

# İnsan Odaklı Aydınlatma

## Human Centric Lighting

Özge MEMİŞ<sup>1</sup> , Nazmi EKREN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, 34722, Göztepe Kampüsü, Kadıköy, İstanbul

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 34722, Göztepe Kampüsü, Kadıköy, İstanbul

### Öz

Geçmiş zamanlarda insanlar vakitlerinin çoğunu dış ortamlarda ve güneş ışığı altında geçirmekteydi. Günümüzde ise insanlar vakitlerinin çoğunu ev, ofis, hastane, okul gibi kapalı ortamlarda ve yapay aydınlatma kaynaklarının oluşturduğu ışıklar altında geçirmektedir. Gün ışığı, güneşin konumundaki değişime göre gün içerisinde renk sıcaklığı, ışık şiddeti, ışık rengi gibi parametrelerde değişim gösterdiğinden dolayı dinamik yapıdadır. Buna karşın yapay ışık kaynakları ile sağlanan aydınlatma gün boyu sabittir. İnsan sirkadiyen ritmi ve buna bağlı biyolojik saati dünyanın aydınlık karanlık döngüsü ile senkronizedir. Dolayısıyla kapalı ortamlarda maruz kalınan aydınlatmaya bağlı olarak insanların sirkadiyen ritimlerinin bozulması nedeniyle sorunlar oluşabilir. İnsanların yaşam ve çalışma alanlarına güneş ışığının dinamik atmosferinin taşınması ve biyolojik saat ile sirkadiyen ritimlerinin bozulmasının önlenmesi amacıyla “insan odaklı aydınlatma” fikri doğmuştur. Yapılan çalışmada insan odaklı aydınlatma ve etkileri ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Aydınlatma, Işık, ipRGC Hücreleri, Sirkadiyen Ritim, Biyolojik Saat, Işığın Görsel Olmayan Etkileri, Işığın İnsana Olan Etkileri

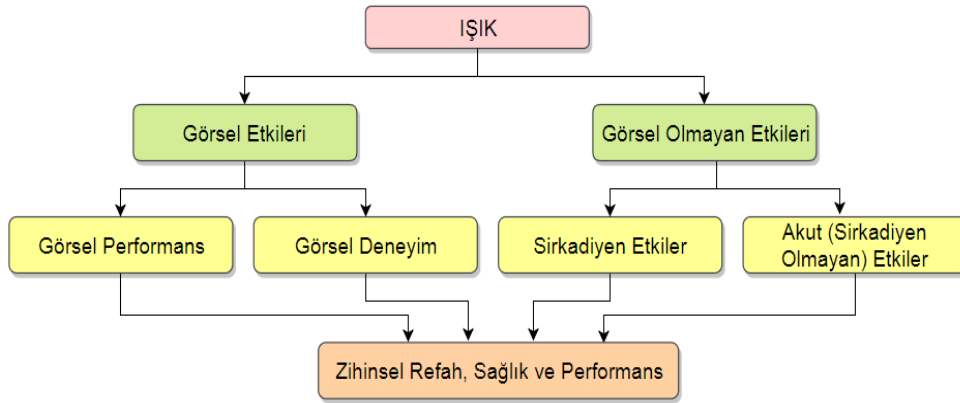
### Abstract

In the past, people have spent most of their time in an outdoors and in the sunlight. Nowadays, people spend most of their time in an indoors such as home, office, hospital, school and under the lights of artificial lighting sources. Daylight is dynamic due to changes in parameters such as color temperature, light intensity, light color during the day according to the change in the position of the sun. In contrast, lighting provided by artificial light sources is constant throughout the day. The human circadian rhythm and its associated biological clock are synchronized with the light dark cycle of the world. Therefore, depending on the lighting that is exposed in indoor environments, problems may arise due to the deterioration of the circadian rhythm of people. The idea of human centric lighting emerged in order to create a dynamic atmosphere of sunlight in people's life and working areas and to prevent the deterioration of the biological clock and circadian rhythms. In this study, human centric lighting and its effects are discussed.

