



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**AKUSTİK VE GÖRSEL KONFORUN
STANDARTLARA UYGUNLUĞUNUN ANALİZİ:
EĞİTİM BİNASI ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

Onurcan ONUR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İzmir
2023

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**AKUSTİK VE GÖRSEL KONFORUN
STANDARTLARA UYGUNLUĞUNUN ANALİZİ:
EĞİTİM BİNASI ÖRNEĞİ**

Onurcan ONUR

Danışman: Doç. Dr. Gülben ÇALIŞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

İzmir
2023

Onurcan ONUR tarafından **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak sunulan “**AKUSTİK VE GÖRSEL KONFORUN STANDARTLARA UYGUNLUĞUNUN ANALİZİ: EĞİTİM BİNASI ÖRNEĞİ**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 07/02/2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Gülben ÇALIŞ

.....

Üye : Doç. Dr. Fahriye Hilal HALICIOĞLU

.....

Üye : Doç. Dr. Çağlayan HIZAL

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**AKUSTİK VE GÖRSEL KONFORUN STANDARTLARA UYGUNLUĞUNUN ANALİZİ: EĞİTİM BİNASI ÖRNEĞİ**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

07/02/2023

İmzası

Onurcan ONUR

ÖZET

AKUSTİK VE GÖRSEL KONFORUN STANDARTLARA UYGUNLUĞUNUN ANALİZİ: EĞİTİM BİNASI ÖRNEĞİ

ONUR, Onurcan

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gülben ÇALIŞ

Şubat 2023, 69 sayfa

Binalardaki kullanıcı konforunun, iç ortam koşullarının önemli bir parçası olan görsel ve akustik koşullardan etkilendiği bilinmektedir. Çeşitli standartlar, bu koşullar için, binaların işletilmesi için referans noktası olarak alınan aralıkları veya değerleri belirtmektedir. Ancak, kullanıcı konforunun, kullanıcının algısı, tercihi ve memnuniyeti açısından sayısız bilinmeyene bağlı olmasından dolayı bu standartlar, bina sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılayamayabilir. Bu çalışma kapsamında, bir eğitim binasındaki akustik ve görsel konforu etkileyen iç ortam koşullarının standartlara uygunluğunun araştırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda İzmir'de bulunan Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümü derslik binasında 24 Ekim 2019-12 Ocak 2020 tarihleri arasında objektif ölçümler yapılmıştır. Aydınlik ve ses basınç seviyelerini içeren iç ortam koşulları 5 hafta boyunca izlendi. Sonuçlar, aydınlatma ile ilgili ölçümlerin %47'sinin önerilen aralıklar içinde olduğunu göstermektedir. Ses seviyelerine ilişkin ölçümlerin ise %100'ü önerilen minimum değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Görsel konfor, Akustik konfor, Eğitim binası,

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE COMPLIANCE OF ACOUSTICS AND VISUAL COMFORT WITH STANDARDS: A CASE STUDY OF AN EDUCATIONAL BUILDING

ONUR, Onurcan

MSc in Civil Eng.

Supervisor: Associate Prof. Dr. Gülben ÇALIŞ

February 2023, 69 pages

Occupant comfort in buildings is known to be impacted by visual and acoustic conditions, which are essential parts of indoor environmental conditions. Variety of standards specify either ranges or values for these conditions, which are taken as a reference point for operating buildings. However, the fact that occupant comfort has numerous unknowns with regard to occupants' perception, preference and satisfaction; these standards might not necessarily meet occupants' needs. This study aims at investigating the compatibility of indoor environmental conditions which affect the acoustic and visual comfort of occupants in an educational building against standards. Within this context, objective measurements were conducted at Ege University Civil Engineering Department in classroom building located in Izmir, between the dates of October 24th 2019 – January 12th 2020. Indoor environmental conditions including illuminance and sound pressure levels were monitored for 5 weeks. The results show that 47% of the measurements regarding illuminance were within the recommended ranges. 100% of the measurements regarding sound levels were determined to be above the minimum value recommended.

Keywords: Visual comfort, acoustic comfort, educational building



ÖNSÖZ

Yüksek lisansım esnasında önemli bir konu olduğunu düşündüğüm iç ortam kullanıcı konfor koşullarındaki problemlere ilgi duymaya başladım. Tez danışmanımın yol göstermesiyle iç ortam kullanıcı konfor koşullarının birer alt dalı olan akustik ve görsel konfor konularını araştırmaya karar verdim. Bu süreçte geniş çaplı literatür araştırması yaptım ve bina kullanıcılarının iç ortam akustik ve görsel konfor koşullarını kötü yönde etkileyen problemlerin çözümünde kullanabileceğim yönteme karar verdim. Yöntemin uygulanabilmesi için ölçüm cihazlarını kullanmayı ve veri analiz etmeyi öğrenmeye başladım. Tez çalışmam boyunca bilimsel bir araştırma yapmanın önemini kavradım. Başta değerli tez danışmanım olmak üzere ailem, eşim ve arkadaşlarımla desteğiyle bu süreci tamamladım. Yaptığım çalışma ile eğitim binalarının kullanıcıların akustik ve görsel konforu açısından iyileştirilebileceğini düşünüyorum. Bu sayede eğitim binalarının daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilceğini düşünüyorum.

İZMİR

07/02/2023

Adı-Soyadı

Onurcan ONUR



İÇİNDEKİLER

ÖZET	viii
ABSTRACT	x
ÖNSÖZ	xii
İÇİNDEKİLER	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
TABLolar DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. AKUSTİK KONFOR	4
2.1. Kavramlar	4
2.2. Gürültü ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	4
2.3. Eğitim Binalarında Akustik Konfor ile ilgili yapılmış çalışmalar	10
2.4. Standartlar.....	13
3. GÖRSEL KONFOR	15
3.1. Görsel Konfor ve Aydınlatma Parametreleri	16
3.2. Aydınlatma	16
3.2.1. Aydınlatma Kaynakları.....	17
3.2.1.1. Doğal Aydınlatma.....	17
3.2.1.2. Yapay Aydınlatma	19

İÇİNDEKİLER (devam)

3.3.	Görsel Konfor ve Kullanıcı İlişkisi	19
3.4.	Literatür	21
3.5.	Standartlar.....	24
4.	YÖNTEM	27
4.1.	Akustik Konfor Ölçümleri.....	27
4.2.	Görsel Konfor Ölçümleri.....	31
5.	ALAN TANIMI.....	34
6.	BULGULAR.....	39
6.1.	Test 1	39
6.2.	Test 2	41
6.3.	Test 3	43
6.4.	Test 4	45
6.5.	Test 5	47
7.	SONUÇ.....	50
	KAYNAKLAR DİZİNİ	54
	TEŞEKKÜR.....	68
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 İnsan kulağının hassasiyeti (Jonovsky, 1986)	7
Şekil 2.2 Ses seviyesi ölçmede kullanılan eğriler (Jonovsky, 1986).....	8
Şekil 3.1 Çeşitli doğal aydınlatma kaynakları (Lechner, 2009)	18
Şekil 4.1 Ses Seviyesi Ölçüm Cihazı.....	28
Şekil 4.2 Lüksmetre Cihazı.....	32
Şekil 5.1 İzmir ili gürültü haritası.....	34
Şekil 5.2 İzmir Valiliği'ne 2018 yılı boyunca gelen şikayetlere göre başlıca gürültü kaynakları	35
Şekil 5.3 Türkiye'nin güneşlenme süresinin aylara göre dağılımı (Gns Solar, 2022)	36
Şekil 5.4 Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Binası.....	36
Şekil 5.5 İnşaat Mühendisliği Bölümü binası 2. kat planı	37
Şekil 5.6 D204 numaralı derslik	38
Şekil 6.1 Test 1'e ait SPL verileri	39
Şekil 6.2 Test 1'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri	40
Şekil 6.3 Test 2'ye ait SPL verileri	41
Şekil 6.4 Test 2'ye ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri	42
Şekil 6.5 Test 3'e ait SPL verileri	43
Şekil 6.6 Test 3'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri	44

Şekil 6.7 Test 4'e ait SPL verileri.....	45
Şekil 6.8 Test 4'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri.....	46
Şekil 6.9 Test 5'e ait SPL verileri.....	47
Şekil 6.10 Test 5'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri.....	48



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1 OSHA tarafından bir gün için izin verilen çalışma süreleri	9
Tablo 4.1 Test detayları	27
Tablo 4.2 Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre iç mekan maksimum ses şiddeti sınır değerleri (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).....	30
Tablo 4.3 TS EN 12464-1 Standardına Göre Eğitim Tesislerinin Minimum Işık Seviyeleri (EN12464-1, 2011).....	33
Tablo 5.1 D204 sınıfı fiziksel özellikleri.....	38
Tablo 7.1 Akustik Konfor Özet Tablosu	51
Tablo 7.2 Görsel Konfor Özet Tablosu	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
OSHA	: Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı Meslek Güvenliği ve Sağlık İdaresi
İSGÜM	: İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü
DFS	: Çift Cidarlı Cephe
FOV	: Görüş Alanı
SPL	: Ses Basıncı Seviyesi
Leq	: Eşdeğer Sürekli Ses Seviyesi
SEL	: Sese Maruz Kalma Seviyesi

1. GİRİŞ

Son zamanlarda, iç ortam çevre koşullarının bina sakinlerinin konforu, sağlığı ve üretkenliği üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından fark edilmiştir. Özellikle görsel ve akustik koşulların bina sakinlerinin algısını, tercihini ve memnuniyetini etkilediği belirtilmektedir. Kullanıcının akustik konforunu etkileyen ana faktörler ise insan sesleri, makine sesleri ve sürekli çalışan havalandırma sistemleri gibi sürekli gürültü kaynağı sayılabilecek sistemlerin çıkarmış olduğu sesler olarak sıralanabilir. Doğal ve yapay ışık, görsel konforu etkileyebilecek iki tür aydınlatma çeşididir. Doğal ışık, pencere gibi opak yüzeylerden geçerek güneşten gelen ışık türüdür. Öte yandan, yapay ışık ise lambalardan veya diğer herhangi bir aydınlatma tesisatından gelen ışık türüne denmektedir. Bir ortamdaki ışık ve aydınlatma miktarı, ışığın tipine, lambanın veya tesisatın tipine ve pencerenin boyutuna ve cephesine bağlıdır. Her bir konfor koşulunu etkileyen çok sayıda değişkenin olmasından dolayı, iç ortam koşulları ile kullanıcıların algı, tercih ve memnuniyetleri arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalarda artış görülmektedir (Bluyssen, 2013; Frontczak vd., 2012; Huang vd., 2012; Labeodan vd., 2015; Lee vd., 2012; Li & Tsang, 2005; Negiloni vd., 2019; Oral vd., 2004; Tang vd., 2020; Turunen vd., 2013; Wagiman vd., 2019; Wijewardane vd., 2018; Wong vd., 2008).

Literatürde akustik konfor konusunun tek başına ele alındığı çalışmalara bakıldığında havalimanı, şehirlerarası otoyollar, dinlenme tesisleri, demiryolu, üretim sahaları, eğlence mekanları, üniversite kampüsleri ve şehir merkezlerindeki yerleşim yerleri gibi pek çok alana hitap eden çalışmaların yer aldığı görülmektedir (Akça, 2009; Aslan, 2009; Aydın, 2015; Çelik, 2009; Kavraz, 2015; Keskin, 2014; Özgen, 2010; Paşaoğlu, 2013; Türkekul, 2012; Yerli & Demir, 2015). Demiryolu, otoyol ve benzeri ulaşım yollarının bulunduğu bölgelerin gürültü haritaları çıkarılarak bu bölgelerdeki bina kullanıcılarının maruz kaldığı gürültü ve ses şiddeti seviyeleri belirlenmiş ve akustik konforlarının iyileştirilmesi yönünde çözüm önerileri ve tavsiyeler verilmiştir (Akça, 2009; Çelik, 2009; Özgen, 2010; Paşaoğlu, 2013).

Kullanıcıların görsel konforuna odaklanan çalışmaların ofis binaları, eğitim binaları, konut binaları, alışveriş merkezleri, hastaneler, tarihi binalar, camiler ve kiliseler gibi çeşitli yapılarda yapıldığı görülmektedir (Lourenço vd., 2019;

Negiloni vd., 2019; Rashwan vd., 2019; Ru vd., 2019; Suk, 2019; Yujie Wu vd., 2019). Eğitim binalarında ve ofislerde görsel konfor açısından uygun düzenlemelerin yapılmasının kullanıcıların stresini azaltacağı, başarılarını arttıracacağı ve dolayısıyla da çalışmaların verimliliğini arttıracacağı yönünde fikirler öne sürülmektedir (Moazzeni & Ghiabaklou, 2016; Vimalanathan & Babu, 2014). Ayrıca, görsel konforun bina sakinlerinin refahını, üretkenliğini, algısını ve dikkatini etkilediği belirtilmektedir (Zanon vd., 2019). Bu nedenle, kullanıcılar için sağlıklı bir ortamın kalıcılığını ve faaliyetlerinde optimum performansı sağlamak için görsel konforun uygun şekilde ayarlanması gerektiği sonucuna varılmaktadır (Hwang & Jeong Tai Kim, 2011; Oral vd., 2004).

Literatürde, görsel ve akustik konfor koşullarının birlikte değerlendirildiği çalışmalar da bulunmaktadır. Wong ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışmada, iç mekân hava kalitesi, akustik konfor ve görsel konfor açısından bina sakinleri için kabul edilebilirliğin belirlenmesine odaklanılmıştır (Wong vd., 2008). Hong Kong'da bulunan ofis binalarında anket ve objektif ölçümler yapılmıştır. Çalışmaya toplam 293 kişi katılmış ve çalışma süresince çalışma sıcaklığı, karbondioksit konsantrasyonu, eşdeğer gürültü seviyesi ve aydınlatma seviyeleri izlenmiştir. Sonuçlar, bu değişkenlerin ofis ortamlarında kullanıcılar açısından kabul edilebilirliğin bir ölçütü olarak nicel bir değerlendirme kriteri olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Başka bir çalışmada ise Lee ve ark. iç ortam koşulları ve öğrencilerin öğrenme performansı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Lee vd., 2012). Bu çalışmanın sonuçları da akustik ve görsel konforun öğrencilerin öğrenme performansı üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Frontczak ve ark. Danimarka konutlarında iç ortam kalitesini etkileyen faktörler üzerine akustik ve görsel iç ortam koşullarını da içeren bir anket çalışması yürüttü. Çalışmanın sonuçları, akustik ve görsel konfor açısından kötü iç ortam çevre koşullarının insanların sağlıkları üzerindeki sonuçlarına ilişkin farkındalığını artırmaya ve iyi bir iç ortam ikliminin nasıl yaratılacağına dair bilgi sağlamaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Frontczak vd., 2012). Literatürde benzer sonuçlar alan çalışmalara rastlanmaktadır (Lee vd., 2012; Wong vd., 2008).

Bir bina içerisindeki kullanıcıların buldukları iç ortam ile etkileşimde bulunduğu ve iç ortam koşullarından direkt olarak etkilendikleri günümüzde çok sayıda araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur. Özellikle kullanıcıların akustik ve görsel konforu, insan sağlığı üzerindeki etkileri ile günümüzde sağlık, inşaat,

mimari, ergonomi gibi pek çok alan için önemli konulardan biri haline gelmiştir. Literatürde eğitim binalarındaki kullanıcıların ders esnasında tecrübe ettikleri akustik ve görsel konforları ile iç ortam koşullarının birbiri ile olan ilişkisini inceleyen çalışmaların niteliği ve niceliği anlamında eksiklikler söz konusudur. Bu anlamda, eğitim binalarını konu alan çalışmaların az sayıda olması ile beraber ders esnasında akustik ve görsel konfora ilişkin objektif ölçümlerin beraber yer alarak analiz edildiği, ilgili standartlar ile kıyaslanarak iç ortam koşullarının direkt olarak kullanıcı konforu üzerindeki etkilerine odaklanan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, literatürdeki açığı kapatarak eğitim binalarında kullanıcıların akustik ve görsel konforunun iyileştirilmesini amaçlamakta buna yönelik çözüm önerileri sunmaktadır. Çalışma kapsamında akustik konfor ve görsel konfor konularına ait kapsamlı literatür taraması, ilgili parametre ve kavramlar, akustik ve görsel konforun insan yaşantısı ile ilişkisi ve akustik ve görsel konforu konu alan standartlar bölüm ve alt bölümler halinde sunulmuştur. Verilen bu bilgilere ek olarak, 5 farklı tarihte yapılan objektif ölçümlere ilişkin detaylar yöntem kısmında sunulmuş olup, ölçümlerin yapıldığı yer ile ilgili bilgiler ise alan tanımı bölümünde yer almaktadır. Ölçümlerden elde edilen verilerin ve dağılımlarının detayı ise bulgular bölümünde sunulmuştur. Son olarak, sonuç bölümünde de çalışmanın sonucunda elde edilen veri ve bilgiler yorumlanarak akustik konfor ve görsel konfor konusunda yapılabilecek iyileştirmeler ve ileriki çalışmalarda izlenebilecek yollara ait düşünceler paylaşılmıştır.

2. AKUSTİK KONFOR

Bu bölümde akustik konfor ve gürültüye ilişkin kavramlar, gürültü ve insan sağlığı üzerine etkileri, eğitim binalarında akustik konfor ile ilgili yapılmış çalışmalar ve son olarak da akustik konfor konusu ile ilgili standartlara yer verilmiştir.

2.1. Kavramlar

Akustik konfor, kullanıcıların işitsel duyularını kullanarak buldukları mekân içerisinde optimum şartlarda tecrübe ettikleri işitsel deneyimlerini ifade etmektedir. Akustik konforun oluşmasında rol oynayan işitsel algılama olarak adlandırılan süreç, ses kaynağı tarafından üretilen sesin bulunduğu ortam şartlarına bağlı olarak değişime uğraması ve son olarak alıcıyı kulağın işitsel duyarlılığı oranında uyarması olaylarından oluşmaktadır (Özçevik, 2005). İnsanların içinde buldukları iç ve dış çevrelerin, kişiye rahatsızlık verebilecek, istenmeyen ses ve ses kaynaklarından arındırılması akustik konfor şartlarının yerine getirilmesinde başlıca koşullardan birisidir (Yüksel Can & Özçevik, 2012). Konu ile ilgili genel kavramlar incelendiğinde sesin mekanik titreşim veya dalgalar; gürültünün rahatsız edici ses / değişik frekanslı çok fazla tondaki ses; ses tonunun sesin sinüzoidal genlik eğrisi; ses yoğunluğunun ise 1000 Hz frekansta tonların veya seslerin kabul edilebilir düzeyleri ve ses basınç seviyesi olarak tanımlandığı görülmektedir. Sesin basınç değeri ve yoğunluğu ise gürültünün ses yoğunluğunu belirler.

2.2. Gürültü ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Kullanıcıların buldukları yapı içerisinde veya dışından kaynaklanan, insanlara rahatsızlık veren sesler bütününe gürültü denir (Yüksel Can & Özçevik, 2012). Sesin algılanması alanında istenmeyen ses olarak kabul edilen gürültü kavramı bir diğer tanımlamada ise belirtilen frekans ve genlik dağılımları ile geniş bant seslerin fiziksel nitelikleri ile ilgilidir. Beyaz gürültü, bu tanımlamaya göre pembe ve farklı frekanslardaki seslerin birleşmesiyle oluşan bir gürültü çeşididir (Irvine & Richards, 1998). Cowan tarafından yapılan başka bir tanımlamada ise gürültü basitçe “istenmeyen ses” olarak ifade edilmiştir (Cowan, 1993). İç ortam gürültüsü, “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde ise “yapı içindeki mekanik sistemler ve diğer gürültü kaynaklarından doğan ve mekân içinde bulunan insanları olumsuz yönde etkileyen istenmeyen ve zararlı seslerin bütünü” olarak ifade edilmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010). Gürültü, özellikle kamusal alanlar için dünya çapında kapsamlı bir çevre sorunu

olarak görülmektedir (Bayo vd., 1995; Berglund vd., 1999; Gopinath vd., 2011; Nassiri vd., 2014).

