

Akdağmadeni Restoran İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Aydınlanma Düzeylerinin Ölçülmesi

Soner ÖZEN^{1*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Sağlık Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2351-3234>

*Sorumlu yazar: soner.ozen@bozok.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 17.10.2024

Kabul tarihi: 12.02.2025

Online Yayınlanma: 16.06.2025

Anahtar Kelimeler:

Aydınlatma

Dialux evo

Aydınlık seviyesi

Lüksmetre

Yetersiz aydınlatma

ÖZ

Bu çalışma ile restoran işletmelerindeki fiziksel risk etmenleri kapsamında olan aydınlatmanın, restoran ortamında bulunan masa, sandalye, giriş vb. elemanlar ile üretilen Dialux Evo programı simülasyon verilerinin lüksmetre vasıtasıyla elde edilen aydınlanma düzeyleri ile karşılaştırmaları yapılarak standartlara uygunluğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Bir işletmede yeterli düzeyde aydınlatma, çalışanlarda oluşabilecek yorgunluk ve görsel problemler gibi sorunları önlemekle kalmaz, aynı zamanda çalışma ortamının çalışanlar tarafından olumlu algılanmasına ve işlerini aktif bir şekilde yürütmelerine de katkı sağlar. Araştırma bulgularının simülasyon sonuçları için şerit metre ile 4 adet restoranın çalışma sahası, dolaşım alanı ve eşyalar ölçülmüş, bilgisayar aracılığıyla Dialux Evo programına aktararak simüle lüks değerleri hesaplanmıştır. İşletmelerin aydınlanma düzeylerinin ölçümleri için ise PCE LMD 10 lüksmetre cihazı kullanılmıştır. Sonuç olarak; Dialux Evo programı vasıtasıyla elde edilen simülasyon değerlerinin, lüksmetre ile ölçülen aydınlanma düzeylerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Restoran işletmelerinde tüm alan ve bölgelerde aynı şiddette aydınlanma düzeylerine erişilmesi için dar açılı aydınlatma aygıtlarının ve dolaylı aydınlatma yöntemlerinin tercih edilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Measurement of Illumination Levels in Terms of Occupational Health and Safety in Akdağmadeni Restaurant Enterprises

Research Article

Article History:

Received: 17.10.2024

Accepted: 12.02.2025

Published online: 16.06.2025

Keywords:

Lighting

Dialux evo

Illuminance level

Luxmeter

Insufficient lighting

ABSTRACT

This study aims to examine the compliance of lighting, which is within the scope of physical risk factors in restaurant establishments, with the standards by comparing the Dialux Evo program simulation data produced with elements such as tables, chairs, beams, etc. in the restaurant environment with the illumination levels obtained through lux meter. An adequate level of lighting in a business not only prevents problems such as fatigue and visual problems that may occur in employees but also contributes to the employees' positive perception of the work environment and the active execution of their work. For the simulation results of the research findings, the working area, circulation area, and furniture of 4 restaurants were measured with a tape measure, transferred to the Dialux Evo program via computer and simulated lux values were calculated. PCE LMD 10 lux meter was used to measure the illumination levels of the enterprises. As a result, it was determined that the simulation values obtained through the Dialux Evo program were higher than the illuminance levels measured with a lux meter. It is concluded that it is important to prefer narrow-angle lighting devices and indirect lighting methods to achieve the same illuminance level in all areas and zones in the restaurant establishments.

To Cite: Özen S. Akdağmadeni Restoran İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Aydınlanma Düzeylerinin Ölçülmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2025; 8(3): 1061-1073.

1. Giriş

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre iş sağlığı ve güvenliği; iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı önlemler olarak çalışanların sağlığını koruma ve geliştirmenin yanında çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal refahını geliştiren, verimli sosyal ve ekonomik yaşam sürmelerini sağlayan bir kavramdır (WHO/ILO, 2001; Liu ve ark., 2023). İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda kişinin çalışma ortamındaki tüm ayrıntıları görebilmesi için uygun bir aydınlatma gereklidir (Aydın ve Polat, 2020). Aydınlatma, nesnelerin ve çevrenin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacı ile ışık uygulamaktır (Sözen, 2003; Bayrakdar, 2016). Aydınlatma, SI birim sisteminde candela (cd) ile ifade edilir. Aydınlatma kaynağının ışık miktarı yani ışık akısının birimi lümen ile ifade edilir. Aydınlatma ile karıştırılan aydınlanma düzeyi ise 1 metrekarelik yüzey alanına düşen ışık akısı (lümen, SI birim sisteminde) miktarıdır ve birimi lux' dur. Aydınlatmada temel amaç, çevrenin veya objelerin görsel açıdan algılanmasını ve çalışma ortamındaki iç hacim içerisinde uygun aydınlık seviyesini sağlamaktır (Onur, 2012). Yetersiz aydınlanma düzeylerinin neden olacağı anlık görme güçlükleri nedeniyle iş kazaları yaşanacaktır (Wahyuni ve ark., 2018; Sriwahyuni ve ark., 2020). Yeterli aydınlatma, aydınlatmadan kaynaklı yakınmaları ve çalışma ortamında yaşanabilecek kazalarda risklerin görsel açıdan fark edilebilirliğini artıracığından iş kazası oranını azaltmaktadır (Sriwahyuni ve ark., 2020). Yeterli düzeyde aydınlatma için; aydınlanma düzeyinin yeterli olması, kullanılan ışığın niteliğinin uygun olması, ışığın tekdüze olması, ışık yayılımının kesintili olmaması, göz kamaşmasına neden olmaması ve çalışılan yüzeye düşen gölgelerin olmaması gerekir (Blackwell, 1959; Karlen ve ark., 2017). Aydınlık seviyesinin uygun olması halinde ortamda bulunan çalışanların yorgunluk ve göz şikayeti olmadan işletme iç hacmini algılamaları, yaptıkları işi veya eylemlerini aktif bir biçimde uygulamaları sağlanır (Bayram ve Kale, 2020). Aydınlatmanın çalışma ortamında, görsel zevk sunmasının yanında çalışanların kendilerini daha iyi hissetmesi, daha az yorulması ve moralinin yüksek olması gibi psikolojik ve biyolojik etkilerinin bulunduğu bilinmektedir (Çınar ve Şensöğüt, 2017). Aydınlatma tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı ölçütler vardır. Bunlar; aydınlığın niteliği, niceliği, ışıklılık ve yüzey özellikleri olarak sıralanmaktadır. Aydınlığın niteliği, aydınlık seviyesinin yayılımı, ışığın doğrultusunda meydana gelen gölgeler ve ışığın rengi ile ilgilidir. Aydınlığın niceliği ise aydınlık seviyesi ile alakalıdır (Shen ve ark., 2022; Özcanlı ve Satıcı, 2023). Aydınlatma yapılan yüzeyin yapısı dikkate alınmalıdır. Koyu ve pis bir yüzey üzerindeki aydınlatma ışığın ancak %10-12'sini yansıtabilirken, açık renk ve temiz bir yüzeyin ışığı yansıtma oranı %90'dır (Ruck ve Smith, 1988). Göz kamaşmasını engellemek için ışık kaynağının görme alanının yeteri kadar yukarıya konumlandırılması veya opak bir malzeme ile ışık kaynağı çevrelemek gerekir (Sun ve ark., 2020). İşyeri aydınlatmasının hem niteliksel hem de niceliksel yönleri, birçok araştırmacı tarafından çalışanların verimliliğini belirleyen temel faktörler olarak kabul edilmektedir (Katabaro ve Yan, 2019). Yapılan bir çalışmada genel olarak 2000 lux aydınlanma düzeyinin 500 lux'ten daha iyi bir konfor hissi sağladığı belirtilmektedir (Manav, 2007). LED aydınlatması temelinde öznel veriler kullanılarak yapılan bir araştırmada ise en uygun aydınlanma düzeyinin 300 lux olduğu sonucuna varılmıştır (Fu ve ark.,

