

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN
OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alperen KAMALI

1700000471

Anabilim Dalı: İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı

Programı: İç Mimarlık

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rana KUTLU

AĞUSTOS 2020

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN
OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alperen KAMALI

1700000471

Anabilim Dalı: İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı

Program: İç Mimarlık

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Rana KUTLU

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Banu MANAV (İstanbul Ayvansaray Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Arzu ERÇETİN

AĞUSTOS 2020

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu
- Başka eserlerden yararlanılması durumunda, ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu
- Atıfta bulunduğum bütün eserleri kaynak listesinde gösterdiğimi
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahribat yapmadığımı
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü veya tamamını bu üniversitede veya başka bir üniversitede tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

../././....

Alperen KAMALI

Çok sevdiğim anne ve babama,



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
KISALTMALAR VE SİMGELER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.1. Tezin Amacı	1
1.2. Tezin Kapsamı	1
1.3. Giriş	3
2. OFİSLERDE GÖRSEL KONFOR KOŞULLARI	10
2.1. Ofislerde Fizyolojik Görsel Konfor Koşulları	10
2.1.1. Aydınlık düzeyi	10
2.1.2. Parıltı	13
2.1.3. Renk	16
2.2. Aydınlatmanın Mekan Algısına Psikolojik Yönden Etkileri	17
2.2.1. Mekan algısı	17
2.2.1.1. Ferahlık.....	18
2.2.1.2. Rahatlık	18
2.2.1.3. Görsel Netlik.....	18
2.2.1.4. Hoşnutluk	18
2.2.1.5. Düzen	19
2.2.2. Performans.....	19
2.2.3. Duygu durum	19
3. KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ	20
3.1. Konvansiyonel Aydınlatma Sistemleri	20
3.1.1. Çubuk Flüoresan Lambalar (ÇFL).....	22
3.1.2. Kompakt Flüoresan Lambalar (KFL)	24
3.2. LED Aydınlatma Sistemleri	27
4. KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ.....	34
4.1. Deneyin Amacı	34
4.2. Deney Setinin Tanımı	34

4.2.1. Deney Setinde Kullanılan Aydınlatma Sisteminin Özellikleri	36
4.2.2. Deney Setinde Kullanıcılara Uygulanan Aydınlatma Senaryoları	38
4.2.3. Deney Setinde Ölçülen Parıltı Değerleri.....	40
4.2.4. Denek Grubu	45
4.3. Deneyin Aşamaları	45
4.4. Değerlendirme	46
4.4.1. Senaryo 01 Sonuçları.....	46
4.4.2. Senaryo 02 Sonuçları.....	47
4.4.3. Senaryo 03 Sonuçları (500lx, 6500K, T5 Flüoresan, 1/1 Ölçekli Ortam)	51
4.4.4. Senaryo 04 Sonuçları (500lx, 6500K, T5 Flüoresan, DiaLux Evo 9.0 Sim. Programı)	52
4.4.5. Senaryo 05 Sonuçları (500lx, 6500K, Lineer LED, DiaLux Evo 9.0 Sim. Programı)	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	77
ÖZGEÇMİŞ	92

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Alperen KAMALI

İstanbul Kültür Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Rana KUTLU

Aydınlatma; bir mekanda görsel konfor koşullarını fizyolojik yönden sağlanması yanı sıra, ışığın insan üzerinde oluşturduğu psikolojik etkileri de dikkate alarak mekan algısını doğrudan etkileyen bir uzmanlık alanıdır. Gelişen teknoloji ile beraber ofis ortamında, geleneksel (konvansiyonel) aydınlatma sistemleri, yerini LED aydınlatma sistemlerine bırakmaktadır. Tez kapsamında, fizyolojik görsel konfor koşulları olarak kabul edilen, Aydınlık Düzeyi, Parıltı, Renk gibi parametrelerin insan üzerine etkileri incelenmiştir. Aydınlatmanın insan üzerindeki psikolojik etkileri Mekan Algısı, Performans ve Duygu-Durum ilişkisi üzerinden ele alınmıştır. Bu amaçla günümüzde sıklıkla kullanılan konvansiyonel aydınlatma sistemleri ile yeni nesil Led aydınlatma sistemlerinin ofislerde mekânsal algıyı nasıl etkilediğine yönelik karşılaştırmalı bir analiz çalışması amaçlanmıştır.

İstanbul Kültür Üniversitesi Aydınlatma Laboratuvarında konvansiyonel sistemde 3000K ve 6500K renk sıcaklığında, LED aydınlatma sisteminde 6500K renk sıcaklık değerlerinde deney seti oluşturulmuştur. Senaryo 01 ve Senaryo 02 olarak pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmalar ile beraber toplam 5 farklı deneysel gözlem yapılmıştır. Kullanıcılar ofis ortamını deneyimleyip kendilerine sunulan anketi değerlendirmiştir. Korana virüs (Covid-19) salgını nedeniyle, eğitim öğretimin online olarak devam etmesi sonucunda, Senaryo 04:6500K flüoresan aydınlatma sistemi ve Senaryo 05:6500K LED aydınlatma sistemi DiaLux Evo 9.0 programında ofis ortamı olarak simülasyonu gerçekleştirilmiş, kullanıcılara online değerlendirme anketi yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, konvansiyonel ve LED aydınlatma sistemlerin kullanıcılar üzerindeki mekânsal algıya etkileri tartışılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların daha sonra yapılacak olan çalışmalara yön vereceği ve yeni hipotezler meydana getireceği ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Konvansiyonel Aydınlatma, Led Aydınlatma, Görsel Konfor, Ofis Mekanları, Mekânsal Algı

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CONVENTIONAL AND LED LIGHTING SYSTEMS ON SPATIAL PERCEPTION IN OFFICES

Alperen KAMALI

İstanbul Kultur Universty

Graduate Institute of Education

Department of Interior Architecture and Environmental Design

Supervisor: Prof. Dr. Rana KUTLU

Lighting; It is a field of expertise that directly affects the perception of space by taking into account the psychological effects of light on human as well as providing the visual comfort conditions in a space in terms of physiological aspects. With the developing technology, traditional (conventional) lighting systems leave their place to LED lighting systems in the office environment. Within the scope of the thesis, the effects of parameters such as Luminance Level, Glow, Color, which are accepted as physiological visual comfort conditions, on human were examined. The psychological effects of lighting on human beings are discussed in terms of Space Perception, Performance and Emotion-State relationship. For this purpose, a comparative analysis of how conventional lighting systems and new generation LED lighting systems, which are frequently used today, affect the spatial perception in offices.

In the Lighting Laboratory of Istanbul Kultur University, an experiment set was created at 3000K and 6500K color temperature in the conventional system, and 6500K color temperature in the LED lighting system. A pilot study was conducted as Scenario 01 and Scenario 02. A total of 5 different experimental observations were made with the pilot studies. Users experienced the office environment and evaluated the questionnaire presented to them. Due to the Coronavirus (Covid-19) epidemic, as a result of continuing education online, Scenario 04: 6500K fluorescent lighting system and Scenario 05: 6500K LED lighting system was simulated as an office environment in DiaLux Evo 9.0 program, and an online evaluation survey was conducted for users. In line with the data obtained, the effects of conventional and LED lighting systems on the spatial perception on the users were discussed. It is anticipated that the results obtained in this study will guide future studies and create new hypotheses.

Keywords: Conventional Lighting, Led Lighting, Visual Comfort, Office Spaces, Spatial Perception

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleşmesi için beni öğrencisi olarak kabul eden, çalışmamın her aşamasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan, hoşgörü ve güler yüzünü hiçbir zaman esirgemeyen, değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Rana Kutlu'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana destek olan değerli bölüm hocalarıma da teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmalarım ve eğitim hayatım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, her zaman sabırla ve güvenle arkamda olan çok sevdiğim annem Ceyda Çeçen ve babam Prof. Dr. Muhammet Kamali 'ye sonsuz teşekkür ederim.

ALPEREN KAMALI

İSTANBUL 2020

KISALTMALAR VE SİMGELER

ANSI	American National Standards Institute
CIE	International Commission on Illumination
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
CRI	Color Rendering Index
IES	Illuminating Engineering Society
LED	Light Emitting Diode
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
TS EN 12464-1 Standartları	Türk Standartlar Enstitüsü Kapalı Çalışma Alanları Aydınlatması
UV	UltraViyole
FL	Flüoresan Lamba
KFL	Kompakt Flüoresan Lamba
ÇFL	Çubuk Flüoresan Lamba

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Aydınlatma Kalitesi: Kişisel Durum, Ekonomi, Mimari entegrasyon modeli.

Şekil 1.2. Aydınlatma koşulları ve kişisel izlenimlerin psikolojik ve psikobiyolojik açıdan ilişkisini gösteren diyagram. (Veitch, J.A., & Newsham, G.R., 1996).

Şekil 1.3. Ergonomide Aydınlatma Sistemi Tasarımı şeması (Çetin, F.D., Gümüş, B., Özbudak, Y. B., 2003).

Şekil 2. Aydınlatma koşulları ve kişisel izlenimlerin psikolojik ve psikobiyolojik açıdan ilişkisini gösteren diyagram.

Şekil 2.1. Görev alanı, yakın çevre ve arka plan alanı azami boyutları

Şekil 2.2. Gözün görme ve fark etme yetisinin parıltı farkı ile ilişkisi (Kamali, A., 2020).

Şekil 2.3. Görmeyi yok eden kamaşma

Şekil 2.4. Direkt ve Endirekt kamaşma

Şekil 2.5. Işık renk sıcaklığının mekan algısına etkisi

Şekil 3.1. Flüoresan lambanın çalışma prensibi

Şekil 3.2. T8, T12, T2 ve halka çubuk flüoresan lamba çeşitleri.

Şekil 3.3. U bükülmüş çubuk flüoresan lamba

Şekil 3.4. Soldan sağa sırasıyla; U tüp, ik düz tüpün birleştirilmesi, bükülü birleştirilmiş tüplerin bağlanması, U bükülü bir tüpün burulması sonucunda KFL'lerin oluşturulması.

Şekil 3.5. Kompakt flüoresan lamba örneği

Şekil 3.6. Kompakt flüoresan lambanın iç yapısı

Şekil 3.7. LED'in yapısı ve LED chip (Işık yayan kısım).

Şekil 3.8. Kıvrılabilen LED aydınlatma sistemleri.

Şekil 3.9. LED'li lamba çeşitleri (Demiröz, Y., 2019).

Şekil 3.10. Flüoresan ve LED Lambanın aydınlatma performansı açısından karşılaştırılması

Şekil 4.1. Deney odası yerleşim planı

Şekil 4.2. Deney odası aydınlatma planı

Şekil 4.3. DALİ Sistem kontrol ünitesi

Şekil 4.4. Elektronik Balast

Şekil 4.5. 30x120 cm Armatür

Şekil 4.6. Dim edilebilen T5 tüp flüoresan lamba

Şekil 4.7. Senaryo 01: 500lx sabit aydınlık düzeyi, 3000K renk sıcaklığı

Şekil 4.8. Senaryo 02: 500lx sabit aydınlık düzeyi, 6500K renk sıcaklığı

Şekil 4.9. Senaryo 03: 500lx sabit aydınlık düzeyi, 6500K renk sıcaklığı

Şekil 4.10. Senaryo 04: 6500K DiaLux simülasyon

Şekil 4.11. Senaryo 05: 6500K DiaLux Lineer LED simülasyon

Şekil 4.12. Konica Minolta CS-200 yerleşim planı.

Şekil 4.13. Konica Minolta CS-200 parıltı ölçer cihaz yerleşim detayı. (Kesit)

Şekil 4.14. Duvar düzleminde parıltı ölçümü yapılan noktaların detayları (Görünüş)

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Aydınlatma konfor parametreleri ile davranışsal çıktıların ilişkisi

Çizelge 2.1. Avrupa standartlarına göre önerilen aydınlık düzeyleri(lx)

Çizelge 2.2. Görev alanı ve yakın çevre arasındaki aydınlık düzeyi ilişkisi

Çizelge 2.3. Görev alanı aydınlatması düzgün dağılım oranları.

Çizelge 2.5. Işığın renksel görünüm ve sıcaklık ilişkisi

Çizelge 2.6. Renk ayırımı indeksi grupları

Çizelge 3.1. Philips Flüoresan Lambaların duy tipi ve görselleri.

Çizelge 3.2. Philips CFL Lambaların teknik bilgi ve görselleri

Çizelge 3.3. Philips CFL NI Lambaların teknik bilgi ve görselleri

Çizelge 3.4. LED armatürler

Çizelge 3.5. Deneyde kullanılan aydınlatma armatürlerinin teknik detayları

Çizelge 3.6. Tüp flüoresan ve Tüp LED lambaların karşılaştırılması

Çizelge 4. Oda yüzeylerinin renk ve yansıtıcılık değerleri

Çizelge 4.1. Deney setinde kullanılan armatür ve aydınlatmaların teknik detayları

Çizelge 4.2. Sağ duvar parlıltı değerleri.

Çizelge 4.3. Çalışma düzlemi parlıltı değerleri

Çizelge 4.4. Sol duvar parlıltı değerleri.

Çizelge 4.5. Zemin parlıltı değerleri

Çizelge 4.6. Deneye katılan katılımcıların demografik özellikleri.

Çizelge 4.7. Kullanıcıların Senaryo 01:500 lx, 3000K, T5 tüp flüoresan, mekan algısı değerlendirme grafiği

Çizelge 4.8. Kullanıcıların Senaryo 01(500 lx, 3000K, T5 tüp flüoresan) düşünce grafiği

Çizelge 4.9. Kullanıcıların Senaryo 02(500lx, 6500K, T5 tüp flüoresan) mekan algısı değerlendirme grafiği

Çizelge 4.10. Kullanıcıların Senaryo 02(500lx, 6500K, T5 tüp flüoresan) düşünce grafiği

Çizelge 4.11. Mekansal algı bakımından Senaryo 01 ve Senaryo 02 sonuçlarının karşılaştırılması

Çizelge 4.12. Senaryo 03 (500lx,6500K) deney seti katılımcıların demografik özellikleri

Çizelge 4.13. Senaryo 03 değerlendirme çalışması sonuçları

Çizelge 4.14. Senaryo 04 deney setinin E_{min} , E_{ort} değeri, aydınlık dağılımı ve kullanılan ışık kaynağının teknik detayları

Çizelge 4.15. Katılımcıların Senaryo 03 (500lx, 6500K 1/1 ölçekli deney ortamı) ve Senaryo 04(500lx, 6500K DiaLux simulasyon programı) kapsamında mekansal algı sorularına verdiği cevapların karşılaştırılması

Çizelge 4.16. Senaryo 04: Düzensiz-düzenli ve mekan algısı ilişkisi

Çizelge 4.17. Senaryo 04: Rahatsız-Rahat ve mekan algısı ilişkisi

Çizelge 4.18. Senaryo 04: Sıkışık-Ferah ve mekan algısı ilişkisi

Çizelge 4.19. Senaryo 04: Uyumsuz-Uyumlu ve mekan algısı ilişkisi

Çizelge 4.20. Senaryo 04: Alışılmışın dışında-Alışılmış ve mekan algısı ilişkisi

- Çizelge 4.21. Senaryo 04: Kullanışsız-Kullanışlı ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.22. Senaryo 04: Resmi olmayan-Resmi ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.23. Senaryo 04: Tatmin edici değil-Tatmin edici ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.24. Senaryo 04: Dinamik-Statik ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.25. Senaryo 04: Gerginleştirici-Dinlendirici ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.26. Senaryo 04: Hoş değil-Hoş ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.27. Senaryo 04: Soğuk-Sıcak ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.28. Senaryo 04: Kalitesiz-Kaliteli ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.29. Senaryo 04: Dar-Geniş ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.30. Senaryo 05 deney setinin E_{min} , E_{ort} değeri, aydınlık dağılımı ve kullanılan ışık kaynağının teknik detayları
- Çizelge 4.31. Senaryo 05: Düzensiz-düzenli ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.32. Senaryo 05: Rahatsız-Rahat ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.33. Senaryo 05: Sıkışık-Ferah ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.34. Senaryo 05: Uyumsuz-Uyumlu ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.35. Senaryo 05: Alışılmıyın dışında-Alışılmış ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.36. Senaryo 05: Kullanışsız-Kullanışlı ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.37. Senaryo 05: Resmi olmayan-Resmi ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.38. Senaryo 05: Tatmin edici değil-Tatmin edici ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.39. Senaryo 05: Dinamik-Statik ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.40. Senaryo 05: Gerginleştirici-Dinlendirici ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.41. Senaryo 05: Hoş değil-Hoş ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.42. Senaryo 05: Soğuk-Sıcak ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.43. Senaryo 05: Kalitesiz-Kaliteli ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.44. Senaryo 05: Dar-Geniş ve mekan algısı ilişkisi
- Çizelge 4.45. Katılımcıların Senaryo 05 ve Senaryo 04 kapsamında mekansal algı sorularına verdiği cevapların karşılaştırılması.

1.1. Tezin Amacı

LED aydınlatma sistemleri ilk olarak 1960'lı yıllarda Nick Holonyak tarafından kırmızı renkli LED ile gündeme gelmiştir. Yarı iletken maddelerin geliştirilmesi ile beraber LED ışık kaynakları 1970 ile 1990 yılları arasında gelişim sürecine devam etmektedir. 2000'li yılların başında LED aydınlatma sistemleri, konvansiyonel aydınlatma sistemlerine alternatif olarak kullanımı görülmektedir. 2006 yılından itibaren iç mekan aydınlatmasında LED aydınlatma sistemlerine yer verildiği görülmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber geleneksel aydınlatma sistemleri, yerini yeni nesil LED aydınlatma sistemlerine bırakmaktadır. Bu bağlamda LED aydınlatma sistemlerinin peyzaj aydınlatması, dış cephe aydınlatması ve iç mekanda da kullanımının giderek arttığı gözlemlenmektedir. Ofis ortamlarında konvansiyonel sistemler içerisinde ağırlıklı olarak kullanılan flüoresan lambalı aydınlatma armatürleri yerini LED aydınlatma sistemlerine bırakmaktadır. Ancak bu aydınlatma sistemlerinin kullanıcı performansına yönelik çalışmalar, literatürde kısıtlı sayıda yer almaktadır. Bu nedenle, çalışmada konvansiyonel ve LED aydınlatma sistemlerinin, mekânsal algı açısından kullanıcı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla hem konvansiyonel aydınlatma sistemi hem de LED aydınlatma sistemi ile oluşturulmuş deney setinde deneysel gözlem yapılarak, kullanıcıların mekânsal algı verilerini ölçmek amacıyla, 1/1 ölçekli deney ortamında değerlendirme çalışması ve deney setinin DiaLux Evo 9.0 programında simülasyonu ile online değerlendirme anketi çalışması yapılması planlanmaktadır.

1.2. Tezin Kapsamı

Hem konvansiyonel hem de LED aydınlatma sistemlerinde farklı renk sıcaklıkları altında beş farklı senaryoda incelenecektir. Kullanıcıların bu aydınlatma senaryoları altında, likert ölçeğinde değerlendirme anketi ile mekânsal algı verilerinin elde edilebilmesi beklenmektedir. Çalışma kapsamında planlanan deney çalışması İstanbul Kültür Üniversitesi Aydınlatma Laboratuvarı'nda kurgulanan 1/1 ölçekli deney ortamında gerçekleştirilecektir. Kullanıcı algısının ölçüldüğü Senaryo 03 6500K flüoresan aydınlatma sistemi ile aynı senaryonun simülasyon programı üzerinden kullanıcı tarafından değerlendirilmesine gidilmiş ve 1/1 ölçekli deney ortamı sonuçları ile simülasyon programı sonuçları karşılaştırılmıştır. İki durum arasında %95 yakınlık görüldükten sonra LED aydınlatma sistemlerinin kullanıldığı senaryolar DiaLux Evo 9.0 simülasyon programı ile oluşturulmuş ve kullanıcının algısı ölçülmeye çalışılmıştır.

Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber LED aydınlatma sistemleri yaşamın her noktasında kendine yer bulmaya başlamıştır. Bu süreç içerisinde gerek üreticiler gerekse bilim dünyası, konvansiyonel aydınlatma sistemlerden LED aydınlatma sistemlerine geçiş hakkında araştırmalarını sürdürmektedir. Yeni nesil Led aydınlatma sistemlerinin doğayı koruma amaçlı düşük enerji tüketimleri, uzun kullanım süreleri, bakım aralıklarının uzun olması gibi olumlu yönleri belirtilmektedir.

Kullanıcılar ofis ortamlarında genellikle uzun süreli yapay aydınlatma ile çalışmaktadırlar. 2014 yılında yapılan bir araştırmada ofis çalışanlarının gününün %62' sini ofiste geçirdikleri gözlemlenmiştir (Boyce, P.r., 2014). Bu bağlamda uzun süreli kullanım sonucunda kullanıcıların, sağlık, dikkat, verimlilik ve duygu durum değişimi gözlemlenmelidir. Aydınlatma tasarımının ve ışık kaynağının, kullanıcıların mekânsal algı açısından etkileri üzerinde önem gösterilmelidir. Bu çalışmada yüksek maliyetler karşılığında konvansiyonel sistemden, LED aydınlatma sistemlerine geçiş sürecinin gerekliliği incelenmektedir. Yapılan çalışmanın aşamaları şu şekilde ilerlemektedir;

İkinci bölümde; ofislerde doğru ve kaliteli bir aydınlatma için görsel konfor koşulları, fizyolojik ve psikolojik etkileri ile ele alınarak detaylı literatür araştırmasına yer verilmektedir.

Üçüncü bölümde kullanıcıların mekânsal algıları üzerinde yapılması planlanan deneysel gözlem öncesinde, konvansiyonel ve LED aydınlatma sistemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Hem konvansiyonel hem de LED aydınlatma elamanlarının üretim şekli, kullanım amacı, kullanım süreleri ve ortalama tüketim değerlerine yer verilmektedir.

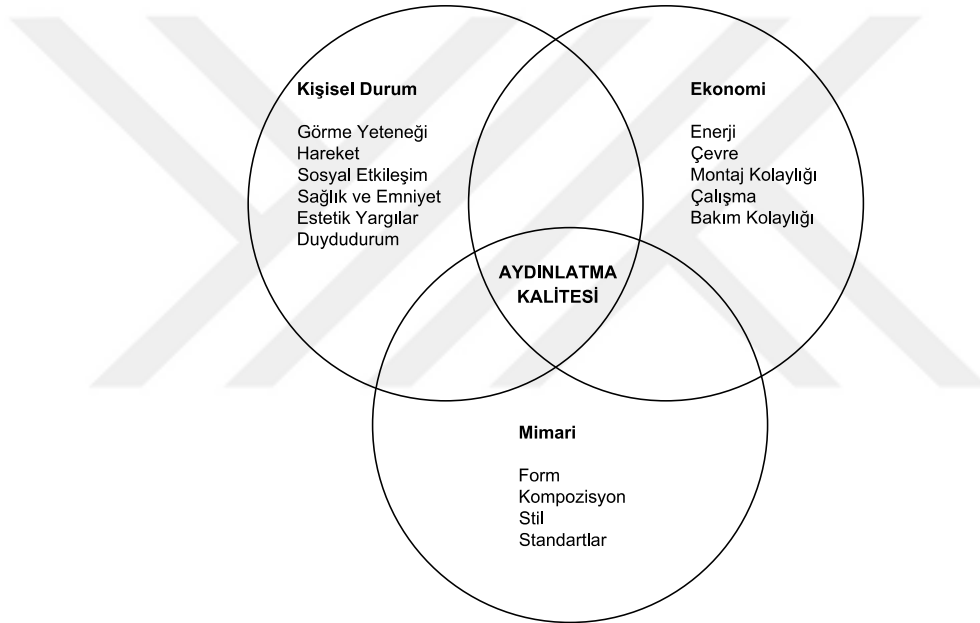
Dördüncü bölümde, 1/1 ölçekli deney ortamında, kullanıcıların mekânsal algılarının ölçülmesi ve karşılaştırılması amacıyla deneysel gözlem ve değerlendirme anketi çalışmasına yer verilmektedir. Konvansiyonel aydınlatma sisteminin verilerinin alındığı deney setinin fiziksel şartları ve özellikleri, deney senaryoları, kullanıcıların demografik özellikleri, pilot çalışma sonuçları ile LED aydınlatma sistemi verilerinin alındığı simülasyon programı sonuçlarına yer verilmektedir.

Beşinci bölümde, önceki bölümlerde kazanılmış bilgiler doğrultusunda, deney seti içerisinde yapılan fiziksel değerlendirme anketi ve online değerlendirme anketi sonuçlarına yer verilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda, daha sonra yapılacak bilimsel çalışmalar ile ilgili önerilere yer verilmektedir.

1.3. Giriş

Nitelikli bir aydınlatma için doğal aydınlatma açısından cephe tasarımı dolayısıyla saydamlık oranı ve camın ışık geçirgenliği, camın konumu, doğrama biçimi ve boyutu, ile mekana ait biçimsel ve boyutsal özellikler, yüzeylerin renksel ve dokunsal özellikleri ile mekan organizasyonunu ve yapma aydınlatmanın birlikteliği gibi tasarım ölçütlerine dikkat edilmelidir. Nitelikli bir aydınlatma tasarımı için literatürde yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir;

Veitch'in modeline göre nitelikli bir aydınlatma; Mimari, Ekonomik, Kişisel Özellikler bağlamında bu üç etkenin sağlanabilir olması koşuluyla gerçekleşebilmektedir. (Veitch, J.A., 2001), (Şekil 1).



Şekil 1. Aydınlatma Kalitesi: Kişisel Durum, Ekonomi, Mimari entegrasyon modeli.

Aydınlatma kalitesinin Veitch' in modeline göre sadece görme yeteneği, hareket, sosyal etkileşim, sağlık ve emniyet, estetik yargılar ve duygu durum gibi kişisel özelliklerden ibaret olmadığı, aynı zamanda ekonomik açıdan enerji, çevre, çalışma, montaj-bakım kolaylığı ve mimari açıdan form, kompozisyon, stil, standartlar gibi parametrelerle ilişkili olması gerektiğini göstermektedir.

Chung ve Burnett'ın iç mekandaki aydınlatma kalitesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, bir aydınlatma kalitesi endeksi gözden geçirilmiş ve iki ofis için aydınlatma kalitesi üzerine anket çalışması yapmışlardır. Çalışmalarında büyük ölçekli bir aydınlatma kalitesi anketinden elde edilen veriler, aydınlatma kalitesi endeksi ile bina sakinlerinin aydınlatma kalitesi konusundaki öznel değerlendirmesi arasında çok zayıf bir ilişki olduğunu göstermektedir. İki aşamadan oluşan bir aydınlatma sistemi güçlendirme projesinden önce ve sonra yapılan araştırmalara da çalışmalarında yer vermişlerdir. Elde edilen sonuç, katılımcıların aydınlatma sisteminin değiştirilmesi sonrasında daha yüksek aydınlık seviyelerini tercih ettiğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlar ile birlikte katılımcıların çoğunluğu, baş ağrısı veya göz yorgunluğu yaşadığını da bildirmiştir (Chung, M.T., ve Burnett, J., 2000).

Boyce ise, aydınlatma kalitesinin sadece fiziksel ölçümlerle basit bir şekilde ifade edilemeyeceğini ve kaliteli aydınlatmayı tanımlamak için evrensel, uygulanabilir ve tek bir tanım olmadığını belirtmektedir (Boyce, P.R., 2003).

Stiller kaliteli aydınlatmanın sadece insanlar için değil, yapının estetiği ve formunu da ortaya çıkarmak için tasarlanması gerektiğini vurgulamıştır (Stiller, M., 2012).

