

T.C.
ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN AKUSTİK KONFOR
KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ:
ANTALYA SERBEST BÖLGE ÖRNEĞİ

Oğuzhan TUTANÇ

OCAK 2025

ANTALYA

T.C.
ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN AKUSTİK KONFOR
KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ:
ANTALYA SERBEST BÖLGE ÖRNEĞİ

Oğuzhan TUTANÇ

OCAK 2025

ANTALYA

T.C.
ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN AKUSTİK KONFOR
KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ:
ANTALYA SERBEST BÖLGE ÖRNEĞİ

Oğuzhan TUTANÇ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI MİMARLIK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI tezi olarak 22/01/2025 tarihinde jüri tarafından (oybirliği ile) kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Oya BABACAN (Danışman)

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Mine AŞÇIGİL DİNÇER

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. İbrahim Sani MERT

Tez Teslim Tarihi:

BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tersane Yapılarındaki Açık Planlı Ofislerin Akustik Konfor Koşullarının Değerlendirilmesi: Antalya Serbest Bölge Örneği” adlı bu çalışmanın hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, bu çalışmanın herhangi bir kısmının başka bir akademik çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

22/01/2025

Oğuzhan TUTANÇ



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.2. Açık Planlı Ofislerin Akustik Sorunları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	4
1.3. Çalışmanın Yöntemi.....	18
1.3.1. Anket Yöntemi	19
1.3.2. Ölçüm Yöntemi	19
1.3.3. Simülasyon Yöntemi	19
2. AÇIK PLANLI OFİSLERİN KONFOR KOŞULLARI VE AKUSTİK TASARIMI	20
2.1. Ofis Kavramı ve Plan Tiplerinin Genel Özellikleri.....	20
2.1.1. Hücre (Geleneksel) Planlı Ofis.....	20
2.1.2. Açık Planlı Ofis	21
2.1.3. Serbest Düzenli Ofis	22
2.1.4. Karma Düzenli Ofis	23
2.1.5. Grup Düzenli Ofis	23
2.2. Açık Planlı Ofislerin Konfor Koşullarına İlişkin Gereksinimler	24
2.2.1. Akustik Konfor	24
2.2.2. Aydınlatma	25
2.2.3. Isıl Konfor	25
2.2.4. İç Mekân Hava Kalitesi	25
2.2.5. Mahremiyet	26
2.3. Açık Planlı Ofislerdeki Gürültü Kaynakları	26
2.3.1. Yapı Dışı Gürültü Kaynakları	26
2.3.2. Yapı İçi Gürültü Kaynakları	27
2.4. Açık Planlı Ofislerde Sesin Yayılma Yolları	28
2.4.1. Sesin Yansıması	28

2.4.2. Sesin Saçılması	29
2.4.3. Sesin Yutulması	30
2.4.4. Sesin Kırınımı	30
2.4.5. Sesin Geçmesi	31
2.5. Açık Planlı Ofislerde Gürültü Kontrolü	31
2.5.1. Kaynakta Kontrol	31
2.5.2. Kaynak ile Alıcı Arasında Kontrol	32
2.5.2.1. Hacim Boyutları	32
2.5.2.2. Tefriş Düzeni	32
2.5.2.3. Bölücü Elemanlar	33
2.5.2.4. Tavan Tasarımı	36
2.5.2.5. Hacmin Toplam Yutuculuğu	37
2.5.2.6. Ses Maskeleye Sistemleri	37
2.5.3. Alıcıda Kontrol	39
2.6. Açık Planlı Ofislerin Akustik Tasarımı ile İlgili Parametreler	39
2.6.1. Arka Plan Gürültü Düzeyi	39
2.6.2. Konuşma Berraklığı (C_{50})	39
2.6.3. Mesafenin Her İki Katında Sesin Mekânsal Bozunma Oranı (DL_2)	40
2.6.4. Serbest Alana Göre Ses Seviyesinin Fazlalığı (DL_f)	40
2.6.5. Erken Sönümlenme Süresi (EDT)	41
2.6.6. Çınlama Süresi (RT)	41
2.6.7. Konuşma Anlaşılabilirlik İndeksi (SII)	42
2.6.8. Gizlilik İndeksi (PI)	42
2.6.9. Konuşma İletim İndeksi (STI)	43
2.7. Açık Planlı Ofislerin Akustik Tasarımı ile İlgili Mevzuat ve Standartlar	44
2.7.1. Ulusal Mevzuat ve Standartlar	44
2.7.1.1. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik	44
2.7.1.2. TS EN ISO 3382-3	48
2.7.1.3. TS EN ISO 717-1	48
2.7.2. Uluslararası Mevzuat ve Standartlar	49

3. TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ İNCELENMESİ	52
3.1. Çalışma Kapsamında İncelenen Açık Planlı Ofislerle İlgili Genel Bilgiler.....	53
3.1.1. Tersane 1	53
3.1.2. Tersane 2	55
3.1.3. Tersane 3	61
3.1.4. Tersane 4	64
3.1.5. Tersane 5	67
3.2. Açık Planlı Ofislerin Akustik Koşullarının Belirlenmesi.....	69
3.2.1. Anket Çalışması	70
3.2.2. Gürültü Ölçümleri	71
3.2.3. Simülasyon Çalışması	73
4. TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN ANKET ÖLÇÜM VE SİMÜLASYON SONUÇLARI.....	80
4.1. Anket Sonuçları	80
4.2. Ölçüm Sonuçları	99
4.3. Simülasyon Sonuçları	101
4.3.1. Tersane 1	101
4.3.2. Tersane 2	104
4.3.3. Tersane 3	108
4.3.4. Tersane 4	110
4.3.5. Tersane 5	113
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	116
5.1. Sonuç.....	116
5.1.1. Tersane 1	116
5.1.2. Tersane 2	117
5.1.3. Tersane 3	118
5.1.4. Tersane 4	119
5.1.5. Tersane 5	120
5.2. Değerlendirme ve Öneriler.....	121
KAYNAKÇA.....	124
EK 1. ETİK KURULU ONAYLI ANKET ÖRNEĞİ.....	131

ÖZET

TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ANTALYA SERBEST BÖLGE ÖRNEĞİ

Oğuzhan TUTANÇ

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Oya BABACAN

Ocak 2025; 159 sayfa

Gürültü, insanların konforunu ve yaşam kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir unsurdur. Uzun süre gürültüye maruz kalınması durumunda hem fiziksel hem de psikolojik sağlık problemleri meydana gelmektedir. İnsanların zamanlarının büyük bir bölümünü geçirdiği ve fiziki konfor koşullarının önemli olduğu mekânlardan biri ofis yapılarıdır. Tarihsel süreçte ilk ofis yapıları olan hücre planlı ofisler zaman içerisinde yerini, açık planlı ofislere bırakmıştır. Alanın verimli kullanılması, çalışanlar arasındaki iletişimi kuvvetlendirmesi ve birimler arası bilgi paylaşımını kolaylaştırması gibi avantajları bulunmasına rağmen, çalışanların iş performansına olumsuz etkileri ve işitsel problemler üzerine de çeşitli tartışmalar bulunmaktadır.

İçerisinde açık planlı ofisleri barındıran ve gürültünün önemli bir fiziksel parametre olduğu iş kolundan biri gemi inşaatı sektörüdür. Bu sektörde, tekne üretim aşamalarının her birinde gürültü maruziyetinin çok yüksek olduğu bilinmektedir. Tersaneler gibi büyük üretim alanları içerisinde konumlandırılan açık planlı ofislerde, üretim sürecinden kaynaklanan işitsel sorunlar yaşanması da olası bir durumdur. Bu tez çalışmasında, tersane içerisindeki açık planlı ofis yapılarında, üretim gürültüsünden kaynaklı akustik konforsuzluk seviyeleri araştırılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, konuya giriş yapılmış, çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmıştır. Ayrıca açık planlı ofislerle ilgili ulusal ve uluslararası mevzuat ve standartlara yer verilmiş ve açık planlı ofislerdeki akustik sorunlarla ilgili yapılmış çalışmalara değinilmiştir. Literatür araştırması sonucunda belirlenmiş olan çalışmanın yöntemi hakkında genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde, ofis kavramı, plan tipleri ve özellikleri açıklanmış, açık planlı ofislerin konfor koşullarına ilişkin gereksinimler ve tasarımlarını etkileyen faktörler derinlemesine incelenmiştir. Bölüm sonunda açık planlı ofislerin akustik tasarımı ile ilgili parametrelerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmaya konu olan Antalya Serbest Bölgesi'ndeki tersaneler ve içerisinde bulunan açık planlı ofisler tanıtılmıştır. Açık planlı ofislerin akustik koşullarının incelenmesi için belirlenmiş olan anket, ölçüm ve simülasyon yöntemlerinin uygulama aşamaları ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, anket, ölçüm ve simülasyon yöntemiyle elde edilen sonuçlar her tersane için tablolar ve grafikler halinde detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Çalışmanın beşinci ve son bölümünde anket, ölçüm ve simülasyon yöntemiyle elde edilen bulgular, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te yer alan değerlerle kıyaslanmış ve açık planlı ofislerin akustik performans sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının birbirleriyle uyumlu olup olmadığı değerlendirilmiş ve iyileştirme önerileri sunulularak çalışma sonlandırılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Açık Planlı Ofis, Gürültü Kontrolü, Mimari Akustik, Tersane Akustiği, Tersane Yapıları, Üretim Alanları

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Oya BABACAN

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Mine AŞÇIGİL DİNÇER

ABSTRACT

EVALUATION OF ACOUSTIC COMFORT CONDITIONS OF OPEN PLAN OFFICES IN SHIPYARD BUILDINGS: ANTALYA FREE ZONE CASE STUDY

Oğuzhan TUTANÇ

MSc Thesis in Architecture

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Oya BABACAN

January 2025; 159 pages

Noise is an important element that directly affects people's comfort and quality of life. Prolonged exposure to noise can cause both physical and psychological health problems. Office buildings are one of the places where people spend most of their time and where physical comfort conditions are essential. Cell planned offices, which were the first office structures in history, gave way to open plan offices over time. Although it has advantages such as efficient use of space, strengthening communication between employees and facilitating information sharing between units, there are also various discussions on its negative effects on employees' job performance and auditory problems.

One of the sectors that has open plan offices and where noise is an important physical parameter is the shipbuilding sector. It is known that noise exposure is very high in each of the boat production stages in this sector. In open plan offices located within large production areas such as shipyards, auditory problems arising from the production process are also possible. In this thesis, acoustic discomfort levels arising from production noise in open plan offices within the shipyard were investigated.

In the first part of the study, an introduction to the subject was made, the purpose and scope of the study are explained. In addition, national and international legislation and standards related to open plan offices are included and studies conducted on acoustic problems in open plan offices are mentioned. General information is given about the method of the study determined as a result of the literature review.

In the second section, the concept of office, plan types and features are explained, and the requirements for comfort conditions of open plan offices and the factors affecting their design are examined in depth. At the end of the section, parameters related to the acoustic design of open plan offices are mentioned.

In the third section, the shipyards in the Antalya Free Zone and the open plan offices in them, which are the subject of the study, are introduced. The application stages of the survey, measurement and simulation methods determined to examine the acoustic conditions of the open plan offices are explained in detail.

In the fourth section, the results obtained through survey, measurement and simulation methods are presented in detail in the form of tables and graphs for each shipyard.

In the fifth and final part of the study, the findings obtained through survey, measurement and simulation methods were compared with the values in the Regulation on the Protection of Buildings Against Noise and the acoustic performance classes of open plan offices were determined. In addition, it was evaluated whether the survey, measurement and simulation results were compatible with each other and the study was concluded by presenting improvement suggestions.

KEYWORDS: Architectural Acoustics, Manufacturing Areas, Noise Control, Noise Shipyard, Open Plan Office, Shipyard Acoustics, Shipyard Structures

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Oya BABACAN

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU

Asst. Prof. Dr. Mine AŞÇIGİL DİNÇER



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C_{50} : Konuşmanın Berraklığı

DL_2 : Mesafenin Her İki Katında Sesin Mekânsal Bozunma Oranı

DL_f : Serbest Alana Göre Ses Seviyesinin Fazlalığı

L_{Aeq} : A Ağırlıklı Eşdeğer Sürekli Ses Seviyesi

$L_{p,A,S,4m}$: Konuşma Sesinin 4 m Uzaklıktaki A Ağırlıklı Ses Basınç Düzeyi

R : Ses Azaltım İndisi

$R'w$: Ağırlıklı Görünen Ses Azaltım İndeksi

R_w : Ağırlıklı Ses Azaltım İndeksi

r_D : Sesin Dikkat Dağıtma Yarıçapı

T_{60} : Çınlama süresi

λ : Dalga Boyu

Ondalık ayırıcı olarak “.” kullanılmaktadır.

Kısaltmalar

ANSI : Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü

ASTM: Amerikan Test ve Malzeme Derneği

dB : Desibel

DIN : Alman Standartlar Enstitüsü

EDT : Erken Sönümlenme Süresi

EN : Avrupa Standardı

ISO : Uluslararası Standardizasyon Örgütü

LEED : Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik

NCB : Gürültü Kriteri Bandı

NF : Fransız Standardı

OG : Orta Düzeyli Gürültü Üretimi

PI : Gizlilik İndeksi
RIL : Finlandiya İnşaat Mühendisleri Derneği
RT : Çınlama Süresi
SII : Konuşma Anlaşılabilirlik İndeksi
SPL : Ses Basıncı Seviyesi
STI : Konuşma İletim İndeksi
TS : Türk Standartları
VDI : Alman Mühendisler Derneği
YG : Yüksek Düzeyli Gürültü Üretimi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Engel yüksekliği ve yutuculuk değişikliklerine göre yapılan değerlendirme sonuçları	4
Tablo 1.2. Engel yüksekliği ve yutuculuk değişikliklerine göre yapılan değerlendirme sonuçları	5
Tablo 1.3. Maskeli konuşma koşulları için sorulan soruların sonuçları.....	7
Tablo 1.4. A, B ve C alıcı noktalarında yapılan hesaplama sonuçları.....	8
Tablo 1.5. Ofislerin simülasyon sonuçları.....	9
Tablo 1.6. Ofis 3'ün farklı engel yüksekliklerinde elde edilen sonuçları	10
Tablo 1.7. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının analizi	12
Tablo 1.8. Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik sınır değerleri ve simülasyon sonuçları kıyaslaması	16
Tablo 1.9. LEED Sertifikası sınır değerleri ve simülasyon sonuçları kıyaslaması	16
Tablo 2.1. AI, SII ve PI değerlerine göre konuşma gizlilik durumu	43
Tablo 2.2. Bina ve mekân işlevlerine bağlı olarak gürültüye karşı duyulan hassasiyet ve gürültölülük dereceleri	45
Tablo 2.3. Akustik performans sınıfına göre mekân içinde izin verilen en yüksek gürültü düzeyleri, dB.....	46
Tablo 2.4. Performans sınıfına göre sağlanması gereken en yüksek çınlama süresi.....	47
Tablo 2.5. Yönetmeliğin uygulanmasında kullanılacak standartlar ve içeriği	47
Tablo 2.6. ISO 3382-3 standardında yer alan parametreler ve sınır değerleri	48
Tablo 2.7. Avrupa'daki bazı ölkelerin akustik yönetmelikleri ve yönetmelik kapsamında yer alan yapı tipleri	49
Tablo 2.8. VDI 2569:2016'da yer alan parametrelerin sınır değerleri ve sınıflandırması	50
Tablo 2.9. RIL-243-3-2008 yönetmeliğinde yer alan parametrelerin sınır değerleri ve sınıflandırması.....	51
Tablo 3.1. İki kaynak arasındaki ses basınç seviyesi farkı ve bu farka göre yüksek olan seviyeye eklenmesi gereken dB miktarı.....	79
Tablo 4.1. TRS 1, hangarında ve açık planlı ofislerinde alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları	99

Tablo 4.2. TRS 2, hangarında ve açık planlı ofislerinde alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları	99
Tablo 4.3. TRS 3 hangarının ve açık planlı teknik ofisinin alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları	100
Tablo 4.4. TRS 4 hangarının ve açık planlı teknik ofisinin alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları	100
Tablo 4.5. TRS 5 hangarının ve açık planlı tasarım ofisinin alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları	100
Tablo 4.6. TRS 1, teknik ve tasarım ofislerinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri.....	101
Tablo 4.7. TRS 1 açık planlı ofis içlerine ulaşan SPL ve ofislerin içinde yapılan ölçüm değerleri.....	104
Tablo 4.8. TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri.....	105
Tablo 4.9. TRS 2 açık planlı ofis içlerine ulaşan ses basınç seviyeleri ve ofislerin içinde yapılan ölçüm değerleri.....	107
Tablo 4.10. TRS 3, teknik ofisinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri.....	108
Tablo 4.11. TRS 3 açık planlı teknik ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm değeri	109
Tablo 4.12. TRS 4, teknik ofisin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri.....	110
Tablo 4.13. TRS 4 açık planlı teknik ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm değeri	112
Tablo 4.14. TRS 5, tasarım ofisinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri.....	113
Tablo 4.15. TRS 5 açık planlı tasarım ofisi içine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm değeri	115
Tablo 5.1. TRS 1 anket sonuçları değerlendirme tablosu	116
Tablo 5.2. TRS 1 açık planlı ofislerinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması	117
Tablo 5.3. TRS 2 anket sonuçları değerlendirme tablosu	117

Tablo 5.4. TRS 2 açık planlı ofislerinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması	118
Tablo 5.5. TRS 3 anket sonuçları değerlendirme tablosu	118
Tablo 5.6. TRS 3 açık planlı ofisinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması.....	119
Tablo 5.7. TRS 4 anket sonuçları değerlendirme tablosu	119
Tablo 5.8. TRS 4 açık planlı ofisinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması.....	120
Tablo 5.9. TRS 5 anket sonuçları değerlendirme tablosu	120
Tablo 5.10. TRS 5 açık planlı ofisinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması	121
Tablo 2.1. Tüm tersanelerin açık planlı ofislerinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması	121

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Tez akış şeması.....	3
Şekil 1.2. Hacimde bulunan kaynak, alıcı noktaları ve engeller.....	8
Şekil 1.3. Ortalama memnuniyet derecelendirmeleri	14
Şekil 2.1. Hücre planlı ofis örneği	21
Şekil 2.2. Açık planlı ofis örneği	22
Şekil 2.3. Serbest düzenli ofis planı.....	22
Şekil 2.4. Karma düzenli ofis planı.....	23
Şekil 2.5. Grup düzenli ofis planı	24
Şekil 2.6. a) Sesin alıcıya ulaşma yollarının plan gösterimi b) Sesin alıcıya ulaşma yollarının kesit gösterimi.....	28
Şekil 2.7. Yansıma olayında dalga boyu ve yüzey ilişkisi.....	29
Şekil 2.8. Sesin saçılması olayı.....	29
Şekil 2.9. Yutuculuğun gözenekli malzeme üstünde şematik gösterimi	30
Şekil 2.10. Ses dalgalarının bariyerden kırınımı.....	31
Şekil 2.11. Tefriş elemanları ve kaynak-alıcı arasındaki mesafe farklılaştırılmasının örnek plan üzerinde gösterimi	32
Şekil 2.12. Açık planlı ofislerdeki bölücü eleman kullanım örnekleri	33
Şekil 2.13. Bölücü elemanların sesi engellemesi.....	34
Şekil 2.14. Bölücü eleman yerleşimi ve engel etkinliğine etkisi	35
Şekil 2.15. Bölücü eleman konumlandırılması ve ses dalgalarının izlediği yol	35
Şekil 2.16. Aydınlatma elemanlarının konumlandırılması	36
Şekil 2.17. Havalandırma menfezinde yapılan iyileştirme örneği.....	36
Şekil 2.18. Ses maskeleye sistemi örnek gösterimi	38
Şekil 2.19. Ses maskeleye sisteminin konumlandırma örneği.....	38
Şekil 2.20. Ses kaynağının susturulduktan sonra 60 dB düşüşü için geçen süre	42

Şekil 3.1. a) Antalya Serbest Bölgesi konumu b) Antalya Serbest Bölgesi kuş bakışı görünümü	52
Şekil 3.2. TRS 1 hangarının genel yapısı, ofislerin hangar içindeki konumu ve üretimi yapılan tekneye uzaklıkları	53
Şekil 3.3. TRS 1 açık planlı teknik ve tasarım ofis planları	54
Şekil 3.4. TRS 1 açık planlı teknik ve tasarım ofislerinin kesiti.....	54
Şekil 3.5. TRS 1 açık planlı teknik ve tasarım ofislerinin yapı malzemeleri.....	55
Şekil 3.6. TRS 2 hangarının genel yapısı, açık planlı ofislerin tersane içindeki konumları ve üretimi yapılan tekneye uzaklıkları.....	56
Şekil 3.7. TRS 2 muhasebe ve insan kaynakları birimlerinin ofis planı.....	57
Şekil 3.8. TRS 2 muhasebe ve insan kaynakları birimlerinin ofis kesiti	57
Şekil 3.9. TRS 2 açık planlı muhasebe ve insan kaynakları ofisinin yapı malzemeleri .	58
Şekil 3.10. TRS 2 açık planlı tasarım ofis planı	59
Şekil 3.11. TRS 2 açık planlı tasarım ofis kesiti.....	59
Şekil 3.12. TRS 2 açık planlı tasarım ofisinde yer alan yapı malzemeleri	60
Şekil 3.13. TRS 3 açık planlı teknik ofisin konumu, hangarla olan ilişkisi ve tekne üretimi yapılan alana uzaklığı	61
Şekil 3.14. TRS 3 açık planlı teknik ofisin planı	62
Şekil 3.15. TRS 3 açık planlı teknik ofisin kesiti	63
Şekil 3.16. TRS 3 açık planlı teknik ofisinde yer alan yapı malzemeleri.....	63
Şekil 3.17. TRS 4 açık planlı teknik ofisin konumu ve hangarla olan ilişkisi.....	64
Şekil 3.18. TRS 4 açık planlı teknik ofisin planı	65
Şekil 3.19. TRS 4 açık planlı teknik ofisin kesiti	65
Şekil 3.20. TRS 4 açık planlı teknik ofisinde yer alan yapı malzemeleri.....	66
Şekil 3.21. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin tersane içindeki konumu ve tekne üretim alanına olan uzaklığı	67
Şekil 3.22. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin planı	68
Şekil 3.23. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin kesiti	68

Şekil 3.24. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinde yer alan yapı malzemeleri	69
Şekil 3.25. Gürültü ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazı	71
Şekil 3.26. a) TRS 1’de alıcı noktaları b) TRS 2’de alıcı noktaları c) TRS 3’te alıcı noktaları d) TRS 4’te alıcı noktaları e) TRS 5’te alıcı noktaları.....	72
Şekil 3.27. (a) TRS 1 hangar, teknik ve tasarım ofislerinin model görseli (b) TRS 2 hangar, muhasebe ve tasarım ofislerinin model görseli (c) TRS 3 hangar ve teknik ofisin model görseli (d) TRS 4 hangar ve teknik ofisin model görseli (e) TRS 5 hangar ve tasarım ofisinin model görseli	73
Şekil 3.28. TRS 1 hangar, teknik ve tasarım ofislerinin yüzey malzemeleri listesi	74
Şekil 3.29. TRS 2 hangar, muhasebe ve tasarım ofislerinin yüzey malzemeleri listesi .	74
Şekil 3.30. TRS 3 hangar ve teknik ofisinin yüzey malzemeleri listesi	74
Şekil 3.31. TRS 4 hangar ve teknik ofisinin yüzey malzemeleri listesi	74
Şekil 3.32. TRS 5 hangar ve tasarım ofisinin yüzey malzemeleri listesi.....	75
Şekil 3.33. a) TRS 1, tasarım ve teknik ofislerinin kontrplak duvar malzemesi görseli b) TRS 1, tasarım ve teknik ofislerin çift camlı pencere görseli	76
Şekil 3.34. a) TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerinin tuğla ve sıvadan oluşan duvar malzemesi görseli b) TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerin çift camlı pencere görseli	76
Şekil 3.35. TRS 3, teknik ofisinin alçıpandan oluşan duvar malzemesi görseli.....	76
Şekil 3.36. a) TRS 4, teknik ofisinin alçıpandan oluşan duvar malzemesi görseli b) TRS 4, teknik ofisinin çift camlı pencere görseli	77
Şekil 3.37. a) TRS 5, tasarım ofisinin tuğla ve sıvadan oluşan duvar malzemesi görseli b) TRS 5, tasarım ofisinin çift camlı pencere görseli	77
Şekil 4.1. TRS 1 ofis kullanıcılarına ait bilgiler	80
Şekil 4.2. TRS 2 ofis kullanıcılarına ait bilgiler	81
Şekil 4.3. TRS 3 ofis kullanıcılarına ait bilgiler	81
Şekil 4.4. TRS 4 ofis kullanıcılarına ait bilgiler	82
Şekil 4.5. TRS 5 ofis kullanıcılarına ait bilgiler	82
Şekil 4.6. Tersanelerde tekne üretiminde kullanılan malzemeler	83
Şekil 4.7. Tersanelere göre ofis dışında yer alan gürültü kaynakları.....	84

Şekil 4.8. Tersanelere göre yapı içinde diğer hacimlerden gelen gürültü derecesi.....	85
Şekil 4.9. Tersanelere göre yapıdaki diğer hacimlerdeki gürültünün rahatsız etme derecesi.....	85
Şekil 4.10. Tersanelere göre ofis dışındaki seslerin çalışanların performanslarını etkileme derecesi	86
Şekil 4.11. Tersanelere göre ofis iç mekân gürültü kaynakları.....	87
Şekil 4.12. Tersanelere göre ofis çalışanlarının yerleşim düzeninden memnuniyet derecesi.....	88
Şekil 4.13. Tersanelere göre ofis çalışanlarının konumlarındaki mahremiyet derecesi .	88
Şekil 4.14. Tersanelere göre ofislerin konuşma gizliliği derecesi	89
Şekil 4.15. Tersanelere göre ofislerdeki seslerin yankılanma derecesi	90
Şekil 4.16. Tersanelere göre ofislerdeki gürültünün çalışanları rahatsız etme derecesi .	90
Şekil 4.17. Tersanelere göre ofislerdeki gürültünün çalışanların performansını etkileme derecesi.....	91
Şekil 4.18. Tersanelere göre ofis içi veya dışı gürültüye karşı önlem alma ihtiyacı ve sıklık derecesi.....	92
Şekil 4.19. Tersanelerdeki ofis çalışanlarının motivasyon ve verimliliğini arttırmak için gereken minimum akustik konfor koşulları	93
Şekil 4.20. Tersanelere göre gürültünün psikolojik sağlık üzerindeki etki durumu	94
Şekil 4.21. Tersanelere göre gürültünün fiziksel sağlık üzerindeki etki durumu	95
Şekil 4.22. Tersanelere göre ofislerin konfor ve kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi.....	96
Şekil 4.23. Tersanelere göre ofislerin akustik koşullarının değerlendirilmesi	96
Şekil 4.24. Tersanelere göre ofislerin çalışma koşullarının değerlendirilmesi.....	97
Şekil 4.25. Tersanelere göre çalışanların ofis tipi tercihleri	98
Şekil 4.26. TRS 1, teknik ve tasarım ofislerinin kaynağa en yakın yüzeylerine ulaşan toplam SPL grafiği	101
Şekil 4.27. Kontrplak panelin özellikleri ve R_w değeri.....	102
Şekil 4.28. Kontrplak panelin frekanslara göre R_w grafiği	102
Şekil 4.29. PVC doğramalı çift camlı pencerenin özellikleri ve R_w değeri	102

Şekil 4.30. PVC doğramalı çift camlı pencerenin frekanslara göre R_w grafiği	103
Şekil 4.31. TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerinin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği	104
Şekil 4.32. Yapı elemanının özellikleri ve R_w değeri	105
Şekil 4.33. Yapı elemanının frekanslara göre R_w grafiği.....	105
Şekil 4.34. Pencerenin özellikleri ve R_w değeri	106
Şekil 4.35. Pencerenin frekanslara göre R_w grafiği	106
Şekil 4.36. TRS 3, teknik ofisinin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği	108
Şekil 4.37. Alçıpan duvarın özellikleri ve R_w değeri.....	108
Şekil 4.38. Alçıpan duvarın frekanslara göre R_w grafiği	109
Şekil 4.39. TRS 4 teknik ofisin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği	110
Şekil 4.40. Alçıpan duvarın özellikleri ve R_w değeri.....	111
Şekil 4.41. Alçıpan duvarın frekanslara göre R_w grafiği	111
Şekil 4.42. PVC doğramalı çift cam pencerenin özellikleri ve R_w değeri	111
Şekil 4.43. PVC doğramalı çift cam pencerenin frekanslara göre R_w grafiği.....	112
Şekil 4.44. TRS 5 tasarım ofisinin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği.....	113
Şekil 4.45. Tuğla ve sıvadan oluşan duvar özellikleri ve R_w değeri.....	114
Şekil 4.46. Tuğla ve sıvadan oluşan duvarın frekanslara göre R_w grafiği	114
Şekil 4.47. Alüminyum doğramalı çift cam pencerenin özellikleri ve R_w değeri.....	114
Şekil 4.48. Alüminyum doğramalı çift cam pencerenin frekanslara göre R_w grafiği ..	115

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatım boyunca, engin bilgisi, sabrı ve ilgisiyle her daim bana yol gösteren ve ilham veren, sonsuz sevgi ve minnet duyduğum, çok değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Oya BABACAN'a çok teşekkür ederim.

Tersanelerdeki veri toplama sürecinde yardımlarını esirgemeyen Engin BABACAN'a ve tersane çalışanlarına; simülasyon aşamasında program desteği sağlayan sayın Dr. Öğr. Üyesi Mine AŞÇIGİL DİNÇER'e ve Subera Arge Danışmanlık firmasına, program için teknik destek sağlayan Türker Orbay BARAN'a; çalışmanın başından itibaren yardımlarını ve desteklerini eksik etmeyen Elif TAŞÇILAR, Gamze BAYLAN ve Emre YILDIRIM'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, hayatım boyunca her kararında maddi manevi desteklerini esirgemeyen, hep yanımda olan ve benim “ben” olmamı sağlayan, hayatımın gerçek mimarları anneme, babama ve ablama sonsuz sevgi ve teşekkürlerimle. Bu tez çalışmasını onlara ithaf ediyorum.

1. GİRİŞ

Günümüzde en önemli çevre kirliliği etkenlerinden biri gürültüdür ve fiziki çevrede bulunan gürültü, insanların yaşam kalitesini etkilemektedir. Gürültüye belirli süreler maruz kalınması sonucunda, kan basıncının yükselmesi, metabolizma değişiklikleri, yorgunluk, stres ve uyku bozukluğu gibi fiziksel; ani öfkelenme, şiddete yönelim, dikkat dağınıklığı gibi psikolojik sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu durum yapılan bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır (Gürtürk, 2020).

Yetişkin insan hayatında, yaşam kalitesini belirleyen önemli faktörlerin başında iş yaşamı gelmektedir. Çalışanlar, zamanlarının büyük bir bölümünü ofis gibi çalışma ortamlarında geçirmektedir. Çalışma alanlarındaki fiziki çevre koşulları çalışanların, iş memnuniyetini ve verimliliğini etkilemektedir. Teknolojik gelişmeler, değişen yaşam koşulları ve ekonomik dengeler, çalışma şekillerinde ve alanlarında değişikliklere yol açmıştır (Şahin, 2019). Tarihsel bağlamda ilk ofis yapıları, mahremiyetin fazla olduğu hücreli planlı ofislerin yerine zaman içerisinde açık planlı ofislerin kullanımı artmış ve en popüler çalışma düzeni haline gelmiştir. Bunun başlıca sebepleri arasında, mekânın dönüştürülebilmesi ve alanın verimli kullanılması, daha fazla çalışanın bir arada bulunabilmesine imkân tanınması ve maliyet azaltımına katkı sağlaması yer almaktadır. Çalışanlar arasındaki iletişimi ve sosyal ilişkileri kuvvetlendirmesi ve birimler arası bilgi paylaşımını kolaylaştırması gibi avantajlarına rağmen, çalışanların iş performansına olumsuz etkileri üzerine de çeşitli tartışmalar bulunmaktadır. Açık planlı ofislerdeki görsel ve işitsel mahremiyet problemleri, çalışanların telefonla ve birbirleriyle konuşmalarından kaynaklı oluşan yüksek gürültü düzeyi, olumsuz yönlerden bazılarıdır ve bu durum çalışan memnuniyetini azaltmakla birlikte iş verimliliğini de düşürmektedir. İstenen verimin elde edilmesi ve memnuniyetin artırılmasının ana faktörlerinden biri de uygun akustik ortamın oluşturulmasıdır. Bunun için ofislerin akustik planlaması yapılırken yapı içi ve dışı tüm önemli gürültü kaynakları göz önünde bulundurulmalı ve planlamalar bu doğrultuda yapılarak gerektiği noktalarda önlemler alınmalıdır (Bertazzoni, 2018; Şahin, 2019; Indrani ve ark. 2023).

İçerisinde açık planlı ofisleri barındıran ve gürültünün önemli bir fiziksel parametre olduğu iş kolundan biri de **gemi inşaatı** sektörüdür. Bu sektör, *İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği*'ne göre çok tehlikeli işyeri sınıfında yer almaktadır. Gemi inşaatı sektöründe; kaynak, montaj, bükme ve boyama gibi çeşitli üretim aşamaları gerçekleştirilmekte ve bu aşamaların her birinde gürültü maruziyetinin çok yüksek olduğu bilinmektedir (Azkeskin, 2021). Gürültü maruziyetiyle ilgili yapılan çalışmalar, tersanede üretim esnasında ortaya çıkan ortalama gürültünün 93-95 dB arasında, başka bir tersanede ise bu değerin 90 dB ve ötesinde olduğunu göstermektedir (Bhumika ve ark., 2013; Kurt ve ark., 2017).

Yapılan literatür araştırması sonucunda, açık planlı ofislerdeki akustik konfor koşullarının değerlendirildiği birçok çalışma tespit edilmiştir. Üretim gürültüsünün sınır değerlerinin üzerinde olduğu tersane yapılarıyla ilgili de sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Buna karşın, tersane hangarı içinde konumlandırılan açık planlı ofislerle ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tez kapsamında, tersane yapıları içerisinde bulunan açık planlı ofislerin akustik koşulları ile ilgili pilot alanlar üzerinden bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın, literatürdeki eksikliğe olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çevre kirliliğinin önemli unsurlarından biri olan gürültü maruziyeti, insanların aktivitelerini gerçekleştirdiği kapalı mekânlarda fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklara yol açmakta ve yaşam kalitesini düşürmektedir. Ayrıca açık planlı ofisler gibi kişilerin bir arada bulunduğu çalışma mekânlarında da iş performansını azaltan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Gürtürk, 2020). Yapılan literatür araştırmasında, açık planlı ofislerdeki akustik sorunların pek çok çalışmada ayrıntılı olarak incelendiği görülmüştür. Tersaneler gibi büyük üretim alanları içerisinde konumlandırılan açık planlı ofisler de yüksek üretim gürültüsü kaynaklı akustik sorunların yaşanması olası mekânlar arasındadır ancak bu ofislerle ilgili literatürde yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Bu doğrultuda, tez çalışmasında tersane içerisindeki ofis yapılarında, üretim gürültüsünden kaynaklı akustik konforsuzluk düzeyinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, Antalya Serbest Bölgesi'nde yer alan ve aktif tekne üretimi gerçekleştiren farklı özelliklere sahip 5 tersane yapısı ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Tersanelerin seçiminde; tekne üretiminde farklı malzeme kullanımı ve hangar içerisinde konumlandırılmış açık planlı ofis yapısı barındırması parametreleri dikkate alınmıştır. Çalışmada yer alan bölümler bir sonraki paragrafta açıklanmıştır ve tez akış şeması Şekil 1.1'de yer almaktadır.

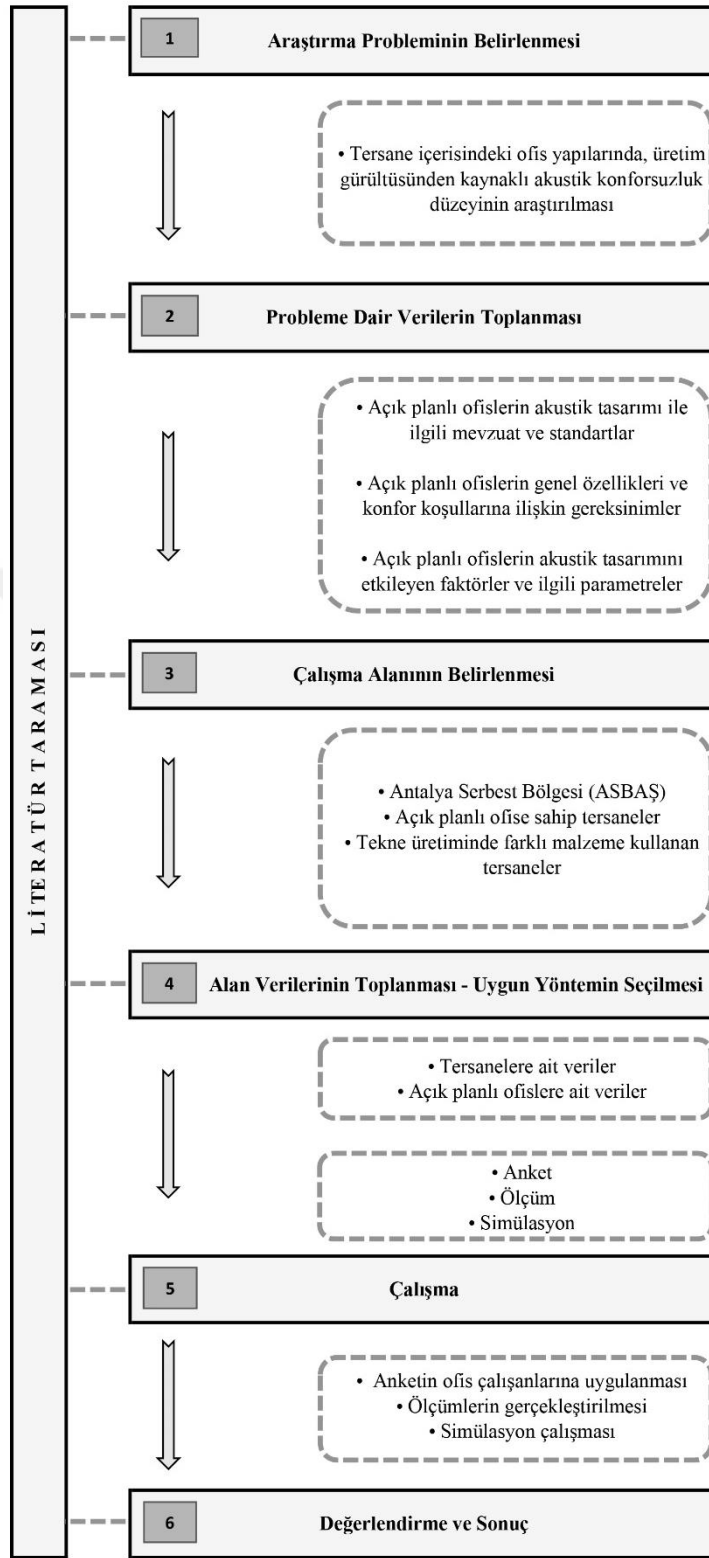
Tez çalışmasının ilk bölümünde, açık planlı ofislerle ilgili ulusal ve uluslararası mevzuat ve standartlar açıklanmış ardından açık planlı ofislerdeki akustik sorunlarla ilgili yapılmış çalışmalara değinilmiştir. Literatür araştırması sonucunda belirlenen çalışmanın yöntemi bu bölümde açıklamıştır.

İkinci bölümde, ofis kavramıyla birlikte açık planlı ofislerin özellikleri, konfor koşullarına ilişkin gereksinimler ve tasarımlarını etkileyen faktörler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bölümün sonunda açık planlı ofislerin akustik tasarımı ile ilgili parametrelere değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, tez çalışmasına konu olan ve Antalya Serbest Bölgesi'nde yer alan, tersaneler ve açık planlı ofisler hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra açık planlı ofislerin akustik koşullarının incelenmesi için belirlenen anket, ölçüm ve simülasyon yöntemlerinin uygulama aşamaları açıklanmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde anket, ölçüm ve simülasyon yöntemiyle elde edilen sonuçlar her tersane için detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Beşinci ve son bölümde ise anket, ölçüm ve simülasyon yöntemiyle elde edilen bulgular, ulusal mevzuatla kıyaslanmış ve açık planlı ofislerin akustik konfor koşulları belirlenmiştir. Ayrıca anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının birbirleriyle uyumlu olup olmadığı incelenmiştir. Tez çalışması, genel bir değerlendirme yapılarak ve öneriler sunularak sonlandırılmıştır.