2023). İç mekan çalışma alanları ve insanların görsel görevlerini verimli, konforlu ve güvenli bir şekilde tüm çalışma süresi boyunca yerine getirmeleri için aydınlanma düzeyi gereksinimlerini belirten CIE ISO 8995 standardı, yiyecek ve içecek servisi yapılan işletmeler için aydınlanma düzeyinin en az 200 lux, parlaklık sınırlamasının en fazla 22 ve renk kalitesinin 80 olmasını öngörmektedir (CIE, 2001). Birçok kapalı iş yeri ve ilişkili alanlar için aydınlatma çözümlerine ilişkin gereksinimleri aydınlanma düzeyi ve kalitesi açısından belirten TS EN 12464-1:2021 standardında kafe, bar ve restoranlar için en az 150 lux aydınlanma düzeyi istenmektedir (TS EN 12464-1, 2021). Restoranlarda aydınlanma seviyelerinin standartlarda belirtilen değerlerden düşük veya yüksek olması ve bu durumun önemsenmemesi, gerekli denetimin yapılmaması gibi etmenler, kısaca aydınlatma seviyesinin uygun olmaması çalışanlar açısından çeşitli problemlere yol açabilmektedir (Baraban ve Durocher, 2010). Tüm bu iş güvenliği sorunlarının yanı sıra araştırmalar obez kişilerin, loş bir ortama kıyasla yüksek ışıklı bir masada daha fazla yemek tükettiklerini göstermiştir (Mannapova, 2021). Yine başka bir araştırma dolaylı aydınlatma koşullarında parlak ışıklı ortam koşullarına göre daha uzun sürede daha az yemek tükettikleri ve yemek kalitesinden daha çok memnun kaldıklarını belirtmektedir (Bschaden ve ark., 2020). Loş bir ortam sağlayan dolaylı aydınlatma koşulları ile çalışan açısından hem iş yerinin yeterli aydınlatma koşullarını sağladığı gibi hem de toplum sağlığına yönelik ortamlarda sunulmuş olur. Tüm bu uygun aydınlatma koşullarının tespiti için simülasyon programları aracılığıyla ortamın üç boyutlu sanal görüntülerini oluşturmak ve ışığın yüzeylerdeki dağılımını görüntülemek mümkündür (Shikder ve ark., 2009). Literatürde restoran, kafe ve bar işletmelerinde aydınlanma düzeylerine yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalara rastlanılmamıştır. Çalışmamız bu yönüyle özgündür. Bu çalışmanın amacı 4 adet restoran işletmesindeki fiziksel risk etmenleri kapsamında olan aydınlatmanın, restoran ortamında bulunan masa, sandalye, giriş vb. elemanlar ile üretilen Dialux Evo programı simülasyon verilerinin lüksmetre vasıtasıyla elde edilen aydınlanma düzeyleri ile karşılaştırmaları yapılarak standartlara (CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardı) uygunluğunun yapay aydınlatma etkisi açısından incelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma deneysel nitelikte bir çalışmadır. Araştırmanın uygulaması Yozgat ili Akdağmadeni ilçesinde faaliyet gösteren restoranlarda Aralık 2023 ile Nisan 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yapıldığı zaman aralığında ilçede toplam dört adet restoran bulunmaktadır. Araştırmada bu dört adet restoranda aydınlanma düzeyleri incelenmiştir. Araştırmanın yapıldığı işletmelerden yazılı kurum izinleri alınmıştır. Aydınlatma ölçümleri öncesinde şerit metre ile tüm restoranların çalışma sahası, dolaşım alanı ve hizmet alanlarının içinde bulunan görme konforunu etkileyecek tüm araç gereçlerin (masa, sandalye, giriş vb.) boyutları ölçülmüştür. Araştırmada tüm işletmelerin şerit metre ile elde edilen ölçüm değerleri ve aydınlatma kaynaklarının özellikleri Dialux Evo programı aracılığıyla aydınlatma simülasyonu yapılarak teorik aydınlanma düzeyleri hesaplanmıştır. Dialux Evo, programı, aydınlatma tasarımcılarına ve aydınlatma aygıtı üreticilerine açık, iç ve dış mekanlar için ışığın