Bhusal, Tetri, Halonen, çalışmalarında ofis ortamındaki aydınlatma kalitesi ile ilgili farklı faktörlere genel bir bakış sunmaktadır. Kullanıcıların aydınlık seviyesi, aydınlığın dağılımı, renk ve diğer konfor parametreleri konusundaki tercihi hakkında farklı çalışmaları özetlemişlerdir. Verimlilik önlemlerinin aydınlatma kalitesi üzerindeki etkisi tartışılmıştır. Farklı aydınlatma kontrol sistemli ofis odalarında yapılan enerji tüketimi ölçümünün sonucu ve bunların karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Aydınlatmada verimlilik faktörünün görsel konfor koşullarından ödün vermeksizin sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır (P. Bhusal, E. Tetri, L. Halonen., 2006).

Bandara, Ranasinghe ve Hettiarachchi' in kent parklarındaki aydınlatmanın kullanıcıların görme koşulları ve görsel memnuniyeti üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada veri toplama, anketler, yerinde gözlemler, ölçümler ve foto grafik analizlerden oluşan farklı yöntemlerle gerçekleştirmişlerdir. Katılımcıların görsel konforunu belirlemek için aydınlık düzeyi, parlıltı ve renk sıcaklığı parametreleri ölçülerek, yapma aydınlatmanın insan görsel konforu ve çevresinden memnuniyetine doğrudan etkisi olduğu kanısına varılmıştır (Bandara. A., Ranasinghe. S ve Hettiarachchi. A., 2018).

Aydınlatma kalitesinde görsel konfor parametreleri oldukça önemlidir. Boyce, kullanıcıların bir eğlence ortamında rahat olarak tanımlanabilen aydınlatmanın, çalışma ortamında rahatsız edici olarak tanımlanabileceğinden bahsetmektedir (Boyce, P.R., 2014).

Veitch ve Newsham, nitelikli bir aydınlatma tasarımında yer alması gereken görsel konfor parametreleri ile davranışsal sonuçlar arasındaki bağı inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen veriler ışığında, birbirleriyle olan ilişkiyi Çizelge 1.'de belirtmektedirler (Veitch, J.A., Newsham, G.R., 1996).

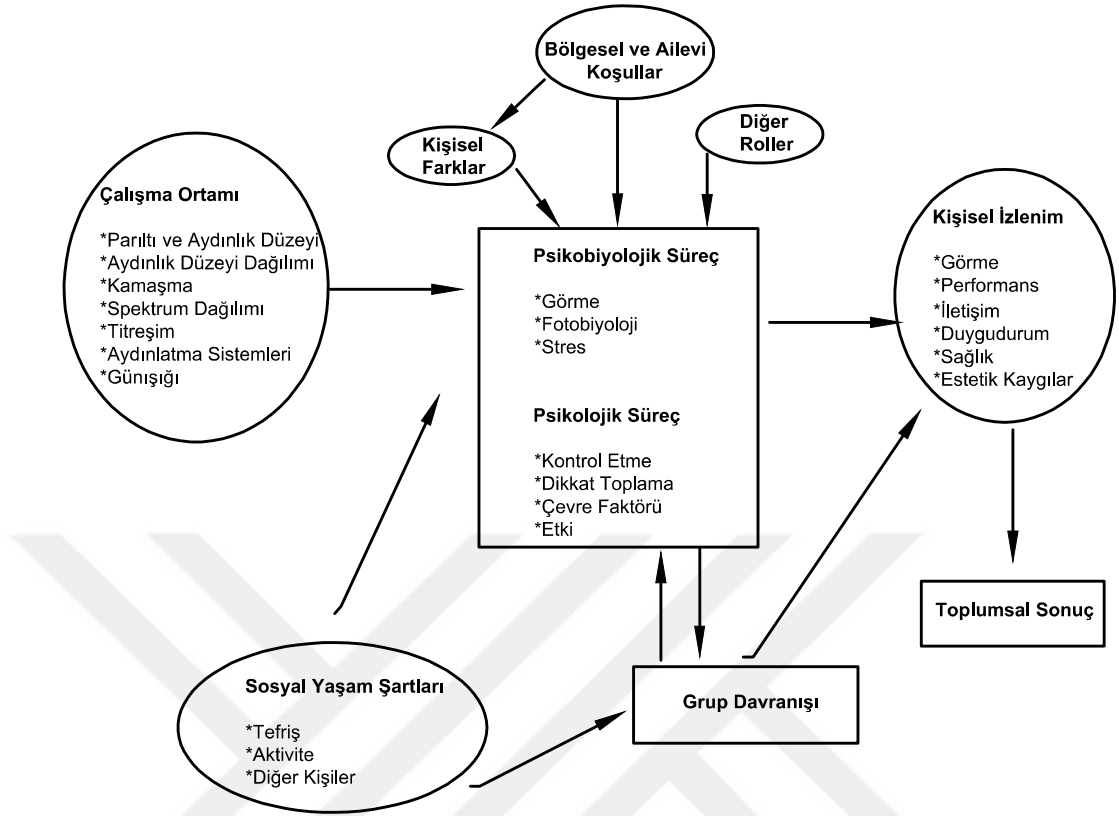
Çizelge 1. Aydınlatma konfor parametreleri ile davranışsal çıktılar arasındaki ilişki (Veitch, J.A., Newsham, G.R., 1996)

	GÖRSEL PERFORMANS	GÖREV PERFORMANSI	İLETİŞİM VE ETKİLEŞİM	DUYGUDURUM	SAĞLIK	ESTETİK YARGILAR
PARILTI						
AYDINLIK DÜZEYİ						
DÜZGÜNLÜK (GÖREV)						
DÜZGÜNLÜK (ODA)						
KAMAŞMA						
IŞIK RENGİ						
TİTREME						
AYDINLATMA SİSTEMİ						
AYDINLATMA KONTROLÜ						
GÜN IŞIĞI						

Çizelge 1.'de yer alan satırlar bağımsız değişkenleri göstermektedir. Kolonlar ise bağımlı değişkenleri göstermektedir. Boyalı alanlar satır ve sütun kesişiminde parametreler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Boyamalardaki koyu ve açık ton ise parametreler arasındaki ilişkinin gücünü göstermektedir.

Nitelikli bir aydınlatma tasarımında yer alması gereken fiziki görsel konfor koşullarının önemi oldukça yüksektir. Fakat aydınlatmanın psikolojik süreçlerinin kişisel izlenimler üzerinde etkileri de oldukça önemlidir.

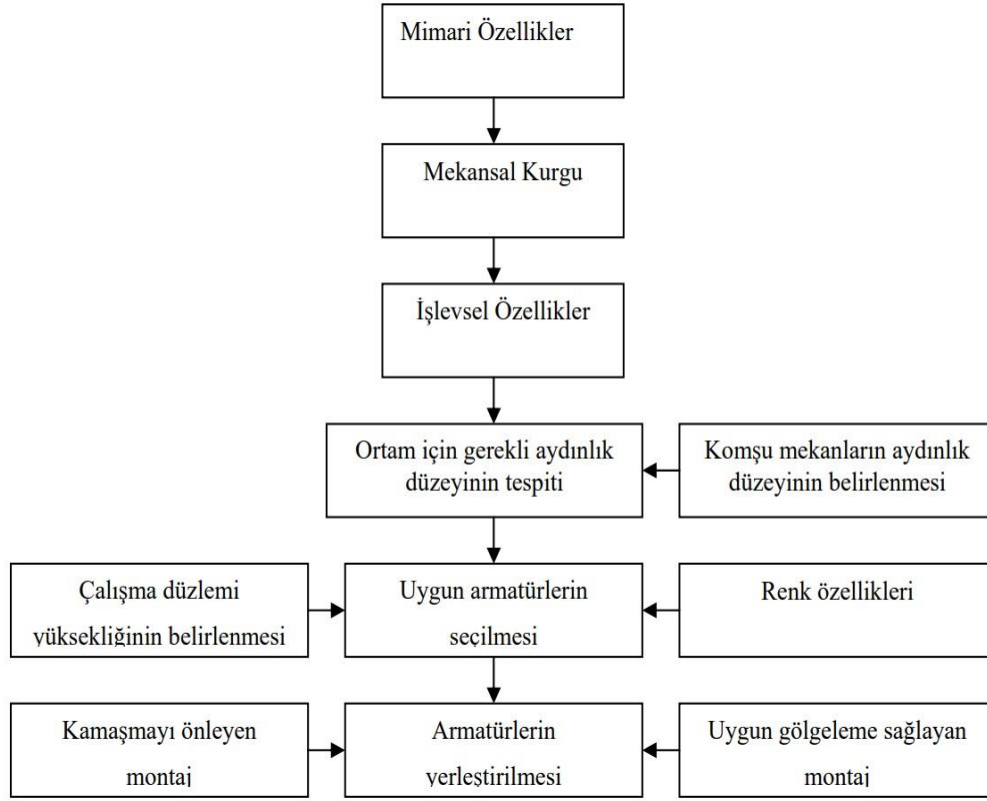
Veitch ve Newsham tarafından geliştirilen diyagramda (Şekil 1.2.) çalışma ortamında aydınlatma tasarımının kullanıcıların psikolojik ve psikobiyolojik süreçlerine etki ettiği görülmektedir. Bu etkinin daha sonra grup davranışlarını ve kişisel izlenimi de etkilediği görülmektedir. Bütün bu etkilerin toplumsal sonuçları ortaya çıkarttığından bahsetmektedir (Veitch, J.A., & Newsham, G.R., 1996).



Şekil 1.2. Aydınlatma koşulları ve kişisel izlenimlerin psikolojik ve psikobiyolojik açıdan ilişkisini gösteren diyagram. (Veitch, J.A., & Newsham, G.R., 1996).

Winterbottom ve Wilkins, Birleşik Krallık' ta yapılan bir çalışmada, bazı parıltı seviyelerinin flüoresan aydınlatma sistemlerinde öğrencilerde baş ağrısı ve görme performansında düşüşe neden olduğunu ortaya konmuştur. Aynı zamanda bu çalışmada doğal ve yapay aydınlatmanın ev ve ofis ortamında bireylerin üzerindeki etkilerine de değinilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda parıltı farklılıklarının, farklı kullanıcılar üzerinde olumsuz etkilerini gözlemlemişlerdir (Winterbottom, M., Wilkins, A., 2009).

Çetin, Gümüş, Özbudak çalışmalarında ergonomi insan ilişkisi konusuna kısaca değinmiş, ve ergonomide görsel algının boyutu ve sınırlarını tanımlamıştır. Görsel algılamada etkili olan aydınlatma sistem özelliklerine değinilmiş, insanın psikolojik algısına bağlı olarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre ergonomi kurallarına uygun aydınlatma sistem tasarımı için bir akış şeması oluşturulmuştur (Çetin, F.D., Gümüş, B., Özbudak, Y. B., 2003). (Şekil 1.3.)



Şekil 1.3. Ergonomide Aydınlatma Sistemi Tasarımı şeması (Çetin, F.D., Gümüş, B., Özbudak, Y. B., 2003).

Nitelikli bir aydınlatma tasarımı için fizyolojik ve psikolojik görsel konfor koşullarının sağlanması oldukça önemlidir. Günümüzde ofis ortamlarında konvansiyonel aydınlatma sistemlerinden LED aydınlatma sistemlerine geçiş oranı gün geçtikçe artmaktadır. LED aydınlatma sistemlerinin uzun kullanım ömürleri ve konvansiyonel sisteme göre farklı avantajları, kullanıcıların LED'e geçiş sürecinde etkili olduğu gözlemlenmektedir. LED aydınlatma sistemlerinin bakım maliyetleri, uzun kullanım süreleri, enerji verimlilikleri üzerine literatürde yer alan çalışmaların bazıları şu şekildedir;

Agosta, ışık kaynaklarının etkinlik faktörlerinin araştırıldığı öğrencilerin açık uçlu anketlere verdikleri yanıtlara ve aydınlatma sistemlerinden elde edilen elektrik enerjisi tüketim verilerine göre CFL lambaların elektrik tüketiminin akkor lambalara kıyasla CO2 emisyonu ve maliyeti açısından verimli görünmesine rağmen, aydınlatma sistemlerinin LED'lere dönüştürülmesinin CO2 emisyonlarını önemli ölçüde azaltacağını ve tasarruf edeceğini göstermektedir (Agosta, C., 2012).

Byun, Hong, Lee, ve Sehyun makalelerinde enerji verimliliği ve kullanıcı memnuniyeti dikkate alınarak akıllı bir ev LED aydınlatma sistemi önermektedir. Önerilen sistem, bir LED ışığını kullanıcının durumuna ve çevreye göre kontrol etmek için çoklu sensörler ve kablosuz iletişim teknolojilerini kullanmaktadırlar. Önerilen LED aydınlatma sistemi hem enerji verimliliğini hem de kullanıcı memnuniyetini arttırmak için minimum ışık yoğunluğu değerini bağımsız olarak ayarlayabildiğini ve toplam güç tüketimini azalttığını gözlemlemişlerdir (Byun, J., Hong, I., Lee, B., Park, S., 2013).

Soori ve Alzubaidi, ticari binalarda kullanılan farklı tipte aydınlatma senaryolarının performansını ve ofis aydınlatma uygulamalarında enerji tüketiminden tasarruf etmeyi tartışmaktadır. DiaLux Evo 9.0 simülasyon yazılımı ile farklı tipteki lambaların ofis binaları için verimli aydınlatma düzenini incelemiş ve elde edilen sonuçları değerlendirmişlerdir. Uygulamada kullanılan farklı tipteki lambaların çalışılması, uygulanabilirliği ve maliyet durumu vurgulanmaktadır (Soori, P. K., Alzubaidi, S., 2011).

Ahn, Park, Yoo, Kim, Leigh ve Jang, çalışmalarında aydınlatma verimliliğinin artırılması için LED aydınlatma sistemi gerektiğini savunmaktadır. Ancak LED aydınlatmadan kaynaklanan ısı, yaz mevsiminde iç soğutma yükünü artırmaktadır. Bu sorunu çözmek için, binanın ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemiyle entegre edilmiş bir ısı modülü ile LED aydınlatma için ısıl bir yönetim sistemi önerilmektedir. Bir test odasındaki termal etkileri ve soğutucu ile kanal havası arasındaki ısı değişim oranını araştırmak için bir deney yapılmıştır. Sonuç olarak, iç ısı kazanımı için ortalama LED aydınlatma ısı katkı oranı 0,05 olduğu görülmüştür. Bu değer ofis binasının ısıtma ve soğutma enerji talebini bir enerji simülasyon programı ile hesaplanmasıyla bulunmuştur. Simülasyon sonuçlarında, geleneksel aydınlatma sistemleri ile LED aydınlatma sistemleri karşılaştırıldığında soğutma enerjisi talebi %19,2 oranında azalmış olduğu gözlemlenmiştir (Ahn, B., Park, J., Yoo, S., Kim, J., Leigh, S., ve Jang, C. Y.,).

Sooria ve Vishwas, çalışmalarında, ofislerde enerji verimli aydınlatma sistemi tasarımı için kontrol stratejisi sunmaktadır. Dubai'de bir ofis binası aydınlatma sisteminin enerji verimliliği bu çalışmada incelenmiştir. Doğal aydınlatma ve yapay aydınlatma kullanımının HVAC sistemi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Aydınlatma kontrol algoritması, enerji verimliliği ve kullanıcıların sağlık açısından olumlu sonuçlar elde etmek için geliştirilmiştir. Aydınlatma kontrol algoritması, genel olarak Dubai veya Orta Doğu'da inşa edilecek yeni yapılara referans olabileceğini öngörmektedir (Sooria, P. K., Vishwas, M., 2013).

Daniel, Jose, Jorge, bir eğitim yapısının iki farklı aydınlatma sistemini, ilk olarak T8 tüp floresan lambaları kullanan mevcut aydınlatma sistemi ve ikinci olarak T8 tüp LED lambaları ile önerilen aydınlatma sistemi arasındaki enerji tüketimi ve ortalama aydınlatma seviyesini karşılaştırmaktadır. Bu karşılaştırmanın asıl amacı, bir sınıfta olduğu gibi aynı alanda kullanılan floresan ve LED tüp lambaları arasındaki güç tüketimi ve aydınlatma seviyesi farkını bulmaktır. İkinci hedef, Meksika'daki mevcut aydınlatma standardının karşılandığından emin olmak için sınıf içindeki aydınlatma seviyesini ölçmektir. T8 LED tüp aydınlatma sistemi kullanılarak gerçek güç tüketimini ve aydınlatma seviyelerini değerlendirmek için yapılan çalışmada, mevcut floresan aydınlatma sisteminin revize edilerek LED aydınlatma sistemine geçiş süreci sonrasında elde edilen enerji tasarrufu hakkında bilgi verilmektedir (Daniel, F., Jose, A., Jorge, A., 2018).



2. OFİSLERDE GÖRSEL KONFOR KOŞULLARI

Aydınlatma bir nesneyi ışıklı kılmamanın ötesinde, görünür ve algılanabilir kılmaktır. Kullanıcıların mekân içerisinde nesneleri ve renkleri doğru algılayabilmesi için, Aydınlık düzeyi, parlaklık ve renk gibi etkenlerin olması gereken değerler aralığı fizyolojik yönden görsel konfor koşullarını sağlarken, aydınlığın dağılımı, aydınlatmanın karakteri, ışık ve boya renklerinin amaca yönelik seçimi psikolojik açıdan konfor koşullarını belirlemektedir.

2.1. Ofislerde Fizyolojik Görsel Konfor Koşulları

Aydınlatma sisteminin kuruluş amacına göre tasarlanmasıyla, işleve yönelik olarak niceliksel boyutuyla aydınlık düzeyinin belirlenmesi, kullanıcıların nesneleri yada içinde bulunduğu ortamı en kısa sürede, olduğu gibi, doğru algılamasıyla sağlanacaktır. Fiziksel konfor parametreleri daha önceden belirlenmiş, TS EN 12464-1, (Işık ve Aydınlatma- Çalışma Alanlarının Aydınlatılması) standartlarına göre tasarlanmalı ve kullanıcı ihtiyaçları dikkate alınmalıdır.

2.1.1. Aydınlık düzeyi

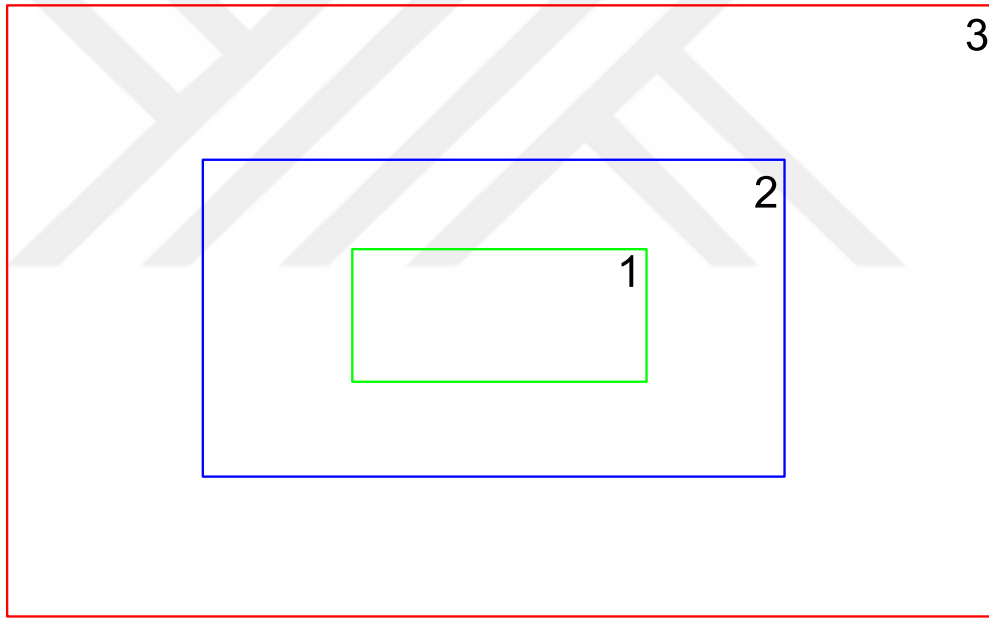
Aydınlık düzeyi, birim alana düşen ışık akısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Aydınlık düzeyi kullanıcıların bir mekânı hızlı, güvenli, rahat bir şekilde algılamasında önemli rol oynamaktadır. Aydınlık düzeyindeki değişimleri gözün algılaması için, çalışma yerlerinin aydınlatılması standardı (TS EN 12464-1)' e göre; 20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 – 2000 – 3000 - 5000 lx gibi farklılıklar önerilmektedir. Kullanıcıların deneyimledikleri mekanlarda görsel konfor parametreleri ve performans gereksinimleri çalışma yerlerinin aydınlatılması standartlarında önerilmiştir (TS EN 12464-1). Ofis ortamları için önerilen aydınlatma düzeyleri Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışma yerlerinin aydınlatılması standardına göre önerilen aydınlık düzeyleri(lx) (TS EN 12464-1).

Alan, Görev, Faaliyet Türü	Tavsiye Edilen Aydınlık Seviyesi (lx)
Fotokopi	300lx
Yazma, okuma ve veri işleme	500lx
Teknik çizim	750lx
Bilgisayarlı çalışma alanı	500lx
Konferans ve toplantı odası	500lx
Resepsiyon	300lx
Arşiv	200lx

Standartlarda verilen aydınlık düzeyleri, sağlanması gereken minimum değerler olup, ihtiyaç olması halinde aydınlık düzeyi verilen değerlerin üzerine çıkabilmektedir. Aydınlığın dağılımı ise görsel konfor koşullarının niteliksel yönden ele alınmasında önemli rol oynamaktadır. Bu anlamda işleve yönelik homojen bir dağılım ya da bölgesel bir aydınlatmaya ihtiyaç duyulup duyulmaması aydınlık düzeylerinin niceliksel boyutu üzerinde etki edecektir.

Bu doğrultuda kullanıcıların mekanı konforlu bir şekilde deneyimlemeleri için aydınlık düzeyi tek başına değerlendirilmemelidir. Kullanıcılar üzerinde stres ve rahatsızlık oluşmaması için çalışma alanı içindeki hedef alanı haricinde yakın çevre ve arka plan alanında aydınlatma değerleri önemlidir. Çalışma yerlerinin aydınlatılması standartlarına göre, çalışma alanındaki görev ve arka plan alanı için belirlenen minimum değerler Şekil 2.1’ de verilmiştir. (TS EN 12464-1);



Şekil 2.1. Hedef alanı, yakın çevre ve arka plan alanı minimum boyutları (TS EN 12464-1).

- 1- Hedef alanı
- 2- Yakın çevre alanı (görev alan çizisinden 0,5m genişliğindeki alan)
- 3- Arka plan alanı (yakın çevre alan çizisinden en az 3m genişliğindeki alan)

Çalışma alanındaki hedef alanı, yakın çevre alanı ve arka plan alanı arasındaki azami uzaklıklar verilmiştir. Görev alanı ve çevresi arasındaki mesafe, mekanın kontrast değeri, deneyim süresi gibi parametrelere bağlı olarak değişebilmektedir.

Yakın ve uzak çevre, görev alanına göre daha düşük aydınlık düzeylerinde olabilmektedir. Ancak bu azaltımın standart düzeylerin altında olmaması gerekmektedir. Bu parametreler Çizelge 2.2.' de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Hedef alanı ve yakın çevre arasındaki aydınlık düzeyi ilişkisi (TS EN 12464-1).

Görev Alanı Aydınlık Düzeyi (lx)	Yakın Çevre Aydınlık Düzeyi (lx)
>750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{task}
100	E_{task}
<50	E_{task}

Ofis gibi görsel eylemin önemli rol aldığı mekanlarda, aydınlığın düzgün dağılımında E_{min}/E_{ort} oranlarının 0.40 ile 0.60 aralığında olması aydınlığın düzgün dağılıma sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu değerler Çizelge 2.3. de gösterilmiştir (TS EN 12464-1).

Çizelge 2.3. Görev alanı aydınlatması düzgün dağılım oranları. (U_0)(TS EN 12464-1).

Alan, Görev, Faaliyet Türü	Düzenli Dağılımı (U_0)
Fotokopi	0.40
Yazma, okuma ve veri işleme	0.60
Teknik çizim	0.70
Bilgisayarlı çalışma alanı	0.60
Konferans ve toplantı odası	0.60
Resepsiyon	0.60
Arşiv	0.40

2.1.2. Parıltı

Görsel konfor koşullarını belirleyen değişkenlerden parıltı, gözü etkileyerek görme duyusunu oluşturan doğrultuya bağlı bir büyüklüktür. Birimi cd/m^2 dir. Parıltı birincil ve ikincil ışık kaynaklarının parıltısı olmak üzere 2'ye ayrılır. Birincil ışık kaynaklarının parıltısı, göze gelen ışık şiddetinin büyüklüğü ve kaynağın görülen alanına oranı iken, ikincil ışık kaynaklarının parıltısı, yüzey üzerindeki aydınlık düzeyinin yüzeyin bir özelliği olan ışık yansıtma veya geçirme çarpanının bir fonksiyonudur. İyi görme koşullarının sağlanmasında parıltı değişkeni istenen bir fotometrik büyüklük olup parıltının kontrol edilemediği durumlarda oluşan kamaşma istenmeyen durumu oluşturur.

Bir cismin algılanması için yeterli düzeyde aydınlık seviyesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ofis ortamlarında görsel konfor sağlanması için, parıltı oranları kamaşmaya neden olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

İyi bir aydınlatma tasarımında parıltı oranlarına dikkat edilmelidir. Parıltı farklılıklarında insan gözü, ortam ışığına uyum sağlamak için; göz bebeği küçülmesi, göz hareketleri gibi refleksler göstermektedir.

Bir ofis ortamında kullanıcıların, aynı mekan içerisinde parıltı farklılıklarının yüksek olduğu alanlarda, göz kasları daha çok çalışmaktadır. Bu nedenle gün içerisinde çalışanların daha çok yorulması, dikkat eksikliği gibi problemler gözlemlenebilmektedir. Işık hassasiyeti fazla olan, astigmatizm vb. görme bozukluğu olan kullanıcılar, parıltı dengesinin doğru oluşturmadığı çalışma ortamlarında, baş ağrısı, göz yorgunluğu ve bunlara bağlı olarak konsantrasyon eksikliği de gözlemlenebilmektedir.

KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ
KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİ

Şekil 2.2. Gözün görme ve fark etme yetisinin parıltı farkı ile ilişkisi

Şekil 2.2. de görüldüğü gibi nesne ve fon arasındaki kontrast azaldıkça kelimelerin okunması zorlaşmaktadır. Parıltı dengesi iç mekan ve ofis ortamlarında da önemlidir. Kullanıcıların deneyimledikleri mekanlarda görsel konforu arttırmak için; tavan, duvar ve zeminin yüzeyinin tümüne bağlı olarak yansıma yada geçirgenlik çarpanlarının doğru ayarlanması bu yüzeylerin parıltısı açısından oldukça önemlidir.

Standartlara göre iç mekan yüzeyleri için yansıtıcılık değerleri; tavan için: 0,7- 0,9 arası, duvarlar için: 0,5-0,8 arası, zemin için: 0,2-0,4 arasında olmalıdır. Ofis ortamı için tavan, duvar, zemin ve çalışma düzleminde seçilen malzemelerin, IES, ANSI ve CIBSE standartlarında belirtilmiş değerleri Çizelge 2.4.' de belirtilmiştir.

Çizelge 2.4. Ofis ortamları için önerilen yansıtma çarpanları

Yüzey ve Nesneler	Kaynak: ANSI	Kaynak: CIE	Kaynak: CIBSE
Tavan	>0,8	0,6-0,9	0,3-0,9
Duvar	0,5-0,7	0,3-0,8	0,3-0,7
Döşeme	0,2-0,4	0,1-0,5	0,3-0,7
Çalışma Düzlemi	0,35-0,50	0,2-0,6	En az 3

Görsel Konfor etkenlerinden parıltının kabul edilebilir değer aralığında sağlanamaması durumunda oluşan rahatsızlık durumuna kamaşma denilmektedir. Kamaşma gözün görme yeteneğini azaltan önemli bir sorundur.