**Keywords:** Lighting, Light, ipRGC Cells, Circadian Rhythm, Biological Clock, Non-Visual Effects of Light, Effects of Light on Human

## I. GİRİŞ

Işık ve insan arasındaki ilişki etrafımızdaki nesnelere görme ve tanıma gibi basit süreçlerden çok daha ötesini içerir. Işığın insanlar üzerindeki etkisi henüz tümüyle bilinmemekle birlikte görsel ve görsel olmayan etkiler olmak üzere iki farklı grupta incelenebilir [1]. Sinir sisteminin oluşturduğu emirlerin ve bununla birlikte salgılanan hormonların etkilediği biyolojik sistem, hormon ve sinir sisteminin ışık ile tepkimesinden etkilenir [2]. Son yıllarda yapılan araştırma çalışmalarında göze gelen ışığın nicelik ve niteliğinin, sirkadiyen ritim, biyolojik saat, biyolojik sistem, algı mekanizması ve psikolojik durum üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır [3]. Şekil 1’de ışığın insan işleyişi üzerindeki potansiyel etkisi için farklı rotaların şematik genel görünümü gösterilmiştir [4].



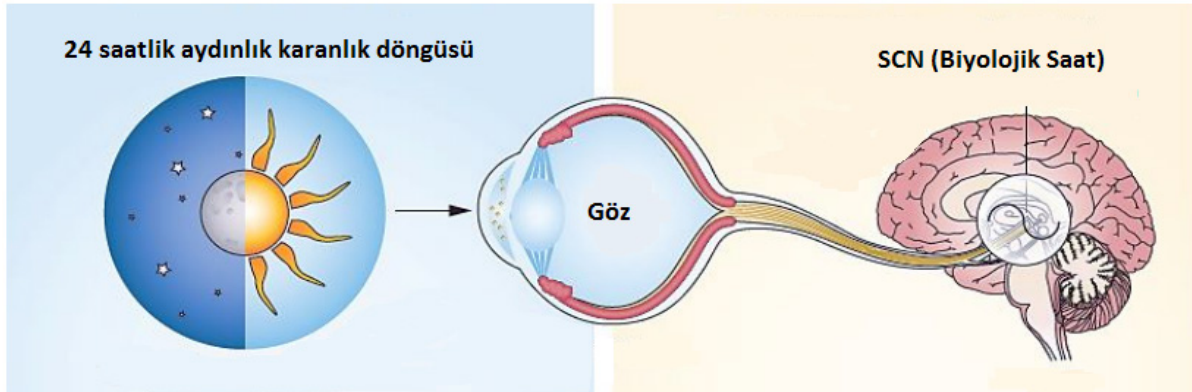
Şekil 1. Işığın insan işleyişi üzerindeki potansiyel etkisi için farklı rotaların şematik genel görünümü [4]

Işık; biyolojik saati, dünyanın aydınlık karanlık döngüsü ile senkronize eden birincil uyarıcı ve insan sağlığı ile refahında rol oynayan önemli bir çevresel faktördür. Işık, görmeyi gerçekleştirmenin yanı sıra insanın fizyolojik ve psikolojik sağlığı üzerinde çok önemli etkilere sahiptir [5]. Görme için gerekli olan ışık, aynı zamanda sabahları uyanmamıza ve akşamları uykuya dalmamıza yardımcı olur, ruh halimizi, uyanıklığımızı, dikkatimizi ve vücudun biyolojik saatini de etkiler. Bu işlevlerine ışığın görsel olmayan etkileri denir [6]. Işık, dünyada ki insan yaşamının da buna dahil olduğu bütün yaşam ritimlerini belirler [7]. Kapalı ortamlarda kullanılan yapay aydınlatma kaynaklarının oluşturduğu ışığın, parlaklık, renk sıcaklığı gibi parametrelerinin gün boyunca aynı olması dinamik gün ışığı yapısı ile uyumlu olmadığından dolayı insan metabolizmasının ihtiyaçlarına cevap veremez [8]. Bu nedenle insanlar, sirkadiyen ritim bozuklukları ve buna bağlı çeşitli olumsuzluklarla karşılaşabilir. Bu olumsuzlukların giderilmesi için gün ışığının insana olan etkileri ile farklı dalga boylarına sahip ışığın insanlar üzerinde

fizyolojik ve psikolojik etkileri incelenerek akıllı aydınlatma sistemleri geliştirilebilir [9].