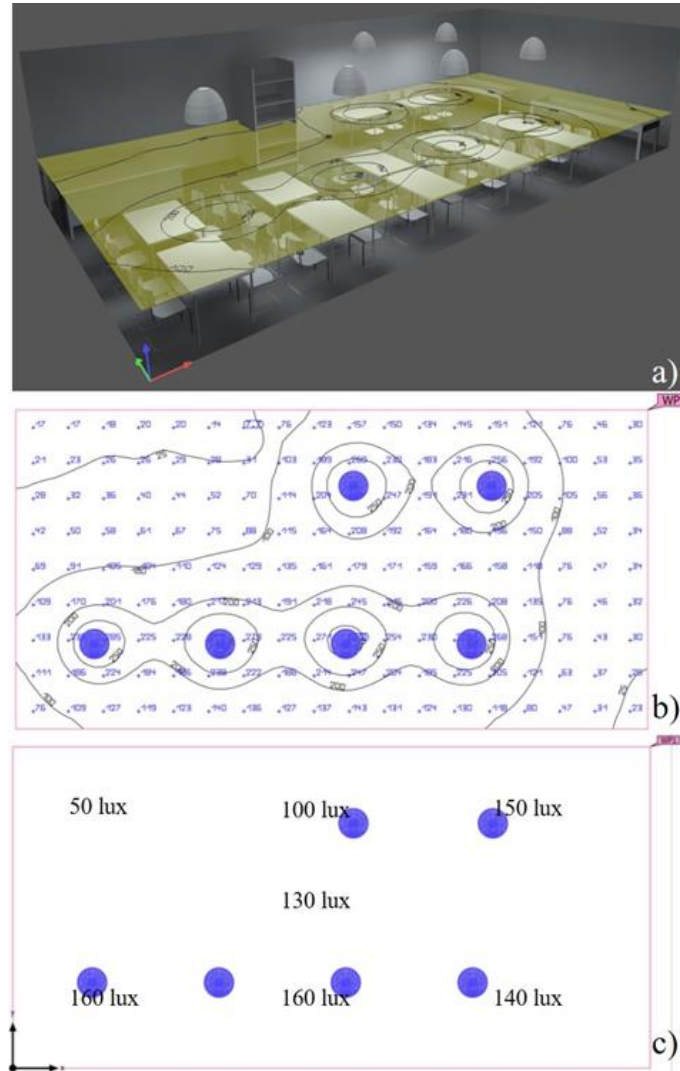
tasarlanıp hesaplanarak görselleştirildiği bir yazılım programıdır. Aydınlanma düzeyleri ölçümleri PCE LMD 10 marka ışık şiddeti ölçüm kayıt cihazı olan lüksmetre ile yapılmıştır. Cihaz, çalışma ortamındaki ışık düzeylerini takip edebilmek amacıyla ışık şiddetini lux (lümen/metre-kare) veya FC (foot-candle, yaklaşık 10 lux) birimlerinde kaydedebilen özelliklere sahip bir lüksmetre cihazıdır. Lüksmetrenin ışık ölçüm düzey aralığı 0,1 lux- 10klux aralığında olup, 0,1 lux hassasiyetinde ölçüm ve kaydetme özelliği bulunmaktadır. Lüksmetre cihazı arka ışıklı kolayca okunabilen LCD ekrana sahiptir. Ölçümler yapay aydınlatma etkilerini belirlemek için güneş battıktan sonra sadece akşam 20:00 saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Aydınlanma düzeyi ölçümlerinde 1 dakika süre ile cihaz tarafından okunan değerlerin ortalaması kaydedilmiştir. Dialux Evo programında hesaplanan değerler ile lüksmetreden alınan verilerin karşılaştırması ve değerlendirilmesi ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde yapılmıştır. İşletmelerde aydınlanma düzeylerini belirlemek için ışık şiddeti ölçüm yöntemi olarak TS EN 12464-1:2021 standardı kullanılmıştır. Restoran aydınlatma ölçümlerinde boş alanlarda yerden 1 metre yükseklikte, yemek yenilen masa üzerinden, çalışma yapılan yerlerde makinelerin veya tezgahın üstünden ölçümler yapılmıştır. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmeliğe göre TS EN 12464-1:2021 Işık ve aydınlatma-Çalışma yerlerinin aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları standardı aydınlanma düzeyleri için rehber olarak kabul edilmiştir.

Restoran işletmelerinin zemin yüzey alanlarının 72-112 m², tavan yüksekliklerinin 2,8-3,2 metre arasında olduğu tespit edilmiştir. Bakım çarpanı, aydınlatma kaynağının yıllar içerisinde ortaya çıkan performans kaybı ve yüzeyinin çeşitli nedenlerle kirlenmesi sebebiyle ortaya çıkan kayıpların bir ölçüsüdür ve genel olarak bilgi sahibi olunmadığı durumlarda 0,8 referans değeri verilir. İşletmelerin bakım çarpanı değeri Dialux Evo programında aydınlatma kaynağının etkisini tartışmak için sabit 0,8 değeri girilerek simüle edilmiştir. Çalışma düzlemi yüksekliği tüm iş yerleri için antropometrik ölçüler doğrultusunda uluslararası ISO 6385:2016 ergonomik standartların sağlanması zorunluluğu nedeniyle 0,75-0,80 metre olarak uygulanmaktadır. Ölçümler standartlaştırılarak 0,85 metre yükseklikten alınmış ve simüle edilmiştir. Tavan, duvar ve zeminin renk ve malzeme türü özellikleri yansıma derecelerini belirler. Açık renkli, pürüzsüz ve parlak yüzeyler yüksek yansıma değerleri gösterirken; koyu renkli, pürüzlü ve mat yüzeyler düşük yansıma değerleri gösterir. İncelenen işletmelerin bu özelliklerine göre; genel olarak yansıma dereceleri tavan için %70, duvar için %50 ve zemin için %20 olmak üzere; tavan için %70-85 arasında, duvar için %50-90 arasında ve zemin için %20-90 arasında değiştiği tespit edilmiş ve Dialux Evo programında simüle edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