Tüm sesler gibi gürültü de normal hava basıncının altında ve üstünde basınç değişiklikleri oluşturan bir titreşim aracılığıyla oluşmakta ve işitme organlarına dalgalar halinde ulaşmaktadır. Gürültüyü oluşturan kaynak, gürültünün izlediği yol ve gürültünün ulaştığı alıcı üç parça olarak birleşerek gürültü denetimi ve gürültünün yayılmasını içeren süreci oluşturur. Yapı içi ve dışı birtakım sesler gürültü kaynağını oluştururken gürültünün izlediği yol ses dalgalarının karşılaştığı ve ses kaynağından sesin alıcıya doğru ilerledikçe etkileştiği tüm ortamları kapsar. Sesi kendine özgü standartlarına göre yorumlayan alıcı ise söz konusu sesi ilgilendiren son noktadır. Çevresel gürültü değerlendirilirken genellikle etkilenen kişi olarak ele alınan kısım ise alıcıdır (Cowan, 1993).

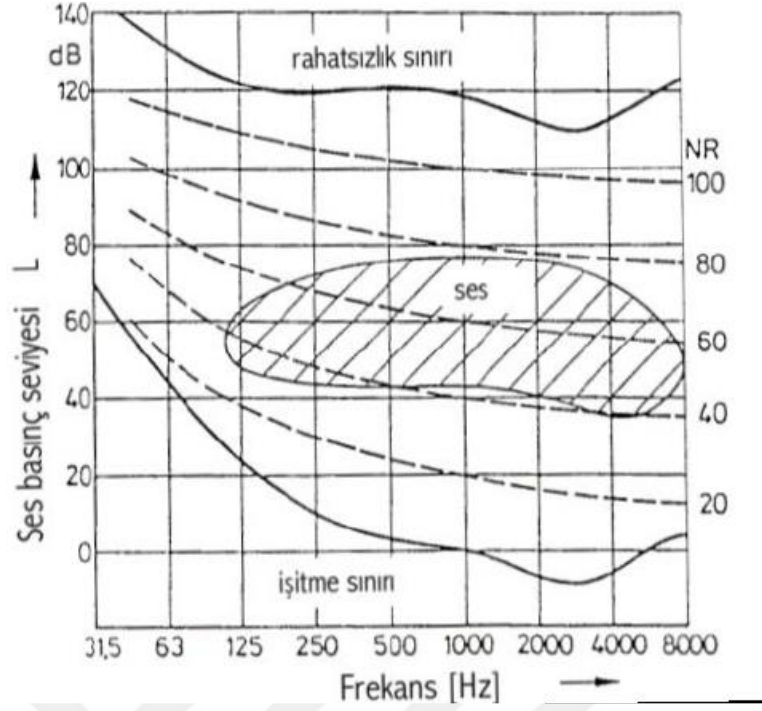
Kara, deniz, hava ve demiryolu gibi ulaşım araçlarından gelen sesler, endüstriyel makineler, işyerleri gibi endüstrilerden gelen sesler, şantiyelerden gelen inşaat sesleri, rekreasyon alanları ve pazarlar gibi ticari amaçlı alanlardan gelen sesler, insan ve hayvan sesleri, hava olaylarından dolayı meydana gelen sesler kişilerin bulunduğu yapıların dışından kaynaklanan gürültü türlerine birer örnektir (Görmez, 2003; Yüksel Can & Özçevik, 2012). İnsan sesi, teknolojik cihaz sesi, ortamda bulunan ve sürekli olarak çalışan sistemlerden kaynaklanan sesler, mekanik tesisat sesi gibi sesler de yapıların içerisinden kaynaklanan seslere örnek olarak verilebilir.

Seslerin varlığı günlük yaşamda insanların kendilerini iyi hissetmeleri için bir gereksinim olsa da gürültünün artışı ve dağılımındaki şiddetin insan sağlığı ve yaşam kalitesi üzerine göz ardı edilemeyecek boyutlarda etkileri mevcuttur. Bunlar, işitme hasarlarına sebep olabilecek fiziksel etkiler; vücut aktivitesinde görülebilecek fizyolojik etkiler; performans etkileri ve davranış bozuklukları gibi psikolojik etkiler olarak 4 ana grupta sınıflandırılmaktadır (Mavruk, 2005). Gürültünün kişilerdeki psikolojik etkileri performansın düşmesi, dikkatte azalma, sinirlilik ve gerginlik olarak sıralanabilirken fizyolojik etkileri ise baş ağrısı, yüksek kan basıncı, hızlı soluk alıp verme, kalıcı ve geçici olarak işitme yetisinde kayıp ve akustik travmaya sebebiyet verme olarak sıralanabilir (Harris, 1979; Hasgür, 1998). Gürültü tepki zamanında, ürün verimliliğinde ve hata oranında direkt olarak artışa sebep olmaktadır. Bununla beraber gürültü kişilerde vücut direncinin azalarak bitkinliğin kronikleşmesine neden olarak hastalıklara yakalanma olasılığını da artırmaktadır (Camkurt, 2007). Gürültünün etkilerinin bazı koşullarda ölümlere bile

neden olabilen önemli bir çevre sorunu olduğunu da belirtilmektedir (Aşçıgil, 2009; Basner vd., 2014; Christensen, 2005; Kaczmarska & Łuczak, 2007; Kramer vd., 2016; Ryherd vd., 2008; Stansfeld & Clark, 2019).

Gürültünün kişilerde sebep olduğu zararlar o kişinin yaşı, alışkanlıkları, gürültüye tahammül edebilme yeteneği ve duyarlılığına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Kişiden kişiye farklılık gösteren gürültü maruziyet etkileri bulunsa da gürültünün en ciddi etkisi işitme kayıplarına sebep olmasıdır. Çalışma ortamına yayılan ve şiddeti 60 dB'nin üzerinde olan sesler, gürültüye maruz kalan kişilere rahatsızlık vermektedir. Bu ses şiddeti 90 dB ve üzerine çıktığında ise maruz kalan kişilerde geçici veya kalıcı işitme kayıpları ortaya çıkabilmektedir. Gürültünün ses şiddeti seviyesi arttıkça, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de aynı şekilde artmaktadır. Bahsi geçen rahatsızlıklar uzun sürelerden sonra ortaya çıktığı için bu konu işverenler tarafından pek önemsenmemektedir. Bu nedenle gürültü kaynaklı meslek hastalıkları en çok rastlanılan meslek hastalıklarının başında gelmektedir (Sabuncu, 1998). Avrupa Birliği'nde en yaygın görülen on meslek hastalığından birisi olarak ifade edilen gürültü kaynaklı işitme kayıpları ülkemizde de SGK'nın meslek hastalıkları istatistiği listelerinde yer almaktadır. Avrupa'da 65 dB (Leq 24)'den fazla şiddette olan, insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek derecedeki gürültüye maruz kalan nüfus oranının tüm Avrupa için %24 olduğu belirtilmektedir (Bayramoğlu vd., 2014). Ülkemizde ise endüstri tarafından yapılan İSGÜM (İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü) ölçüm analiz taleplerinin %97'sinin gürültü ölçümleri olması ve bu ölçümlerin de yaklaşık %80'inin sonucunun ciddi oranda gürültü maruziyetinin varlığını ortaya koyması da gürültünün ciddi bir sorun teşkil ettiğini kanıtlamaktadır (Özmen, 2014). Nitekim, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 1971 yılında "gürültünün, insan sağlığına karşı ana tehdit olarak görülmesi gerektiği" ortaya konulmuştur.

İnsan kulağının işittiği seslerin frekans ve basınç değerleri Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1 İnsan kulağının hassasiyeti (Jonovsky, 1986)

Logaritmik bir şekilde artıp azalan ve dB ile gösterilen ses basınç seviyesi için insan kulağının algılayabildiği ses basıncı en düşük 2×10^{-5} N/m² (1000 Hz), en yüksek 20 N/m² olarak kabul edilmektedir.

Ses basınç seviyesini hesaplamada kullanılan formül şu şekildedir:

$$L = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Bu formülde:

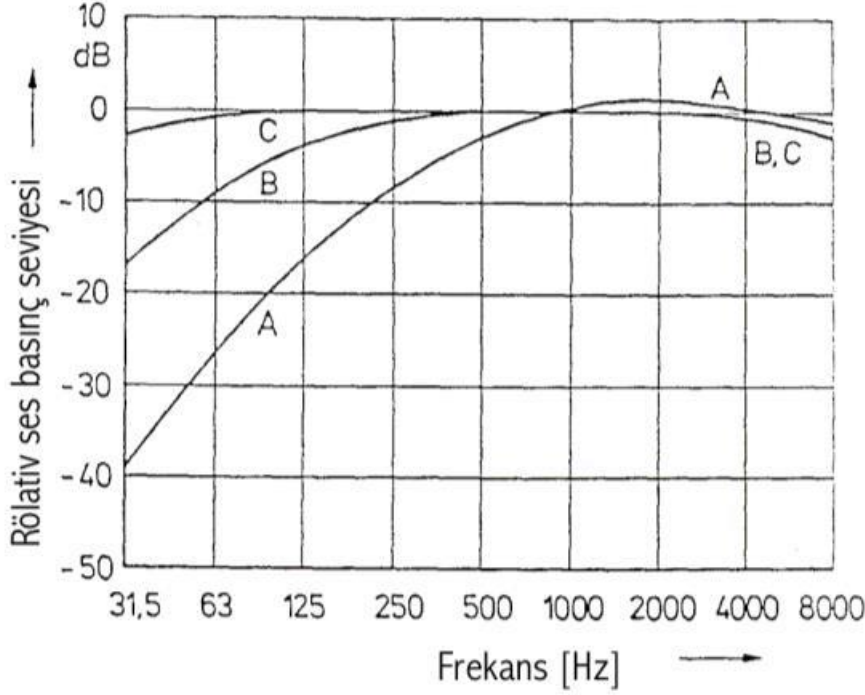
L = Ses basınç seviyesi (dB)

P = Ölçülen ses basıncı (N/m²)

P₀ = Referans ses basıncını (2×10^{-5} N/m²) ifade eder.

Bu formülden de anlaşılacağı üzere yüksek frekanslı tonda belli bir ses basıncında, aynı basınçtaki düşük frekanslı tondan daha yüksek ses elde edilmektedir.

Ses dalgalarının oluşturduğu basıncın boyutu veya dalgaların genliği gürültünün ses şiddetini belirlemektedir. Bu genlik basınç dalgalanması olarak ölçülmektedir. 20 mPa (0 dB) sağlıklı bir insan kulağının duyabileceği en düşük ses şiddet seviyesi iken bundan on milyon kat daha yüksek olan 200 Pa (140 dB) ses basıncına da dayanabilmektedir (Sezek, 2009). Genellikle ses şiddeti seviyesi



Şekil 2.2 Ses seviyesi ölçmede kullanılan eğriler (Jonovsky, 1986).

ölçmede Şekil 2.2'de görülen A eğrisi kullanılmaktadır. İnsan kulağı sınır değerler arasındaki sesleri düşük frekanslı tonlarda (1000 Hz) ve yüksek frekanslı tonlarda (6000 Hz) algılayabilmektedir. Ölçüm cihazlarında da Şekil 2.2'de verilen karakteristikte filtreler kullanılmaktadır. En çok kullanılan filtre tipi ise A tipidir.

Günlük hayatta genellikle karşılaşılan gürültü seviyeleri 60-140 dB(A) arasında değişmekte olup 90 dB(A)'in üzerindeki gürültü seviyesi değerleri insan sağlığı açısından zararlı kabul edilmektedir (B. Ünver, 1995). Akustik konfor çatısı altında gürültü konusu ülkemiz dışındaki yönetmelik, standart ve benzeri yasal mevzuatlar kapsamında incelendiğinde bu alanda Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı Meslek Güvenliği ve Sağlık İdaresi (OSHA) öne çıkmaktadır. DSÖ mesleki gürültü limitini 95db(A) olarak belirlemiştir. Bununla beraber de bu limitin üzerinde günde 8 saatten fazla çalışmanın kişiye sağlık açısından tehdit oluşturduğu ve kalıcı duyma zararına

sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Bir diğer yandan OSHA'nın da yayınladığı iki adet önemli gürültü yönetmeliği mevcuttur. Bunlardan birincisi Mesleki İşitme Kayıplarına Karşı Çalışanların Tazminatı; diğeri ise OSHA Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı Meslek Güvenliği ve Sağlık İdaresi, Mesleki Güvenlik ve Sağlık Yasası'dır. Ülkenin tüm eyaletlerinde bulunan çalışma sigortası şirketleri tarafından Mesleki İşitme Kayıplarına Karşı Çalışanların Tazminatı yönetilmektedir. Bu konuda tazminat sigorta kapsamına alınabilir ve hem işveren hem de çalışan bu konudan dolayı cezalandırılabilir. İşverenin iş yerinde gereken önemleri almayarak işitme kaybı gibi kazalara neden olduğu için cezalandırılabileceği gibi çalışan da OSHA standartlarına göre ondan istenenleri yerine getirmemekten dolayı risk altında olabilir.

8 saatlik çalışma dilimi için 90 dB(A) gürültü limiti OSHA tarafından belirlenmiştir. OSHA çalışma sırasında maruz kalınan gürültü aralıklarına göre belirli çalışma süreleri tanımlamıştır. Bu süreler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 OSHA tarafından bir gün için izin verilen çalışma süreleri

Gürültü Düzeyi (dBA)	İzin verilen çalışma süresi
90	8 saat
92	6 saat
95	4 saat
97	3 saat
100	2 saat
102	90 dakika
105	60 dakika
110	30 dakika
115	15 dakika

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi gürültü düzeyi değerleri yükseldikçe maruz kalma sürelerinde düşme olmaktadır. 90dB(A) üzerindeki her 5dB’lik artışta, maruziyet süresi yarıya inmektedir (Akboğa Kale vd., 2016). Bu anlamda içinde bulunulan mekân koşullarının saptanması ve kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması, mekânın akustik konforunun değerlendirilmesini sağlamış olur (Görmez, 2003; Yüksel Can & Özçevik, 2012).

2.3. Eğitim Binalarında Akustik Konfor ile ilgili yapılmış çalışmalar

Eğitim, popülasyonların gelişimi ve devamlılığı için olmazsa olmazdır. Genel eğitim sistemlerinde bilgi aktarımı, eğitimcinin kitap, projeksiyon gibi çeşitli araçlar kullanarak teorik bilgiyi öğrencilere aktardığı sistemdir. Konferans, sunum gibi destekleyici materyaller ile konu irdelenerek bilgi alışverişinin sağlandığı bu sistemde problem hakkında tanımlayıcı, belirleyici ve yorumlayıcı yaklaşımlar geliştirilir (Ketizmen, 2003; Özçevik, 2005).

Eğitimin verildiği salon ve derslikler insanların çocukluktan gençlik veya daha ileri dönemlere kadar yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekanlardır (Bostancı Baskan & Şerefhanoglu Sözen, 2014; Şerefhanoglu Sözen, 2003). Eğitim binalarında sınıflar, öğrencilerin derse konsantrasyonu, motivasyonu ve fiziki anlamda konforu için olumlu şartlara sahip olmalıdır. Eğitimin verildiği dersliklerde öğrencilere yaptıkları işlerin niteliğine göre uygun fiziksel ortam sağlanarak olabildiğince yorulmadan, istekli ve verimli bir biçimde çalışmalarının sağlanması gerekmektedir. İçinde bulunulan ortamda konforun sağlanması açısından fiziki ortamı oluşturan ses, ışık, renk, sıcaklık ve bağıl nem gibi öğelerin ortamda bulunan kişilerin ihtiyaçları ve gerçekleştirilen eylemlerin nicelik ve niteliklerine göre en uygun duruma getirilerek korunması son derece önemlidir (Bostancı Baskan & Şerefhanoglu Sözen, 2014; Şerefhanoglu Sözen, 2003).

Geng ve ark. termal, akustik ve görsel konforun toplam etkilerini araştırmak için Çin’in soğuk bir bölgesinde yer alan bir üniversite kampüsünde beş genel dış sese sahip (radyo müziği, akarsu ve kuş sesleri, rüzgar sesi ve böcekler, kalabalık, ve çalışan makineler) beş farklı alanda çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Çalışma

kapsamında rastgele eşleştirilmiş akustik ve görsel nitelikli ortamlarda termal ölçümler alınırken 418 tane gönüllüden anket doldurmaları istenmiştir. Çalışmanın sonucunda farklı termal, akustik ve görsel konfor parametrelerinin birbirini etkilediği, akustik olarak hiçbir değişiklik yapılmamasına rağmen sadece ortamın aydınlatılması ile kullanıcıların ortamın akustik konforu üzerindeki fikirlerinin değiştiği gözlemlenmiştir (Geng vd., 2022). Meksika Ulusal Otonom Üniversitesi'ne ait Üniversite Şehri adlı kampüsünün mimari dizaynını akustik konfor çatısı altında ele alan bir çalışma da Kuri ve ark. tarafından yapılmıştır. Kampüsün kurulduğu dönemde şehrin dışında olmasından dolayı başarılı bir dizayna sahip oluşuna değinen Kuri ve ark., günümüzde kampüsün Meksika'nın en büyük metropol şehirlerinden biri olan Mexico City'nin güneyinde yer almasından ötürü akustik konfor açısından yetersiz kaldığını öne sürmüştür. Günlük olarak eğitim ve araştırmanın yapıldığı bir mekanı negatif etkileyen akustik konfor özelliklerinin iyileştirmesini amaçlayan bu çalışma kapsamında standartlar ile uyumlu cihazlar ile akustik koşulların saptanması ve modellenmesi sağlanarak bir akustik sistem oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda ayrıca kampüsün genel anlamda akustik konfor koşullarının iyileştirilmesi adına mimari çözümler sunulmuştur (Kuri & Pérez R., 2022). Levandoski ve Zannin tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada farklı akustik koşullarda çalışan toplamda 61 öğretmenin katıldığı anket çalışması ve gürültü ölçümleri ile öğretmenlerin hayat kalitelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında iki ilkokuldan dış ortam kaynaklı ses şiddeti seviyeleri, sınıflar içinde arka fon gürültü seviyesi, sınıf içinde yankılanma sayısı, öğretmenlerin çalışma ortamındaki gürültü algıları, öğretmenlerin sınıf içindeki ses şiddeti seviyeleri ve öğretmenlerin sahip olduğu hayat kalitesinin tespit edilmesi üzerine çalışılmıştır. Sonuç olarak, öğretmenlerin akustik konforsuzluğun ana sebeplerinin, sınıfın dışından, koridorlardan veya beden eğitimi derslerinden gelen gürültülerden kaynaklanmadığı, aksine okul saatleri içerisinde sınıftaki öğrencilerden kaynaklandığı bulunmuştur. Öğretmenlerin kendi ses şiddeti seviyelerinin de hem akustik konfor sağlayan hem de sağlayamayan okullarda kabul edilebilecek limitlerin üstüne çıktığı görülmüştür. Akustik konforu konu alan D'Orazio ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise kullanıcılar tarafından yüksek katılımın sağlandığı müze ve sergi gibi ortamlardaki akustik konfor nitelikleri dinamik bir model kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma kapsamında Markov-zincir teorisi öne sürülerek bu ortamlardaki katılımın geçici davranışları ve üretken algoritmalar ziyaretçilerin mekânsal dağılımını analiz etmek için kullanılmıştır. Oluşturulan model Floransa'da ücretsiz giriş sayesinde yüksek katılımın sağlandığı bir müze için kullanılmıştır. Ölçümlerin sonuçları tasarlanan model ile uyumlu sonuçlar vererek

maksimum katılımcı sayısı ve maksimum ziyaret süresinin akustik konforu sağlayabilmek adına belirlenmesi gerektiğini göstermiştir. Belirlenen ziyaretçi sayısı veya ziyaret süresinin aşılmasının insan kaynaklı gürültü seviyelerinin neredeyse iki katına çıkmasına sebep verdiği görülmüştür (D’Orazio vd., 2020). Wu ve ark. tarafından yapılan bir çalışma ile büyük trenyolu istasyonlarının akustik çevrelerini oluşturan niteliklerin tanımlanması ve bu istasyonlardaki kullanıcıların akustik konforlarının geliştirilmesine katkı sağlamak amaçlanmıştır. Çin’in Harbin kentinde gerçekleştirilen alan çalışmasında sahada gürültü ölçümleri ve akustik konfor anketleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda kullanıcıların akustik konforu, sahadaki ölçümler ve yankı süreleri arasında pozitif korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Farklı mekânlardaki baskın ses kaynaklarındaki farklılıklar, akustik konforun değerlendirilmesinde farklılıklara yol açmıştır. Kullanıcıların yayın sesini tercih ettiği fakat daha anlaşılır olması gerektiğini düşündüğü, kullanıcı sayısının artması ile beraber tercih edilen konuşma sesleri ve aktivite seslerinin hızla azaldığı ve son olarak da demografik ve sosyal açıdan yaşlılar ile gelir ve eğitim düzeyi daha yüksek olan kişilerin içinde buldukları ortamın akustik koşullarına karşı daha hoşgörülü olduğu yapılan çalışmanın sonucunda ortaya çıkmıştır (Yue Wu vd., 2020). Du ve ark. yaptıkları bir çalışmada yüksek hızlı tren istasyonlarının bekleme salonlarında hava sıcaklığı, aydınlatma ve ses şiddeti seviyesinin birlikte etkileşiminin kullanıcıların buldukları ortama yönelik genel konfor algısı üzerindeki etkisine odaklanmıştır. Çalışma kapsamında yerinde ölçümler yapılarak ortam simülasyon kabini ve sanal gerçeklik teknolojisi birleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda kullanıcıların orta ölçekli bekleme salonlarını tercih ettikleri ve kış aylarında sıcak iç ortamda, aydınlatmanın artmasıyla kullanıcıların termal konfor değerlendirmelerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak kullanıcıların görsel konforunun hava sıcaklığı ve ses şiddeti seviyesinden etkilendiği, sıcak bir ortamın kullanıcıların görsel konforunu negatif yönde etkilediği çalışmanın sonucunda ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda akustik konforun da ortam sıcaklığından etkilendiği, ortam sıcaklığının 17 °C’den 26 °C’ye çıktığında kullanıcıların buldukları ortama ilişkin akustik konfor değerlendirme puanları yapılan anket üzerinde %22,84 oranında düşmüştür (Du vd., 2022). Alonso ve ark. tarafından 2021 yılında yapılan bir başka çalışmada ise mevcut ulusal bina yönetmeliklerinde yeni ve mevcut binalar için belirlenen akustik cephe gereklilikleri karşılaştırılmaktadır. Çalışma kapsamında mevcut yapıların cephe duvar çözümleri ve bunların mevcut yönetmeliklere uygunluğu analiz edilmektedir. Çalışmanın sonucunda, dış yüzeyden 2 metrelik bir mesafede ölçülen gürültü şiddeti seviyesinin 60 dB(A)’e ulaştığında pencere sistemlerinde yapılacak

bir geliştirmenin yapı içi akustik konfor koşullarının yönetmelikler tarafından önerilen aralıklarda olması için yeterli olabileceği görülmüştür (Alonso vd., 2021).