Şekil 1.1. Tez akış şeması

1.2. Açık Planlı Ofislerin Akustik Sorunları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Çalışmanın bu bölümünde, açık planlı ofisler ile ilgili yapılmış araştırmalara ve açık planlı ofislerdeki akustik koşulları TSE EN ISO 3382-3 kapsamında inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

Acar (2007) tarafından yapılan çalışmada, açık planlı ofislerdeki akustik kalite ve akustik kaliteye etki eden durumlar araştırılmıştır. İki farklı ofisin ele alındığı çalışmada; ölçüm ve simülasyon yöntemlerinden yararlanılmıştır. Simülasyon aracı olarak ODEON 8.0 kullanılmış ve elde edilen veriler ışığında açık planlı ofislerde istenen akustik değerlere ulaşılması için bölücü elemanların ve tavan elemanlarının yutuculuklarının artırılması gerektiği belirlenmiştir. Tablo 1.1 ve Tablo 1.2’de de görüldüğü gibi açık planlı ofislerdeki kişi sayısının, tefrişlerin ve engel yüksekliğinin uygun şekilde düzenlenmesinin akustik kaliteyi arttıracak sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 1.1. Engel yüksekliği ve yutuculuk değişikliklerine göre yapılan değerlendirme sonuçları

KOŞUL		T30	SPL	NCB	SPI
Engel 1.50 m	Mevcut yutuculuk	X	X	X	X
	Duvarlar çok yutucu	X	X	X	X
	Engel çok yutucu	X	X	X	X
	Tavan çok yutucu	✓	X	X	✓
	Tavan ve engel çok yutucu	✓	✓	X	✓
	Tüm yüzeyler çok yutucu	✓	✓	✓	✓
Engel 1.70 m	Mevcut yutuculuk	X	X	X	✓
	Duvarlar çok yutucu	X	X	X	✓
	Engel çok yutucu	X	X	X	✓
	Tavan çok yutucu	✓	X	X	✓
	Tavan ve engel çok yutucu	✓	✓	✓	✓
	Tüm yüzeyler çok yutucu	✓	✓	✓	✓

Kaynak: Acar, B. (2007). *Açık planlı büro yapılarında işitsel konforun sağlanmasına yönelik yaklaşım örnekleri* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].

✓: Uygunluğu ifade eder

X: Uygun olmayan durumu ifade eder

Tablo 1.2. Engel yüksekliği ve yutuculuk değişikliklerine göre yapılan değerlendirme sonuçları

KOŞUL		T30	L _{Aeq}	NCB	SPI
Engel 1.40 m	Mevcut durum	X	X	X	X
	Duvarlar yutucu	✓	X	X	X
	Engel yutucu	✓	X	X	X
	Tavan yutucu	✓	X	X	X
	Tavan ve engel yutucu	✓	✓	X	X
	Tüm yüzeyler yutucu	✓	✓	✓	X
Engel 1.70 m	Mevcut durum	X	X	X	X
	Duvarlar yutucu	✓	X	X	X
	Engel yutucu	✓	X	X	X
	Tavan yutucu	✓	X	X	✓
	Tavan ve engel yutucu	✓	✓	✓	✓
	Tüm yüzeyler yutucu	✓	✓	✓	✓

✓: Uygunluğu ifade eder

X: Uygun olmayan durumu ifade eder

Kaynak: Acar, B. (2007). *Açık planlı büro yapılarında işitsel konforun sağlanmasına yönelik yaklaşım örnekleri* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].

Yüce (2009), açık planlı ofislerdeki akustik koşullara etki eden mimari ve akustik parametrelerin rollerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada, açık planlı ofis ortamının ölçekli modelini yaparak laboratuvar ortamında gürültü ölçümleri gerçekleştirmiştir. Model üstünde bariyer yüksekliği ve tavan malzemesi değiştirilerek elde edilen veriler; anlaşılabilirlik indeksi (AI) hesaplamalarında kullanılmıştır. Sonuç olarak; açık planlı bir ofiste, AI değerinin 0.20'den küçük ve bölme eleman yüksekliğinin 180 cm olduğu durumlarda mahremiyetin sağlandığı tespit edilmiştir.

Nilsson ve Hellström (2010)'ün çalışmasında açık planlı ofislerde yapılan akustik iyileştirmelerin, akustik parametreler ve subjektif değerlendirme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu doğrultuda 5 farklı açık planlı ofisin akustik koşullarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma sürecinde, açık planlı ofisler için program tasarlanmış, ölçümler yapılmış ve çalışanlara anket uygulanmıştır. Sonuçlara göre, ölçüm yapılan 5 ofisten 2'sinde iyileştirme çalışmaları yapılmasına karar verilmiştir. İyileştirme yapılan ofislerde tekrar anket ve ölçüm yapılarak, DL_2 ve DL_f parametrelerinin akustik iyileştirmelere duyarlı olduğu ve subjektif değerlendirme üzerindeki iyileşmeyi yansıttığı sonucuna varılmıştır.

2010 yılında Mahbub ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, bir ofis binasının akustik performansını değerlendirmek için plan/arşiv analizi, uzman incelemesi, ölçüm ve kullanıcıların öznel değerlendirmeleri ile mevcut akustik sorunlar tespit edilmiştir. Ofis ortamında tespit edilen en önemli sorun, açık planlı ofis alanı ve kapalı odadaki toplam gürültü düzeyinin, yönetmelik sınır değerlerinin üzerinde çıkması olmuştur. Ofis içerisindeki gürültü kaynakları tespit edilmiş ve en çok gürültü üretiminin HVAC sistemi kaynaklı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, elde edilen öznel ve nesnel sonuçların birbirlerini doğrular nitelikte olduğu tespit edilmiş ve sorunlara karşı toplam bina performansı (TBP) yaklaşımı ile öneriler geliştirilmiştir.

Haapakangas ve ark. (2011) açık planlı ofislerde var olan dikkat dağıtıcı konuşmaları maskelemek için farklı niteliklere sahip 7 ses koşulunu (sessizlik, konuşma, pembe, havalandırma, enstrümantal, vokal, su) karşılaştırmıştır. Çalışmada anket ve deney yöntemi kullanılmıştır. Deney kısmında, disleksi ve herhangi bir işitme problemi olmayan deneklere, her bir ses koşulunda yaratıcı düşünme, hafıza ve düzeltme görevleri verilmiş ve akabinde anket uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre hafıza performansı, sessizlik koşuluna kıyasla maskeli konuşma koşulunda kötüleşmiş; konuşma koşuluna kıyasla su sesi ile maskelendiğinde iyileşmiştir. Tablo 1.3'te görüldüğü üzere en uygun maskeleyici sesin su olduğu, vokal sesinin ise konuşmaya benzer olumsuz etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Açık planlı ofislerde enstrümantal veya vokal müzik yerine su gibi doğa tabanlı maskeleme seslerinin kullanımının daha iyi olacağı sonucuna varılmıştır.

Tablo 1.3. Maskeli konuşma koşulları için sorulan soruların sonuçları

	Su	Pembe	Havalandırma	Enstrümantal	Vokal
S1: Sessizlik ile karşılaştırıldığında					
Sıralı hatırlama görevindeki performans		-	-		-
Akustik memnuniyet	-	-	-	-	-
Öznel iş yükü	-	-	-	-	-
S2: Konuşma ile karşılaştırıldığında					
Sıralı hatırlama görevindeki performans	+				
Akustik memnuniyet	+	+	+	+	+
Öznel iş yükü	+	+	+	+	
S3: Maskeleye sesleri arasındaki karşılaştırma					
Sıralı hatırlama görevindeki performans	+		-		-
Akustik memnuniyet	+	+		-	-
Öznel iş yükü	+	+	+	-	-
Maskeleye sesinin kendisinin bozulması	+	+	+	-	-
Genel sıralama	1	2	3	4	5

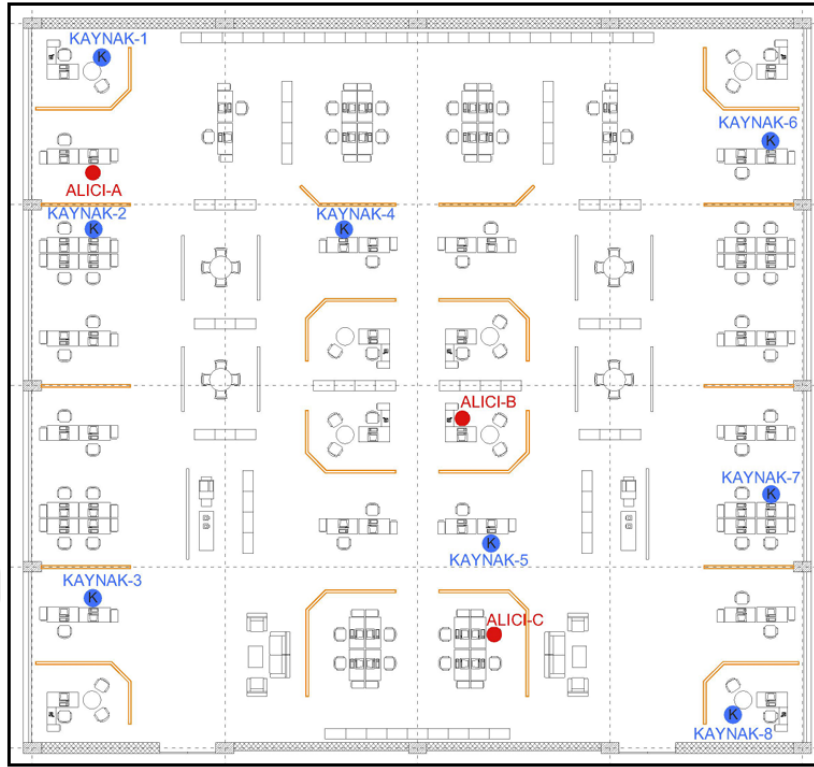
+ İyileşmeyi ifade eder

- Azalmayı ifade eder

Boş hücre, anlamlı farklılığın olmadığını ifade eder.

Kaynak: Haapakangas, A. ve ark. (2011). Effects of five speech masking sounds on performance and acoustic satisfaction. Implications for open-plan offices. *Acta Acustica united with Acustica*, 97(4), 641-655.

Gökçe (2011), Açık planlı ofislerde gürültü engellerinin etkinliğini saptamak için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu bağlamda, SoundPlan 7.0 bilgisayar programından yararlanılmış ve örnek bir açık planlı ofis modeli kullanılmıştır. Model aracılığıyla hacim içindeki farklı akustik koşullar ve bu koşullar için gereken gürültü engelleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Şekil 1.2’de kaynak, alıcı noktaları ve engellerin gösterildiği örnek hacmin Tablo 1.4’te yer alan sonuçlarına göre; açık planlı ofislerde gürültü engeli kullanımının uygun akustik ortam sağlamaya yardımcı olduğu fakat tek başına akustik koşulların kabul edilebilir değerlere ulaşmasını sağlayamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca engel etkinliği belirlenirken, hacmin yüzeylerinde meydana gelen yansıma veya yutulma gibi durumların dikkate alınması gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 1.2. Hacimde bulunan kaynak, alıcı noktaları ve engeller

Kaynak: Gökçe (2011)

Tablo 1.4. A, B ve C alıcı noktalarında yapılan hesaplama sonuçları

TEK KAYNAK AÇIK OLDUĞUNDA ENGEL ETKİNLİĞİ			
Alıcı Noktası	Engelsiz Durum (Tüm Yüzeyler Yansıtıcı) (dBA)	Engelli Durum (h=2,0 m.) (Tüm Yüzeyler Yutucu) (dBA)	Ayrım (dBA)
A Alıcısı	56,8	42,6	14,2
B Alıcısı	51,5	35,2	16,3
C Alıcısı	53,4	38,7	14,7
TÜM KAYNAKLAR AÇIK OLDUĞUNDA ENGEL ETKİNLİĞİ			
A Alıcısı	59,5	43,9	15,6
B Alıcısı	55,1	35,7	19,4
C Alıcısı	56	38,8	17,2

Kaynak: Gökçe, İ. B. (2011). *Açık planlı ofislerde engel etkinliğinin modelleme yoluyla belirlenmesi ve incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].

2012 yılında Rindel ve Christensen (2012) tarafından yapılan çalışmada, yeni ISO 3382-3 standardı ve parametreleri açıklanmıştır. ISO 3382-3 standardında yer alan hacim akustiği ölçümlerinin modelleme yazılımı ile nasıl simüle edilebileceğini göstermek amacıyla örnek üç ofis ele alınmıştır. Simülasyon aracı olarak ODEON 12.0 kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ISO 3382-3 standardında yer alan, Konuşma İletim İndeksi (STI)'nden türetilen gizlilik mesafesi ve dikkat dağıtma mesafesinin farklı yükseklik ve yutuculuklara sahip panellerden ve arka plan gürültüsünden etkilendiği tespit edilmiştir (Tablo 1.5 ve Tablo 1.6). Ayrıca parametrelerin birbiriyle kombinasyonlu bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 1.5. Ofislerin simülasyon sonuçları

	Ofis 1	Ofis 2	Ofis 3
T20 (500 - 1000 Hz),	0,5	1,1	0,3
En yakın iş istasyonunda STI,	0,71	0,61	0,68
Dikkat dağıtma mesafesi,	13,8	10,1	9
Gizlilik mesafesi,	33,3	37,8	21,8
Konuşmanın A-ağırlıklı SPL'sinin mekansal bozunma oranı,	4,4	3,8	6
4 metre mesafeden konuşmanın A-ağırlıklı SPL'si,	51	56,5	48,9
Ortalama A-ağırlıklı arka plan gürültüsü,	38	38	38

Kaynak: Rindel, J. H., ve Christensen, C. L. (2012, June). Acoustical simulation of open-plan offices according to ISO 3382-3. In *Proceedings of the EuroNoise*, Prague, Czechia.

Tablo 1.6. Ofis 3'ün farklı engel yüksekliklerinde elde edilen sonuçları

Ofis 3, Engel yüksekliği	1,25 m	1,50 m	1,75 m
En yakın iş istasyonunda STI,	0,68	0,67	0,67
Dikkat dağıtma mesafesi,	9	8,4	8
Gizlilik mesafesi,	21,8	19,8	18,7
Konuşmanın A-ağırlıklı SPL'sinin mekansal bozunma oranı,	6	6,6	7,1
4 metre mesafeden konuşmanın A-ağırlıklı SPL'si,	48,9	48,6	48,4
Ortalama A-ağırlıklı arka plan gürültüsü,	38	38	38

Kaynak: Rindel, J. H., ve Christensen, C. L. (2012, June). Acoustical simulation of open-plan offices according to ISO 3382-3. In *Proceedings of the EuroNoise*, Prague, Czechia.

Sarwono ve ark. (2013), açık planlı ofislerdeki konuşma mahremiyeti parametrelerini değerlendirmek için yutuculuk alanı, engel yüksekliği ve arka plan gürültüsü aynı olan; iş istasyonu yerleşim düzeni ve kaynak-alıcı konum yollarının farklılaştırıldığı 3 tip açık planlı ofisi ele almıştır. Çalışmada simülasyon programı olarak, ışın izleme ve görüntü kaynağı yöntemine sahip CATT-Acoustic yazılımı kullanılmıştır. 3 farklı düzene sahip açık planlı ofiste, konuşma mahremiyet mesafelerinde ciddi farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada özellikle, açık planlı ofis tasarımında konuşma mahremiyeti ve konuşma anlaşılabilirliğinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Acun (2015) tarafından yapılan çalışmada iç mekân işitsel peyzajının çalışanların iş performansları, çalışma ortamı algısı ve ruh halleri üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Seçilen iki farklı açık planlı ofiste anket, simülasyon ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Simülasyon çalışmasında ODEON 13.01 programı kullanılmış ve bu yolla Çınlama Süresi (RT) ve Konuşma İletim İndeksi (STI) hesaplanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda işitsel peyzajın ruh halini, iş performansını ve ortam algısını doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Çalışanların İşitsel peyzajdan memnun olduğu durumda, ruh hallerinde ve görev performanslarında olumlu yönde bir etkilenme olduğu tespit edilmiştir.

Sarwono ve ark. (2015) konuşma gizliliği parametrelerini değerlendirmek amacıyla çeşitli açık planlı ofislerde çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalarda CATT-Acoustic simülasyon programından yararlanılmıştır. Simülasyonlar; aynı yerleşim düzenine sahip 4 iş istasyonu modeli, farklı yerleşim düzenine sahip 4 iş istasyonu ve aynı yerleşim düzeni ve farklı bölücü yüksekliğine sahip 4 iş istasyonu olmak üzere 3 senaryoda gerçekleştirilmiştir. İş istasyonu modeli ve yerleşim düzeninde değişiklik yapılmasının açık planlı ofislerin akustik koşullarının iyileştirilmesine olanak sağladığı saptanmıştır. Elde edilen bulgularla iş istasyonu bölücü yükseklik artışının akustik konforu iyileştirmeye etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Seddigh ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada, açık planlı ofislerdeki değiştirilen akustik koşulların çalışanların sağlık, iş performansı ve rahatsızlık algılarına etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bir ofis binasında; aynı yerleşim planına sahip, benzer şekilde döşenmiş ve benzer görevlere sahip çalışanların yer aldığı iki farklı katta gerçekleştirilen çalışmada, 145 çalışana anket uygulanmış ve saha ölçümleri yapılmıştır. Alanının mevcut durumu ve ses yutucu duvar panelleri ve döşemelerinde değişiklik yapıldığı hali değerlendirilmiştir. Yapılan değişiklikler sonucunda elde edilen daha iyi akustik koşulların çalışanların sağlık, iş performansı ve rahatsızlık algılarını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Leder ve ark. (2016)'nin ofis ortamıyla ilgili akustik parametrelerin çevre ve iş tatmini üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışma, 2 ayrı saha çalışması şeklinde yürütülmüştür. Saha çalışmalarından ilki, 9 geleneksel binadaki açık planlı ofisleri; ikincisi ise 12 yeşil bina ve 12 geleneksel bina olmak üzere toplam 24 binadaki açık planlı ofisleri odak noktasına almıştır. Ofis çalışanlarına anketler uygulanmış ve ölçümler yapılmıştır. Sonuçlar, çalışanların gürültü düzeyi ve mahremiyetten duyulan memnuniyet durumunun çalışma alanı büyüklüğü ve ofis türüne göre değişiklik gösterebileceğini ortaya koymuştur. İş tatmininin ise en çok ofis türünden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Lee ve ark. (2016)'nin çalışmasında açık planlı ofislerdeki gürültünün iş verimliliği ve sağlık üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çin ve Kore'de yer alan 6 farklı ofiste yapılan çalışmalarda, yöntem olarak anket ve yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır. Sonuçlar, tıpkı diğer çalışmalarda olduğu gibi uzun süre gürültüye maruz kalmanın iş verimliliğini azalttığı ve konuşma gizliliğinin gürültüden etkilendiğini göstermiştir.

2016 yılında yapılan diğer bir çalışmada Kurt (2016), açık planlı ofis akustik parametrelerini değerlendirmiş ve bu parametreler içinde yer alan çınlama süresinin (RT) açık planlı ofislerdeki etkinliğini araştırmıştır. Bu doğrultuda örnek bir açık planlı ofis belirlenmiş ve bu ofis TSE EN ISO 3382-3 standardında yer alan DL_2 , STI , r_D , $L_{P,A,S,4m}$, arka plan gürültü düzeyi ve RT parametrelerine göre incelenmiştir. Çalışmada ölçüm ve simülasyon yöntemi kullanılmıştır. ODEON 10.02 programından elde edilen simülasyon sonuçları, ölçüm sonuçları ile karşılaştırıldığında ölçüm ve simülasyon verilerinin birbirini doğrular nitelikte ve açık planlı ofisin akustik konforunun yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1.7). Açık planlı ofislerde akustik konforun belirlenmesi için yalnızca RT'ye bakılmasının yetersiz olduğu, diğer parametrelerin de incelenmesi ve ortak bir dağılım yapılmasının gerekliliği ortaya konulmuştur.

Tablo 1.7. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının analizi

	Ölçüm	Simülasyon	Optimum Değerler			Değerlendirme
T_{30} (500 Hz) Reverberasyon Süresi	0.53 s	0.55 s	V	200 m ³ 500 m ³	0.6 s (BS 8233,1999) 0.7 s (BS 8233,1999)	Uygun Değil (V=320 m ³)
$L_{p,A,B}$ Arka Plan Gürültü Düzeyi	36.6 dBA	-	38-48 dBA (Mehta, Johnson ve Rocafort, 1999: 168)			Uygun
$D_{2,S} / DL_2$	4.98 dB	4.34 dB	$D_{2,S} < 5$ dB, kötü ofis $D_{2,S} \geq 7$ dB, iyi ofis (TS EN ISO 3382-3,2012) $DL_2 > 11$ dB (Wenmaekers ve Hak, 2015; Virjonen, Keranen ve Hongisto, 2009)			Uygun Değil
$L_{p,A,S,4m}$ 4 m uzaklıktaki konuşma sesinin A ağırlıklı ses basınç düzeyi	52.59 dB	-	$L_{p,A,S,4m} > 50$ dB, kötü ofis $L_{p,A,S,4m} \leq 48$ dB, iyi ofis (TS EN ISO 3382-3,2012)			Uygun Değil
STI Konuşmanın İletim İndeksi	-	0.73	STI < 0.50 (TS EN ISO 3382-3,2012)			Uygun Değil
r_D	-	STI parametresinin, hiçbir alıcı noktasında 0.50'nin veya 0.20'nin altına düşmediği gözlemlenmiştir	$r_D > 10$ m, kötü ofis $r_D \leq 5$ m, iyi ofis (TS EN ISO 3382-3,2012)			Uygun Değil

Kaynak: Kurt, T. T. (2016). *Açık planlı ofislerde akustik konfor parametrelerinin analizi ve bir örnek çalışma* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi].

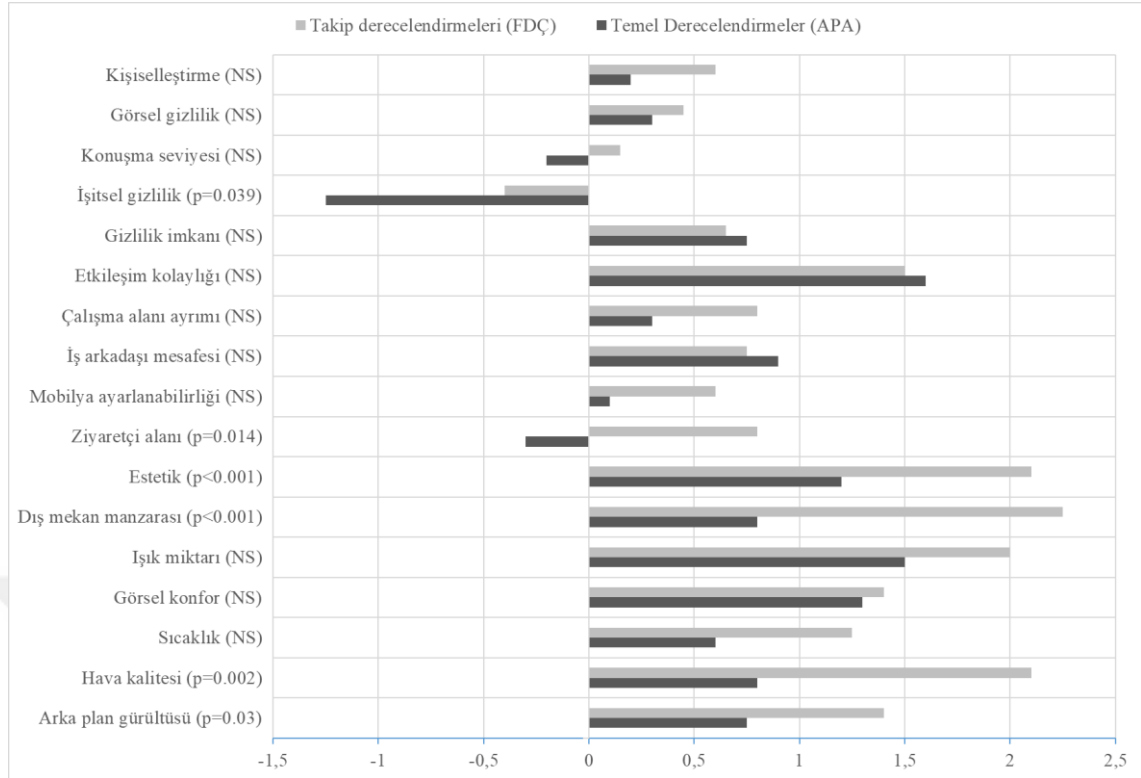
Perrin Jegen ve Chevret (2017), açık planlı ofislerdeki ortam gürültüsünün çalışanlar tarafından algılanma biçimindeki farklılıkları incelemişlerdir. Çalışmada, anket yöntemi kullanılmış ve çalışanlara gürültü ve gürültünün nasıl algılandığına yönelik sorular sorulmuştur. 23 farklı açık planlı ofiste uygulanan anket sonuçlarına göre; çalışanların ortam sesi ve mahremiyet yönünden memnun olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışanlar üzerindeki gürültü etkisi değerlendirilirken açık planlı ofis türleri arasında da bir ayırım yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Braat-Eggen ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, açık planlı çalışma ortamlarındaki gürültünün değerlendirilmesi ve yapılan iş, gürültü kaynakları ve açık planlı ofislerin akustik parametreleri arasındaki ilişkinin ortaya konması amaçlanmıştır. Beş farklı açık planlı çalışma ortamı belirlenmiş ve çalışma ortamlarında ölçüm ve anket yoluyla değerlendirmeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre akustik parametreler ve gürültü rahatsızlığı arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Ankete katılım gösterenler tarafından arka plan gürültüsünün ve konuşma sesinin özellikle okuma-yazma gibi bilişsel işler yaparken rahatsızlık verdiği belirtilmiştir.

Kemppainen ve ark. (2018), oda akustik koşulları ve bu koşulların çalışma verimliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada 170 iş istasyonuna sahip açık planlı bir ofis belirlenmiş ve iki farklı tasarım oluşturularak örnek vaka çalışması yapılmıştır. Açık planlı ofislerden ilki, yeterli akustik koşullara sahip olacak şekilde ikincisi ise sadece minimum akustik gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Her iki ofisin akustik özellikleri ODEON 14.0 ile belirlenmiş, inşaat maliyetleri ve çalışma süresi kaybindan kaynaklanan maliyetler hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre; iki ofis kıyaslandığında, akustik açıdan yeterli açık planlı ofisin inşaat maliyetinin, minimum akustik özellikleri sağlayan ofise göre iki kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın çalışma süresi kaybindan kaynaklanan maliyetlerin değerlendirmeye alınmasıyla, bir yıllık süreçte akustik açıdan yeterli ofisin diğer ofise kıyasla daha uygun maliyetli hale geleceği saptanmıştır.

Kanteyan ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada kâğıt fabrikasında yer alan açık planlı bir ofiste çalışanların gürültü maruziyet sorununu ele almıştır. Gürültü maruziyeti sonucunda çalışma verimliliğinin düştüğü vurgulanan çalışmada, ölçüm ve simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında ofise bitişik konumdaki makine odasında ses seviyesi ölçer (SLM) yardımıyla mevcut gürültü ölçümü yapılmış ve gürültü haritası oluşturulmuştur. Ayrıca kaynak ve alıcı odalarındaki yapı malzemelerinin ses iletim kaybı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar mevcut ses yalıtımının yetersiz olduğunu göstermiştir. Insul 9.0 programı yardımıyla yapılan simülasyonlar sonucunda, yapı kabuğunda alçı uygulanması ve çift cam pencere kullanılması durumunda ses yalıtımının artacağı ve istenen akustik konforun sağlanacağı belirtilmiştir.

Rolfö ve ark. (2018) çalışmasında açık planlı ofise sahip bir şirketin faaliyete dayalı çalışma alanına geçişinden sonra ofis kullanımı, mahremiyet, iletişim, fiziksel koşullar ve memnuniyet gibi çeşitli parametrelerdeki değişimler araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, anket, bireysel görüşmeler ve gözleme dayalı bulgular kullanılmıştır. Toplanan veriler ışığında açık planlı ofisten faaliyete dayalı çalışma alanına geçişte arka plan gürültüsü, ısıtma gizliliği ve hava kalitesi parametrelerinde önemli ölçüde memnuniyet artışı yaşandığı tespit edilmiştir (Şekil 1.3). Ekipler arasındaki iletişim eksikliği, ortaya çıkan olumsuz durum olarak belirtilmiştir. Açık planlı ofisten faaliyete dayalı ofise geçildikten sonra fiziksel çalışma ortamı ile ilgili genel memnuniyetin arttığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 1.3. Ortalama memnuniyet derecelendirmeleri

Kaynak: Rolfö ve ark. (2018)

Açık planlı ofislerin akustik koşullarının değerlendirilmesinde, mevcut yöntemlerin getirdiği zorlukları ortaya koymak ve daha kesin yöntemler belirlemek için yapılan bir çalışmada, üç farklı ofis düzeni SketchUp programı yardımıyla tasarlanmış ve model haline getirilmiştir. Oluşturulan model, ODEON 14.03 simülasyon programı ile simüle edilmiş ve veri analizi yapılmıştır. Ofis kullanıcılarına rahatsızlık verme potansiyeli en yüksek etmenlerin başında konuşma sesleri geldiği için çalışma boyunca Konuşma İletim İndeksi (STI) ağırlıklı olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda ofis kullanıcılarının hem kaynak hem de alıcı görevi gördüğü yeni bir yöntem oluşturulmuştur. Bu yöntemle kaynak alıcı arasındaki ilişki ve genel hacim akustiği hakkında kapsamlı bilgi edinilmesi mümkün kılınmıştır. Çalışma sonucunda, oluşturulan yeni yöntemle birlikte açık planlı ofislerin akustiğinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınabileceği belirlenmiştir (Bertazzoni, 2018).

Şahin (2019)'in çalışmasında açık planlı ofislerdeki malzeme ve tefriş seçiminin akustik kaliteye etkisi değerlendirilmiştir. Aynı binada yer alan ve tefriş elemanları aynı, mekân yüzeyleri farklı olan iki farklı ofis üzerinde yapılan çalışmada anket ve ölçüm yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre anket ve ölçüm sonuçlarının birbirini doğrular nitelikte olduğu ve farklı ofislerde yer alan çalışanların ofis yapı fiziği, işitsel mahremiyet ve ofis arka plan gürültü düzeyi yüksekliğinden rahatsızlık duydukları tespit edilmiştir. Bu sorunlara çözüm olarak sınır değerleri aşmayacak ve maskeleyen görevi görececek bir sesin kullanılması önerilmiştir. Ayrıca ofislerdeki verimi arttırmak için fiziksel yapıya verilen önem kadar akustik kaliteye de önem verilmesi gerektiği ve her ofise özgü değerlendirme ve iyileştirme uygulamasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Lee ve ark. (2019) bu çalışmada açık planlı ofislerdeki akustik koşulların ve kültürel farklılıkların, iş özellikleri ve iş tatmini arasındaki ilişkiye etkisini araştırmışlardır. Bu doğrultuda, 6'sı Kore ve 6'sı Birleşik Krallıkta yer alan toplam 12 açık planlı ofis ele alınmıştır. Çalışmada, 147'si Kore'den ve 177'si İngiltere'den olmak üzere toplam 324 çalışana anket uygulanmış ve ofis ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler, İngiltere'de yer alan ofislerdeki arka plan gürültü seviyelerinin Kore'de yer alan ofislere göre daha fazla olduğunu göstermiştir. Bunun sebebinin ise İngiliz çalışanların Koreli meslektaşlarına göre müşterileriyle daha fazla iletişim halinde olması olarak belirlenmiştir. Ayrıca sonuçlara göre, çalışma saatlerindeki arka plan gürültü ve yankılanma süresinin iş tatminini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Buna karşın gürültü rahatsızlığı ve konuşma mahremiyetinin iş tatmini üzerindeki etkisinin az olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak arka plan gürültü düzeyinin, gürültü rahatsızlığının, konuşma mahremiyetinin ve kültürel farklılıkların (Kore ve Birleşik Krallık) iş özellikleri ve iş tatmini arasındaki ilişkide düzenleyici etkilerinin olduğu saptanmıştır.

2019 yılında Kang ve Ou (2019) tarafından yapılan çalışmada, açık planlı ofis ortamındaki konuşma gürültüsü ve konuşma iletim endeksi (STI) değerlerinin etkileri incelenmiştir. Çalışmada deney yöntemi kullanılmış ve laboratuvarında yapılan deneylerde 4 bilişsel görevin yanı sıra katılımcıların 5 farklı akustik koşul altındaki konu algıları ve nesnel performansları incelenmiştir. Konuşma gürültüsünün, deneye katılanların seri hatırlama görevindeki (gösterilen sayı dizisi içerisindeki basamakları 22 saniye (s) içerisinde görünüm sırasına göre hatırlama) nesnel performanslarını ve iş yeri hakkındaki öznel duygularını (iş yükü, akustik konfor) negatif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca olumsuz etkilerin Konuşma İletim İndeksi (STI) arttıkça daha belirgin hale geldiği tespit edilmiştir.

LEED Sertifikalı bir ofis yapısının akustik açıdan değerlendirilmesi istenen bu çalışmada, ofis yapılarında gürültü denetimi gerekliliklerinin hangi ölçüde sağlandığını belirleyebilmek amacıyla SONarchitect ISO ve INSUL programlarından yararlanılmıştır. Simülasyon programları aracılığıyla elde edilen veriler LEED sertifikası ve "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmeliği" kapsamında yer alan değerler ile kıyaslanmış ve bu kıyaslama sonucu yapının yönetmeliklerde yer alan birçok değeri sağlamadığı tespit edilmiştir (Tablo 1.8 ve Tablo 1.9). Yapı akustiği ve gürültü denetimi ulusal standartlarının genişletilmesi ve sertifika sistemlerinin akustik konfor konusuna ağırlık vermesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Yenidoğan, 2019).

Tablo 1.8. Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik sınır değerleri ve simülasyon sonuçları kıyaslaması

	YÖNETMELİK DEĞERLERİ				SİMÜLASYON DEĞERLERİ 1.KAT				SİMÜLASYON DEĞERLERİ 2.KAT			
	Toplantı Odası	Açık Planlı Ofis	Telefon Odası	Ortak Alanlar	Toplantı Odası	Açık Planlı Ofis	Telefon Odası	Ortak Alanlar	Toplantı Odası	Açık Planlı Ofis	Telefon Odası	Ortak Alanlar
Darbe Sesi Düzeyi	A	46	46	46	46	25	46		44	29	44	
	B	50	50	50								49
	C	54	54	54				52				
	D	58	58	58								
	E	62	62	62								
	F	66	66	66								
Hava Doğuşlu Ses Düzeyi	A	62	59	62								
	B	58	55	58	56		60		58		59	
	C	52	49	52								
	D	48	45	48		45						
	E	44	41	44				42		42		44
	F	40	37	40								
İç Gürültü Düzeyi	A	36					32					
	B	40			39						33	
	C	44							43			
	D	48										
	E	52				50		54		51		54
	F	56										
Yansıma Süreleri	A	-	-	-								
	B	-	-	-								
	C	0,8	1	0,4	1,2	0,46	0,73	0,26	1,08	0,51	0,32	1,11
	D	-	-	-								
	E	-	-	-								
	F	-	-	-								

Kaynak: Yenidoğan, E. S. (2019). *Yeşil bina sertifika sistemlerinin akustik açıdan değerlendirilmesi: Açık planlı ofis örneği* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]

Tablo 1.9. LEED Sertifikası sınır değerleri ve simülasyon sonuçları kıyaslaması

	LEED DEĞERLERİ				SİMÜLASYON DEĞERLERİ 1.KAT				SİMÜLASYON DEĞERLERİ 2.KAT			
	Toplantı Odası	Açık Planlı Ofis	Telefon Odası	Ortak Alanlar	Toplantı Odası	Açık Planlı Ofis	Telefon Odası	Ortak Alanlar	Toplantı Odası	Açık Planlı Ofis	Telefon Odası	Ortak Alanlar
İç Gürültü Düzeyi	35	40	35	40	39	50	32	54	43	51	33	54
Yansıma Süreleri	0,6	0,8	0,6	-	0,46	0,73	0,26	1,08	0,51	0,67	0,32	1,11

Kaynak: Yenidoğan, E. S. (2019). *Yeşil bina sertifika sistemlerinin akustik açıdan değerlendirilmesi: Açık planlı ofis örneği* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]

Karcı (2020) tarafından yapılan çalışma, yemek alanlarında kullanılması için tasarlanmış bir modelin açık planlı ofislere uyarlanması esasına dayanmaktadır. Çalışmada gürültü seviyeleri ve kişi sayısı arasındaki ilişkinin Lombard etkisiyle birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. *Lombard etkisi*, ortamdaki artan gürültü seviyelerine karşı konuşanların kendi seslerini arttırarak yeterli iletişim koşullarını sağlama durumudur. Yapılan ölçümler sonucunda, yemek alanlarında mevcut modelin doğru olduğu ve Lombard eğiminin gözlemlendiği fakat çalışma ortamlarında model tahmininin sapma gösterdiği belirlenmiştir. Modele eklenecek olan ofislerdeki etkileşim seviyesini temsil eden bir değişken ve eş zamanlı konuşmacıların sayısını belirlemeye yardımcı olacak bir tablo ile açık planlı ofislerde doğru sonuçların alınabildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, oluşturulan yeni modelin açık planlı ofislerin tasarımında gürültü tahmin aracı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Gürtürk (2020) çalışmasında açık planlı ofislerde gürültünün bir tasarım kriteri olarak ele alınması gerekliliğini ispatlamak istemiştir. Bu doğrultuda mevcut bir çağrı merkezi örnek olarak belirlenmiş ve anket, ölçüm ve simülasyon (SoundPLAN 8.1) yöntemi kullanılarak çalışma ilerletilmiştir. Toplanan verilerde, yüzeyletme ve bölücü eleman yutuculuklarının arttırılması ve bölücü eleman yüksekliğinin düzenlenmesiyle açık planlı ofiste uygun akustik ortamın sağlanabileceği tespit edilmiştir. Çalışmada açık planlı ofislerin tasarımının her aşamasında akustik kalitenin göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Park ve ark. (2020)'nın yaptığı çalışmada, akustik faktörler, iş özellikleri ve iş tatmini arasındaki ilişki araştırılmıştır. 12 açık planlı ofisin ele alındığı çalışmada anket soruları 18-35, 36-50 ve 51-64 yaş aralığında kadın ve erkek katılımcılar tarafından cevaplanmıştır. Toplanan veriler, akustik parametreler ve iş tatmini arasında önemli korelasyonlar olduğunu göstermiştir. İş tatmini, konuşma mahremiyeti ve 8 saatlik aktif gürültü seviyesi arasında negatif korelasyonlar saptanmıştır. Görev tanımı ve iş tatmini arasındaki ilişkiye aktif gürültü düzeyi ve konuşma mahremiyetinin etki ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca iş verimliliği ve gürültü rahatsızlığı arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Teixeira ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, açık planlı ofislerdeki çalışanların görüşlerini alarak ofislerdeki akustik tasarımı incelemişlerdir. Bu doğrultuda, aynı binada yer alan ve merkezi bir koridorla birbirine bağlı olan, aynı bitirme malzemelerine sahip dört açık planlı ofis ele alınmış ve çalışanlara anket uygulanmıştır. Çalışmada ayrıca CATT-Acoustic v9/TUCT2 programı aracılığıyla simülasyonlar gerçekleştirilmiş ve ölçümler yapılmıştır. Elde edilen veriler anket yöntemi kullanılarak çalışan görüşlerini almanın hem nesnel ölçümleri desteklemede hem de akustik konfor koşullarını sağlayan ofisler oluşturmada büyük öneminin olduğunu ortaya koymuştur.

Hongisto ve ark. (2021) açık planlı bir ofiste ISO 5725 standardının talimatları doğrultusunda ISO 3382-2:2008 ve ISO 3382-3:2012 standartlarının doğruluğunu test etmişlerdir. Bu kapsamda, Finlandiya'daki Turku Üniversitesi'nde yer alan açık planlı bir ofis için doğruluk deneyi gerçekleştirilmiştir. Deneyde, açık planlı ofiste ölçümler yapılmıştır. Ölçümler sırasında açık planlı ofiste ölçüm operatörleri dışında kimse bulunmamıştır. Elde edilen veriler ISO CD 3382-3:2020 belgesine göre analiz edilmiştir. ISO 3382-2:2008 ve ISO 3382-3:2012 standartlarının açık planlı ofislerin akustik koşullarının doğru bir şekilde değerlendirilmesine imkân sağladığı sonucuna varılmıştır.

Hashemi ve ark. (2021) çalışmalarında, ofis çalışanlarının çalışma alanlarındaki memnuniyetlerini arttırmak için iç mekân çevresel kalite parametrelerini önceliklendirecek bir yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, anket yöntemi kullanılmış ve veriler 12 binada yer alan çalışanlardan web tabanlı bir anket yardımıyla toplanmıştır. Anket soruları akustik, sıcaklık, aydınlatma, düzen, mobilya gibi konuları içermiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışanların büyük çoğunluğunun işyerlerindeki iç mekân çevre kalitesinden memnun olmadığını göstermiştir. İşyerlerindeki en yüksek memnuniyetsizlik sebepleri; gürültü seviyesi, gizlilik ve ofis mobilyaları olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanı memnuniyeti ve parametreler arasındaki ilişkiyi tespit etmek için bir istatistiksel analiz geliştirilmiştir ve yapılacak ergonomik değişiklik için 2 önem düzeyi belirlenmiştir. Bu yaklaşımın, çalışma alanı memnuniyetinin yüksek olabileceği yerlerin tespitinde etkili olacağı düşünülmüştür.