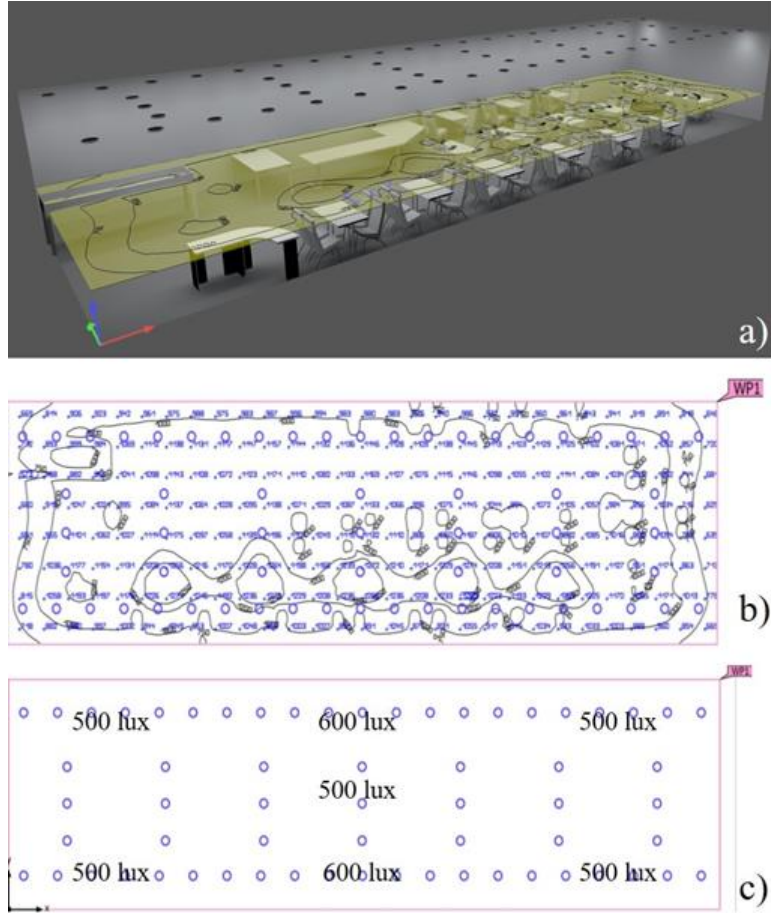
Şekil 1’de şerit metre ile Restoran İşletmesi-1 alan ölçülerinin alınarak işletme aydınlatma aygıtlarının bilgilerinin Dialux Evo programına aktarılmasıyla elde edilen 3 boyutlu simülasyon görüntüsü (a), simülasyon aydınlanma düzeyi haritası (b) ve lüksmetre ile elde edilen ışık şiddeti değerleri dağılımı (c) verilmiştir. Akkor flamanlı lamba kullanılan restoran işletmesinin zemin alanı 72 metre-kare olup, tavan yüksekliği 2,8 metredir. Restoran İşletmesi-1’in çalışma alanında Dialux Evo programı sonucunda elde

edilen veriler gerçek ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında simülasyon ile belirlenen aydınlanma düzeyinin (lux) lüksmetre ile ölçülen gerçek değerden az olduğu ortaya çıkmıştır. Lüksmetre ile tespit edilen aydınlanma düzeylerinin daha yüksek çıkmasının nedeni; akkor flamanlı lambaların diğer lambalara nazaran performans kayıplarının daha düşük olması, lambaların yeni değiştirilmesi ya da temizliklerinin günlük yapılması, simülasyona girilen lambanın teorik lümen değerlerinin gerçek değerlerden düşük olması gibi durumlardan kaynaklanacaktır. Diğer bir etken ise işletmede kullanılan ışık kaynaklarının yerleştirildiği armatür özellikleridir. Restoran İşletmesi-1 için armatürün ışığın dağılımını sınırlamaması nedeniyle armatür etkisinin bu işletmede anlamsız olduğu görüşüne varılmıştır. İşletmede aydınlanma düzeyini etkileyecek herhangi bir giriş bulunmamaktadır. Bununla beraber, kullanılan masaların dolaylı aydınlatmaya katkı sağlayan mat beyaz renkte, sandalyelerin ise kullanıcıya renk kontrast farkı ile görme kolaylığı sağlayan kahverengi renkte olduğu belirlenmiştir. Restoran İşletmesi-1 de lüksmetre ile alınan ölçümler neticesinde elde edilen ortalama ışık şiddeti değeri 135 lux olup CIE ISO 8995 standardı (CIE, 2001) ve TS EN 12464-1:2021 standardının (TS EN 12464-1, 2021) altında aydınlanma düzeyi tespit edilmiştir.



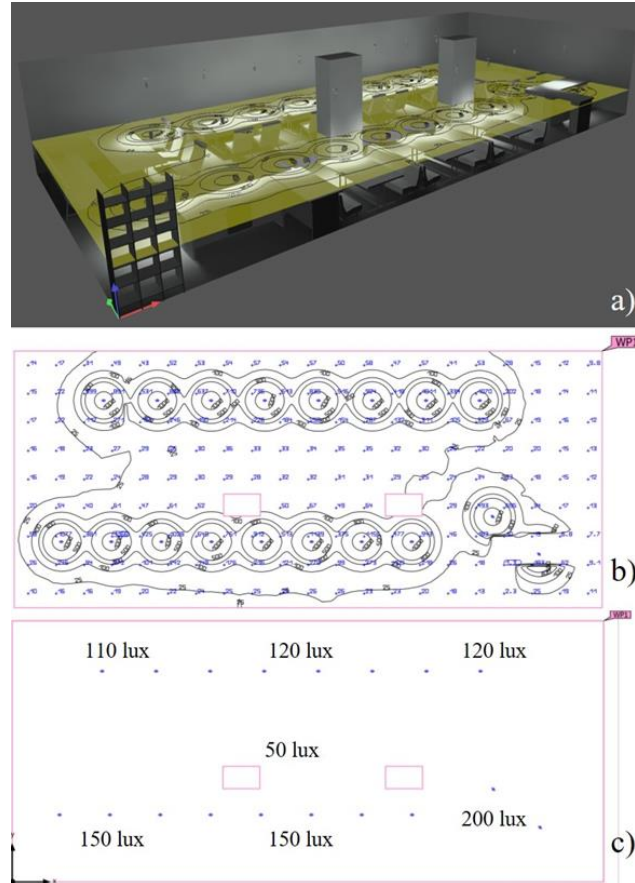
Şekil 1. Dialux Evo programı ile simülasyonu yapılan Restoran İşletmesi-1'in a) 3 boyutlu simülasyon görüntüsü, b) simülasyon aydınlanma düzeyi haritası, c) lüksmetre ile elde edilen değerler haritası