Akustik konfor konusunu ele alan, özellikle son yıllarda yapılmış çalışmalara da bakıldığında mevcut literatürün özellikle eğitim binalarının içerisindeki dersliklerin öğrencilere sunduğu akustik konfor koşullarının tayini, standartlara göre analizi ve iyileştirilmesi anlamında eksik olduğu görülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar akustik konfor konusunu genel anlamda eğitim binaları, niversiteler dışında farklı bina ve sektörlerde ele almıştır. Bu alışma ile çalışmanın yapıldığı alan açısından benzerlik taşıyan çeşitli çalışmalarda ise yöntem ve elde edilen bulguların yorumlanması anlamında farklılıklar söz konusudur. Bu sebepten ötürü, bu çalışma ile literatürdeki söz konusu eksikliklerin giderilerek, kullanıcı ve bulunduğu ortamın akustik konfor koşulları arasındaki ilişkinin daha somut ve dolaysız veriler ile ortaya konulması amaçlanmıştır.

2.4. Standartlar

1. TS EN ISO 9612-2009 “Akustik - Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi - Mühendislik Metodu” (TS EN ISO 9612-2009, 2009)
2. TS 2607 ISO 1999 “Akustik – İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İştme Kaybının Tahmini” (TS 2607 ISO 1999, 1999)
3. 2601 Sayılı Resmi Gazete’de 04.06.2010 tarihinde yayımlanmış evresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği:

Bu yönetmelik beden ve ruh sağlığının bozulmaması için gerekli tedbirlerin alınmasının sağlanması, gürültüyü nleme ve azaltmaya yönelik eylem planlarının hazırlanması ve bu planların uygulanması ile ilgili usul ve esasları belirlemektedir (evre ve Orman Bakanlığı, 2010).

4. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017) (evre ve şehircilik Bakanlığı, 2017)
5. DIN 4109 Binalarda Ses İzolasyonu – Part 1: Minimum gereksinimler (DIN 4109-1:2018-01, 2018)

6. TS EN ISO 16032:2004 Akustik – Yapılarda hizmet donanımlarından kaynaklanan ses basınç seviyelerinin ölçülmesi – Mühendislik yöntemi (TS EN ISO 16032:2004, 2004).
7. VDI 4100 Binalarda odalar arası ses yalıtımı – Konutlar – Odalar arası geliştirilmiş ses izolasyonu için öneri ve değerlendirmeler (VDI 4100, 2012)
8. TS EN ISO 11201:14.06.2012 Akustik – Makina ve donanımdan yayılan gürültü – İhmal edilebilir düzeydeki çevresel düzeltmelerle yansıtıcı bir düzlem üzerinde esas olarak açık bir alandaki iş mahallinde ve belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini (TS EN ISO 11201, 2012)
9. TS EN ISO 11202:05.06.2012 Akustik - Makina ve donanımdan yayılan gürültü - Bir iş istasyonundaki ve benzer çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini (TS EN ISO 11202:05.06.2012, 2012)
10. TS EN ISO 11204:12.04.2012 Akustik - Makina ve donanımdan yayılan gürültü - Bir iş istasyonundaki ve doğru çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini (TS EN ISO 11204:12.04.2012, 2012)
11. TS ISO 1996-2:26.03.2009 Akustik - Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2: Çevre gürültü seviyelerinin tayini (TSISO1996-2, 2009)
12. Fiziksel çevrenin ölçümünde ve değerlendirilmesinde kullanılan, uygun öznel ölçeklerin yapımına yönelik pratik uygulama ilkeleri ve örnekleri ISO 10551'de sunulmuştur. Belirli ölçekler standart tarafından standartlaştırılmamıştır. Algılama, konfor, tercih, kabul edilebilirlik, ifade biçimi ve tolerans ölçekleri ile termal, görsel, hava kalitesi, akustik ve titreşim gibi çevresel bileşenler standartta dikkate alınmaktadır (ISO10551, 2019).

3. GÖRSEL KONFOR

Algılama; göze, kulağa ve diğer alıcılara gelen uyarıların zihinde anlamlı hale getirilmesi ve yorumlanmasını içeren zihinsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Tüm duyu organlarının etkileşimi ile dünyayı algılayabiliriz. Fakat görsel algılama diğer algılara kıyasla en etkili ve en güçlü algımızdır (Morgan, 1984). Kişinin kazandığı bilgiyi anlayabilmek için görsel uyarıcıları anlamlı bir şekilde örgütleme, sınıflandırma ve genellemesini içeren süreç görsel algılama olarak tanımlanmaktadır.

Farklı bir tanımlamada ise Lerner (1976) görsel algılamayı; “görsel-duyusal uyaranlar yolu ile bilgi edinme ve bu bilginin işlenip yorumlanması olarak tanımlar ve görsel algının, obje tanıma, görsel ayırt etme, görsel şekil-zemin ayırt etme, görsel tamamlama, mekânsal ilişkiler ve görsel sıraya koyma gibi öğelerden oluştuğunu” belirtmektedir. Kullanıcıların içinde buldukları ortamda çevrelerini iyi bir şekilde görebilmeleri veya görme verimlerinin yüksek olması görsel algıyı oluşturan öğelerin doğru bir şekilde oluşabilmesi açısından önem arz etmektedir (Engin, 2019).

Kullanıcı eylemleri kullanıcıların kendi amaçlarına ulaşmak için yapmak durumunda oldukları davranış ve hareketler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Kullanıcıların içinde buldukları ortamda fizyolojik ve psikolojik açıdan rahatsızlık duymadan yaptığı işlerde verimli olmalarına yardımcı olan tüm çevresel koşullar da kullanıcı gereksinimlerini oluşturmaktadır. Bir insanın içinde bulunduğu ortamdaki konfor koşullarını da bu gereksinimler oluşturmaktadır (Bayazıt, 1982; Çete, 2004; İnceoğlu, 1982).

İnsan hayatının her dönemi ve alanında yeterli gereksinimlerinin karşılanması gereken bir konfor çeşidi olarak karşımıza çıkan görsel konfor özellikle eğitim söz konusu olduğu zaman eğitimde kullanılan araç, gereç ve metotların görme yetisi ile doğrudan ilişkili olmasından dolayı daha fazla önem arz etmektedir.

Kullanıcıların görsel konforu söz konusu olduğu zaman içinde bulunulan ortamın aydınlığının karakteri, seviyesi, ışığın renksel niteliği, gölge ve kamaşma bileşenleri genel konfor etkisi olarak adlandırılmakta ve görsel konfor koşullarını oluşturmaktadır. Bu değerlerin belirli ölçülerde tutulması ile kullanıcının görsel açıdan konforlu olması, görsel konfor durumunda süreklilik oluşması, göz sağlığının korunması ve sonucunda performansının, yapılan iş veriminin artması sağlanmaktadır (Alkan, 2010; Küçükdoğu, 1976).

3.1. Görsel Konfor ve Aydınlatma Parametreleri

Aydınlık seviyesi, aydınlığın tek boyutlu bir kavram olan niceliği için kullanılmaktadır. Bir yüzeyin bir noktasında o noktayı içeren bir yüzey parçasına gelen ışık akısının, o yüzey parçasının alanına bölünmesiyle elde edilen büyüklüğe aydınlık seviyesi denmektedir (Aydınlık seviyesi = Işık akısı/Alan; E=Lümen/m²). Birimi ise “lux” tür. Işık akısı ise, bir ışık kaynağının her doğrultuda verdiği toplam ışık miktarıdır (Çete, 2004; R. Ünver, 1984).

Geniş bir elektromanyetik spektruma sahip olan ışık, 400 – 760 nanometre (nm) dalga boyları arasında insan gözüyle görülebilir ve görme duyumuzu oluşturur (Innes, 2012). Aynı zamanda ışık, parlak ve bazen rahatsız edici bir görüntü oluşturmak için doğrudan göze doğrultulmadıkça veya insanların çevremizdeki dünyayı görmesini ve basitten karmaşığa doğru görevlerin yerine getirilmesini sağlayan nesnelerin aydınlatılması yoluyla yansıtılmadıkça görünmezdir (Loe, 2016).

3.2. Aydınlatma

İnsanlığın varoluşundan itibaren aydınlatma süreklilik gösteren bir ihtiyaç olmuştur. Tarih öncesi insanlar orman yangınları ve oluşturduğu aydınlatma ile ateşin gücünü keşfetmiş, ateşin bir ısınma, korunma ve aydınlanma aracı olarak kullanabileceğinin farkına varmışlardır. Ateşin gösterdiği bu faydalara rağmen sönerek kısa sürede tükeniyor olması büyük bir problem yaratmıştır. Tarih öncesi insanlar yanarak tutuşan balina yağı gibi hayvansal yağları keşfettiklerinde, mum şeklindeki ilk yağ lambasını keşfetmişlerdir. Milattan önce 2000 yılında kum, kireç ve kaya-tuz karışımının sıcaklık altında işlenmesi ile lamba tasarımının ilk izleri geliştirilmiş oldu. Milattan sonra 900 yılında, Fars bir araştırmacı olan Muhammed ibn Zakariya Razi ilk gazyağı lambasını keşfetmiştir. 18. Yüzyılın sonlarında gelişmiş ülkelerde aydınlatma kaynaklarının parlaklığı ve aydınlatma sistemlerinde kullanılan materyaller tartışılırken, gazyağı lambalarının kullanımı gaz üreticisi firmaların baskıları ile popüler hale gelmişti (Çalkın & Türkoğlu, 2011). Gazyağı lambaları sayesinde de insanlar artık geceleri de çalışabilir hale gelmişti.

Aydınlatmanın tarihsel gelişimini gazyağı lambalarından sonra Heinrich Göbel tarafından 1854 yılında keşfedilen akkor lambalar, Peter Cooper Hewit tarafından 1901 yılında oluşturulan civa buharlı lambalar, Georges Claude tarafından 1911 yılında geliştirilen neon lambalar, Edmund Germer tarafından 1926

yılında patentlenen floresan lambalar, Nick Holonyak tarafından 1962 yılında geliştirilen ilk ışık yayan diyot (LED) lambalar ve Andre Bernanose ve iş arkadaşları tarafından 1950'lerde keşfedilen OLED lambalar takip etmiştir (Avcı, 2017). Günümüze geldiğimizde artık teknolojinin gelişmesi ile birlikte aydınlatma sistemlerinde de son derece önemli gelişmeler mevcut hale gelmiştir.

Kullanıcıların fizyolojik görme ihtiyaçlarına cevap veren ışığın üretim ve dağılımını kontrol eden, görme konforuna bağlı olarak kullanıcının verimini yükseltmeyi amaç edinen bir bilim dalı olarak tanımlanan aydınlatma, bunların yanı sıra sahip olduğu tasarım, mekâna kattığı estetik ve ışık kalitesi, iyi görme ve görsel konfor etkisi gibi etkileri ile insan fizyolojisi ile bağlantılı olarak psikolojik etkilere de sahiptir (Altuncu & Tansel, 2009; Demirdeş, 1993; ISO 8995:2002 CIE S 008 / E:2001, 2001; R. Ünver, 2001).

Yaşam ve çalışma alanlarındaki aydınlatma sistemleri kullanıcıların konforu ve kullanım amacına uygun şekillerde tasarlanmalıdır. Kullanıcıların günlük yaşamlarında görsel konforlarının nasıl sağlanabileceği ve aydınlatmayı verimli bir şekilde kullanabilecekleri üzerine çeşitli çalışmalar mevcuttur (Benedetto vd., 2014).

3.2.1. Aydınlatma Kaynakları

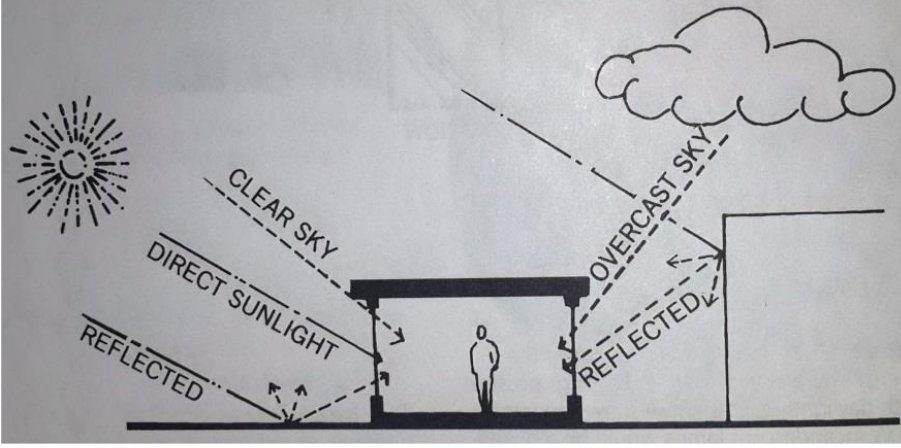
Aydınlatma kaynakları doğal aydınlatma ve yapay aydınlatma olarak ikiye ayrılmaktadır. Güneş, doğal aydınlatma kaynağıdır. Bir mekânda doğal aydınlatmanın yeterli olmadığı durumlarda istenilen aydınlık seviyelerine ulaşabilmek için yapay aydınlatma sistemleri tercih edilebilmektedir. Teknolojinin gelişimi ile çeşitli yapay aydınlatma sistemleri keşfedilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Bunlara örnek olarak floresan ve yüksek yoğunluklu deşarj lambaları (HID), fiber optik kablolar ve katı hal aydınlatma sistemleri (LED ve OLED) verilebilir.

3.2.1.1. Doğal Aydınlatma

İnsanlık, tarihinde birkaç milenyum boyunca yaşam için en uygun aydınlatma kaynağı olan doğal aydınlatma ile arasındaki karmaşık ilişkiyi geliştirmiştir. Çevre şartlarının uyumluluğu sayesinde insanlar kendilerini psikolojik ve fiziksel anlamda doğal ortama ayak uydurarak geliştirmiştir. Bu durum insanlara kendilerine iyi hissettiren ve konforlu alanlar yaratabilme şansı tanımıştır.

Doğal yaşam, insanlar tarafından yapay bir şekilde oluşturulmamış çeşitli birçok aydınlatma kaynağına sahiptir. Buna örnek olarak okyanus derinliklerinde yaşamını sürdüren bazı canlılar, orman yangınları, ateş böcekleri ve en önemlisi güneş verilebilir. Güneş ışığı, direkt ya da dolaylı olarak kullanılabilen, yaşam için varlığı vazgeçilemez olan ve en baskın doğal aydınlatma kaynağıdır. Aynı zamanda insanların psikolojik ve fiziksel davranışları da güneş ışığından etkilenmektedir (Innes, 2012).

Güneş ışığının dünya üzerinde oluşum aşamaları güneş ışığının dünyaya ulaşması, atmosferde parçalara ayrılarak yeryüzüne direkt olarak ve bulutlardan, çevredeki yapılardan, zeminden yansıma olarak sıralandırılabilir (Çalkın & Türkoğlu, 2011; Innes, 2012). Şekil 3.1’de çeşitli doğal aydınlatma kaynakları gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Çeşitli doğal aydınlatma kaynakları (Lechner, 2009)

Aydınlatma, bir yüzeye düşen ve yayılan toplam ışık miktarı olarak tanımlanmaktadır. Doğal ışığın aydınlatma seviyeleri farklı hava koşullarına göre çeşitlilik göstermektedir. Yapay aydınlatmaya kıyasla doğal aydınlatma çok daha geniş bir aydınlatma seviyesi yelpazesine sahiptir. Bulutlu bir gökyüzünde (güneşin görünmediği %100 bulut örtüsü olan), aydınlatma seviyeleri zirvede yatay yöne göre üç kat daha fazladır. Bu durumda aydınlık seviyesi düşük olsa da (5.000 – 20.000 lux), iç mekanlara göre %20 daha fazladır. Açık gökyüzüne sahip bir günde ise (<%30 bulutlu), gökyüzünün en parlak kısmı, en karanlık kısmından on kat daha parlaktır. Berrak bir gökyüzünün aydınlatma seviyesi 60.000 – 100.000 lux arasındadır ve iyi bir iç mekân aydınlatmasından 100 ile 200 kat daha fazladır (Lechner, 2009).

Doğal aydınlatma enlem ve boylam, zaman ve atmosfer açısından mekânın konumuna göre farklılık göstermektedir (Erlalelitepe vd., 2011). Yapıların tasarım ve inşaa aşamasında kullanıcı ihtiyaçlarına göre tüm mekâna güneş ışığını sağlayabilmek için yön, şeffaflık oranları, pencere tipleri gibi çeşitli bileşenler göz önünde bulundurulmalıdır.

3.2.1.2. Yapay Aydınlatma

Yapay aydınlatmanın kullanımı 19. Yüzyılda akkor lambanın icadı ile hız kazanmıştır (Loe, 2016). Günümüzde yapay aydınlatma sektöründe çok fazla sayıda ve çeşitte ürün olmasına rağmen dört temel aydınlatma teknolojisi bulunmaktadır. Genel olarak okuma yapılan ortamlarda kullanılan yapay aydınlatma kaynaklarını akkor lambalar, floresan lambalar, yüksek yoğunluklu deşarjlı lambalar ve katı hal aydınlatmaları (LED'ler ve OLED'ler) olarak sınıflandırmak mümkündür.

Yapay aydınlatma, güneş ışığının yeterli olmadığı durumlarda, günümüzde elektrikli ışık kaynaklarının kullanımıyla elde edilen bir aydınlatma türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Günün her saatinde, her yerde görme ve çalışma zorunluluğundan doğan yapay aydınlatma gündüzleri de yoğun bir çalışma temposu içinde bulunan işyerlerinde, pencereden uzak çalışma derinliğine sahip ofis binalarında tek çözüm olarak görülmeye başlanmıştır (Göker, 2002; Kocabey, 2008; Özkum, 2011).