Keränen ve ark. (2023)'nın gerçekleştirdiği çalışmanın amacı, akustik açıdan farklı özelliklere sahip açık planlı ofislerde ampirik (deneysel) regresyon modeli ve ışın izleme modelinin tahmin doğruluğunu saptamaktır. Çalışma, sabit konumda 12 iş istasyonuna sahip açık planlı bir ofiste gerçekleştirilmiştir. Açık planlı ofiste, 22 akustik oda koşulu oluşturulmuş ve koşullar oluşturulurken 4 parametrede (tavan, duvar, bölücü yutuculuğu ve bölücü yüksekliği) değişiklik yapılmıştır. Ölçüm ve simülasyon yöntemi kullanılan çalışmada bulgular açık planlı ofislerde ampirik regresyon modellerinin yeterli tahmin doğruluğu sağlayabileceğini göstermiştir.

Açık planlı ofislerin akustik sorunları ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde; çalışmaların %45'inde ölçüm, %45'inde simülasyon, yaklaşık %24'ünde deney/model ve %48'inde ise anket yönteminin kullanıldığı görülmüştür.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmanın yöntemi, 1.3. Açık Planlı Ofislerin Akustik Sorunları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar bölümünde yer alan nitel ve nicel değerlendirme yöntemleri ve bu yöntemlerin hangi sıklıkta kullanıldığı göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma yönteminden yararlanılmıştır. Karma araştırma yöntemiyle, elde edilen çoklu verilerin tek bir çerçevede sunulması ve analiz edilmesi amaçlanmıştır. Buradan hareketle, açık planlı ofislerdeki akustik konfor koşullarının nicel olarak belirlenmesi için ölçüm ve simülasyon, ofis kullanıcılarının ortamdaki işitsel konfor koşulları hakkındaki görüşlerini almak amacıyla da anket yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemler hakkında genel bilgiler aşağıda açıklanmaktadır.

1.3.1. Anket Yöntemi

Anket yöntemi, kullanıcıların bulundukları ortamın akustik kalitesini değerlendirmeleri amacıyla kendilerine yöneltilen sorulara verdiği cevapları içeren öznel bir değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemin içeriğinde çoktan seçmeli, açık uçlu ve karma sorular yer almaktadır. Anket sorularının değerlendirmesinde, genellikle 5'lik veya 7'lik Likert ölçeği kullanılmakta ve katılımcıların tutum ve görüşleri bu şekilde tespit edilmektedir. Araştırmacılar tarafından Likert ölçeğinin çoğunlukla tercih edilme sebepleri arasında; kolay oluşturulabilmesi ve güvenilirliğinin yüksek olması yer almaktadır. Kullanıcılar için yapılan anket çalışmaları, çeşitli yazılımlarla kolay şekilde analiz edilebilmekte ve ortamdaki akustik kalite hakkında bilgi edinilebilmektedir (Erdem, 2007; Türk, 2011).

1.3.2. Ölçüm Yöntemi

Akustik konforun belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan ölçüm yöntemi, istenen akustik parametrelerin ölçüm cihazları ile elde edilebilmesini ve programlar aracılığıyla dijital ortama aktarılabilmesini sağlamaktadır. Akustik ölçümlerde, ölçüm cihazının özellikleri, kalibrasyonu, konumlanması, arka plan gürültüsü ve çevresel koşullar oldukça önemlidir. Ölçümlerde doğru sonuçların elde edilebilmesi için ölçüm cihazının kalibrasyonunun yapılması, doğru konumlandırılması ve rüzgâr, sıcaklık, nem gibi hava koşullarının dikkate alınarak stabil bir ölçüm ortamı oluşturulması gerekmektedir. Açık planlı ofislerin akustik ölçümleri “TSE EN ISO 3382-3 – Oda akustik parametrelerinin ölçülmesi” standardına göre yapılmakta ve standartta ölçüm prosedürleri, gerekli olan ölçüm aparatı ve veri değerlendirme yöntemi ayrıntılı olarak açıklanmaktadır (Türk, 2011; Türk Standartları Enstitüsü, 2022).

1.3.3. Simülasyon Yöntemi

Simülasyon yöntemi, dijital ortamda model oluşturma ve bu model üstünden simülasyon çalışmaları yaparak veri elde etme esasına dayanmaktadır. Bu yöntemle ses dalgalarının bir mekândaki hareketi, yansıması, kırılması ve yüzeylerle olan ilişkisi incelenebilmektedir. Mimarlar ve akustik uzmanları başta olmak üzere farklı meslek grupları tarafından kullanılmakta olan simülasyon programları, birçok planlama aşamasında olan projeye ve mevcut projelerin iyileştirme çalışmalarına fayda sağlamaktadır. Simülasyon programlarına mekân geometrisinin, yapı malzemelerinin, alıcı ve kaynak noktaları verilerinin doğru girilmesi, istenen parametreler hakkında gerçeğe yakın değerlerin ve ortam akustiği hakkında bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Günümüzde aktif olarak kullanılan birçok akustik yazılım bulunmaktadır (İlisulu, 2010; Türk, 2011; Özkartal, 2011; Öztürk, 2017). Bu yazılımlardan bazıları aşağıda listelenmiştir;

- ODEON Room Acoustic
- CATT-Acoustic
- EASE
- SoundPLAN

2. AÇIK PLANLI OFİSLERİN KONFOR KOŞULLARI VE AKUSTİK TASARIMI

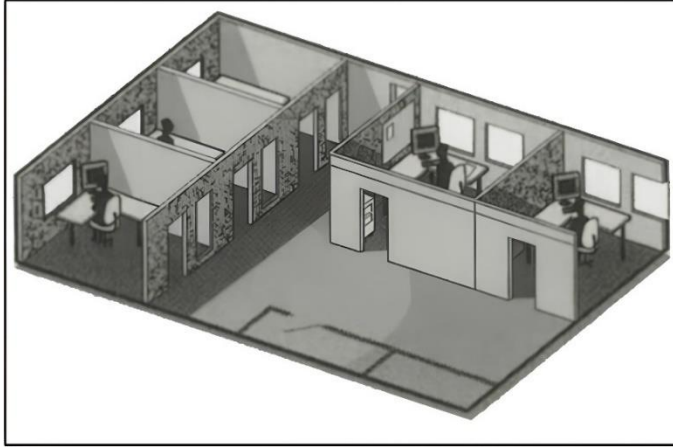
2.1. Ofis Kavramı ve Plan Tiplerinin Genel Özellikleri

Günümüzde kullanımı oldukça yaygın olan ofis kelimesinin kökü Latince'de yapıt ve iş anlamlarına gelen “Opus” sözcüğüdür (Çimen, 2008). Ofis sözcüğü, Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2024)'nde bir işi veya işletmeyi idare faaliyetlerinin yürütüldüğü alan olarak belirtilmiştir. Ayrıca ofis kelimesinin 4. sıradaki anlamında da büro sözcüğü yer almaktadır. Büro sözcüğü, ofis sözcüğü ile eş anlamlarda kullanılsa bile farklı kökenlerden gelmektedir (Çimen, 2008). Hasol (2017) tarafından büro; yazı-çizim ve yönetim işlerinin gerçekleştirildiği çalışma alanı olarak tanımlanmıştır.

19. Yüzyıl'da çalışmak için mekân gereksinimi neticesinde ortaya çıkan ofisler, tarihsel süreç içerisinde ekonomik, sosyal, teknolojik ve kültürel değişimlerden etkilenmiştir. Bu durum, ofis fonksiyonlarında ve düzenlemelerinde değişikliklere yol açmıştır (Karslı, 2008). Tarihsel süreç içerisinde, ofis plan tiplerinin değişimi ve dönüşümü; hücre (geleneksel) planlı ofis, açık planlı ofis, serbest düzenli ofis, karma düzenli ofis ve grup düzenli ofis başlıkları altında incelenmiştir.

2.1.1. Hücre (Geleneksel) Planlı Ofis

1950'li yıllardan önce kullanılmaya başlanan ve en eski ofis tipolojilerinden olan *hücre planlı ofislerin* bir diğer adı geleneksel planlı ofislerdir ve uluslararası literatürde “conventional” (konvansiyonel) olarak yer almaktadır. Bu plan anlayışında, ulaşımı sağlayan sabit bir koridor ve bu koridorun her iki tarafında duvarlarla bölünmüş çalışma alanları bulunmaktadır (Gürer, 1997). Hücre planlı ofisler, küçük mekânlara sahip olup, 1-3 kişilik hacimlerdir. Bu tür ofislerin derinliği doğal aydınlatmaya bağlı olarak değişiklik gösterse de minimum 3-4 metre, maksimum 5-6 metre olarak tasarlanır. Ofislerin büyüklüğü çalışan sayısına, çalışma düzenine ve hiyerarşik yapıya bağlı olarak değişebilir ama toplam alan genellikle 8-40 m² arasındadır. Hücre planlı ofis tipinin örneği Şekil 2.1'de yer almaktadır. Hücre planlı ofis tipleri, saygınlığı arttırıcı özelliği ve mahremiyet sağlaması sebebiyle, özellikle yöneticiler tarafından tercih edilse de değişen şirket yönetim politikaları ve teknolojik gelişmeler sebebiyle, sonraki yıllarda yerini farklı mekânsal çözümlere bırakmıştır (Bostancı, 1996; Çete, 2004).



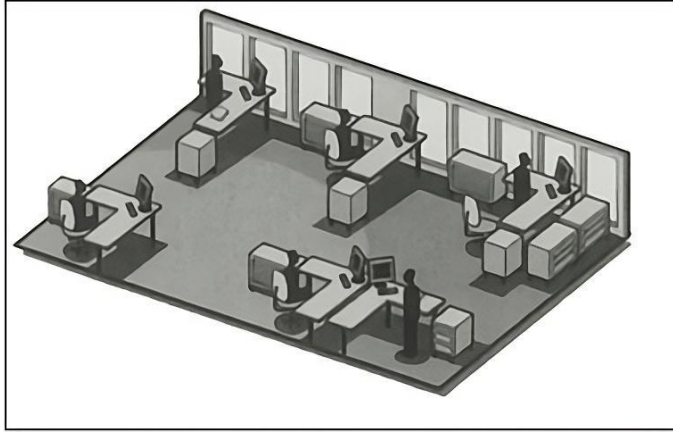
Şekil 2.1. Hücre planlı ofis örneği

Kaynak: Danielsson, C.B. ve Bodin, L. (2009)

2.1.2. Açık Planlı Ofis

Dünyada değişen sosyal yaşam ve iletişim araçlarındaki gelişim, iş hayatını ve iş yapılan mekânları da etkilemiş ve bu mekânların tasarımında değişiklikler yapılmasını zorunlu kılmıştır. İş hayatında, çalışanlar arasındaki iletişimin artırılması ve kolektif çalışma bilincinin oluşturulması amacıyla esnek mekânlara geçiş başlamıştır. Bu doğrultuda, hücreli planlı ofislerde bölücü eleman olarak kullanılan duvarlar kaldırılmış ve açık planlı ofisler oluşturulmuştur (Karlı, 2008). Avrupa’da açık planlı ofislerin kullanılması 1960’lı yıllarda Bürolandschaft adlı hareket ile başlamıştır. 1970’li yıllarda kullanımı artmaya başlayan açık planlı ofisler, 1990’lı yıllarda en çok tercih edilen ofis tipi haline gelmiştir (Holma, 2017).

Açık planlı ofisler, birçok kişinin bir arada çalışmasına olanak sağlayan mekânlardır ve bu durum mekân derinliklerinin fazla olmasını gerekli kılar. Yapılan çalışmalar sonucu, açık planlı ofislerde mekân kullanımında 150 m² ve üzeri alana ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmıştır (Bostancı, 1996). Açık planlı ofisler, kalabalık grupların bir arada çalışmasını sağlarken bireysel çalışmaya da olanak tanıyarak, kısmi de olsa mahremiyeti gözetken bir kurguya sahiptir. Çalışanlar arasındaki iletişimi kolaylaştıran bu ofis tipi, esnekliği sayesinde şirketlerin değişen politikalarına göre uyum sağlayabilmektedir. Çalışma grupları arasındaki iletişimi kesmeden grupların kimliklerini belirginleştirmek ve dolaşım alanlarını tanımlamak için mobilya ve bitki gibi ayırıcı elemanlardan yararlanılabilmektedir (Bostancı, 1996; Karlı, 2008). Şekil 2.2’de açık planlı bir ofis örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Açık planlı ofis örneği

Kaynak: Danielsson, C. B. ve Bodin, L. (2009)

2.1.3. Serbest Düzenli Ofis

21. yy.'ın başlarında, ofislerdeki çalışma etkinliğini arttırmak amacıyla yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda, hücre planlı ofislerin ve açık planlı ofislerin avantajlarını içerisinde barındıran ve *serbest düzenli ofis* adı verilen bir düzen geliştirilmiştir. Bu düzenin temelini iş organizasyonu teorileri oluşturmuştur (Çete, 2004; Karşlı, 2008). Serbest düzenli ofisler, çalışanlar arasında statü farkının olmaması gerektiğini ve demokratik bir anlayışla herkesin eşit koşullarda, aynı mekânda çalışması gerektiğini öneren bir yaklaşımla ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda, Şekil 2.3'te de görüldüğü üzere geniş bir alan içerisinde herhangi geometrik bir düzen olmadan ve minimum bölücü eleman ile oluşturulmuş serbest bir plan tipinden bahsedilebilir (Karşlı, 2008).

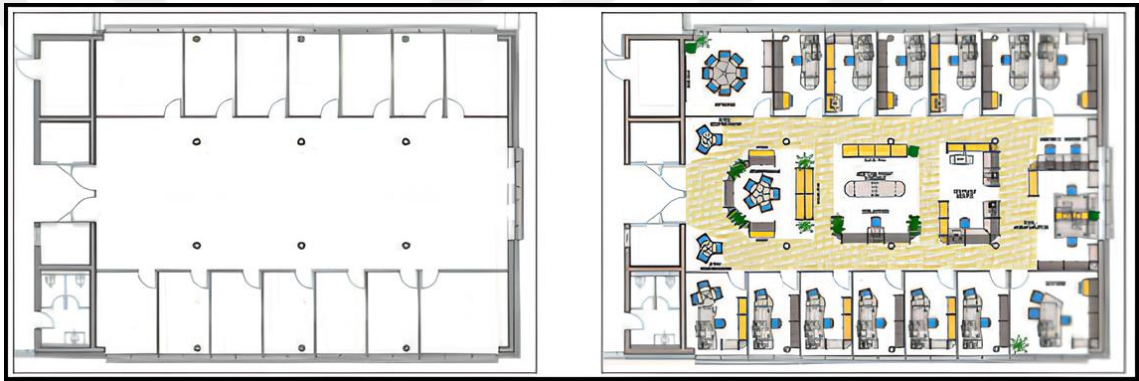


Şekil 2.3. Serbest düzenli ofis planı

Kaynak: Karşlı, H. U. (2008)

2.1.4. Karma Düzenli Ofis

Hücre planlı, açık planlı ve serbest düzenli ofisleri temel alarak oluşturulan yapılara *karma düzenli ofis* denir. Karma düzenli ofisler ihtiyaca göre şekil alabilmektedir ve gereksinim halinde temelinde yer alan üç tip ofisten birine dönüştürülebilmektedir. Bu tür ofislerde birçok farklı grup bir arada çalışabilmekte ve istendiği takdirde bölmeler oluşturularak gruplar arası ayırım yapılabilir. (Gürer, 1997; Çete, 2004; Karşı, 2008). Şekil 2.4'te örnek planı yer alan karma düzenli ofis kullanımı, günümüzde birçok şirket tarafından tercih edilmektedir. Şirketler, yönetici statüsüne sahip kişilere kapalı alanlar, diğer çalışanlara ise açık planlı bir düzen oluşturarak yöneticiler ve çalışanların arasında mahremiyet ve iletişim dengesini sağlamaya çalışmaktadır (Kaya, 2010). Karma düzenli ofisler, diğer ofis tipolojilerinin negatif özelliklerine çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Bu ofis düzeninde, hücre (geleneksel) planlı ofis düzenindeki kısıtlı haberleşme durumu ve serbest planlı ofis düzenindeki mahremiyet eksikliği ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır (Doğan, 2008).

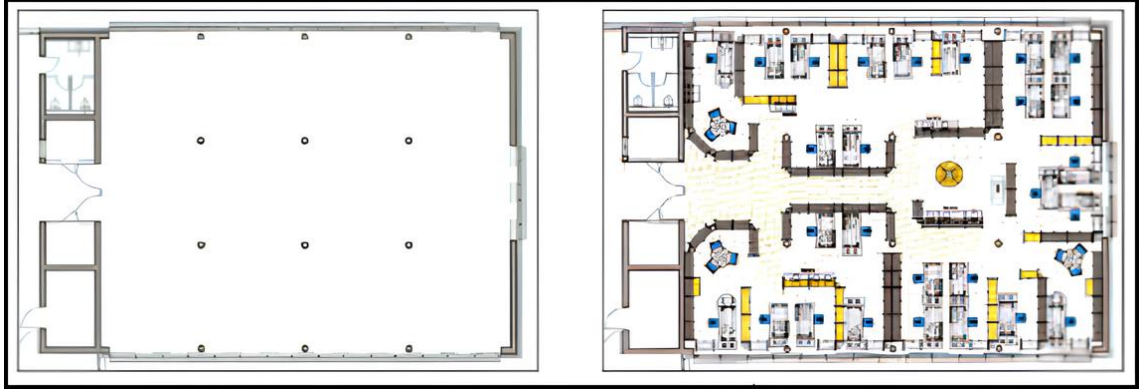


Şekil 2.4. Karma düzenli ofis planı

Kaynak: Karşı, H. U. (2008)

2.1.5. Grup Düzenli Ofis

Grup düzenli ofisler, hücre ve açık planlı ofislerin ara kesitinde yer alan ve hücre planlı ofislerin duvarlarının kaldırılıp, dolaşım koridorlarının çalışma alanlarına dâhil edildiği bir düzendir. Bu tür ofisler, orta büyüklüğe sahip olup, 5-10 kişilik minimum 2-3 grubun çalışmasına imkân sağlayacak niteliktedir. Mekânın derinliği gün ışığına göre planlanmaktadır ve toplam alan 40-150 m² arasında değişiklik gösterebilmektedir. Çalışma grupları arasında belirli katı bölücü elemanlar yer almamakla birlikte grup ayrımını belirginleştirmek amacıyla hareketli bölücü elemanlar kullanılabilir. Bu tür ofislerde, bina çekirdeğinden çalışma alanına direkt geçiş sağlanabilmektedir (Gürer, 1997; Çete, 2004; Karşı, 2008). Grup düzenli ofis planı Şekil 2.5'te yer almaktadır.



Şekil 2.5. Grup düzenli ofis planı

Kaynak: Karşlı, H. U. (2008)

2.2. Açık Planlı Ofislerin Konfor Koşullarına İlişkin Gereksinimler

2.2.1. Akustik Konfor

İnsanlar tarafından gerçekleştirilen eylem ya da eylemsizlik durumlarına uygun akustik koşulların oluşturulmasına *akustik konfor* denir. Akustik konforun en önemli unsuru konuşmadır. Konuşma, insanların birbirleriyle iletişim kurmalarına, duygu, düşünce ve sorunları dile getirmelerine aracılık eder. Bu durum, konuşmanın olduğu her yerde akustik konfor ve işitsel algılama kavramlarının önemini artırır (Akdağ, 1994; Özçevik, 2005).

Akustik konfor, diğer konfor koşulları arasında yüksek öneme sahip ve dikkatlice ele alınması gereken bir parametredir. Akustik konforun olmadığı mekânlar, insan sağlığını riske atar ve bu ortamlarda uzun süreler bulunmak işitme kaybı, kan basıncında ve solunum sistemlerinde değişim, yorgunluk, baş ağrısı, dikkat dağınıklığı gibi çeşitli fiziksel ve psikolojik sorunlara yol açar. Tüm bunlara ek olarak, akustik konforun olmadığı ortamlarda çalışmak iş verimliliğini düşürür (Gürer, 1997; Özçevik, 2005).

Bir mekânın akustik konfora sahip olması için gürültüden arındırılmış olma ve konuşma anlaşılabilirliğine izin verme özelliklerine sahip olması gerekir. Ayrıca mekânda istendiği zaman konuşma gizliliğinin sağlanması akustik konfor için önemli bir faktördür. Ses şiddeti, ses düzeyi, ses kaynağı, ses sürekliliği ve yapılan eylem gibi unsurlar akustik konfor üzerinde belirleyici unsurlardır (Gürer, 1997).

Çalışanlar arasındaki iletişimi arttırmak için oluşturulan açık planlı ofisler, birden çok çalışma fonksiyonunu ve çalışanı bir arada barındırmaktadır. Bu durum açık planlı ofislerde gürültü kaynaklarının çok ve çeşitli olmasına yol açarken akustik konforun sağlanmasını da zorlaştırmaktadır. Bu zorluğun önüne geçmek için mimari tasarımın erken aşamasından başlanarak akustik konusu ele alınmalı ve malzeme, tefriş, aydınlatma seçimleri ve tavan tasarımları bu doğrultuda yapılmalıdır (Çete, 2004).

2.2.2. Aydınlatma

Açık planlı ofislerde uygun konfor koşullarının oluşturulmasında görsel konfor önemli bir faktördür. Görsel konfor, ofislerin çalışma şekline ve işlevine göre belirlenmiş nitelikli bir aydınlatma düzeni ile sağlanabilir (Acar, 2007). Nitelikli bir aydınlatma düzeni için mekânın aydınlık düzeyinin nicel olarak yeterli olmasının yanı sıra gün ışığı, yüzey özellikleri, kamaşma ve parıltı gibi durumların dikkate alınmış olması gerekir. (Gürtürk, 2020). Açık planlı ofislerde yapılan işler ve kullanıcı özellikleri farklılık gösterebildiği için ofis aydınlatmalarının iç mekân düzenlemesine paralel ve farklılaşmaya olanak sağlayacak şekilde olması, mekânın görsel konforunun artırılmasına katkı sağlar. Görsel konforun yüksek olduğu bir çalışma mekânının oluşturulabilmesi için; gün ışığından maksimum derecede yararlanılması, dolaylı aydınlatma kullanılması ve enerji verimliliği yüksek lambalar tercih edilmesi gerekir. İdeal aydınlatma koşullarının olduğu ve görsel konforun sağlandığı mekânlar çalışanların iş konsantrasyonu ve iş verimliliğini olumlu yönde etkiler (Çete, 2004).

2.2.3. Isıl Konfor

Çalışanlar için çalışma mekânlarındaki ısı konfor oldukça önemlidir ve çok sıcak veya soğuk, çok nemli veya kuru hava, çalışan sağlığı üzerinde bazı semptomlara yol açarak iş performansını olumsuz yönde etkilemektedir (Özçevik, 2005; Acar, 2007).

Açık planlı ofislerdeki ısı konforu etkileyen birçok parametre vardır ve bu parametreler kişisel ve çevresel özellikler olmak üzere 2 başlık altında incelenmektedir. Kişisel özellikler; yaş, cinsiyet, kıyafet durumu, iş yoğunluğu gibi durumları incelerken, çevresel özellikler; mekân büyüklüğü, sıcaklık, güneş ışığı alma durumu, nem, yalıtım gibi durumları ele alır (Gürtürk, 2020). Ofislerdeki konfor sıcaklıklarının kışın 18-22°C, yazın ise 21-24°C olması gerektiği belirtilmiş ve bu sıcaklıklar belirlenirken çalışanların kıyafet özellikleri ve yaptıkları işler dikkate alınmıştır (Acar, 2007).

Çalışma mekânlarının tek bir hava koşuluna sahip olması, çalışanların termal açıdan rahatsızlık duymasına sebep olabilir. Bu durumu önlemek ve ortamdaki ısı konfor memnuniyetini arttırmak için, çalışanlara kişisel olarak sıcaklık, hava yönü ve hava hızı kontrolünü sağlayabileceği sistemler temin etmek gerekmektedir (Charles ve Pero, 2006).

2.2.4. İç Mekân Hava Kalitesi

Kapalı mekânların tasarımında, insan sağlığı ve konforunu etkileyen birçok önemli parametre vardır ve iç mekân hava kalitesi de bu parametrelerden biridir. Pek çok insanın yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdiği ofis yapılarında iç mekân hava kalitesi iş verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Bu durum iyi bir iç mekân hava kalitesinin ihtiyaçtan çok zorunluluk halini almasına sebep olmuştur. İç mekân hava kalitesi kavramı temelde, yeterli seviyede oksijenin sağlandığı ve kirli havanın hızla sirküle edilerek oranının düşürülebildiği mekânlardır. Mekân içindeki hava kalitesinin düşük olması ise dışardan gelen kirli hava, mekân içindeki eşyaların ve elektronik cihazların oluşturdukları zararlı gazlar ve temizlik malzemeleri, boya gibi kimyasalların fazla olmasıyla açıklanabilmektedir (Çete, 2004; Acar, 2007).

Açık planlı ofislerde çalışanlar tarafından iç mekân hava kalitesinden memnuniyetsizlik duyulması oldukça yaygın bir durumdur ve bu durumun devamlılığı uzun vadede çalışanların iş konsantrasyonlarını ve performanslarını etkilemektedir. Çalışan memnuniyetini arttırmak ve konforlu çalışma alanı oluşturmak için hem doğal hem de mekanik havalandırmanın yeterli şekilde olması gerekmektedir (Charles ve Pero, 2006).

2.2.5. Mahremiyet

Mahremiyet; aynı mekânı paylaşan kişiler ve çevresel uyarılar arasındaki etkileşimin düzenlenmesini ifade eden bir kavramdır. Bu kavram çalışma mekânlarının konfor koşullarını, çalışan memnuniyetini ve iş verimliliğini oldukça etkilemektedir. Araştırmalar, ofis çalışanları için mahremiyetin büyük bir öneme sahip olduğunu fakat işverenlerin bu durumu göz ardı ettiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, iş yaparken dışardan izleniyor olma düşüncesinin ve insan, mobilya ve teknolojik alet seslerinin çalışanların iş verimliliğini düşürdüğü tespit edilmiştir. Tüm bunlar göz önünde alındığında çalışan performansını ve memnuniyetini arttırmak için ofislerde gerekli görsel ve işitsel mahremiyetin sağlanması önemlidir (Acar, 2007).

2.3. Açık Planlı Ofislerdeki Gürültü Kaynakları

Açık planlı ofislerin gürültü kontrolünde ele alınan ana gürültü kaynakları yapı dışı ve yapı içi gürültü kaynakları olarak iki grupta incelenebilir.

2.3.1. Yapı Dışı Gürültü Kaynakları

Açık planlı ofislerde, akustik konforu etkileyen başlıca nedenler arasında yapı dışı gürültü kaynakları yer almaktadır. Açık planlı ofislerin konumlandığı alanda çevre etkenlerden oluşan gürültüler, yapı kabuğu aracılığıyla iç mekâna iletilir ve bu durum gürültü açısından rahatsızlığa sebep olabilir. Çevre etkenlerden oluşan dış gürültü kaynakları 5 grup altında incelenmektedir (Özçevik, 2005).

Taşıt gürültüsü; kara, hava, deniz ve demir yolu gibi ulaşım araçları tarafından oluşturulan gürültüler,

Ticari gürültüler; sokak satıcıları, pazarlar ve dükkânlar gibi ticari işlevlere sahip alanlarda oluşan gürültüler,

İnşaat gürültüleri; Her türlü yapının, yapım, yıkım, onarım ve bakım aşamalarında oluşan gürültüler,

Endüstri gürültüsü; fabrikalar, tersaneler ve oto sanayi tesisleri gibi endüstriyel alanlarda oluşan gürültüler,

Açık hava etkinlikleri gürültüsü; stadyumlar, spor sahaları, parklar ve lunaparklar gibi eğlence ve etkinlik alanlarında oluşan gürültüler.

Ofis binalarının tasarım aşamasında, dış gürültü kaynaklarının dikkate alınması gerekir ve bu kaynakların denetiminde dikkat edilmesi gereken bazı faktörler vardır. Bu faktörler; uzaklık, iklim koşulları, bitki örtüsü, topografik durum ve havanın yutuculuğudur. Binaların tasarım ve etüt aşamasında yapılacak çalışmalar, binada sonradan yapılacak gürültü denetim uygulamalarından daha ekonomik ve verimlidir. Bu yüzden erken tasarım aşamalarında trafik, sanayi vb. çeşitli gürültü kaynakları tarafından üretilen gürültülerin gösterildiği stratejik gürültü haritaları göz önünde bulundurularak planlamalar ve projelendirmeler yapılmalıdır. Mevcut bir binada gürültü denetimi yaparken, tüm dış gürültü kaynakları değerlendirmeli, gerekli yapı elemanlarıyla önlemler alınmalı ve kullanıcılar için uygun ortam koşulları oluşturulmalıdır (Seymenoğlu, 1992; Acar, 2007; Keskin, 2014).

2.3.2. Yapı İçi Gürültü Kaynakları

Açık planlı ofislerde iç mekânda oluşan gürültüler, kullanıcı ve mekân donanımlarından kaynaklanmaktadır ve katı doğuşlu sesler ve hava doğuşlu sesler olmak üzere 2 ana başlık altında incelenmektedir (Seymenoğlu, 1992; Gürtürk, 2020).

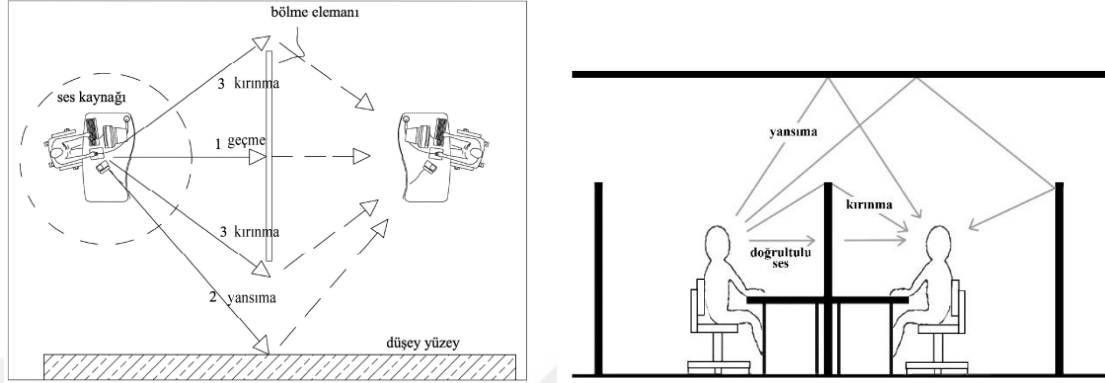
Katı doğuşlu sesler; ses kaynağının ilk titreşimlerinin katı ortamda doğduktan sonra yayılması olarak tanımlanır. Katı doğuşlu seslere; tesisat ve ısıtma-soğutma-havalandırma sistemlerinin çıkardığı sesler, darbe gürültüsü, adım sesleri örnek olarak verilebilir.

Hava doğuşlu sesler; ses kaynağının ilk titreşimlerinin hava ortamında doğduktan sonra yayılması olarak tanımlanır. Hava doğuşlu seslere; konuşma gürültüsü, rüzgâr gibi sesler örnek olabilir.

Açık planlı ofislerde oluşan gürültülerin büyük çoğunluğu havadan doğan seslerden oluşmaktadır. Ofislerdeki konuşma, telefon gürültüsü ve ofis aletlerinden kaynaklanan gürültüler durağan fon gürültüsünü aşarak mekândaki akustik konfora olumsuz yönde etki etmektedir (Seymenoğlu, 1992; Gürtürk, 2020).

2.4. Açık Planlı Ofislerde Sesin Yayılma Yolları

Açık planlı ofislerde, kaynaktan çıkan sesin alıcıya ulaşmasına aracılık eden çeşitli yayılma yolları mevcuttur ve bu yollar Şekil 2.6'da plan (a) ve kesit (b) krokileri üzerinden gösterilmiştir.



Şekil 2.6. a) Sesin alıcıya ulaşma yollarının plan gösterimi; **b)** Sesin alıcıya ulaşma yollarının kesit gösterimi

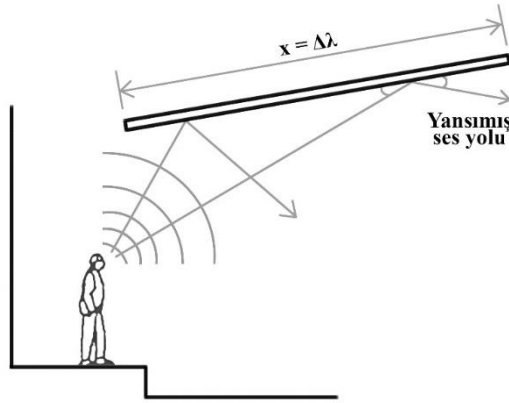
Kaynak: a) Acar, B. (2007) b) Gürtürk, S. Ö. (2020)

Şekil 2.6'da da görüldüğü üzere, kaynaktan çıkan ses, eğer bir bölme elemanı yoksa duvar, döşeme ve tavandan yansıyarak alıcıya ulaşır. Eğer kaynak ve alıcı arasında bir bölme elemanı varsa, ses dalgalarının bir kısmı kırınım yoluyla bir kısmı da bölme elemanı içerisinden geçerek alıcıya ulaşır. Kaynaktan çıkan ve belirtilen yollardan alıcıya ulaşan ses, durağan fon gürültüsünü önemli derecede aşmış ise o ortamda akustik konforsuzluk vardır (Acar, 2007).

2.4.1. Sesin Yansıması

Bir kişinin hacim içerisinde ilk duyduğu ses, kaynaktan çıkan direkt sestir. Yansımış ses ise, direkt ve yansımış ses yollarının arasındaki uzunluk farkından dolayı oluşan zaman farkından sonra alıcıya ulaşan sestir. Belirtilen uzunluk farkına bağlı zaman gecikmesi 50 ms'nin üstünde ise hacimde, yansımalarından kaynaklı eko miktarı artacaktır (Demirkale, 2007).

Ses dalgaları, bir düzlem üzerine ulaşır ve geliş açısı ile aynı açıyı oluşturacak şekilde yansıma olayı gerçekleştirir. Bu durum geometrik optik yansıma prensibiyle açıklanır. Yansıma açısının farklılaşması ise sesin dalga boyunun yüzeyin dalga boyundan büyük olması ile gerçekleşir. Bu durumda ses dağılır ve saçılır (Demirkale, 2007). Şekil 2.7'de yansıma olayının meydana gelebilmesi için dalga boyu (λ) ve yüzey boyutları ilişkisi gösterilmektedir.



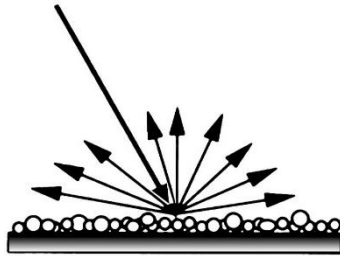
Şekil 2.7. Yansıma olayında dalga boyu ve yüzey ilişkisi

Kaynak: Demirkale, S. Y. (2007)

Yansıma olayının gerçekleşebilmesi için Şekil 2.7’de görüldüğü gibi dalga boyu (λ)’nun yüzey boyutlarından küçük olması ($\lambda < X$) gerekir (Demirkale, 2007).

2.4.2. Sesin Saçılması

Sesin saçılması, Şekil 2.8’de de görüldüğü üzere ses dalgalarının yüzeyden her yöne dağılması olarak açıklanmaktadır (Demirkale, 2007).



Şekil 2.8. Sesin saçılması olayı

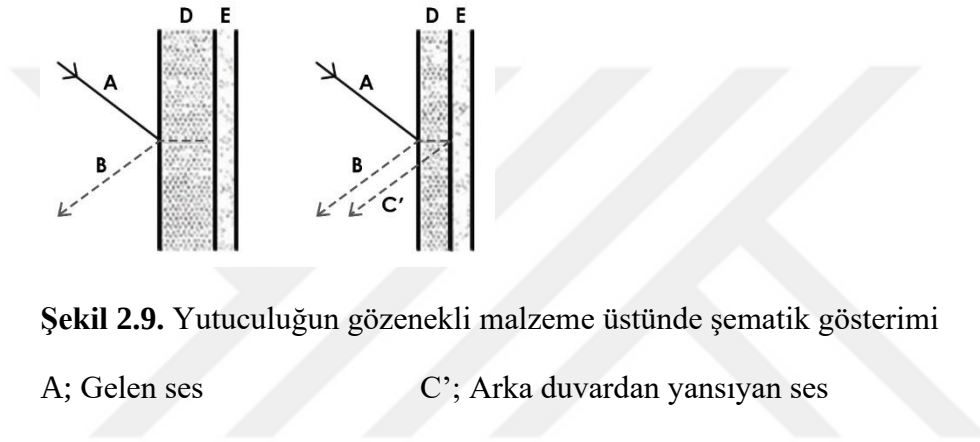
Kaynak: Gürtürk, S. Ö. (2020)

Sesin saçılmasında, dalga boyu ve yüzey boyutu arasındaki ilişki etkilidir. Dalga boyunun, çarptığı yüzey boyutundan büyük olduğu, yüzeyin girinti çıkıntıya sahip olduğu, yansıtıcı ve yutucu yüzeylerin ardışık olarak düzenlendiği, yutucu malzemelerin düzensiz dağılıma sahip olduğu durumlarda sesin saçılma olayı gerçekleşir. Kapalı hacimlerde saçılmış sesler ve yansımış sesler çınlamayı arttırarak akustik kusurların ortaya çıkmasına neden olabilir (Demirkale, 2007; Kurra, 2009; Gürtürk, 2020).

2.4.3. Sesin Yutulması

Sesin yutulması olayı, bir ortamdaki ses dalgalarının kendi dalga boyundan daha büyük dalga boyuna sahip yüzeylerle karşılaştıkları zaman sürtünmeden kaynaklı enerjilerinin bir kısmının başka bir forma dönüşmesi ile açıklanır. Burada dönüşen enerji genellikle ısı enerjisi olmaktadır (Demirkale, 2007; Gürtürk, 2020).

Hacimlerin fonksiyonlarına uygun olarak akustik kontrol sağlanmalıdır. Açık planlı ofisler, fonksiyonlarından dolayı, özenli akustik kontrol yapılması gereken hacimler arasındadır. Birçok yapı malzemesi, sesi belirli oranlarda yutma potansiyeline sahiptir fakat etkin bir akustik kontrol sağlanması için yüksek yutuculuğa sahip özel malzemelerden yararlanılması ve onların doğru konumlandırılması gerekir. Şekil 2.9'da yutuculuğun şematik gösterimi verilmiştir. (Demirkale, 2007).



Şekil 2.9. Yutuculuğun gözenekli malzeme üstünde şematik gösterimi

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| A; Gelen ses | C'; Arka duvardan yansıyan ses |
| B; Yansımış ses | D; Gözenekli malzeme |
| C; Yutulan ses | E; Duvar |

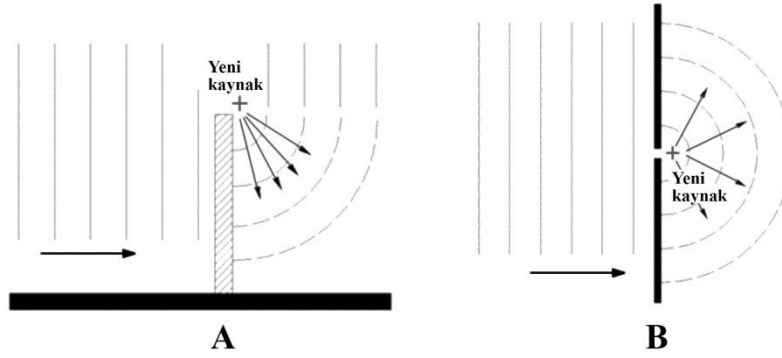
Kaynak: Demirkale, S. Y. (2007)

Hacmin yutuculuğunu etkileyen elemanlar;

- Duvar, tavan ve döşeme bitirme malzemeleri,
- Kullanıcı, perde, koltuk, gibi hacim bileşenleri,
- Yüksek frekanslarda havanın ses yutuculuğu (Demirkale, 2007).

2.4.4. Sesin Kırınımı

Ses dalgalarının bir açıklık boyunca akması veya bir nesne etrafında eğilmesi olayına sesin kırınımı denir. Sesin kırınımı olayı, yüksek frekansa kıyasla daha çok düşük frekanslarda oluşmaktadır (Demirkale, 2007). Şekil 2.10'da ses dalgalarının bariyerden kırınımı şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.10. Ses dalgalarının bariyerden kırınımı

Kaynak: Yüce, M. Y. (2009)

2.4.5. Sesin Geçmesi

Sesin geçme olayı, ses dalgalarının karşısına çıkan bir engelle çarpıp farklı dalgalara dönüşerek engel içinde yayılması olarak tanımlanır (Kurra, 2009; Gürtürk, 2020). Sesin geçme yolu ile alıcıya iletilmesinin istenmediği durumlarda hacmin bölme elemanının ses geçirmezliğinin artırılması gerekir. Bölme elemanının ses geçirmezlik oranı kütle ağırlığı ile doğrudan ilişkilidir ve elemanın katmanlı ve rijit bir yapıda olması ses geçirmezliğini artırır (Gökçe, 2011).