Şekil 2’de şerit metre ile Restoran İşletmesi-2 alan ölçülerinin alınarak işletme aydınlatma aygıtlarının bilgilerinin Dialux Evo programına aktarılmasıyla elde edilen 3 boyutlu simülasyon görüntüsü (a), simülasyon aydınlanma düzeyi haritası (b) ve lüksmetre ile elde edilen ışık şiddeti değerleri (c) dağılımı verilmiştir. LED ampul kullanılan restoran işletmesinin zemin alanı 90 metrekare olup, tavan yüksekliği 3,2 metredir. Restoran İşletmesi-2’nin çalışma alanında Dialux Evo programı sonucunda elde edilen veriler gerçek ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında simülasyon ile belirlenen aydınlanma düzeyinin (lux) lüksmetre ile ölçülen gerçek değerden fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Tespit edilen bu farkın oluşmasında aydınlatma aygıtlarının bakım eksikliğinin yanı sıra tavan, duvar, zemin temizliklerinin göz ardı edilmesi etkili olmuştur. Literatürde aydınlanma düzeylerinin bakım eksikliği, aydınlatılmak istenen yüzeylerin temizliklerinin yapılmaması ile olumsuz etkilendiğini belirten çalışmalar yer almaktadır (Blackwell, 1959; Houser ve ark., 2010). İşletmede incelenen alanda herhangi bir giriş bulunmamakla birlikte, kullanılan masaların ve sandalyelerin kullanıcıya görme kolaylığı sağlayan kahverengi renkte olduğu belirlenmiştir. Restoran İşletmesi-2 de lüksmetre ile alınan ölçümler neticesinde elde edilen ortalama ışık şiddeti değeri 550 lux olup CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardının çok üstünde aydınlanma düzeyi tespit edilmiştir.



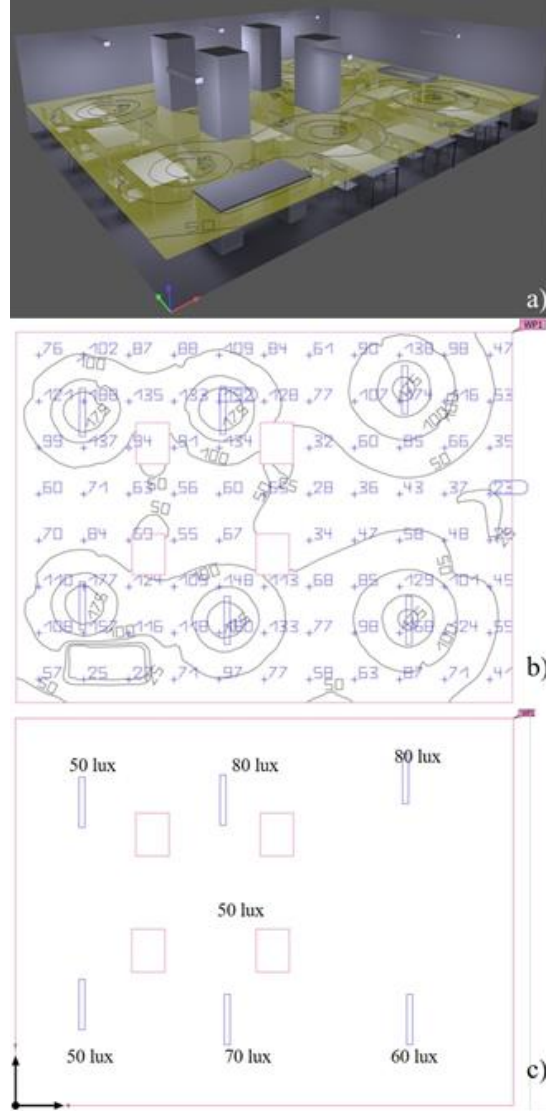
Şekil 2. Dialux Evo programı ile simülasyonu yapılan Restoran İşletmesi-2’nin a) 3 boyutlu simülasyon görüntüsü, b) simülasyon aydınlanma düzeyi haritası, c) lüksmetre ile elde edilen değerler haritası

Şekil 3’de şerit metre ile Restoran İşletmesi-3’ün alan ölçülerinin alınarak işletme aydınlatma aygıtlarının bilgilerinin Dialux Evo programına aktarılmasıyla elde edilen 3 boyutlu simülasyon görüntüsü (a), simülasyon aydınlanma düzeyi haritası (b) ve lüksmetre ile elde edilen ışık şiddeti değerleri (c) dağılımı verilmiştir. Akkor flamanlı lamba kullanılan restoran işletmesinin zemin alanı 112 metrekare olup, tavan yüksekliği 3,2 metredir. Restoran İşletmesi-3’ün çalışma alanında Dialux Evo programı sonucunda elde edilen veriler gerçek ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında simülasyon ile belirlenen aydınlanma düzeyinin (lux) lüksmetre ile ölçülen gerçek değerden fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle duvar kenarlarında ışık şiddeti aydınlatma aygıtlarının asılı tip olması ve dar açılı armatür tasarıma sahip olması nedeniyle oldukça düşüktür. İşletmede duvar ve tavanların yeni boyanmış olduğu, çalışma yüzeylerinin ise temiz olduğu görülmüştür. Restoran İşletmesi-3 için bu farka asıl etkiyi oluşturan etkenin ışık kaynağının performans kaybı olduğu anlaşılmış ve duvar tavan boya ihtiyacı gibi bakım eksikliğinin bu işletmede anlamsız olduğu görüşüne varılmıştır. İşletmedeki 2 (iki) adet girişin aydınlanma düzeyini olumsuz etkilememesi için aydınlatma aygıtı sayısı arttırılmış ve homojen bir aydınlanma düzeyi sağlanmıştır. Kullanılan masalar ve sandalyeler, kullanıcıya görme kolaylığı sağlayan kahverengi renktedir. Kahverengi masa ve sandalyeler renk ayrımı katkısı ile görme konforunu arttıracaktır (Beck, 1975). Restoran İşletmesi-3 de lüksmetre ile alınan ölçümler neticesinde elde edilen ortalama ışık şiddeti değeri 130 lux olup CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardının altında aydınlanma düzeyi tespit edilmiştir.