## II. SİRKADİYEN RİTİM VE BİYOLOJİK SAAT

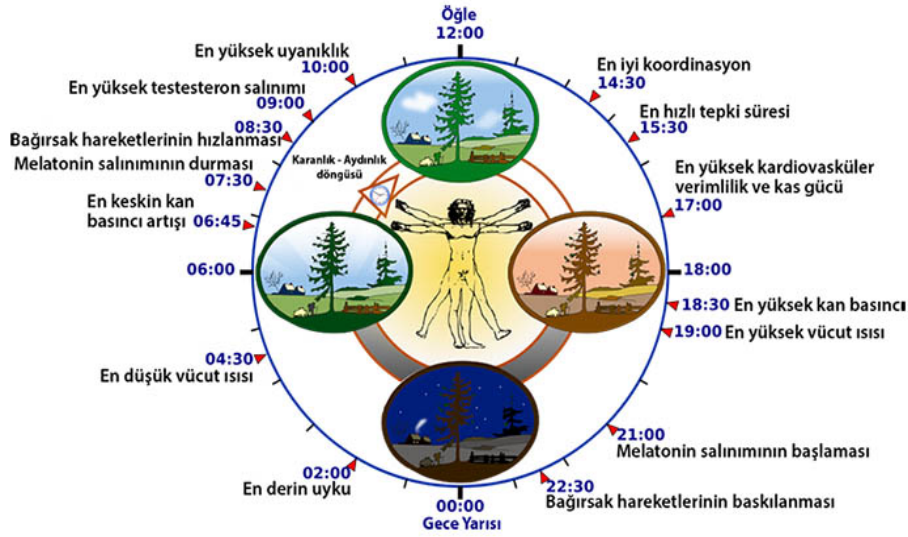
Sirkadiyen ritim, 24 saatlik bir döngüde tekrarlanan sindirim, uyku, hormon salgılama ve vücut ısısı gibi kendini tekrar eden biyolojik olayların temel döngüsüdür [6]. Işık, göz retinasına düştükten sonra sinir sistemi aracılığıyla hipotalamusta suprakiazmatik çekirdek (SCN) olarak isimlendirilen bölgeye iletilir ve vücudun biyolojik saatini kontrol ederek sirkadiyen ritmi düzenler. Böylece insan vücudundaki hormon salgıları, korteks çalışması, vücut ısısı, uyku-uyanıklık döngüsü gibi faaliyetlerin belli periyotlar da olması sağlanır. Işık, vücuttaki temel görevlerinden biri sirkadiyen ritmi düzenlemek olan melatonin hormonunun salgılanmasında etkilidir. Parlak mavi ışık, melatonin hormonu salgısını baskımlarken karanlık melatonin hormonu salgısını artırır. Güneş ışığı, sirkadiyen ritmin düzenlenmesinde yapay ışığa göre daha etkilidir [10].



Şekil 2. Dünyanın 24 saatlik aydınlık karanlık döngüsünün biyolojik saate etkisi [11]

Sabah saatlerinde ki ışık miktarı vücudun biyolojik saatini tetikler. Tetiklenen vücut bu uyarana serotonin, kortizol ve adrenalin gibi hormonlar salgılayarak cevap verir. Hormon salgılanmanın yanında metabolizma hızı ve vücut sıcaklığı da yükselir. Öğle saatlerinden sonra metabolizma hızı en üst seviyeye ulaşır. Akşam saatlerinde güneşin batmasıyla birlikte biyolojik saat epifiz bezini uyarır. Epifiz bezi