2.5. Açık Planlı Ofislerde Gürültü Kontrolü

Gürültü, insanların bulundukları ortamdaki konfor koşullarını olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Kullanıcılar için uygun konfor koşullarının oluşturulması, gürültüye karşı alınacak önlemlerle ve gürültünün kabul edilebilir sınırlara indirilmesi ile mümkündür. Gürültüye karşı alınabilecek tüm önlemler gürültü denetimi kapsamında yer almaktadır (Erol, 2006; Şentop, 2013). Gürültü; kaynakta, kaynak ile alıcı arasında ve/veya alıcıda alınacak önlemlerle kontrol altına alınabilir.

2.5.1. Kaynakta Kontrol

Kaynakta kontrol, gürültü oluşumuna sebep olan kaynakta ve etrafında alınacak tedbirleri içermektedir ve en etkin, uygulanabilir ve ekonomik yöntemdir. Gürültü kaynağının kendisi, konumu ve etrafında yer alan malzeme özellikleri gürültünün yayılmasına sebep olmaktadır. Bu durumun önlenmesi için gürültüye neden olan kaynağın ortadan kaldırılması gerekir. Eğer bu mümkün değilse önlem olarak; kaynağın doğru konumlandırılması (örneğin yansıtıcı yüzeylerden uzakta), gürültüye maruz kalınan sürenin azaltılmasına yönelik kaynak üzerinde değişiklikler yapılması (örneğin susturucu takmak vb. gibi) gerekmektedir (Erol, 2006; Şentop, 2013).

2.5.2. Kaynak ile Alıcı Arasında Kontrol

Gürültü kaynağının ortadan kaldırılamadığı veya istenen seviyede azaltılamadığı durumlarda kaynak ile alıcı arasında kontrol gerekmektedir. Kaynak ile alıcı arasındaki kontrolde, sesin kaynaktan çıkıp alıcıya ulaşması gereken yolda sesi engelleyecek ya da azaltacak önlemler alınmalıdır. Mimari ve yapısal önlemler kaynak ile alıcı arasındaki kontrol sürecinde alınmaktadır. Bu önlemlere örnek olarak; uygun bina konumlanması ve iç mekân yerleşimi, fiziki bariyer uygulaması ve istenen oranda ses yalıtımı sağlayan yapı elemanlarının kullanımı verilebilir (Şentop, 2013; Boyraz, 2022).

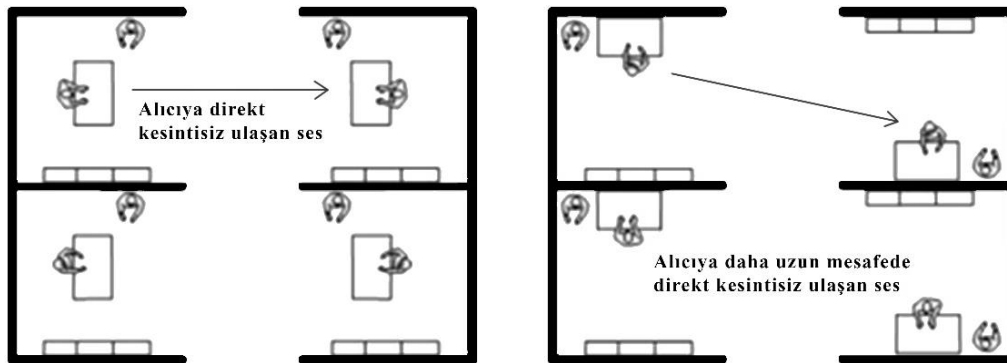
Açık planlı ofislerin akustik konforunun sağlanmasında kaynak ile alıcı arasındaki yolda etkili olan fiziksel tasarım parametreleri bu kısım altında incelenmiştir.

2.5.2.1. Hacim Boyutları

Açık planlı ofisler, fonksiyon çeşitliliğine sahip olması ve çalışan sayısının fazlalığı sebebiyle genel olarak büyük tasarlanan hacimlerdir. Büyük hacimli mekânlarda, çınlama süresinin uzaması ve eko gibi bazı akustik kusurlara daha sık rastlanır. Hacmin en uzun kenarı 11 m, yüksekliği 3 m'den küçük ise yankı olma olasılığı düşüktür fakat hacmin büyüklüğü arttıkça yankı olayının fazlalaşma olasılığı da artar ve önlem alma ihtiyacı doğar. Çınlama ve eko olayını önlemek için hacmin döşeme, tavan, engel yüzeyleri ve mobilyalarında yutucu malzemeler kullanarak; hacmin toplam yutuculuğunu arttırıp, çınlama süresinin ideale getirilmesi gerekir (Brennan ve ark., 2002; Gökçe, 2011; Gürtürk, 2020).

2.5.2.2. Tefriş Düzeni

Açık planlı ofislerdeki tefriş düzeni akustik konfor üzerinde etkili fiziksel parametrelerden biridir. Ofislerde, çalışanlar arasındaki görsel yolun açık olması, bu yol aracılığıyla sesin çalışanlara direkt ulaşmasına ve mekânda işitsel sorunlar oluşmasına sebep olmaktadır. Şekil 2.11'de görüldüğü üzere, çalışanlar arasındaki görüş çizgisi ve ses yolunu kesmek ve ayrıca tefriş elemanlarının arasındaki uzaklığı arttırmak akustik konforun sağlanmasına ve verimli çalışma ortamlarının oluşmasına katkıda bulunabilir (Pile,1978; Acar, 2007; Gökçe, 2011).



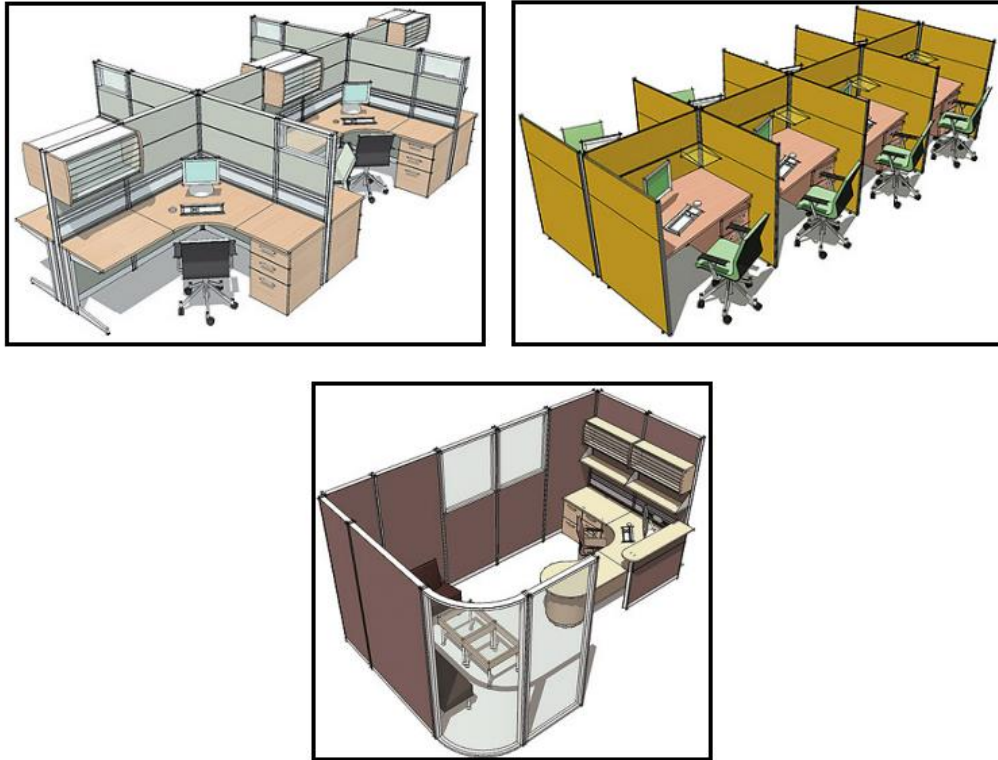
Şekil 2.11. Tefriş elemanları ve kaynak-alıcı arasındaki mesafe farklılaştırılmasının örnek plan üzerinde gösterimi

Kaynak: Gökçe, İ. B. (2011)

Açık planlı ofislerde teknolojik cihazlar ve özellikle telefon kullanımı oldukça yaygındır ve bu cihazların tefrişlerle birlikte konumlanması da önemli bir konudur. Ofislerde bulunan telefon vb. teknolojik cihazlar konumlandırılırken, cihaz seslerinin çalışma alanının dışına taşmayacak şekilde olmasına dikkat edilmelidir (Pile,1978; Acar, 2007; Gökçe, 2011).

2.5.2.3. Bölücü Elemanlar

Bölücü elemanlar, açık planlı ofislerde sıklıkla kullanılan elemanlar arasındadır. Açık planlı ofislerde bölücü eleman kullanımı, çalışanların mahremiyet ve konfor seviyesi yüksek mekânlarda çalışmasına olanak sağlar. Bölücü elemanlar sayesinde, kişilerin tamamen açık bir mekânda çalışmasından duyacağı rahatsızlık önlenir ve istendiği zaman birimler arası iletişime de olanak sağlayacağı için çalışma verimliliğini artırır (Acar, 2007; Gökçe, 2011). Şekil 2.12’de açık planlı ofislerdeki bölücü eleman kullanımına örnekler yer almaktadır.



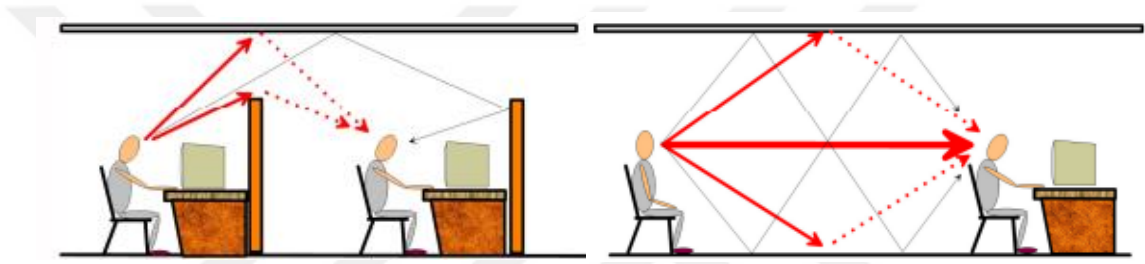
Şekil 2.12. Açık planlı ofislerdeki bölücü eleman kullanım örnekleri

Kaynak: Gökçe, İ. B. (2011)

Bölücü elemanlar duvar gibi sabit olmadığı için mekân içinde değişiklik yapılmasına ve farklı çalışma düzenleri oluşturulmasına olanak sağlar. Çok fonksiyonlu oluşunun akustik konfora da etkisi oldukça fazladır. Uygun tasarlanmış bölücü elemanlar, gürültü engeli işlevi görerek ofislerdeki gürültü denetimine ve akustik konforun sağlanmasına yardımcı olur (Acar, 2007; Gökçe, 2011).

Açık planlı ofislerde, engel etkinliğinin ve akustik konforun yüksek seviyede olması için bölücü boyutlarının doğru belirlenmesi gerekir. Bölücü boyutları, çeşitli hesaplamalar ve değerlendirmeler yapıldıktan sonra belirlenir. Değerlendirmeler sırasında gürültü kaynakları, kabul edilebilir gürültü düzeyi, kaynak ve alıcının engele olan mesafesi, hacmin tefrişi ve engelin yüzey yutuculuk özellikleri dikkate alınır. Açık planlı ofislerde bölücü kesit kalınlığı genellikle 8-12 cm arasında değişiklik göstermektedir. Eğer bölücü kalınlığı sınır değerden az olursa geçen ses fazlaşacağı için engel etkinliği de azalır (Acar, 2007; Gökçe, 2011).

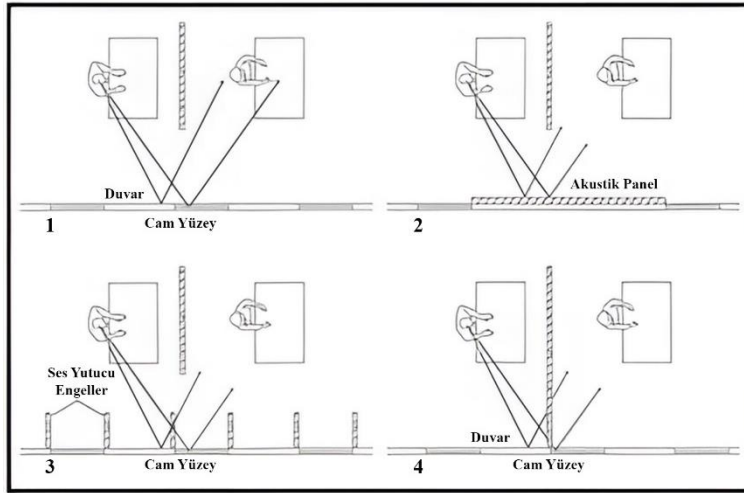
Açık planlı ofislerde engel etkinlik düzeyini belirleyen unsurlardan bir tanesi de tavanlardır. Tavan yüzeyinde meydana gelen kırınma ve yansımalar nedeniyle hacme geri dönen sesler, engel etkinlik düzeyinin azalmasına sebep olabilir. Bu durumu önlemek için tavadaki kırınma ve yansımalar göz önünde bulundurulmalı ve uygun bölücü yerleşimleri yapılmalıdır (Acar, 2007). Şekil 2.13'te tavadan yansıyan sesler ve bölücü elemanların sesi engellemesi gösterilmektedir.



Şekil 2.13. Bölücü elemanların sesi engellemesi

Kaynak: Acar, B. (2007)

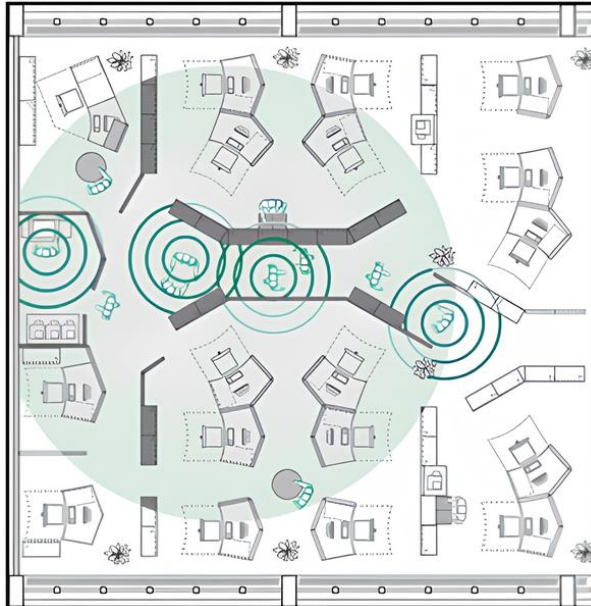
Açık planlı ofislerde bölücü eleman ve duvar ilişkisi de engel etkinliği açısından önemlidir. Engel etkinliğini arttırmak için bölücülerin duvara dik ve arada boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmesi ve duvar yüzeyinin, yutuculuğu yüksek bir malzemeyle kaplanması gerekir (Acar, 2007). Şekil 2.14'te bölücü elemanların yerleşimi ve engel etkinliğine etkisi gösterilmektedir.



Şekil 2.14. Bölücü eleman yerleşimi ve engel etkinliğine etkisi

Kaynak: Gökçe, İ. B. (2011)

Bölücü elemanların kesit boyutları ve duvarla olan ilişkisi kadar birbirleri ile olan ilişkisi de önemlidir. İki bölücü eleman arasındaki mesafe, yapılacak etütlerden sonra belirlenmeli ve bölücüler birbirleriyle bitişik olacak şekilde konumlandırılmamalıdır. İki bölücünün birbirine çok yakın konumlandırılması, kaynaktan çıkan sesin iki bölücü arasındaki açıklıktan küresel dalgalar halinde yayılmasına ve alıcıya ulaşmasına sebebiyet verebilir (Acar, 2007). Bu durum Şekil 2.15’te örnek olarak gösterilmiştir.



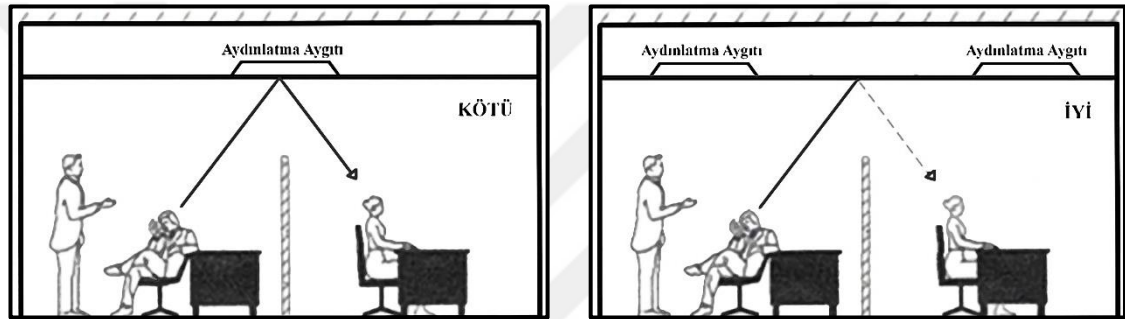
Şekil 2.15. Bölücü eleman konumlandırılması ve ses dalgalarının izlediği yol

Kaynak: Acar, B. (2007)

2.5.2.4. Tavan Tasarımı

Tavan, açık planlı ofislerde en geniş açık yüzeye sahip yapı elemanıdır ve ofislerdeki konuşma gizliliği ve fon gürültüsü düzeyini yüksek oranda etkilemektedir. Tavan, ses dalgalarını yansıma yoluyla tüm iş istasyonlarına ileterek, akustik konforsuzluğa yol açabilir. Tavandan kaynaklanacak akustik kusurları önlemek amacıyla yüksek yutuculuk özelliğine sahip malzemeler kullanılmalıdır. (Bradley, 2003; Yüce, 2009; Gökçe, 2011).

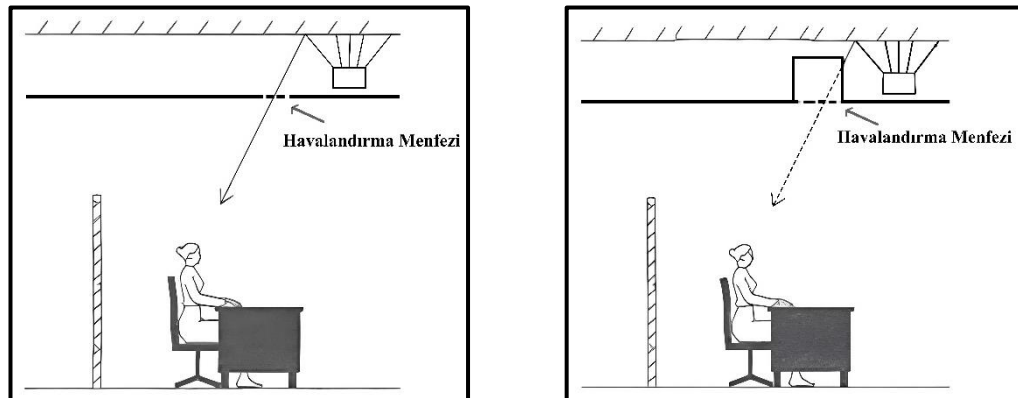
Tavanda yutucu malzeme bulunmasına rağmen hacimdeki aydınlatma ve havalandırma elemanlarından kaynaklı yansımalar, engel etkinliğini azaltarak istenen akustik koşulların oluşmasını engelleyebilir. Bu durumun önlenmesi için Şekil 2.16'da yer alan örnekteki gibi aydınlatma elemanlarının engelin üst hizasına gelmeyecek şekilde konumlandırılması, parabolik veya asma tavanda gizli aydınlatma elemanlarının tercih edilmesi gerekmektedir (Bradley, 2003; Yüce, 2009; Gökçe, 2011).



Şekil 2.16. Aydınlatma elemanlarının konumlandırılması

Kaynak: Gökçe, İ. B. (2011)

Tavana yerleştirilen havalandırma menfezlerinden ofise gelen seslerin engellenmesi için ise Şekil 2.17'de yer alan örnekteki gibi havalandırma sistemlerinin üfleme ve emiş noktalarına önlemler alınarak istenen akustik konfor sağlanabilir (Bradley, 2003; Yüce, 2009; Gökçe, 2011).



Şekil 2.17. Havalandırma menfezinde yapılan iyileştirme örneği

Kaynak: Gökçe, İ. B. (2011)

2.5.2.5. Hacmin Toplam Yutuculuğu

Hacmin toplam yutuculuğu bir büyüklük olarak tanımlanır ve hacmin yüzey malzemelerinin yutma çarpanları ve malzemelerin yüzey alanlarına bağlı olarak belirlenir (Acar, 2007; Gökçe, 2011). Hacmin toplam yutuculuğu Denklem 2.1'deki gibi ifade edilmektedir;

$$A=A_y+A_b+A_h \quad (2.1)$$

A: Hacmin toplam yutuculuğu

A_y : Hacmin iç yüzeylerinin toplam yutuculuğu

A_b : İnsan ve eşya gibi nesnelerin toplam yutuculuğu

A_h : Havanın toplam yutuculuğu

Denklemde belirtildiği üzere hacmin toplam yutuculuğu yüzey yutuculuğundan etkilenmektedir. Yüzey yutuculuğu ise gürültü düzeyini değiştirmektedir (Acar, 2007; Gökçe, 2011). Bu değişim Denklem 2.2'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$GA=10 \log A_2 / A_1 \quad (2.2)$$

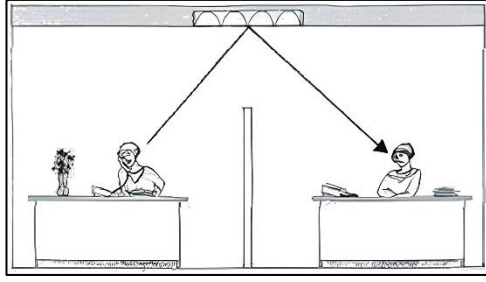
GA: Gürültü düzeyindeki azalma

A1 ve A2: Birbirinden farklı toplam yutuculuklar (A2 çok yutucu, A1 az yutucu)

Hacmin yutuculuğu, kapalı mekânlarda özellikle yüksek frekanslarda etkili bir parametre haline gelmektedir. Bu nedenle, mekân içerisindeki akustik koşullar incelenirken yüksek frekanslarda hacim yutuculuğunun da hesaplamalara dâhil edilmesi gerekmektedir.

2.5.2.6. Ses Maskeleye Sistemleri

Ses maskeleye sistemleri, elektronik aletler yardımıyla sabit ve geniş bantlı düşük ses düzeyi üreterek, başta konuşma gürültüsü olmak üzere çeşitli gürültüleri maskeleye işlevi görür. Ses maskeleye sistemleri, açık planlı ofislerin akustik tasarımında çok önemli bir bileşendir. Düzgün tasarlanmış ses maskeleye sistemleri, ofislerdeki gürültü düzeyinin fark edilemeyecek şekilde artışı sağlar ve bu şekilde kullanıcı mahremiyetini artırır (Long, 2014; Gürtürk, 2020). Şekil 2.18'de ses maskeleye sisteminin örnek gösterimi yer almaktadır.

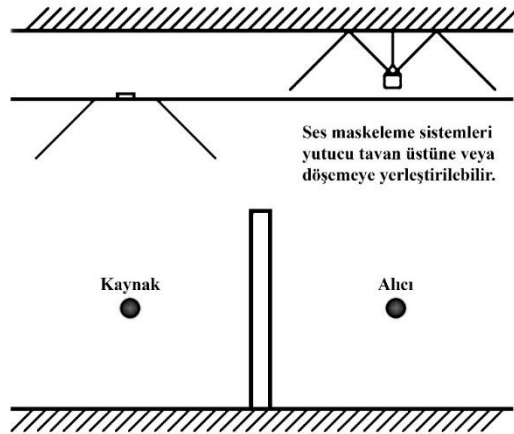


Şekil 2.18. Ses maskeleme sistemi örnek gösterimi

Kaynak: Acar, B. (2007)

Ses maskeleme sistemlerinin kullanımında, yapay olarak yükseltilecek fon gürültüsünün düzeyi, sesin geçme veya yansıma yolu ile alıcıya ulaştığı ses düzeyine göre belirlenir. Bu durum konuşma ve fon gürültüsü düzeylerinin birbirlerinin dolaylarında olmalarını sağlar ve konuşma seslerinin ayırt edilmesini zorlaştırır. Yükseltilecek fon gürültüsü düzeyi, açık planlı ofisler için kabul edilebilir gürültü düzeyini aşmamalıdır (Acar, 2007).

Ses maskeleme sistemleri konumlandırılırken görüş alanı dışında ve tavan döşemesinde olmasına dikkat edilmelidir. Maskeleme sistemi, potansiyel alıcıların bulunduğu alanlara eşit şekilde dağıtılmalıdır. Çalışma alanlarındaki ses düzeylerinde büyük değişimler olmamalı ve seviye ve spektrumdaki değişiklikler kademeli olarak yapılmalıdır (Long, 2014). Şekil 2.19’da ses maskeleme sisteminin örnek konumlandırılması yer almaktadır.



Şekil 2.19. Ses maskeleme sisteminin konumlandırma örneği

Kaynak: Long, M. (2014)

2.5.3. Alıcıda Kontrol

Kaynakta ve kaynak ile alıcı arasında herhangi bir kontrol sağlanamadığı durumlarda alıcıda kontrol sağlanması gerekir. Alıcıda kontrolün sağlanması için; alıcının ortamdaki uzaklaştırılması, gürültüye maruz kalınan sürenin azaltılması, kişisel koruyucu donanım kullanılması, alıcının konu hakkında bilgilendirilmesi ve idari denetim yapılması gerekmektedir (Erol, 2006; Şentop, 2013).

2.6. Açık Planlı Ofislerin Akustik Tasarımı ile İlgili Parametreler

2.6.1. Arka Plan Gürültü Düzeyi

Arka plan gürültüsü; yapılı çevre veya kapalı mekânda ele alınan bir gürültü kaynağının aktif olmadığı durumda, ortamda bulunan diğer seslerin toplamını ifade etmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017). Açık planlı ofislerdeki arka plan gürültüsü ise TS EN ISO 3382-3 standardında çalışma mekânlarında, çalışanlarının bulunmadığı durumda ve çalışma saatleri içerisinde oktav bantlarda (merkez frekanslarda) ölçümü yapılan ses basınç düzeyi olarak tanımlanmaktadır (Türk Standartları Enstitüsü, 2022). Açık planlı ofislerde arka plan gürültüsü önemli bir parametredir; mekândaki arka plan gürültüsünün yüksekliği, konuşma mahremiyeti derecesini etkiler ve konuşma anlaşılabilirliğini zorlaştırır (Warnock, 2004).

2.6.2. Konuşma Berraklığı (C_{50})

Konuşma ortamının akustiğini değerlendirmede birçok önemli parametre mevcuttur ve konuşma berraklığı (C_{50}) da bunlardan biridir. C_{50} erken gelen ses enerjisinin geç gelen ses enerjisine oranıdır ve Denklem 2.3'te verildiği gibi hesaplanmaktadır (Bradley ve ark., 1999).

$$C_{50} = \frac{\int_0^{0.050s} p^2(t)dt}{\int_0^{\infty} p^2(t)dt} \quad (2.3)$$

Denklemde;

C_{50} : Konuşma berraklığını,

$p(t)$: Belirli bir zamanda anlık basınç değerini,

t : Zaman (s)'ı ifade eder.

2.6.3. Mesafenin Her İki Katında Sesin Mekânsal Bozunma Oranı (DL₂)

DL₂; aktif bir kaynaktan çıkan sesin, mesafenin her iki katında ses basınç seviyesinin (SPL) azalmasını ifade eden bir parametredir ve desibel (dB) cinsinden ölçülür. Çalışma alanlarının akustik performanslarını değerlendirmek amacıyla belirlenen ve ISO 14257 standardında yer alan iki parametreden biridir. (Keränen, 2015; the International Organization for Standardization, 2001). DL₂ (dB) r_n-r_m aralığında Denklem 2.4'teki gibi hesaplanır.

$$DL_2 = -0.3 \frac{z \sum_{i=n}^m \left[D_i \log_{10} \left(\frac{r_i}{r_0} \right) \right] - \sum_{i=n}^m D_i \sum_{i=n}^m \left(\frac{r_i}{r_0} \right)}{z \sum_{i=n}^m \left[\log_{10} \left(\frac{r_i}{r_0} \right) \right]^2 - \left[\sum_{i=n}^m \log_{10} \left(\frac{r_i}{r_0} \right) \right]^2} \quad (2.4)$$

Denkleme göre;

z: m-n+1 ve **r₀**:1 m'dir.

D_i ise gürültü fark düzeyidir ve **D_i**: L_{p,i}-L_w şeklinde belirlenir.

L_{p,i}: İlgili noktadaki ses basıncı seviyesini,

L_w: Ses gücü seviyesini ifade eder.

2.6.4. Serbest Alana Göre Ses Seviyesinin Fazlalığı (DL_f)

ISO 14257 standardında yer alan parametrelerden biri olan DL_f; odanın mekânsal ses dağılım eğrisi ve referans mekânsal ses dağılım eğrisi arasındaki ortalama fark olarak tanımlanır ve DL_f r_n-r_m aralığında Denklem 2.5 kullanılarak belirlenir (Keränen, 2015).

$$DL_f(r_n, r_m) = \frac{\sum_{i=n+1}^m \left[(DL_{fi} + DL_{fi-1}) \log_{10} \left(\frac{r_i}{r_{i-1}} \right) \right]}{2 \log_{10} \left(\frac{r_m}{r_n} \right)} \quad (2.5)$$

Denkleimde;

DL_f: Dinamik gürültü seviyesidir ve **D_i** - **D_{ref}** şeklinde belirlenir. **D_{ref}** ise referans fark düzeyidir ve Denklem 2.6'daki gibi hesaplanır.

$$D_{ref}(r) = \left(20 \log_{10} \left(\frac{r_0}{r} \right) - 11 \right) \quad (2.6)$$

2.6.5. Erken Sönümlenme Süresi (EDT)

Bir mekân içerisinde bulunan ses kaynağı, kısa süreli anlık bir gürültü ürettiğinde bu sesin üretildiği andan itibaren ilk 10-20 ms içerisindeki 10 ile 15 dB'lik azalma süresi erken sönümlenme süresi (EDT) olarak ifade edilir (Long, 2014).

Özçevik (2005), EDT süresinin mekânın akustik koşulları da göz önüne alındığında çınlama süresine göre daha doğru sonuçlar verdiğini savunmuştur. Özellikle ses kaynağının konuşma olduğu durumlarda EDT değerine bakılması gerekir ve bu değer düşük olması daha iyi akustik koşullar sağlar (Özçevik, 2005).

2.6.6. Çınlama Süresi (RT)

Bir kaynaktan çıkan sesin, kaynağın aniden durdurulmasından sonraki geçen sürede mekânda duyulmaya devam etmesine çınlama denir. Mekânın işlevine göre istenen çınlama seviyeleri değişkenlik gösterir. Örneğin konuşma işlevinin ağırlıkta olduğu mekânlarda, konuşmanın net anlaşılabilmesi için çınlama seviyesinin düşük olması hedeflenirken, konser ve müzik işlevinin gerçekleştirileceği mekânlarda daha yüksek çınlama seviyesi istenir (Ermann, 2015). Çınlamayla bağlantılı olan çınlama süresi (RT) ise Wallace Clement Sabine tarafından Harvard Üniversitesi'nde yer alan Fogg Sanat Müzesi amfisindeki konuşmaların anlaşılma sorununu çözmeye çalışırken keşfedilmiştir ve ses kaynağının susturulduktan sonraki 60 dB düşmesi için geçen süre olarak ifade edilmiştir (Long, 2014). Sabine eşitliği Denklem 2.7'de, çınlama süresinin grafiksel ifadesi ise Şekil 2.20'de yer almaktadır.

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{A_t} \quad (2.7)$$

Denkleme göre;

T₆₀: Çınlama süresi (s),

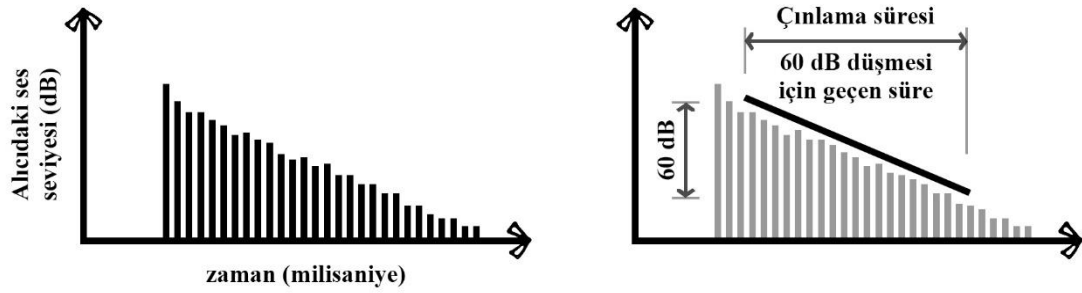
V: Hacim (m³),

A_t: Odadaki toplam yutucu alan (m²)'dir ve Denklem 2.8'deki gibi hesaplanır.

$$A_t = S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + S_3\alpha_3 \cdots + S_n\alpha_n \quad (2.8)$$

S₁: Duvar/tavan toplam alanı

α: Duvar/tavan soğurma katsayısı



Şekil 2.20. Ses kaynağının susturulduktan sonra 60 dB düşüşü için geçen süre

Kaynak: Ermann, M. (2015). *Architectural acoustics illustrated*. John Wiley & Sons.

2.6.7. Konuşma Anlaşılabilirlik İndeksi (SII)

Açık planlı ofislerde konuşma mahremiyeti önemli bir unsurdur. Arka plan gürültüsünün olduğu ofislerde konuşma anlaşılabilirliğini değerlendirmek için yapılan ölçüme Konuşma Anlaşılabilirlik İndeksi (SII) adı verilir. Konuşma Anlaşılabilirlik İndeksi (SII), ANSI S3.5'in son standartlarında Artikülasyon İndeksi (AI)'nin yerini almıştır ve ayrıntılı hesaplamaları bulunmaktadır. SII için yapılan hesaplamalarda bulunan değişkenler; eşdeğer gürültü spektrumu seviyesi, eşdeğer iletme eşik seviyesi ve eşdeğer konuşma spektrumu seviyesidir. Açık planlı ofisler için eşdeğer gürültü spektrumu seviyesinin ve eşdeğer konuşma spektrumu seviyesinin belirlenmesi yeterlidir. SII'ın değer aralığı STI ve AI'da olduğu gibi 0 ve 1 arasında yer almaktadır. SII değerinin sıfıra yaklaşması konuşma mahremiyetinin artması anlamını taşımaktadır (Long, 2014; Wang ve Bradley, 2002; Rossing, 2014).

2.6.8. Gizlilik İndeksi (PI)

Gizlilik indeksi (PI), Artikülasyon indeksi (AI)'nin gizlilik yüzdesi olarak ifadesidir. PI, Artikülasyon indeksinin anlaşılabilirliğini artırır ve Denklem 2.9'daki gibi formülize edilir (Long, 2014).

$$PI = 100(1 - AI) \quad (2.9)$$

PI değeri ve gizlilik derecesi birbiriyle doğru orantılıdır, PI değerinin yüksek olması gizlilik derecesinin de yüksek olduğunu gösterir. Açık planlı ofislerde ASTM E 1374'e göre standartlaştırılmış iki düzeyde konuşma gizliliği ifadesi vardır. Bunlardan ilki olan güvenilir gizlilik, konuşmanın farkına varılabildiği fakat anlaşılamadığı durumları tanımlar. Diğer ifade olan normal gizlilik ise çalışmayı etkilemeyecek düzeyde konuşma anlaşılabilirliğini tanımlamak için kullanılır (Rossing, 2014).

Tablo 2.1'de AI, SII ve PI değerlerine göre konuşma gizlilik durumu verilmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere AI ve SII değerleri sıfıra yaklaştıkça, PI değeri %100'e yaklaşır ve konuşma gizliliğinin arttığını ifade eder.

Tablo 2.1. AI, SII ve PI değerlerine göre konuşma gizlilik durumu

AI	SII	PI	Gizlilik Durumu	Ofis Ortamı
> 0.65	> 0.75	< %35	İyi iletişim	İletişim istendiği durumda (konferans odalar, sınıflar, oditoryumlar vb.)
> 0.40	> 0.45	< %60	Gizlilik yok	Konuşmaların net anlaşılabilirliği ve dikkatin dağılması
0.35	0.45	65%	Dikkat dağıtıcı şeylerden uzak kalma	Yoğun konsantrasyon veya konuşma gizliliği gerektirmeyen uygun çalışma koşulları; yakın konuşmaları duyabilir ve anlayabilir
0.20	0.27	80%	Normal konuşma gizliliği	Yakındaki birinin konuşmasından yalnızca ara sıra anlaşılabilirlik; çalışma düzeni kesintiye uğramaz
< 0.05	< 0.10	> %95	Özel konuşma gizliliği	Yakındakilerin konuşmalarının farkında olmak ama anlayamamak

Kaynak: Rossing, T. D. (2014). *Springer handbook of acoustics*. Springer Science & Business Media.

2.6.9. Konuşma İletim İndeksi (STI)

Konuşma anlaşılabilirliğinin nesnel olarak değerlendirilmesi için kullanılan yöntemlerden biri Konuşma İletim İndeksi (STI)'nin ölçülmesidir. Hollandalı bilim insanları Houtgast ve Steeneken tarafından insan konuşmasının birçok özelliğinin kopyalanmasına olanak sağlayan Modülasyon Transfer Fonksiyonu (MTF) adı verilen bir ölçüm sistemi geliştirilmiştir (Long, 2014). Bu ölçüm sistemiyle, 14 modülasyon frekansında ve 7 oktav bandında ölçülen birçok veri, oluşturulan algoritma ile Konuşma İletim İndeksi (STI) adı verilen tek bir değere dönüştürülmüştür (Kuttruff, 2017). STI fiziksel bir parametredir ve 0 ile 1 arasında değer alır. STI'nın sıfıra eşit olması konuşmanın anlaşılabilirliğini, 1'e eşit olması ise konuşmanın tamamının anlaşılabilir olduğunu gösterir (Keränen, 2015). STI'nın hesaplanması Denklem 2.10'da verilmiştir.

$$STI = \frac{\overline{L_{SN\ app}} + 15}{30} \quad (2.10)$$

Denkleme göre;

L_{SN app}: Ortalama sinyal-gürültü oranı (dB) dır.

2.7. Açık Planlı Ofislerin Akustik Tasarımı ile İlgili Mevzuat ve Standartlar

20. yüzyılın ikinci yarısıyla birlikte gürültünün insan sağlığını olumsuz etkilediği fark edilmiş ve gürültüye karşı alınacak önlemlerin önemi gittikçe artmıştır. Birçok ülkede, gürültü kontrolü ile ilgili çeşitli uygulamalar başlatılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, ulusal ve uluslararası gürültü yönetim politikaları belirlenmiş ve akabinde çeşitli mevzuatlar ve standartlar yayınlanmıştır. Yayınlanan standart ve mevzuatlarda, hacimler, işlevlerine göre sınıflandırılmış ve kabul edilebilir gürültü sınır değerleri belirtilmiştir (Akdağ 2001; Kurra, 2009). Açık planlı ofislerin yer aldığı mevzuat ve standartlar bu bölümde açıklanmıştır.

2.7.1. Ulusal Mevzuat ve Standartlar

2.7.1.1. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik

2017 yılında Resmî Gazete’de yayınlanan Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmeliğin amacı; insanların kullanımı ve işletiminde olan tüm yapılarda, yapının dışında ve içindeki kaynaklardan oluşan gürültülerin en aza indirilmesi ve gürültünün yol açabileceği fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklara engel olunmasıdır. Bu kapsamda, insanların konforlu işitme ortamlarında bulunmaları için kurallar belirlenmiştir.

Yönetmeliğin ek dosyalarında yer alan ve açık planlı ofislerde uyulması gereken standartlar aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Çeşitli bina ve mekânlarda, gürültü kaynağı ve alıcı olma durumlarına göre gürültü ve hassasiyet dereceleri Tablo 2.2’de gösterilmiştir. Açık planlı alanlar, bina ölçeğinde büro ve idari binalar başlığı altında yer almaktadır. Büro ve idari binaların kaynak olması durumunda orta düzeyli gürültü üretimi gerçekleştirdiği, alıcı olması durumunda ise gürültüye karşı az hassas bina ve kullanımı derecesinde yer aldığı belirtilmiştir. Mekân ölçeğinde ise açık planlı alanların, kaynak olma durumunda orta düzeyli gürültü üretimi derecesine, alıcı olma durumunda gürültüye karşı hassas bina derecesine sahip olduğu belirtilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017).