Lamba ışığı ile istenilen yerde, istenilen zamanda, istenilen düzende ve nitelikte yapay aydınlatma elde edilebilmektedir. Bundan dolayı yapay aydınlatma sistemleri işleve göre tasarlanarak çalışma ortamlarında kullanıcıların görsel konforuna büyük katkılar sağlayarak hem görsel hem de psikolojik açıdan olumlu etkiler yaratmakta ve iş verimini artırmaktadır (DiLaura vd., 2011; Göker, 2002).

3.3. Görsel Konfor ve Kullanıcı İlişkisi

Derslik ve çalışma ortamlarındaki kullanıcıların aydınlatmaya dayalı memnuniyetini, görsel konforunu, ruh durumunu olumlu yönde etkilenebilmesi için kullanıcıların içinde bulunduğu mekânların uygun aydınlatma koşullarına sahip olması gerekmektedir. Böylece kullanıcıların daha sağlıklı, kolay, hızlı ve verimli bir şekilde çalışabilmeleri sağlanmaktadır (Boyce, Hunter, vd., 2003; Boyce,

Veitch, vd., 2003; Boyce & Raynham, 2009). Tam aksine içinde bulunulan mekâna ve işleve uygun olmayan bir aydınlatma sistemi ise sorunlu bir çalışma ortamı yaratarak göz sinirlerini yıpratmakta, zayıflatmakta ve geçici ya da daimî körlüklere bile neden olabilmektedir. Dikkat dağınıklığı, moral açısından yıpranma, sinirli davranışlar ve kötü ruh hali gibi etkilerin hepsi kötü aydınlatmanın birer sonucu olabilmektedir (Aktaş, 2012; Giray, 2009).

Karanlıktan aydınlığa doğru gittikçe aydınlık seviyesi değişimler göstermektedir. Karanlığa ve çok aydınlığa değişik kademelerdeki ayarlanmalarla görme organı alışabilmektedir. Gözümüz, isteğe bağlı olmaksızın her durum ve koşulda kendini aydınlık seviyesine uydurabilmektedir (Alkan, 2010; Çete, 2004; Weale, 1992).

İnsan gözü, dış dünyayı algılamak için ışığı toplayan muhteşem bir organdır. İnsan gözü yaklaşık 120 milyon alıcıdan oluşur (Innes, 2012). 1722 yılında Hollandalı Antony van Leeuwenhoek tarafından retinadaki çubuk ve koni hücrelerinin varlığı keşfedilmiştir. Gottfried Treviranus 1834 yılında varlığını kabul etmiş ve görsel aydınlatmanın insan üzerindeki etkilerini analiz etmek ve iç mekanlarda konforlu aydınlatma enstalasyonları oluşturmak için yeni kapılar açmıştır (Van Bommel & Van den Beld, 2004).

Retinadaki bu çubuk ve koni hücreleri görsel efektlerin düzenlenmesini sağlamaktadır. Başka bir deyişle, ışığın algılanmasına ve görülmesine olanak sağlamaktadır. Çubuk hücreler, düşük seviyeli ışıklarla yüklenmektedir. Koni hücreleri de renkli, ayrıntılı ve keskin görüşten sorumludur. Işğın bu hücrelere ulaşması ile retinada kimyasal bir reaksiyon oluşur. Bu kimyasal reaksiyon sonucunda açığa çıkan elektriksel sinyallerin beyine iletilmesi ile görüş oluşmaktadır (Loe, 2016).

Gözbebeğinin büyüyüp küçülmesinden ise dairesel bir yapı olan iris sorumludur. İris sayesinde göz UV ışınlarına maruz kaldığında gözbebeği çapı 7mm'ye ulaşır ve bu durum retinanın zararlı ve aşırı ışığa karşı korunması için son derece önemlidir (Behar-Cohen vd., 2011).

Rahatsızlığa sebep olabilecek aydınlanma seviyesi ve ışık kaynaklarındaki hızlı ve büyük farklılıklara rağmen, insan gözü bunları en aza indirebilecek yeteneğe sahip iyi bir kompleks organdır. Işık seviyelerindeki bu küçük değişiklikler, gözün ışığa karşı hassas davranışı sayesinde algılanabilmektedir. Göz

ne kadar akıllı bir organ olursa olsun, kaliteli bir aydınlatma kullanıcıların görsel konforunun sağlanabilmesi için gereklidir (Lechner, 2009; Loe, 2016).

Her ne kadar görme organının farklı aydınlık düzeylerine uyum sağlayabildiği bilinse de İngiliz Standartları (CIBSE), Alman Standartları (DIN), Amerikan Standartları (IES), Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun (CIE) Standartları ve Avrupa Standartları Komitesi'nin (CEN) Standartlarında;

- a. Görülmesi gereken ayrıntıların boyutları
- b. Nesnelerin yansıtma çarpanları
- c. Nesne ile çevre ya da fon arasındaki ışıklık karşıtlığı
- d. Görsel algılama süresi
- e. Görme konusunun devingenliği
- f. Kişinin yaş durumu

gibi verilere göre en düşük ve en yüksek aralıklar belirlenmiştir (Alkan, 2010).

3.4. Literatür

Literatürde görsel konfor alanında yapılmış çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Kong ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, mimarların ve tasarımcıların etkin günışığı ortamları yaratmalarına yardımcı olan ve Nanjing'de yaygın olarak kullanılan günışığı tahmin edicilerinin performansı araştırılmaktadır. Çalışma kapsamında, aydınlık ve parlaklık verileri sahada ölçülmüş, çevrimiçi bir anket vasıtası ile görsel konfor ve aydınlatma izlenimlerine yönelik 113 öznel yanıt toplanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, genel günışığı tahmin edicileri, öznel değerlendirmelerin tahminleri ile ilgili olarak, öznelleştirilmiş günışığı tahmin edicileri ile karşılaştırılabilir bir performans sunmaktadır. Bu cihazların yatay aydınlatma, dikey aydınlatma, tüm alanın ortalama aydınlatmasının tahmini ve bireysel günışığı yeterliliğini raporlanması için kullanımı önerilerek kullanıcıların görsel konforunun artırılmasında etkili bir faktör olabileceği gözler önüne sunulmuştur (Kong vd., 2022).

ElBatran ve ark. tarafından yapılan bir çalışma ise, çift cidarlı cephe (DSF) kullanan ofis binalarında gün ışığı mevcudiyeti ve görsel konfor dengesini sağlamak için bir dizi tasarım parametresini araştırmak için deneysel bir araştırma yöntemini benimsemektedir. Çalışma kapsamında Mısır'da yer alan bir binada alan çalışması yapılmış, “Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik” sisteminin güncel yönetmelik ve performans ölçütlerine (Mekânsal günışığı özerkliği ve yıllık güneş ışığına maruz kalma değeri) değinilerek binanın günışığından yararlanma performansı araştırılmıştır. Birbiri ile iç içe 36 simülasyon geliştirilmiş ve istatistiksel korelasyonlar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, bir DSF'nin perforasyon yüzdesi ve yüzey derinlikleri üzerinde hareket etmenin, binaların gün ışığından faydalanma performansı üzerinde en büyük etkiyi sağladığı görülmüştür (M. ElBatran & Ismaeel, 2021).

Rizi ve ark. tarafından yapılan, görsel ve termal konforu beraber ele alan başka bir çalışmada ise uyarlanabilir cephe tasarımı kapsamında kullanıcıların konfor koşulları ele alınmıştır. Kullanıcıların görsel konforunda ve ısı kazancında iyileştirme yapabilmek bu çalışmanın ana amaçlarıdır. Çalışma kapsamında parametrik simülasyon ve genetik algoritma optimizasyonu kullanılmıştır. Geleneksel gölgeleme durumuna kıyasla, çalışmada önerilen sistemin kullanılması ile kullanıcıların görsel konforunda yıl boyunca %76'lık bir iyileşme olduğu görülmüştür. Ek olarak, simülasyon ve optimizasyonun amaç fonksiyonu ısı kazancını azaltmak için ayarlandığında, gölgeleme olmaması durumuna kıyasla %59'luk bir iyileştirme elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, önerilen uyarlanabilir cephe ve yenilikçi tasarım yönteminin mekan içindeki kullanıcıların termal ve görsel konforunu arttırmak için kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Rizi & Eltaweel, 2021).

Çin, Harbin'deki bir spor salonunda, gün ışığından faydalanan ortamların kullanıcı değerlendirmesini etkileyen faktörleri belirlemek ve toplu spor aktiviteleri için görsel konfor eşiklerini belirlemek için farklı aydınlatma koşulları altında Shi ve ark. tarafından yapılan bir çalışma kapsamında bir anket yapılmıştır. Çalışma kapsamında, 9 katılımcı belirli bir mesafeden basketbol atışı yapmayı içeren bir simülasyonu deneyimlemiştir ve katılımcıların görsel konfor tercihleri sübjektif anketler ve objektif fizyolojik ölçümlerle değerlendirilmiştir. Ortamın parlaklığını ölçebilmek için yüksek dinamik aralıklı fotoğrafçılık kullanılarak 108 farklı görsel ortam kaydedilmiştir. Anket faktör analizi, kullanıcı değerlendirmelerinin esas olarak duygusal durumları, parlama algısı ve görsel netlik tarafından belirlendiğini ileri sürmüştür. Çalışmanın sonunda, kabul edilebilir ortalama parlaklık eşığı

42cd/m² ve tüm görüş alanında (FOV) ortalama rahat parlaklık eşiği 80 cd/m², kabul edilebilir maksimum parlaklık eşiği 4800 cd/m² ve tüm FOV'da maksimum rahat parlaklık eşiği 6700 cd/m², hedef alanda önerilen ortalama parlaklık eşiği 100 cd/m² ve tüm FOV'da kabul edilebilir parlaklık oranı eşiği 42 ve konfor parlaklık oranı eşiği ise 21 olarak tanımlanmıştır (Shi vd., 2021).

Fakhari ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, bir sınıfta bulunan öğrencilerin görsel konforunu doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen çeşitli faktörlerin etkilerini ve değerlerini ölçen bir yapısal eşitlik modeli tekniği ile öğrencilerin görsel konfor değerlendirmesi sistematik olarak açıklanmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan bir anket ile bu modelin tüm değişkenleri değerlendirmesi amaçlanmıştır. Tahran'da bir lisede okuyan 192 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilen anket ile fiziksel parametre verilerini toplamak için saha ölçümü ve simülasyonu yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, yapısal denklem modeli istatistiksel anlamlılık ve yüksek model uygunluk seviyesi (GoF=0.547) göstermiştir. Öğrencilerin görsel konforunun genel anlamda kamaşma hissi ve algılanan aydınlatma seviyesi gibi 12 değişkenden önemli ölçüde etkilendiği doğrulanmıştır. Bu değişkenler arasından aydınlatma seviyesinin en yüksek öneme sahip olup görüş memnuniyetinin ise en düşük öneme sahip olduğu belirtilmiştir. Ek olarak, okulun güney tarafında bulunan sınıflardaki memnuniyet düzeyinin Haziran ayında kuzeye göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Fakhari vd., 2021).

Son yıllarda görsel konforun farklı yönlerini değerlendirmek için birçok gün ışığı ölçüm metodu geliştirilmiştir. Ancak, bu ölçümlerin sağlamlığı konusunda hala bazı şüpheler vardır. Shafavi ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, bina sakinlerinin kapalı ortamlardaki kabullerini ve görsel tercihlerini tahmin etmek için kullanılan metriklere odaklanan 58 saha çalışması ve kapsamlı bir laboratuvar deneyinin (2012-2020) analizi sunulmaktadır. Çalışmanın sonuçları, görsel konfor çalışmalarında karışıklığa sebep olan parametreler, metriklerin doğruluğu, yeni tanımlanmış metrikler veya mevcut çalışmalardan elde edilen bilgiler ve mevcut olanların değiştirilmiş versiyonları ve metrik eşikleri olarak farklı ana başlıklar altında ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara ek olarak mevcut çalışmalardan edinilen bilgiler ve sınırlar vasıtasıyla gelecekteki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, önceki çalışmaların bazılarının deneysel, istatistiksel ve ekipmanla ilgili sınırlamaları olduğu ortaya çıkmıştır. Yeterli aydınlatma eşikleri konusunda hala bir fikir birliği olmadığı, ayrıca görsel konfor kavramının karmaşıklığı ve bina sakinlerinin algılarının çeşitli faktörlere

bağımlılığı nedeniyle farklı koşullara uygulanabilecek küresel bir kamaşma metriği olmadığı çalışmanın sonucunda gösterilmiştir (Shafavi vd., 2020).

Görsel konfor konusu üzerine yapılan çalışmalara özellikle güncel literatür kapsamında bakıldığı zaman yapılan çalışmaların bina kullanıcılarının buldukları iç ortam ile ilişkilerini dolaysız ve objektif olarak ele almaktan ziyade daha genel kapsamlı parametrelere dayandığı görülmektedir. Literatürde ofis binaları, liseler ve spor salonları gibi farklı alanlarda yapılan çalışmaların kullanıcıların görsel konforlarının değerlendirilmesi açısından binaların dış cephe kaplamaları, günışığı tahmin ediciler veya görsel konforu genel anlamda tanımlayabilecek bir metrik üzerine odaklandığı görülmektedir. Bu çalışma ile literatürde yer alan açığa yapılan objektif ölçümlerden elde edilen verilerin ilgili standartlar ile kıyaslanarak kullanıcılar ve buldukları iç ortamın görsel konfor koşulları arasında daha dolaysız bir ilişkinin varlığı ortaya konularak cevap verilmek istenmektedir.

3.5. Standartlar

1. EN12464-1, Işık ve aydınlatma — İş yerlerinin aydınlatılması — Bölüm 1: Kapalı çalışma yerleri

Bu standart, normal oftalmik (görsel) kapasiteye sahip kişilerin görsel konfor ve performansına ilişkin gereklilikleri ve kapalı çalışma yerlerinde insanlar için aydınlatma gerekliliklerini belirlemektedir. Ekran Ekipmanı (DSE) gibi tüm olağan görsel görevleri dikkate almaktadır. Çok sayıda iç mekan çalışma alanı ve ilgili alanları için aydınlatma çözümleri gereksinimleri, aydınlatmanın niceliği ve kalitesi açısından standart tarafından belirtilmiştir (EN12464-1, 2011a).

2. EN 12464-2, Işık ve aydınlatma — İş yerlerinin aydınlatılması — Bölüm 2: Dış mekan çalışma yerleri

Bu Avrupa standardı, tüm olağan görsel görevleri göz önünde bulundurarak dış mekan çalışma yerlerinde görsel konfor ve performans için aydınlatma gereksinimlerini belirtmektedir (EN12464-2, 2007).

3. EN 12193, Işık ve aydınlatma — Spor aydınlatması

Bu standart, kaliteli suni spor aydınlatması için önerileri ve gereksinimleri içermektedir. Bu kapsamda ışık kaynaklarının tasarımı, aydınlıkları, homojenliği,

kamaşma kısıtlaması ve renk özelliklerine yönelik aydınlatma değerlerini bünyesinde barındırmaktadır (EN12193, 2007).

4. • EN 12665, Işık ve aydınlatma — Aydınlatma gereksinimlerini belirtmek için temel terimler ve kriterler

Tüm aydınlatma uygulamalarında kullanım için temel terimler ve tanımlar bu standartta tanımlanmıştır. Bu standart, aydınlatma gereksinimlerinin spesifikasyonu için kılavuz görevi görmektedir (EN12665, 2011).

5. EN 13032-1, Işık ve aydınlatma — Lambaların ve armatürlerin fotometrik verilerinin ölçümü ve sunumu-Bölüm 1: Ölçüm ve dosya formatı

Bu standart, aydınlatma uygulama amaçları için temel fotometrik verilerin ölçümünü, elektronik veri aktarımı için CEN dosya formatının ayrıntılarını ve temel fotometrik verilerin standardizasyonu için gerekli ölçüm kriterlerini sağlamaktadır (EN13032-1, 2012).

6. EN 13032-2, Işık ve aydınlatma — Lambaların ve armatürlerin fotometrik verilerinin ölçümü ve sunumu-Bölüm 2: İç ve dış mekan çalışma yerleri için verilerin sunumu

EN 12464-1 ve EN 12464-2 gerekliliklerine uygunluğun doğrulanması için lambalar ve armatürler için gerekli veriler ve ayrıca iç ve dış çalışma yerlerinin aydınlatmasında yaygın olarak kullanılan veriler bu belgede belirtilmiştir (EN13032-2, 2017).

7. EN 15193, Binaların enerji performansı — Aydınlatma için enerji gereksinimleri

Bu belge, bir bina içindeki iç mekan aydınlatması için kullanılan enerji miktarının değerlendirilmesi için hesaplama metodolojisini tanımlar ve belgelendirme amacıyla kullanılan aydınlatma enerjisi gereksinimleri için sayısal bir gösterge ortaya koymaktadır. Bu standart, yeni veya yenilenmiş binaların ve mevcut binaların tasarımı için kullanışlıdır. Ayrıca, aydınlatma kullanımı için tahsis edilen enerji hedeflerini temel alan referans şemaları bu belge tarafından sağlanmaktadır (EN15193, 2007).

8. • EN ISO 9241-307, İnsan-sistem etkileşiminin ergonomisi —
Bölüm 307: Elektronik görsel ekranlar için analiz ve uygunluk test yöntemleri

ISO 9241'in bu bölümü, çeşitli görüntüleme teknolojileri, görevleri ve ortamlarının analizi için test yöntemlerini ortaya koymaktadır (ENISO9241-307, 2008).

9. ISO 3864-1, Grafik semboller - Güvenlik renkleri ve güvenlik işaretleri - Bölüm 1: İşyerlerinde ve halka açık alanlarda güvenlik işaretleri için tasarım ilkeleri

Bu standart, kaza önleme, yangından korunma, sağlık tehlike bilgileri ve acil tahliye için çalışma ortamlarında ve kamusal alanlarda kullanılacak güvenlik işaretleri ve güvenlik işaretleri için güvenlik tanımlama renkleri ve tasarım ilkelerini sağlamaktadır. Ayrıca güvenlik işaretleri içeren standartlar geliştirilirken uygulanacak temel ilkeler bu belgenin içeriğinde sunulmaktadır (ISO3864-1, 2011).

CIE DIS 017/E: 2016- ILV: Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü

Bu belge, ışık ve aydınlatma, renk ve görme, fotobiyoloji ve görüntü teknolojisi ile alakalı her şeyle ilgili terimleri belirtmektedir (CIEDIS017/E, 2016).

10. COHSR-928-1-IPG-039:10.2009 İşyerlerinde Aydınlatma Seviyesinin Ölçülmesi (COHSR-928-1-IPG-039, 2009)

4. YÖNTEM

Çalışma kapsamında, Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü binasında seçilen bir dersliğin iç ortam akustik ve görsel konfor ölçümleri ve analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda inşaat mühendisliği öğrencilerinin akustik ve görsel konforunu etkileyen çevresel faktörler ders esnasında ölçülmüştür. Ortamda bulunan kullanıcıların akustik konforunu değerlendirmek için, ses basıncı seviyesi (SPL), eşdeğer sürekli ses seviyesi (Leq) ve sese maruz kalma seviyesi (SEL) ölçülmüştür. Görsel konforun değerlendirilebilmesi için ise aydınlatma şiddeti Lux cinsinden ölçülmüş ve yapılan ölçümler sonucunda veriler elde edilerek derlenmiştir. Kullanıcıların görsel konforunun tayini için yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler EN12464-1 (EN12464-1, 2011) standardı ile, akustik konforun tayini için yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler ise EN15251 (EN15251, 2007) ile değerlendirilmiştir. Bu standartlar sırasıyla görsel ve akustik konfor için eşikleri belirlemekte ve iç ortam çevre koşullarının değerlendirilmesinde referans olarak alınmaktadır.

Çalışma kapsamında 24.10.2019 ile 12.12.2019 tarihleri arasında sınav dönemleri haricinde toplamda 5 hafta ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlere ait tarih, zaman aralığı, kaydedilen veri sayısı ve ölçüm esnasında dersliklerde bulunan toplam kişi sayısına ilişkin bilgiler Tablo 4.1’de verilmektedir.