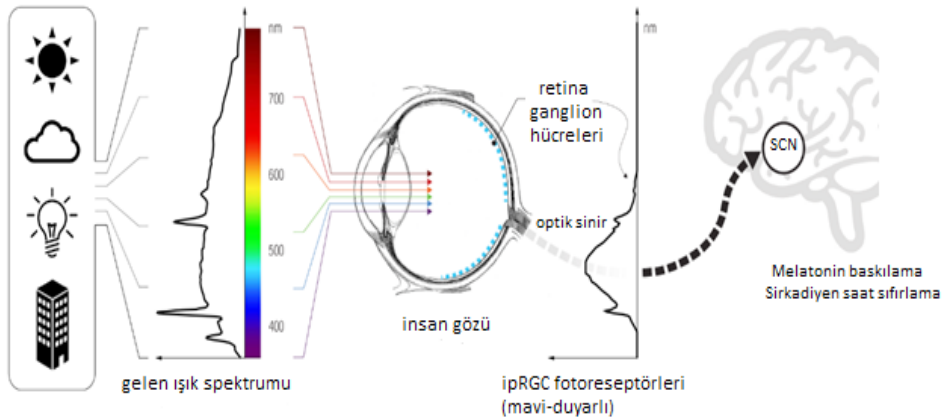
bu uyarı karşısında salgıladığı serotonin hormonunu, melatonin hormonuna çevirir ve vücut sıcaklığını düşürür. Gece saatlerinde melatonin hormonu salgısı artar ve vücut sıcaklığı azalır. Sabah saatlerinde tekrardan melatonin hormonu salgısı durdurulur ve bu döngü 24 saatlik düzende bu şekilde devam eder [6]. Şekil 3'te sirkadiyen ritim döngüsü gösterilmiştir.



Şekil 3. Sirkadiyen Ritim veya Biyolojik Saat Döngüsü [12]

Dünyanın aydınlık-karanlık döngüsü, insan biyolojik saati üzerinde etkili olmaktadır [13]. Son yıllarda yapılan araştırmalarda memeli sınıfındaki canlıların retinalarında görmeyi sağlayan çomak ve koni hücreleri olarak bilinen fotoreseptörlerin dışında ipRGC hücreleri (intrinsically photosensitive retinal ganglion cells – ışığa duyarlı retina ganglion hücreleri) keşfedilmiştir [4]. Bu hücreler, görmenin oluşmasını sağlayan süreçlere direkt etkilerinin olmaması ve ışık spektrumundaki mavi ışığın dalga boyuna (~460 – 480nm) verdikleri tepkiler sebebiyle sirkadiyen ritim ile

ilişkilendirilmişlerdir [14]. Bu fotoreseptör hücreleri, melatonin proteini salgılayarak sirkadiyen ritim, nörodavranışsal ve nöroendokrin gibi sistemleri etkilemektedir. ipRGC hücrelerine gelen ışık, nöral sinyallere çevrilir ve beyinde bulunan suprakiazmatik çekirdeğe (SCN) iletilmesiyle sirkadiyen uyarı gerçekleşir. [15]. ipRGC hücreleri gün boyunca beynimize hormon ve nörotransmitterleri üretmesi veya inhibe etmesi için sinyaller yollar. Bu hücrelerin keşfiyle ışığın görsel olmayan etkilerinin olduğu anlaşılmıştır [4]. Şekil 4'te ipRGC hücrelerinin işleyişi gösterilmiştir.



Şekil 4. ipRGC hücrelerinin işleyişi [16]