Tablo 2.2. Bina ve mekân işlevlerine bağlı olarak gürültüye karşı duyulan hassasiyet ve gürültülülük dereceleri

BİNA ÖLÇEĞİNDE			MEKAN ÖLÇEĞİNDE		
BİNA İŞLEVİ	KAYNAK OLMASI DURUMU	ALICI OLMASI DURUMU	MEKAN	KAYNAK OLMASI DURUMU	ALICI OLMASI DURUMU
	Gürültülülük Derecesi	Hassasiyet Derecesi		Gürültülülük Derecesi	Hassasiyet Derecesi
Büro ve İdari Binalar	OG	III	Özel Odalar	OG	I
			Açık Planlı Alanlar	OG	II
			Toplantı Odaları	OG	I
			Telekonferans Odaları	OG	I
			Dinlenme Alanları	OG	II
			Sirkülasyon Alanları	OG	III
			Teknik Merkezler	YG	III
			Mahkeme Salonları	OG	II

YG- Yüksek düzeyli gürültü üretimi

I- Gürültüye karşı çok hassas bina ve kullanım

OG- Orta düzeyli gürültü üretimi

II- Gürültüye karşı hassas bina ve kullanım

III- Gürültüye karşı az hassas bina ve kullanım

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2017). Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik.

Tablo 2.3'te açık planlı alanların gündüz ve akşam zaman diliminde, akustik performans sınıflandırması ve mekân içi en yüksek gürültü düzeyi yer almaktadır. Tabloda yer alan akustik performans derecelendirme sisteminde, A performans sınıfı en iyi performansı, F performans sınıfı ise en zayıf performansı ifade etmektedir. Bina işlevi büro ve idari binalar olan açık planlı bir alanın, A akustik performans sınıfındaki mekân içi en yüksek gürültü düzeyi 36 dB'dir. A'dan F akustik performans sınıfına doğru bu değer artış göstermektedir ve F akustik performans sınıfında 56 dB olmaktadır.

Tablo 2.3. Akustik performans sınıfına göre mekân içinde izin verilen en yüksek gürültü düzeyleri, dB

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ Gündüz: 07.00-19.00 Akşam: 19.00-23.00 Gece: 23.00-07.00	İÇ GÜRÜLTÜ DÜZEYİ, L_{Aeq}					
			AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
Büro ve İdari Binalar	Özel Odalar	Gündüz - Akşam	36	40	44	48	52	56
	Açık Planlı Alanlar	Gündüz - Akşam	36	40	44	48	52	56
	Toplantı Odaları	Gündüz - Akşam	31	35	39	43	47	51
	Telekonferans Odaları	Gündüz - Akşam	26	30	34	38	42	46
	Dinlenme Alanları	Gündüz - Akşam	36	40	44	48	52	56
	Sirkülasyon Alanları	Gündüz - Akşam	41	45	49	53	57	61
	Mahkeme Salonları	Gündüz	31	35	39	43	47	41

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2017). Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik.

Büro ve idari binalar başlığı altında bulunan açık planlı alanların, akustik performans sınıfına göre en yüksek çınlama süresi Tablo 2.4'te 1.0 olarak verilmiştir. Bu değer sadece C ve D akustik performans sınıfı için geçerlidir. Diğer sınıfların sınır değerlerine akustik uzmanın, mekânın işlevine ve uluslararası sınır değerlere bağlı olarak karar vereceği belirtilmiştir.

Tablo 2.4. Performans sınıfına göre sağlanması gereken en yüksek çınlama süresi

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	AKUSTİK PERFORMAN SINIFI
		C-D
Büro ve İdari Binalar	Açık Planlı Alanlar	1.0
	Toplantı - Yönetici Odaları, Dinlenme Alanları	0.8
	Telekonferans Odaları	0.4
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2
	Mahkeme Salonları	1.2

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2017). Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik.

Açık planlı ofisler için yönetmeliğin uygulanmasında kullanılacak standart ve yapılarda ve yapı elemanlarında hava ile yayılan sesin yalıtımında kullanılacak standart Tablo 2.5'te yer almaktadır.

Tablo 2.5. Yönetmeliğin uygulanmasında kullanılacak standartlar ve içeriği

TS EN ISO 3382-3	Akustik - Oda akustik parametrelerinin ölçülmesi - Bölüm 3: Açık planlı ofisler
TS EN ISO 717-1	Akustik - Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının derecelendirilmesi - Bölüm 1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2017). Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik.

Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmeliğin denetimi ve belgelendirmesi akustik uzmanlar tarafından yapılmaktadır. Uzmanlar tarafından binaların yapım aşamasında veya kullanımı sırasında test ve ölçümler yapılarak, raporlar düzenlenmektedir.

2.7.1.2. TS EN ISO 3382-3

TS EN ISO 3382-3, açık planlı ofisler için akustik parametrelerin ölçüm yöntemini, gerekli olan aparatı, kapsamı ve veri değerlendirme yöntemini içeren bir standarttır (Türk Standartları Enstitüsü, 2022). ISO 3382-3 standardının temel amacı, farklı çalışma mekânları için ideal akustik koşulların oluşmasına olanak sağlamaktır. Standartta yer alan değerler 21 ofisin akustik ölçümleri ve çalışanların subjektif izlenimlerinin değerlendirilmesi sonucu belirlenmiştir (Bertazzoni, 2018). Tablo 2.6’da ISO 3382-3 standardında yer alan parametreler ve sınır değerleri gösterilmiştir. Buna göre ofislerde iyi akustik koşullar elde etmek için; 4 m uzaklıktaki konuşma sesinin A ağırlıklı ses basınç düzeyi ($L_{p,A,S,4m}$) 48 dB’den küçük veya eşit, konuşma sesinin A-ağırlıklı ses basınç düzeyinin azalma oranı ($D_{2,S}$) 7 dB’den büyük veya eşit, konuşmanın anlaşılabilirliğinin kaybedilmeye başladığı uzaklık (r_D) 5 metreden küçük veya eşit olması gerekir.

Tablo 2.6. ISO 3382-3 standardında yer alan parametreler ve sınır değerleri

Gösterge	Ofisler İçin Akustik Değerler	
	Kötü Akustik Koşullar	İyi Akustik Koşullar
$D_{2,S}$ / dB	< 5 dB	≥ 7 dB
$L_{p,A,S,4m}$ / dB	> 50 dB	≤ 48 dB
r_D / m	> 10 m	≤ 5 m

Kaynak: Bertazzoni, R. V. (2018). *Investigation of a new simulation procedure for speech intelligibility in open-plan offices*. [Master’s thesis, Chalmers University of Technology].

2.7.1.3. TS EN ISO 717-1

TS EN ISO 717-1, yapı ve yapı elemanlarındaki (duvar, döşeme, kapı, pencere vb.) ses geçiş kaybını tek sayılı nicelikler olarak ifade etmeye yardımcı olan standarttır. Standartta yer alan tek sayılı nicelikler, hava ile iletilen sesin yalıtımını derecelendirmek ve yönetmeliklerde yer alan akustik gerekliliklerin formülasyonunu kolaylaştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Standartta göre; havada yayılan sesin yalıtımı $R'w$, ($R'w+C$) ve ($R'w+C_{tr}$) tek sayılı büyüklükleri ile tanımlanmakta ve 1/3 oktav veya oktav bantlardaki ses azaltım indisi (R) değerlerine göre belirlenmektedir. Rw ağırlıklı ses azaltım indeksi, $R'w$ ise ağırlıklı görünen ses azaltım indeksi olarak tanımlanmaktadır (Demirkale, 2007; Türk Standartları Enstitüsü, 2021).

2.7.2. Uluslararası Mevzuat ve Standartlar

Avrupa'daki birçok ülkede, ofis yapıları için akustik yönetmelikler mevcuttur. Bu yönetmelikler çoğunlukla ISO 3382-3 yer alan akustik parametre değerlerini temel alarak geliştirilmiştir. Bazı ülkelerdeki akustik parametreler ve değerleri, kullanıcıların akustik performans konusunda farklı beklentilere sahip olmasından kaynaklı değişikliklere sahiptir. (Larrieu ve Harvie-Clark, 2017; Rasmussen, 2018). Tablo 2.7'de Avrupa'daki bazı ülkelerin akustik yönetmelikleri ve bu yönetmeliklerin kapsadığı yapılar yer almaktadır.

Tablo 2.7. Avrupa'daki bazı ülkelerin akustik yönetmelikleri ve yönetmelik kapsamında yer alan yapı tipleri

Avrupa Akustik Sınıflandırma Şemalarındaki Bina Kategorileri - Mart 2018									
Ülke	Sınıflandırma Şeması (SŞ)	Konut	Okul	Anaokulu	Sağlık Tesisleri	Ofis	Restaurant	Diğer	Sayfa sayısı
DK	DS 490:2007	+							12 s.
FI	SFS 5907:2004	+	+	+	+	+		+	34 s.
IS	IST 45:2016	+	+	+	+	+	+	+	45 s.
NO	NS 8175:2012	+	+	+	+	+	+	+	60 s.
SE	SS 25267:2015	+							32 s.
	SS 25268:2007		+	+	+	+	+	+	39 s.
LT	STR 2.01.07:2003	+	+	+	+	+		+	18 s.
IT	UNI 11367:2010	+	+	+	+	+		+	100 s.
DE	VDI 4100:2012	+							33 s.
	DEGA 103:2018	+							35 s.
	VDI 2569:2016 (taslak)					+			33 s.
AT	ÖNORM B 8115-5:2012	+							20 s.
NL	NEN 1070:1999	+							22 s.
FR	NF S31-080:2006					+			18 s.
TR	Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017)	+	+	+	+	+	+	+	Çevrimiçi ~ 40 s.
ISO/WI	ISO/DIS 19488	+							21 s.

Kaynak: Rasmussen, B. (2018, May). Acoustic classification of buildings in Europe – Main characteristics of national schemes for housing, schools, hospitals and office buildings. In *Proceedings of EuroNoise 2018*.

Tablo 2.7'de görüldüğü üzere Finlandiya, Norveç, İsveç, Litvanya, İtalya, Almanya, Fransa ve Türkiye'de bulunan akustik yönetmelik ve standartlarda ofislere ayrıca yer verilmiştir.

2006 yılında Fransa’da oluşturulan NF S31-0802 yönetmeliği bireysel ofisler, açık planlı ofisler ve toplantı odaları gibi birçok tipoloji için geçerli olmuştur. Standardın ana amacı çalışanlar için konuşma mahremiyetinin sağlanması ve akustik konfora sahip bir ofis ortamı oluşturulmasıdır. Bu doğrultuda standartta ele alınan ana parametreler odanın çınlama süresi (RT) ve doğrusal bozunma (DL_2)’dır (Bailhache ve ark., 2013; Le Muet ve Chevret, 2015).

Almanya’da kullanılan akustik yönetmeliklerden biri olan VDI 2569:2016 Alman mühendis ve bilim adamı birliği tarafından oluşturulmuştur ve DIN (Alman Ulusal Standartlar Organizasyonu) EN ISO 3382-3:2022 standardına ek olarak kullanılan bir yönetmeliktir. Bireysel ve açık planlı ofisler başta olmak üzere birçok tipolojiyi kapsayan bu standart, akustik koşullar için A, B, C olmak üzere üç sınıf tanımlamaktadır. A sınıfı açık planlı bir ofis için en iyi akustik koşulların sağlandığını göstermekteyken, C sınıfı ise minimum akustik konfor koşullarının sağlandığını göstermektedir. VDI 2569:2016 yönetmeliğinde konuşma iletim indeksi (STI) dikkate alınmazken, çınlama süresi (RT) önemsenmektedir. STI’nın dikkate alınmaması, ses maskelenmesinin akustik koşulları kontrol etmede yardımcı olarak kullanılamayacağını göstermektedir (Larrieu ve Harvie-Clark, 2017; Bertazzoni, 2018). Tablo 2.8’de yönetmelikte yer alan parametreler, sınır değerleri ve akustik sınıflandırma yer almaktadır.

Tablo 2.8. VDI 2569:2016’da yer alan parametrelerin sınır değerleri ve sınıflandırması

Parametre	GERMAN - VDI 2569: 2016		
	A Sınıfı	B Sınıfı	C Sınıfı
$D_{2,S}$	≥ 8	≥ 6	4-6
D_n	-	-	-
RT	≤ 0.6	≤ 0.7	≤ 0.9
$RT_{125\text{ Hz}}$	≤ 0.8	≤ 0.9	≤ 1.1
L_{Aeq}	-	-	-
L_{bkg}	≤ 35	≤ 40	≤ 40
$L_{p,A,S,4m}$	≤ 47	≤ 49	≤ 51
r_d	-	-	-

Kaynak: Larrieu, F. ve Harvie-Clark, J. (2017, July). Contrasting open plan office design implications from emerging French, German and Finnish standards. In *International Congress On Sound and Vibration*, London, England.

Finlandiya’da açık planlı ofisler için kullanılan RIL-243-3-2008 yönetmeliği Finlandiya İnşaat Mühendisleri Birliği (RIL) tarafından oluşturulmuştur. Yönetmelik A sınıfından D sınıfına kadar kategorilere ayrılmıştır ve akustik sınıflandırmada mükemmelden-kötüye doğru bir değişim söz konusudur. Yönetmelikte mesafenin her iki katında sesin mekânsal bozunma oranı (DL_2) ve sesin dikkat dağıtma yarıçapı (r_D) gibi akustik parametreler dikkate alınmaktadır (Muet ve Chevret, 2015; Larrieu ve Harvie-Clark, 2017). Tablo 2.9’da yönetmelikte yer alan akustik parametrelerin sınır değerleri ve akustik kalite sınıflandırması gösterilmektedir.

Tablo 2.9. RIL-243-3-2008 yönetmeliğinde yer alan parametrelerin sınır değerleri ve sınıflandırması

Parametre	FINNISH - RIL 243-3: 2008			
	A Sınıfı Mükemmel	B Sınıfı İyi	C Sınıfı Orta	D Sınıfı Kötü
$D_{2,S}$	> 11	9-11	7-9	< 7
D_n	-	-	-	-
RT	-	-	-	-
$RT_{125\text{ Hz}}$	-	-	-	-
L_{Aeq}	-	-	-	-
L_{bkg}	-	-	-	-
$L_{p,A,S,4m}$	< 48	48-51	51-54	> 54
r_d	< 5	5-8	8-11	> 11

Kaynak: Larrieu, F. ve Harvie-Clark, J. (2017, July). Contrasting open plan office design implications from emerging French, German and Finnish standards. In *International Congress On Sound and Vibration*, London, England.

Amerika’da kullanılan ve American Society for Testing and Materials (ASTM) tarafından yayınlanan standartlarda açık planlı ofisler için çeşitli yönergeler bulunmaktadır. Bu yönergelerde ofislerde uygun akustik koşulların sağlanması için bölme elemanlarının, akustik yutucu malzemelerin ve elektronik maskeleme sistemlerinin kullanmasının gerekliliği yer almaktadır. ASTM E1130 standardında açık planlı ofislerdeki akustik konfor için kullanılan parametrelerden biri olan ve artikülasyon indeksinden türetilen (AI), gizlilik indeksi (PI) yer almaktadır (Le Muet ve Chevret, 2015; Müller-Trapet ve Gover, 2019).

3. TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ İNCELENMESİ

Serbest bölgeler; ülke siyasi sınırları içinde bulunan, uluslararası liman, havaalanı yakınlarında ve gümrük sınırları dışında konumlandırılan, ticari faaliyetlerin yoğun olduğu, bulunduğu ülkedeki ticari ve ekonomik alanlardaki yasal düzenlemelerin uygulanmadığı ya da kısmen uygulandığı fiziksel alanlardır (Çakır, 2018; Türk Dil Kurumu, 2024).

Antalya Serbest Bölgesi, Antalya il sınırları içerisinde, Antalya-Kemer karayolu üzerinde, limanın bitişiğinde ve havaalanına 25 km uzaklıkta konumlandırılmış ve 1987 yılında faaliyete başlamış bir bölgedir. Türkiye’de kurulan ilk iki serbest bölgeden biri olan Antalya Serbest Bölgesi, 625.490 metrekarelik alana sahiptir (Çakır, 2018; Almaz, 2011; Duran, 2022). Şekil 3.1’de Antalya Serbest Bölgesi konumu ve kuş bakışı görünümü yer almaktadır.



(a)

(b)

Şekil 3.1. a) Antalya Serbest Bölgesi konumu; **b)** Antalya Serbest Bölgesi kuş bakışı görünümü

Kaynak: a) Yandex Maps. (2024) **b)** ATSO Vizyon. (2018)

1987 yılında makine parkı amacıyla kurulan Antalya Serbest Bölgesi, 1995 yılında tekstil üretim merkezine dönüşmüş, 2000 yılından itibaren ise denizcilik sektöründe yaşanan gelişmeler ile bir yat üretim merkezi haline gelmiştir. Günümüzde bölgede bulunan firmaların büyük çoğunluğu yat üretimi gerçekleştirmektedir (Çakır, 2018; Duran, 2022).

Yat üretim sektörü, yat tasarımı, imalatı, bakım ve onarımı gibi faaliyetler ve bunun yanı sıra bu sektöre destek veren meslek gruplarını içeren bir endüstridir. Tersaneler ise deniz taşıtlarının üretiminin, bakımının ve tamirinin yapıldığı alanlardır. Deniz taşıtları, kullanım amaçlarına ve yapım malzemelerine göre farklı tip ve büyüklüklerde inşa edilebilmekte ve tersanelerde de bu taşıtların üretim ihtiyaçlarını karşılayacak niteliklere ve büyüklüğe sahip olacak şekilde tasarlanmaktadır (Almaz, 2011; Gültekin, 2023).

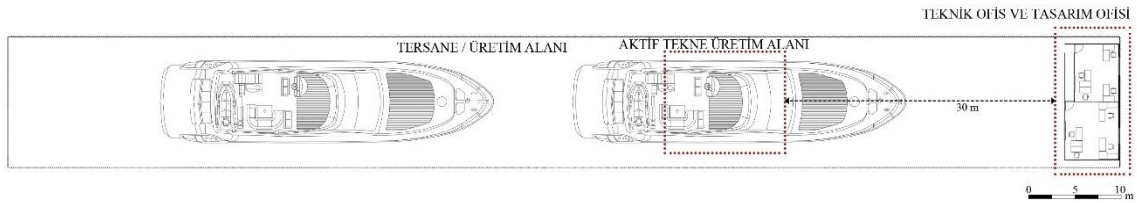
Yat üretiminde çelik, alüminyum, kompozit ve ahşap malzemeler kullanılmakta ve üretim sürecinde kaynak, montaj, bükme ve boyama gibi çeşitli işlemler gerçekleştirilmektedir. Üretim aşamalarında, gerekli önlemler alınmadığı durumlarda çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu olumsuz sonuçlardan biri de gürültü sorunudur. Azkeskin (2021)' in yaptığı çalışmada gemi inşaat aşamalarında gürültü maruziyetinin, en yüksek maruziyet eylem değerinden de yüksek olduğu ortaya koyulmuştur (Çelebi, 2008; Almaz, 2011; Azkeskin, 2021; Gültekin, 2023).

Çalışma kapsamında, Antalya Serbest Bölgesi'nde yer alan ve tersane içerisinde konumlandırılmış açık planlı ofislerin gürültü maruziyet koşulları incelenmiştir. Bu bağlamda, bölge içerisinde farklı üretim malzemesi (çelik, alüminyum ve kompozit) ile üretim yapan 5 firma seçilmiştir. Firmalar tarafından isim kullanım izni verilmediği için çalışma devamında yapılar; Tersane 1 (TRS 1), Tersane 2 (TRS 2), Tersane 3 (TRS 3), Tersane 4 (TRS 4) ve Tersane 5 (TRS 5) şeklinde isimlendirilmiştir. Açık planlı ofis ve tersane planları firmalardan temin edilmiş olup temin edilemeyen planlar ise lazer metre aracılığıyla ölçüm yapıldıktan sonra AutoCAD programına aktarılarak oluşturulmuştur. Tersanelerdeki açık planlı ofis kullanıcılarının akustik memnuniyet düzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla çalışanlara anket uygulanmıştır. Daha sonra açık planlı ofislerdeki gürültü düzeyinin belirlenmesi için tersane içi ve ofis içi ölçümler yapılmıştır. Üretim gürültüsünün ofislere geçen miktarını belirlemek amacıyla da simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir.

3.1. Çalışma Kapsamında İncelenen Açık Planlı Ofislerle İlgili Genel Bilgiler

3.1.1. Tersane 1 (TRS 1)

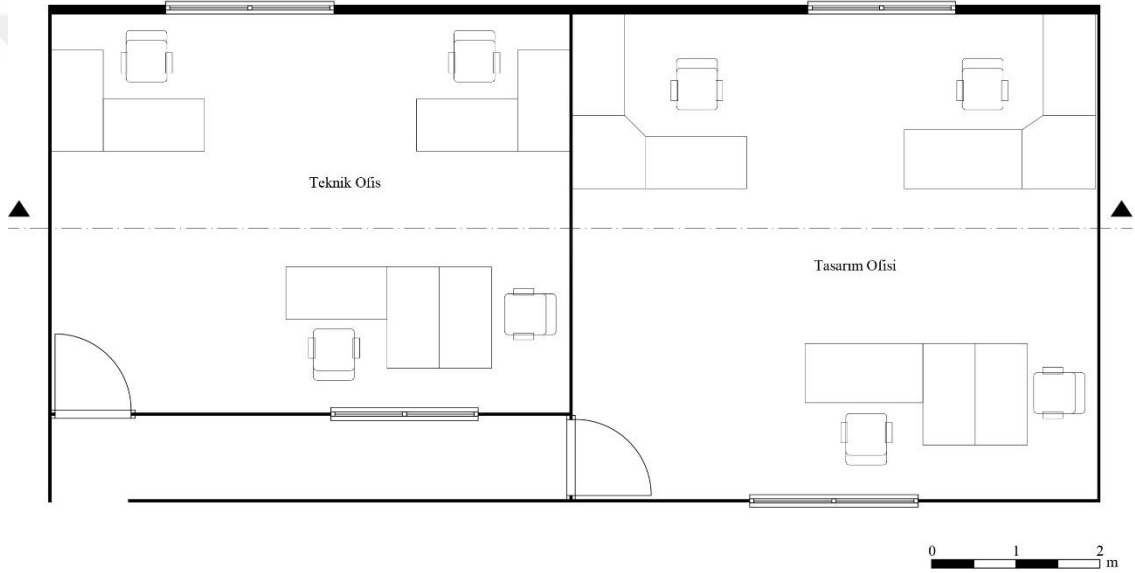
TRS 1 yapısında, çelik-alüminyum ve kompozit tekne üretimi yapılan bir hangar ve hangar içerisinde birbirine bitişik şekilde konumlandırılmış açık planlı tasarım ve teknik ofis birimleri bulunmaktadır. Hangarın genel yapısı ve ofislerin hangar içerisindeki konumları Şekil 3.2'de verilmiştir. Şekil 3.2'de gösterildiği üzere tasarım ve teknik ofislerin üretimi yapılan tekneye olan uzaklığı 30 m'dir ve ofislerden üretim alanına kesintisiz görüş bulunmaktadır.



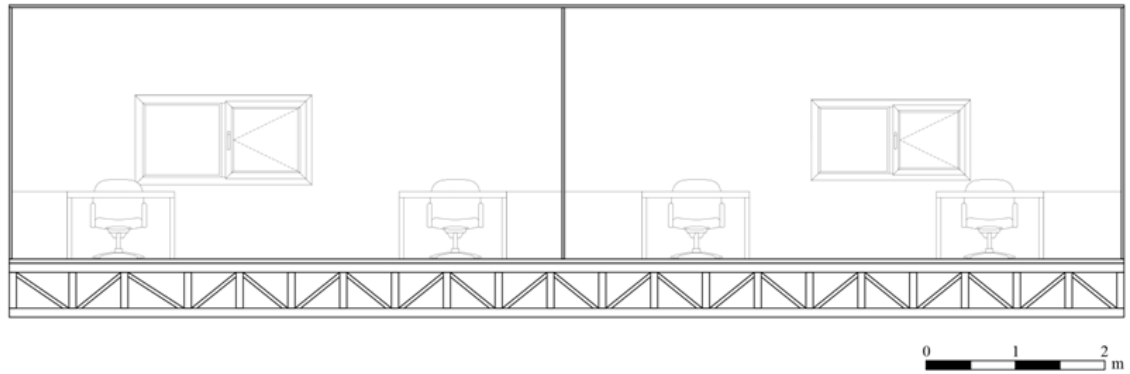
Şekil 3.2. TRS 1 hangarının genel yapısı, ofislerin hangar içindeki konumu ve üretimi yapılan tekneye uzaklıkları

Hangar içerisinde bulunan tasarım ofisinin boyutları 6.15 m x 5.70 m olup, toplam alanı yaklaşık 36 m²'dir. Kot yüksekliği 8.7 m ve kat yüksekliği 2.80 m olan ofiste, toplam hacim 100.8 m³'tür. Ofis kullanım saatleri sabah 8:00 ile akşam 18:15 arasındadır ve ofiste toplam 4 kişi çalışmaktadır. Ofis iç mekân tasarımında 4 adet tekli ahşap çalışma masası yer almakla birlikte, lake dolaplar ve ahşap sehpa bulunmaktadır. Ofis çalışma alanları arasında herhangi bir bölücü eleman yer almamaktadır ve maskeleme sesi kullanılmamaktadır.

Aynı hangar içerisinde ve tasarım ofisine bitişik mahalde bulunan teknik ofisin boyutları ise 4.70 m x 6.15 m'dir. Ofisin toplam alanı yaklaşık 30 m² olup, toplam hacmi ise 84 m³'tür. Tasarım ofisiyle aynı kot yüksekliğine ve kat yüksekliğine sahip ofiste toplam 4 kişi çalışmaktadır. Ofis iç mekânında 4 adet tekli ahşap çalışma masası ve ahşap dolap yer almaktadır. Çalışanlar arasında herhangi bir bölücü eleman bulunmamaktadır. Tasarım ve teknik ofisin planı Şekil 3.3'te, kesiti ise Şekil 3.4'te yer almaktadır.



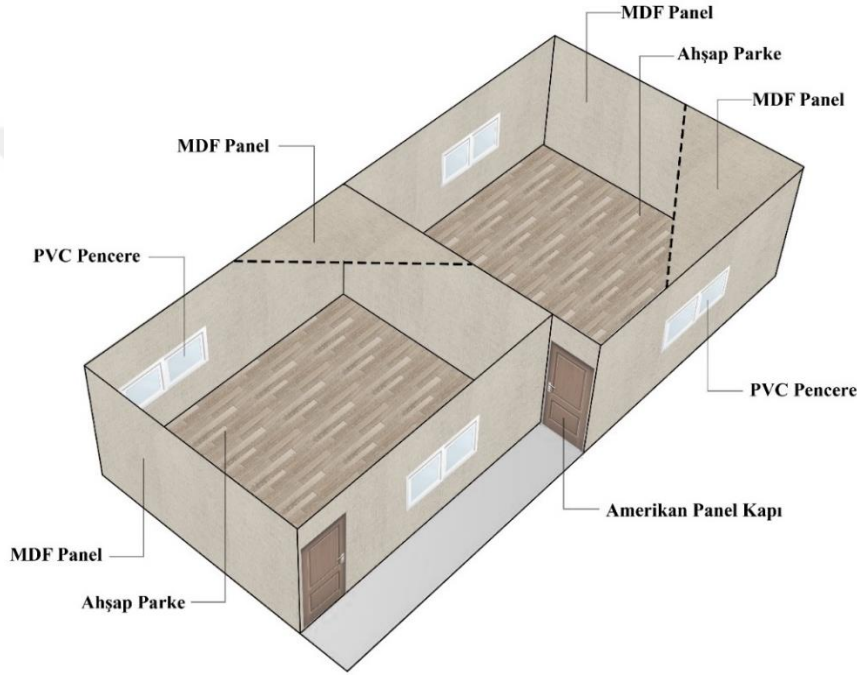
Şekil 3.3. TRS 1 açık planlı teknik ve tasarım ofis planları



Şekil 3.4. TRS 1 açık planlı teknik ve tasarım ofislerinin kesiti

Ofislerin yapısal özellikleri aşağıda açıklanmıştır ve Şekil 3.5'te malzeme bilgilerini içeren görsel yer almaktadır.

- Açık planlı tasarım ofisi ve teknik ofis, hangarın içinde konumlanmıştır ve hacimleri çevreleyen yapı kabuğu MDF panellerden oluşmaktadır. Hacimlerin 2 cephesinde taş yünü ile yalıtım sağlanmıştır ve 2 cephesinde PVC pencere bulunmaktadır. Bu pencerelerden biri üretim alanını, diğeri ise tersane dışını görmektedir.
- Hacimlerin döşemelerinde çelik konstrüksiyon üstü MDF panel ve ahşap parke uygulaması mevcuttur.
- Hacimlerin tavanında MDF panel bulunmaktadır.

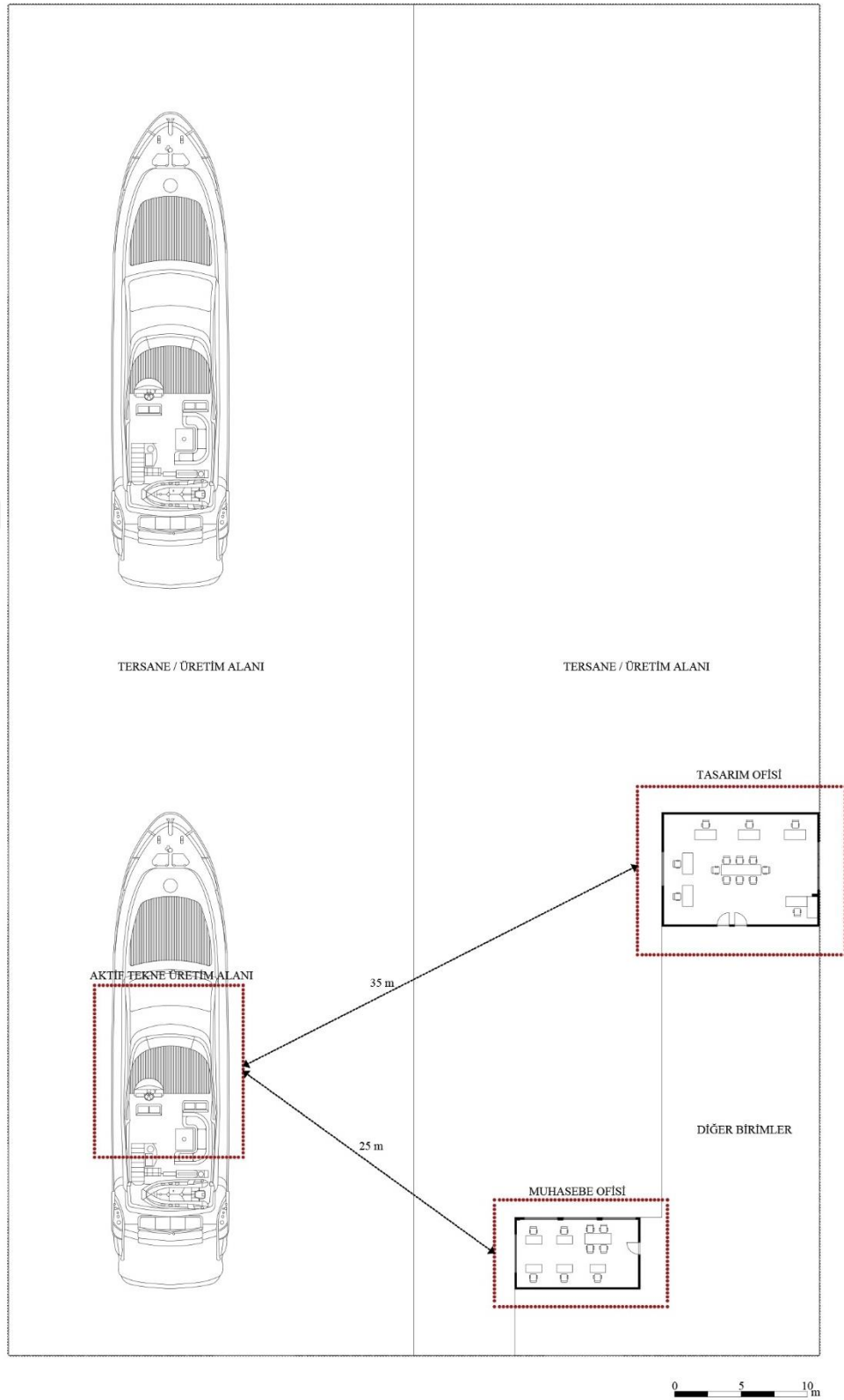


Şekil 3.5. TRS 1 açık planlı teknik ve tasarım ofislerinin yapı malzemeleri

Her iki ofiste de başlıca gürültü kaynağı; tekne üretim aşamalarında ortaya çıkan ve ofislere ulaşan blok montaj ve kaynak sesleridir. Ofis içerisindeki ikincil gürültü kaynakları ise konuşma sesi ve telefon, yazıcı vb. gibi donanım kaynaklı seslerdir.

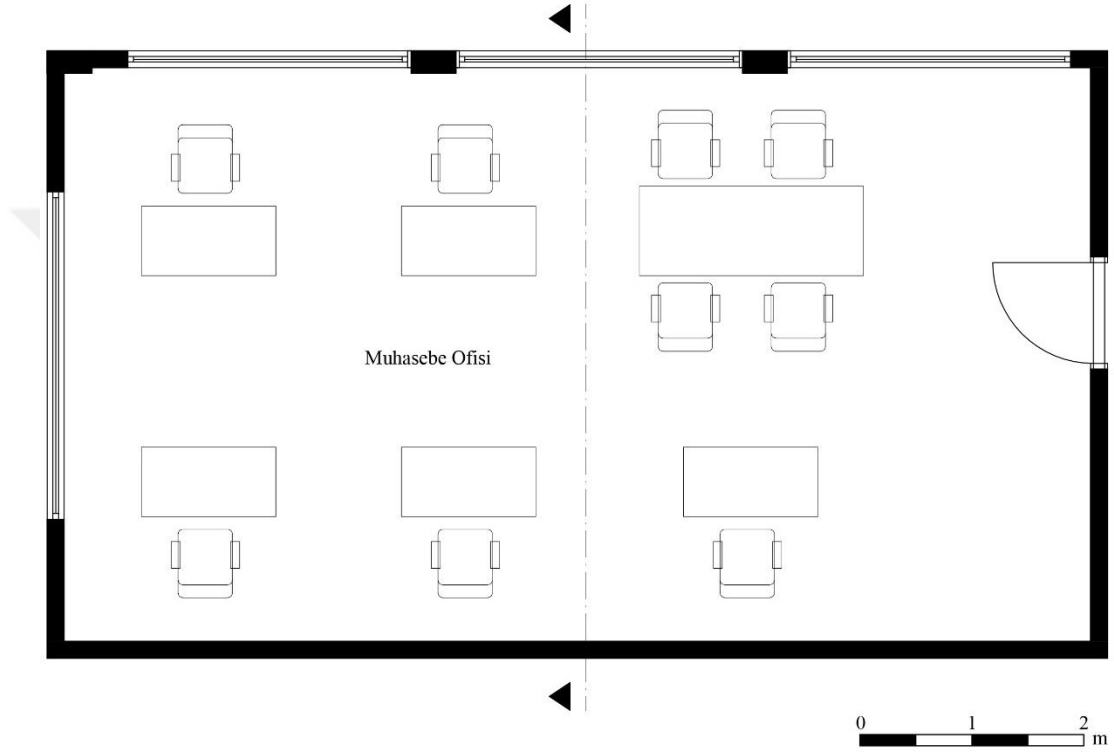
3.1.2. Tersane 2 (TRS 2)

TRS 2’de kompozit tekne üretimi yapılmaktadır ve hangar içerisinde farklı konumlarda yer alan, muhasebe-insan kaynakları ve tasarım bölümlerine ait iki açık planlı ofis yer almaktadır. Şekil 3.6’da ofislerin hangar içerisindeki konumu, hangarın genel yapısı ve açık planlı ofislerin aktif üretim yapılan tekneye olan uzaklığı gösterilmiştir. Muhasebe ve insan kaynakları ofisinin üretim yapılan tekneye uzaklığı 25 m’dir, tasarım ofisinin ise 35 m’dir. Her iki ofisten de üretim alanına kesintisiz görüş açısı bulunmaktadır.

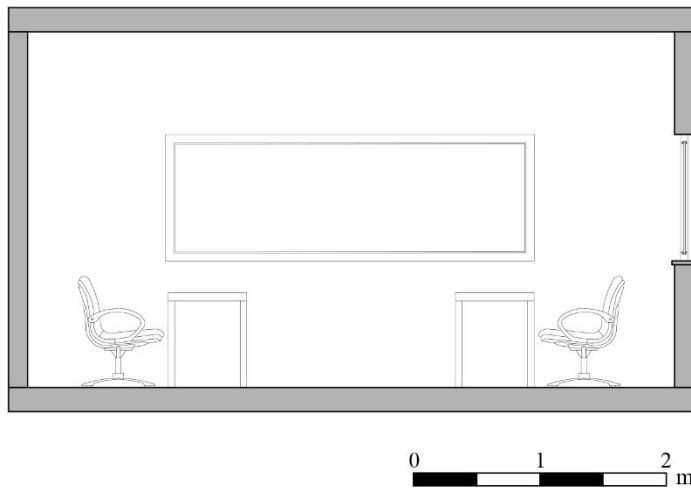


Şekil 3.6. TRS 2 hangarının genel yapısı, açık planlı ofislerin tersane içindeki konumları ve üretimi yapılan tekneye uzaklıkları

Muhasebe ve insan kaynakları bölümünün bulunduğu dikdörtgen açık planlı ofisin ölçüleri 9.10 m x 5.10 m'dir. Hangarın 2. katında konumlanmış hacmin kat yüksekliği 2.81 m olup, toplam alanı yaklaşık 47 m²'dir ve toplam hacim yaklaşık 133 m³'tür. Sabah 08:00 ile akşam 18:15 arasında kullanılan ofiste toplam çalışan sayısı 4'tür. Ofis iç mekânında çalışanların kullanabilmesi için 5 adet ahşap tekli çalışma masası, 1 adet ahşap toplantı masası ve ahşap klasör dolapları yer almaktadır. Ofis çalışma istasyonları arasında herhangi bir bölücü eleman bulunmamaktadır ve ofiste maskeleme sesi kullanılmamaktadır. Muhasebe ve insan kaynakları ofisinin planı Şekil 3.7'de kesiti ise Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



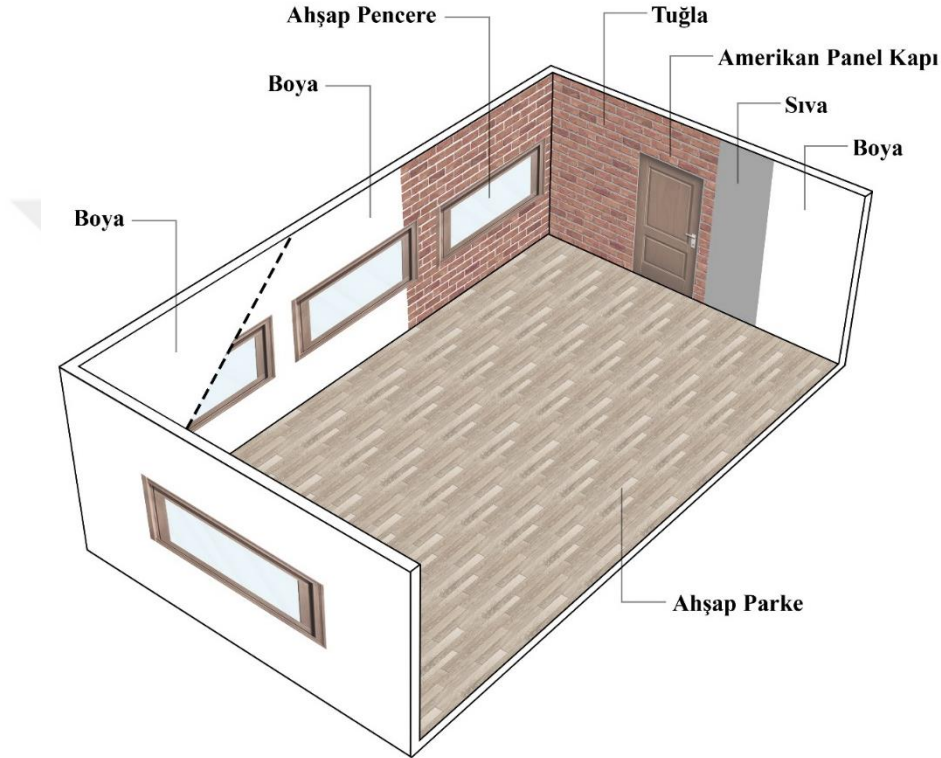
Şekil 3.7. TRS 2 muhasebe ve insan kaynakları birimlerinin ofis planı



Şekil 3.8. TRS 2 muhasebe ve insan kaynakları birimlerinin ofis kesiti

Aşağıda yapısal özellikleri verilen açık planlı ofisin yapı malzemelerinin gösterildiği model Şekil 3.9’da yer almaktadır.