Tablo 4.1 Test detayları

Test Numarası	Tarih	Süre	Aydınlatma Ölçümü	Ses Şiddeti Seviyesi Ölçümü	Sınıftaki Toplam Kişi Sayısı
1	24.10.2019	09:30-12:00	4357	1794	54
2	31.10.2019	09:30-12:13	4891	1961	51
3	14.11.2019	10:54-11:42	3821	575	42
4	28.11.2019	09:26-10:30	2393	758	35
5	12.12.2019	09:30-11:25	3731	1379	37

4.1. Akustik Konfor Ölçümleri

Akustik ve görsel konforun tayini için eş zamanlı olarak yapılan ölçümlerde ortamın akustik konfora ilişkin iç ortam çevresel koşulları belirleyen parametreler olan SPL, Leq, ve SEL verileri Şekil 4.1’de görülen Extech Integrating Sound Level Meter and Datalogger Model 407780A kullanılarak ölçülmüştür. Cihaz, en doğru ölçümü yapmak ve en tutarlı verileri alabilmek adına ISO 1996-2 (ISO1996-2, 2007) standardının önerdiği gibi sınıfın ortasına, en yakın kişiden en az 1 metre

uzağa yerleştirilmiştir. Ölçümlere başlamadan önce okumalarda güvenilirliği ve doğruluğu sağlamak için cihaz kalibre edilmiştir. Dersler boyunca her 5 saniyede bir veri kaydedilmiştir. Ölçümlerde hava etkili ses dikkate alınmış olup, çift cam nitelikteki pencereler kapalıyken tüm ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1 Ses Seviyesi Ölçüm Cihazı

Şekil 4.1’de görülen Extech ölçüm cihazına ait özellikler:

- 4 dijital multifonksiyon grafik ekran
- Geniş bant aralığında kesinlik (100dB)
- SPL, SEL, MAX-L/MIN-L ve Leq görüntü
- Programlanabilir tümleyici zaman
- A ve C frekans ağırlıklandırma
- Hızlı/Yavaş tepki seçeneği

- ANSI ve IEC 651/804 tip 2 standartları
- 32000 ölçüm (kayıt) kapasitesi
- 30-130dB ölçüm aralığı
- ± 1.5 dB hassasiyet
- 0.1dB çözünürlük
- 31.5Hz – 8Khz ölçüm frekans aralığı
- 310 gr. Ağırlık
- 265x72x21mm ölçülerinde
- Grafik halinde çıktı alabilme
- Windows® veri toplama yazılımı ile birlikte dâhili RS-232 arayüzü
- Ayaklık bağlantı noktası
- Rüzgâr kesme başlığı, ayar tornavidası, RS-232 kablosu, 9-25 pin dönüştürücüsü, Windows™ yazılımına sahiptir.

Gürültü ölçümleri yapılırken gürültü kaynağına bakan yönde, gürültü kaynağını görecek şekilde ve yansımaların etkisini en aza indirmek için yansıtıcı yüzeylerden uzakta ölçüm yapılmasına özenle dikkat edilmiştir.

Yapılan ölçümlerin süresi genel anlamda ölçümün amacına, türüne, moduna, konumuna, gürültü türüne ve gürültü kaynağına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yurtdışında yapılan uygulamalar dahil genel olarak tavsiye edilen minimum ölçüm süresi 5 dakikadır (Akboğa Kale vd., 2016). Bu süreden az olacak şekilde ölçümler sağlıklı sonuçlar vermemektedir. Bu çalışmada yapılan ölçümler en az 48 dakika sürmüş olup her 5 saniyede bir veri kaydedilmiştir.

Çalışma esnasında yapılan ölçümlerde cihazın pencerelerden ve duvar yüzeylerinden en az 1 m uzakta olmasına dikkat edilmiştir.

Tablo 4.2 Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi
Yönetmeliği'ne göre iç mekan maksimum ses şiddeti sınır değerleri
(Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010)

Kullanım Alanı		Leq (dBA)
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30
	Sinema salonları	30
	Konser salonları	25
	Konferans salonları	30
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kurumları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35
	Dinlenme ve tedavi odaları	25
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi, laboratuvarlar, özel eğitim tesisleri, özürllüler tesisler ve benzeri.	35
	Spor salonu, yemekhane	55
	Okul öncesi yatak odaları	30
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	30
	Konaklama tesislerindeki restoran	35
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55
Ticari Yapılar	Büyük ofis	35
	Toplantı salonları	35
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	60
	Oyun odaları	60
	Özel büro (uygulamalı)	50
	Genel büro (hesap, yazı	60

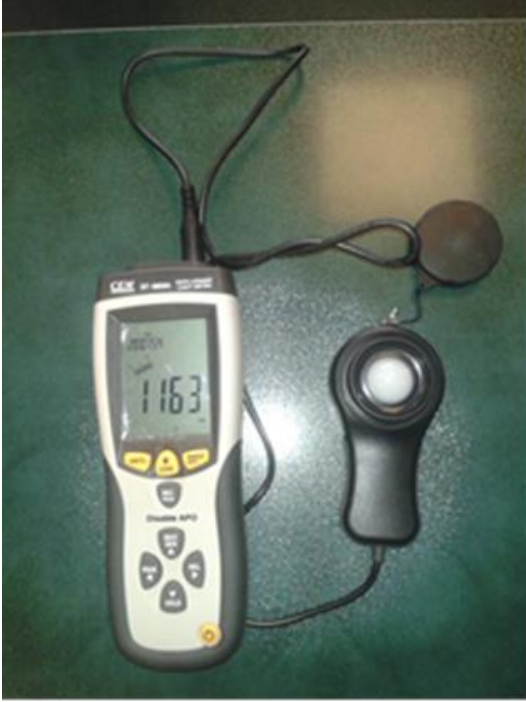
	bölmeleri)	
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri.	60
	Ticari depolama	45
	Lokantalar	45
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45
	Laboratuvarlar	45
	Toplantı salonları	35
	Bilgisayar odaları	45
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55
Konut Alanları	Yatak odaları (şehir içinde)	40
	Yatak odaları (şehir dışında)	35
	Oturma odaları (şehir içinde)	55
	Oturma odaları (şehir dışı)	40
	Oturma odaları (şehir kenarı)	45
	Servis bölümleri (mutfak) (şehir içi, dışı ve şehir kenarı)	60

4.2. Görsel Konfor Ölçümleri

Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği ana binası dersliklerinde 2016 yılında yapılan aydınlatma sistemi iyileştirmesi sonucunda her armatür birimindeki 4 adet 15 watt gücündeki floresan ampüller, 40 watt gücünde sarı renkte ışık yayan LED armatürler ile değiştirilmiştir. 2016 yılında iyileştirilmiş aydınlatma sistemine sahip bir sınıfta yapılan görsel konfora ilişkin ölçümlerde aydınlatma düzeyi lüksmetre cihazı ile ölçülmüştür.

Ölçümlerde kullanılan DT-8809A Işık Ölçer Datalogger Cihazı, ortamdaki ışık seviyesini ölçen, ışık şiddetini lüks biriminde kaydedebilen dijital bir aydınlık ölçerdir. Kısaca lüksmetre olarak da adlandırılan bu cihazın ışığa hassas bileşenleri uzun ömürlü silikon foto diyot ve spektral tepki filtresinden yapılmıştır.

0,1 lux ile 0,1 klux ışık ölçüm limitlerine sahip olan cihaz yapılan ölçümlere hızlı bir şekilde tepki vermektedir. Ölçümler esnasında cihaz tarafından algılanan ışık şiddetinin cihazın ölçüm limitleri olan 0,1 lux ile 0,1 klux değerlerinin dışına çıktığı durumlarda ölçümler bazen 0 lux değerini verebilmektedir. Bu değerler yansıma, parlama ve gölgeleme gibi durumlar sonucunda oluştuğu ve sayıları oldukça az olduğu için ölçüm sonuçları üzerinde pek etkisi olmamakla birlikte ölçüm hatası olarak belirtilmektedir. Ölçümlere başlanmadan önce Şekil 4.2’de görüldüğü gibi siyah kablonun ucundaki beyaz yuvarlak lamba şeklindeki kısım iyice temizlenmelidir. Derslikte yapılan ölçümlerde literatürde halihazırda yer alan benzer çalışmalar da baz alınarak ölçüm cihazı, kullanıcıların önündeki masaların üzerine, yerden 75 cm yüksekliğe konumlandırılmıştır (Antunes & Ghisi, 2020). Ölçümler yapılırken, hatalı ve anormal derecede yüksek veya düşük veriler ile karşılaşmamak için cihazın üzerinde direkt olarak ışık gelmemesine veya gölge oluşmamasına dikkat edilmiştir. Ölçüm cihazı ölçüm süresince her zaman yatay pozisyonda ve hareketsiz bir şekilde tutulmuştur.



Şekil 4.2 Lüksmetre Cihazı

Görsel konfor ile ilgili aydınlanma ölçümleri yapılırken ölçüm cihazı sınıfın ortasına, pencerelerden en az 1 metre uzağa konulmuştur. Her 2 saniyede bir veri kaydedilmiştir. EN12464-1 (EN12464-1, 2011a) ve EN 15251 (EN15251, 2012)

standartları sırasıyla görsel ve akustik konfor ile ilgili eşikleri belirlemekte olup bu çalışma kapsamında iç ortam koşullarının değerlendirilmesinde referans olarak alınmıştır.

Tablo 4.3 TS EN 12464-1 Standardına Göre Eğitim Tesislerinin Minimum Işık Seviyeleri (EN12464-1, 2011)

İç Kısım, İş veya Faaliyet Tipi	Lüks
Sınıflar, Özel Ders Odaları	300
Konferans Salonu	500
Kara Tahta	500
Sunum Masası	500
Teknik Çizim Odaları	750
Uygulama Odaları ve Laboratuvarlar	500
Bilgisayar Uygulama Odaları	300
Dolaşım Alanları, Koridorlar	100
Merdivenler	150

Lüksmetre cihazı ile ilgili teknik özellikler şu şekildedir:

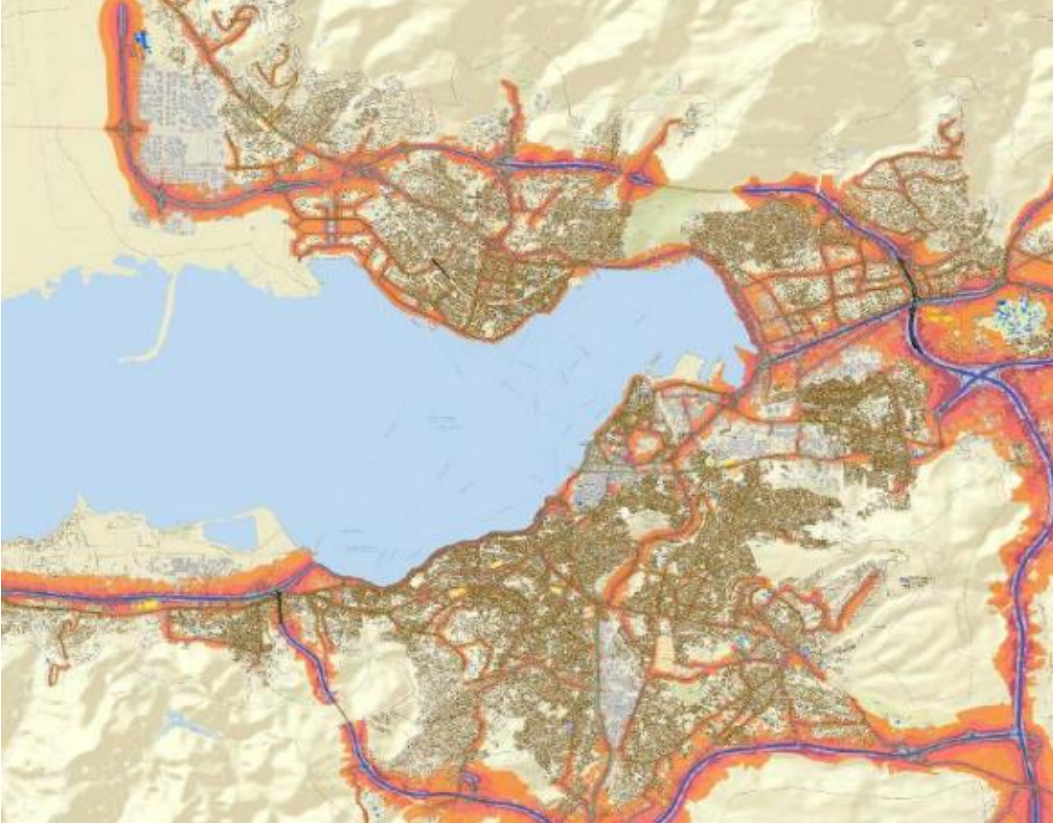
1. Ölçüm aralığı: 0,1 Lux/0,01 FC – 0,01 kFC
2. Hassaslık: $\pm\%3$ rdg $\pm\%0.5$ f.s (<10,000 Lux)
 $\pm\%4$ rdg $\pm 10d$ (>10,000 Lux)

5. ALAN TANIMI

Çalışma kapsamında akustik ve görsel konfor değerlendirmesine ilişkin ölçümlerin yapılacağı alan çalışmasının gerçekleştirileceği yer olarak İzmir ilinin Bornova ilçesinde yer alan Ege Üniversitesi kampüsü içerisindeki İnşaat Mühendisliği eğitim binası seçilmiştir.

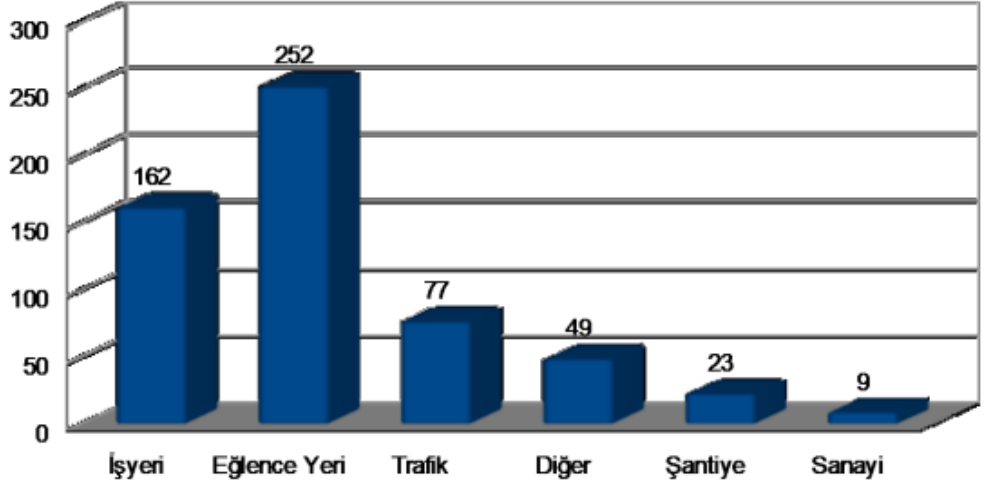
İzmir ili, şehir içinde oluşan ana gürültü kaynaklarından birisi olan araç trafiği ve otoyollar düşünüldüğünde 2020 yılında DSÖ tarafından açıklanan dünyanın en yoğun trafik akışına sahip şehirler listesinde 55. sırada yer almaktadır (Dünya Sağlık Örgütü, 2022). 2021 yılında yapılan başka bir dünya sıralamasında ise toplamda 404 şehir arasından 29. sırada yer almıştır (Tomtom, 2022). Bu bilgiler ışığında İzmir şehrinin başlıca araç trafiğinin ve otoyolların oluşturduğu gürültüden etkilendiği görülmektedir. İzmir iline ait gürültü haritası

Şekil 5.1’de verilmiştir.



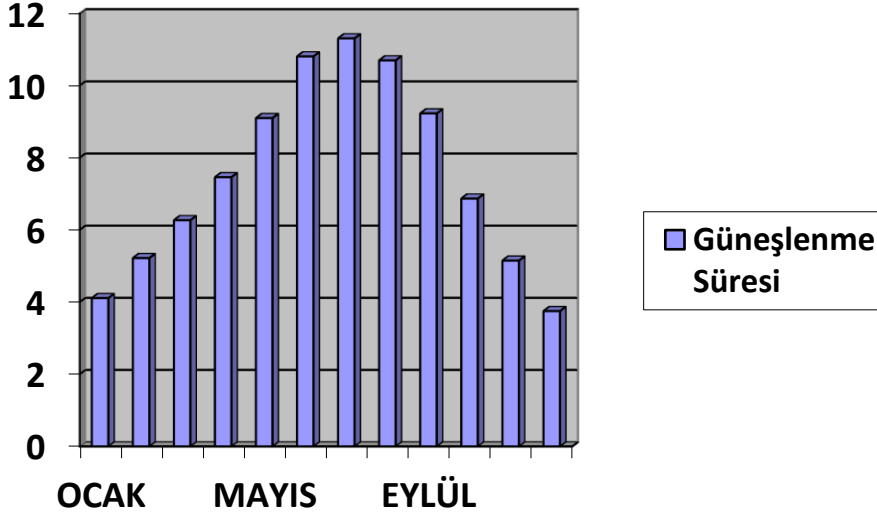
Şekil 5.1 İzmir ili gürültü haritası

Şehir içi ve şehirler arası otoyoldan kaynaklı gürültünün yanı sıra İzmir ilinde yaşayan vatandaşlar 2018 yılı boyunca İzmir Valiliği'ne çevresel gürültü kaynaklı şikâyetlerde bulunmuşlardır. Şekil 5.2'de bu şikâyetlerin farklı gürültü kaynaklarına göre dağılımları gösterilmiştir (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018).



Şekil 5.2 İzmir Valiliği'ne 2018 yılı boyunca gelen şikâyetlere göre başlıca gürültü kaynakları

Çalışmanın yapıldığı İzmir iline görsel konfor kapsamı altında bakıldığı zaman İzmir'in yıllık ortalama 2986 saat güneşlenme süresine sahip olduğu görülmektedir (Gns Solar, 2022). Türkiye genelinin aylara göre yıllık güneşlenme süresi ise Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Türkiye'nin güneşlenme süresinin aylara göre dağılımı (Gns Solar, 2022)

Akustik ve görsel konfor ölçümleri İzmir'in Bornova ilçesinde bulunan Ege Üniversitesi kampüsünün güney tarafında yer alan İnşaat Mühendisliği Bölümü binasında yapılmıştır. Şekil 5.4'de İnşaat Mühendisliği Bölümü binasının kampüs içerisindeki konumu kuş bakışı olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.4 Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm Binası



Şekil 5.6 D204 numaralı derslik

Genel hatları ile 143 m²'lik taban alanına sahip olan D204 sınıfına ait detaylı özellikler ise Tablo 5.1'da verilmiştir.

Tablo 5.1 D204 sınıfı fiziksel özellikleri

Sınıf	Kat	Alan	Hacim	Kapasite	Sınıf Ölçüleri (genişlik*derinlik*yükseklik)	Aydınlatma	Lamba	Pencere
D204	2.	143 m ²	357,5 m ³	70-80	13m*11m*4m	Doğal ve Yapay Işık	20 Armatür (80 adet 40 watt'lık LED Lamba)	Dört adet ayarlanabilir pencere (2.75m*2.35m)

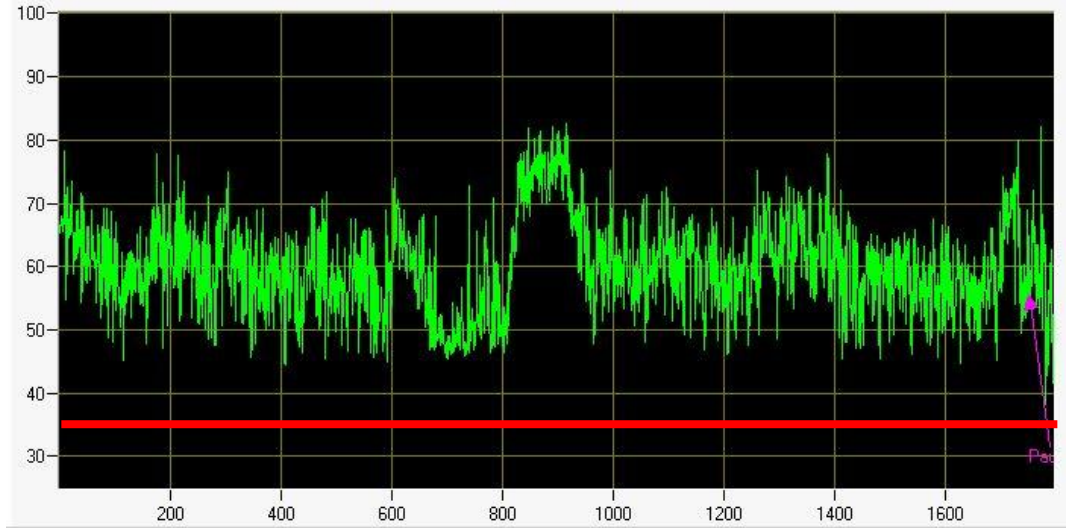
6. BULGULAR

Bu bölümde, Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü derslik binasında bulunan D204 numaralı sınıfta yapılmış olan objektif ölçümlerin sonuçlarına yer verilmektedir. Yapılan ölçümlerin sonuçları, iç ortam görsel konfor koşullarının değerlendirilmesi için EN12464-1 (2011) standardı ile, akustik konfor koşullarının değerlendirilmesi için ise EN15251 (2012) standardı ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan analizlerde ses basınç seviyesi (dB) ve aydınlık düzeyi (Lux) dikkate alınmıştır. Bu standartlar tarafından derslikler için önerilen minimum izin verilen aydınlatma ve maksimum SPL sırasıyla 300 Lux ve 35 dB'dir.