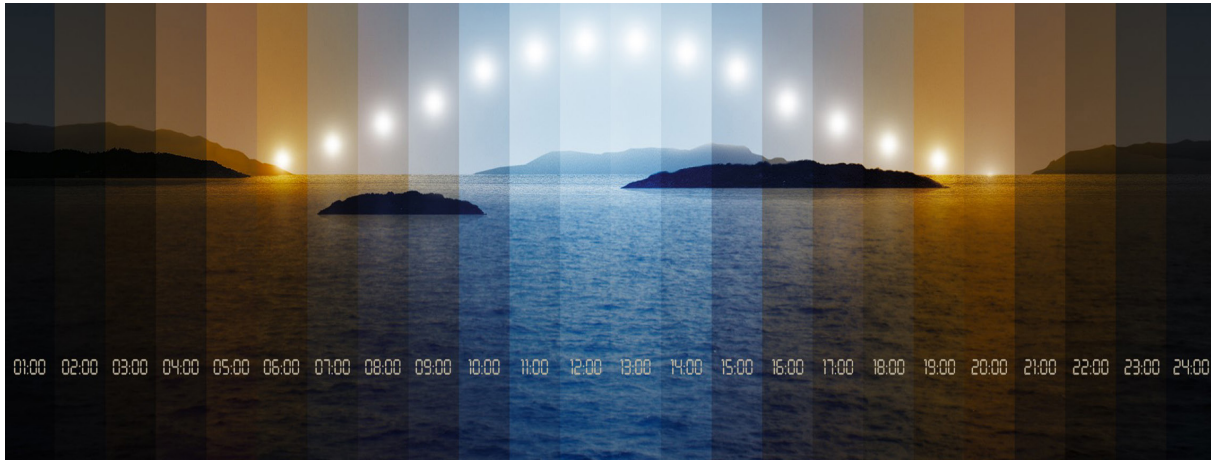
2017 Nobel Tıp Ödülü, insan sağlığı için önemli olan sirkadiyen ritmi kontrol eden moleküler mekanizmalar ile ilgili çalışmalar yapan Michael Rosbash, Jeffrey C. Hall, ve Michael W. Young isimli üç bilim adamına verildi. Sirkadiyen ritmi kontrol eden geni bulan bilim adamları, bu genin gün içinde azalan ve gece artan bir protein ürettiğini buldu [17].

### III. İNSAN ODAKLI AYDINLATMA

İnsan metabolizması üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkileri olan gün ışığı, güneşin konumundaki değişime göre gün içerisinde renk sıcaklığı, ışık şiddeti, ışık rengi, parlaklık gibi parametrelerde değişim gösterdiğinden dolayı dinamik yapıdır [1]. Gün ışığında ki değişimler, insanın sirkadiyen (günlük) ritmi üzerinde etkilidir [6]. İnsan sirkadiyen ritmi ve buna bağlı biyolojik saati dünyanın aydınlık-karanlık

döngüsü ile senkronizedir. İnsanların yaşam ve çalışma alanlarına güneş ışığının dinamik atmosferinin taşınması ve biyolojik saat ile sirkadiyen ritimlerinin bozulmasının önlenmesi amacıyla “insan odaklı aydınlatma” fikri doğmuştur.

İnsan odaklı aydınlatma; yapay bir aydınlatma ortamında gün ışığının biyolojik etkilerini elde etmek için teknik yöntemler bütünüdür. Yapılan araştırmalar ve ipRGC hücrelerinin keşfedilmesi sonucunda gün ışığının görsel olmayan etkilerinin olduğu ve insan metabolizması üzerinde önemli etkilerinin olduğu anlaşılmıştır. Şekil 5’te güneşin konumuna bağlı olarak gün boyunca değişen renk sıcaklığını ve parlaklığı gösteren fotoğraf çalışması gösterilmiştir. Gün doğumu ve batımında 2000K-3000K aralığında ve sarı, turuncu, amber gibi renk tonlarında olan güneş ışığı, öğle saatlerinde 5500K-6500K aralığında ve parlak mavi, beyaz tonlarına sahiptir [18].