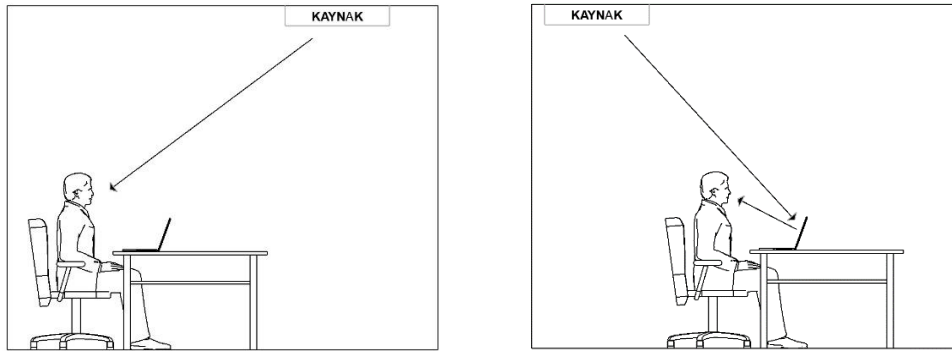
Özkaya ve Tüfekçi, kamaşmayı olumsuz etki bakımından görmeyi yok eden yetersizlik ve görme yeteneğini azaltan konforsuzluk olarak iki gruba ayırmıştır (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

Yetersizlik kamaşması görmeyi yok etmektedir. Örneğin; karanlık bir ortamda göze bir projektör ışığı tutulması, akşam güneşi gibi dış etkilerle gözün geçici olarak cisimleri tam görememe durumudur (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).



Şekil 2.3. Yetersizlik kamaşması

Konforsuzluk kamaşması ise armatürlerin yanlış yerleştirilmesi, parlaklığı yüksek armatür kullanımı veya çıplak lamba kullanımı gibi hatalı bir uygulama sonucunda kişinin görme yeteneği azalmaktadır. Görme duyumuna rahatsızlık durumu eşlik etmektedir. Bir aydınlatmada bir veya daha fazla ışık kaynağı söndürüldüğünde veya el ile kapatıldığında daha iyi bir görme sağlanıyor ise o mekanda kamaşma vardır (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).



Şekil 2.4. Direkt ve Endirekt kamaşma

Gözün görme alanındaki parlaklık 10^4 cd/m² veya daha büyük değerlere çıktığında göz kamaşır. Bu duruma *mutlak kamaşma* denilmektedir. Güneş veya enkandesan lamba gibi kaynağa bakıldığında oluşan kamaşmaya *direkt kamaşma* denir. *Endirekt kamaşma*: bakılan cisimle kamaşmaya sebep olan cismin farklı olduğu, çakışmadığı kamaşmadır (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

2.1.3. Renk

Farklı biçim ve büyüklükteki ışık parçalarının birbirinden ayırt edilmesini sağlayan özellik olarak tanımlanan ve görsel konfor parametreleri arasında yer alan renk, sadece fizyolojik değil aynı zamanda psikolojik açıdan da önemli bir tasarım öğesi olarak görülmektedir. Nesnelerin rengi, yansıttıkları ışığın rengine göre algılanırken, mevcut ışık ve çevre, gözlemcinin özellikleri, bakış doğrultusu renk algılanmasında rol oynamaktadır.

Kullanılan ışık kaynağının tayfsal yapısına uygun olarak yüzey renkleri daha parlak, daha canlı görülebilir ve doygunluk artabilmektedir (Manav, B., 2005).

Işığın rengi, gözlemci üzerinde sıcak, soğuk, ılık gibi tanımlamaya yol açan görünümü renk sıcaklığı olarak tanımlanabilmektedir. Birimi Kelvin (°K) olarak kabul edilir. Işığın renksel görünüm ve sıcaklık ilişkisi Çizelge 2.5.'de belirtilmektedir.

Çizelge 2.5. Işığın renksel görünüm ve sıcaklık ilişkisi

Işığın Renksel Görünümü	Işığın Renksel Sıcaklığı
Sıcak	<3300 °K
Ilık	3300 °K - 5300 °K
Soğuk	> 5300 °K

İç mekanda üç farklı renk sıcaklığı ile yapılan aydınlatma tasarımında aynı mekan, kullanıcılar üzerinde farklı etkiler bırakabilmektedir. Renk sıcaklığı mekan yüzeylerinin malzeme ve renklerine göre mekânsal algıya etki etme potansiyeline sahiptir.

Işık kaynağının renk sıcaklığı insanları psikolojik açıdan etkileyerek görsel konfor, estetik, mekan algısı gibi parametrelerle de ilişkilidir. Aydınlatma tasarımlarında ışık renginin seçimi, mekanın yüzey renklerine, donatı renklerine ve bulunduğu bölgenin iklim koşullarına göre yapılmaktadır (TS EN 12464-1).

Sıcak iklim koşullarına sahip bölgelerde iç ortamda soğuk ışık kaynakları tercih edilirken, soğuk iklim koşullarına sahip bölgelerde yer alan iç ortamda sıcak renkli ışık kaynaklarının tercih edildiği görülmektedir. Bu bağlamda, ışık renginin iklimsel açıdan ihtiyaç duyulan mekânsal algıya katkıda bulunduğu söylenebilmektedir.

Kullanıcıların mekan içerisinde görsel açıdan kendilerini konforlu hissetmesi ve uzun süre olumsuz bir durum yaşamadan mekanı deneyimleyebilmeleri için görsel konfor sağlanmalıdır. Mekan içerisinde bulunan nesnelerin ve yüzeylerin doğru renklerde görünmesi için uygun bir aydınlatma tasarımı yapılmalıdır. Işığın insanların çevresindeki nesneleri gerçeğe en yakın şekilde göstermesi gerekmektedir. Işığın bu özelliğine renksel geri verim indeksi (CRI) denilmektedir. Renksel geri verim endeksi, R_a ile gösterilmektedir. R_a için en yüksek değer 100 olarak tanımlanmıştır (TS EN 12464-1). İç mekanlar için CIE'nin önerdiği renksel geri verim değerleri, R_a cinsinden Çizelge 2.6.'da belirtilmiştir.

Çizelge 2.6. Renk geriverim indeksi grupları (CIE 2001)

Renksel Geriverim Sınıfı	R_a Değeri	Kademe	Renk	Uygulama Alanı
1A	$R_a \geq 90$	Mükemmel	Sıcak-Ilık-Soğuk	Doğru renk görmenin önemli olduğu işler
1B	$90 > R_a \geq 80$	İyi	Sıcak-Ilık-Soğuk	Doğru renk görmenin önemli olduğu işler
2	$80 > R_a \geq 60$	İyi	Sıcak-Ilık-Soğuk	Doğru renk görmenin önemli olduğu işler
3	$60 > R_a \geq 40$	Orta	Sıcak-Ilık-Soğuk	Doğru renk görmenin çok önemli olmadığı işler
4	$40 > R_a \geq 20$	Kötü	Sıcak-Ilık-Soğuk	Renk ayrımının önemli olmadığı işler

2.2. Aydınlatmanın Mekan Algısına Psikolojik Yönden Etkileri

Aydınlatma tasarımlarında aydınlık düzeyi, parlılık, renk gibi görsel konfor parametrelerinin niceliksel büyüklüklerinin sağlanmasının yanısıra psikolojik etkilerinin de dikkate alınması önemlidir. Manav; görsel konforun, psikolojik ve fizyolojik konforla bir arada olduğu zaman gerçekleşebileceğinden bahsetmektedir (Manav, B., 2005).

2.2.1. Mekan algısı

Kullanıcıların mekan içerisinde duyu organlarıyla algılama sürecinde estetik parametreler oldukça önem taşımaktadır. İç mekan aydınlatma tasarımının kullanıcılar üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri oluşabilmektedir. Ofis ortamı için yapılacak bir aydınlatma tasarımının, kullanıcıların üzerinde oluşturduğu psikolojik etkenler dikkate alınmalıdır. Kullanıcıların mekan içerisinde algıları, aydınlık düzeyine, rengine, parlılık oranlarına bağlı olarak değişebilmektedir. Ofis ortamları için IESNA' nın hazırladığı "Ofis Ortamlarında Aydınlatma" raporuna göre, mekan izlenimlerini; *ferahlık, rahatlık, görsel netlik, hoşnutluk, düzen* olarak 5 grupta sınıflandırmıştır.

2.2.1.1. Ferahlık

Aydınlatma tasarımında, kullanıcıların bir mekan içerisinde kendilerini ferah hissedebilmesi için, aydınlık düzeyinin mekanın her alanında eşit olmasına dikkat edilmelidir. Mekanı çevreleyen yüzeylerin doğru ve yeterli aydınlatılması kullanıcıları mekan içerisinde kendilerini daha ferah hissetmelerini sağlayacaktır. Bu doğrultuda yüksek aydınlık düzeyi ile beraber tavan ve duvarların daha aydınlık olduğu durumlar da ferahlık hissini oluşturur.

2.2.1.2. Rahatlık

Kullanıcıların mekan içerisinde bölgesel aydınlatma ile genelden daha düşük aydınlık düzeyine sahip mekan bütünü ile kendilerini daha rahat hissetmeleri sağlanacaktır. Aynı zamanda mekan içerisinde sıcak ışık renklerinin kullanımı rahatlık algısını artıracaktır.

2.2.1.3. Görsel Netlik

Görsel netlik kişisel bir duyum olmakla beraber nesnelerin görünüşleriyle alakalı bir duyumdur. Görsel netlik, mekan içerisinde kullanıcıların nesnelere olan uzaklığı ve mekanın aydınlatma şekline bağlı olarak çeşitlilik gösterebilmektedir.

Görsel netliği kazanmak için aydınlığın düzgün dağılımı ve yüksek aydınlık seviyeleri olmalıdır. Mekan içerisindeki nesnenin çevre alanı ile birlikte aydınlatılması önerilmektedir. Bu tür bir algılama için soğuk renkli ışık kaynakları tercih edilebilmektedir.

2.2.1.4. Hoşnutluk

Aydınlatma tasarımlarında kullanıcılara hoşnutluk hissettirmek için mekan içerisinde kabul edilebilir sınırlar içerisinde parıltı farklılıklarının oluşturulması ve bölgesel aydınlatmaya yer verilmesi önerilmektedir. Mekan içerisinde düşük aydınlık düzeyleri yaratılarak, duvar yüzeylerinde bölgesel aydınlatma kullanılması, alan içerisinde bölgesel aydınlatma vurguları hoşnutluk hissini artırmaktadır.

Ofis mekanlarında hoşnutluk hissini artırmak için, mimariye bağlı kalarak, ortak kullanım alanları ve geçiş mekanlarında kullanılan aydınlatma düzeyi ile çalışma alanlarındaki aydınlatma sisteminin farklı tasarlanması oldukça önemlidir. Kullanıcıların ofis ortamında bulunan aydınlatma sistemini kişisel olarak kontrol edebilmeleri hoşnutluk hissini artırmak için önemli bir faktördür.

2.2.1.5. Düzen

Düzen hissi mekanın eylemine ve tefriş düzenine bağlı olarak tavan tasarımının biçimlenmesi aydınlatma elemanlarının dizilişi düzen hissinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır.

2.2.2. Performans

Ofis ortamlarında mekan içerisinde sağlanan görsel konfor koşullarının, kişisel performansı artırdığı bilinmektedir. Kullanıcıların iş tanımı ve ihtiyaçlarına göre tasarlanan aydınlatma, kişisel performansa olumlu yönde etki edebilmektedir. Aydınlik düzeyi, renk sıcaklığı, parlaklık kontrast oranları ve kullanım amacı, kullanıcı performansını direkt etkileyen faktörlerdir. Bu parametrelerden ayrı olarak, kullanıcıların, kişisel tercihlerine göre tasarlanan aydınlatma sistemleri de kişisel performansı etkileyen bir faktör olarak bilinmektedir.

2.2.3. Duygu durum

Ofis ortamında kullanıcıların kişisel tercihleri aydınlatma tasarımında oldukça etkilidir. Kullanıcıların yaş aralıkları, cinsiyetleri, sağlık sorunları, günlük rutinleri aydınlatma tercihleriyle doğrudan ilişkili olabilmektedir. Kullanıcılar için aydınlatma tercihlerinde kesin veya ortak bir tercih söz konusu değildir.

Standartlara göre tasarlanmış bir ofis ortamında, kullanıcıların psikolojik ve sağlık durumları mekan içerisindeki duygu durum ilişkisine etki edebilmektedir. Örneğin sıcak renkli ofis ortamında çalışınca performansı yüksek olan bir kullanıcı, soğuk renkli bir ofis ortamında aynı performansı göstermeyebilir. Bu durum kişisel alışkanlıklara, duygu duruma bağlıdır. Sağlık açısından bir örnek verecek olursak; astigmatizm gibi ışık hassasiyetinin arttığı bir göz rahatsızlığında, standartlara göre tasarlanmış bir aydınlık düzeyi, kullanıcıya rahatsız edici gelebilmektedir. Bu nedenle kişisel durumlar, refleks ve tercihler, aydınlatma tasarımında belirleyici etken olabilmektedir.

Renk sıcaklıkları ve aydınlık düzeylerinin gün içerisinde sirkadiyen ritmi yönündeki etkileri dikkate alınarak tasarlanmış dinamik aydınlatma ile çalışanların kendilerini hem fizyolojik hem de psikolojik yönden iyi hissetmeleri, verimlin artarak performansı olumlu yönden etkilemesi, günümüz ofislerinde dikkate alınan önemli bir tasarım girdisidir.

3. KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Aydınlatma tasarımında ışık kaynaklarının seçimi önemli rol oynamaktadır. Işık kaynaklarının seçiminde; etkinlik faktörü, lamba ömrü, ışığın rengi, bakım maliyetleri gibi parametrelere dikkat edilmelidir.

Ofis ortamlarında; tüketim değerleri, maliyetler ve kullanım ömrü açısından uzun yıllardır tercih edilen flüoresan lambalar yerini gelişen teknoloji ile LED aydınlatma sistemlerine bırakmaktadır.

3.1. Konvansiyonel Aydınlatma Sistemleri

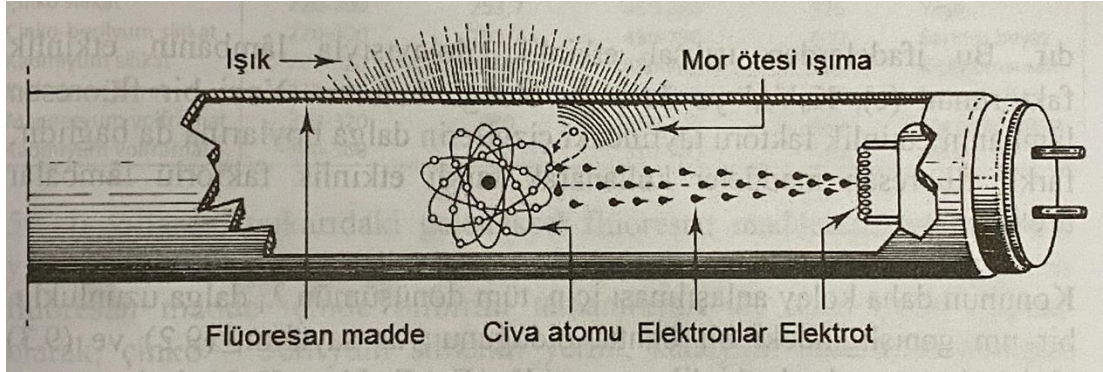
Flüoresan lambalar, 1930'lu yılların sonunda piyasaya çıkmış ve günümüzde aydınlatma sistemlerinde hala kullanılmaktadır. Yapma aydınlatma endüstrisi içinde %70 oranında paya sahip olduğu bilinmektedir (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

Flüoresan lambaların ışık akısı çevre sıcaklığı ile bağlantılıdır. T8 ve T12'lerde ışık akısı 25⁰ C'da maksimum değerlerdedir. 15⁰ C' in altında ışık akısı hızla azalmaktadır. T5' lerde ise ışık akısı 35⁰ C'lerde maksimum değerlere ulaşmaktadır. 27⁰ C ise ışık akısı, %90 seviyelerine düşer ve sonrasında hızla azalmaya devam etmektedir (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011). Flüoresan lambaların açma kapama sayısı, 165 dakika yakıldıktan sonra 15 dakika sönük tutulması varsayımı ile ömürler belirlenmektedir. Bu varsayım günde 8 defa açma-kapamaya göre belirlenmiştir.

Ateşleme süreleri 1-2 saniye civarlarındadır. Ön ısıtmasız modellerde bu süre daha da kısalabilmektedir. Bu şekilde ateşleme titreşimsiz gerçekleşebilmektedir. Ateşlemeden sonra ışık akısının tam değerlerine erişmesi için 2-3 dakika geçmesi gerekmektedir. Ateşleme anında ışık akısı %60 değerlerine ulaşmaktadır. Lamba söndürüldüğünde civa buharının hemen soğuması sebebiyle yeniden ateşleme süresinde herhangi bir gecikme yaşanmamaktadır.

İki iğneli ve entegre balastlı Kompakt Flüoresan Lambalar (KFL) dışındaki tüm flüoresan lambalar DIM edilebilmektedir. Bu şekilde lamba gücü ve ışık akısı %10 değerlerine kadar ayarlanabilmektedir. Flüoresan lambalar genellikle her pozisyonda montajı yapılabilen ve yanabilmektedir. Ancak Çubuk Flüoresan Lambalar (ÇFL) ışık dağılım eğrilerinden dolayı çoğunlukla yatay monte edilmektedir (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

Flüoresan lambalar tüpün iç cidarına flüoresan madde sürülmüş alçak basınçlı civa buharlı lambalardır. (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011), (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Flüoresan lambanın çalışma prensibi (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

1970’li yıllara kadar üretilen flüoresan lambalarda R_a değerleri 51 ile 75 aralığında olduğu bilinmektedir. 1970’li yılların başından itibaren trifosfar olarak nitelendirilen emisyon bantları çok dar, emisyon ağırlık merkezleri 450 nm (mavi), 545 nm (yeşil) ve 610 nm (kırmızı) olan nadir toprak fosforlarının kullanılmasıyla renksel geriverimi daha yüksek ($80 < R_a \leq 90$) ve yüksek etkinlik faktörüne sahip lambalar üretildiği bilinmektedir (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

Lambanın etkinlik faktörüne etki eden fosfor grubunun, lamba ömrü üzerinde de çok büyük etkisi vardır. Halofosfatların emisyonu 4000-5000 saat sonra ilk değerin %80’ine inmesi ve zamanla kullanıma bağlı olarak azalmaya devam etmesi söz konusu olabilmektedir. Trifosforlar ve multifosforlarda bu süre 16000-19000 saat aralığındadır (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).

Flüoresan maddelerin grubu, FL’lerin R_a ’larını belirlemektedir. FL’ler, flüoresan madde gruplarına bağlı olarak, renk ayırım endeksleri üç gruba ayrılmıştır. Bunlar;

- 1) $50 < R_a \leq 80$
- 2) $80 < R_a \leq 90$
- 3) $90 < R_a \leq 98$ ‘ dir.

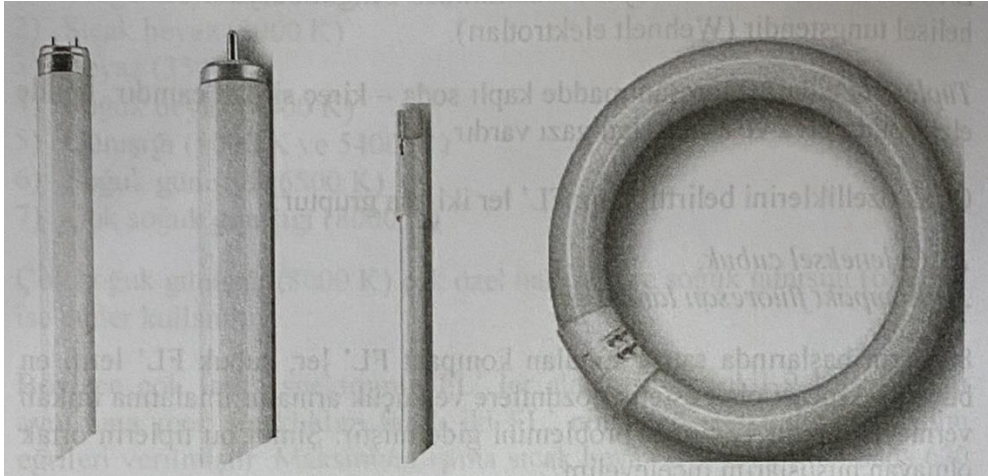
Özkaya ve Tüfekçi; karışım ve bileşenlerin dozları, ışık rengi sıcaklığını belirlemektedir. Işık gurupları yedi farklı grupta sınıflandırılmaktadır. Bunlar;

- 1) Kızgın beyaz (2700 K)
- 2) Sıcak beyaz (3000 K)
- 3) Beyaz (3500 K)
- 4) Soğuk beyaz (4000 K)
- 5) Gün ışığı (5000 K – 5400 K)
- 6) Soğuk günüışığı (6500 K)
- 7) Çok soğuk günüışığı (8000 K).

Kompakt FL'ler, çubuk FL'lerin aydınlatma tasarımı sürecinde, estetik çözümlemelere, daha küçük boyutlarda armatür tasarımlarına ve biçim problemlerinin ortadan kaldırılmasında önemli rol oynamaktadır.

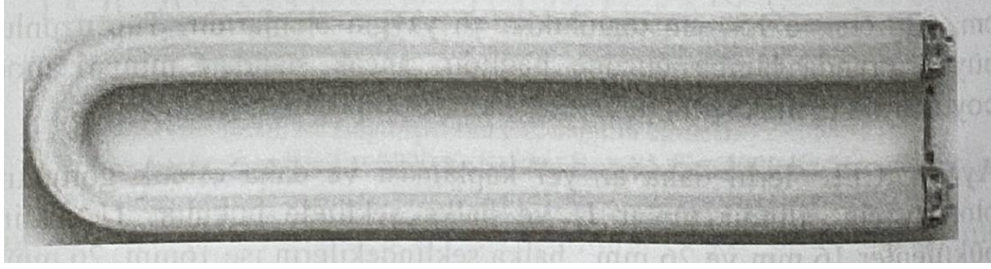
3.1.1. Çubuk Flüoresan Lambalar (ÇFL)

Çubuk flüoresan lambalar içerisinde elektrot, civa ve asal dolgu gazı bulunduran flüoresan madde kaplı lambalardır. Tüpler; 7 mm, 16 mm, 26 mm, 38 mm çaplarındadır. Uzunluk açısından ise 59 cm, 120 cm, 150 cm sıklıkla kullanımı bilinmektedir. Ayrıca ÇFL'lerin aydınlatma tasarımı kararları ve ihtiyaca göre, U şeklinde veya halka şeklinde bükülebilmektedir. Lambaların çalıştığı ortama bağlı olarak, lamba üzerine ilave olarak kaplama da yapılabilmektedir. Reflektörlü FL' de, üst 200°'lik camla flüoresan madde arasında bir yansıtıcı tabaka bulunmaktadır. Alt 160°'lik bölümde ise sadece flüoresan tabaka yer almaktadır ve ışık bu bölgeden yansıtılmaktadır. Şekil 3.2.'de sırasıyla T8, T12, T2 ve halka bükülmüş ÇFL çeşitleri bulunmaktadır (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011).



Şekil 3.2. T8, T12, T2 ve halka çubuk flüoresan lamba çeşitleri.

U bükülmüş çubuk flüoresan çeşitlerinde ise, iki adet T8 çubuğun birleşimi ile oluşturulmaktadır. (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011), (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. U bükülmüş çubuk flüoresan lamba

ÇFL'ler tüp çaplarına göre sınıflandırılmaktadır. Tüpler mm cinsinden çapı veya inch cinsinden tam sayı T(1/8) olarak üretilmektedir. Örnek olarak 26mm çapında bir flüoresan T8 olarak tanımlanmaktadır. 220 V-240 V şebekelerde kullanılan ÇFL'ler genellikle ön ısınma prensibiyle çalışmaktadırlar. Çapı 38mm olan ÇFL'ler T12, çapı 26mm olan ÇFL'ler T8, çapı 16mm olan ÇFL'ler T5, Çapı 7mm olan ÇFL'ler ise T2 olarak literatürde yer almaktadır.

Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber iç mekan ve ofis aydınlatmasında hala kendine yer bulan flüoresan lambalar, enerji tüketimi, kullanım süreleri ve mukavemet olarak eski teknoloji üretimi flüoresan lambalara göre daha işlevsel olduğu bilinmektedir. Bu lambalara örnek verecek olursak; Philips ürün gamında yer alan farklı balast ve lamba tipleri ile Dim edilebilme özelliğine sahip flüoresan lambalar ve duy tipleri Çizelge 3.1.'de belirtilmektedir.

Çizelge 3.1. Philips Flüoresan Lambaların duy tipi ve görselleri.

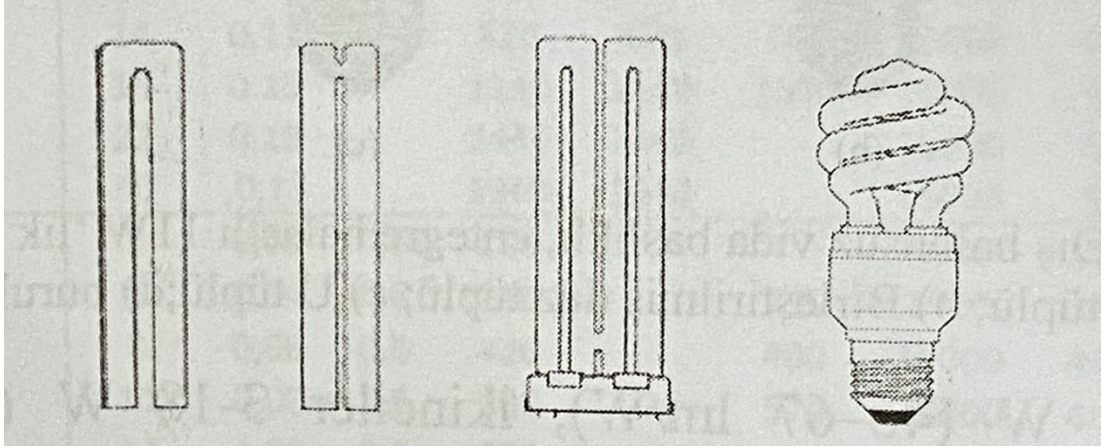
MODEL	Duy Tipi	Görsel
<u>MASTER TL5 High Efficiency Eco</u>	G5	
<u>MASTER TL-D Eco</u>	G13	
<u>MASTER TL-E Circular Super 80</u>	G10q	
<u>MASTER TL Mini Super 80</u>	G5	
<u>MASTER TL5 High Output Eco</u>	G5	
<u>MASTER TL5 HE</u>	G5	
<u>TL Mini Standart Renkler</u>	G5	

MASTER TL5 HO	G5	
<u>MASTER TL5 High Output Xtra</u>	G5	
<u>MASTER TL5 HO 90 De Luxe</u>	G5	
<u>MASTER TL5 Dairesel</u>	2GX13	
<u>MASTER TL-D Super 80</u>	G13	
<u>MASTER TL-D Secura</u>	G13	
<u>MASTER TL-D Xtreme</u>	G13	
<u>MASTER TL-D 90 De Luxe</u>	G13	
MASTER TL-D 90 Graphica	G13	
<u>MASTER TL-D Food</u>	G13	
<u>TL-D Snow White</u>	G13	

Çizelge 3.1.'de Philips markasının ürün gamında yer alan flüoresan lambalar hakkında, eski nesil flüoresan lambalara göre enerji verimi daha yüksek ve çalışma sürelerinin daha uzun olduğundan bahsedilmektedir. Özellikle kırılğan yapılarda olması sebebiyle, lambaların kırılması veya içindeki cıvanın ortama yayılma tehlikesinden ve bu durumda insan sağlığına zararlı olabileceğinden de bahsedilmektedir.