6.1. Test 1

24.10.2019 tarihinde yapılan 1 numaralı test kapsamında akustik ve görsel ölçümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcıların buldukları D204 sınıfı içerisindeki akustik konforları ile ilgili olan SPL ölçümüne ait verilerin son grafiği Şekil 6.1'de görünmektedir. Test, 2 buçuk saat boyunca yürütülmüş ve toplam 1794 SPL verisi kaydedilmiştir.

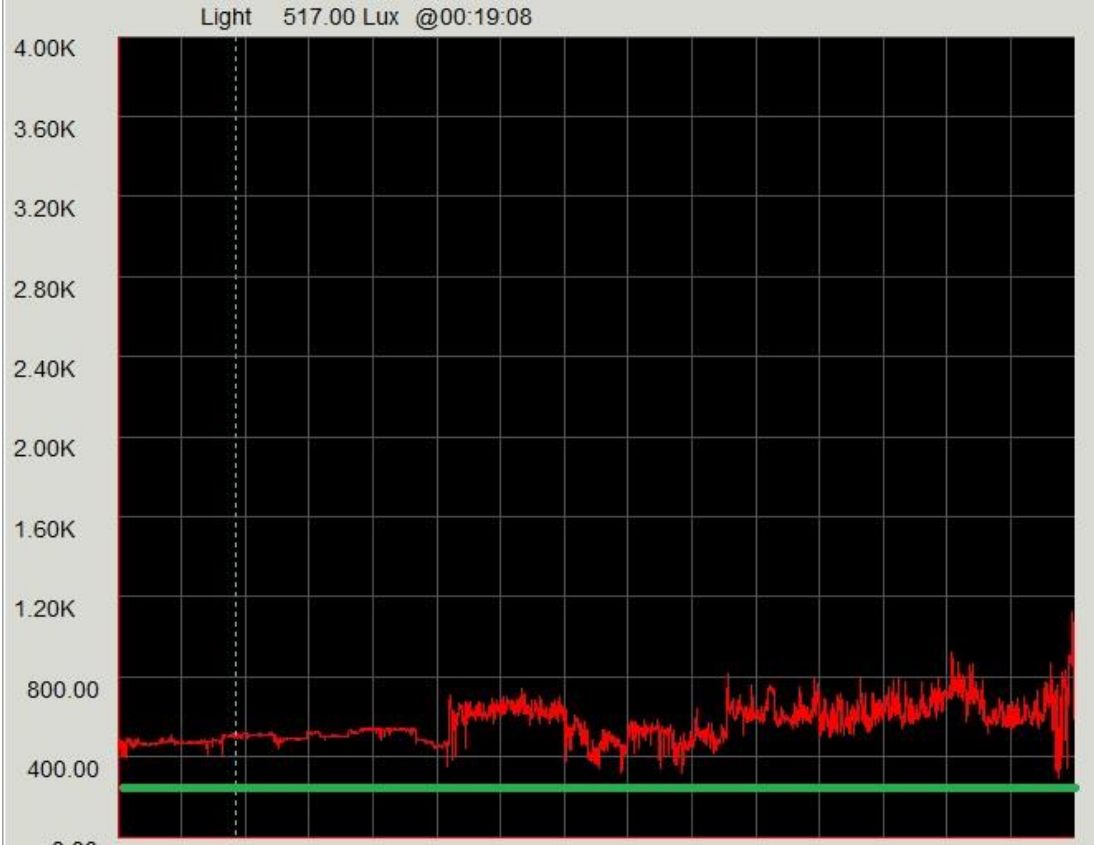


Şekil 6.1 Test 1'e ait SPL verileri

Şekil 6.1'de görülmekte olan Test 1'e ait SPL verileri grafiğinde yatay eksen ses seviyesi ölçüm cihazı tarafından test boyunca kaydedilen toplam SPL verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise ses seviyesini (dB) göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, SPL ölçümü esnasında elde edilen verilerin %100'ü EN 15251 (2012) standardı tarafından önerilen maksimum SPL değerinin (35 dB) üzerindedir. Test 1 kapsamında elde edilen SPL verilerinden maksimum değer 82,5 dB olarak kaydedilirken minimum değer ise 38,2 dB olduğu gözlemlenmiştir.

Kullanıcıların akustik konforunun tayinine yönelik olarak yapılan SPL ölçümleri ile eş zamanlı olarak yapılan, kullanıcıların görsel konforunun tayinini amaçlayan aydınlatma seviyesi ölçümlerine ait verilerin grafiği ise Şekil 6.2'de görülmektedir. Aydınlatma seviyesi ölçümü boyunca toplamda 4357 veri kaydedilmiştir.



Şekil 6.2 Test 1'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri

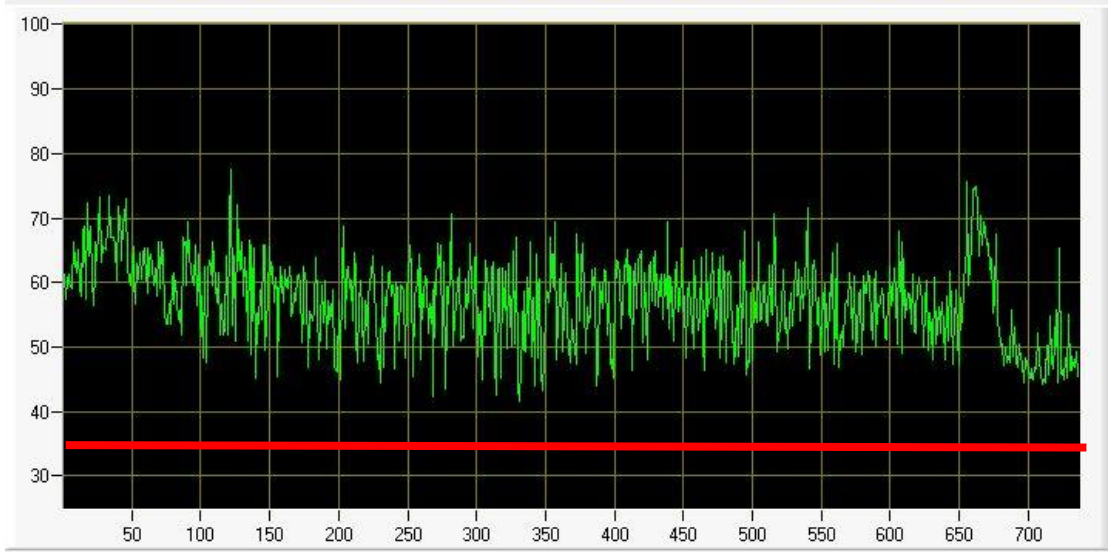
Şekil 6.2'de görülmekte olan Test 1'e ait aydınlatma seviyesi verileri grafiğinde yatay eksen lüksmetre ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam aydınlatma seviyesi verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise aydınlatma seviyesini (Lux) göstermektedir.

Grafikteki düz yeşil çizgi, EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değeri olan 300 Lux seviyesini göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, aydınlatma seviyesi ölçümü esnasında elde edilen verilerin %100'ü EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değerinin (300 Lux) üzerindedir. Test 1 kapsamında elde edilen aydınlatma seviyesi verilerinden maksimum değer 1120 Lux olarak kaydedilirken minimum değerin ise 314 Lux olduğu gözlemlenmiştir.

6.2. Test 2

31.10.2019 tarihinde yapılan 2 numaralı test kapsamında akustik ve görsel ölçümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcıların buldukları D204 sınıfı içerisindeki akustik konforları ile ilgili olan SPL ölçümüne ait verilerin son grafiği Şekil 6.3'de görünmektedir. Test, 2 saat 43 dakika boyunca yürütülmüş ve toplam 1961 SPL verisi kaydedilmiştir.

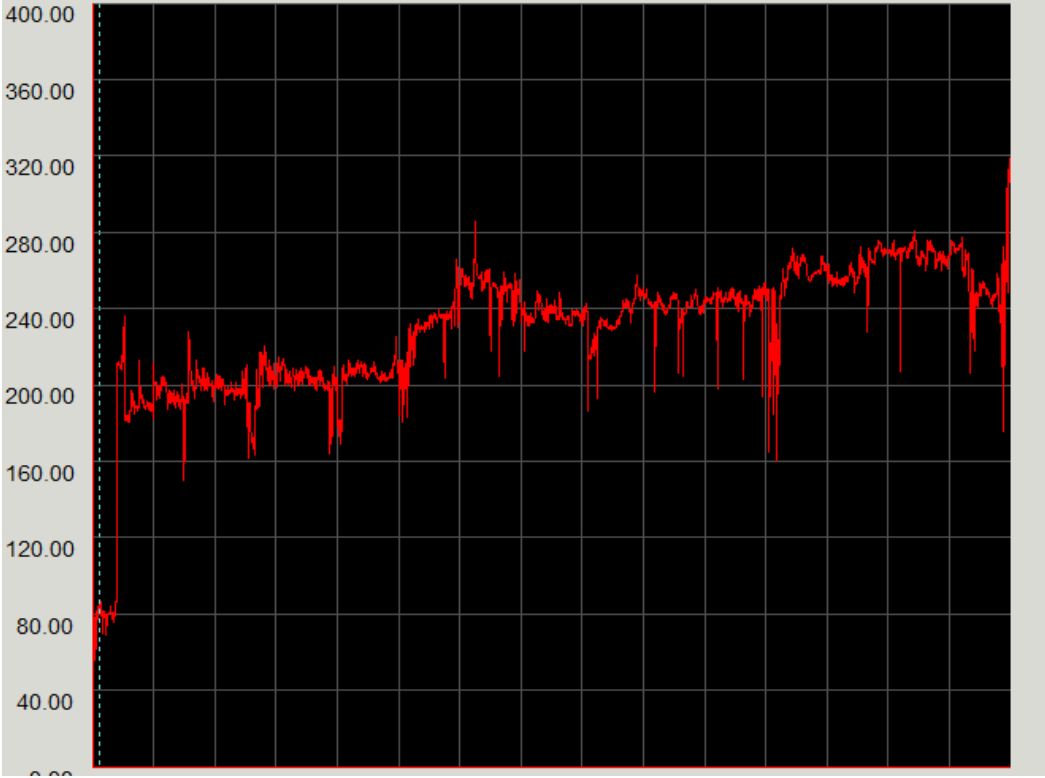


Şekil 6.3 Test 2'ye ait SPL verileri

Şekil 6.3'te görülmekte olan Test 2'e ait SPL verileri grafiğinde yatay eksen ses seviyesi ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam SPL verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise ses seviyesini (dB) göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, SPL ölçümü esnasında elde edilen verilerin %100'ü EN 15251 (2012) standardı tarafından önerilen maksimum SPL değerinin (35 dB) üzerindedir. Test 2 kapsamında elde edilen SPL verilerinden maksimum değer 77,5 dB olarak kaydedilirken minimum değer ise 40,1 dB olduğu gözlemlenmiştir.

Kullanıcıların akustik konforunun tayinine yönelik olarak yapılan SPL ölçümleri ile eş zamanlı olarak yapılan aydınlatma seviyesi ölçümlerine ait verilerin grafiği ise Şekil 6.4'te görülmektedir. Aydınlatma seviyesi ölçümü boyunca toplamda 4891 veri kaydedilmiştir.



Şekil 6.4 Test 2'ye ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri

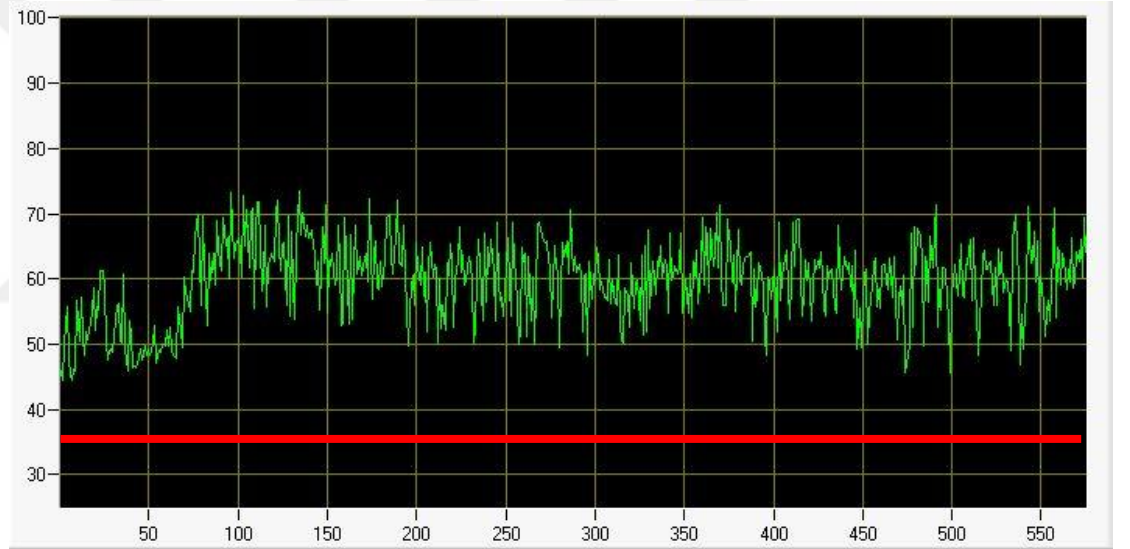
Şekil 6.4Şekil 6.1'te görülmekte olan Test 2'ye ait aydınlatma seviyesi verileri grafiğinde yatay eksen lüksmetre ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam aydınlatma seviyesi verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise aydınlatma seviyesini (Lux) göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, aydınlatma seviyesi ölçümü esnasında elde edilen verilerin neredeyse % 100'ü EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değerinin (300 Lux) altındadır. Toplamda elde edilen

4891 adet aydınlatma seviyesi verisinden sadece 12 tanesi 300 Lux değerinin üzerinde olup yüzdesel olarak yaklaşık %0,25'lik bir dilime denk gelmektedir. Test 2 kapsamında elde edilen aydınlatma seviyesi verilerinden maksimum değer 318,3 Lux olarak kaydedilirken minimum değer ise 31,5 Lux olduğu gözlemlenmiştir.

6.3. Test 3

14.11.2019 tarihinde yapılan 3 numaralı test kapsamında akustik ve görsel ölçümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcıların buldukları D204 sınıfı içerisindeki akustik konforları ile ilgili olan SPL ölçümüne ait verilerin son grafiği Şekil 6.5'te görünmektedir. Test, 48 dakika boyunca yürütülmüş ve toplam 575 SPL verisi kaydedilmiştir.



Şekil 6.5 Test 3'e ait SPL verileri

Şekil 6.5'te görülmekte olan Test 3'e ait SPL verileri grafiğinde yatay eksen ses seviyesi ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam SPL verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise ses seviyesini (dB) göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, SPL ölçümü esnasında elde edilen verilerin %100'ü EN 15251 (2012) standardı tarafından önerilen maksimum SPL değerinin (35 dB) üzerindedir. Test 3 kapsamında elde edilen SPL verilerinden maksimum değer 73,4 dB olarak kaydedilirken minimum değer ise 44,4 dB olduğu gözlemlenmiştir.

Kullanıcıların akustik konforunun tayinine yönelik olarak yapılan SPL ölçümleri ile eş zamanlı olarak yapılan aydınlatma seviyesi ölçümlerine ait verilerin grafiği ise Şekil 6.6'da görülmektedir. Aydınlatma seviyesi ölçümü boyunca toplamda 3821 veri kaydedilmiştir.



Şekil 6.6 Test 3'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri

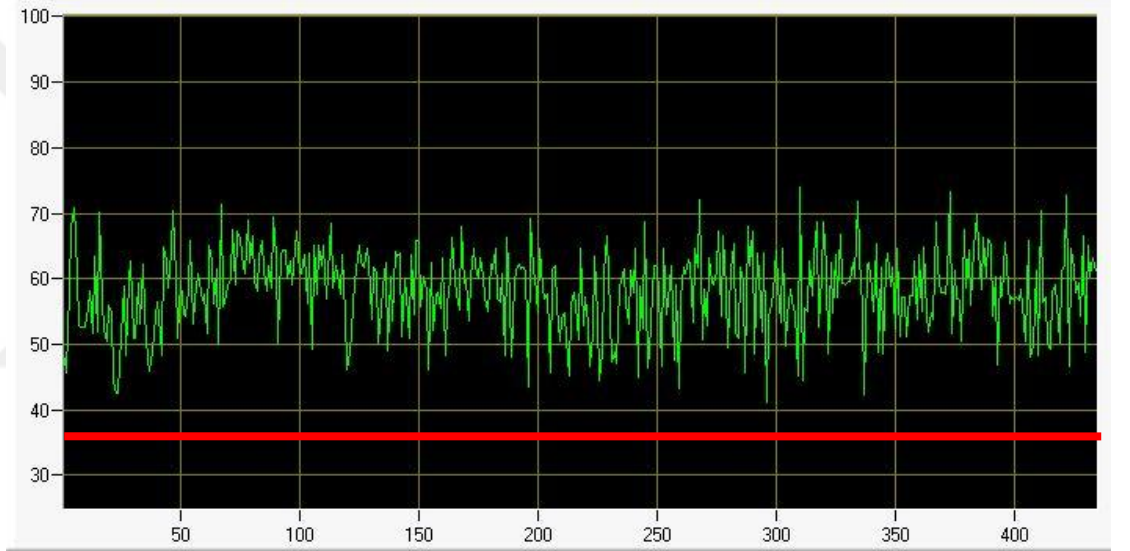
Şekil 6.6Şekil 6.1'da görülmekte olan Test 2'ye ait aydınlatma seviyesi verileri grafiğinde yatay eksen lüksmetre ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam aydınlatma seviyesi verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise aydınlatma seviyesini (Lux) göstermektedir. Grafikteki düz yeşil çizgi, EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değeri olan 300 Lux seviyesini göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, aydınlatma seviyesi ölçümü esnasında elde edilen verilerin test süresince değişkenlik göstermektedir. Elde edilen 3821 adet veriden 1790 tanesi, diğer bir deyişle elde edilen verilerin %46,85'i EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değerinin (300 Lux) altındadır. Geri kalan 2031 adet veri, toplam verinin %53,15'lik kısmı, 300 Lux seviyesinin üzerindedir. Test 3 kapsamında elde edilen aydınlatma seviyesi

verilerinden maksimum değer 399,9 Lux olarak kaydedilirken minimum değer ise 198,3 Lux olduğu gözlemlenmiştir.

6.4. Test 4

28.11.2019 tarihinde yapılan 4 numaralı test kapsamında akustik ve görsel ölçümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcıların buldukları D204 sınıfı içerisindeki akustik konforları ile ilgili olan SPL ölçümüne ait verilerin son grafiği Şekil 6.7’de görünmektedir. Test, 1 saat 4 dakika boyunca yürütülmüş ve toplam 758 SPL verisi kaydedilmiştir.

