmıştır. Benzer şekilde her iki çalışma koşulunda da ılık renkli ışık soğuk renkli ışığa tercih edilmiştir. Soğuk ışık rengi temelde olumsuz ancak canlandırıcı ve uyarıcı olarak değerlendirilmiştir. Işığın biyolojik etkilerini artırmada rol oynayan iki seçenekten biri olan 'aydınlık düzeyini yükseltmek' enerji korunumu bakımından yeğlenmeyip öteki seçenek olan 'soğuk renkli ışığı kullanmak' daha akılcı bulunabilir. Bununla birlikte kullanıcının ışığın görsel ve görsel olmayan etkileri açısından tercihleri birbiriyle çelişebilmektedir. Bu çalışmanın önemli sonuçlarından biri de ışığın renk sıcaklığına ilişkin kararda kullanıcı tercihlerinin göz ardı edilmemesi gereğidir. Bu bağlamda, soğuk renkli ışık ve/veya yüksek aydınlık düzeyini sürekli kullanmak yerine bunların kullanımına gün içinde çalışanların daha enerjik, uyanık hissetmesine gereksinim duyulduğu zaman dilimlerinde başvurmak enerji etkin ve dengeli bir yaklaşımdır. Günümüzde aydınlatma otomasyon sistemleri ile aydınlık düzeyi ve/veya ışık rengi istenildiği gibi ayarlanabilmekte, böylece gün içinde değişen gereksinimlerin karşılanması olanaklı olabilmektedir.

Bu araştırma kapsamında ılık renkli ışığın uygulandığı iki senaryo ele alınabilmiştir. Renk sıcaklıkları eşit (4000 K) olan bu iki senaryonun aydınlık düzeyleri (500 lx ve 1250 lx) arasında kalan farklı niceliklerdeki aydınlıkların da ayrıca değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Ilık renkli ışık ile 750 lx ve 1000 lx aydınlıkların oluşturulduğu senaryoların değerlendirildiği başka çalışmalar yapılarak bu çalışmanın genişletilmesi insan odaklı aydınlatma için optimum çözüm önerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Acknowledgement

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDK-2019-3594 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Bu çalışmanın yazarları YTÜ BAP Koordinasyon Birimi'ne ve aydınlatma düzeninin kurulmasına verdikleri destekten ötürü Signify Aydınlatma'ya teşekkür ederler.

Yazar katkısı

Author contribution

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Etik beyanı

Declaration of ethical code

Bu çalışmada yazarlar, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederler.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

References

- aan het Rot, M., Moskowitz, D.S. & Young, S.N. (2008). Exposure to bright light is associated with positive social interaction and good mood over short time periods: A naturalistic study in mildly seasonal people. *Journal of Psychiatric Research*, 42(4), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2006.11.010>
- Avery, D. H., Kizer, D., Bolte, & M. A., Hellekson, C. (2001). Bright light therapy of subsyndromal seasonal affective disorder in the workplace: morning vs. afternoon exposure. *Acta Psychiatr Scand*, 103, 267–274.
- Baniya, R. R. & Tetri, E. (2015). A study of preferred illuminance and correlated colour temperature for LED office lighting. *Light and Engineering*, 23 (3), 39-47.
- Berson, D.M., Dunn, F.A. & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science*, 295, 1070–1073.