3.1.2. Kompakt Flüoresan Lambalar (KFL)

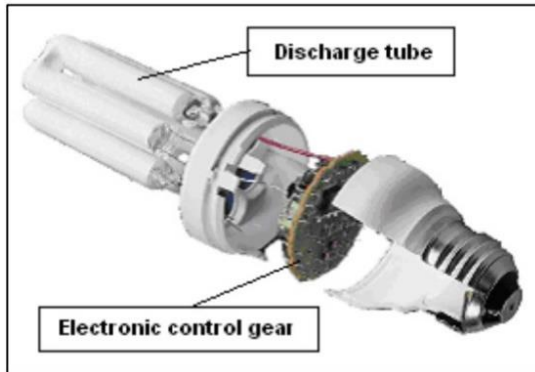
Uzun düz tüpler yerine, 7 mm – 17,5 mm çaplı tüplerin yarı boyda iki düz tüpün birleşimi ile veya U bükülmesi ile, 2-3 U bükülü tüpün birbirine bağlanmasıyla veya U bükülmüş bir tüpün burulmasıyla kompakt flüoresan lambalar (KFL) elde edilmiştir. Bu şekilde L Lamba uzunluğu; L/2, L/4, L/6 ve burulmuş KFL' lerde boyu daha kısa üretimler bulunabilmektedir (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011), (Şekil 3.4.).



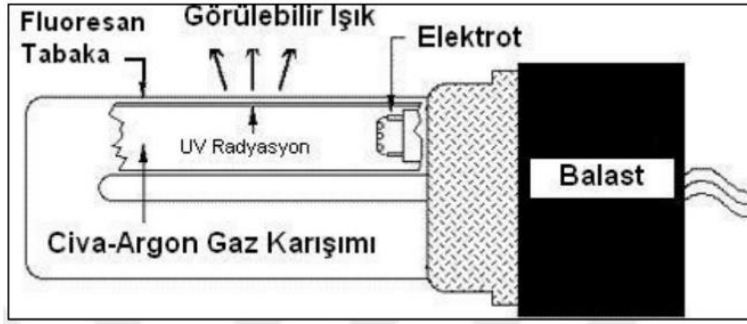
Şekil 3.4. Soldan sağa sırasıyla; U tüp, iki düz tüpün birleştirilmesi, bükülü birleştirilmiş tüplerin bağlanması, U bükülü bir tüpün burulması sonucunda KFL'lerin oluşturulması.

Kompakt Flüoresanlar; Tek uçlu, iğne veya vida başlıklı ve trifosfor kaplıdır. ($76 < R_a \leq 82$) renksel geri verim değerlerine sahiptirler. Donanım açısından KFL'ler entegre balastlı ve ayrı balastlı olarak iki grupta incelenmektedir. Entegre balastlı lambalar enerji tasarruflu lambalar olarak da bilinmektedir. KFL'in ortalama ömürleri 8000 – 12000 saat olmakla beraber ışık akılarının anma değerleri, %80 düzeyine düştüğünde değişilmesi gerekmektedir.

Kompakt flüoresan lambalar, günümüzde gelişen teknoloji ve tüketici beklentilerini karşılaması açısından, kararlı bir çalışma prensibi göstermelidirler. Lambaların güvenli bir şekilde açılması ve kararlı ışık çıkışı sağlaması için elektronik kontrol düzeneği (balast) kullanılmaktadır. Bu sistem deşarj tüpü, balast ve bağlantı kablolarından oluşmaktadır. Kompakt flüoresan lamba örneği Şekil 3.5.'de, lambanın iç yapısı ise Şekil 3.6.'da belirtilmektedir (Tanış, Y., 2019)



Şekil 3.5. Kompakt flüoresan lamba örneği



Şekil 3.6. Kompakt flüoresan lambanın iç yapısı

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte kompakt flüoresan lambaların farklı duyu tiplerinde ve boyutlarında üretimi ve tüketimi devam etmektedir. Tüketicilere sunulan kompakt flüoresan lambalara bir örnek vermek gerekirse, Philips marka kompakt flüoresan lambalar Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'de belirtilmektedir.

Çizelge 3.2. Philips CFL Lambaların teknik bilgi ve görselleri

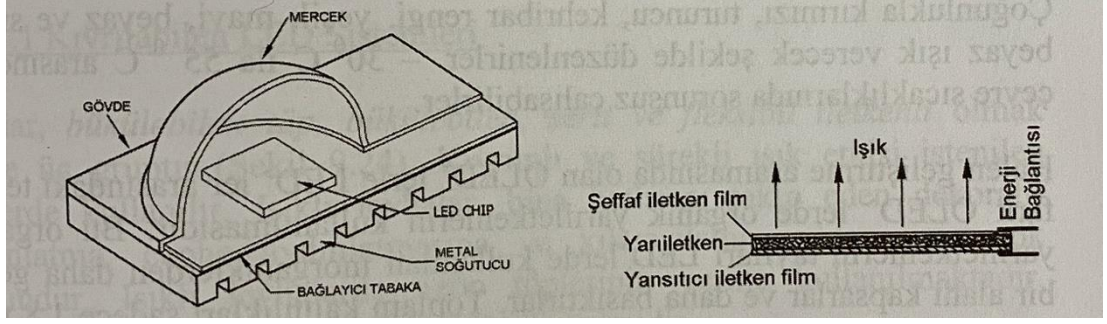
MODEL (CFL I)	Duy Tipi	Görsel
GENIE	E14, E27	
Economy Twister	E14, E27	
Tornado T3	E27	
Tornado High Lumen	E27, E40	

Çizelge 3.3. Philips CFL NI Lambaların teknik bilgi ve görselleri

MODEL (CFL NI)	Duy Tipi	Görsel
Master PL-L 4 Pinli	2G11	
Master PL-S 2 Pinli	G23	
Master PL-C Xtra 4 Pinli	G24q-2, G24q-3	
Master PL-T 4 Pinli	GX24q-2, GX24q-3, GX24q-4, GX24q-5	
Master PL-L Polar 4 Pinli	2G11	
Master PL-S 4 Pinli	2G7	
Master PL-C 2 Pinli	G24d-1, G24d-2, G24d-3	
Master PL-C 4 Pinli	G24q-1, G24q-2, G24q-3, GX24q-2,	

3.2. LED Aydınlatma Sistemleri

1960'lı yılların başında icat edilen ve 1990'lı yılların sonlarında kullanılmaya başlanan Reklam, yol ve cephe aydınlatmalarında sıklıkla kullanılan LED aydınlatma sistemleri 2000'li yılların başından itibaren iç mekan aydınlatmasında da artan bir ivmeyle tercih edilmektedir. LED aydınlatma elamanları 50 000 - 100 000 saat arası uzun kullanım sürelerine sahiptirler. Dayanıklı, farklı renk ve ambiyans etkilerine sahip, programlanabilen etkinlik faktörleri yüksek, düşük maliyetli aydınlatma elemanlarıdır. Yüksek parlıltı değerleri ile detay aydınlatma konusunda oldukça başarılı oldukları bilinmektedir. Dış etkenlere ve su geçirmeye dayanıklı üretim modelleri bulunan. LED sistemleri; LED chip, mercek veya cam, metal soğutucu, LED chip'i metal soğutucuyla birleştiren tabaka, koruyucu gövde ve enerji bağlantı uçlarından oluşmaktadır. Şekil 3.7'de LED sistemlerinin yapısı ve LED chip'in ışık yayan kısmı gösterilmiştir (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011), (Şekil 3.6.).



Şekil 3.7. LED'in yapısı ve LED chip (Işık yayan kısım).

LED'lerin büyük bir çoğunluğu galyum arsenit ve galyum fosfit temellidir. Alüminyum galyum arsenit parlak kırmızı, galyum fosfit yeşil renk vermektedir. Mavi renk için ise galyum nitrit ve silikon kabrit kullanılmaktadır. Kırmızı, yeşil ve mavi ana üç rengin farklı oranda birleşimi ile diğer renkler ve beyaz elde edilebilmektedir. Farklı renklerde oluşturulan bu aydınlatma sistemleri -30°C ile 55°C arasındaki ortam sıcaklıklarında çalışabilmektedir.

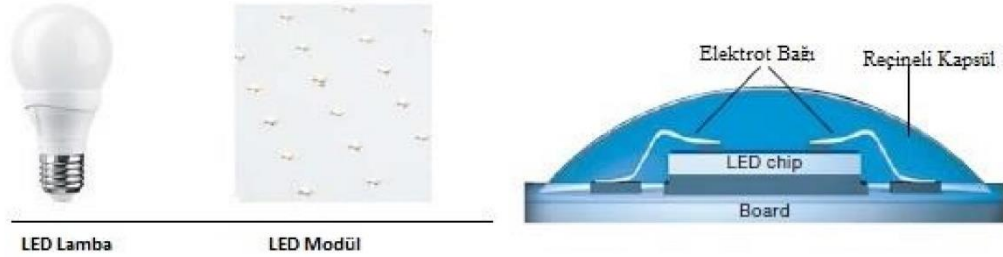
LED aydınlatma sistemleri düşük doğru gerilimle 12V veya 24V çalışırlar. Ortalama ömürleri 50 000 saattir. Bir sistem bir veya birden farklı renkten oluşabilmektedir. Çok renkli bir sistem içinde farklı renk veren LED'ler bulunabilmektedir. Farklı renklerde oluşturulan bu sistemler ayrı ayrı kumanda edilebilmekte farklı renk ve etkiler sağlanmasında katkıda bulunabilmektedir. LED aydınlatma sistemleri kıvrılabilen ve rijit tip olarak ikiye ayrılmaktadır (Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011), (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Kıvrılabilen LED aydınlatma sistemleri.

Güçlü ışık kaynağı ve iyi derecede renksel geriverim değerlerine sahip beyaz ışık veren LED'lerin, aydınlatma alanında da kullanımı artmaktadır. Gelişen teknoloji ile beraber LED ışık kaynakları, farklı renk sıcaklığı ve farklı aydınlık düzeyleri sağlayabilmektedir. Nano saniyeler düzeyinde hızlı ışık çıkışına sahip LED aydınlatma sistemleri konvansiyonel sistemler gibi kırılgan yapıda değildir.

Doğru bağlantılar yapılarak montaj yapılan sistemler oldukça sessiz çalışabilmektedir. Kullanım sırasında çevreye ısı yaymamaları ve içerisinde civa gibi doğaya zarar verebilecek maddeler bulundurmaması sebebiyle çevreci ve tercih edilebilir olmaktadır. Renksel geri verim değerleri 85 ve üzeri olarak tanımlanmaktadır (Zumtobel, 2018).



Şekil 3.9. LED’li lamba çeşitleri (Demiröz, Y., 2019).

LED lambalar, kırılmaya ve titreşime karşı dayanıklı olması sebebiyle konvansiyonel lambalara göre daha dayanıklıdır. LED lambaların iç ve dış bileşenlerinin dayanıklı olması nedeniyle kullanım süreleri katalog verileri ile benzerlik göstermektedir. LED lambalar farklı ortamlara göre, toz, nem, su ve ısıya dayanıklı olarak üretilmektedir. Dayanıklı dış donanımları sayesinde çevresel etkenlerden etkilenmeyerek iç donanımlarının zarar görme olasılığı oldukça düşüktür.

LED lambalar yüksek renksel geri verim endeksine sahiptirler. Milyonlarca farklı renk oluşturabilen LED’ler konvansiyonel sistemlere kıyasla daha kolay ve düşük maliyetlerle farklı renkler sunabilmektedir. LED lambalar konvansiyonel sistemlere kıyasla Watt başına daha fazla ışık sağlamaktadırlar. Enerji verimliliği açısından önemli bir faktör olan bu durum, geleneksel sistemlerdeki gibi lambanın şekline veya boyutuna bağlı değildir. LED sistemler küçük olmaları nedeniyle kompakt armatür olarak tasarlanabilmektedir. Yanma süreleri bir mikro saniyenin altında olan LED’ler sensörlerle birlikte kullanıma oldukça elverişli olduğu bilinmektedir (Menteşeoğlu, 2011).

Açma kapama döngüsünün sıklıkla gerçekleştirildiği senaryolarda LED’ler konvansiyonel sistemlere göre hız açısından daha başarılıdır. LED’ler darbe genlik modülatörü veya akımın düşürülmesiyle Dim edilebilmesi de oldukça kolaydır (Göçmen, 2014).

LED’ler yüksek ısı yaymamaları sebebiyle küçük obje ve ürünlere zarar vermemektedirler. Düşük sıcaklıkta çalışma prensibine sahip LED’ler, soğuk kaldıkça performansları da artmaktadır. Flüoresan lambaların ışığı yönlendirmek için bir yansıtıcıya ihtiyaç duyarken LED sistemler yarı küresel bir biçimde ışık yaymaktadırlar. Bu nedenle ışık miktarındaki kayıpta azalmaktadır (Göçmen, 2014).

LED lambalar farklı armatür çeşitleri ile tüketiciye sunulmaktadır. Bu armatürlere örnek olarak; aydınlatma elemanlarının üretim ve satışında önemli bir konuma sahip Philips marka armatür çeşitleri Çizelge 3.4.'de belirtilmektedir;

Çizelge 3.4. LED armatürler

Sarkıt Armatürler	
Sıva Altı Armatürler	
Sıva Üstü Armatürler	
Duvar Montaj Armatürler	
Downlight Armatürler	
Grid Armatürler	
Ray Tipi Spot Armatürler	
Yüksek Tavan Armatürleri	
Lineer Trunking Armatürler	
Bant Tipi Armatürler	
Etanj ve Temiz Oda Armatürleri	

Ofis ortamlarında son zamanlara kadar sıklıkla konvansiyonel aydınlatma sistemleri kullanılırken, gelişen teknoloji ile LED aydınlatma sistemlerinin tercih edilme oranı gün geçtikçe artmaktadır. LED'lere geçiş süreci gün geçtikçe hızlanırken, bu geçişin enerji verimliliği açısından da incelenmektedir. Literatürde konvansiyonel sistemden LED'e geçiş sürecini enerji verimliliği açısından inceleyen bir çalışmaya örnek verecek olursak;

Manav, Erkin, Güler ve Onaygil, ortak çalışmalarında, ofis için görsel konfor açısından doğru bir aydınlatma tasarımı yapılmış tüp flüoresan lambalı tesisatın, tüp LED lambalı aydınlatma tasarımı ile değiştirilmesi sonucunda elde edilen verileri değerlendirmişlerdir. Çalışma, İTÜ Enerji Enstitüsü'nde aydınlatma otomasyon sistemine bağlı 1/1 ölçekli deney setinde gerçekleştirilmektedir. Deney Setinde kullanılan aydınlatma elemanlarının teknik detayları Çizelge 3.5.'de belirtilmektedir.

Çizelge 3.5. Deneyde kullanılan aydınlatma armatürlerinin teknik detayları (Manav, Erkin, Güler, Onaygil, 2011).

	Tüp Flüoresan	Tüp Şeklinde LED Lamba
Güç (W)	36 W	20 W
Işık Akısı (lm)	3300 lm	1600 lm
Lamba Etkinlik Faktörü (lm/W)	92 lm/W	80 lm/W
Renk Sıcaklığı (K)	3800 K	4100 K
Balast Tipi	A1 tipi elektronik	Elektronik sürücü
Lamba Sayısı	2	2
Toplam Armatür Gücü (W)	72	40

İki aşamalı olarak yürütülen çalışmanın birinci aşamasında tüp flüoresan lambalar ile tüp LED lambaların enerji verimliliği performansları karşılaştırılmaktadır. Yapılan birinci çalışma sonuçlarına göre, tüp flüoresan lambalar 342W tüketimi ile 577 lx aydınlık düzeyini sağlarken, LED lambalı tesisat aynı aydınlık düzeyini 264 W ile sağlamaktadır. LED lambalı sistem tüp flüoresanlı sisteme göre %23 daha verimli olduğu gözlemlenmektedir (Manav, Erkin, Güler, Onaygil, 2011).

MetroLED firması, tüp flüoresan ve tüp LED lambaları, enerji tüketimi, aydınlatma performansı ve ışık verimliliği açısından karşılaştırdığı bir makalede; Klima sistemi (HVAC) kullanan yapılarda LED aydınlatma elemanlarının flüoresan lambalara kıyasla daha tasarruflu olduğundan bahsetmektedir. Tek bir lamba üzerinden hesaplama yapılan karşılaştırma verileri Çizelge 3.6.'da belirtilmektedir.

Çizelge 3.6. Tüp flüoresan ve tüp LED lambaların karşılaştırılması

Teknoloji	Balast Faktörü	Watt	Yıllık Tüketim (7/24 Tek Lamba)
34 Watt T12 Tüp Flüoresan	0.88	43	376,68 kWh
14 Watt T8 Tüp LED	1	16	140,16 kWh

Flüoresan lambalar uzun kullanım süreleri sonucunda titreme gösterirken ışık yayma seviyeleri de oldukça düşmektedir. Bu duruma karşılık olarak LED tüpler Kullanım süreleri boyunca ışık yayma seviyeleri düşmemekte ve titreme yapmamaktadır. 34Watt T12 tüp flüoresan lamba için 1800 lm, 16 Watt tüp LED için 1900 lm olarak belirtilen karşılaştırmada, aynı mekan içerisinde iki farklı ışık kaynağının aydınlatma performansı açısından karşılaştırılması Şekil 3.10.'da belirtilmektedir (URL 1).



Şekil 3.10. Flüoresan ve LED Lambanın aydınlatma performansı açısından karşılaştırılması (URL 1)

Şekil 3.10.'da yer alan karşılaştırmaya göre, tüp LED aydınlatma elemanlarının genel bir aydınlatma çözümünde avantaj sahibi olduğu görülmektedir. Aydınlatma elemanının verimliliği; bir lambanın tüketilen güç ve üretilen lümen miktarına kıyasla ne kadar ışık ürettiği kısaca Watt başına ürettiği lümen miktarıdır. Tüp flüoresan ve tüp LED lambanın karşılaştırılması sonucunda; 34 Watt T12 Tüp Flüoresan Lamba:53 (1800 lümen/ 34 Watt), 16 Watt Tüp LED Lamba:119 (1900 lümen/ 16 Watt), olarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilere göre Tüp LED lambaların tüp flüoresan lambalara göre veriminin yaklaşık iki katı oranında daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir (URL 1).

Hem flüoresan hem de LED aydınlatma elemanları üreten EnergyFocus, LED tüplerin daha dayanıklı olduğu ve kırılma durumunda kullanıcıların sağlığına zarar vermediğini, 70000 saatin üzerinde yanma süresi ve kullanılan materyallerin geri dönüştürülebilmesini ve %50'ye varan enerji verimliliğini, LED aydınlatma sistemlerine geçiş sonucunda elde edilen avantajlar olarak belirtmektedir (URL 2).

Zumtobel Aydınlatma El Kitabı'nda, LED aydınlatma sistemleri kullanımının avantajlarını; 50000-100000 saat çalışma süreleri, Dim edilebilme olanakları, geniş renk seçenekleri, düşük ısı yayılımı, renksel geri verim değerlerinin yüksek olmaları, küçük boyutlu olmaları ve düşük enerji tüketimine sahip olmaları gibi avantajlarından bahsetmektedir.

İlk kurulum maliyetleri, soğutulmama durumunda arızalanma ihtimalleri, geleneksel armatürler için standart güç ve boyutlarda LED lamba bulunamaması gibi dezavantajlarından da bahsetmektedir (Zumtobel, 2018.).



4. KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

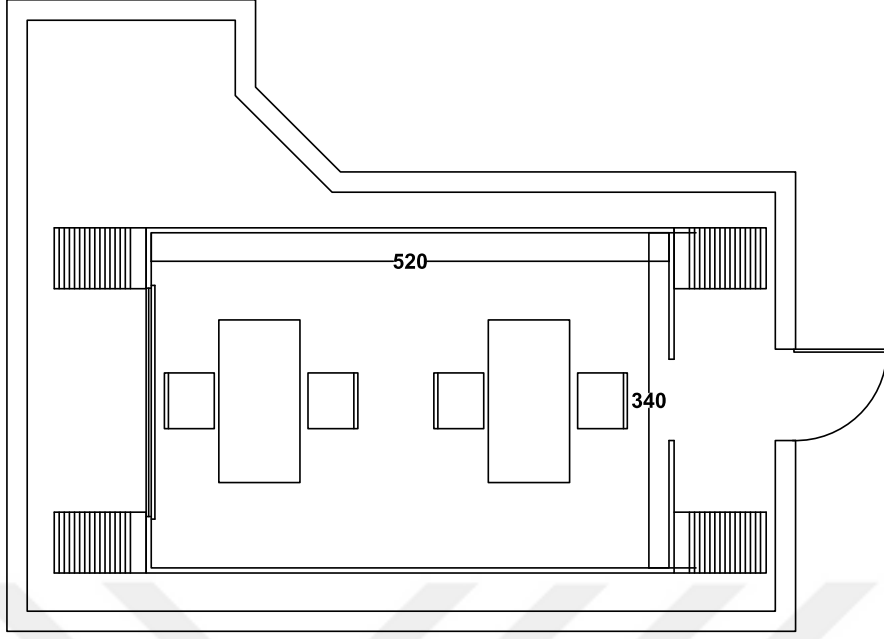
Tezin bu aşamasında, yapılan deneyin amacı, aşamaları ve kullanılan yöntem belirtilmektedir. Konvansiyonel ve LED aydınlatma sistemlerinin, mekânsal algıya etkilerinin incelenmesi kapsamında, 1/1 ölçekte deney ortamında 5’li likert ölçeğinde değerlendirme anketi yapılmış, DiaLux Evo 9.0 programında simülasyon çalışması yapılmıştır. Elde edilen veriler ve sonuçlar tartışılmıştır.

4.1. Deneyin Amacı

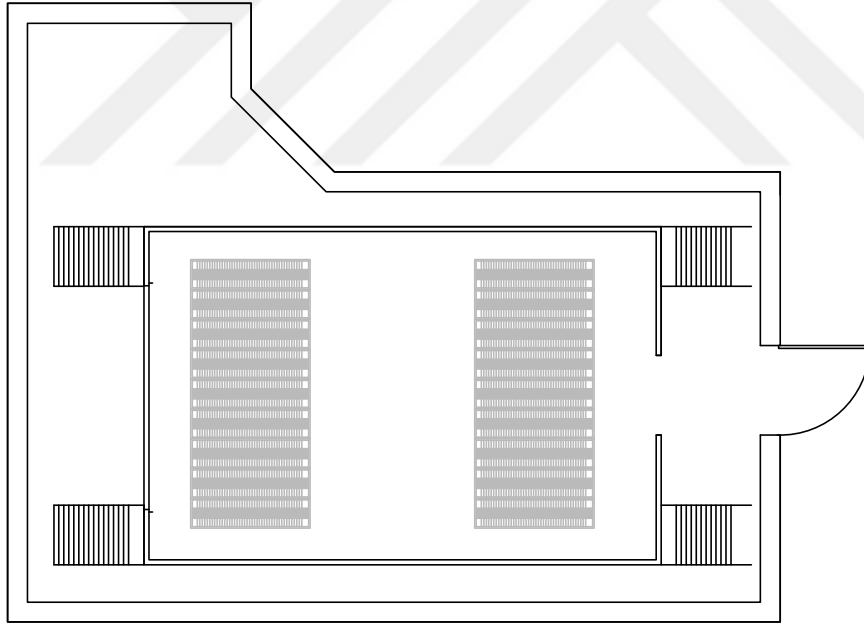
Ofis ortamlarında konfor koşullarının fiziksel olarak sağlanması ile beraber, kullanıcıların verimli çalışabilmesi için mekânsal algının da önemi oldukça önemlidir. Bu bağlamda fiziksel konfor koşullarının ve aydınlatma kalitesinin standartlara uygun olarak tasarlandığı bir ofis ortamında kullanılan aydınlatma sisteminin aydınlık düzeyi, parlıltı ve renk sıcaklığı gibi görsel çevre etkenleri dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada Konvansiyonel ve LED aydınlatma sistemlerinin, kullanıcıların mekânsal algıları üzerindeki etkileri, 1/1 ölçekli deney ortamında fiziksel değerlendirme çalışması ve DiaLux Evo 9.0 programında 1/1 ölçekli deney setinin simülasyonu yapılarak online değerlendirme çalışması yapılacaktır. Yapılan çalışmalar neticesinde sabit aydınlık düzeyi altında farklı renk sıcaklıklarının hem flüoresan aydınlatma sisteminde hem de LED aydınlatma sisteminde denekler üzerindeki mekânsal algı verileri karşılaştırılıp incelenecektir.

4.2. Deney Setinin Tanımı

Tez kapmasında yer alan deney çalışması İstanbul Kültür Üniversitesi bodrum katında bulunan Aydınlatma Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir. Ofis ortamı olarak tanımlanan mekan; 5.20x3.40 metre (17.68m²) ve 2.35 metre yüksekliğe sahiptir. Oda duvarları, hareketli, kayan mekanizmalı ve farklı renk seçilme imkanı sunan panellerden oluşmaktadır. Deney çalışması belirlenen tek bir renk üzerinden türsüz mat yüzey olarak uygulanmıştır. Deney ortamının yerleşim planı Şekil 4.1’ de ve aydınlatma planı Şekil 4.2’de belirtilmektedir.



Şekil 4.1. Deney odası yerleşim planı



Şekil 4.2. Deney odası aydınlatma planı

Deney setinde, oda yüzeylerinin renk ve yansıtıcılık değerleri, Konica Minolta CM-2600d kullanılarak ölçülmüştür. Deney seti içerisinde duvar, zemin, tavan ve çalışma düzleminin renk ve yansıtıcılık verileri Çizelge 4.'de belirtilmektedir.

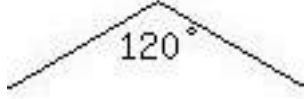
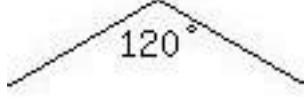
Çizelge 4. Oda yüzeylerinin renk ve yansıtıcılık değerleri

	Yüzey Renk Ölçümleri			Yüzey Yansıtıcılık Ölçümleri
YÜZEY	L	a*	b*	r(%)
Duvar	84,75	-0,65	6.61	66,49
Zemin	61.28	1.66	6.11	25.91
Tavan	96,19	-0.26	2.60	89.98
Çalışma Düzlemi	78,98	-6,22	9,73	59,73

4.2.1. Deney Setinde Kullanılan Aydınlatma Sisteminin Özellikleri

Tez kapsamında yapılması planlanan çalışma için İstanbul Kültür Üniversitesi Aydınlatma Laboratuvarı'nda bulunan armatür ve lambaların özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Deney setinde kullanılan armatür ve aydınlatmaların teknik detayları

GÖRSEL	TEKNİK ÖZELLİKLERİ	IŞIK DAĞILIMI
	Philips TBS-631 Balast-220V	-
	Işık Akısı: 5200 lm Güç: 28w Renk Sıcaklığı: 3000K Ra≥80	
	Işık Akısı: 5200 lm Güç: 28w Renk Sıcaklığı: 6500K Ra≥80	

1/1 ölçekli deney setinde kullanılan armatürler aynı olmakla beraber 3000K ve 6500K renk sıcaklıklarına sahip iki farklı T5 tüp flüoresan kullanılmıştır. Flüoresan lambaların renksel geri verim değerleri $R_a \geq 80$ dir.