Şekil 5. Güneşin konumuna bağlı olarak gün boyunca değişen renk sıcaklığını ve parlaklığı gösteren fotoğraf çalışması [19]

İnsan odaklı aydınlatmada, güneş ışığının dinamik yapısının incelenmesi sonucunda doğal ışık kalitesinde yapay ışık elde ederek insan metabolizmasının gün ışığına verdiği reaksiyonların sağlanması hedeflenmiştir [18]. İnsan odaklı aydınlatma uygulamaları, aydınlatmanın insanlar için görsel, duygusal ve biyolojik faydalarını dengelemeyi amaçlar [5]. 24 saatlik günlük döngüde insanların sağlıklı sirkadiyen ritimleri, insan odaklı aydınlatma sistemleriyle desteklenerek korunmaya çalışılır [1]. İnsan odaklı aydınlatma konsepti, estetik bir perspektiften ziyade refah, ruh hali ve sağlığı teşvik eden aydınlatma sistemleri geliştirmeyi hedeflemektedir [18]. İnsan odaklı aydınlatma sistemleri, özellikle gün ışığının etkilerinin görülemediği alanlarda kullanılmalıdır. Bu sistemlerde gün içerisindeki saatlere göre gün ışığındaki ışık şiddeti, aydınlık seviyesi ve renk sıcaklığı gibi parametrelerdeki değişimler modellenip senaryolaştırılarak kullanıcıya dinamik ışığın etkin olduğu aydınlatma tasarımları sunulabilir. Bu

parametreleri değiştirmek için aydınlatma kontrol sistemleri ve sensör teknolojilerinden faydalanılabilir. Şekil 6’da venn şemasında gösterildiği gibi, aydınlatma, görsel performansının ötesinde insan fizyolojisi ve performansını etkileyen birçok unsurun merkezindedir [20].



Şekil 6. İnsan odaklı aydınlatma kavramı[20]

İnsan odaklı aydınlatma çalışmaları için üzerinde durulan uygulama alanları ofisler, eğitim öğretim yapılan kurumlar, sağlık hizmeti veren kuruluşlar ve vardiyalı sistemde çalışılan endüstri kuruluşlarıdır [21].

### 3.1 Ofisler

İnsan odaklı aydınlatma sistemleri, çalışanların işyerinde, özellikle gün ışığının yetersiz olduğu ofislerde ve ayrıca biyolojik saatin gün ışığına zorlukla senkronize edildiği kış aylarında da rahatlık sağlayabilir. Ofis ortamlarında insan odaklı aydınlatma sistemlerinin uygulanması çalışanların daha az kaygıya sahip olmalarını, canlılıklarının artmasını, ruh hallerinin iyileşmesini, göz yorgunluklarının azalmasını ve iş tatminlerinin artmasını sağlar. Bu durum işveren açısından da yapılan işlerde düşük hata oranları, azalan işe gelmeme, artan enerji tasarrufu, artan motivasyon, artan iş tatmini, işle ilgili stres seviyesinin azalması, daha güvenli çalışma ortamı gibi avantajlar elde edilmesini sağlar [22]. İnsan odaklı aydınlatma sistemleri yaratıcılık, performans ve konsantrasyon seviyesini artırır [14]. Konsantrasyon ve enerjinin artması; daha yüksek ve odaklı iş motivasyonu, iş performansında ve canlılık hissinde artış, yorgunluk ve sersemleme hissiyatında azalışa sebep olarak personel memnuniyetine katkı sağlar ve iş verimliliğini artırır [6].

### 3.2 Eğitim Yapılan Ortamlar

Öğrenciler için uyanıklık ve uyku ritimlerinin düzenlenmesi bir zorluktur. Sirkadiyen ritmin aydınlatma sistemleri ile desteklenmesi, eğitim öğretim sürecinde dikkat ve odaklanma seviyesinin artırılması ve hata yapma olasılıklarının düşmesine imkan sağlar [23]. Eğitim ortamları için yapılan aydınlatma tasarımında insan sirkadiyen ritmi göz önünde bulundurulmalıdır. Okul ortamlarında yapılan araştırmalar gösteriyor ki renk sıcaklıkları ve ışık düzeyleri öğrenme ve zindeliği doğrudan etkilemektedir [24]. İnsan odaklı aydınlatma sistemlerinin eğitim ortamlarında kullanılmasıyla öğrencilerin öğrenme performansı ve uyku düzenlerinin iyileştirilmesi, daha uyanık olmaları, derse katılmaları, konsantrasyon ve motivasyonlarının artırılması amaçlanır [22].