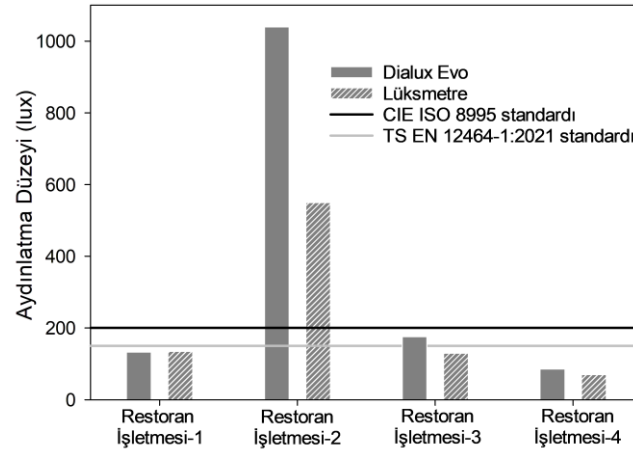


Şekil 3. Dialux Evo programı ile simülasyonu yapılan Restoran İşletmesi-3’ün a) 3 boyutlu simülasyon görüntüsü, b) simülasyon aydınlanma düzeyi haritası, c) lüksmetre ile elde edilen değerler haritası

Şekil 4’de şerit metre ile Restoran İşletmesi-4’ün alan ölçülerinin alınarak işletme aydınlatma aygıtlarının bilgilerinin Dialux Evo programına aktarılmasıyla elde edilen 3 boyutlu simülasyon görüntüsü (a), simülasyon aydınlanma düzeyi haritası (b) ve lüksmetre ile elde edilen ışık şiddeti değerleri (c) dağılımı verilmiştir. Floresan lamba kullanılan restoran işletmesinin zemin alanı 108 metrekare olup, tavan yüksekliği 2,8 metredir. Restoran İşletmesi-4’ün çalışma alanında Dialux Evo programı sonucunda elde edilen veriler gerçek ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında simülasyon ile belirlenen aydınlanma düzeyinin (lux) lüksmetre ile ölçülen gerçek değerden fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Restoran İşletmesi-4 için asıl etkiyi oluşturan durumun bakım çarpanını etkileyen işletme bakımının yetersiz olduğu görüşüne varılmıştır. Diğer bir etken ise işletmede kullanılan ışık kaynaklarının floresan lamba (zamanla ışık şiddeti düşen tür) olması ve armatür tasarımı nedeniyle toz ve kirli yapıya sahip olmasıdır. 4 (dört) adet kirisin ışık kaynaklarına engel oluşturması nedeniyle aydınlatma aygıtı olarak uzun floresan lamba işletme tarafından tercih edilmiştir. Uzun tasarımları sayesinde ve kirislerin ön, arka ve ara kısımlara yerleştirilmeleri nedeniyle olumsuz etkiler elimine edilmeye çalışıldığı görülmüştür. Kullanılan masaların üzerinde yer alan cam tabakalar yüksek yansımaya özellikleri sebebiyle göz kamaşmasına neden olacağı tespit edilmiştir. Sandalyelerin ise kullanıcıya görme kolaylığı sağlayan kahverengi renkte olduğu belirlenmiştir (Beck, 1975). Restoran İşletmesi-4’ün lüksmetre ile alınan ölçümler neticesinde elde edilen ortalama ışık şiddeti değeri 70 lux olup CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardının çok altında aydınlanma düzeyi tespit edilmiştir. Şekil 5’de 4 ayrı işletmenin simülasyon ve ışık şiddeti ölçüm cihazı ile elde edilen sonuçların standartlara göre karşılaştırıldığı grafik verilmiştir. Dialux Evo simülasyon değerleri ile ölçülen değerler arasındaki farkın oluşmasında elbette işletmelerin aydınlatma aygıtlarının kalitesi ve zemin, duvar, masa vb. gibi işletme fiziksel ortam koşullarının bakım ve temizliğinin etkisi söz konusudur (Blackwell, 1959; Houser ve ark., 2010). İşletmelerin bakım çarpanı değerlerini sabit 0,8 olarak almıştık. Elde ettiğimiz Dialux Evo programı verileri ve lüksmetreden okunan değerlerin karşılaştırılması ile; Restoran İşletmesi-1 haricinde işletmelerde bakımların ve temizliklerin aksatıldığı görülmüştür. Aksatılan bu bakım ve temizliklerin aydınlanma düzeyini hemen hemen %50 oranında etkilediği tespit edilmiştir. Restoran İşletmesi-1 de aydınlatma aygıtlarının lümen değerinin programa girilen lümen değerinden yüksek olduğu ihtimali de mümkündür. Gerçek ölçüm sonuçlarını içeren lüksmetre verilerine bakıldığında ise; Restoran İşletmesi-2 haricinde aydınlanma düzeylerinin yetersiz kaldığı görülmüştür. Küçük alanlı restoranlar için kullanılacak ışık kaynağı sayısını artırmak için ($<50m^2$) ışık akısı düşük olan (lümen değeri düşük) daha sık yerleştirilmiş aydınlatma aygıtlarının tercih edilmesi işletme alanının her yerinde eşit olarak aydınlanma düzeyi oluşturur. Restoran işletmelerinde tüm yüzey boyunca aynı ışık şiddetinin yakalanması için dar açılı aydınlatma aygıtlarının tercih edilmesi, tavan ve duvar yansıtma ile dolaylı aydınlatma yöntemlerinin tercih edilmesi önemlidir. Akkor flamanlı ampul ve floresan ampullerin yerine LED ampul tercih eden Restoran İşletmesi-2 ve Restoran İşletmesi-3 daha az enerji tüketimi, uygun ışık rengi ve durağan (göz kamaşmasına neden olmayan) koşullar sağlayarak işletmeye ekonomik ve görsel kazanç sağlamıştır.