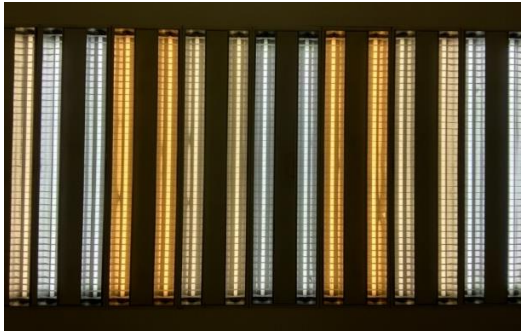
Deney setinde Philips çoklu Dim Aydınlatma Kontrol sistemi kullanılmıştır. Deney aşamasında farklı senaryolar oluşturabilmesi için, Dim edilebilmeye uygun elektronik balastlar, armatürler ve T5 tip tüp flüoresan aydınlatma elamanları kullanılmaktadır. Kullanılan bu sistem ile farklı aydınlık düzeyleri ve renk sıcaklıkları deney ortamında kullanılabilir. Deney Setinde kullanılan sistemin görselleri Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5., Şekil 4.6.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. DALI Sistem kontrol ünitesi



Şekil 4.4. Elektronik Balast



Şekil 4.5. 30x120 cm Armatür



Şekil 4.6. Dim edilebilen T5 tüp flüoresan lamba

4.2.2. Deney Setinde Kullanıcılara Uygulanan Aydınlatma Senaryoları

Deney ortamında kullanıcılara 500 lx sabit aydınlık düzeyinde 3000K ve 6500K olmak üzere iki farklı renk sıcaklığına sahip aydınlatma senaryosu altında anket çalışması yapılmıştır. Senaryo 01: 500lx, 3000K ve Senaryo 02: 500lx, 6500K deney seti görselleri Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'da belirtilmiştir.



Şekil 4.7. Senaryo 01: 500lx sabit aydınlık düzeyi, 3000K renk sıcaklığı



Şekil 4.8. Senaryo 02: 500lx sabit aydınlık düzeyi, 6500K renk sıcaklığı

Senaryo 01 ve Senaryo 02 olarak yapılan çalışma sonrasında, denek grubunun deney seti içerisinde, olumsuz eleştiri gösterdiği çalışma düzlemi rengi değiştirilmiştir. 6500K renk sıcaklığı 500lx sabit aydınlık düzeyinde T5 tüp flüoresan lambalar ile çalışma düzlemi, mat beyaz yüzey seçilerek Senaryo 03 gerçekleştirilmiştir. Senaryo 03 deney seti görseli Şekil 4.9.'da belirtilmektedir.



Şekil 4.9. Senaryo 03: 500lx sabit aydınlık düzeyi, 6500K renk sıcaklığı

Pilot çalışma sonrasında, anket sonuçlarına göre revize edilmiş, 1/1 ölçekli deney ortamında gerçekleştirilen deney seti, Senaryo 04 6500K renk sıcaklığı 500lx sabit aydınlık düzeyi ve T5 tüp flüoresan lambalar ile DiaLux Evo 9.0 programında simülasyonu yapılmıştır. online olarak değerlendirme çalışması yapılmak amacıyla simule edilen Senaryo 04 deney seti görseli Şekil 4.10.'de belirtilmektedir.



Şekil 4.10. Senaryo 04: 6500K DiaLux Evo 9.0 simülasyon

Senaryo 03 1/1 ölçekli deney ortamı ile senaryo 04 simülasyon ortamı sonuçlarının birbiriyle karşılaştırılmış ve yakınlık payının %95 oranında güvenilir olması sebebiyle LED aydınlatma sistem verileri DiaLux Evo 9.0 programı ile değerlendirilmiştir. 500lx sabit aydınlık düzeyi, 6500K renk sıcaklığında Senaryo 05 olarak tanımlanan deney seti LED aydınlatma sistemi ile simülasyonu yapılmıştır. Oda yüzey renkleri mat yüzey olarak seçilmiştir. online olarak DiaLux Evo 9.0 programında simüle edilen deney seti görseli Şekil 4.11.'de belirtilmektedir.

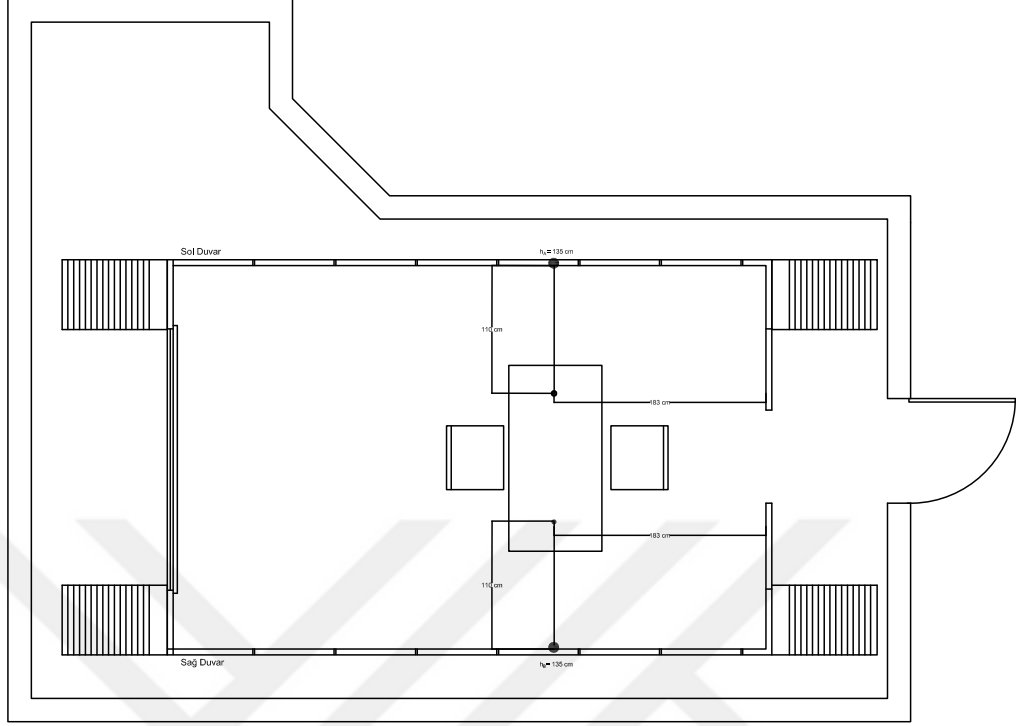


Şekil 4.11. Senaryo 05: 6500K DiaLux Evo 9.0 Lineer LED simülasyon

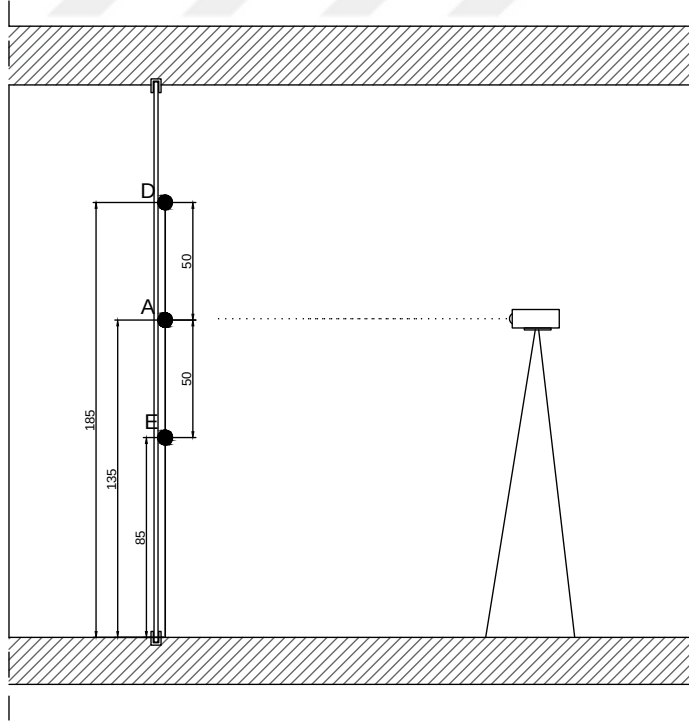
4.2.3. Deney Setinde Ölçülen Parıltı Değerleri

Ofis ortamı olarak kurgulanan, 500 lx sabit aydınlık düzeyi 6500K renk sıcaklığı olarak tanımlanan Senaryo 03 deney setinin yüzey parıltı değerleri Konica-Minolta CS-200 spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Şekil 4.12.'de deney setinde ölçüm yapılan alanın yerleşim planı belirtilmiştir. Şekil 4.13.' de ölçüm cihazının konumu ve Şekil 4.14.' de parıltı ölçümü yapılan noktalar belirtilmiştir.

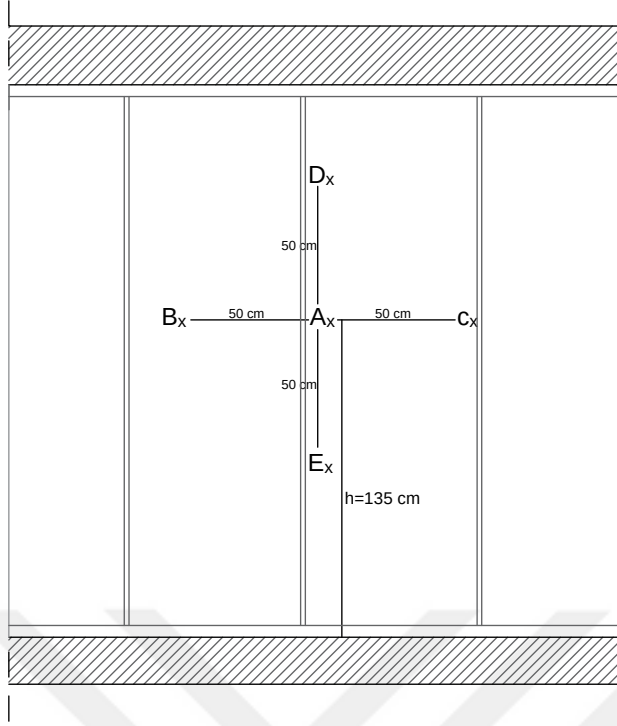
Parıltı ölçümleri yapılmadan önce kalibrasyon testi yapılmıştır. Ölçüm cihazı parıltı ölçülen noktadan 1.15m mesafeye konumlandırılmış ve 0,2 derecelik bakışla ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.12. Konica Minolta CS-200 yerleşim planı.



Şekil 4.13. Konica Minolta CS-200 parıltı ölçer cihaz yerleşim detayı. (Kesit)



Şekil 4.14. Duvar düzleminde parıltı ölçümü yapılan noktaların detayları (Görünüş)

Cihaz yerleşim planı ve ölçüm noktaları belirtilen deney seti yüzeylerinde, ölçülen parıltı değerleri Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3. Çizelge 4.4, Çizelge 4.5,'de belirtilmektedir.

Çizelge 4.2. Sağ duvar parlaltı değerleri.

SAĞ DUVAR		Senaryo 03: 6500 K, 500 Lx		
	L	x	y	
	$L_A = 76,39 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,60$	$y = 36,23$	
	$L_B = 74,80 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,14$	$y = 36,26$	
	$L_C = 59,74 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,30$	$y = 36,26$	
	$L_D = 180,66 \text{ cd/m}^2$	$x = 32,70$	$y = 35,58$	
	$L_E = 58,72 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,47$	$y = 36,42$	

Çizelge 4.3. Çalışma düzlemi parlaltı değerleri

ÇALIŞMA DÜZLEMİ		Senaryo 03: 6500 K, 500 Lx		
	L	x	y	
	$L = 149,24 \text{ cd/m}^2$	$x = 31,85$	$y = 34,23$	

Çalışma düzlemi 80x160 cm ölçülerinde mat beyaz yüzey ve yerden yüksekliği 75cm olarak ölçüm yapılmıştır.

Çizelge 4.4. Sol duvar parlıtı değeri.

SOL DUVAR		Senaryo 03: 6500 K, 500 Lx	
	L	x	y
	$L_A = 29,74 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,30$	$y = 36,12$
	$L_B = 41,19 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,66$	$y = 36,55$
	$L_C = 32,29 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,69$	$y = 36,75$
	$L_D = 22,36 \text{ cd/m}^2$	$x = 34,15$	$y = 37,40$
	$L_E = 47,35 \text{ cd/m}^2$	$x = 33,65$	$y = 36,65$

Çizelge 4.5. Zemin parlıtı değeri

ZEMİN		Senaryo 03: 6500 K, 500 Lx	
	L	x	y
	$L = 14,82 \text{ cd/m}^2$	$x = 34,44$	$y = 36,34$

4.2.4. Denek Grubu

Değerlendirme çalışması için Etik Kurul onayı alındıktan sonra, denek grubu İstanbul Kültür Üniversitesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı bölümü lisans öğrencileri ve Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencilerinden oluşturulmuştur. Deney çalışması üniversite bünyesinde bulunan Aydınlatma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri Çizelge 4.6.'da belirtilmektedir.

Çizelge 4.6. Deneye katılan katılımcıların demografik özellikleri.

		(Değer)
Yaş Grubu	18-28	47
	28>	4
Cinsiyet	Erkek	20
	Kadın	31
Göz Bozukluğu Durumu	Evet	20
	Hayır	31
Gözlük veya Lens Kullanma Durumu	Evet	25
	Hayır	26

4.3. Deneyin Aşamaları

Ofis ortamı olarak kurgulanan 1/1 ölçekli deney ortamında pilot çalışma kapsamında Senaryo 01: 500lx, 3000K ve Senaryo 02: 500lx, 6500K olarak iki farklı aydınlatma senaryosu yer almaktadır. Deney ortamında renk, parlaklık ve aydınlık düzeyleri ölçülmüş ve bu değerler TS-EN 12464' de ofis ortamı için tavsiye edilen değerler baz alınmıştır. Gerekli standartlar ve koşullar sağlandıktan sonra aydınlatmanın, kullanıcıların mekânsal algısı üzerindeki etkilerinin incelenmesi için anket çalışması yapılmıştır. Değerlendirme anketi; semantik diferansiyel skalası üzerinden 5'li likert ölçeğinde 14 soruluk mekânsal algı soruları ve denek grubunun mekanı yorumlamaları için açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Senaryo 03 de pilot çalışmanın %95 oranında geçerliliği vurgulanarak senaryo 04 ve senaryo 05, DiaLux Evo 9.0 programında simülasyonu yapılan deney seti ile online değerlendirme çalışmaları yapılmış elde edilen veriler tartışılmıştır.

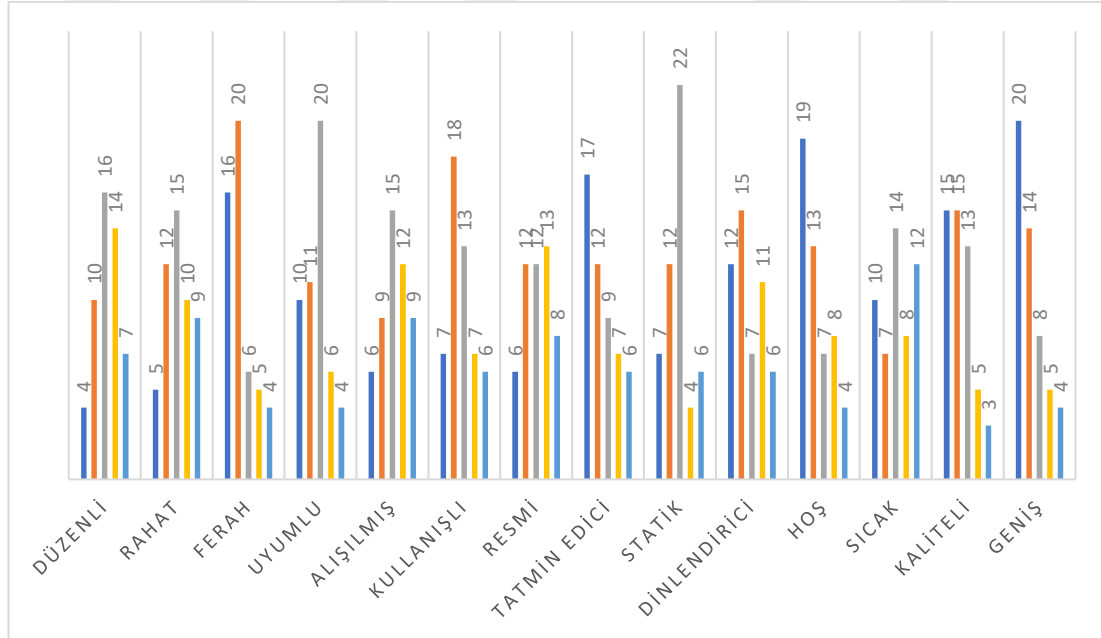
4.4. Değerlendirme

Ofis ortamı olarak kurgulanan 1/1 ölçekli deney setinde, denek grubunun kişisel bilgilerini sorgulayan bir form doldurmaları istenmiş ve mekan algısı verilerini elde etmek amacıyla, anlamsal farklılıklar (semantik diferansiyel) skalası üzerinden bir değerlendirme anketi yapılmıştır (Ek 1). 5'li likert ölçeğinde 14 sorudan oluşan mekânsal algı değerlendirme sonrasında değerlendirme anketinin son bölümde denek grubunun deney seti hakkındaki görüşleri sorgulanmıştır.

4.4.1. Senaryo 01 Sonuçları

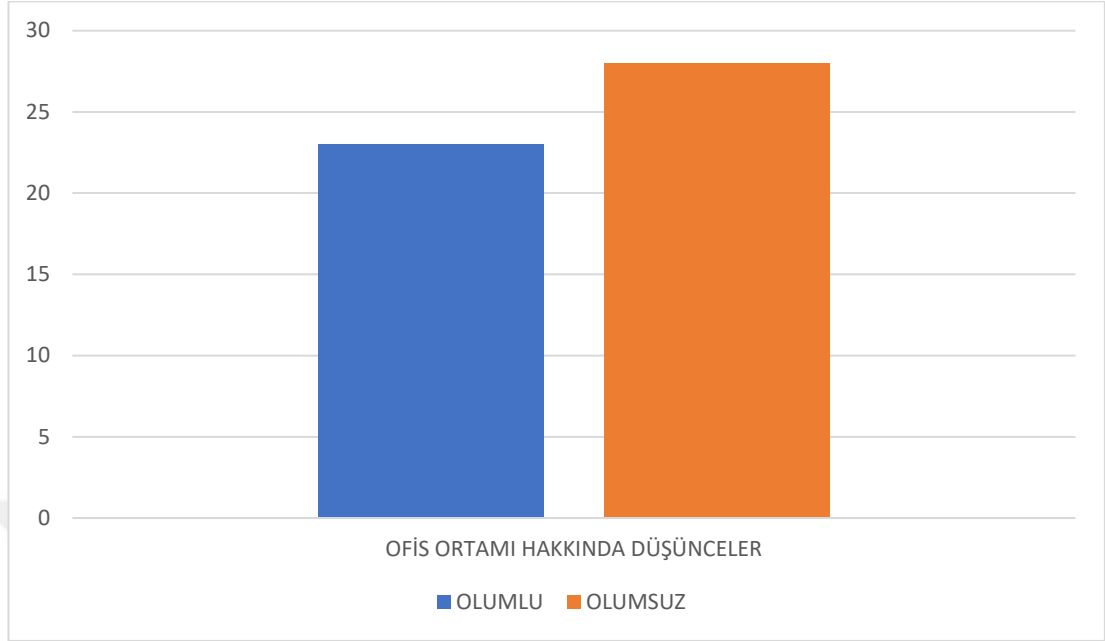
Ofis ortamı olarak kurgulanan 1/1 ölçekli deney setinde 500lx sabit aydınlık düzeyi belirlenmiş, TBS-631 armatür ve 3000K renk sıcaklığına sahip 12 adet T5 tüp flüoresan lamba ile homojen bir aydınlatma sağlanmıştır. Mekan algısı verileri için kullanıcılara on dört soruluk değerlendirme anketi uygulanmış, kullanıcıların içinde bulundukları ortamdan memnuniyetleri ölçmeye yarayan anlamsal farklılıklar (semantik diferansiyel) çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmasının son aşamasındaki açık uçlu sorularda ofis ortamı olarak mekana yönelik duygu ve düşüncelerini açıklamaları istenmiştir.

Çizelge 4.7. Kullanıcıların Senaryo 01:500 lx, 3000K, T5 tüp flüoresan, mekan algısı değerlendirme grafiği



Senaryo 01 olarak tanımlanan, 3000K renk sıcaklığında sabit 500 lx aydınlık düzeyi altında yapılan deney çalışmasında elde edilen veriler Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere katılımcıların %72,9'u ortalama ve altında cevaplar verdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Kullanıcıların Senaryo 01(500 lx, 3000K, T5 tüp flüoresan) hakkında düşünce grafiği



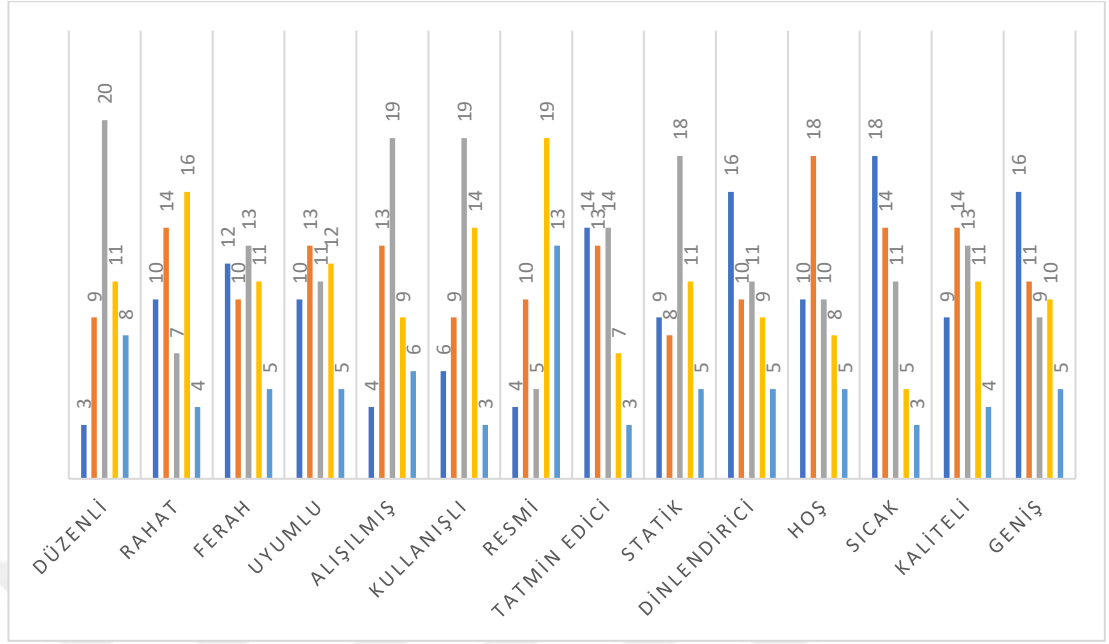
Anket çalışmasının son bölümünde yer alan açık uçlu sorulara verilen yanıtlara göre, katılımcılar genellikle aydınlatma sistemi renk sıcaklığından rahatsız olduklarını belirtmişlerdir.

Deney setinde kullanılan yeşil renkli masa, aydınlatma değerlendirme kriterleri içerisinde yer almamasına rağmen kullanıcılar tarafından olumsuz değerlendirilmiştir. Çalışma düzleminin renk ve yansıtma özellikleri, kullanıcıların aydınlatma kalitesi bakımından da mekânsal algıya olumsuz etki ettiğini göstermiştir.

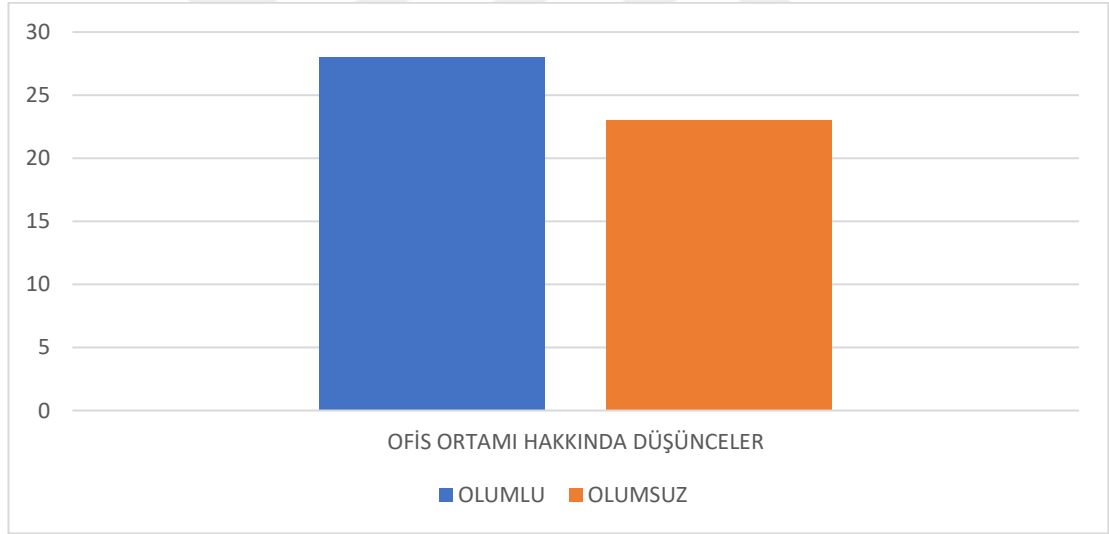
4.4.2. Senaryo 02 Sonuçları

Ofis ortamı olarak kurgulanan deney seti, Senaryo 02 kapsamında 6500K renk sıcaklığı ve 500 lx sabit aydınlık düzeyi olarak 12 adet T5 tüp flüoresan lambalar homojen bir aydınlatma sağlanacak şekilde kurgulanmıştır. Senaryo 01’de deney seti içerisinde bulunan donatı ve aydınlatma elamanlarının konumu değiştirilmeden Senaryo 02 deney çalışması yapılmıştır. Mekan algısı verileri için kullanıcılara on dört soruluk değerlendirme anketi uygulanmış, kullanıcıların içinde bulundukları ortamdaki memnuniyetleri ölçmeye yarayan anlamsal farklılıklar (semantik diferansiyel) çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmasının son bölümünde kullanıcılara açık uçlu sorular yöneltilmiş ve mekan algısı bakımından olumlu-olumsuz özellikleri tanımlamaları istenmiştir.