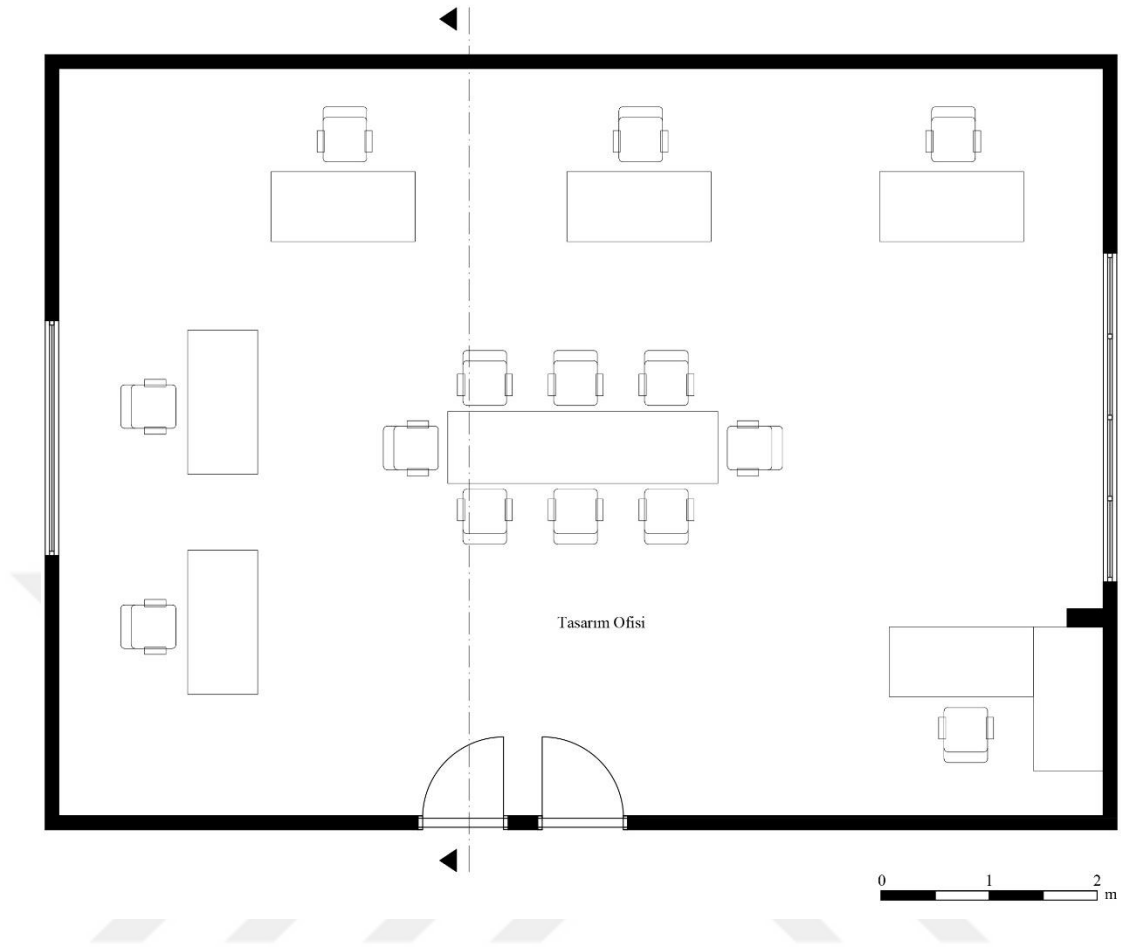
- Hangar içerisinde konumlanmış betonarme yapının duvar katmanları tuğla, sıva ve boyadan oluşmaktadır. Yapının 2 cephesinde, boşluk mesafesi 10 cm olan çift camlı ve ahşap doğramalı pencereler bulunmaktadır. Bu pencerelerin her ikisi de üretim alanlarını görmektedir.
- Hacmin döşemesi ve tavanı betonarmeden oluşmaktadır. Döşeme ahşap parke ile kaplıdır, tavanda ise boya uygulaması bulunmaktadır.



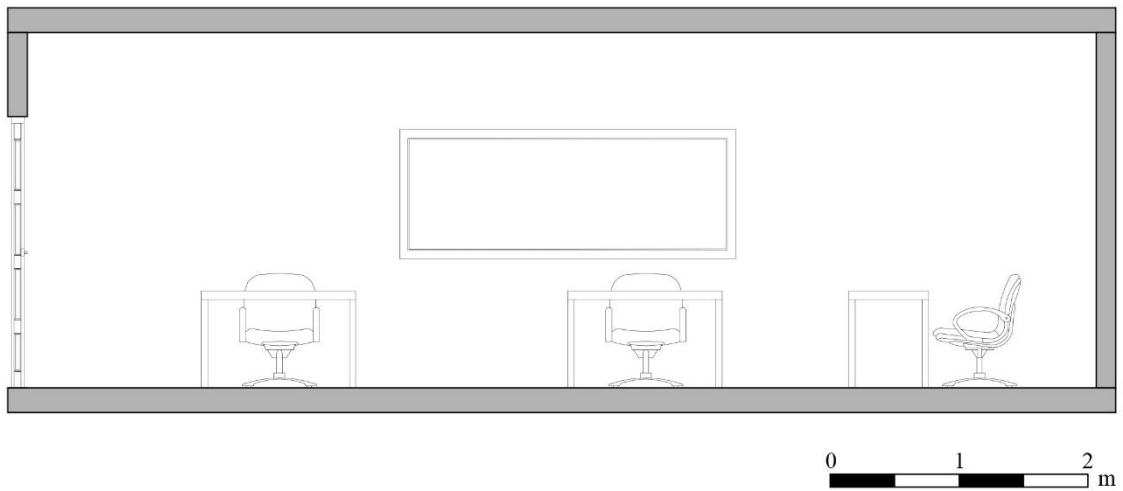
Şekil 3.9. TRS 2 açık planlı muhasebe ve insan kaynakları ofisinin yapı malzemeleri

Açık planlı ofisteki ağırlıklı gürültü kaynağı; kompozit tekne üretim aşamalarından ortaya çıkan seslerdir. İkincil gürültü kaynakları ise konuşma sesi, telefon, yazıcı gibi donanım gürültüsü ve kullanım sırasında ortaya çıkan mobilya sesleridir.

Aynı hangar içerisinde fakat farklı konumda yer alan tasarım ofisinin boyutları ise 8.30 m x 11.60 m’dir. Kat yüksekliği 2.75 m olan ofisin toplam alanı yaklaşık 97 m², hacmi ise yaklaşık 267 m³’tür. Açık planlı ofiste çalışan sayısı 4’tür ve ofis iç mekânında 6 adet tekli ahşap çalışma masası, ahşap toplantı masası ve klasör dolapları yer almaktadır. Belirtilen mobilyalar dışında çalışanlar arasında herhangi bir bölücü eleman bulunmamaktadır ve ofiste herhangi bir maskeleme sesi kullanılmamaktadır. Tasarım ofisinin planı Şekil 3.10’da kesiti ise Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



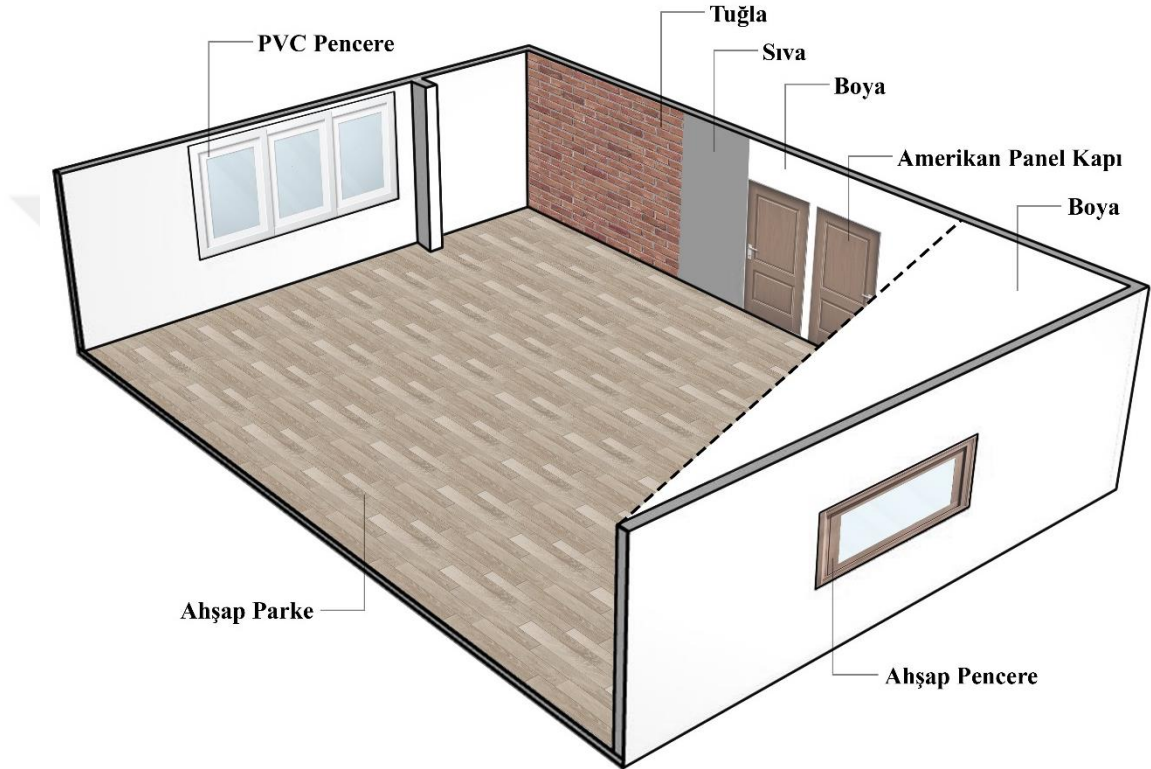
Şekil 3.10. TRS 2 açık planlı tasarım ofis planı



Şekil 3.11. TRS 2 açık planlı tasarım ofis kesiti

Tasarım ofisinin yapısal özellikleri aşağıda belirtilmiştir, yapısal özelliklerin gösterildiği kesit ise Şekil 3.12’de yer almaktadır.

- Betonarme yapının duvarları tuğla ve sıvadan oluşmaktadır. İki cephesinde açıklık bulunan hacimde, açıklıklardan biri üretim alanını görmektedir ve cam arası boşluğu 10 cm olan ahşap çerçeveli penceredir. Diğer açıklık ise PVC çerçeveli penceredir ve yol manzarasına sahiptir.
- Betonarmeden oluşan döşemenin üzerinde ahşap parke bulunmaktadır. Tavanda ise boya uygulaması mevcuttur.

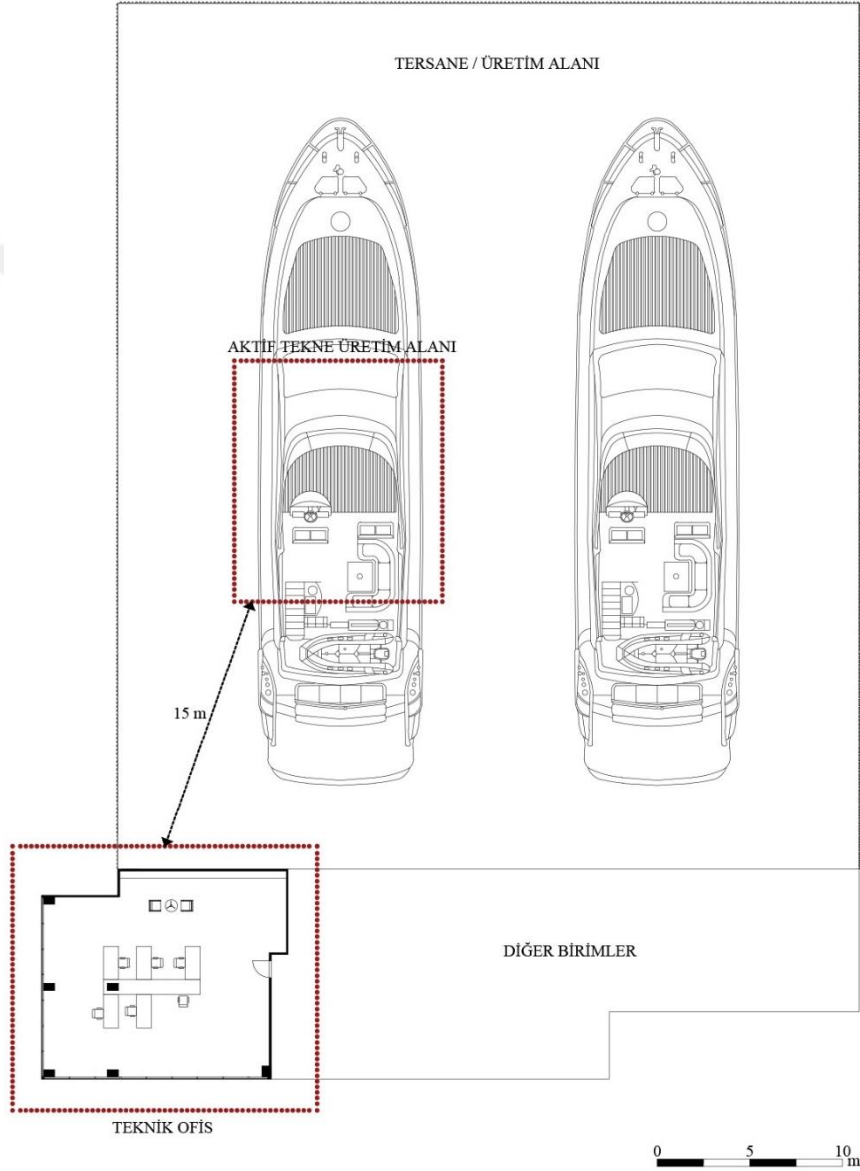


Şekil 3.12. TRS 2 açık planlı tasarım ofisinde yer alan yapı malzemeleri

Ofiste ana gürültü kaynağı tekne üretimi sırasında ofise ulaşan seslerdir. Konuşma sesleri, ofis içi mobilya ve donanım sesleri ise üretim gürültüsünün arka planında kalmaktadır.

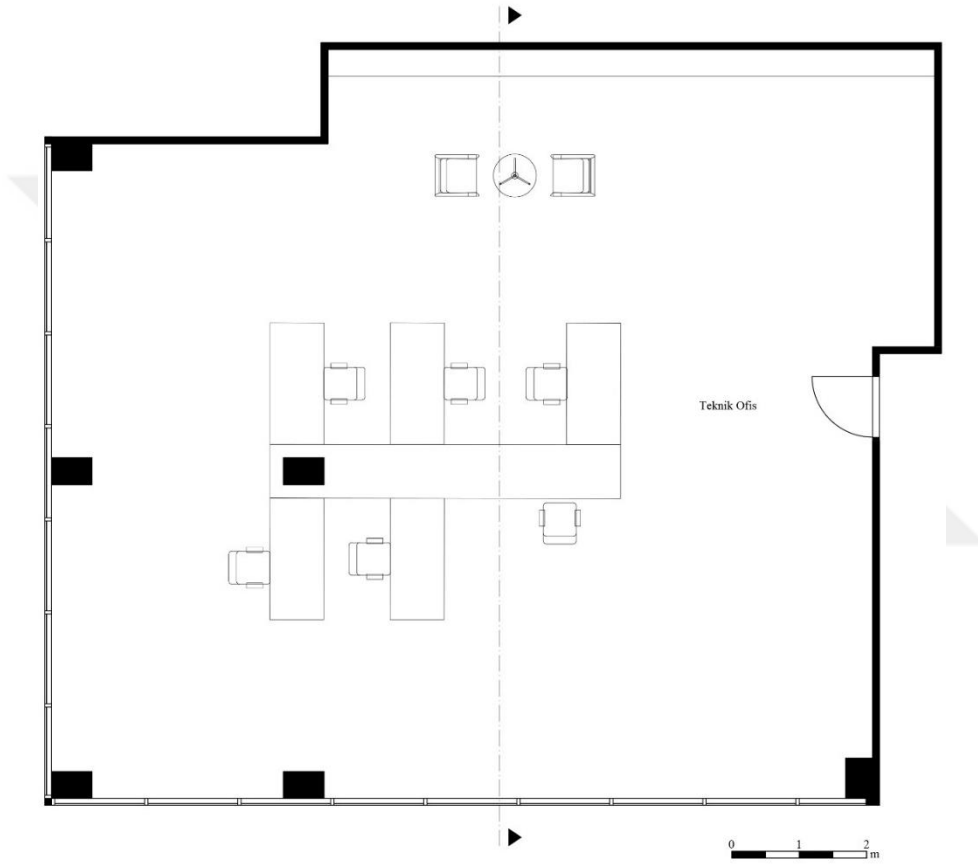
3.1.3. Tersane 3 (TRS 3)

TRS 3 yapısında, kompozit tekne üretimi yapılan bir hangar ve bu hangarla doğrudan ilişki içinde olan ve bitişik konumda bulunan bir açık planlı ofis yapısı bulunmaktadır. Açık planlı teknik ofisin konumu, hangarla olan ilişkisi ve aktif üretimi yapılan tekneye olan uzaklığı Şekil 3.13'te gösterilmiştir. Teknik ofisin aktif olarak üretimi yapılan tekneye olan uzaklığı 15 m'dir ve ofisten üretim alanına herhangi bir görüş açısı bulunmamaktadır.

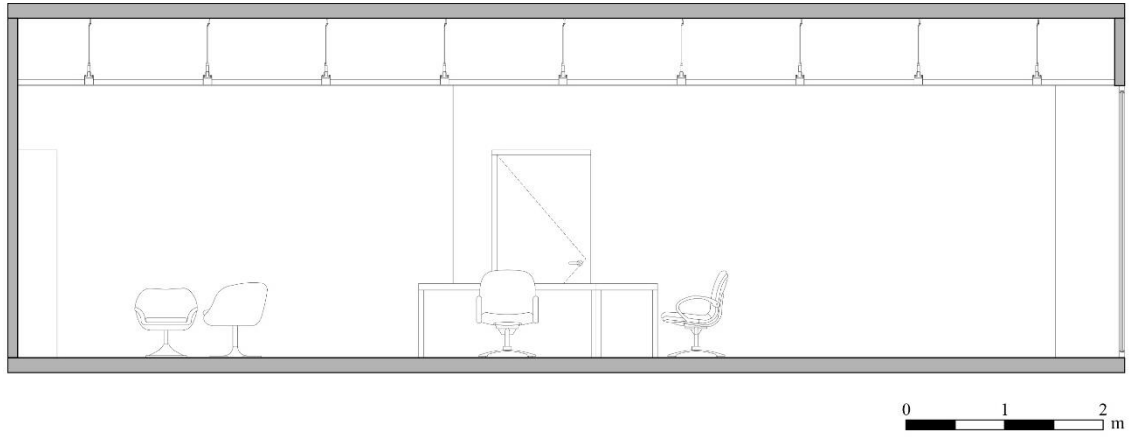


Şekil 3.13. TRS 3 açık planlı teknik ofisin konumu, hangarla olan ilişkisi ve tekne üretimi yapılan alana uzaklığı

Ölçüleri 12.10 m x 11.10 m olan açık planlı ofisin toplam alanı 134 m²'dir. Tersanenin 2. katında konumlanmış ve kat yüksekliği 2.73 m olan ofisin hacmi yaklaşık 366 m³'tür. Toplam 4 kişinin çalıştığı açık planlı ofiste çalışma süresi 08:00 ile 18:30 saatleri arasındadır. Ofiste 6 adet lake tekli çalışma masasının yanı sıra, lake kitaplık, sehpa, masa ve koltuğun yer aldığı oturma alanı bulunmaktadır. Ofiste herhangi bir maskeleme sesi kullanılmamaktadır ve çalışanlar arasında bölücü eleman bulunmamaktadır. Teknik ofisin planı Şekil 3.14'te, kesiti ise Şekil 3.15'te yer almaktadır.



Şekil 3.14. TRS 3 açık planlı teknik ofisin planı

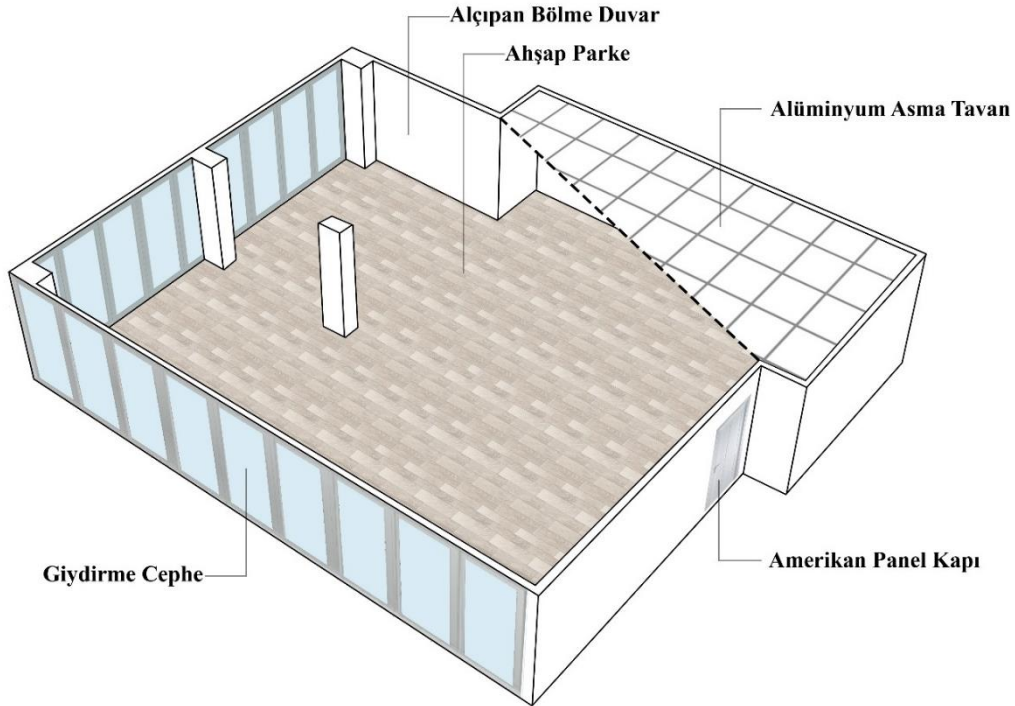


Şekil 3.15. TRS 3 açık planlı teknik ofisin kesiti

Hacmin yapısal özellikleri ise aşağıda ifade edilmiştir.

- Çelik strüktüre sahip yapının dış cephesinde cam giydirme cephe bulunmaktadır. Yapı içinde alçıpan ayırıcılar kullanılmıştır.
- Döşemde, çelik strüktürün üstüne kontrplak ve ahşap parke uygulaması bulunmaktadır.
- Hacmin tavanı grid düzene sahip alüminyum asma tavandan oluşmaktadır.

Açık planlı teknik ofisin yapısal özelliklerini gösteren kesit Şekil 3.16’da yer almaktadır.

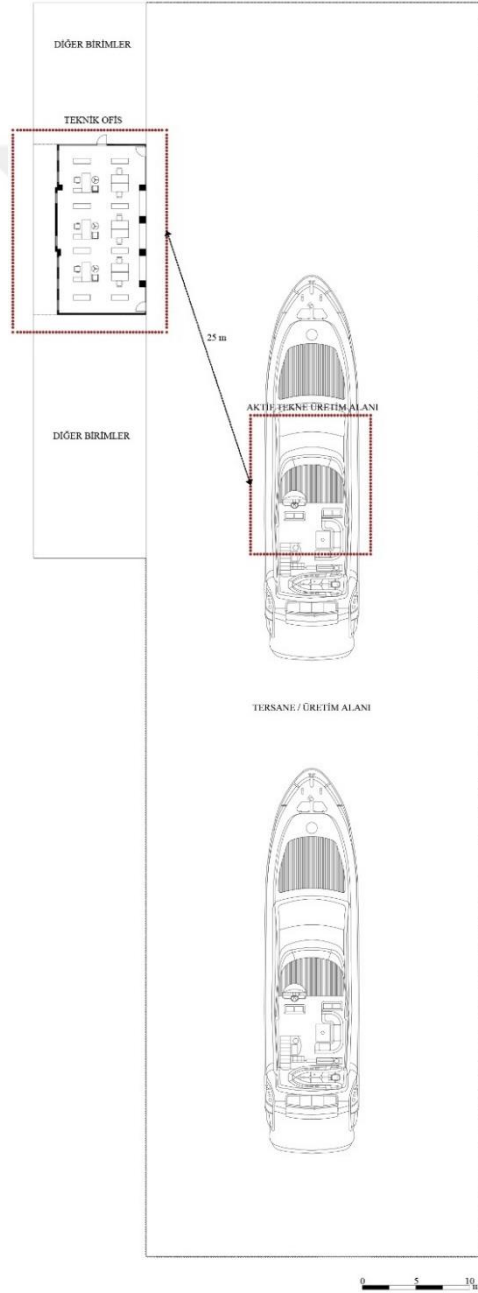


Şekil 3.16. TRS 3 açık planlı teknik ofisinde yer alan yapı malzemeleri

Ofiste mevcut ana gürültü kaynağı, kompozit tekne üretiminde meydana gelen üretim gürültüsüdür. İkincil gürültü kaynakları ise çalışanların konuşmaları, telefon, yazıcı, klima gibi donanım sesleridir.

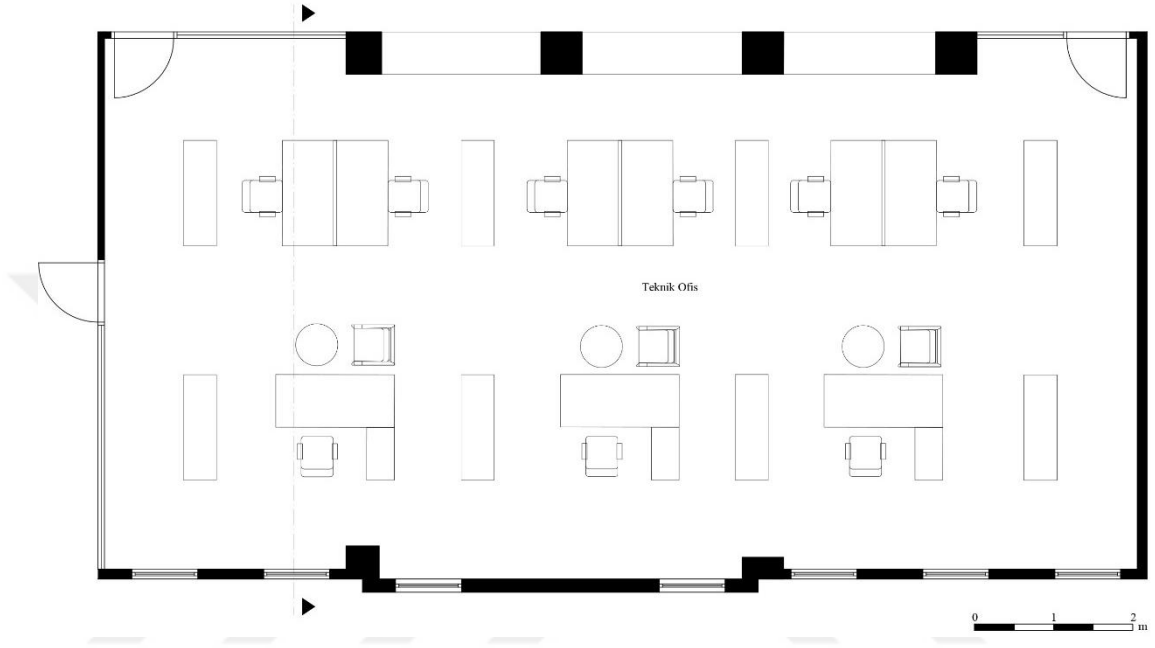
3.1.4. Tersane 4 (TRS 4)

TRS 4 yapısında çelik-alüminyum ve kompozit tekne üretim yapılan bir hangar ve bu hangara bitişik konumda yer alan açık planlı teknik ofis yer almaktadır. Teknik ofisin tersanedeki konumu, hangarla olan ilişkisi ve tekne üretim alanına olan uzaklığı Şekil 3.17’de gösterilmiştir. Teknik ofisin aktif tekne üretimi yapılan alana uzaklığı 25 m’dir ve ofisten üretim alanına kesintisiz görüş açısı bulunmaktadır.

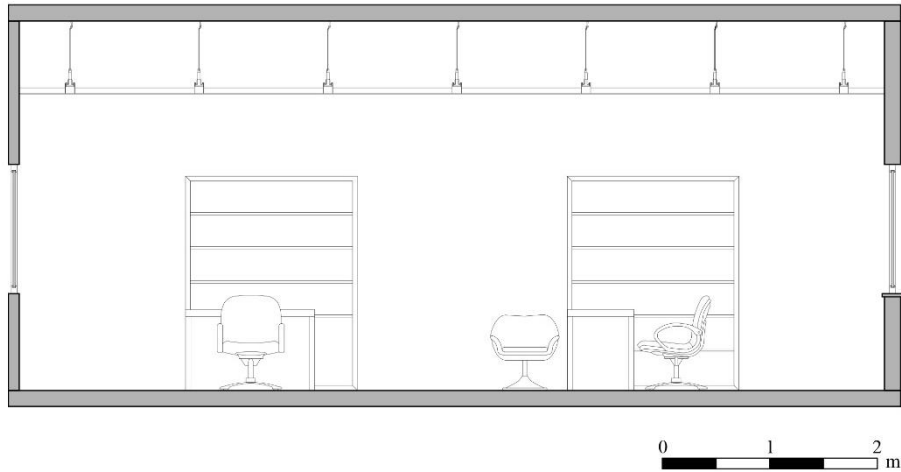


Şekil 3.17. TRS 4 açık planlı teknik ofisin konumu ve hangarla olan ilişkisi

Dikdörtgen plana sahip ofisin boyu 15.60 m, eni ise 7.60 m'dir. Yapının 2. katında yer alan ve teknik iş yapan kişilerin kullandığı açık planlı ofisin kat yüksekliği 2.75 m'dir. Ofisin toplam alanı yaklaşık 119 m² olup toplam hacmi ise 328 m³'tür. Çalışma saatleri 08:00 ile 18:15 arasında olan ofiste toplam 6 kişi çalışmaktadır. Ofis iç mekân tasarımı, 6 adet lake tekli, 3 adet ikili çalışma masalarından oluşmaktadır. Ofiste ses maskeleme sistemi kullanılmamaktadır. Teknik ofisin planı Şekil 3.18'de kesiti ise Şekil 3.19'da yer almaktadır.



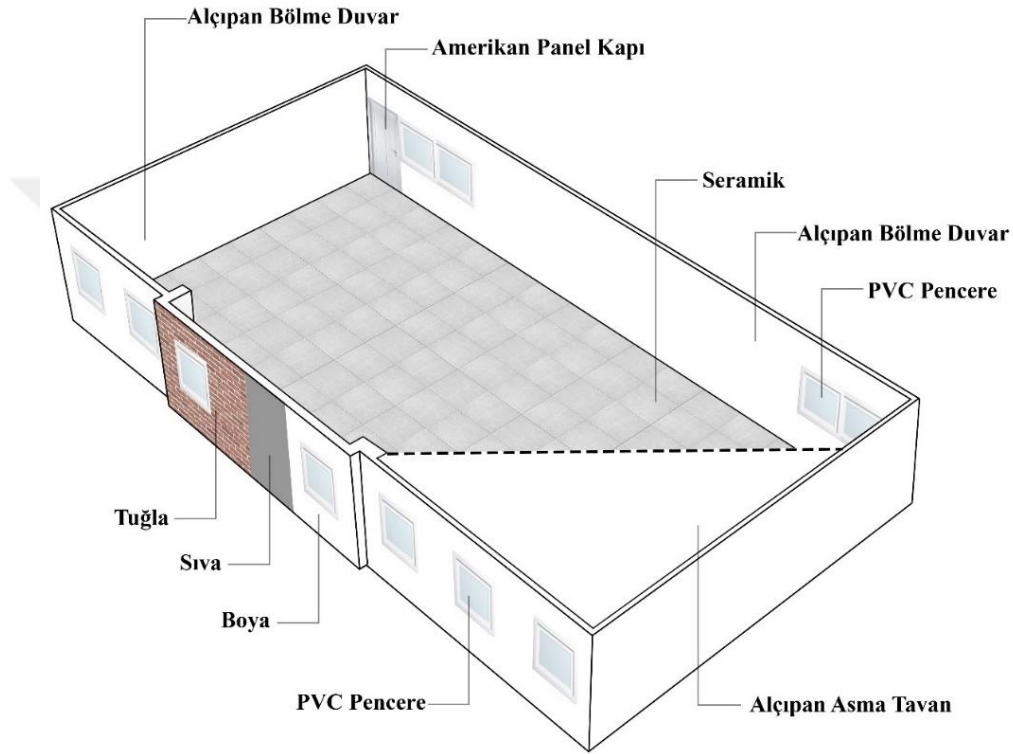
Şekil 3.18. TRS 4 açık planlı teknik ofisin planı



Şekil 3.19. TRS 4 açık planlı teknik ofisin kesiti

Açık planlı teknik ofisin yapısal özellikleri aşağıda belirtilmiş, Şekil 3.20’de ise yapı malzemelerinin görseli sunulmuştur.

- Taşıyıcısı betonarme olan hacmin duvarları alçıpandan oluşmaktadır. Üretim alanını gören sirkülasyon alanı ve açık planlı ofis PVC doğramalı pencerelere sahiptir.
- Hacmin döşemesi seramik kaplıdır. Tavanda ise alçıpan ve boya uygulaması mevcuttur.

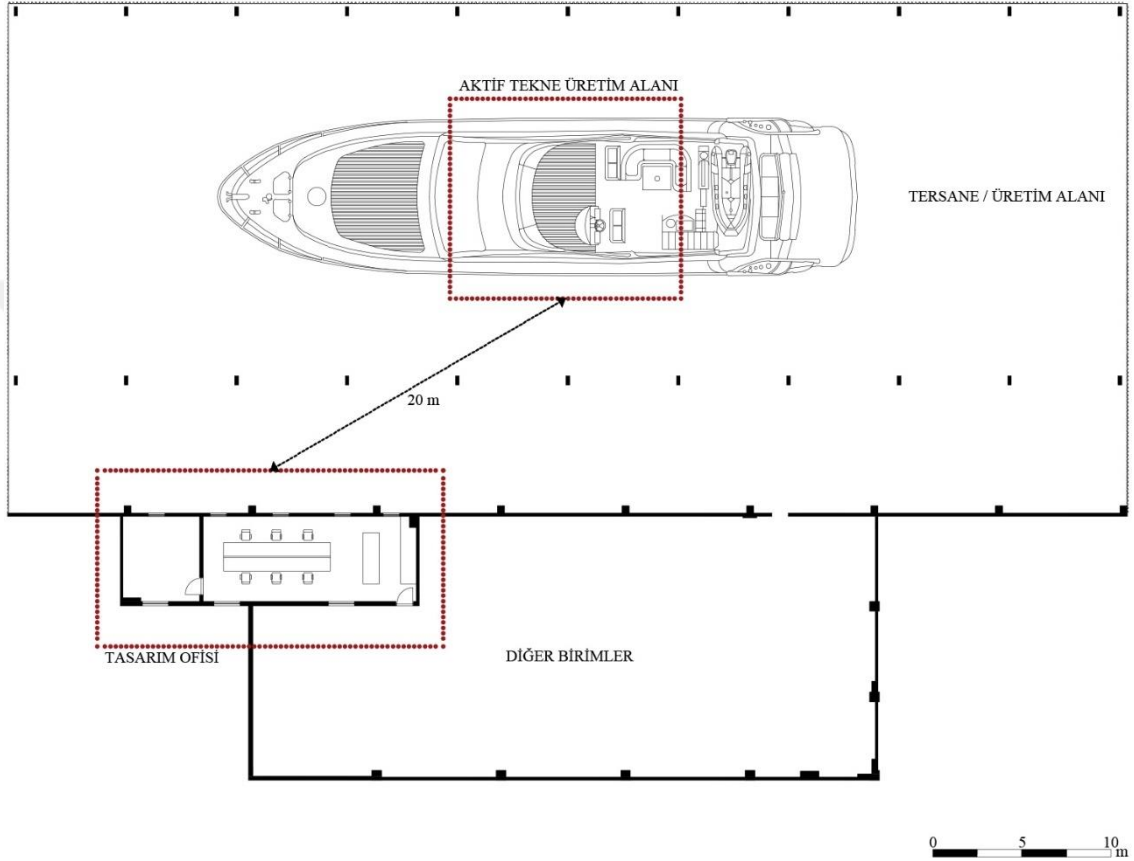


Şekil 3.20. TRS 4 açık planlı teknik ofisinde yer alan yapı malzemeleri

Ofiste yer alan başlıca gürültü kaynağı ise tekne üretim aşamalarında oluşan seslerdir. İkincil gürültü kaynakları ise konuşma, ofis için kullanılan cihaz ve mobilya sesleridir.

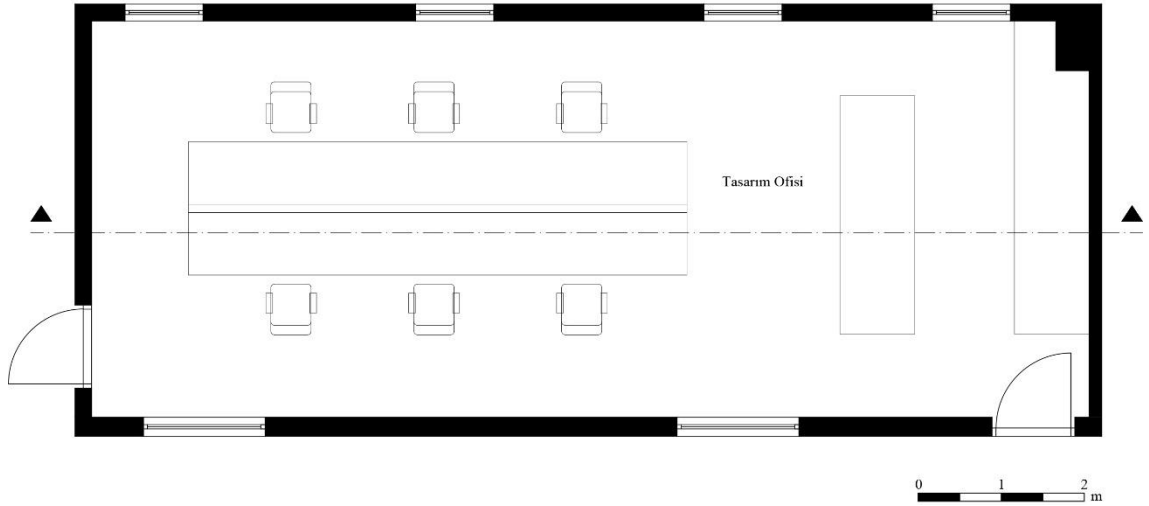
3.1.5. Tersane 5 (TRS 5)

TRS 5 yapısında kompozit tekne üretimi gerçekleştirilen bir hangar ve bu hangara bitişik konumda olan açık planlı bir tasarım ofisi bulunmaktadır. Hangarın genel yapısı, ofisin konumu ve tekne üretim alanına uzaklığı Şekil 3.21’de gösterilmiştir. Tasarım ofisinin aktif tekne üretimi yapılan alana uzaklığı 20 m’dir ve ofisten üretim alanına kesintisiz görüş açısı bulunmaktadır.

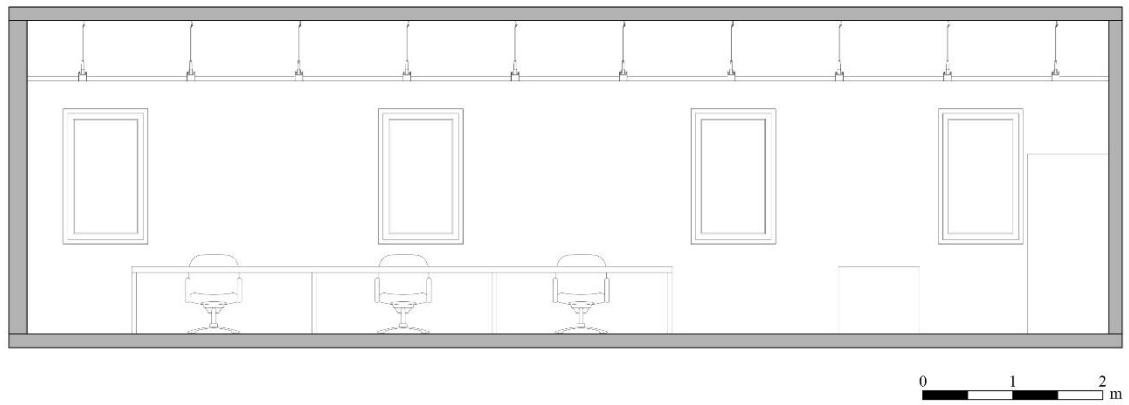


Şekil 3.21. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin tersane içindeki konumu ve tekne üretim alanına olan uzaklığı

Dikdörtgen plana sahip ofisin boyu 12.40 m olup eni ise 4.70 m’dir. Yapının tasarım biriminin bulunduğu ofisin kat yüksekliği 2.80 m’dir ve toplam alan yaklaşık 60 m²’dir. Açık planlı ofisin hacmi 164 m³’tür ve ofiste toplam 5 kişi çalışmaktadır. Hacimde 6 kişinin çalışabileceği lake çalışma ünitesi, lake dolap ve çekmeceli ada bulunmaktadır. Ofis içinde herhangi bir maskeleme sesi kullanılmamaktadır. Tasarım ofisinin planı Şekil 3.22’de, kesiti ise Şekil 3.23’te gösterilmiştir.