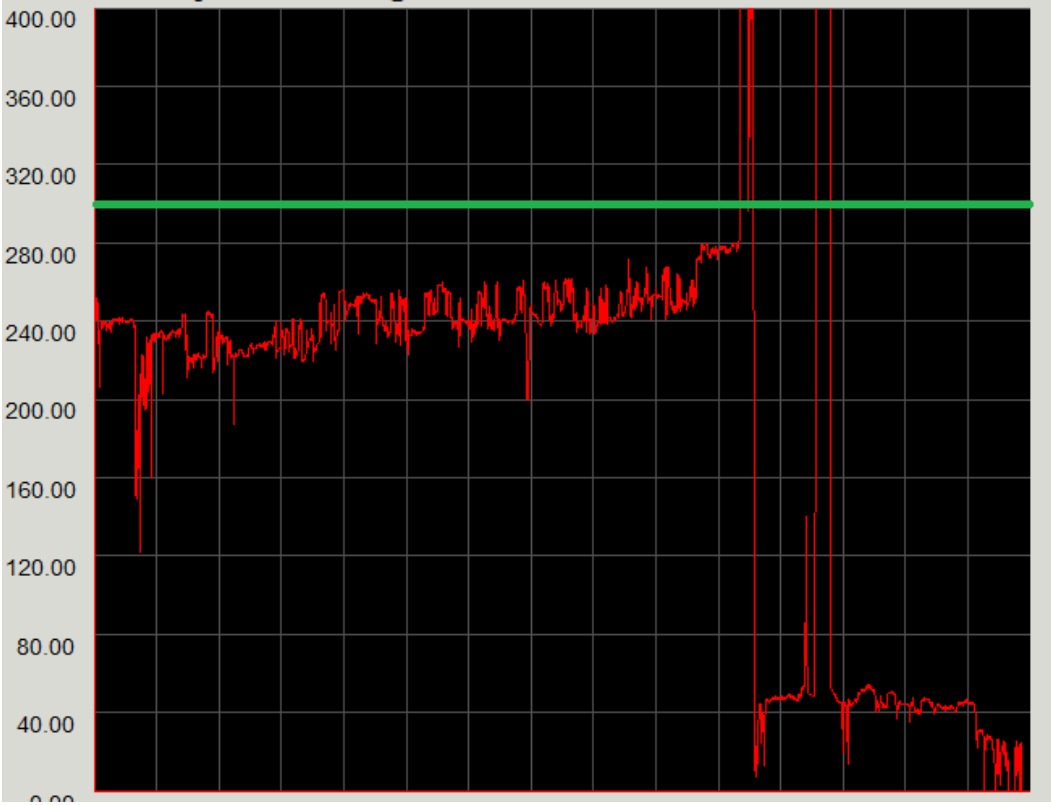


Şekil 6.7 Test 4'e ait SPL verileri

Şekil 6.7’de görülmekte olan Test 4’e ait SPL verileri grafiğinde yatay eksen ses seviyesi ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam SPL verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise ses seviyesini (dB) göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, SPL ölçümü esnasında elde edilen verilerin %100’ü EN 15251 (2012) standardı tarafından önerilen maksimum SPL değerinin (35 dB) üzerindedir. Test 3 kapsamında elde edilen SPL verilerinden maksimum değer 86,9 dB olarak kaydedilirken minimum değer ise 41,1 dB olduğu gözlemlenmiştir.

Kullanıcıların akustik konforunun tayinine yönelik olarak yapılan SPL ölçümleri ile eş zamanlı olarak yapılan, kullanıcıların görsel konforunun tayinini amaçlayan aydınlatma seviyesi ölçümlerine ait verilerin grafiği ise Şekil 6.8’de görülmektedir. Aydınlatma seviyesi ölçümü boyunca toplamda 2393 veri kaydedilmiştir.



Şekil 6.8 Test 4'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri

Şekil 6.8Şekil 6.1’de görülmekte olan Test 4’e ait aydınlatma seviyesi verileri grafiğinde yatay eksen lüksmetre ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam aydınlatma seviyesi verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise aydınlatma seviyesini (Lux) göstermektedir. Grafikteki düz yeşil çizgi, EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değeri olan 300 Lux seviyesini göstermektedir.

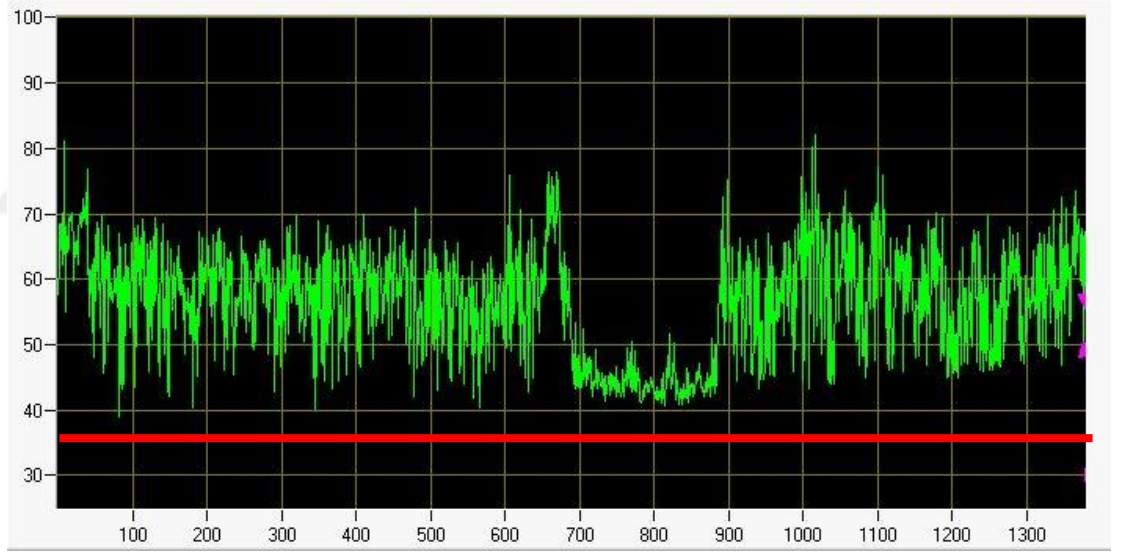
Grafikten de görülebileceği gibi, aydınlatma seviyesi ölçümü esnasında elde edilen veriler test süresince değişkenlik göstermektedir. Elde edilen 2393 adet veriden 2383 tanesi, diğer bir deyişle elde edilen verilerin %99,58’i EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değerinin (300 Lux) altındadır. Geri kalan 10 adet veri, toplam verinin %0,42’lik kısmı, 300 Lux seviyesinin üzerindedir. Test 4 kapsamında elde edilen aydınlatma seviyesi

verilerinden maksimum değer 399,2 Lux olarak kaydedilirken minimum değerin ise 0 Lux olduğu gözlemlenmiştir.

Ölçüm değerlerindeki keskin dalgalanmaya iç ortam koşulları ile ölçüm cihazında yaşanan batarya arızasının da sebep olduğu düşünülmektedir.

6.5. Test 5

12.12.2019 tarihinde yapılan 5 numaralı test kapsamında akustik ve görsel ölçümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcıların buldukları D204 sınıfı içerisindeki akustik konforları ile ilgili olan SPL ölçümüne ait verilerin son grafiği Şekil 6.9’da görünmektedir. Test, 1 saat 55 dakika boyunca yürütülmüş ve toplam 1379 SPL verisi kaydedilmiştir.



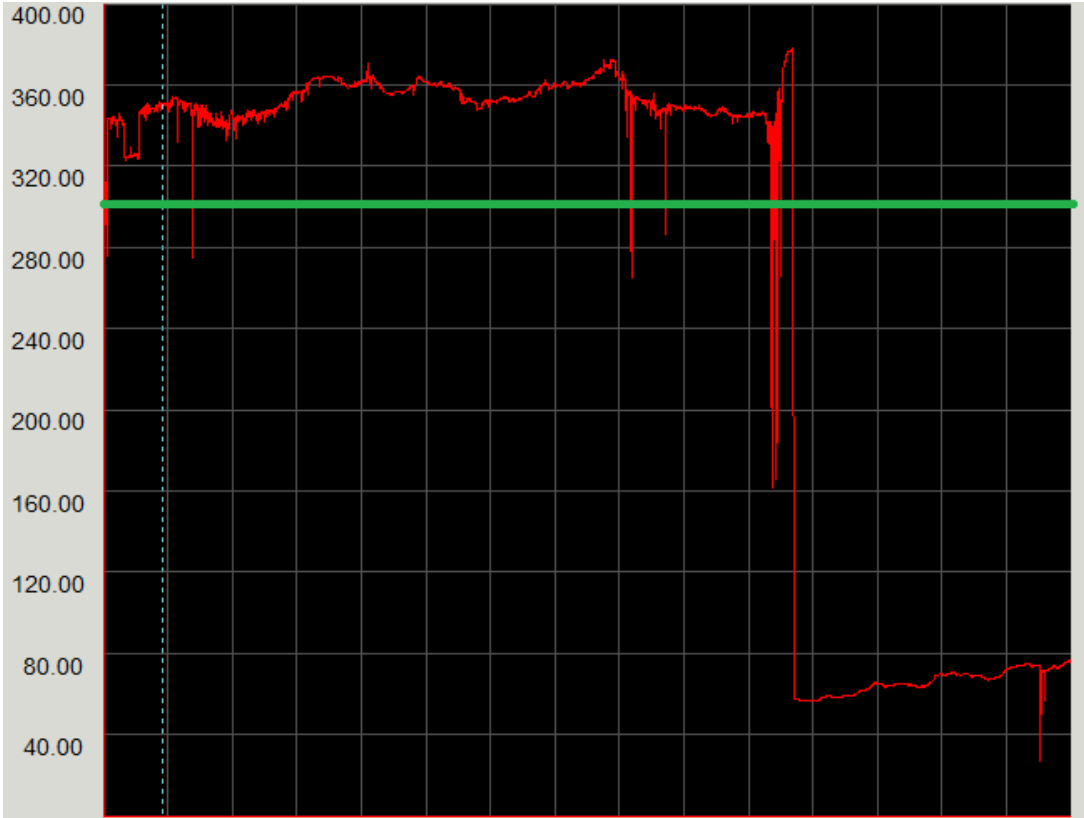
Şekil 6.9 Test 5'e ait SPL verileri

Şekil 6.9 Şekil 6.7’de görülmekte olan Test 5’e ait SPL verileri grafiğinde yatay eksen ses seviyesi ölçüm cihazı tarafından test boyunca toplanan toplam SPL verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise ses seviyesini (dB) göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, SPL ölçümü esnasında elde edilen verilerin %100’ü EN 15251 (2012) standardı tarafından önerilen maksimum SPL değerinin (35 dB) üzerindedir. Test 5 kapsamında elde edilen SPL verilerinden maksimum

değer 82 dB olarak kaydedilirken minimum değer ise 38,9 dB olduğu gözlemlenmiştir.

Kullanıcıların akustik konforunun tayinine yönelik olarak yapılan SPL ölçümleri ile eş zamanlı olarak yapılan, kullanıcıların görsel konforunun tayinini amaçlayan aydınlatma seviyesi ölçümlerine ait verilerin grafiği ise Şekil 6.8'de görülmektedir. Aydınlatma seviyesi ölçümü boyunca toplamda 3731 veri kaydedilmiştir.



Şekil 6.10 Test 5'e ait aydınlatma seviyesi ölçüm verileri

Şekil 6.10 Şekil 6.1'da görülmekte olan Test 5'e ait aydınlatma seviyesi verileri grafiğinde yatay eksen lüksmetre ölçüm cihazı tarafından test boyunca kaydedilen toplam aydınlatma seviyesi verisi sayısını göstermektedir. Grafiğin sol tarafında bulunan dikey eksen ise aydınlatma seviyesini (Lux) göstermektedir. Grafikteki düz yeşil çizgi, EN 12464-1 (2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değeri olan 300 Lux seviyesini göstermektedir.

Grafikten de görülebileceği gibi, aydınlatma seviyesi ölçümü esnasında elde edilen verilerin test süresince değişiklik göstermektedir. Elde edilen 3731 adet veriden 1094 tanesi, diğer bir deyişle elde edilen verilerin %29,32'si EN 12464-1

(2011) standardı tarafından önerilen minimum aydınlatma seviyesi değerin (300 Lux) altındadır. Geri kalan 2637 adet veri, toplam verinin %70,68'lik kısmı, 300 Lux seviyesinin üzerindedir. Test 5 kapsamında elde edilen aydınlatma seviyesi verilerinden maksimum değer 377,7 Lux olarak kaydedilirken minimum değerin ise 26,9 Lux olduğu gözlemlenmiştir.



7. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, İzmir ili Bornova ilçesi sınırlarında yer alan Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ndeki bir derslik test alanı seçilerek, eğitim binalarında bina kullanıcı pozisyonunda yer alan öğrencilerin, dersliklerde ders esnasında tecrübe ettikleri görsel ve akustik konfor koşullarının tayini ve olası iyileştirme fırsatlarının gözler önüne serilmesi amaçlanmıştır.

Testler, eğitim binasında en yoğun olarak kullanılan, en fazla ışık alan, hem yapay hem doğal aydınlatmaya sahip olan, ara kat olan 2. katta yer alan ve güney cephede bulunan D204 sınıfında gerçekleştirilmiştir.

Yapılan objektif ölçümlerin yanı sıra, kullanıcıların görsel ve akustik konforunun değerlendirilebilmesi adına referans değer ve aralıklarını sunan sırasıyla EN12464-1 (2011) ve EN15251 (2012) standartlarına başvurulmuştur. Ölçümlerden elde edilen veriler toplanarak standartlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonuçları, kullanıcıların iç ortam koşulları hakkında nesnel bir bilgi sunabilmek adına analiz edilmiştir.

Yapılan analiz sonrasında ortaya çıkan sonuç şu şekilde özetlenebilir:

- Objektif ölçümler sonucu elde edilen tüm aydınlık seviyesi verilerinin toplamının %47'si EN12464-1 (2011) standardına göre sınıflar ve derslikler gibi eğitim öğretimin yapıldığı alanlar için önerilen aralıkların içerisinde.

- Ses seviyesi ölçümleri sonucunda elde edilen SPL verilerinin ise %100'ü EN 15251 (2012) standardı tarafından sınıflar için önerilen maksimum değeri aşmaktadır.

Bu çalışma kapsamında yapılan ölçümlere ait özet bilgiler akustik konfor ve görsel konfor için ayrı ayrı Tablo 7.1 ve Tablo 7.2'de verilmiştir.

Tablo 7.1 Akustik Konfor Özet Tablosu

Akustik Konfor (dB)						
Test No	Tarih	Toplam Veri Sayısı	Minimum Değer	Ortalama Değer	Maksimum Değer	Standarta Uygunluk
1	24.10.2019	1794	38,2	59,9	82,5	0%
2	31.10.2019	1961	40,1	56	77,5	0%
3	14.11.2019	575	44,4	59,7	73,4	0%
4	28.11.2019	758	41,1	58,3	86,9	0%
5	12.12.2019	1379	38,9	56,5	82	0%

Tablo 7.2 Görsel Konfor Özet Tablosu

Görsel Konfor (Lux)						
Test No	Tarih	Toplam Veri Sayısı	Minimum Değer	Ortalama Değer	Maksimum Değer	Standarta Uygunluk
1	24.10.2019	4357	314	561,6	1120	100,00%
2	31.10.2019	4891	31,5	228,3	318,3	0,25%
3	14.11.2019	3821	198,3	300,5	399,9	53,15%
4	28.11.2019	2393	0	187,9	399,2	0,42%
5	12.12.2019	3731	26,9	269,8	377,7	70,68%

Ölçümlerden elde edilen verilerdeki dalgalanmanın ana sebepleri dış ortam kaynaklı birtakım etkiler dikkat çekmiştir. Görsel konfor açısından bakıldığında, havada meydana gelen ani bulutlanmalar ve kullanıcıların nadiren de olsa hareketlenmeleri ile yarattıkları gölgeler bunlara örnek verilebilir. Akustik konfor açısından ise dış ortam kaynaklı düzensiz gürültüler ve kullanıcıların konuşmalarındaki ses seviyelerindeki düzensiz değişim örnek verilebilmektedir.

Bu çalışmanın bulguları, seçilen örnek test alanında kullanıcıların görsel konforu açısından yaklaşıldığında, aydınlatma seviyelerinin akustik konforu etkileyen ses şiddeti seviyelerine göre daha kabul edilebilir olduğunu gözler önüne sermektedir. Öte yandan, SPL değerlerinin istikrarlı bir şekilde olması gereken seviyenin üzerinde olduğunu göstermektedir.

Test alanı için kullanıcıların iç ortam akustik konforunda yaşanan bu negatif durumun düzeltilmesi, kullanıcıların akustik konforunun iyileştirilmesi için

atılabilecek bazı adımlar mevcuttur. Dersliklerdeki tavan, taban ve duvar gibi yüzeylerin gürültüyü yansıtıcı yüzeyler yerine gürültü emici yüzey malzemeleri ile kaplanması, dış ortamdan gelen gürültünün minimuma indirilebilmesi adına daha güçlü ses yalıtımı sağlayan dış yüzey kaplama ve cam malzeme kullanılması, derslerin gruplara bölünerek derslik içerisinde bulunan kişi sayısının azaltılması gibi adımlar yaşanan gürültü problemine çözüm olabilecek nitelikte örneklerdir.

Çalışma kapsamında testlerin yapıldığı, söz konusu Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü derslik binasına ait D204 nolu sınıfının kullanıcılar için akustik konfora nazaran daha kabul edilebilir seviyelerde görsel konfor koşullarına sahip olmasının ardında bazı ana faktörler bulunmaktadır. Aynı zamanda görsel konfor koşullarının iyileştirilmesi amaçlanan başka eğitim binalarında da önem verilmesi gereken bu faktörler şunlardır:

- Yenilenmiş, yüksek güçlü, yeterli sayı ve aralıktaki LED lambalar
- Sınıfın güney cephede yer alarak güneş ışığından faydalanması
- Güneş ışığının sınıfı rahatça aydınlatabilmesine olanak sağlayan geniş açıklıklı pencereler
- Hem suni hem de doğal aydınlatma kaynaklarından gelen ışıkların sınıf içerisinde sönmürlenmeden varlığını koruyabilmesini sağlayan yansıtıcı yüzeyler
- Işığı sönmüleyen karanlık tonlar yerine daha açık tonlarda duvar boyası, zemin kaplama malzemesi gibi iç mimari unsurlar

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, özellikle eğitim binaları olmak üzere bina kullanıcılarının akustik ve görsel konforları kapsamında geniş çaplı değerlendirme ve iyileştirmeler yapmayı planlayan kurum, kuruluş ve otoriteler için bir rehber niteliği taşımaktadır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan, akustik ve görsel konfor koşulları açısından iyi ve kötü olarak değerlendirilebilecek iç ortamların karakteristik özelliklerine bakılarak bu anlamda yeni yapılacak olan tasarım ve iyileştirmeler için bilgi sahibi olunabilir.

Bu çalışmanın kısıtı bulguların bir binaya dayanmasıdır. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalar ölçümlerle eşzamanlı olarak anket yapabilir ve bu çalışmanın sonuçlarını doğrulamak için daha fazla bina içerebilir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

Akboğa Kale, Ö., Bayram Temiz, İ., & Baradan, S. (2016). Laboratuvar Gürültü Maruziyeti: İnşaat Mühendisliği Bölüm Laboratuvarları Örneği.

Akça, A. (2009). Afyonkarahisar Şehir Merkezi Gürültü Haritasının Oluşturulması ve Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Aktaş, İ. (2012). Dinamik aydınlatmanın insan sağlığı üzerindeki etkileri. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Alkan, İ. (2010). Ofis mekanlarında ışık ve renk ilişkisinin görsel konfora etkisi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Alonso, A., Suárez, R., Patricio, J., Escandón, R., & Sendra, J. J. (2021). Acoustic retrofit strategies of windows in facades of residential buildings: Requirements and recommendations to reduce exposure to environmental noise. *Journal of Building Engineering*, 41, 102773. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102773>

Altuncu, D., & Tansel, B. (2009). Aydınlatma kontrol sistemlerinin hastanelerde kullanımı. *Tasarım+ Kuram*, 5(8), 116–143.

Antunes, L. N., & Ghisi, E. (2020). Water and energy consumption in schools: case studies in Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, 22(5), 4225–4249. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00380-x>

Aşçigil, M. (2009). Karayolu Gürültü Haritalarının Hazırlanması: İstanbul Zincirlikuyu Maslak Ulaşım Hattı Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Aslan, Ç. (2009). Yerleşim Alanlarındaki Eğlence Yerlerinde Gürültü Ölçümü ve Değerlendirilmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

Avcı, A. N. (2017). Effects of illuminance levels of solid state lighting sources on visual comfort. Çankaya Üniversitesi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Aydın, B. (2015). Bir üniversite kampus alanında gürültü haritasının çıkarılması itü maslak kampusü örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)

Bayazıt, N. (1982). Planlamaya ve tasarlamaya katılma. İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Bayo, M. V., García, A. M., & García, A. (1995). Noise levels in an urban hospital and workers' subjective responses. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 50(3), 247–251.