Çizelge 4.9. Kullanıcıların Senaryo 02(500lx, 6500K, T5 tüp flüoresan) mekan algısı değerlendirme grafiği

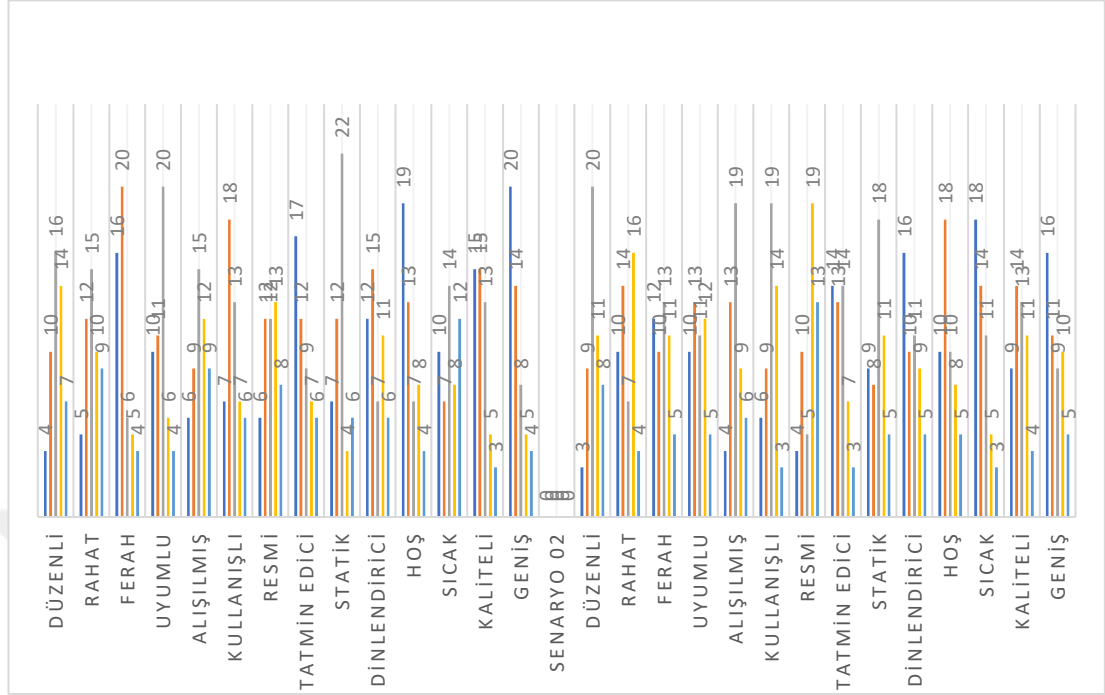


Çizelge 4.10. Kullanıcıların Senaryo 02(500lx, 6500K, T5 tüp flüoresan) hakkında düşünce grafiği



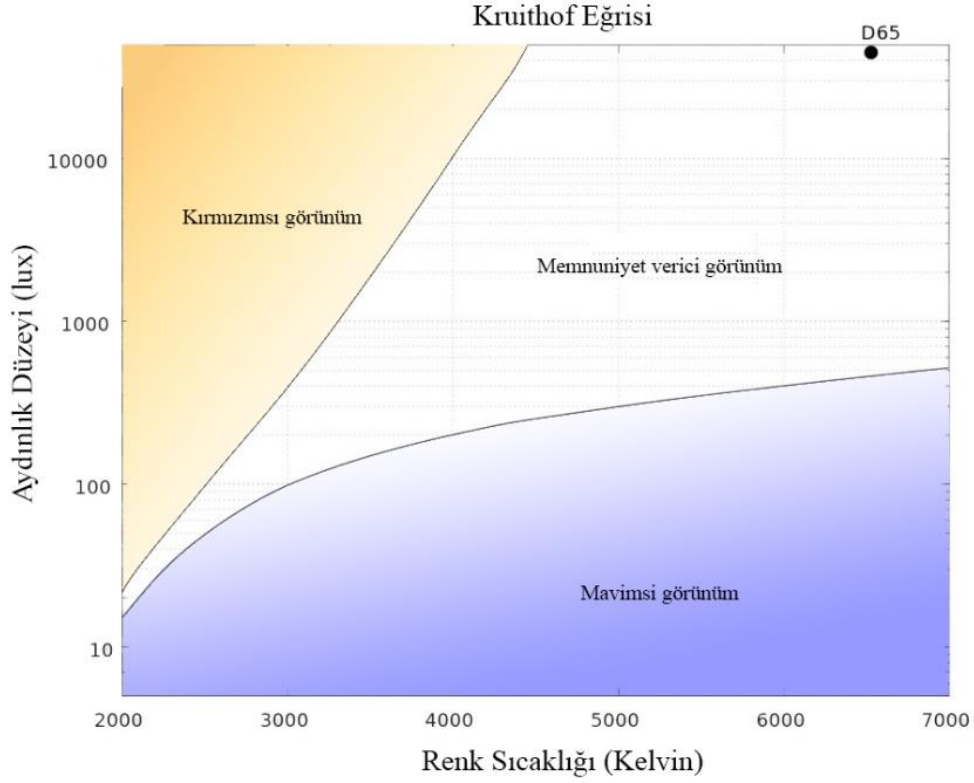
Senaryo 02 olarak tanımlanan, 6500K renk sıcaklığında sabit 500 lx aydınlık düzeyi altında yapılan deney çalışmasında elde edilen veriler ışığında; katılımcıların Senaryo 01'e %5 oranında daha olumlu yanıtlar verdiği gözlemlenmiştir. Anket çalışmasının son bölümünde yer alan açık uçlu sorulara verilen yanıtlara göre, deney setinde kullanılan yeşil masa rengi aydınlatma değerlendirme kriterleri içerisinde yer almamasına rağmen Senaryo 01'de elde edilen verilerle doğru orantılı bir şekilde kullanıcılar tarafından olumsuz değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çalışma düzlemi renk ve yansıtma özelliklerinin mekânsal algıya olumsuz bir etkisi olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.11. Mekansal algı bakımından Senaryo 01 ve Senaryo 02 sonuçlarının karşılaştırılması



Senaryo 01(500lx, 3000K, T5 tüp flüoresan) ve Senaryo 02(500lx, 6500K, T5 tüp flüoresan) kapsamında yapılan değerlendirme çalışması sonuçlarına göre 5’li likert ölçeğinde istenilen mekânsal algı değerlendirme sonuçlarında Senaryo 02, %5 oranında daha olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Anket içerisinde denek grubuna sunulan mekana yönelik duygu ve düşünce verilerine göre; denekler Senaryo 01’de %45 oranında olumlu sonuçlar vermektedir. Senaryo 02’ de ise %59 oranında olumlu sonuç gözlemlenmektedir.

Pilot çalışma kapsamında yer alan Senaryo 01 ve Senaryo 02 olarak 1/1 ölçekte kurgulanan deney setinden elde edilen verilere göre, çalışma düzleminin rengi beyaz renkli mat yüzey olarak değiştirilmiştir. Senaryo 02’ de yer alan 6500K renk sıcaklığında aydınlatma sistemi, kullanıcılar tarafından daha çok tercih edilmiştir. Yapılan değerlendirme çalışması sonuçları, Şekil 4.15.’ de kesin ve daha ayrıntılı bilgi veren *Kruithof Eğrisi* ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.15.). (Kruithof, 1941)



Şekil 4.15. Kruithof Eğrisi (Kruithof, 1941)

Kruithof Eğrisi, kullanıcıların aydınlık düzeyi(lx) ve aydınlatma renk sıcaklık(K) değerlerine göre mekan içerisinde memnuniyet durumunu incelemektedir. Ofis ortamı aydınlatması standartlarına göre 500lx ve üzerinde belirlenecek bir aydınlık düzeyi, ılık veya soğuk bir aydınlatma renk sıcaklığında memnuniyet verici görünüm sağladığı gözlemlenmektedir.

Konvansiyonel sistemde 1/1 ölçekli mekanda deneysel ortamda çalışması yapılmış ve kullanıcıların içinde bulundukları ortamdan memnuniyetleri ölçmeye yarayan anlamsal farklılıklar (semantik diferansiyel) çalışması uygulanmıştır. Senaryo 01 ve Senaryo 02 pilot çalışma ışığında, deneysel ortamdan elde edilen veriler ışığında Senaryo 02 500lx, 6500K deney seti Kruithof Eğrisi ile benzerlik göstermektedir. Denek grubunun çalışma düzlem rengi üzerindeki eleştirisi dikkate alınıp mat beyaz olarak değiştirilmiştir. Pilot çalışmaya katılım sağlayan denek grubu içerisinde 16 katılımcı ile 1/1 ölçekli deney seti içerisinde türsüz mat duvar yüzeyi ile Senaryo 03 (500lx, 6500K) gerçekleştirilmiştir. Denek grubunun demografik özellikleri Çizelge 4.12.'de belirtilmektedir.

Çizelge 4.12. Senaryo 03 (500lx,6500K) deney seti katılımcıların demografik özellikleri

		(Değer)
Yaş Grubu	18-28	12
	28>	4
Cinsiyet	Erkek	9
	Kadın	7
Göz Bozukluğu Durumu	Evet	8
	Hayır	8
Gözlük veya Lens Kullanma Durumu	Evet	8
	Hayır	8

Denek grubu 9 erkek, 7 kadın olmak üzere 16 kullanıcısıdır. Göz bozukluğu olan deneklerin tümünde gözlük veya lens kullanımı söz konusudur.

4.4.3. Senaryo 03 Sonuçları (500lx, 6500K, T5 Flüoresan, 1/1 Ölçekli Ortam)

Senaryo 03 değerlendirme çalışması sonucunda, elde edilen verilere göre çalışma düzlemi eleştirisi gözlemlenmemiştir. TBS-631 armatür 6500K renk sıcaklığında 500lx sabit aydınlık düzeyi ve 12 adet T5 tüp flüoresan kullanılarak homojen bir aydınlatma ile yapılan deneysel gözlem sonucunda kullanıcıların mekansal algı bakımından *Kruithof Eğrisi* verileri ile doğru orantılı cevaplar verildiği görülmektedir. Denek grubunun değerlendirme anketi çalışmasında yer alan 5’li likert ölçeğinde 14 soruluk mekansal algı sorularına olumlu olarak verilen cevapların yüzdeleri yüzde(%) olarak Çizelge 4.13.’de belirtilmektedir.

Çizelge 4.13. Senaryo 03 değerlendirme çalışması sonuçları

	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Düzenli-Düzensiz ve mekan algısı ilişkisi	16	87.5
Rahat-Rahatsız ve mekan algısı ilişkisi	16	68.8
Ferah-Sıkışık ve mekan algısı ilişkisi	16	50
Uyumlu-Uyumsuz ve mekan algısı ilişkisi	16	68.8
Alışılmış-Alışılmıyın dışında ve mekan algısı ilişkisi	16	87.5
Kullanışlı-Kullanışsız ve mekan algısı ilişkisi	16	75
Resmi-Resmi olmayan ve mekan algısı ilişkisi	16	87.5
Tatmin edici-Tatmin edici değil ve mekan algısı ilişkisi	16	56.3
Statik-Dinamik ve mekan algısı ilişkisi	16	87.5
Dinlendirici-Gerginleştirici ve mekan algısı ilişkisi	16	78.8
Hoş-Hoş değil ve mekan algısı ilişkisi	16	75
Sıcak-Soğuk ve mekan algısı ilişkisi	16	37.5
Kaliteli-Kalitesiz ve mekan algısı ilişkisi	16	68.8
Geniş-Dar ve mekan algısı ilişkisi	16	50

Elde edilen sonuçlara göre katılımcıların 5’li likert ölçeğinde sorulan sorulara verdikleri ortalama ve üstü cevaplar %77,9 oranında olumlu olduğu gözlenmektedir.

Senaryo 03 kapsamında çalışmaya katılan gönüllü on altı kullanıcının, likert ölçeğinde yapılan ortalama ve üstü değerlendirmeleri yüzde (%) olarak şu şekildedir;

500lx sabit aydınlık düzeyi, 6500K renk sıcaklığı, konvansiyonel sistem kapsamında, kullanıcıların %87,5'i düzenli, %68,8'i rahat, %50'si ferah, %68,8'i uyumlu, %87,5'i alışılmış, %75'i kullanışlı, %87,5'i resmi, %56.3 tatmin edici, %87,5'i statik, %78,8 i dinlendirici, %75'i hoş, %37,5'i sıcak, %68,8'i kaliteli ve %50'si geniş olarak değerlendirmiştir.

Kullanıcılar, mekânsal algı sorularını ortalama ve üstü değerlendirdiği gözlemlenmiştir. Değerlendirme anketi sonunda yer alan açık uçlu sorulara verilen cevapları değerlendirecek olursak, pilot çalışma kapsamında çalışma düzlemi üzerindeki olumsuz eleştirilerin, Senaryo 03 kapsamında değerlendirmelerde yer almadığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre değerlendirme aşamasında kullanıcıların sadece aydınlatma renk sıcaklığına odaklanarak sorulara yanıt verdiği görülmektedir.

4.4.4. Senaryo 04 Sonuçları (500lx, 6500K, T5 Flüoresan, DiaLux Evo 9.0 Sim. Programı)

6500K renk sıcaklığı ve 500 lx sabit aydınlık düzeyi olarak T5 tüp flüoresan lambalar ile Senaryo 03 deney seti, DiaLux Evo 9.0 aydınlatma programında simüle edilmiştir. Simülasyonu gerçekleştirilen deney setinin E_{min} , E_{ort} değeri, aydınlık dağılımı ve kullanılan ışık kaynağının teknik detayları Çizelge 4.14.' de belirtilmektedir. Senaryo 04 kapsamında kullanıcıların mekânsal algı izlenimleri için online değerlendirme anketi sunularak 14 soruluk 5'li likert ölçeğinde değerlendirmeleri istenmiştir. Senaryo 03 deney seti ile Senaryo 04 deney seti değerlendirme anketi sonuçları karşılaştırılmıştır. Aynı aydınlatma senaryosunun, 1/1 ölçek ölçekli deney ortamdaki sonuçları ile DiaLux Evo 9.0 simülasyon programı altında %95 oranında benzerlik göstermiştir. Kullanıcıların değerlendirme anketine verdiği mekânsal algı sorularının cevapları her iki senaryoda da benzerlik göstermesi sebebiyle online anket çalışmasının geçerliliği ispatlanmaktadır. Her iki senaryoda verilen mekânsal algı sorularının karşılaştırılması Çizelge 4.15.'da verilmektedir. Her iki senaryoya aynı kullanıcılar katılım sağlamaktadır. Çizelge 4.15.' da yer alan yüzde(%) sütunu, ortalama ve üstü cevap veren kullanıcıları göstermektedir.

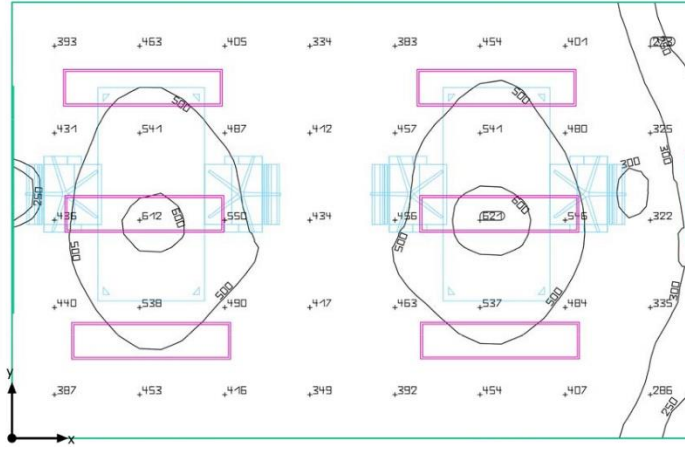
Çizelge 4.14. Senaryo 04 deney setinin E_{min} , E_{ort} değeri, aydınlık dağılımı ve kullanılan ışık kaynağının teknik detayları

KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

DIALux

İstanbul Kültür Üniversitesi / Bodrum Kat / Işık Odası / Senaryo 04

Özet

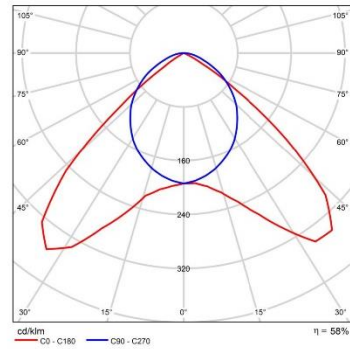


Ürün bilgi föyü

GRUPOCONSTRULITA MONTISI I



Ürün No.	LTL-2281/65
P	56.0 W
Φ_{Lamba}	8400 lm
$\Phi_{Işıklık}$	4856 lm
η	57.81 %
Işık verimi	86.7 lm/W
CCT	6500 K
CRI	80



Polar LDC

Çizelge 4.15.' da yer alan yüzde(%) sütunu, ortalama ve üstü cevap veren kullanıcıları göstermektedir.

Çizelge 4.15. Katılımcıların Senaryo 03 (500lx, 6500K 1/1 ölçekli deney ortamı) ve Senaryo 04(500lx, 6500K DiaLux Evo 9.0 simülasyon programı) kapsamında mekansal algı sorularına verdiği cevapların karşılaştırılması

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Düzenli-Düzensiz ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	87.5
	DiaLux Simülasyon Programı	16	87.5

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Rahat-Rahatsız ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	68.8
	DiaLux Simülasyon Programı	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Ferah-Sıkışık ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	50
	DiaLux Simülasyon Programı	16	56.3

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Uyumlu-Uyumsuz ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	68.8
	DiaLux Simülasyon Programı	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Alışılmış-Alışılmıyın dışında ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	87.5
	DiaLux Simülasyon Programı	16	87.6

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Kullanışlı-Kullanışsız ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	75
	DiaLux Simülasyon Programı	16	68.8

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Resmi-Resmi olmayan ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	87.5
	DiaLux Simülasyon Programı	16	87.6

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Tatmin edici-Tatmin edici değil ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	56.3
	DiaLux Simülasyon Programı	16	50

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Statik-Dinamik ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	87.5
	DiaLux Simülasyon Programı	16	87,5

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Dinlendirici-Gerginleştirici ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	78.8
	DiaLux Simülasyon Programı	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Hoş-Hoş değil ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	75
	DiaLux Simülasyon Programı	16	68.8

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Sıcak-Soğuk ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	37.5
	DiaLux Simülasyon Programı	16	25.1

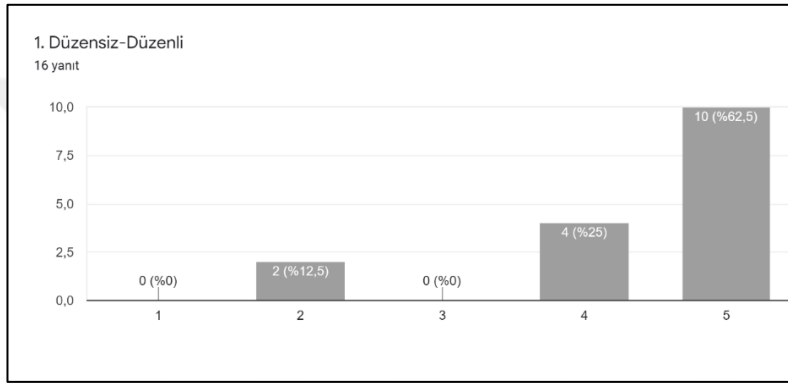
	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Kaliteli-Kalitesiz ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	68.8
	DiaLux Simülasyon Programı	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Geniş-Dar ve mekan algısı ilişkisi	1/1 Ölçekli Deney Ortamı	16	50
	DiaLux Simülasyon Programı	16	37.5

Her iki senaryoda kullanıcılara sunulan mekansal algı sorularını karşılaştırılmaktadır. Senaryo 03 1/1 ölçekli deney ortamı değerlendirmesi ve Senaryo 04 simülasyon değerlendirme sonuçlarını karşılaştırılmıştır. Nitelik olarak belirtilen bir değişken yönünden aynı bireylerden değişik zaman ya da durumda elde edilen iki gözlemin farklı olup olmadığını test etmek için Mc Nemar testi kullanılmıştır. Test sonucu %95 güvenirlilik aralığında ve $p < 0,05$ anlamlılığında değerlendirilmiştir. (McNemar, 1947)

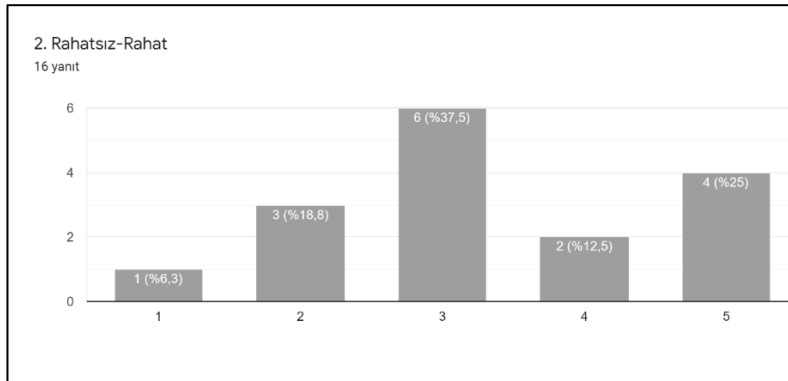
Senaryo 04 simülasyon bazlı değerlendirmede, 5'li likert ölçeğinde kullanıcılara sorulan mekansal algı sorularının yüzde (%) dağılımı aşağıdaki çizelgelerde belirtilmektedir (Çizelge 4.16.-Çizelge 4.29.).

Çizelge 4.16. Senaryo 04: Düzensiz-düzenli ve mekan algısı ilişkisi



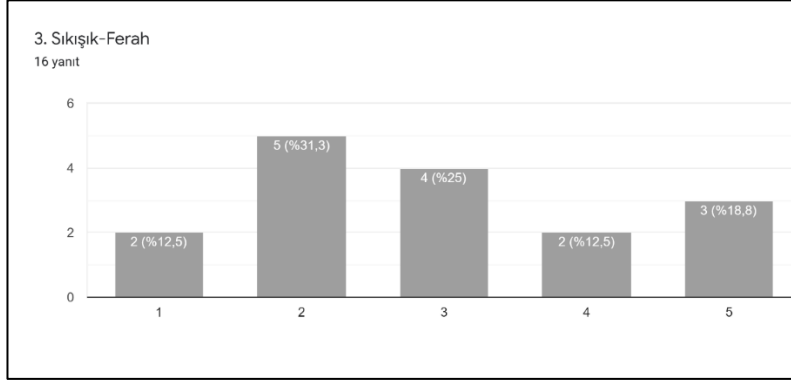
Kullanıcıların %12,5'i ortalamanın altında, %87,5'i ortalama ve üstünde düzenli olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.17. Senaryo 04: Rahatsız-Rahat ve mekan algısı ilişkisi



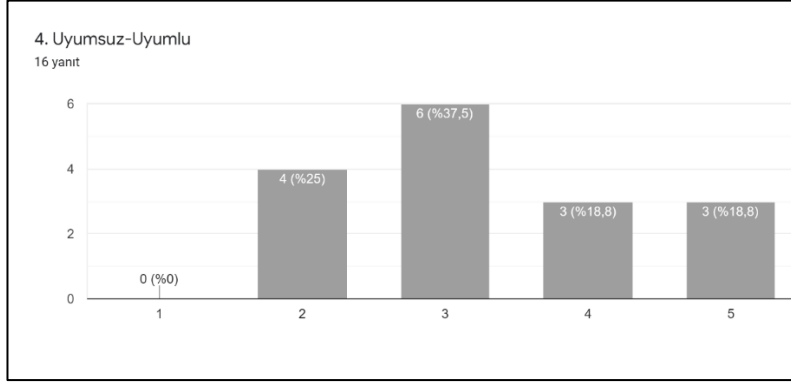
Kullanıcıların %25,1'i ortalamanın altında, %74,9'u ortalama ve üstünde rahat olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.18. Senaryo 04: Sıkışık-Ferah ve mekan algısı ilişkisi



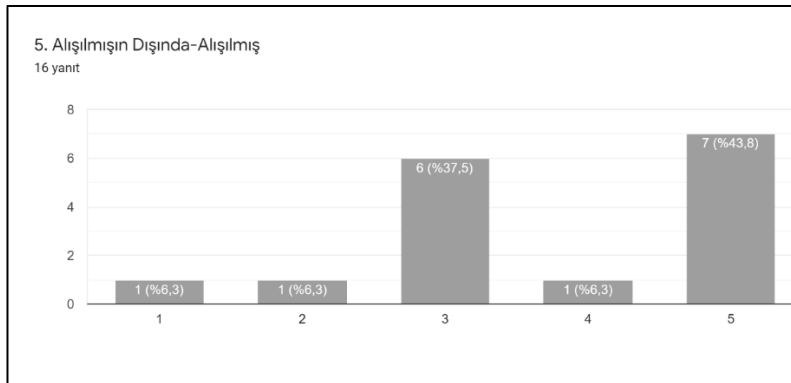
Kullanıcıların %43,8'i ortalamanın altında, %56,2'si ortalama ve üstünde ferah olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.19. Senaryo 04: Uyumsuz-Uyumlu ve mekan algısı ilişkisi



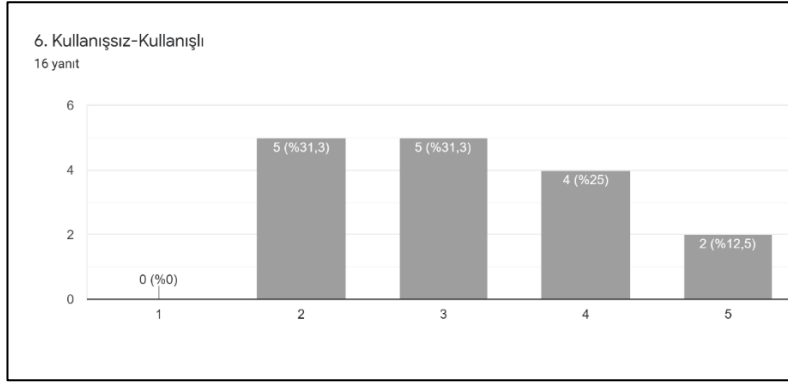
Kullanıcıların %25', ortalamanın altında, %75'i ortalama ve üstünde uyumlu olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.20. Senaryo 04: Alışılmışın dışında-Alışılmış ve mekan algısı ilişkisi



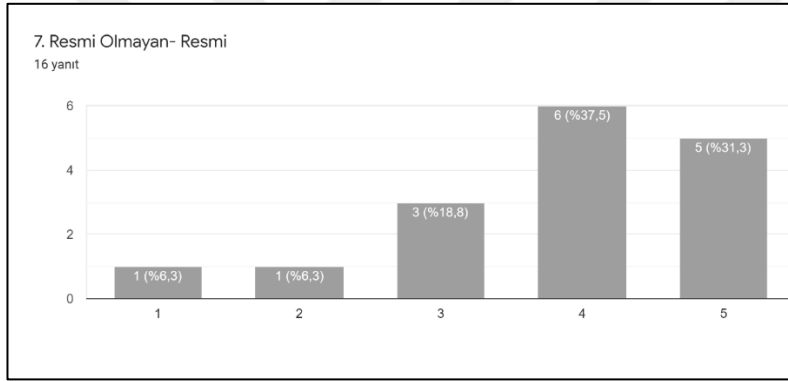
Kullanıcıların %12,6'sı ortalamanın altında, %87,4'ü ortalama ve üstünde alışılmış olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.21. Senaryo 04: Kullanışsız-Kullanışlı ve mekan algısı ilişkisi



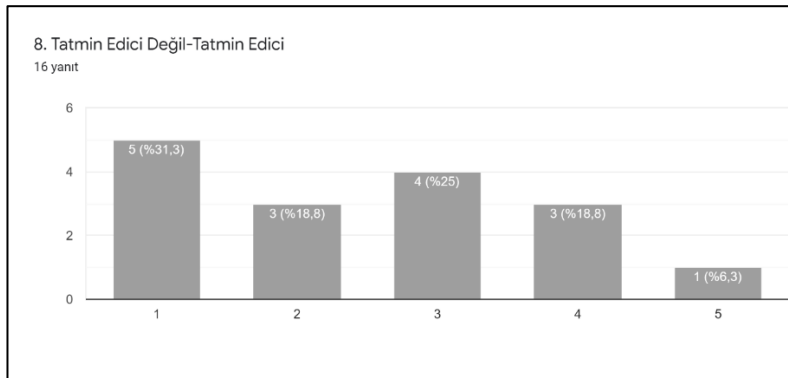
Kullanıcıların %31,3'ü ortalamanın altında, %68,7'si ortalama ve üstünde kullanışlı olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.22. Senaryo 04: Resmi olmayan-Resmi ve mekan algısı ilişkisi



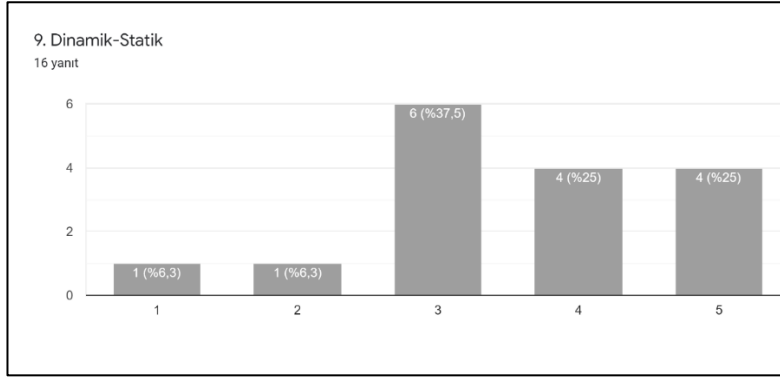
Kullanıcıların %12,6'sı ortalamanın altında, %87,4'ü ortalama ve üstünde resmi olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.23. Senaryo 04: Tatmin edici değil-Tatmin edici ve mekan algısı ilişkisi