### 3.3 Sağlık Kuruluşları

Çeşitli nedenlerden dolayı tedavi için hastaneye yatırılan hastalar çoğu zaman hareketsizdir ve dışarı çıkamadıklarından dolayı istikrarlı bir sirkadiyen ritmi elde etmek için beynin ihtiyaç duyduğu gün ışığını alamazlar. İnsan odaklı aydınlatma sistemleri kullanılarak oluşabilecek sirkadiyen ritim bozuklukları ve buna bağlı oluşacak sıkıntılar önlenir [25]. Güneş ışığının az olduğu ya da hiç olmadığı

kısımlarda, insan odaklı aydınlatma sistemleriyle gün süresince güneş ışığı taklit edilebilir. İnsan odaklı aydınlatma sistemleriyle, sirkadiyen biyoritmini destekleyerek hastaların zihinsel ve fiziksel olarak kendilerini daha iyi hissettikleri, iyileşme süreçlerinin hızlandığı ve uyku düzenlerinde olumlu etkilerinin olacağı düşünülmektedir [22]. Yapılan araştırmalarda; gece mesaisinde çalışan hemşirelerde göğüs kanserine yakalanma oranının %50'de daha fazla olduğu da ortaya çıkan sonuçlar arasındadır. Bu durum insanların yanlış zamanda doğru olmayan ışığa maruz kalmalarının sistemlerinde birçok bozukluğa sebep olduğunun göstergesidir [26].

## IV. SONUÇ

Sonuç olarak, insan odaklı aydınlatma sistemlerinin aydınlatma projelerinde uygulanmasıyla hayatımıza pek çok fayda ve olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aydınlatma sektöründeki üretici firmalarda ürünlerini ve tasarımlarını bu yönde geliştirmeli veya güncellemelidir. Yapay ışığın, okullar, hastaneler ve ofisler gibi çeşitli uygulama alanlarında sirkadiyen ritmi destekleyici şekilde kullanılmasının yaygınlaşması, sektörel bazda oluşan farkındalık ile sağlanacaktır. Yakın gelecekte, akıllı insan odaklı aydınlatma çözümleriyle, kullanıcılara günün saatine, çevresel içeriğe, etkinlik türüne ve bireylerin durumuna (örneğin uyku, stresli) bağlı olarak optimize edilmiş ışık ayarları sunan aydınlatma sistemleri geliştirilecektir. Yeni nesil aydınlatma sistemleri sadece görsel gereklilikleri karşılamamalı, aynı zamanda bireylerin biyolojik (örneğin uyku-uyanıklık düzenleri) ve psikolojik (örneğin ruh hali, zihinsel yorgunluk, stres) ihtiyaçlarını da desteklemelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Giray, E. (2009). Dinamik aydınlatma ve uygulaması.
- [2] Tuncel, A. (2009). Lokanta, yeme içme ve eğlence mekanlarında aydınlatma tasarımı ışık ve rengin atmosfer oluşumuna etkisi (Sanatta yeterlilik tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi. (Tez no: 256631)
- [3] Aktaş, İ. (2012). Dinamik aydınlatmanın insan sağlığı üzerindeki etkileri.
- [4] Smolders, K. C. H. J. (2013). Daytime light exposure: effects and preferences.
- [5] Schlangen, L., LE Lang, D., Cajochen, C., Nikunen, H., & Tähkämö, L. (2014). ACCELERATE SSL INNOVATION FOR EUROPE.
- [6] Apaydın, S. (2012). Ofislerde aydınlatma tasarımının sürdürülebilirlik açısından mekan tasarımına etkileri.
- [7] Yenidoğan, C. (2017). Gelişmiş doğal aydınlatma sistemlerinin iç mekanda kullanımı açısından incelenmesi (Yüksek

- lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi. (Tez no: 456204)
- [8] Doğan Yusuf, F. (2017). Hasta odalarında aydınlatma koşullarının araştırılması: İzmir’de örnek inceleme (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi. (Tez no: 486805)
- [9] Circadian Rhythms. (n.d.). Retrieved January, 2019, from [https://www.nigms.nih.gov/education/pages/Factsheet\\_CircadianRhythms.aspx](https://www.nigms.nih.gov/education/pages/Factsheet_CircadianRhythms.aspx)
- [10] Demirci, H. (2008). Bina tasarımında aydınlatma ve renk olgusunun biyoharmoloji ve biyosüreç açısından incelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik,, Elazığ.
- [11] Buttgerit, F., Smolen, J. S., Coogan, A. N., & Cajochen, C. (2015). Clocking in: chronobiology in rheumatoid arthritis. *Nature Reviews Rheumatology*, 11(6), 349.
- [12] Dinçarslan, H. (t.y.). Demir metabolizması, laboratuvar testleri, demir eksikliği anemisi ve aşırı yüksekliği. Erişim adresi: <https://saglikliolalim.com/sirkadyenritim/>
- [13] Rea, M. S., Figueiro, M. G., Bierman, A., & Hamner, R. (2012). Modelling the spectral sensitivity of the human circadian system. *Lighting Research & Technology*, 44(4), 386-396.
- [14] Şahin, D. (2013). Aydınlatma tasarımının kullanıcı üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkileri açısından incelenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [15] Sirkadiyen Işık metriği (Circadian Light Metric) – 3000K ila 3500K renk sıcaklığında (CCT) oluşan doğrusalsızlık sorununu gidermeye ve modeli daha işler hale getirmeye yönelik bir öneri. (2018, Ekim 15). Erişim adresi: <https://pldturkiye.com/sirkadiyen-istik-metriği-circadian-light-metric-3000k-ila-3500k-renk-sicakliginda-cct-olusan-dogrussalsizlik-sorununu-gidermeye-ve-modeli-daha-isler-hale-getirmeye-yonelik-bir-oneri/>
- [16] Solemma.com. (n.d.). ALFA. Retrieved January, 2019, from <https://www.solemma.com/Alfa.html>
- [17] Kavaklı, H. (2018, Haziran 27). 2017 Nobel Tıp Ödülü: İçimizdeki biyolojik saatin işleyişi. Erişim adresi: <https://sarkac.org/2017/10/2017-nobel-tip-odulu-icimizdeki-biyolojik-saatin-isleyisi/>
- [18] Tünelin ucundaki “Sirkadiyen Işık”. (2016, Ekim 06). Erişim adresi: <https://pldturkiye.com/tunelin-ucundaki-sirkadiyen-istik/>
- [19] Active Light. (2011, March 23). Retrieved January, 2019, from <https://www.zumtobel.com/it-it/active-light.html>
- [20] Walerczyk, S., HCLPC, C., & WIZARDS, L. L. (2012). Human centric lighting. *Architectural SSL*, 20-26.
- [21] İnsan Odaklı Aydınlatma Nedir? (2017, Haziran 15). Erişim adresi: <http://www.aydinlatma.org/insan-odakli-aydinlatma-nedir.html>
- [22] What is Biodynamic Lighting? – litpa.com. (n.d.). Retrieved June, 2018, from <https://www.litpa.com/Uploads/Genel-Dosya/biodynamic-lighting-9978-d.pdf>
- [23] Onur, B. (2012). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Aydınlatma (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 16-17).
- [24] Aydınlatma tasarımcıları ve insan odaklı aydınlatmanın önemi. (2016, Şubat 09). Erişim adresi: <https://pldturkiye.com/aydinlatma-tasarimcilari-ve-insan-odakli-aydinlatmanin-onemi/>
- [25] ApS, M. (n.d.). Medical lighting solutions. Retrieved December, 2018, from <https://chromaviso.com/en/circadian-lighting/research-in-circadian-lighting/circadian-lighting-reduces-depression-symptoms/>
- [26] Güneş, E. (2017, Ocak 30). İnsan Odaklı Aydınlatma (HCL). Erişim adresi: <https://pldturkiye.com/insan-odakli-aydinlatma-hcl/>