Şekil 4. Dialux Evo programı ile simülasyonu yapılan Restoran İşletmesi-4'ün a) 3 boyutlu simülasyon görüntüsü, b) simülasyon aydınlanma düzeyi haritası, c) lüksmetre ile elde edilen değerler haritası



Şekil 5. Dialux Evo programı ve lüksmetre ile elde edilen aydınlanma düzeyleri grafiği

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile restoran işletmelerindeki fiziksel risk etmenleri kapsamında olan aydınlatmanın, restoran ortamında bulunan fiziksel koşulların dahil edildiği Dialux Evo programı vasıtasıyla simülasyon verilerinin TS EN 12464-1 standardında verilen değer ile karşılaştırılarak restoran işletmelerindeki aydınlık seviyesinin yeterliliğinin incelenmesi amacı doğrultusunda araştırma bulguları sunulmuştur. Restoran İşletmesi-1 de Dialux Evo programından elde edilen ışık şiddeti 133 lux olup, lüksmetreden elde edilen ışık şiddeti değeri 135 lux dır. Her iki sonuç da CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardının altında değere sahiptir. Restoran İşletmesi-2 de Dialux Evo programından elde edilen ışık şiddeti 1040 lux olup, lüksmetreden elde edilen ışık şiddeti değeri 550 lux dır. Her iki sonuç da CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardının çok üstünde değere sahiptir. Restoran İşletmesi-3 de Dialux Evo programından elde edilen ışık şiddeti 176 lux olup, lüksmetreden elde edilen ışık şiddeti değeri 130 lux dır. Simülasyon programı sonucu TS EN 12464-1:2021 standardının üstünde değere sahip iken, her iki sonuçta CIE ISO 8995 standardının altında değere sahiptir. Restoran İşletmesi-4 de Dialux Evo programından elde edilen ışık şiddeti 86 lux olup, lüksmetreden elde edilen ışık şiddeti değeri 70 lux dır. Her iki sonuç da CIE ISO 8995 standardı ve TS EN 12464-1:2021 standardının altında değere sahiptir. Bulgular sonucunda; standartlarda belirtilen aydınlanma düzeyinin restoranlar genelinde Restoran İşletmesi-2 haricinde sağlanamadığı görülmüştür. Restoran İşletmesi-3 simülasyon verisi her ne kadar TS EN 12464-1:2021 standardını karşılamış olsa da teorik veriler olduğundan standarda uygun olduğunu söyleyemeyiz. Ulaşılan bu bulgu doğrultusunda simülasyon verilerinin güvenilirliği tartışmalı hale gelmiştir.

Standartlara uygun olmayan ışık şiddeti ve tek düze olmayan ışık dağılımları anlık görme zorluğuna neden olmaktadır ve anlık görme zorluğunun da kaza olasılığını arttırıcı etkisi vardır. Restoran işletmelerinde aydınlatma tasarımlarına karar verirken; öncelikle “İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” gereği TS EN 12464-1 standardına uygun iş yeri bölümlerinin aydınlanma düzeylerinin bilinmesi ve aydınlatma programları vasıtasıyla uygun ışık kaynağı seçimine karar verilmesi gerekir. Harcanan enerji başına lümen değeri yüksek olan yani ışık etkinliği yüksek olan LED lambalar tercih edilerek hem standartlara uygun aydınlanma düzeyleri hem de göz kamaşmasına neden olmayan göz sağlığına uygun çalışma ortamı elde edilebilir. Tozlu ve kirli yüzeylerin temizlenmesi dolaylı aydınlatmaya katkı sağlayan yüzeylerden (tavan, duvar, masa, zemin vb.) yansıyan ışığın yüzdesinin artmasına neden olarak daha yüksek aydınlanma düzeyleri sağlayacaktır. Mümkün mertebe aydınlatma kaynakları tavana yakın tutulmalı ki ışığın yayılımı artarak eşit düzeyde aydınlanma düzeyi elde edilebilsin. Mekânda ışık yansıtma katsayılarının yüksek olduğu açık renkli malzemelerin kullanılmasına özen gösterilerek aydınlanma düzeylerini artırarak standartlara uygun hale getirilebilir. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken göz kamaşmasına sebep olacak parlak yüzeyli materyaller yerine mat yüzeyli materyaller tercih edilmelidir. Ayrıca, aydınlatmada seçilen ışık kaynağının gün ışığı benzeri ya da yakın renksel geriverim ve renk sıcaklığında ışık niteliğine sahip olmasına dikkat edilmelidir. Aydınlanma düzeyleri arasında aşırı fark oluşması görsel geçiş açısından