Şekil 3.22. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin planı

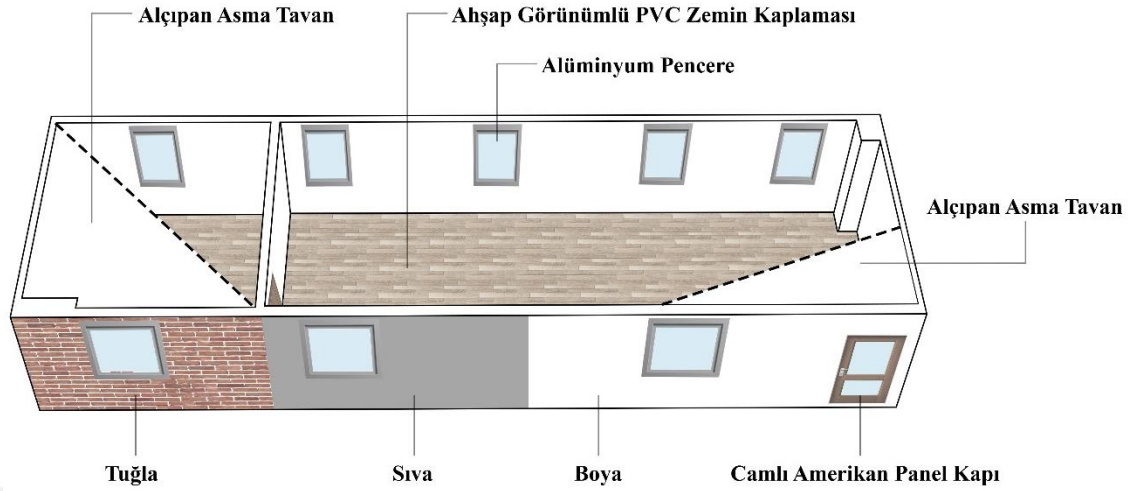


Şekil 3.23. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin kesiti

Açık planlı ofisin yapısal özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Yapının taşıyıcısı betonarmedir ve duvar malzemesi olarak tuğla, sıva ve boya kullanılmıştır. Hacmin açıklıklarında alüminyum doğramalı pencere kullanılmıştır.
- Ofis zemininde ahşap görünümlü PVC zemin kaplaması bulunmaktadır.
- Hacmin tavanında alçıpan uygulaması yer almaktadır.

Şekil 3.24'te açık planlı tasarım ofisinde yer alan yapı malzemelerinin kesiti bulunmaktadır.



Şekil 3.24. TRS 5 açık planlı tasarım ofisinde yer alan yapı malzemeleri

Ofisteki ana gürültü kaynağı üretim gürültüsüdür. Konuşma, mobilya ve ofis içi kullanılan donanım sesleri, üretim gürültüsünün arkasında kalmaktadır.

3.2. Açık Planlı Ofislerin Akustik Koşullarının Belirlenmesi

Tez çalışmasının bu kısmında, seçilmiş tersaneler içerisinde bulunan açık planlı ofislerin akustik koşullarının belirlenmesi için yapılan çalışmalara yer verilmiştir. İlk olarak ofis çalışanlarına anket yapılarak, çalışanların akustik olarak memnuniyet düzeyleri belirlenmiştir. Devamında, gürültü ölçümleri yapılmış ve ofis gürültülülük düzeyleri belirlenmiş, son olarak da simülasyon çalışması yapılarak, ofis duvarlarının gürültü azaltım düzeyleri ortaya konulmuştur.

Açık planlı ofislerin akustik koşullarının incelenmesi ile ilgili yapılmış çalışmaların genelinde, simülasyon araçlarının kullanılmasıyla elde edilen sonuçların ölçüm ve/veya hesaplama sonuçları ile karşılaştırılarak doğruluk kontrollerinin yapıldığı görülmüştür. Bu bağlamda, tez çalışmasının yöntemi geçmişte yapılmış çalışmalara göre farklılık ve özgünlük göstermektedir. Bunun başlıca sebebi, tersane yapıları içerisinde farklı özelliklere sahip birden çok gürültü kaynağı bulunması ve bu kaynakların çeşitli zamanlarda farklı kombinlerle aktif olmasıdır. Bu nedenle, simülasyon çalışması öncesinde alan ölçümleri gerçekleştirilerek kaynak gürültü düzeyleri tespit edilmiş, bu ölçüm verileri simülasyon programına tanımlanmış ve sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.1. Anket Çalışması

Çalışma kapsamında;

- Tersane yapılarındaki açık planlı ofislerin mevcut akustik konfor koşullarının belirlenmesi için çalışan görüşlerinin alınması,
- Ofis işitsel koşullarının çalışanlar üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkilerinin belirlenmesi,
- İşitsel konforsuzluk olan ofislerde sorunların giderilmesine yönelik öneriler geliştirilmesi,
- Ofislerde yapılacak nesnel değerlendirmelerin öznel değerlendirmelerle ilişki durumunu belirlenmesi amacıyla çalışanlara anket uygulanmıştır.

Anket çalışması dijital ortamda hazırlanmış ve 5 farklı tersanede ve 7 farklı açık planlı ofiste toplam 31 kişiye yüz yüze olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tersanelerdeki ofis çalışanlarının %100'ü anket çalışmasına katılım göstermiştir. Anket, 4 farklı bölümden ve toplam 27 sorudan oluşmaktadır.

Anketin ilk bölümü, ofis çalışanlarının demografik özelliklerini belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu bölümde; cinsiyet, yaş, eğitim ve meslek durumu, işitme problemi olup olmadığı ve günlük çalışma sürelerini içeren sorular yer almaktadır.

Anket çalışmasının ikinci bölümünde ofis dışı kaynaklı gürültü rahatsızlık değerlendirilmesinin yapılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda bölümde yer alan sorular, tersane yapılarındaki üretim malzemelerinin ve üretim tekniklerinin çıkardığı gürültü düzeyi ile bu gürültü düzeyinin ofis çalışanlarını rahatsız etme derecesi ve çalışma performanslarına olan etkisini belirlemek üzerine oluşturulmuştur.

Üçüncü bölümün amacı, ofis içi kaynaklı gürültü rahatsızlık değerlendirilmesinin yapılmasıdır. Bölümde, çalışanlar tarafından cevaplanması istenen yerleşim düzeni memnuniyeti, gürültü düzeyi, konuşma gizliliği, yankı, çınlama, gürültünün psikolojik, fiziksel ve çalışma performansına etkilerine yönelik sorular bulunmaktadır.

Anketin dördüncü ve son bölümü ise genel değerlendirmelerin yer aldığı ve çalışanların ideal ofis koşulları ile görüş belirtebilecekleri sorular üzerinden tasarlanmıştır. Etik kurulu onaylı anket örneği EK 1'de sunulmuştur.

3.2.2. Gürültü Ölçümleri

Çalışmanın bu aşamasında, açık planlı ofislerdeki gürültü düzeyinin belirlenmesi için sırasıyla tersane içi ve ofis içi ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ofis içi ölçümler 3 farklı durumda gerçekleştirilmiştir. Bu durumlar;

- Tersane içinde üretim ve ofiste çalışma faaliyetlerin devam ettiği,
- Tersane içinde üretim faaliyetlerinin olmadığı fakat ofiste çalışma faaliyetinin devam ettiği,
- Tersane içinde üretim faaliyetlerinin devam ettiği, ofiste çalışma faaliyetinin olmadığı şeklindedir.

Tersane içlerinde yapılan gürültü ölçümleri;

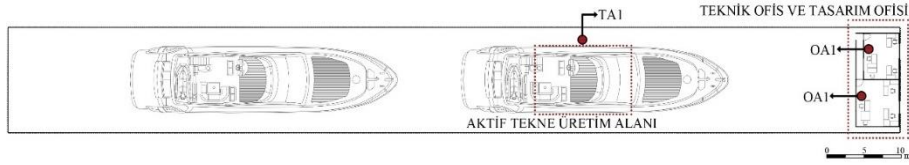
- Üretimde çelik, alüminyum ve kompozit malzeme kullanan tersanelerde (TRS 1 ve TRS 4) kesme ve kaynak işlemlerinin,
- Sadece kompozit malzeme kullanan tersanelerde (TRS 2, TRS 3 ve TRS 5) ise montaj ve yüzey işlemlerinin yapıldığı aşamada gerçekleştirilmiştir.

Ölçümler için Şekil 3.25'te gösterilen UNI-T UT353 BT Mini Sound Level Meter kullanılmıştır. Gürültü düzeyleri 5'er dakikalık ölçümlerin maksimum ve minimum değerlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

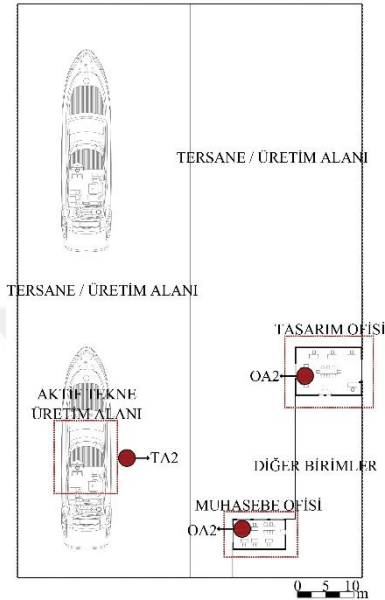


Şekil 3.25. Gürültü ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazı

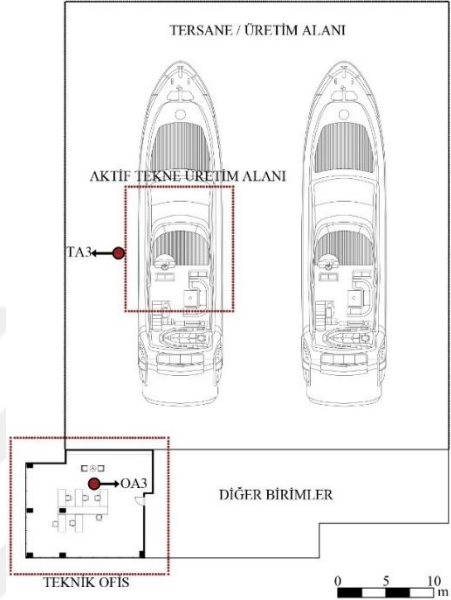
Ölçümlere başlamadan önce, tersane içinde kaynağa en yakın nokta ve ofis içinde gürültü kaynağına en yakın yüzey olmak koşuluyla ölçüm noktaları belirlenmiştir. Tersanelerdeki ve açık planlı ofislerdeki gürültü ölçüm noktaları sırasıyla TA ve OA olarak adlandırılmış ve Şekil 3.26'da gösterilmiştir.



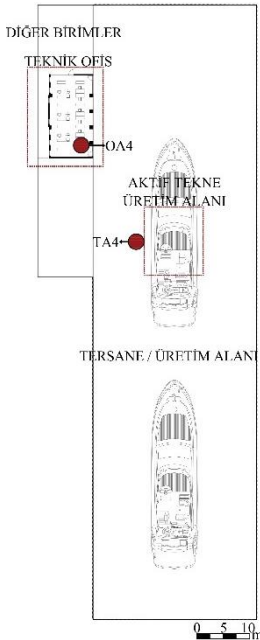
a)



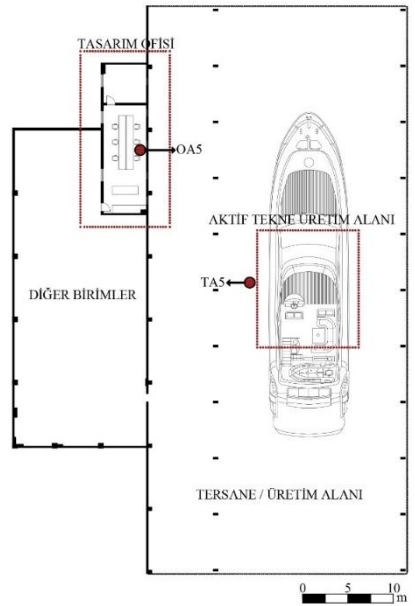
(b)



(c)



(d)



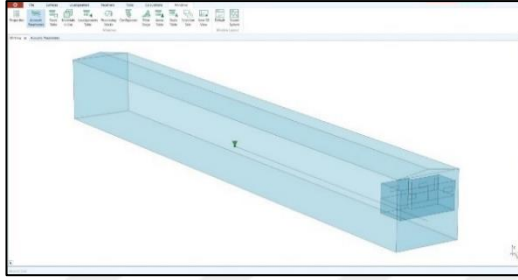
(e)

Şekil 3.26. a) TRS 1’de alıcı noktaları; b) TRS 2’de alıcı noktaları; c) TRS 3’te alıcı noktaları; d) TRS 4’te alıcı noktaları; e) TRS 5’te alıcı noktaları

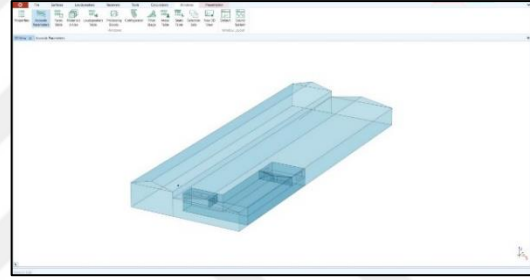
3.2.3. Simülasyon Çalışması

Tersanelerdeki üretim gürültüsünün açık planlı ofislere geçen miktarını belirlemek amacıyla simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, ilk olarak açık planlı ofislerin üretim alanına en yakın yüzeyine ulaşan gürültü miktarı tespit edilmiştir. Daha sonra, yüzeylerin ses azaltım indeksi değeri belirlenmiş ve ofis içine geçen gürültü miktarı hesaplanmıştır. Simülasyon çalışmasında, açık planlı ofislerin yüzeyine ulaşan gürültü düzeyi belirlenirken, ölçüm sonucunda elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu durumun başlıca sebebi, tersanelerdeki tekne üretiminde çok farklı türde ses kaynaklarının bulunması ve bu kaynakların ürettiği gürültü düzeylerinin ayrı ayrı hesaplanmasının mümkün olmamasıdır.

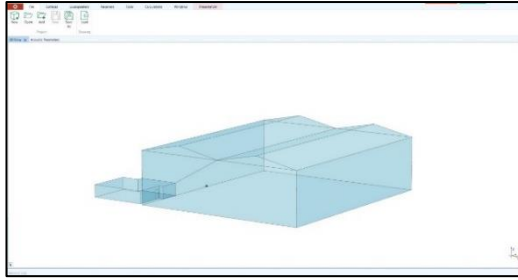
Tüm tersaneler için gerçekleştirilen simülasyon çalışmasının ilk aşamasında tersaneler ve açık planlı ofisler Rhinoceros programı ile modellenmiştir. Elde edilen modeller, DWG formatına çevrildikten sonra üretim gürültüsünün ofis yüzeyine ulaşan miktarını belirlemek amacıyla EASE 5 programına aktarılmıştır. Tersanelerin ve açık planlı ofislerin EASE 5 programındaki görselleri Şekil 3.27’de yer almaktadır.



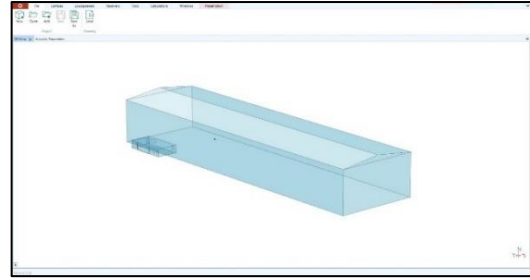
(a)



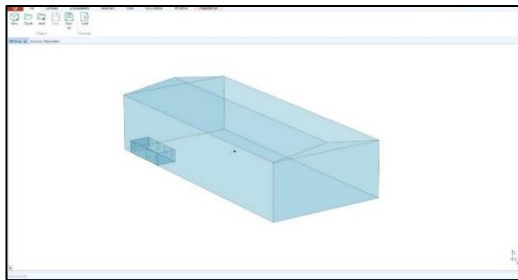
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 3.27. a) TRS 1 hangar, teknik ve tasarım ofislerinin model görseli; **b)** TRS 2 hangar, muhasebe ve tasarım ofislerinin model görseli; **c)** TRS 3 hangar ve teknik ofisin model görseli; **d)** TRS 4 hangar ve teknik ofisin model görseli; **e)** TRS 5 hangar ve tasarım ofisinin model görseli

Simülasyon çalışmasının ikinci aşamasında, hangar ve ofis yapılarının yüzeylerine malzeme ataması yapılmıştır. Yüzey malzemeleri, EASE 5 programının malzeme kütüphanesinde seçilmiştir. Tersanelerin ve ofislerin yüzey malzeme listesi Şekil 3.28, Şekil 3.29, Şekil 3.30, Şekil 3.31, ve Şekil 3.32’de gösterilmiştir. Her bir malzemenin 1/3 oktav bant frekanslarındaki yutuculuk değerlerine de görsellerden ulaşılabilmektedir.

Materials in Use												
Drag a column header here to group by that column												
Label	Surface Area [m ²]	Percentage [%]	Equiv. Abs. Area...	Description	Absorption	Avg.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	8 kHz
Aluminium-Trapez-Profilblech, 70	5 328.22	72.6	1 613.69	Plattenschwinger ... nicht kassettiert, mit...		0.30	0.49	0.56	0.36	0.23	0.13	0.16
Thin plywood panelling	326.11	4.4	46.12	Wood		0.14	0.42	0.21	0.10	0.08	0.06	0.06
Concrete or terrazzo	1 679.28	22.9	26.39	Floors		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Glass, window	6.55	0.1	0.53	Glass, double pane, in window frame		0.08	0.22	0.13	0.08	0.06	0.04	0.02
Solid wooden door	3.87	0.1	0.38	Wood		0.10	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10

Şekil 3.28. TRS 1 hangar, teknik ve tasarım ofislerinin yüzey malzemeleri listesi

Materials in Use												
Drag a column header here to group by that column												
Label	Surface Area [m ²]	Percentage [%]	Equiv. Abs. Area...	Description	Absorption	Avg.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	8 kHz
Aluminium-Trapez-Profilblech, 70	6 188.65	52.6	1 874.28	Plattenschwinger ... nicht kassettiert, mit...		0.30	0.49	0.56	0.36	0.23	0.13	0.16
Concrete or terrazzo	3 876.00	32.9	60.91	Floors		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Concrete block painted	940.79	8.0	57.93	Floors		0.06	0.01	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
Plastered walls	646.04	5.5	24.00	Hard finishes		0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
Double glazing, 2-3 mm glass, 1 cm gap	13.15	0.1	0.58	Acoustic absorbers and diffusers, Glazing		0.04	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Glass, window	6.57	0.1	0.53	Glass, double pane, in window frame		0.08	0.22	0.13	0.08	0.06	0.04	0.02

Şekil 3.29. TRS 2 hangar, muhasebe ve tasarım ofislerinin yüzey malzemeleri listesi

Materials in Use												
Drag a column header here to group by that column												
Label	Surface Area [m ²]	Percentage [%]	Equiv. Abs. Area...	Description	Absorption	Avg.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	8 kHz
Aluminium-Trapez-Profilblech, 70	3 585.76	56.8	1 085.97	Plattenschwinger ... nicht kassettiert, mit...		0.30	0.49	0.56	0.36	0.23	0.13	0.16
Gypsum board on 50x100 mm studs	525.81	8.3	56.34	Walls		0.11	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Concrete or terrazzo	1 867.81	29.6	29.35	Floors		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Suspended plasterboard ceiling	133.64	2.1	12.41	Panels		0.09	0.20	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05
Wood parquet on concrete	133.64	2.1	8.21	Floors		0.06	0.04	0.04	0.07	0.07	0.06	0.07
Double glazing, 2-3mm glass, 10mm gap	59.76	0.9	2.65	Glazing		0.04	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Solid wooden door	2.10	0.0	0.20	Wood		0.10	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10

Şekil 3.30. TRS 3 hangar ve teknik ofisinin yüzey malzemeleri listesi

Materials in Use												
Drag a column header here to group by that column												
Label	Surface Area [m ²]	Percentage [%]	Equiv. Abs. Area [m ²]	Description	Absorption	Avg.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	8 kHz
Aluminium-Trapez-Profilblech, 70	8 439.62	67.6	2 556.00	Plattenschwinger ... nicht kassettiert, mit...		0.30	0.49	0.56	0.36	0.23	0.13	0.16
Ceramic tiles	126.10	1.0	1.98	Hard finishes		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Concrete or terrazzo	3 647.00	29.2	57.31	Floors		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Glass, window	13.75	0.1	1.11	Glass, double pane, in window frame		0.08	0.22	0.13	0.08	0.06	0.04	0.02
Gypsum board on 50x100 mm studs	84.77	0.7	9.08	Walls		0.11	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Plastered walls	36.40	0.3	1.35	Hard finishes		0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
Solid wooden door	2.10	0.0	0.20	Wood		0.10	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10
Suspended plasterboard ceiling	127.10	1.0	11.80	Panels		0.09	0.20	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05

Şekil 3.31. TRS 4 hangar ve teknik ofisinin yüzey malzemeleri listesi

Materials in Use

Drag a column header here to group by that column

Label	Surface Area [m²]	Percentage [%]	Equiv. Abs. Area [m²]	Description	Absorption	Avg.	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Aluminium-Trapez-Profilblech, 70	4 311.71	68.2	1 305.83	Plattenschwinger ... nicht kassettiert, mit...		0.30	0.49	0.56	0.36	0.23	0.13	0.16	0.19
Concrete or terrazzo	1 799.92	28.5	28.28	Floors		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Glass, window	12.05	0.2	0.97	Glass, double pane, in window frame		0.08	0.22	0.13	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01
Plastered walls	79.80	1.3	2.96	Hard finishes		0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05
Solid wooden door	2.10	0.0	0.20	Wood		0.10	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10
Suspended plasterboard ceiling	57.27	0.9	5.32	Panels		0.09	0.20	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
Vinyl or linoleum on concrete	57.27	0.9	2.13	Floor finishes		0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06

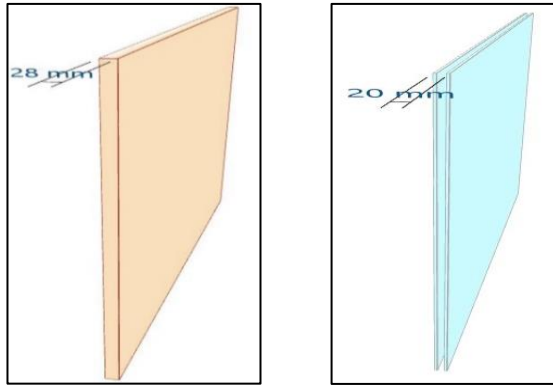
Şekil 3.32. TRS 5 hangar ve tasarım ofisinin yüzey malzemeleri listesi

EASE 5 programında yapılan çalışmanın son aşamasında, tersane üretim gürültüsünü temsil etmesi amacıyla model içerisine, programda yer alan bir omnidirectional kaynak, Şekil 3.26’da verilmiş olan noktalara konumlandırılmıştır. Kaynağın ses gücü düzeyi, ölçüm ile belirlenmiş ve programa tanımlanmıştır. Her tersane modeline tanımlanan kaynak ses gücü düzeyleri aşağıda yer almaktadır.

- TRS 1 kaynak ses gücü düzeyi: 95.8 dB
- TRS 2 kaynak ses gücü düzeyi: 81.3 dB
- TRS 3 kaynak ses gücü düzeyi: 85.7 dB
- TRS 4 kaynak ses gücü düzeyi: 93.1 dB
- TRS 5 kaynak ses gücü düzeyi: 82.7 dB

Açık planlı ofislerin yüzeylerine ulaşan ses miktarının hesaplanması için modelde yapıların kaynağa en yakın yüzeyleri alıcı noktası olarak belirlenmiş ve simülasyon başlatılmıştır.

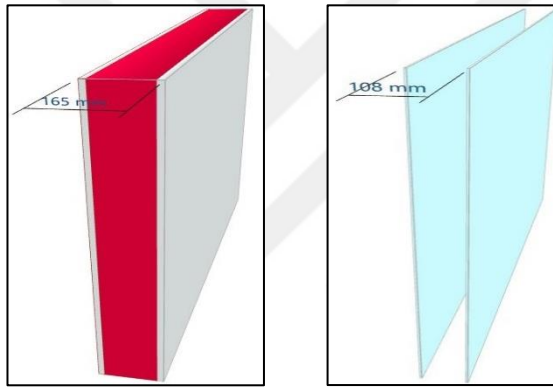
İkinci aşamada, tersanelerde bulunan açık planlı ofislerin, üretim alanına en yakın noktasında bulunan yapı elemanlarındaki ağırlıklı ses azaltım indeksi değerlerinin (Rw) tespiti için Insul 10 programından yararlanılmıştır. Programda, mevcut yapılarda bulunan duvar ve pencere gibi yapı elemanları oluşturulmuştur. Tersanelerdeki kaynağa en yakın yapı elemanlarının Insul 10 programındaki görselleri Şekil 3.33, Şekil 3.34, Şekil 3.35, Şekil 3.36, ve Şekil 3.37’de yer almaktadır.



(a)

(b)

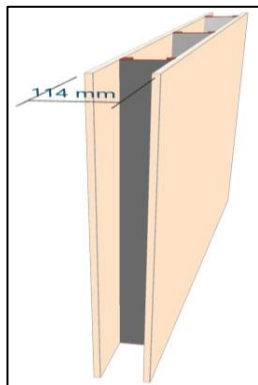
Şekil 3.33. a) TRS 1, tasarım ve teknik ofislerinin kontrplak duvar malzemesi görseli; **b)** TRS 1, tasarım ve teknik ofislerin çift camlı pencere görseli



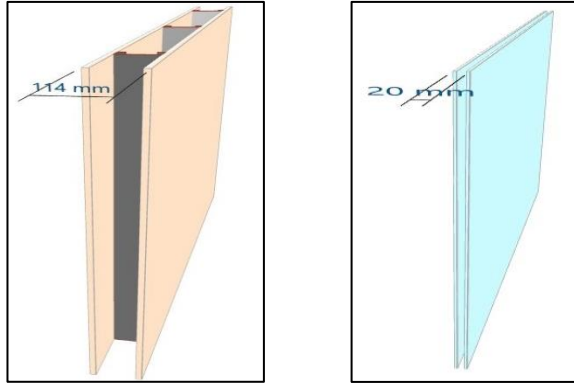
(a)

(b)

Şekil 3.34. a) TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerinin tuğla ve sıvadan oluşan duvar malzemesi görseli; **b)** TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerin çift camlı pencere görseli



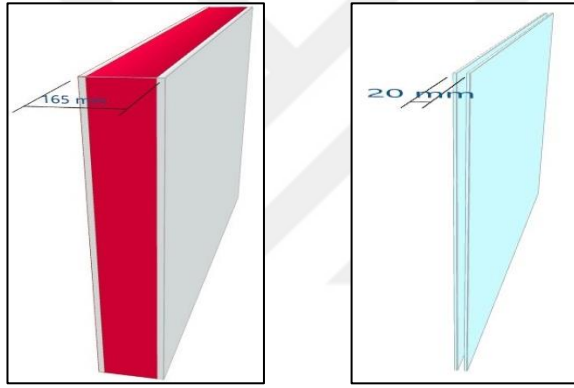
Şekil 3.35. TRS 3, teknik ofisinin alçıpandan oluşan duvar malzemesi görseli



(a)

(b)

Şekil 3.36. a) TRS 4, teknik ofisinin alçıpandan oluşan duvar malzemesi görseli; **b)** TRS 4, teknik ofisinin çift camlı pencere görseli



(a)

(b)

Şekil 3.37. a) TRS 5, tasarım ofisinin tuğla ve sıvadan oluşan duvar malzemesi görseli; **b)** TRS 5, tasarım ofisinin çift camlı pencere görseli

Insul 10 programı aracılığıyla her bir yapı malzemesi için ses iletim indeksi değerleri belirlenmiştir. Kaynağa en yakın kompozit yüzeyin toplam iletim faktörünün belirlenmesi için ise ISO 12354-1 standardından yararlanılmıştır. ISO 12354-1 Standardı'na göre; alıcı odadaki ses gücü seviyesi, o odada bulunan ayırıcı ve yan yapı elemanlarından doğrudan ya da dolaylı hava doğuşlu ses iletimi nedeniyle oluşur. Toplam iletim faktörü Denklem 3.1 ve Denklem 3.2'deki gibi belirlenir (Türk Standartları Enstitüsü, 2019).

$$R' = -(10 \lg \tau') dB \quad (3.1)$$

$$\tau' = \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s \quad (3.2)$$

Denklem 3.2'ye göre;

τ' : Alıcı odadaki toplam yayılan ses gücünün, ayırıcı elemanın ortak kısmına gelen ses gücüne oranı,

τ_d : Ayırıcı elemanın ortak kısmından yayılan ses gücünün, ayırıcı elemanın ortak kısmına gelen ses gücüne göre ses gücü oranı,

τ_f : Alıcı odadaki bir yan eleman f tarafından yayılan ses gücünün, ayırıcı elemanın ortak kısmına gelen ses gücüne oranı,

τ_e : Ayırıcı elemandaki bir elemanın, bu elemana gelen sesin doğrudan hava doğuşlu sesin iletiminden dolayı alıcı odada yayılan ses gücünün, ayırıcı elemanın ortak kısmına gelen ses gücüne oranı,

τ_s : İletim sistemi s'nin, bu iletim sistemine gelen sesin dolaylı havadan iletimi nedeniyle alıcı odada yayılan ses gücünün, ayırıcı elemanın ortak kısmına gelen ses gücüne oranı;

n: Komşu eleman sayısı,

m: Doğrudan hava doğuşlu iletim yapan eleman sayısı,

k: Dolaylı hava doğuşlu iletim yapan sistem sayısıdır.

Tersanelerdeki açık planlı ofislerin, kaynağa en yakın kompozit yüzeylerinin toplam iletim faktörü Excel programında hesaplanmıştır.

Bu bölüme kadar olan aşamalar, tersanelerdeki üretim gürültüsünün açık planlı ofis yüzeyine ulaşan ve ofis içine geçen ses düzeyinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Açık planlı ofisin kullanımından kaynaklanan gürültünün ve tersane üretim gürültüsünün ofis ortamında oluşturduğu toplam gürültü ise aşağıda açıklanan yöntemle belirlenmiştir.

Bir ortamda bulunan iki gürültü kaynağının akustik güçlerinin birbirine yakın olması, ortamdaki toplam gürültü seviyesinde artış meydana getirmektedir. En yüksek gürültü seviyesi artışı, ortamdaki iki gürültü kaynağının aynı ses basınç seviyesine sahip olmasıyla gerçekleşmektedir. Aynı ses basınç seviyesine sahip kaynaklar ortamdaki toplam gürültü seviyesinde 3 dB’lik bir artış oluşturmaktadır. Eğer iki gürültü kaynağının ses basınç seviyesi arasındaki fark 10 dB’den fazla ise daha düşük seviyedeki kaynağın gürültü seviyesi neredeyse duyulmayacak hale gelir ve toplam gürültü seviyesine katkısı ihmal edilir. Toplam gürültü seviyesi hesaplanmasında, iki kaynak arasındaki ses basınç seviyeleri farkına göre yüksek olan kaynağa eklenecek dB değerleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir (Hansen, 2001).

Tablo 3.1. İki kaynak arasındaki ses basınç seviyesi farkı ve bu farka göre yüksek olan seviyeye eklenmesi gereken dB miktarı

İki ses basınç seviyesi arasındaki fark (dB)	Toplam ses basınç seviyesini elde etmek için daha yüksek olan seviyeye eklenmesi gereken miktar (dB)
0	3
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4

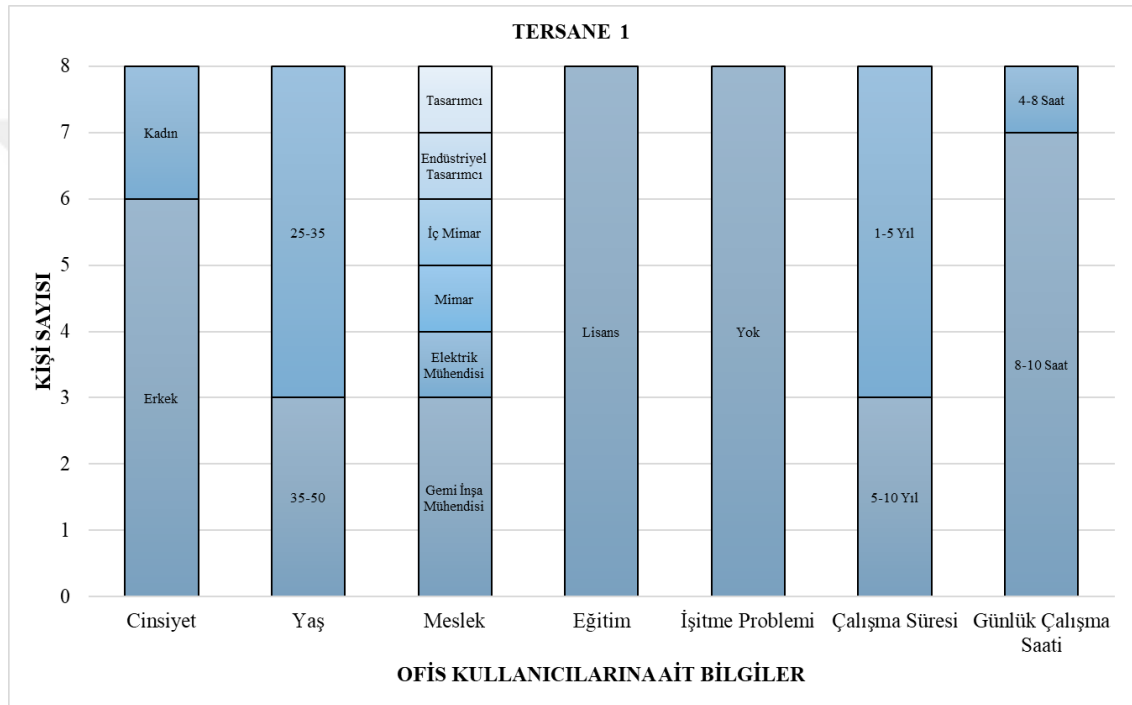
Kaynak: Hansen, C. H. (2001). Fundamentals of acoustics. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, *Prevention and Control*. World Health Organization, 1(3), 23-52.

4. TERSANE YAPILARINDAKİ AÇIK PLANLI OFİSLERİN ANKET ÖLÇÜM VE SİMÜLASYON SONUÇLARI

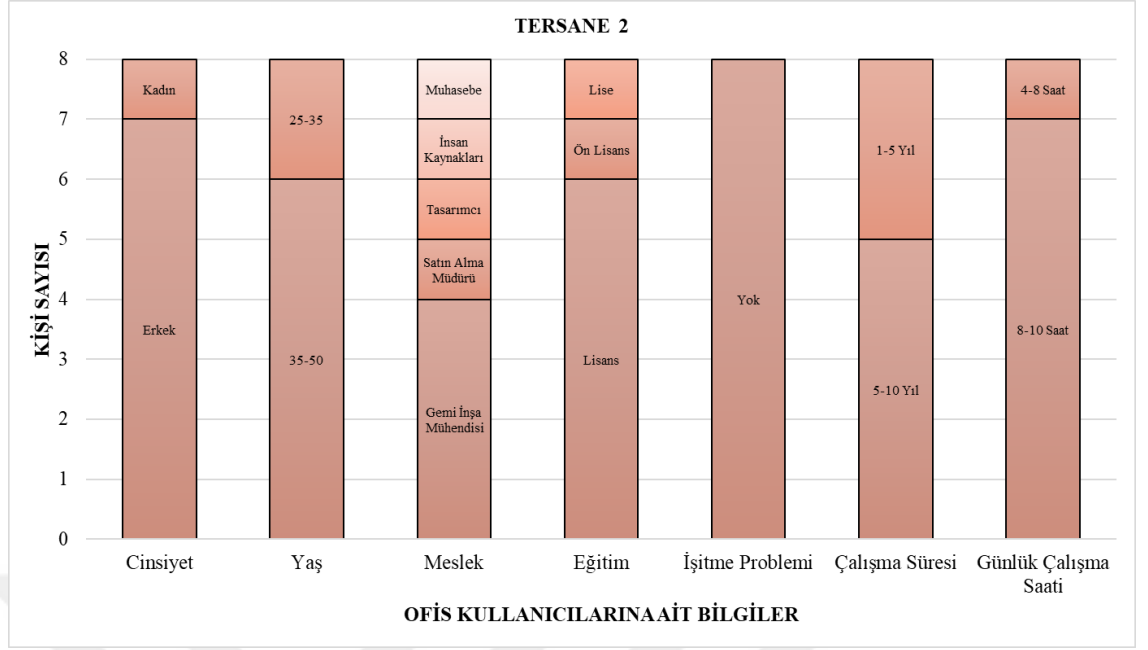
4.1. Anket Sonuçları

4 farklı bölümden ve 27 sorudan oluşan anket çalışması, 5 farklı tersanede bulunan toplam 31 çalışana uygulanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

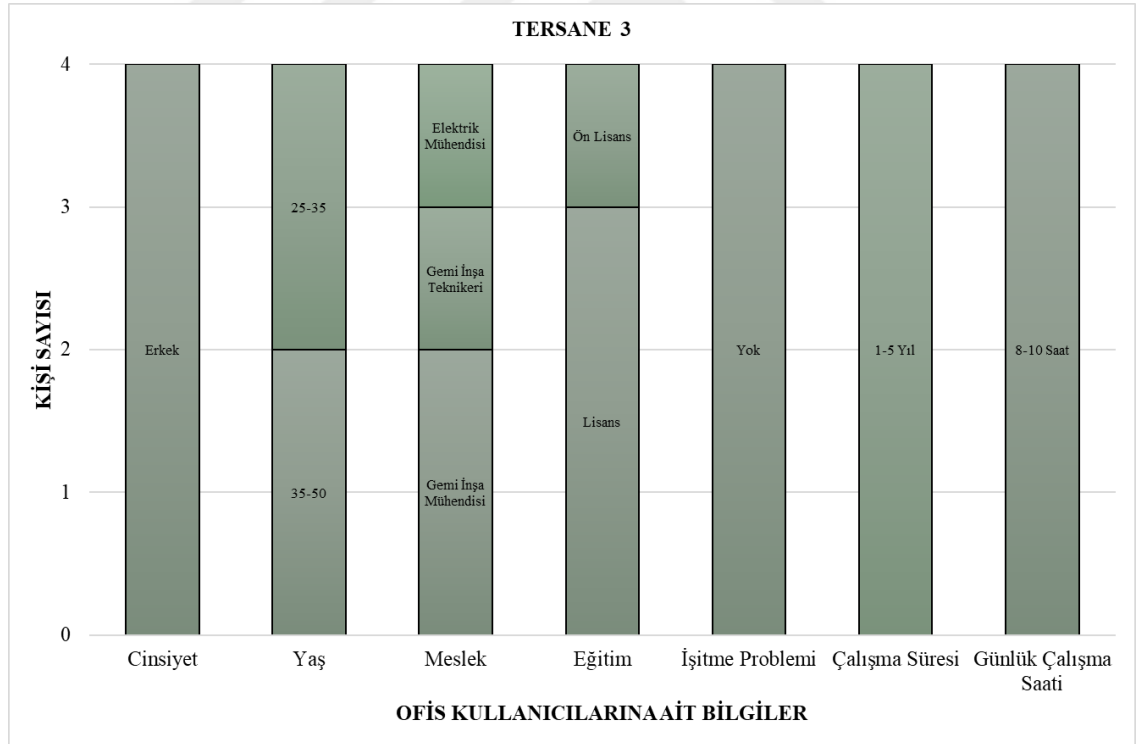
Anket çalışmasının ilk bölümü, ofis kullanıcılarına ait bilgilerin elde edilmesine yönelik sorulardan oluşmaktadır ve bu bölümün sonuçları TRS 1 için Şekil 4.1, TRS 2 için Şekil 4.2, TRS 3 için Şekil 4.3, TRS 4 için Şekil 4.4 ve Tersane 5 için Şekil 4.5'te yer almaktadır.