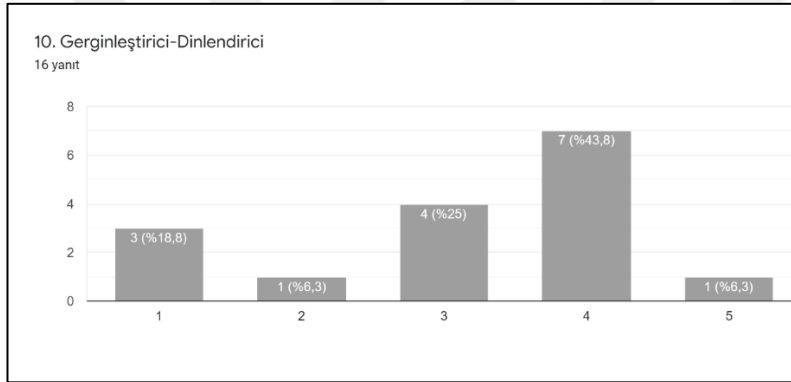
Kullanıcıların %50'si ortalamanın altında, %50'si ortalama ve üstünde tatmin edici olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.24. Senaryo 04: Dinamik-Statik ve mekan algısı ilişkisi



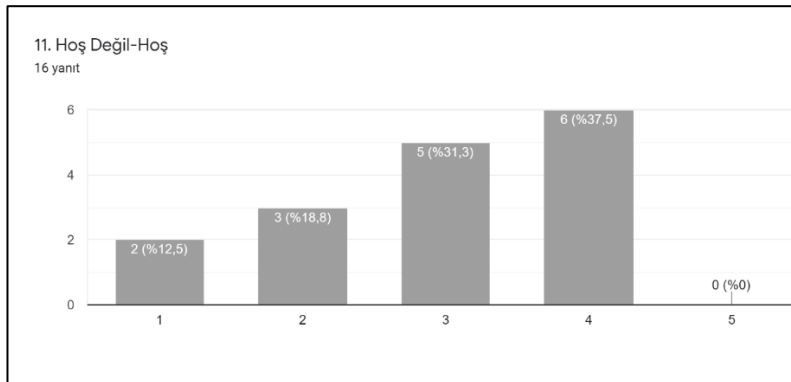
Kullanıcıların %12,6'sı ortalamanın altında, %87,4'ü ortalama ve üstünde statik olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.25. Senaryo 04: Gerginleştirici-Dinlendirici ve mekan algısı ilişkisi



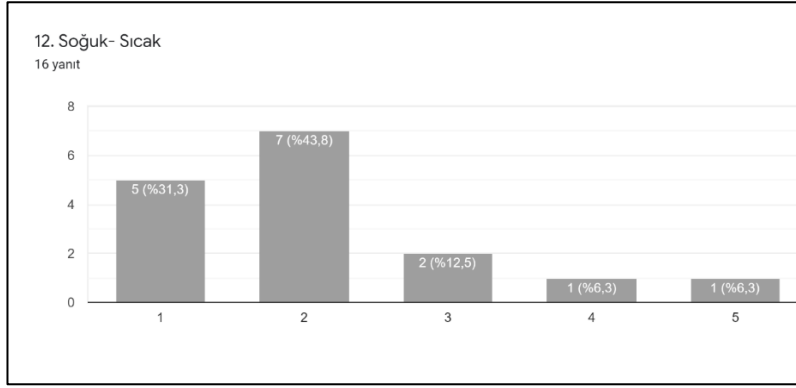
Kullanıcıların %25,1'i ortalamanın altında, %74,9'u ortalama ve üstünde dinlendirici olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.26. Senaryo 04: Hoş değil-Hoş ve mekan algısı ilişkisi



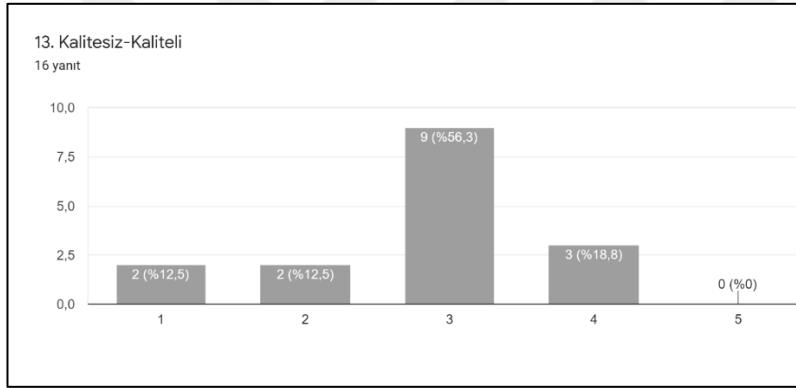
Kullanıcıların %31,3'ü ortalamanın altında, %68,7'si ortalama ve üstünde hoş olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.27. Senaryo 04: Soğuk-Sıcak ve mekan algısı ilişkisi



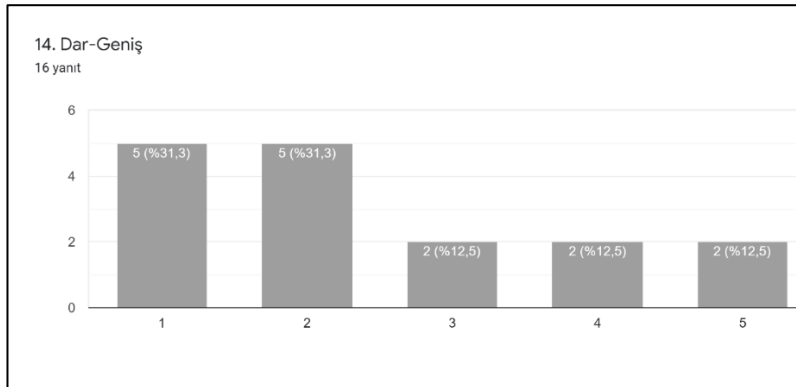
Kullanıcıların %75'i ortalamanın altında soğuk olarak, %25'i ortalama ve üstünde sıcak olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.28. Senaryo 04: Kalitesiz-Kaliteli ve mekan algısı ilişkisi



Kullanıcıların %25'i ortalamanın altında, %75'i ortalama ve üstünde kaliteli olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.29. Senaryo 04: Dar-Geniş ve mekan algısı ilişkisi



Kullanıcıların %62,6'sı ortalamanın altında dar olarak, %37,4'ü ortalama ve üstünde geniş olarak değerlendirmiştir.

Senaryo 04 kapsamında değerlendirme sonuçlarına göre kullanıcıların %%87,5'i düzenli, %75'i rahat, %56,3'ü ferah, %75'i uyumlu, %87,6'ı alışılmış, %68,8'i kullanışlı, %87,6'ı resmi, %50'i tatmin edici, %87,5'i statik, %75'i dinlendirici, %68,8'i hoş, %25,1 soğuk, %75'i kaliteli, %37,4'ü geniş olarak değerlendirmiştir.

Elde edilen verilere göre simülasyon değerlendirme çalışmasının, 1/1 ölçekli deney ortamı çalışmasıyla benzer sonuçları gösterdiği ve online değerlendirmenin geçerliliğini ve güvenilirliğini ispatlamaktadır. Aynı zamanda renk sıcaklığının kullanıcılar tarafından tercih edilebilir görülmesi, literatürde kabul gören verilerle paralellik göstermesi de çalışmanın ve elde edilen verilerin güvenilirliğini göstermektedir.

4.4.5. Senaryo 05 Sonuçları (500lx, 6500K, Lineer LED, DiaLux Evo 9.0 Sim. Programı)

Konvansiyonel sistemde 1/1 ölçekli model ile simülasyon çalışmasının sonuçlarının %95 oranında benzerliği nedeniyle çalışmanın LED aydınlatma sistemi ile kurgulanan Senaryo 05, simülasyon programı üzerinden değerlendirilmiştir. Simülasyonu gerçekleştirilen deney setinin E_{min} , E_{ort} değeri, aydınlık dağılımı ve kullanılan ışık kaynağının teknik detayları Çizelge 4.30'da belirtilmektedir. Ofis ortamı olarak kurgulanan deney seti, 6500K renk sıcaklığı ve 500 lx aydınlığın homojen dağılımının sağlandığı LED lambalar ile kurgulanmaktadır. Senaryo 04 deney seti içerisinde bulunan donatı konumu değiştirilmemiştir. Mekân algısı verileri için kullanıcılara 5'li likert ölçeğinde 14 soruluk değerlendirme anketi uygulanmıştır (EK.C). Anket çalışmasının son bölümünde kullanıcılara açık uçlu sorular yöneltilmiş ve mekân algısı bakımından olumlu-olumsuz yorumları istenmiştir. Senaryo 04' de çalışmaya katılım sağlayan kullanıcılar ile deneysel gözlem gerçekleştirilmiştir.

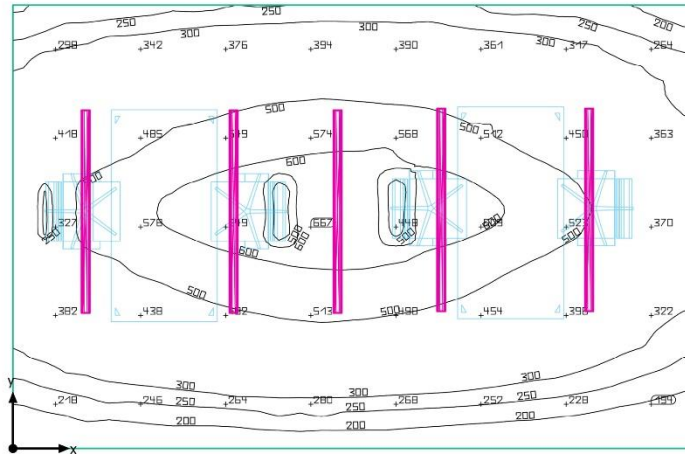
Çizelge 4.30. Senaryo 05 deney setinin E_{min} , E_{ort} değeri, aydınlık dağılımı ve kullanılan ışık kaynağının teknik detayları

KONVANSİYONEL VE LED AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN OFİSLERDE MEKANSAL
ALGIYA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

DIALux

İstanbul Kültür Üniversitesi / Bodrum Kat / Işık Odası / Senaryo 05

Özet

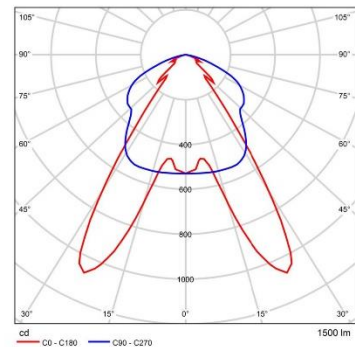


Ürün bilgi föyü

LEDVANCE TruSys® DOUBLE ASYMMETRIC 53 W 6500 K SI



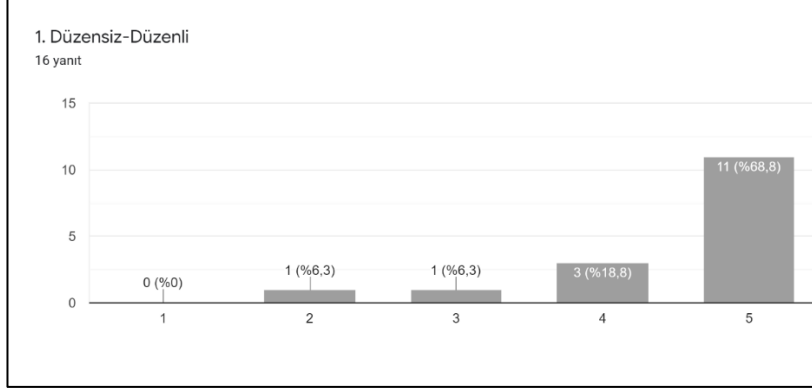
Ürün No.	4058075100671
P	28.0 W
$\Phi_{ışık}$	1500 lm
Işık verimi	53.6 lm/W
CCT	6500 K
CRI	80



Polar LDC

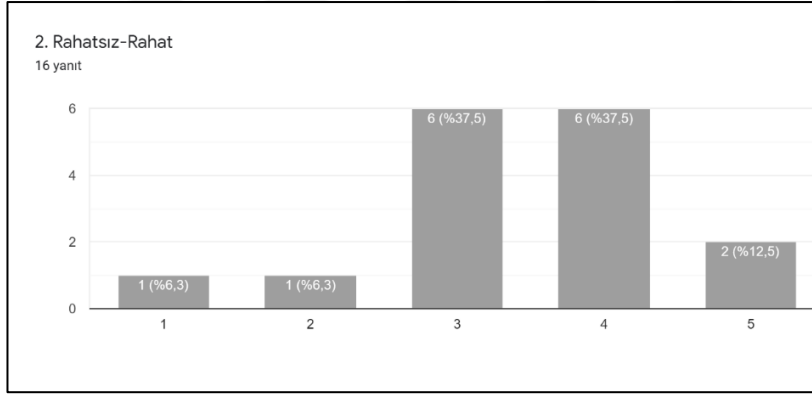
Senaryo 05 online değerlendirmede, 5'li likert ölçeğinde kullanıcılara sorulan mekansal algı sorularının yüzde (%) dağılımı aşağıdaki çizelgelerde belirtilmektedir (Çizelge 4.31.- Çizelge 4.44.).

Çizelge 4.31. Senaryo 05: Düzensiz-düzenli ve mekan algısı ilişkisi



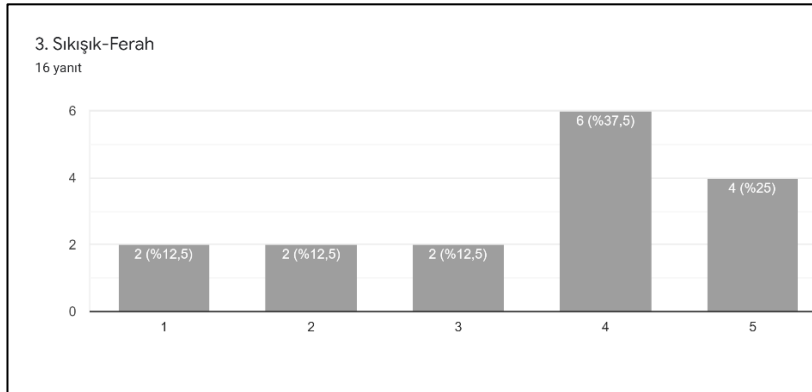
Kullanıcıların %6,3'ü ortalamanın altında, %93,7'si ortalama ve üstünde düzenli olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.32. Senaryo 05: Rahatsız-Rahat ve mekan algısı ilişkisi



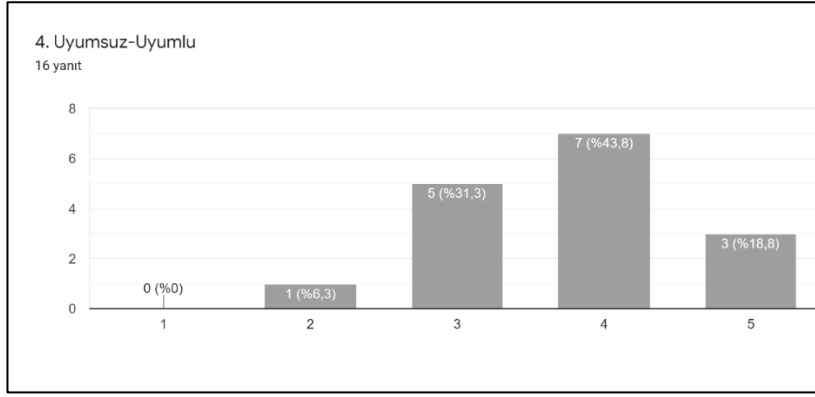
Kullanıcıların %12,6'sı ortalamanın altında, %87,4'ü ortalama ve üstünde rahat olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.33. Senaryo 05: Sıkışık-Ferah ve mekan algısı ilişkisi



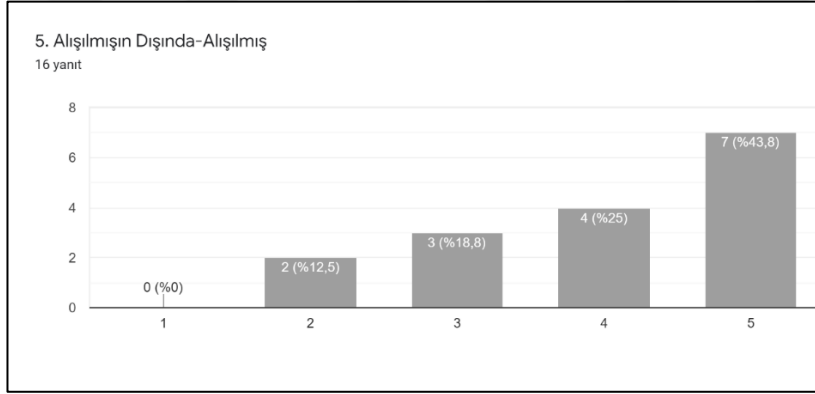
Kullanıcıların %25'i ortalamanın altında, %75'i ortalama ve üstünde ferah olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.34. Senaryo 05: Uyumsuz-Uyumlu ve mekan algısı ilişkisi



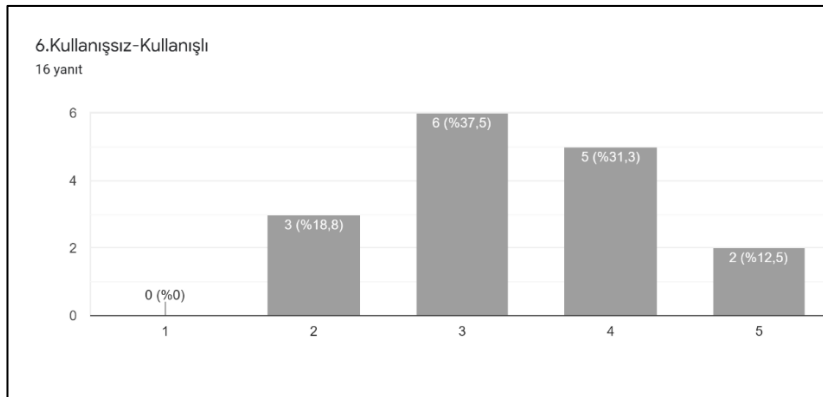
Kullanıcıların %6,3'ü ortalamanın altında, %93,7'si ortalama ve üstünde uyumlu olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.35. Senaryo 05: Alışılmışın dışında-Alışılmış ve mekan algısı ilişkisi



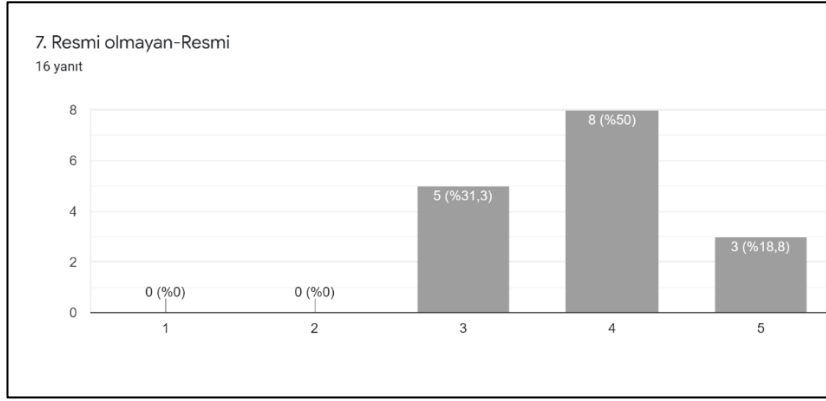
Kullanıcıların %12,5'i ortalamanın altında, %87,5'i ortalama ve üstünde alışılmış olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.36. Senaryo 05: Kullanışsız-Kullanışlı ve mekan algısı ilişkisi



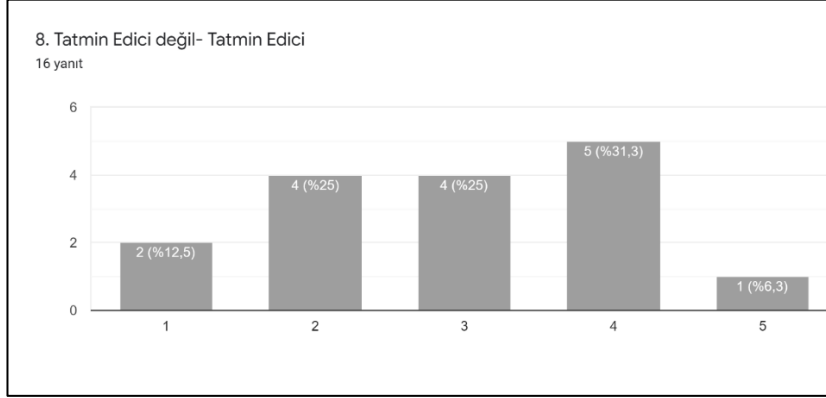
Kullanıcıların %18,8'i ortalamanın altında, %81,2'si ortalamanın üstünde kullanışlı olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.37. Senaryo 05: Resmi olmayan-Resmi ve mekan algısı ilişkisi



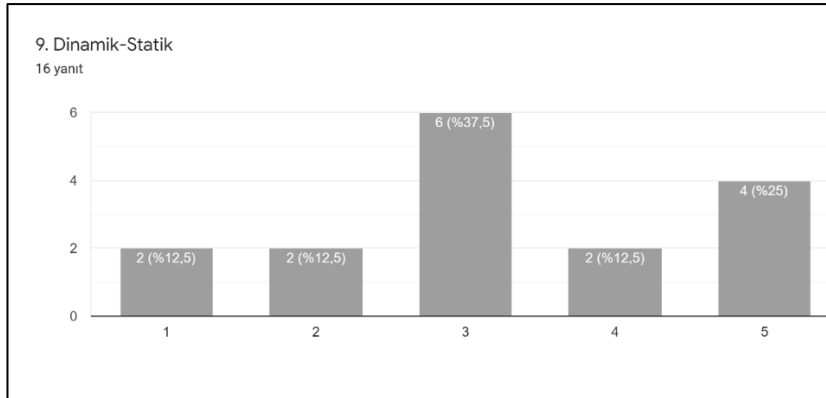
Kullanıcıların %31,3'ü ortalama, %68,7'si ortalama ve üstünde resmi olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.38. Senaryo 05: Tatmin edici değil-Tatmin edici ve mekan algısı ilişkisi



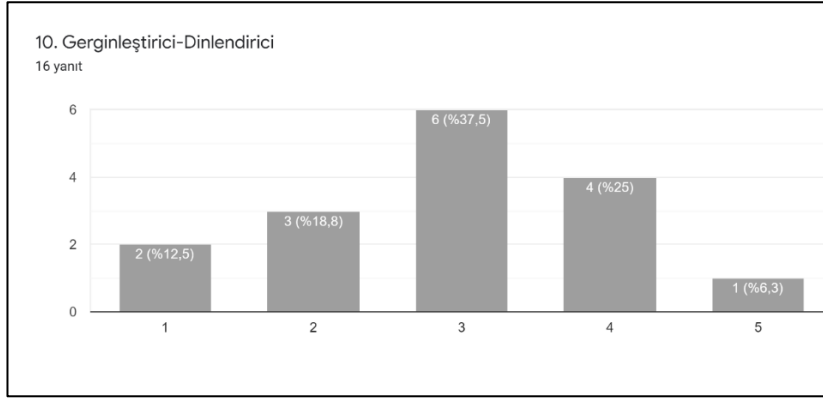
Kullanıcıların %37,5'i ortalamanın altında, %62,5'i ortalama ve üstünde tatmin edici olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.39. Senaryo 05: Dinamik-Statik ve mekan algısı ilişkisi



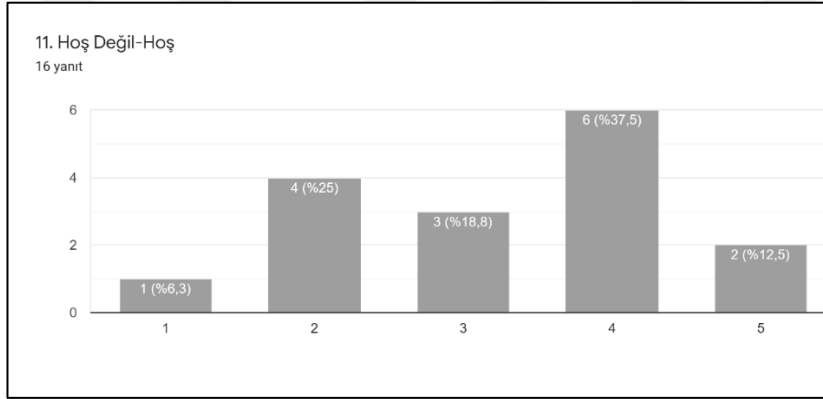
Kullanıcıların %25'i ortalamanın altında, %75'i ortalama ve üstünde statik olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.40. Senaryo 05: Gerginleştirici-Dinlendirici ve mekan algısı ilişkisi



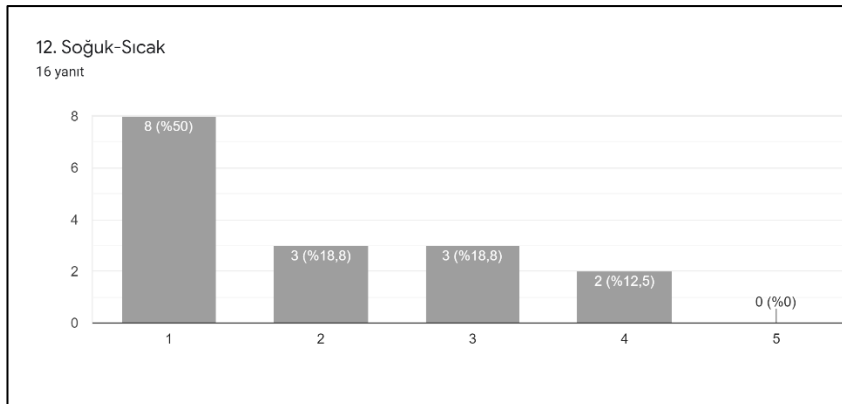
Kullanıcıların %31,3'ü ortalamanın altında, %68,7'si ortalama ve üstünde dinlendirici olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.41. Senaryo 05: Hoş değil-Hoş ve mekan algısı ilişkisi



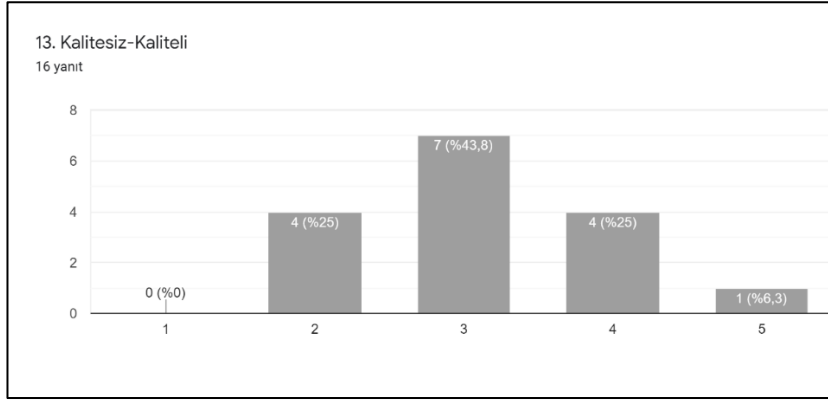
Kullanıcıların %31,3'ü ortalamanın altında, %68,7'si ortalama ve üstünde hoş olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.42. Senaryo 05: Soğuk-Sıcak ve mekan algısı ilişkisi



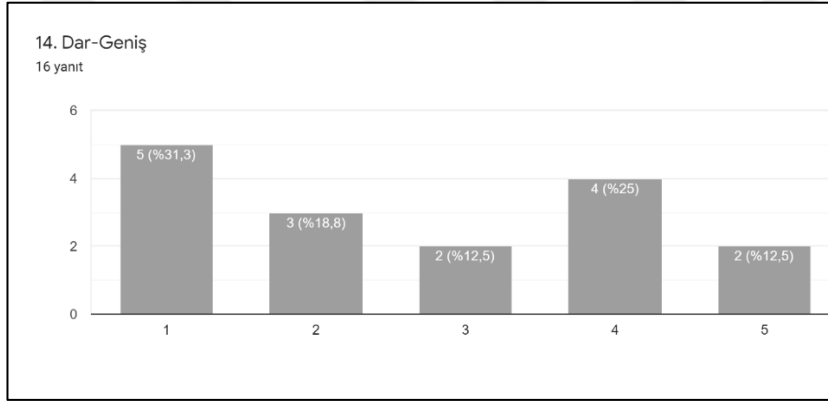
Kullanıcıların %87,5'i soğuk, %12,5'i mekanı sıcak olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.43. Senaryo 05: Kalitesiz-Kaliteli ve mekan algısı ilişkisi



Kullanıcıların %25'i ortalamanın altında, %75'i ortalama ve üstünde kaliteli olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 4.44. Senaryo 05: Dar-Geniş ve mekan algısı ilişkisi



Kullanıcıların %50'si ortalamanın altında dar olarak, %50'si ortalama ve üstünde geniş olarak değerlendirmiştir.