Bayramoğlu, E., Özdemir Işık, B., & Demirel, Ö. (2014). GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİNİN KENT PARKLARINA ETKİSİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ: TRABZON KENTİ ÖRNEĞİ. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 9, 35–42.

Behar-Cohen, F., Martinsons, C., Viénot, F., Zissis, G., Barlier-Salsi, A., Cesarini, J. P., Enouf, O., Garcia, M., Picaud, S., & Attia, D. (2011). Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? *Progress in retinal and eye research*, 30(4), 239–257.

Benedetto, S., Carbone, A., Draï-Zerbib, V., Pedrotti, M., & Baccino, T. (2014). Effects of luminance and illuminance on visual fatigue and arousal during digital reading. *Computers in human behavior*, 41, 112–119.

Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., & Organization, W. H. (1999). Guidelines for community noise.

Bluyssen, P. M. (2013). *The Healthy Indoor Environment*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315887296>

Bostancı Baskan, T., & Şerefhanoglu Sözen, M. (2014). Dersliklerde aydınlatma ve kullanıcı değerlendirmesine bir örnek. EMO.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Boyce, P., Hunter, C., & Howlett, O. (2003). The benefits of daylight through windows troy. Rensselaer Polytechnic Institute, New York.

Boyce, P., & Raynham, P. (2009). SLL lighting handbook. CIBSE.

Boyce, P., Veitch, J. A., Newsham, G. R., Myer, M., Hunter, C., Heerwagen, J. H., & Jones, C. C. (2003). Lighting quality and office work: A field simulation study. lighting research and technology.

Çalkın, Y., & Türkoğlu, A. K. (2011). Aydınlatmanın Tarihi Gelişimi. Bilim Teknik Dergisi, 526, 80–83.

Camkurt, M. Z. (2007). İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerindeki etkisi. TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 21(1), 80–106.

Çelik, B. D. (2009). Bayrampaşa Tem Otoyolu - Sağmalcılar Mevkii Gürültü Haritasının Hazırlanması ve Çevre Gürültüsünün Değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Çete, N. (2004). Çalışma ortamlarında verimliliğin artırılmasının büro mekânlarıyla ilişkilendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Çevre ve Orman Bakanlığı. (2010). Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. İçinde 04.06.2010 Tarih ve 27601 Sayılı Resmi Gazete.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (30082. baskı).

Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2018). İzmir İli 2018 Çevre Durum Raporu.

Christensen, M. (2005). What knowledge do ICU nurses have with regard to the effects of noise exposure in the Intensive Care Unit? Intensive and Critical Care Nursing, 21(4), 199–207.

CIEDIS017/E. (2016). International Lighting Vocabulary.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

COHSR-928-1-IPG-039. (2009). MEASUREMENT OF LIGHTING LEVELS IN THE WORK PLACE.

Cowan, J. P. (1993). Handbook of environmental acoustics. John Wiley & Sons.

D’Orazio, D., Montoschi, F., & Garai, M. (2020). Acoustic comfort in highly attended museums: A dynamical model. Building and Environment, 183, 107176. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107176>

Demirdeş, H. (1993). Uygun aydınlatma bileşenleri. Kaynak Elektrik Dergisi, 6, 68.

DiLaura, D. L., Houser, K. W., Mistrick, R. G., & Steffy, G. R. (2011). Illuminating Engineering Society the lighting handbook. Reference and Application, 2.

DIN 4109-1:2018-01. (2018). Binalarda Ses İzolasyonu – Part 1: Minimum gereksinimler. <https://dx.doi.org/10.31030/2764537>

Du, X., Zhang, Y., & Zhao, S. (2022). Research on interaction effect of thermal, light and acoustic environment on human comfort in waiting hall of high-speed railway station. Building and Environment, 207, 108494. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108494>

Dünya Sağlık Örgütü. (2022). www.who.int.

EN12193. (2007). Light and lighting — Sports lighting.

EN12464-1. (2011a). Işık ve aydınlatma — İş yerlerinin aydınlatılması — Bölüm 1: Kapalı çalışma yerleri.

EN12464-1. (2011). Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places.

EN12464-2. (2007). Light and lighting — Lighting of work places — Part 2: Outdoor work places.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

EN12665. (2011). Light and lighting - Basic terms and criteria for specifying lighting requirements.

EN13032-1. (2012). Light and lighting — Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires-Part 1: Measurement and file format.

EN13032-2. (2017). Light and lighting — Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires-Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places.

EN15193. (2007). Energy performance of buildings — Energy requirements for lighting.

EN15251. (2012). Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.

Engin, U. (2019). Op-Art Optik Sanat Akımının Görsel Algı ve Grafik Tasarım Kavramları Açısından Tanımlanması. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17, 231–258.

ENISO9241-307. (2008). Ergonomics of human-system interaction — Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays.

Erlalelitepe, İ., Aral, D., & Kazanasmaz, Z. T. (2011). Eğitim yapılarının doğal aydınlatma performansı açısından incelenmesi. *Megaron*.

Fakhari, M., Vahabi, V., & Fayaz, R. (2021). A study on the factors simultaneously affecting visual comfort in classrooms: A structural equation modeling approach. *Energy and Buildings*, 249, 111232. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111232>

Frontczak, M., Andersen, R. V., & Wargocki, P. (2012). Questionnaire survey on factors influencing comfort with indoor environmental quality in Danish housing. *Building and Environment*, 50, 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.10.012>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Geng, Y., Hong, B., Du, M., Yuan, T., & Wang, Y. (2022). Combined effects of visual-acoustic-thermal comfort in campus open spaces: A pilot study in China's cold region. *Building and Environment*, 209, 108658. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108658>

Giray, E. (2009). Dinamik aydınlatma ve uygulaması. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Gns Solar. (2022). <https://www.gnssolar.com/icerik/860/turkiye-gunes-haritasi>.

Göker, M. K. (2002). İçmimarlık – tasarımda aydınlatma; ilke-sistem-tasarım bağıntısı. Marmara Üniversitesi.

Gopinath, B., Thiagalingam, A., Teber, E., & Mitchell, P. (2011). Exposure to workplace noise and the risk of cardiovascular disease events and mortality among older adults. *Preventive medicine*, 53(6), 390–394.

Görmez, K. (2003). Çevre Sorunları ve Türkiye (Üçüncü Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti.

Harris, M. (1979). *Handbook of Noise Control* McGraw-Hill. New York, 15.

Hasgür, İ. (1998). Gürültü kirliliğinin Türk mevzuatındaki yeri. *Çevre Dergisi*, 1, 31–33.

Huang, L., Zhu, Y., Ouyang, Q., & Cao, B. (2012). A study on the effects of thermal, luminous, and acoustic environments on indoor environmental comfort in offices. *Building and Environment*, 49(1), 304–309. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.022>

Hwang, T., & Jeong Tai Kim. (2011). Effects of Indoor Lighting on Occupants' Visual Comfort and Eye Health in a Green Building. *Indoor and Built Environment*, 20(1), 75–90. <https://doi.org/10.1177/1420326X10392017>

İnceoğlu, N. (1982). Mimarlıkta bina programlama olgusu. İTÜ.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Innes, M. (2012). Lighting for interior design. Hachette UK.

Irvine, L. K., & Richards, R. L. (1998). Acoustics and noise control handbook for architects and builders. Krieger Publishing Company Malabar FL,, USA.

ISO 8995:2002 CIE S 008 / E:2001. (2001). Lighting of indoor work places.

ISO10551. (2019). Ergonomics of the physical environment - Subjective judgement scales for assessing physical environments.

ISO1996-2. (2007). Acoustics - Description, measurement and assesment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels.

ISO3864-1. (2011). Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas.

Kaczmarska, A., & Łuczak, A. (2007). A study of annoyance caused by low-frequency noise during mental work. International journal of occupational safety and ergonomics, 13(2), 117–125.

Kavraz, M. (2015). GÜRÜLTÜ DÜZEYLERİNİN İÇ MEKANLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ - KTÜ KANUNİ KAMPÜSÜ ÖRNEĞİ. Journal, 3(3), 597–601.

Keskin, O. (2014). Havalimanı Gürültü Haritalarının Çıkarılması: İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Ketizmen, G. (2003). Mimari tasarım stüdyosunda çalışma yöntemleri: Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü örneği. Ege Mimarlık, 32–34.

Kocabey, S. (2008). İç hacimlerde aydınlık düzeyi dağılımının bulunması ve sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi. Marmara Üniversitesi (Turkey).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kong, Z., Zhang, R., Ni, J., Ning, P., Kong, X., & Wang, J. (2022). Towards an integration of visual comfort and lighting impression: A field study within higher educational buildings. *Building and Environment*, 216, 108989. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108989>

Kramer, B., Joshi, P., & Heard, C. (2016). Noise pollution levels in the pediatric intensive care unit. *Journal of Critical Care*, 36, 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.06.029>

Küçükdoğu, M. Ş. (1976). İklimsel konfor ve aydınlık seviyesine bağlı görsel konfor gereksinimleri açısından, pencerelerin tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem. İTÜ Mimarlık Fakültesi.

Kuri, A. B., & Pérez R., S. J. (2022). Acoustic study and architectural proposals to improve acoustic comfort in a university campus of Mexico City. *Applied Acoustics*, 185, 108416. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108416>

Labeodan, T., Zeiler, W., Boxem, G., & Zhao, Y. (2015). Occupancy measurement in commercial office buildings for demand-driven control applications - A survey and detection system evaluation. *Energy and Buildings*, 93, 303–314. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.028>

Lechner, N. (2009). *Heating, Cooling, Lighting Sustainable Design Methods For Architect*. John.

Lee, M. C., Mui, K. W., Wong, L. T., Chan, W. Y., Lee, E. W. M., & Cheung, C. T. (2012). Student learning performance and indoor environmental quality (IEQ) in air-conditioned university teaching rooms. *Building and Environment*, 49(1), 238–244. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.10.001>

Li, D. H. W., & Tsang, E. K. W. (2005). An analysis of measured and simulated daylight illuminance and lighting savings in a daylit corridor. *Building and Environment*, 40(7), 973–982. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.09.007>

Loe, D. L. (2016). Light, vision and illumination: The interaction revisited. *Lighting Research & Technology*, 48(2), 176–189.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Lourenço, P., Pinheiro, M. D., & Heitor, T. (2019). Light use patterns in Portuguese school buildings: User comfort perception, behaviour and impacts on energy consumption. *Journal of Cleaner Production*, 228, 990–1010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.144>

M. ElBatan, R., & Ismael, W. S. E. (2021). Applying a parametric design approach for optimizing daylighting and visual comfort in office buildings. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(3), 3275–3284. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.02.014>

Mavruk, A. (2005). Yüreğir ve seyhan (adana) ilçelerinde ana arterlerdeki toz ve gürültü dağılım haritalarının hazırlanması. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 128.

Moazzeni, M. H., & Ghiabaklou, Z. (2016). Investigating the influence of light shelf geometry parameters on daylight performance and visual comfort, a case study of educational space in Tehran, Iran. *Buildings*, 6(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/buildings6030026>

Morgan, C. T. (1984). Psikolojiye Giriş (8. Baskı).

Nassiri, P., Heidari, H. R., Khadem, M., RAHIMIFARD, H., & ROSTAMI, E. (2014). Assessment of noise annoyance and its effects on healthcare staff based on sound pressure level and annoyance scale. *International Journal of Occupational Hygiene*, 6(1), 23–30.

Negiloni, K., Ramani, K. K., & Sudhir, R. R. (2019). Environmental factors in school classrooms: How they influence visual task demand on children. *PLoS ONE*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210299>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Oral, G. K., Yener, A. K., & Bayazit, N. T. (2004). Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. *Building and Environment*, 39(3), 281–287. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00141-0](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00141-0)

Özçevik, A. (2005). Mimari Tasarım Stüdyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek. Anadolu Üniversitesi.

Özgen, Ö. (2010). Demiryolu gürültüsü ve etkili önlemlerin incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özkum, E. (2011). Doğal ve yapay aydınlatmanın insan psikolojisi üzerindeki etkileri. Marmara Üniversitesi (Turkey).

Özmen, A. (2014). Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Hükümlerinin Örneklerle ve Saha Uygulamalarıyla Açıklanması. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı .

Paşaoğlu, A. (2013). Eyüp Hasdal-Kemerburgaz Yolu Göktürk mevkiinde otoyoldan kaynaklanan çevresel gürültünün değerlendirilmesi, gürültü haritasının hazırlanması ve gürültü perdesi modeli. Bahçeşehir Üniversitesi.

Rashwan, A., El Gizawi, L., & Sheta, S. (2019). Evaluation of the effect of integrating building envelopes with parametric patterns on daylighting performance in office spaces in hot-dry climate. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 551–557. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.05.007>

Rizi, R. A., & Eltaweel, A. (2021). A user detective adaptive facade towards improving visual and thermal comfort. *Journal of Building Engineering*, 33, 101554. <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101554>

Ru, T., de Kort, Y. A. W., Smolders, K. C. H. J., Chen, Q., & Zhou, G. (2019). Non-image forming effects of illuminance and correlated color temperature of office light on alertness, mood, and performance across cognitive domains. *Building and Environment*, 149(August 2018), 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.002>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ryherd, E. E., Wayne, K. P., & Ljungkvist, L. (2008). Characterizing noise and perceived work environment in a neurological intensive care unit. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(2), 747–756.

Sabuncu, H. (1998). Fiziksel Etkilere Bağlı Meslek Hastalıkları. İçinde Türk Tabipler Birliği Yayını (ss. 207–226).

Şerefhanoglu Sözen, M. (2003). AYDINLATMA TASARIMINDA MİMARIN ve ELEKTRİK MÜHENDİSİNİN ROLÜ. EMO.

Sezek, H. (2009). İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Gürültü Ölçümleri, Kişisel Maruziyet Hesaplama, Kullanılacak Kulak Koruyucu Seçimmi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 10–13.

Shafavi, N. S., Zomorodian, Z. S., Tahsildoost, M., & Javadi, M. (2020). Occupants visual comfort assessments: A review of field studies and lab experiments. *Solar Energy*, 208, 249–274. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.058>

Shi, L., Zhang, Y., Wang, Z., Cheng, X., & Yan, H. (2021). Luminance parameter thresholds for user visual comfort under daylight conditions from subjective responses and physiological measurements in a gymnasium. *Building and Environment*, 205, 108187. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108187>

Stansfeld, S., & Clark, C. (2019). Mental health effects of noise.

Suk, J. Y. (2019). Luminance and vertical eye illuminance thresholds for occupants' visual comfort in daylit office environments. *Building and Environment*, 148(October 2018), 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.058>

Tang, H., Ding, Y., & Singer, B. (2020). Interactions and comprehensive effect of indoor environmental quality factors on occupant satisfaction. *Building and Environment*, 167(September 2019), 106462. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106462>

Tomtom. (2022). <https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/>.

TS 2607 ISO 1999. (1999). Akustik – İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini.

TS EN ISO 11201. (2012). Akustik – Makina ve donanımdan yayılan gürültü – İhmal edilebilir düzeydeki çevresel düzeltmelerle yansıtıcı bir düzlem üzerinde esas olarak açık bir alandaki iş mahallinde ve belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini.

TS EN ISO 11202:05.06.2012. (2012). Akustik - Makina ve donanımdan yayılan gürültü - Bir iş istasyonundaki ve benzer çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini.

TS EN ISO 11204:12.04.2012. (2012). Akustik - Makina ve donanımdan yayılan gürültü - Bir iş istasyonundaki ve doğru çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini.

TS EN ISO 16032:2004. (2004). Akustik-Yapılarda hizmet donanımlarından kaynaklanan ses basınç seviyelerinin ölçülmesi-Mühendislik yöntemi.

TS EN ISO 9612-2009. (2009). Akustik - Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi - Mühendislik Metodu.

TSISO1996-2. (2009). Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels.

Türkekul, Ö. (2012). Measurement and management of noise pollution of entertainment places in İzmir . Dokuz Eylül Üniversitesi.

Turunen, M., Toyinbo, O., Putus, T., Nevalainen, A., Shaughnessy, R., & Haverinen-Shaughnessy, U. (2013). Indoor environmental quality in school buildings, and the health and wellbeing of students. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(7), 733–739. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.03.002>

Ünver, B. (1995). Madencilik faaliyetleri sırasında oluşan gürültünün işçi sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin incelenmesi. Uluslararası Madencilikte İşçi Sağlığı ve Çevre Konferansı, 83–98.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ünver, R. (1984). Yapıların içinde ışık-renk ilişkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Ünver, R. (2001). İç mekandaki gölgelerin düzenlenmesi. Tasarım Dergisi, ISSN, 1300–7351.

Van Bommel, W. J. M., & Van den Beld, G. J. (2004). Lighting for work: a review of visual and biological effects. *Lighting research & technology*, 36(4), 255–266.

VDI 4100. (2012). Binalarda odalar arası ses yalıtımı – Konutlar – Odalar arası geliştirilmiş ses izolasyonu için öneri ve değerlendirmeler.

Vimalanathan, K., & Babu, T. R. (2014). The effect of indoor office environment on the work performance, health and well-being of office workers. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40201-014-0113-7>

Wagiman, K. R., Abdullah, M. N., Hassan, M. Y., & Radzi, N. H. M. (2019). A review on sensing-based strategies of interior lighting control system and their performance in commercial buildings. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 16(1), 208–215. <https://doi.org/10.11591/IJEECS.V16.I1.PP208-215>

Weale, R. A. (1992). *The senescence of human vision*. Oxford University Press, USA.

Wijewardane, M. A., Sudasinghe, S. A. N. C., Punchihewa, H. K. G., Wickramasinghe, W. K. D. L., & Philip, S. A. (2018). Experimental Investigation of Visual Comfort Requirement in Garment Factories and Identify the Cost Saving Opportunities. 12(6), 671–676.

Wong, L. T., Mui, K. W., & Hui, P. S. (2008). A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices. *Building and Environment*, 43(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.001>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Wu, Yue, Kang, J., Zheng, W., & Wu, Y. (2020). Acoustic comfort in large railway stations. *Applied Acoustics*, 160, 107137. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107137>

Wu, Yujie, Kämpf, J. H., & Scartezzini, J.-L. (2019). Design and validation of a compact embedded photometric device for real-time daylighting computing in office buildings. *Building and Environment*, 148, 309–322. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.11.016>

Yerli, Ö., & Demir, Z. (2015). Otoban Gürültüsünün Dinlenme Tesislerine Etkisi: İstanbul-Ankara Otoyolu Örneği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 1–15.

Yüksel Can, Z., & Özçevik, A. (2012). Hacim akustiği kuramı ders notları. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Zanon, Callegaro, & Albatici. (2019). A Novel Approach for the Definition of an Integrated Visual Quality Index for Residential Buildings. *Applied Sciences*, 9(8), 1579. <https://doi.org/10.3390/app9081579>

TEŞEKKÜR

Bu alıőma sũresince tũm yardımseverliği ile bana kolaylık sağlamak için elinden geleni ardına koymayan, engin bilgisi ile bana yol gũsteren kıymetli danışmanım Doç. Dr. Gũlben ÇALIŞ'a, her zaman pozitif enerjileri ile yanımda olup bana fikir ve bilgi veren Yũksek İnaőat Mũhendisi Merve KURU ve Yũksek İnaőat Mũhendisi Ezgi KOCAMAN'a teőekkũrũ bir borç bilirim. Bu alıőma sũresince de hayatım boyunca olduğu gibi benden desteklerini esirgemeyen canım aileme ve yoğun çalıőmalarım sırasında bana sabır gũsteren, her zaman yanımda olan sevgili eşim Gamze'ye teőekkũr ederim.

07 / 02 / 2023

İmzası

Onurcan ONUR

8. ÖZGEÇMİŞ

Onurcan ONUR, 2014 yılında Mersin Hacı Sabancı Anadolu Lisesi'ni bitirip aynı yıl Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başlamıştır. Eğitimi sırasında Folkart Yapı A.Ş.'ye ait Time ve Vega şantiyelerinde stajlarını tamamlamıştır. Lisans eğitimi devam ederken Amerika Birleşik Devletleri'nde Work&Travel öğrenci değişim programına katılmış, sonrasında da Litvanya'da Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesinde Erasmus+ yapmıştır. 2019 yılında lisans diplomasını alıp aynı yıl Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Halihazırda Akkuyu Nükleer Güç Santrali projesinde teknik ofis mühendisi olarak çalışmaktadır.