- Canazei, M., Dehoff, P., Staggl, S. & Pohl, W. (2014). Effects of dynamic ambient lighting on female permanent morning shift workers. *Lighting Research & Technology*, 46, 140–156.
- de Kort, Y.A.W. & Smolders, K.C.H.J. (2010). Effects of dynamic lighting on office workers: First results of a field study with monthly alternating settings. *Lighting Research & Technology*, 42, 345–360.
- European Committee for Standardization. (2019). *Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places*, EN 12464-1. Brussels: CEN.
- European Committee for Standardization. (2017). *Quantifying irradiance for eye-mediated non-image-forming effects of light in humans*, PD CEN/TR 16791. Brussels: CEN.
- Figueiro, M.G., Steverson, B., Heerwagen, J., Kampschroer, K., Hunter, C.M., Gonzales, K., Plitnick, B. & Rea, M.S. (2017). The impact of daytime light exposures on sleep and mood in office workers. *Sleep Health*, 3, 204-215.
- Hattar, S., Liao, H.W., Takao, M., Berson, D.M. & Yau, K.W. (2002). Melanopsin-containing retinal ganglion cells: Architecture, projections, and intrinsic photosensitivity. *Science*, 295, 1065–1070. <https://doi.org/10.1126/science.1069609>.
- Hubalek, S., Brink, M. & Schierz, C. (2010). Office workers' daily exposure to light and its influence on sleep quality and mood. *Lighting Research & Technology*, 42, 33-50.
- International Commission on Illumination. (2019). *CIE Position statement on non-visual effects of light, Recommending proper light at the proper time*. [https://cie.co.at/files/CIE%20Position%20Statement%20-%20Proper%20Light%20at%20the%20Proper%20Time%20\(2019\)_0.pdf](https://cie.co.at/files/CIE%20Position%20Statement%20-%20Proper%20Light%20at%20the%20Proper%20Time%20(2019)_0.pdf).
- International Commission on Illumination. (2011). *International lighting vocabulary*. CIE S017/E. Vienna: CIE. <https://cie.co.at/e-ilv>.
- Jolles, J., Houx, P.J., Van Boxtel, M.P.J. & Ponds, R.W.H.M. (1995). Maastricht Aging Study: Determinants of cognitive aging. Maastricht, The Netherlands: Neuropsych Publishers.
- Lucas, R.J. et. al (2014). Measuring and using light in the melanopsin age, *Trends in Neurosciences*, 37, (1), 1-9.
- Maierova, L., Borisuit, A., Scartezzini, J. L., Jaeggi, S. M., Schmidt, C. & Münch, M. (2016). Diurnal variations of hormonal secretion, alertness and cognition in extreme chronotypes under different lighting conditions. *Scientific Reports*, 6: 33591. <https://doi.org/10.1038/srep33591>.

- Mills, P.R., Tomkins, S. & Schlangen, L.J.M. (2007). The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. *Journal of Circadian Rhythms*, 5, 2. <https://doi.org/10.1186/1740-3391-5-2>.
- Partonen, T. & Lönnqvist, J. (2000). Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy People. *Journal of Affective Disorders*, 57, 55–61.
- Patania, F., Gagliano, A., Nocera, F., Galesi, A. & Caserta, J. (2012). The dynamic lighting into the working environment. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 7, (4), 394–408.
- PHO. (2008-2012). *PROMIS-Sleep disturbance-short form-Adult*. PROMIS Health Organization and PROMIS Cooperative Group.
- Schlangen, L.J.M., Verhaegh, J., Denissen, A.J.M., Talen, H.J., Herremans, H.M.L., Bikker, J.W., de Ruyter, B. & Lemmens, P.M.C. (2015). Workplace illumination effects on acuity, cognitive performance and well-being in older and young people. 28th CIE Session. Manchester, United Kingdom, 87-95.
- Smolders, K.C.H.J., de Kort, Y.A.W. & Cluitmans, P.J.M. (2012). A higher illuminance induces alertness even during office hours: Findings on subjective measures, task performance and heart rate measures. *Physiology&Behaviour*, 107, 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.04.028>.
- Tonello, G., de Borsetti, N.H., Borsetti, H., Tereschuk, L. & Lopez Zigarán, S. (2019). Perceived well-being and light-reactive hormones: An exploratory study. *Lighting Research & Technology* 51, 184-205.
- Van der Elst, W., van Boxtel, M.P.J., van Breukelen, G. & Jolles, J. (2006). The letter digit substitution test: Normative data for 1858 healthy participants aged 24-81 from the Maastricht aging study (MAAS): Influence of age, education, and sex. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 998-1009. <https://doi.org/10.1080/13803390591004428>.
- Viola, A.U., James, L.M., Schlangen, L.J.M. & Dijk, D.J. (2008). Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 34, 297–306.