Senaryo 05, 6500K renk sıcaklığı, 500lx sabit aydınlık düzeyinde, LED aydınlatma elemanları ile DiaLux Evo 9.0 programında simülasyonu gerçekleştirilen deney setinde, kullanıcılara sunulan 5'li likert ölçeğinde mekânsal algı sorularının sonuçları, Senaryo 04 deney setinde simule edilen 6500K renk sıcaklığı, 500lx sabit aydınlık düzeyi ve T5 tüp flüoresan aydınlatma sistemi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler yüzde (%) olarak Çizelge 4.45.' de belirtilmiştir.

Çizelge 4.45. Katılımcıların Senaryo 05 ve Senaryo 04 kapsamında mekânsal algı sorularına verdiği cevapların karşılaştırılması.

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Düzenli-Düzensiz ve mekan algısı ilişkisi	5	16	93.9
	4	16	87.5

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Rahat-Rahatsız ve mekan algısı ilişkisi	5	16	87.5
	4	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Ferah-Sıkışık ve mekan algısı ilişkisi	5	16	75
	4	16	56.3

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Uyumlu-Uyumsuz ve mekan algısı ilişkisi	5	16	93.9
	4	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Alışılmış-Alışılmıyın dışında ve mekan algısı ilişkisi	5	16	87.6
	4	16	87.6

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Kullanışlı-Kullanışsız ve mekan algısı ilişkisi	5	16	81.3
	4	16	68.8

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Resmi-Resmi olmayan ve mekan algısı ilişkisi	5	16	100
	4	16	87.6

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Tatmin edici-Tatmin edici değil ve mekan algısı ilişkisi	5	16	62.6
	4	16	50.1

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Statik-Dinamik ve mekan algısı ilişkisi	5	16	75
	4	16	87,5

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Dinlendirici-Gerginleştirici ve mekan algısı ilişkisi	5	16	68.8
	4	16	75.1

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Hoş-Hoş değil ve mekan algısı ilişkisi	5	16	68.8
	4	16	68.8

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Sıcak-Soğuk ve mekan algısı ilişkisi	5	16	31.3
	4	16	25.1

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Kaliteli-Kalitesiz ve mekan algısı ilişkisi	5	16	75
	4	16	75

	Senaryo	Katılımcı (n)	Yüzde (%)
Geniş-Dar ve mekan algısı ilişkisi	5	16	50
	4	16	37.5

Senaryo 05 kapsamında yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, kullanıcıların %93,9'u düzenli, %87,5'i rahat, %75'i ferah, %93,9'u uyumlu, %87,6'ı alışılmış, %81,3' kullanışlı, %100' ü resmi, %62,6'ı tatmin edici, %75'i statik, %68,8'i dinlendirici, %68,8'i hoş, %31,3'ü sıcak, %75'i kaliteli ve %50'si dar olarak değerlendirmiştir.

Elde edilen verilere göre Senaryo 05 kapsamında Lineer LED aydınlatma sisteminin, mekânsal algı sorularında kullanıcılar tarafından daha olumlu sonuçlar gösterdiği gözlemlenmiştir. 500lx sabit aydınlık düzeyi ve 6500K renk sıcaklığında aynı kullanıcıların LED aydınlatma sistemi ile aydınlatılan ofis ortamına daha olumlu cevaplarla değerlendirmesi, ofis ortamında LED aydınlatma sistemlerinin daha tercih edilebilir olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nitelikli bir aydınlatma tasarımı, sadece fizyolojik ihtiyaçlara bağlı değildir. Kullanışlı ve işlevsel bir aydınlatma tasarımı kullanıcıların tercihlerine ruhsal durumlarına direkt etki eder.

Yapılan araştırmalar sonucunda psikolojik konfor ile fiziksel konfor koşullarının birlikte ele alınarak tasarlanan bir aydınlatma tasarımı kaliteli bir aydınlatma olarak tanımlanmaktadır. Ofis ortamında günün birçok saatini yapay aydınlatma altında geçiren kullanıcıların, mekanda bulunan aydınlatma kriterlerine göre çalışma performansında artış ve azalış görülebilmektedir.

Görsel konfor koşulları altında yer alan psikolojik parametrelerin mekan algılama, performans ve duygu durum olduğu bilinmektedir. Kullanıcıların mekânsal algıları, yaşları, cinsiyetleri, göz sağlıkları gibi etkenlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Mekan içerisinde yapılan işe ve ihtiyaca göre tasarlanmış bir aydınlatma sistemi kullanıcıların performansını olumlu yönde etkileyebilmektedir.

Literatürde aydınlatma tasarımı üzerine yapılan deneysel araştırmalar, görsel konfor koşulları altında yer verilen fiziksel görsel konfor koşulları ve psikolojik görsel konfor koşulları ile beraber dikkate alınarak bir aydınlatma tasarımı yapıldığında kaliteli bir aydınlatma tasarımının çıkacağını ortaya koymaktadır. Tez çalışması kapsamında, bir ofis ortamında kullanıcıların mekânsal algıları üzerine etkileri incelendiğinde;

Deney seti, türsüz mat yüzey paneller, yeşil renkli çalışma düzlemi, 500lx homojen bir aydınlık dağılımında, Senaryo 01 3000K ve Senaryo 02 6500K renk sıcaklıklarına sahip konvansiyonel aydınlatma sistemi ile oluşturulmuştur. Bu çalışmalar pilot çalışma olarak Senaryo 03, Senaryo 04 ve Senaryo 05 çalışmalarına ışık tutmuştur. Pilot çalışma kapsamında elde edilen verilere göre; denek grubu, soğuk renkli aydınlatma tasarımını daha kullanışlı bulduğu fakat deney seti içerisinde yer alan çalışma düzlemi rengi hakkında olumsuz eleştiriler getirdikleri gözlemlenmiştir.

Çalışma sonrasında eleştiri alan çalışma düzlemi rengi mat beyaz bir yüzeye dönüştürülerek, 500lx homojen bir aydınlatma altında 6500K renk sıcaklığına sahip Senaryo 03 deney seti oluşturulmuştur. Bu deneysel gözlem sonucunda kullanıcıların, çalışma düzlemi üzerinde olumsuz eleştirileri gözlemlenmemiştir. Elde edilen sonuçlar bu aydınlık düzeyinde soğuk renkli aydınlatma tasarımının, kullanıcılar tarafından daha işlevsel değerlendirdiği yönündedir. Bu sonuçlara bağlı olarak, literatürde yer alan Kruithof Eğrisi ile Senaryo 03 çalışması paralellik göstermektedir.

Senaryo 04 çalışması; 500lx homojen bir aydınlık dağılımında, 6500K renk sıcaklığı altında, 1/1 ölçekli deney setinin DiaLux Evo 9.0 programında simülasyonu yapılarak online değerlendirme çalışması ile aynı kullanıcı grubuna sunulmuştur. Denek grubunun Senaryo 04’de yer alan online değerlendirme çalışmasına verdikleri cevaplar ile Senaryo 03 1/1 ölçekli deney ortamında gerçekleştirilen değerlendirme çalışmaları %95 oranında benzerlik göstermiştir. Elde edilen veriler ışığında, simülasyon programının değerlendirme çalışması üzerindeki güvenilirliği kanıtlanmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak Senaryo 05 türsüz mat duvar panelleri, mat beyaz çalışma düzlemi, homojen bir aydınlık dağılımında, 500lx, 6500K renk sıcaklığına sahip LED aydınlatma sistemi ile ofis ortamı simülasyon programında kurgulanmıştır.

Senaryo 05 sonuçları göre; denek grubunun LED aydınlatma sistemi altında mekânı daha işlevsel buldukları ve 5’li likert ölçeğinde sunulan mekânsal algı sorularına daha olumlu yanıtlar verdiği gözlemlenmektedir.

Günümüzde gelişen teknoloji ile LED aydınlatma sistemlerinin tercih edilme oranı da yükseliş göstermektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde konvansiyonel aydınlatma sistemlerinin, LED aydınlatma sistemlerine göre, daha kısa kullanım ömürlerine sahip olduğu bilinmektedir.

Bakım maliyetleri açısından ise flüoresan lambaların, LED lambalara göre dezavantajlı olduğu, literatürde yer alan bilgiler arasındadır. Kullanıcılar üzerinde yapılan değerlendirme çalışmaları doğrultusunda, LED aydınlatma sistemlerinin, konvansiyonel aydınlatma sistemlerine göre daha tercih edilebilir bir konumda yer aldığı görülmektedir.

Deney seti içerisinde yer alan zemin, duvar ve tavan düzlemi yüzeyleri değiştirilmemiş sabit tutulmuştur. Deney seti içerisinde kullanılan yüzeyler, armatürler, ışık renk sıcaklıkları ve aydınlatma tasarımlarının değiştirilmesi ile farklı çalışmalar ve sonuçlar ortaya çıkabileceği ön görülmektedir.

1/1 ölçekli deney ortamı ve simülasyon programı üzerinden değerlendirmeye sunulan deney setinde gün ışığına yer verilmemiştir. Deney setinin bina içerisinde konum olarak değiştirilmesi veya gün ışığı alan bir deney seti oluşturulması durumunda, kullanıcıların mekânsal algı sorularına farklı cevaplar verebilmesi olasıdır. Gün ışığı hesaplanarak tasarlanan bir deney seti ile mekânsal algının kullanıcılar üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla yeni bir çalışma ortaya çıkarılması önerilebilir.

Deney çalışması 500lx sabit aydınlık düzeyinde 6500K renk sıcaklığında konvansiyonel ve LED aydınlatma sistemlerinin karşılaştırılmasından oluşmaktadır.

Bu bağlamda aydınlık düzeyi ve renk sıcaklığı değiştirilerek yapılacak deneysel çalışmalarla, kullanıcıların mekânsal algılarının farklı sonuçlar vereceği yeni bir çalışma önerilebilir.

Deney seti Ofis ortamı olarak 1/1 ölçekte kurgulanmıştır. Yapılan çalışmanın gerçek bir ofis ortamında gerçekleştirilmesi ile yapılacak değerlendirme çalışmalarının farklılık gösterebileceği olası bir durumdur. Gerçek bir ofis ortamında yapılacak yeni çalışmalar, literatüre katkı açısından faydalı sonuçlar ortaya çıkarabilir.

Aydınlatma tasarımında farklı mekanlar ve farklı işler için verilen aydınlık düzeyi değerleri IES / CIE / CIBSE / TS EN 12464-1 standartlarında verilmiştir. Ofis ortamı için yapılan işe veya kullanıcıların tercihlerine göre aydınlık düzeyi farklılık gösterebilmektedir. Bu ve bunun gibi çalışmalar, tasarım sürecinde daha özgün aydınlatma planlamaları ortaya çıkarabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Agosta, C., Lighting the Academic Commons: A Case Study of Electricity Efficiency of Incandescent, Compact Fluorescent and LED Lamps, Technology for Renewable Energy. 2012.
- Başkan, Bostancı, Tuba., Lineer Led Lambalar., Voltium Teknik Makaleler., 2015
- Bandara. A., Ranasinghe. S ve Hettiarachchi. A., The impact of artificial lighting on visual comfort and visual satisfaction of people with special reference to outdoor public spaces in Colombo, 11th International Conference of Faculty of Architecture Research Unit , University of Moratuwa, 2018
- Boyce, P.R. (1973). Age, illuminance, visual performance and preference. Lighting Research and Tecnology
- Boyce, P.R., Eklund, N.H., Simpson, S.N., 2000, Individual Lighting Control: Tsk performance, Mood and Illimunance, Illiminating Engineering Society.
- Boyce, P.R., 2014, Human Factors In Lighting (3rd ed.). CRC Press, Taylor&Francis Group. 190p.
- Castillaa, N., Llinaresb, C., Bisegnac, F., Blanca-Giméneza, V., (2018)., Affective evaluation of the luminous environment in university classrooms., Journal of Environmental Psychology 58., 52-62
- Çetin, F.F., Gümüş, B. & Özbudak, Y.B., 2003. Aydınlatma Özelliklerinin Ergonomik Açıdan Değerlendirilmesi, EMO 2. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirimleri.
- Chung, M.T., ve Burnett, J., Lighting Quality Surveys in Office Premises, Department of Building Services Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 2000
- CIBSE (2009). The SLL Lighting Handbook, The Society of Light and Lighting, Londra.
- CIE(2001), ISO (2002). Lighting of indoor work places. International standard ISO 8995:2002, CIE S 008/E-2001.
- Daniel F. Espejel-Blanco, Jose A. Hoyo-Montano, Jorge A. Orrante-Sakanassi, Jorge A. Federico-Rivera., Comparison of Energy Consumption of Fluorescent Vs LED Lighting System of an Academic Building., Graduate Studies and Research Division., IEEE Conference on Technologies for Sustainability.i 2018.
- EN12464-1 Light and Lighting-Light of Workplaces-Part 1:Indoor Workplaces, European Committee for Standardization, 2002.
- Feltrin, F., Leccese, F., Hanselaer P. & Kevin A. G. Smet (2020) Impact of Illumination Correlated Color Temperature, Background Lightness, and Painting

Color Content on Color Appearance and Appreciation of Paintings, LEUKOS, 16:1, 25-44

Demiröz, Y., Tarihi Binaların Yapı Yüzü Aydınlatmasında LED Aydınlatma Teknolojilerinin Kullanılması Ve Galata Kulesi İle Kız Kulesi Uygulaması., Yıldız Teknik Üniversitesi., Yüksek Lisans Tezi., 2019

Flynn J.E., Spencer T.J., Martynink O. And Henderick C. ‘Inerim Study of Procedures for Investigating the Effects of Light on Impression and Behavior’, Journal of Illuminating Engineering Society, 1973.

Flynn, J.E. (1977). A Study of Subjective Response to Low Energy and Nonuniform Lighting Systems. Lighting Design and Appllications, 7.

Gezer, H., Mekânı Kavrama Sürecinde Algılama Bileşenleri., İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Yıl: 11 Sayı: 21 Bahar 2012 / 1 s.1-10

Göçmen, E., 2014, Aydınlatma aygıtlarının enerji verimliliği ve güç kalitesine etkileri, Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Ji-Hyun Lee, Jin Woo Moon, Sooyoung Kim, ‘Analysis of Occupants’ Visual Perception to Ferine Indoor Lighting Environment for Office Tasks, Energies,7.

Jinsung Byun, Insung Hong, Byoungjoo Lee, and Sehyun Park, Intelligent Household LED Lighting System Considering Energy Efficiency and User Satisfaction., IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 59, No. 1, February 2013

Kruithof AA. 1941. Tubular luminescence lamps for general illumination. Philips Tech Rev. 6(3):65–73.

Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B. & Tonello, G., (2006). The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments, Ergonomics, 49:14, 1496-150

Lisa Heschong, Roger L. Wright & Stacia Okura (2002) Daylighting Impacts on Human Performance in School, Journal of the Illuminating Engineering Society, 31:2, 101-114

Manav, B., Kutlu, R., Küçükdoğu, M.Ş., İku Kütüphanesinin Aydınlatma Tasarımı ve Kişisel Mekan Oluşturma Önerileri., İstanbul Kültür Üniversitesi.

Manav, B., 2005, Ofislerde Aydınlık Düzeyi, Parıltı Farkı ve Renk Sıcaklığının Görsel Konfor Koşullarına Etkisi: Bir Model Çalışması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi

Manav, B., Erkin, E., Güler, Ö., Onaygil, S., Tüp Flüoresan Lambalı Tesisatların LED’li Tesisatlar ile Enerji Performansı ve Aydınlatma Kalite Kriterleri Açısından Karşılaştırılması., 8. Ulusal Aydınlatma Kongresi., 2011., Syf: 47-53.

McNemar, Quinn (1947-06-18). "Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages". *Psychometrika*. **12** (2): 153–157

- Menteşeoğlu, D., 2011, Yeni Nesil Aydınlatma Sistemleri-1 “LED Işık Kaynakları”.
- Newsham, G., v.d. 2004, Task lighting effects on office worker satisfaction and performance and energy efficiency, Leukos The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America
- Özkaya, M., Tüfekçi, T., 2011, Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayınevi.
- P. Bhusal, E. Tetri, L. Halonen, (2006), Quality and Efficiency of Office Lighting, Helsinki University of Technology.
- Soori, P.K., Alzubaidi, S., Study on Improving the Energy Efficiency of Office Building’s Lighting System Design., IEEE GCC Conference and Exhibition, Dubai, United Arab Emirates, 2011
- Sooria, P. K., Vishwas, M., Lighting Control Strategy for Energy Efficient Office Lighting System Design, 2013, Energy and Buildings 66, 329-337, 2013
- Stiller, M., 2012, Quality Lighting for High Performance Buildings, CRC Press, Taylor&Francis Group, 7p.
- Şazi Sirel, 1996, Konutlarda Görsel Konfor, YFU.
- The IESNA, Lighting Handbook Reference and Application, Ed, Markrea, 9.Basım 2000
- Tomassoni, R., Galetta, G., Treglia, E., Psychology of Light: How Light Influences the Health and Psyche, Psychology, 2015, 6, 1216-1222.
- Veitch. J. A., & Newsham, G.R. (1996). Determinants of Lighting Quality I: State of science. Paper accepted for presentation at the 1996 Annual Conference of the Illuminating Engineering Society of North America, Cleveland, OH, August 5-7, 1996
- Veitch. J. A., & Newsham, G.R. Determinants of Lighting Quality II: Resarch and Recommendations, National Research Council of Canada, 1996
- Veitch. J. A., (2001). ‘ Psychological Processes Influencing Lighting Quality’, Journal of the Illuminating Engineering Society,
- Veitch. J. A., Stokkermans, M.G. & Newsham, G.R. (2013) ‘ Linking Lighting Appraisals to Work Behaviors’, Environment and Behavior.
- Winterbottom, M., Wilkins, A., Lighting and discomfort in the classroom, Journal of Environmental Psychology, Volume 29, Issue 1, March 2009, Pages 63-75
- Zumtobel., The Lighting Handbook., 6th. Edition., Nisan 2018.
- [URL 1] <https://www.metroled.ca/led-vs-fluorescent-tubes-comparison-in-energy-consumption-lighting-performance-efficiency/>.,
- [URL 2] <https://www.energyfocus.com/blog/4-reasons-upgrade-office-lighting-led/>.,

EKLER

EK A 1/1 ölçekli Deney Ortamı Değerlendirme Anketi

EK B Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi

EK C Online Senaryo 05 Değerlendirme Anketi



EK A. 1/1 ölçekli Deney Ortamı Değerlendirme Anketi

ANKET

Bu anket İstanbul Kültür Üniversitesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü Yüksek Lisans programı kapsamında “Konvansiyonel ve Led Aydınlatma Sistemlerinin Ofislerde Mekânsal Algıya Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı tez çalışması için yapılmaktadır. Farklı bir amaçla kullanılmayacak, kişisel bilgileriniz kaydedilmeyecek ve yayınlanmayacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

İlk Katılım ☐

İkinci Katılım ☐

Birinci aşamada deney öncesi demografik soruları cevaplanmanız beklenmektedir. İkinci aşamada, deney ortamında 5 dakika geçirdikten sonra ortamdaki mekân algınızı uygun dereceyi işaretleyerek değerlendirmeniz ve açık uçlu soruları cevaplandırmanız beklenmektedir.

1. Kişisel Bilgiler

Yaş:

Cinsiyet: E ☐ K ☐ Diğer ☐

Bölüm:

Herhangi bir görme bozukluğunuz var mı? Evet ☐ Hayır ☐

Gözlük veya kontak lens kullanıyor musunuz? Evet ☐ Hayır ☐

Deney ortamına giriş yapabilirsiniz. Lütfen deney ortamında bulunan, masa, sandalye ve objelerin yerlerini değiştirmeyiniz.

EK A. 1/1 ölçekli Deney Ortamı Değerlendirme Anketi (Devamı)

2. Değerlendirme

A. Lütfen ortam hakkında düşünce ve deneyimlerinizi aşağıda belirtilen 5’li Likert ölçeğe göre değerlendiriniz.

	1	2	3	4	5	
Düzenli						Düzensiz
Rahat						Rahatsız
Ferah						Sıkışık
Uyumlu						Uyumsuz
Alışılmış						Alışılmışın Dışında
Kullanışlı						Kullanışsız
Resmi						Resmi Olmayan
Tatmin Edici						Tatmin Edici Değil
Statik						Dinamik
Dinlendirici						Gerginleştirici
Hoş						Hoş değil
Sıcak						Soğuk
Kaliteli						Kalitesiz
Geniş						Dar

EK A. 1/1 ölçekli Deney Ortamı Değerlendirme Anketi (Devamı)

B. Lütfen aşağıda verilen sorularını cevaplayınız.

1. Bu ofis ortamında yer alan aydınlatma sistemi hakkında düşünceleriniz nelerdir?
(Değerlendirme aşamasında lütfen masa, sandalye ve diğer nesneleri dikkate almayınız).

2. Ofis ortamıyla ilgili herhangi rahatsız olduğunuz bir durum var mı?

Zemin: ☐

Duvar Yüzeyi: ☐

Tavan: ☐

Masa: ☐

Sandalye: ☐

Aydınlatma: ☐

Diğer (Belirtiniz):.....

Anketimize katılım sağladığınız için teşekkür ederiz.

EK B. Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi

Konvansiyonel ve Led Aydınlatma Sistemlerinin Ofislerde Mekansal Algıya Etkilerinin İncelenmesi

Değerlendirme Anketi

* Gerekli

1. Denek No *

2. Yaş *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ 18<28

☐ 28>

3. Cinsiyet *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Erkek

☐ Kadın

4. Herhangi bir görme bozukluğunuz var mı? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Evet

☐ Hayır

EK B. Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi (Devamı)

5. Gözlük veya kontak lens kullanıyor musunuz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Evet

☐ Hayır

Lütfen fotoğrafta yer alan ofis ortamını aşağıda verilen kriterlere göre değerlendiriniz.



6. 1. Düzensiz-Düzenli *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Düzensiz	☐	☐	☐	☐	☐	Düzenli

EK B. Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi (Devamı)

7. 2. Rahatsız-Rahat *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Rahatsız	☐	☐	☐	☐	☐	Rahat

8. 3. Sıkışık-Ferah *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Sıkışık	☐	☐	☐	☐	☐	Ferah

9. 4. Uyumsuz-Uyumlu *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Uyumsuz	☐	☐	☐	☐	☐	Uyumlu

10. 5. Alışılmışın Dışında-Alışılmış *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Alışılmışın Dışında	☐	☐	☐	☐	☐	Alışılmış

EK B. Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi (Devamı)

11. 6. Kullanışsız-Kullanışlı *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Kullanışsız	☐	☐	☐	☐	☐	Kullanışlı

12. 7. Resmi Olmayan- Resmi *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Resmi Olmayan	☐	☐	☐	☐	☐	Resmi

13. 8. Tatmin Edici Değil-Tatmin Edici *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Tatmin Edici Değil	☐	☐	☐	☐	☐	Tatmin Edici

14. 9. Dinamik-Statik *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Dinamik	☐	☐	☐	☐	☐	Statik

EK B. Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi (Devamı)

15. 10. Gerginleştirici-Dinlendirici *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Gerginleştirici	☐	☐	☐	☐	☐	Dinlendirici

16. 11. Hoş Değil-Hoş *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Hoş Değil	☐	☐	☐	☐	☐	Hoş

17. 12. Soğuk- Sıcak *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Soğuk	☐	☐	☐	☐	☐	Sıcak

18. 13. Kalitesiz-Kaliteli *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Kalitesiz	☐	☐	☐	☐	☐	Kaliteli

EK B. Online Senaryo 04 Değerlendirme Anketi (Devamı)

19. 14. Dar-Geniş *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Dar	☐	☐	☐	☐	☐	Geniş

20. 15. Bu ofis ortamı hakkında düşünceleriniz nelerdir?

21. 16. Ofis ortamıyla ilgili herhangi rahatsız olduğunuz bir durum var mı? (Renk, Sıcaklık, Aydınlık Düzeyi vb.)

EK C Online Senaryo 05 Değerlendirme Anketi

Konvansiyonel ve Led Aydınlatma Sistemlerinin Ofislerde Mekansal Algıya Etkilerinin İncelenmesi

Değerlendirme Anketi 2

* Gerekli

1. Denek No *

Lütfen fotoğrafta yer alan ofis ortamını aşağıda belirtilen kriterlere göre değerlendiriniz.



2. 1. Düzensiz-Düzenli *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Düzensiz	☐	☐	☐	☐	☐	Düzenli

EK C Online Senaryo 05 Değerlendirme Anketi (Devamı)

3. 2. Rahatsız-Rahat *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Rahatsız	☐	☐	☐	☐	☐	Rahat

4. 3. Sıkışık-Ferah *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Sıkışık	☐	☐	☐	☐	☐	Ferah

5. 4. Uyumsuz-Uyumlu *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Uyumsuz	☐	☐	☐	☐	☐	Uyumlu

6. 5. Alışılmışın Dışında-Alışılmış *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Alışılmışın Dışında	☐	☐	☐	☐	☐	Alışılmış

EK C Online Senaryo 05 Değerlendirme Anketi (Devamı)

7. 6.Kullanışsız-Kullanışlı *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Kullanışsız	☐	☐	☐	☐	☐	Kullanışlı

8. 7. Resmi olmayan-Resmi *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Resmi Olmayan	☐	☐	☐	☐	☐	Resmi

9. 8. Tatmin Edici değil- Tatmin Edici *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Tatmin Edici Değil	☐	☐	☐	☐	☐	Tatmin Edici

10. 9. Dinamik-Statik *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Dinamik	☐	☐	☐	☐	☐	Statik

EK C Online Senaryo 05 Değerlendirme Anketi (Devamı)

11. 10. Gerginleştirici-Dinlendirici *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Gerginleştirici	☐	☐	☐	☐	☐	Dinlendirici

12. 11. Hoş Değil-Hoş *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Hoş Değil	☐	☐	☐	☐	☐	Hoş

13. 12. Soğuk-Sıcak *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Soğuk	☐	☐	☐	☐	☐	Sıcak

14. 13. Kalitesiz-Kaliteli *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Kalitesiz	☐	☐	☐	☐	☐	Kaliteli

EK C Online Senaryo 05 Değerlendirme Anketi (Devamı)

15. 14. Dar-Geniş *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Dar	☐	☐	☐	☐	☐	Geniş

16. 15. Bu ofis ortamı hakkında düşünceleriniz nelerdir?

17. 16. Ofis ortamıyla ilgili herhangi rahatsız olduğunuz bir durum var mı? (Renk, Sıcaklık, Aydınlik Düzeyi vb.)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Alperen KAMALI

Doğum Tarihi: 30/06/1991

Doğum Yeri: Erzurum

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

E-postası: alperen.kamali@gmail.com

Eğitim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı	Avrasya Üniversitesi	2013-2017
Y. Lisans	İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı	İstanbul Kültür Üniversitesi	2018 -
Doktora			

Yüksek Lisans Tez Başlığı ve Tez Danışman(lar)ı:

"Konvansiyonel ve Led Aydınlatma Sistemlerinin Ofislerde Mekansal Algıya Etkilerinin İncelenmesi"

Tez Danışman: Prof. Dr. Rana KUTLU