adaptasyon sağlarken, diğer yandan çok düşük aydınlanma düzeyleri sebebiyle görmeye engeldir. Bu nedenle görsel geçişlerin özellikle de yeme-içme alanlarında minimize edilmesi görülmesi gereken detayların seçilmesine de olanak tanıyacaktı. Mümkün olduğunca daha çok aydınlatma kaynağı tercih edilerek çalışma düzlemini aydınlatan ışık kaynaklarının çalışanın en çok baktığı yönde konumlandırılmaması, düşey doğrultuda göz ile ışık kaynağı arasındaki açının 30 dereceden daha düşük olmasına dikkat edilerek göz kamaşmasını engellemek için dar açıda aydınlatma yapması sağlanmalıdır. Standartlar ve mevzuatlar en temel yeterlilikleri belirleyen yazılı kurallardır. Temel yeterlilikler noktasında uygun şartların sağlanamadığı gibi görme sağlığını etkileyecek diğer faktörler konusunda da yetersizliklerin olduğu yapılan bu çalışma ile görülmüştür. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri kapsamında sunulan önerilerle hem standartlara uyumun nasıl sağlanacağı hem de WHO'nün ön gördüğü çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal refahını iyileştirmeye yönelik koşullarda belirtilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri arasında önemsiz olmayan hatta kapsam dışında görülen yetersiz aydınlatma koşullarına dikkat çekilerek iş güvenliği sorunlarına yönelik kök nedenin tespit edilmesine fayda sağlayacaktır. Bu objektif analiz yöntemleri sonuçları doğrultusunda subjektif sonuçların belirleneceği anket, ölçek çalışmalarıyla birleştirilerek yeni araştırma sonuçları üretilebilir. Ayrıca ilçe düzeyinde kurumsal niteliğe sahip olmayan işletmelerde yürütülen özgün aydınlanma seviyelerine yönelik bu çalışma kurumsal nitelikteki işletmelerde de yürütülerek daha kapsamlı bir araştırmaya dönüştürülebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2022-1032 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada herhangi bir kurum, kuruluş, kişiler ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları

Yazarın katkısı %100'dür.

Kaynaklar

Aydın A., Polat B. Çanakkale ili ticari süt çiftliklerinde aydınlatma koşullarının değerlendirilmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2020; 8(2): 289–299. doi: 10.33202/comuagri.702805

Baraban RS., Durocher JF. Successful restaurant design. John Wiley & Sons 2010; 29–32.

Bayram İ., Kale ÖA. Eğitim binalarının aydınlatma performansı açısından değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 2: 783–798. doi: 10.24012/dumf.558171

- Bayrakdar G. İşyerlerinde aydınlatma koşullarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. Türkiye Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi 2016, Ankara.
- Beck J. The perception of surface color. Scientific American 1975; 233(2): 62-77.
- Blackwell HR. Specification of interior illumination levels. Illuminating Engineering 1959; 54(6): 317-353.
- Bschaden A., Dörsam AF., Cvetko K., Kalamala T., Stroebele-Benschop N. The impact of lighting and table linen as ambient factors on meal intake and taste perception. Food Quality and Preference 2020; 79: 103797. doi: 10.1016/j.foodqual.2019.103797
- Çınar İ., Şensöğüt C. Yeraltı maden ocaklarında aydınlatma koşullarının belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 2017; 32(2): 77-83. doi: 10.21605/cukurovaummfd.358369
- CIE. 008. E: Lighting of indoor workplaces ISO 8995, 2001.
- Fu X., Feng D., Jiang X., Wu T. The effect of correlated color temperature and illumination level of LED lighting on visual comfort during sustained attention activities. Sustainability 2023; 15(4): 3826.
- Houser KW., Royer MP., Mistrick RG. Light loss factors for sports lighting. Leukos 2010; 6(3): 183-201.
- Karlen M., Spangler C., Benya JR. Lighting design basics. John Wiley & Sons 2017; ss. 17-27.
- Katabaro JM., Yan Y. Effects of lighting quality on working efficiency of workers in office building in Tanzania. Journal of Environmental and Public Health 2019; 2019: 476490. doi: 10.1155/2019/3476490
- Liu R., Liu HC., Shi H., Gu X. Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications. Safety Science 2023; 160: 106050.
- Manav B. An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminance. Building and Environment 2007; 42(2): 979-983.
- Mannapova NR. Organization and basic requirements for restaurant design interior. Organization 2021; 7(5): 5-12.
- Onur B. İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından aydınlatma. Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi 2012.
- Özcanlı D., Satıcı B. Müzelerde aydınlatmanın mekân algısı üzerine etkileri. İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi 2023; 6(1): 23-35. doi: 10.56809/icujtas.1228858
- Ruck N., Smith SCJ. The passive daylighting of building interiors. Architectural Science Review 1988; 31(3): 87-98. doi: 10.1080/00038628.1988.9696634

- Shen Y., Ling J., Li T., Zhou L., Feng S., Zhu H. Diffuse reflection-based lighting calculation model and particle swarm optimization algorithm for road tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology* 2022; 124: 104457. doi: 10.1016/j.tust.2022.104457
- Shikder SH., Price A., Mourshed M. Evaluation of four artificial lighting simulation tools with virtual building reference. *European Simulation and Modelling Conference*, 28-29 October 2009, 77-82, Leicester.
- Sriwahyuni S., Santika E., Khairunnas K., Ishalyadi I., Fahlevi MI. The effect of work situation and unsafety action on work accident in PT. Raja Marga Nagan Raya District. *J Kesmas: Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat (The Indonesian Journal of Public Health)* 2020; 7(1): 34-37.
- Sözen MŞ. Aydınlatma tasarımında mimarın ve elektrik mühendisinin rolü. II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, 08-10 Ekim 2003, sayfa no: 1-7, Diyarbakır, Türkiye. https://www.emo.org.tr/ekler/2cf3f7ef9063075_ek.pdf
- Sun Y., Liu X., Qu W., Cao G., Zou N. Analysis of daylight glare and optimal lighting design for comfortable office lighting. *Optik* 2020; 206: 164291. doi: 10.1016/j.ijleo.2020.164291
- TS EN 12464-1. Işık ve aydınlatma-çalışma yerlerinin aydınlatılması-Bölüm 1:Kapalı Çalışma Alanları, 2021.
- Wahyuni D., Panjaitan N., Budiman I., Sitorus M. Analysis of lighting condition in cutting area. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2018; 434(1): 012241.
- WHO/ILO. Occupational health and safety in Africa. Meeting report. World Health Organization with input of WHO/ILO Joint Effort Taskforce 2001.