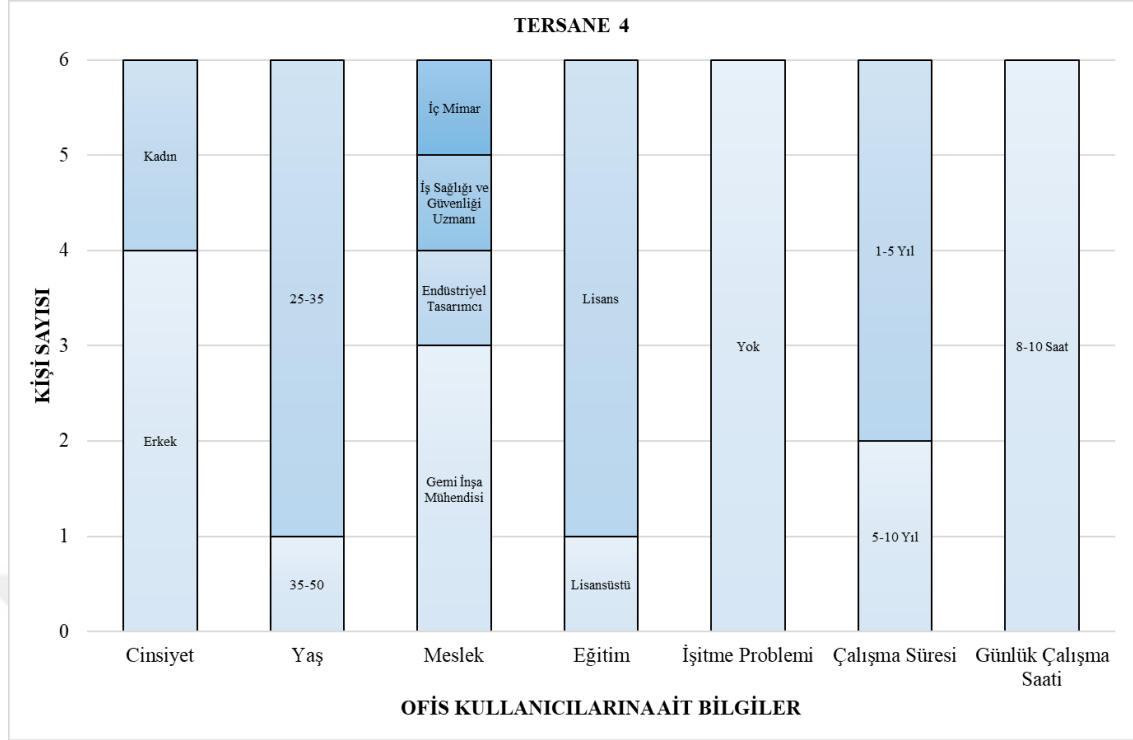
Şekil 4.1. TRS 1 ofis kullanıcılarına ait bilgiler



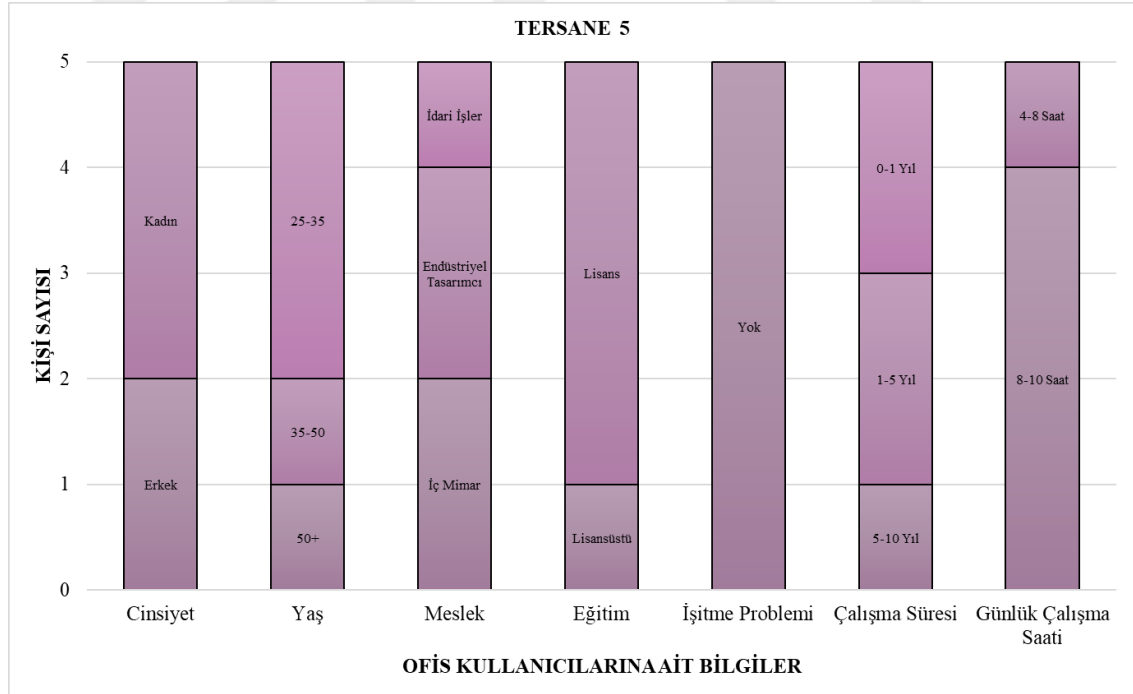
Şekil 4.2. TRS 2 ofis kullanıcılarına ait bilgiler



Şekil 4.3. TRS 3 ofis kullanıcılarına ait bilgiler



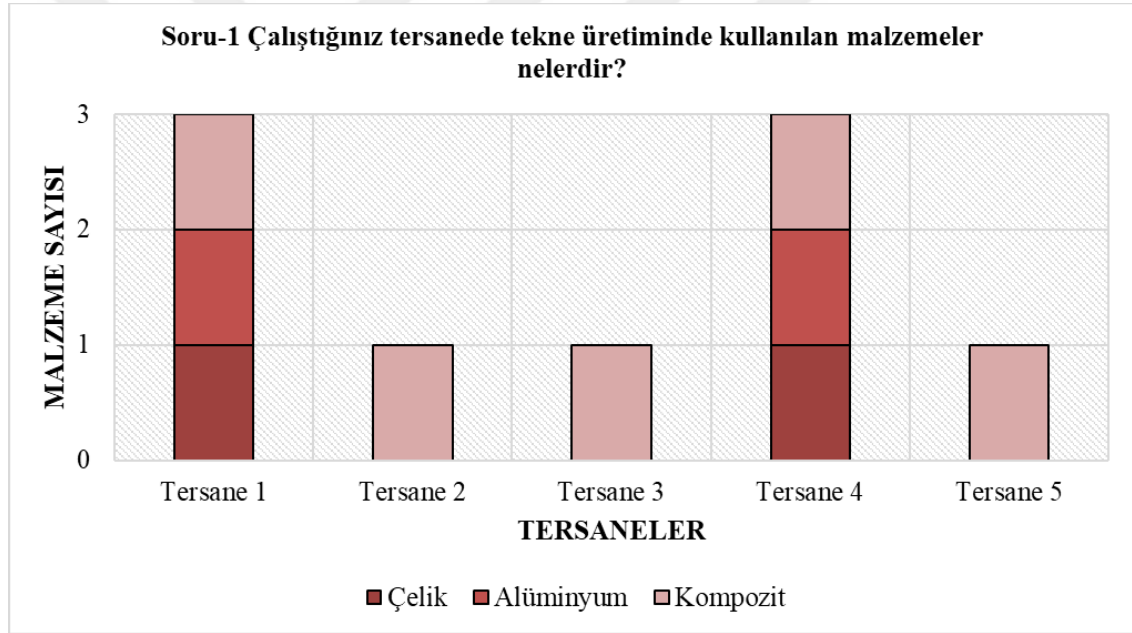
Şekil 4.4. TRS 4 ofis kullanıcılarına ait bilgiler



Şekil 4.5. TRS 5 ofis kullanıcılarına ait bilgiler

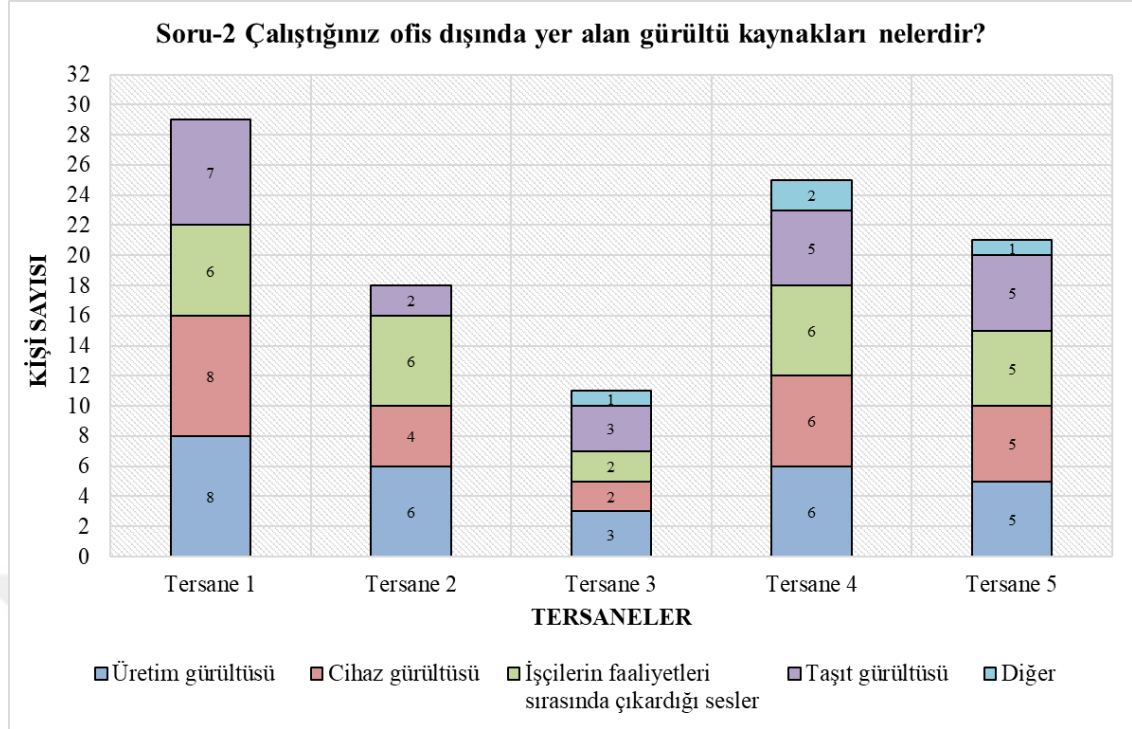
Ofis kullanıcılarına ait bilgiler bölümünden elde edilen sonuçlara göre; 5 tersanedeki toplam 31 ofis çalışanının yaklaşık %75'i erkek, %25'i kadındır. Ofis kullanıcılarının yaklaşık %55'i 25-35 yaş aralığında, %42'si 35-50 yaş aralığında ve %3'ü 50 ve üzeri yaşta bulunmaktadır. Birçok farklı meslek gruplarının bir arada bulunduğu tersanelerde, çalışanların yaklaşık %40'ı gemi inşa mühendislerinden oluşmaktadır. Gemi inşa mühendislerini %36'lık oranla mimar, iç mimar ve endüstriyel tasarımcılar takip etmektedir. Geriye kalan %24'lük dilimde ise, elektrik mühendisi, satın alma müdürü, muhasebeci, idari işler personeli, insan kaynakları personeli ve gemi inşa teknikeri gibi meslek grupları yer almaktadır. Çalışanların büyük bir çoğunluğu, yaklaşık %85'i lisans mezunu olup, %15'lik dilimde lisansüstü, ön lisans ve lise mezunları yer almaktadır. Ayrıca ofis kullanıcılarının tamamında herhangi bir işitme problemi bulunmamaktadır. Çalışanların yaklaşık %60'ı 1-5 yıldır, %35'i 5-10 yıldır ve %5'i 0-1 yıldır bulundukları tersanede çalışmaktadır. Anket katılımcılarının %90'ının günlük çalışma saati 8-10 saat aralığındayken, %10'luk kısmı 4-8 saat arasında çalışmaktadır.

Anket çalışmasının ikinci bölümünde çalışanlar tarafından ofis dışı kaynaklı gürültü rahatsızlık değerlendirmesi yapılmıştır.



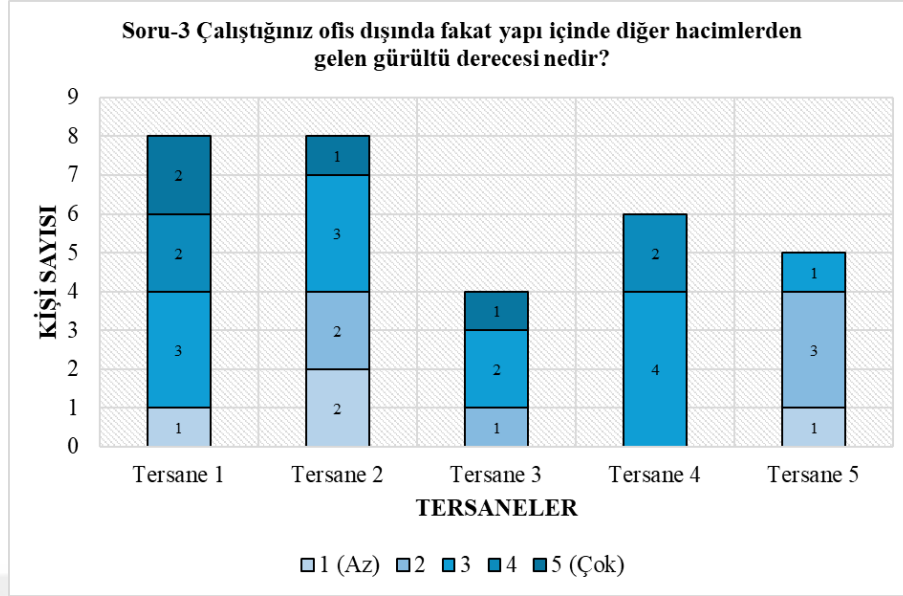
Şekil 4.6. Tersanelerde tekne üretiminde kullanılan malzemeler

Tersanelerdeki tekne üretiminde kullanılan malzemeler incelendiğinde, Şekil 4.6'da görüldüğü üzere; TRS 1 ve TRS 4'te çelik, alüminyum ve kompozit malzemenin her üçü de kullanılırken, TRS 2, TRS 3 ve TRS 5'te sadece kompozit malzeme kullanılmaktadır. Çelik ve alüminyum kullanılan tersanelerde, üretim gürültü düzeyi daha yüksek olacağı düşünüldüğünden, değerlendirme aşamasında malzeme bilgisi de göz önünde bulundurulmuştur.



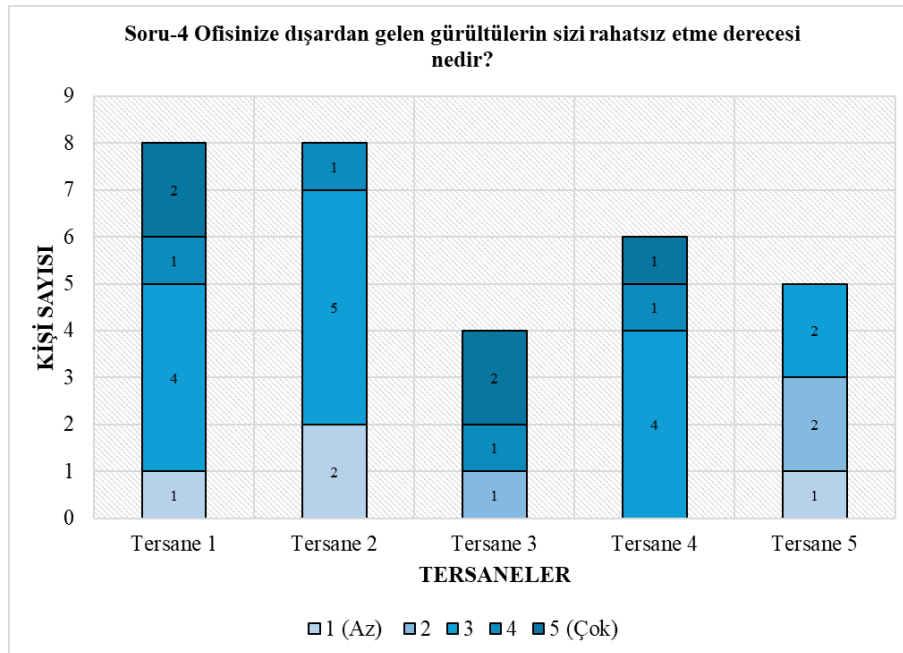
Şekil 4.7. Tersanelere göre ofis dışında yer alan gürültü kaynakları

Çalışanlara ofis dışında yer alan gürültü kaynakları sorulduğunda Şekil 4.7’de yer alan veriler elde edilmiştir. TRS 1 çalışanlarının tamamı, TRS 2 çalışanlarının %75’i, TRS 3 çalışanlarının %75’i, TRS 4 çalışanlarının tamamı ve TRS 5 çalışanlarının tamamı üretim gürültüsünü ofis dışında yer alan gürültü kaynağı olarak belirtmiştir. Ayrıca Şekil 4.7’ye göre; TRS 1 çalışanlarının tamamı cihaz gürültüsünü, TRS 4 çalışanlarının tamamı cihaz gürültüsü ve işçilerin faaliyetleri sırasında çıkardığı sesleri, TRS 5 çalışanlarının tamamı cihaz gürültüsü, işçilerin faaliyetleri sırasında çıkardığı sesleri ve taşıt gürültüsünü ofis dışı gürültü kaynağı olarak belirtmiştir.



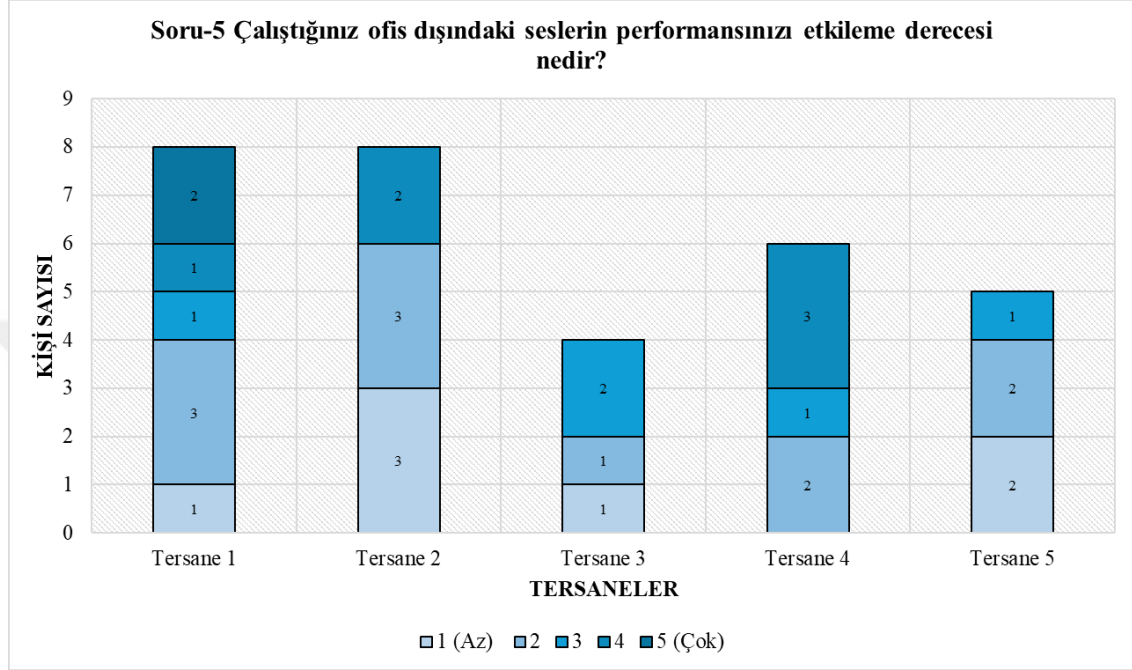
Şekil 4.8. Tersanelere göre yapı içinde diğer hacimlerden gelen gürültü derecesi

Ofis kullanıcıları tarafından, ofis dışında fakat yapı içerisinde diğer hacimlerden gelen gürültü derecesinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Şekil 4.8’de yer alan değerlendirmelere göre; TRS 1 çalışanlarının %25’inin, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %13’ünün ve TRS 3 çalışanlarının %25’inin diğer hacimlerden gelen gürültü derecesinin çok olduğunu belirttikleri görülmektedir. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %13’ünün, TRS 2 çalışanlarının %25’inin ve TRS 5 çalışanlarının %20’sinin ise gelen gürültü derecesini az olarak belirttikleri söylenebilir.



Şekil 4.9. Tersanelere göre yapıdaki diğer hacimlerdeki gürültünün rahatsız etme derecesi

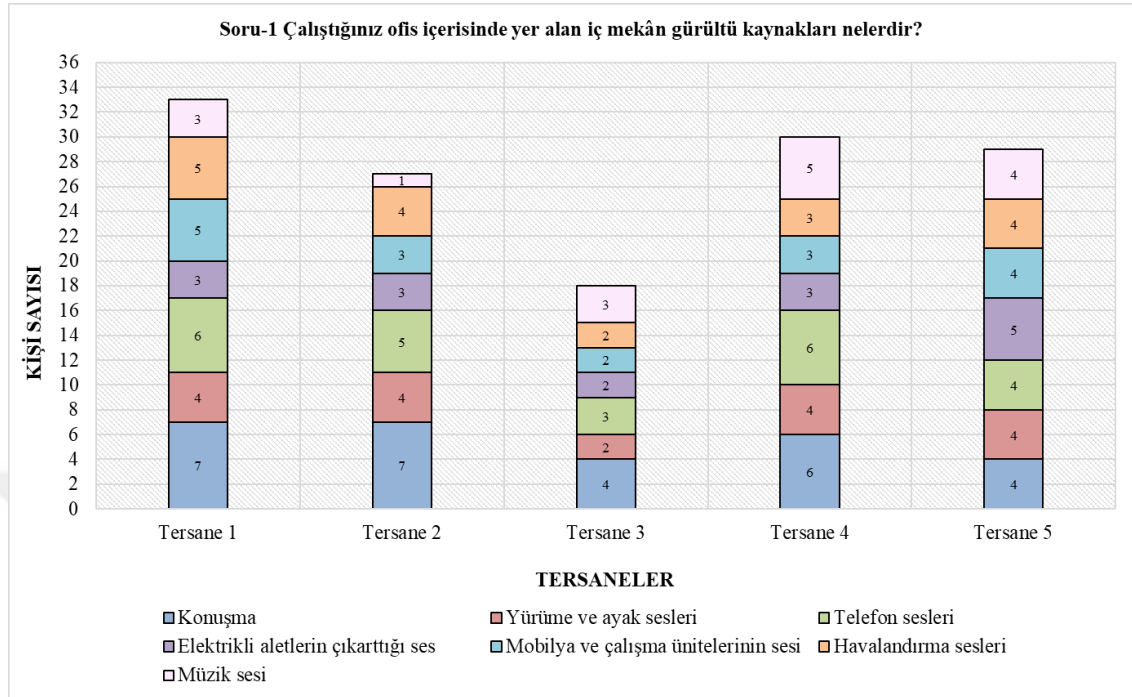
Ofis ortamında dışardan gelen gürültülerin rahatsız etme derecesi değerlendirildiğinde Şekil 4.9'daki sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre; dışardan gelen gürültüler, TRS 1'deki çalışanların %25'ini, TRS 3'teki çalışanların %50'sini ve TRS 4'teki çalışanların yaklaşık %17'sini çok rahatsız ettiği söylenebilir. TRS 1'deki çalışanların yaklaşık %13'ünün, TRS 2 'de çalışanların %25'inin ve TRS 5'te çalışanların %20'sinin ise az rahatsız oldukları sonucuna varılabilir.



Şekil 4.10. Tersanelere göre ofis dışındaki seslerin çalışanların performanslarını etkileme derecesi

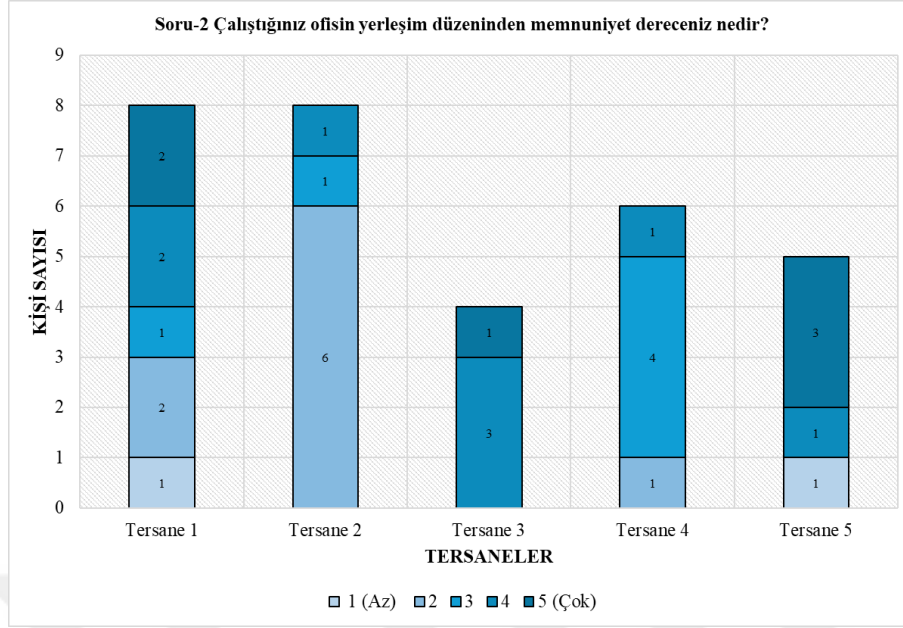
Bu bölümdeki 5. soruda çalışanlar tarafından ofis dışındaki seslerin performanslarını etkileme derecesi değerlendirilmiştir ve Şekil 4.10'daki sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar; ofis dışındaki gürültülerin TRS 1 çalışanlarının %25'inin çalışma performansını çok etkilendiğini göstermektedir. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %13'ünün, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık 38'inin, TRS 3 çalışanlarının %25'inin ve TRS 5 çalışanlarının %40'ının ise çalışma performanslarının az etkilendiği söylenebilir.

Anket çalışmasının 3. bölümünde çalışanlar tarafından ofis içi kaynaklı gürültü rahatsızlık değerlendirmesi yapılmıştır.



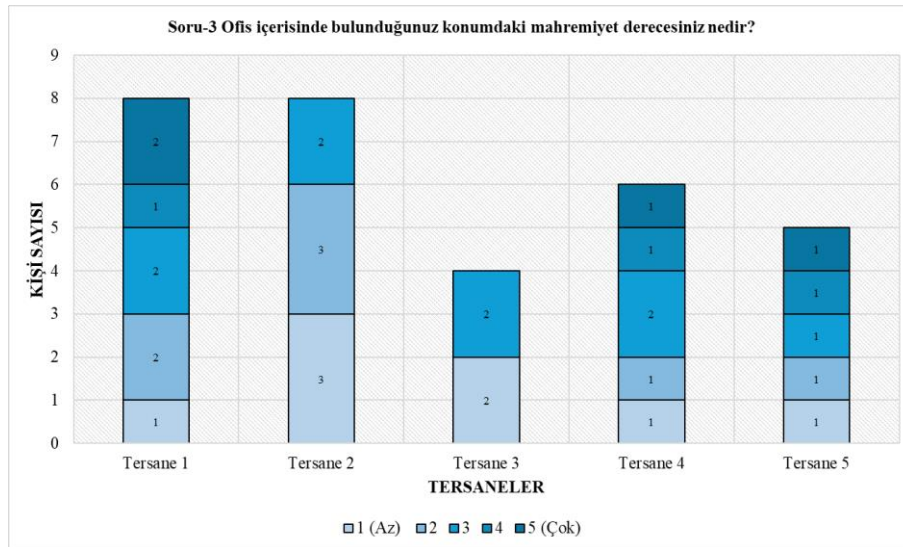
Şekil 4.11. Tersanelere göre ofis iç mekân gürültü kaynakları

Katılımcılara ofis iç mekân gürültü kaynakları sorulmuştur ve Şekil 4.11’de görüldüğü üzere; TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %88’i, TRS 2 çalışanlarının %88’i, TRS 3 çalışanlarının tamamı, TRS 4 çalışanlarının tamamı ve TRS 5 çalışanlarının %75’i konuşmanın ofis iç mekân gürültü kaynağı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca TRS 4 çalışanlarının tamamı telefon seslerini, TRS 5 çalışanlarının tamamı ise elektrikli aletlerin çıkarttığı sesleri gürültü kaynağı olarak belirtmiştir.



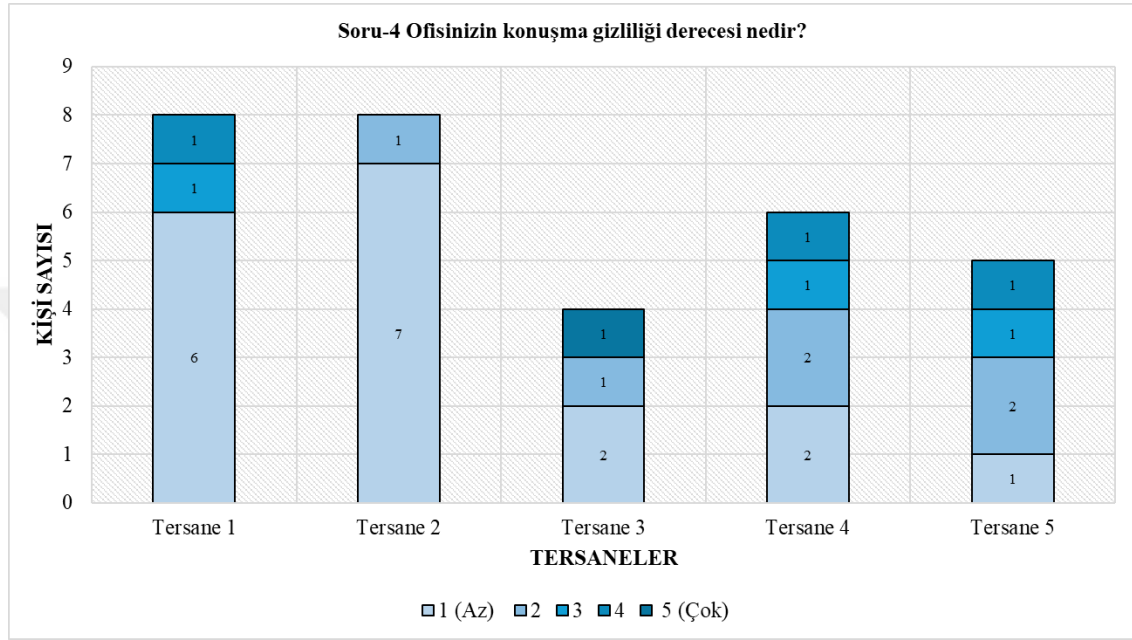
Şekil 4.12. Tersanelere göre ofis çalışanlarının yerleşim düzeninden memnuniyet derecesi

Çalışanlar tarafından ofislerindeki yerleşim düzeni değerlendirildiğinde, Şekil 4.12'deki sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre; TRS 1 çalışanlarının %25'i, TRS 3 çalışanlarının %25'i ve TRS 5 çalışanlarının %40'ı ofislerindeki yerleşim düzeninden çok memnun olduklarını belirtmişlerdir. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %13'ü ve TRS 5 çalışanlarının %20'si ise yerleşim düzeninden memnun olmadıklarını belirtmişlerdir.



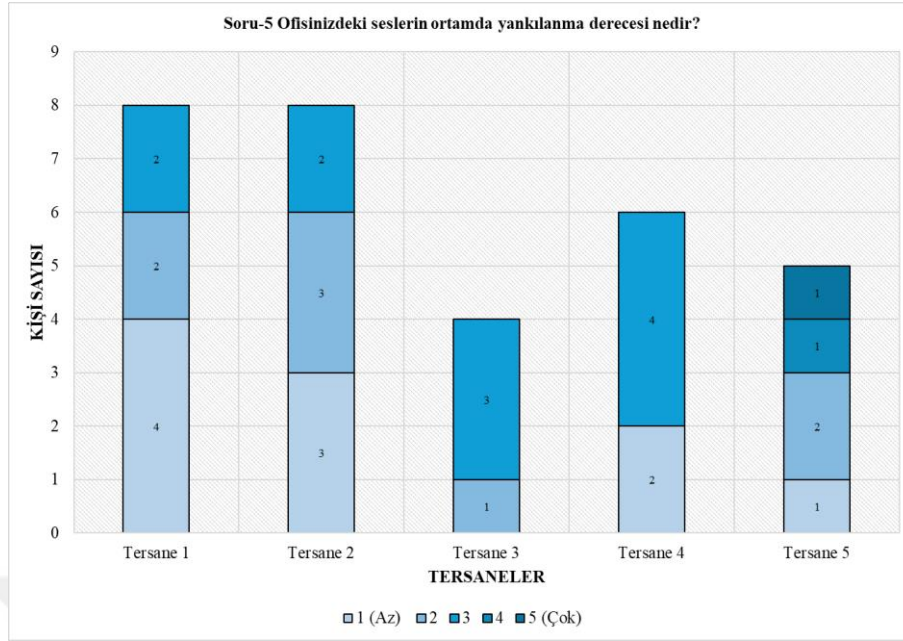
Şekil 4.13. Tersanelere göre ofis çalışanlarının konumlarındaki mahremiyet derecesi

Ofis çalışanlarına bulundukları konumdaki mahremiyet derecesi sorulmuştur. Şekil 4.13'teki verilere göre TRS 1 çalışanlarının %25'inin, TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %16'sının ve TRS 5 çalışanlarının %20'sinin bulundukları konumdaki mahremiyetinin çok olduğu görülmektedir. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %13'ünün, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %38'inin, TRS 3 çalışanlarının %50'sinin, TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %17'sinin ve TRS 5 çalışanlarının %20'sinin ise mahremiyetinin az olduğu sonucuna varılabilir.



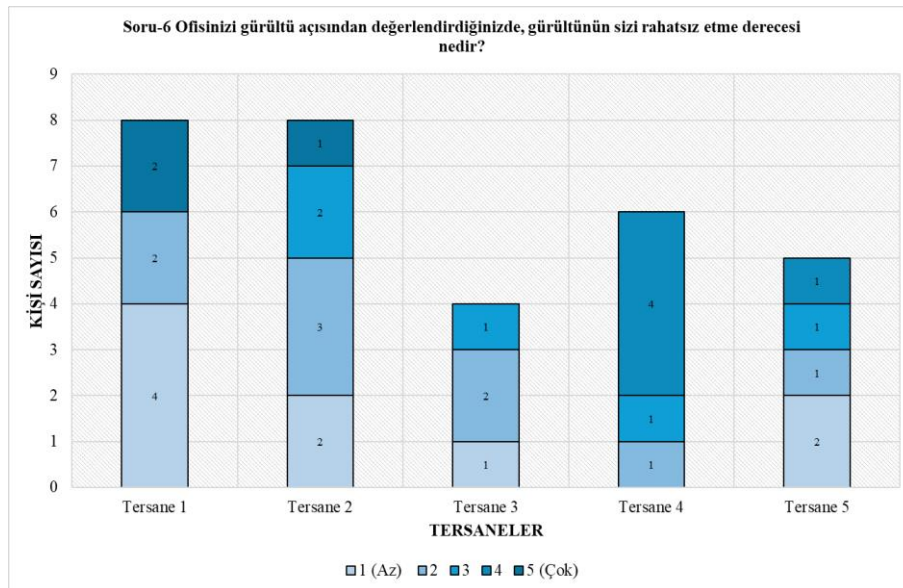
Şekil 4.14. Tersanelere göre ofislerin konuşma gizliliği derecesi

Tersanelerdeki ofislerin konuşma gizliliği incelendiğinde, Şekil 4.14'te görüldüğü üzere TRS 3 çalışanlarının %25'inin konuşma gizliliği derecesini yüksek olarak belirttiği söylenebilir. TRS 1 çalışanlarının %75'inin, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %88'inin, TRS 3 çalışanlarının %50'sinin, TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %33'ünün ve TRS 5 çalışanlarının %20'sinin ise konuşma gizliliğini az olarak değerlendirdiği görülmektedir.



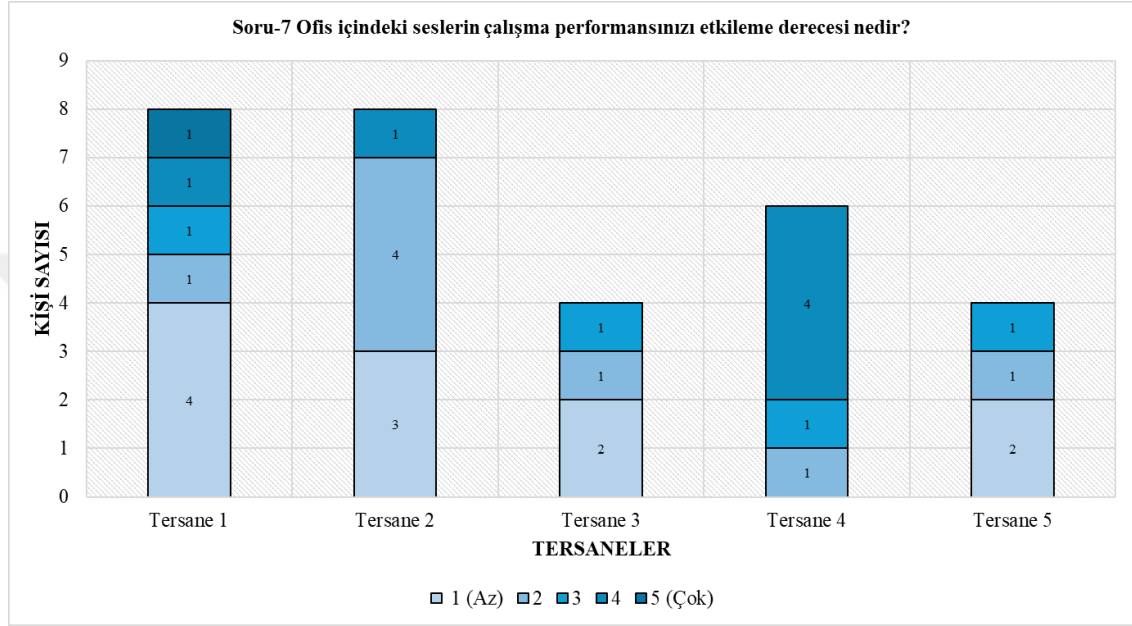
Şekil 4.15. Tersanelere göre ofislerdeki seslerin yankılanma derecesi

Ofis çalışanları tarafından ofisteki seslerin ortamda yankılanması değerlendirilmiş ve Şekil 4.15'teki sonuç elde edilmiştir. TRS 5 çalışanlarının %20'si ofisteki seslerin yankılanma derecesini çok olarak değerlendirmiştir. TRS 1 çalışanlarının %50'si, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %38'i, TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %34'ü ve TRS 5 çalışanlarının %20'si ise yankılanma derecesini az olarak belirtmiştir.



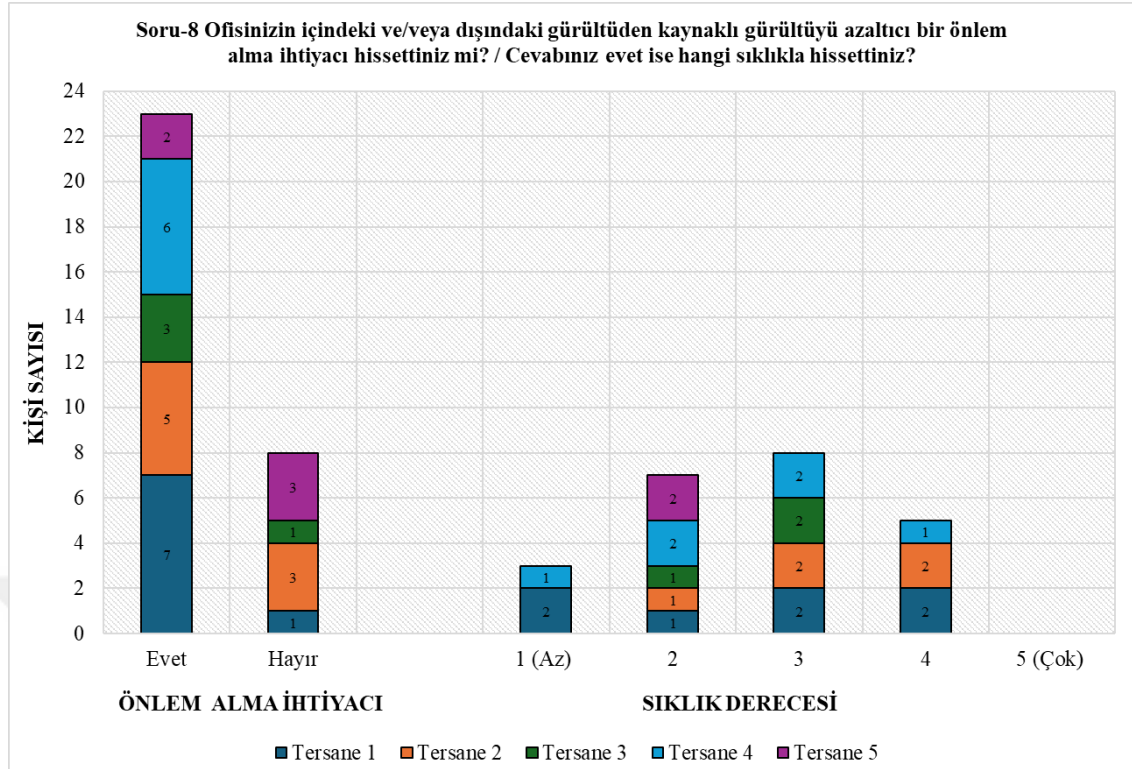
Şekil 4.16. Tersanelere göre ofislerdeki gürültünün çalışanları rahatsız etme derecesi

Ofis kullanıcılarından, ofis gürültüsünün kendilerini rahatsız etme derecesini belirlemeleri istenmiştir. Şekil 4.16'da TRS 1 çalışanlarının %25'inin ve TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %13'ünün ofisteki gürültüden çok rahatsız oldukları görülmektedir. TRS 1 çalışanlarının %50'sinin, TRS 2 çalışanlarının %25'inin, TRS 3 çalışanlarının %25'inin ve TRS 5 çalışanlarının %40'ının ise ofisteki gürültüden rahatsızlıklarının az olduğu söylenebilir.



Şekil 4.17. Tersanelere göre ofislerdeki gürültünün çalışanların performansını etkileme derecesi

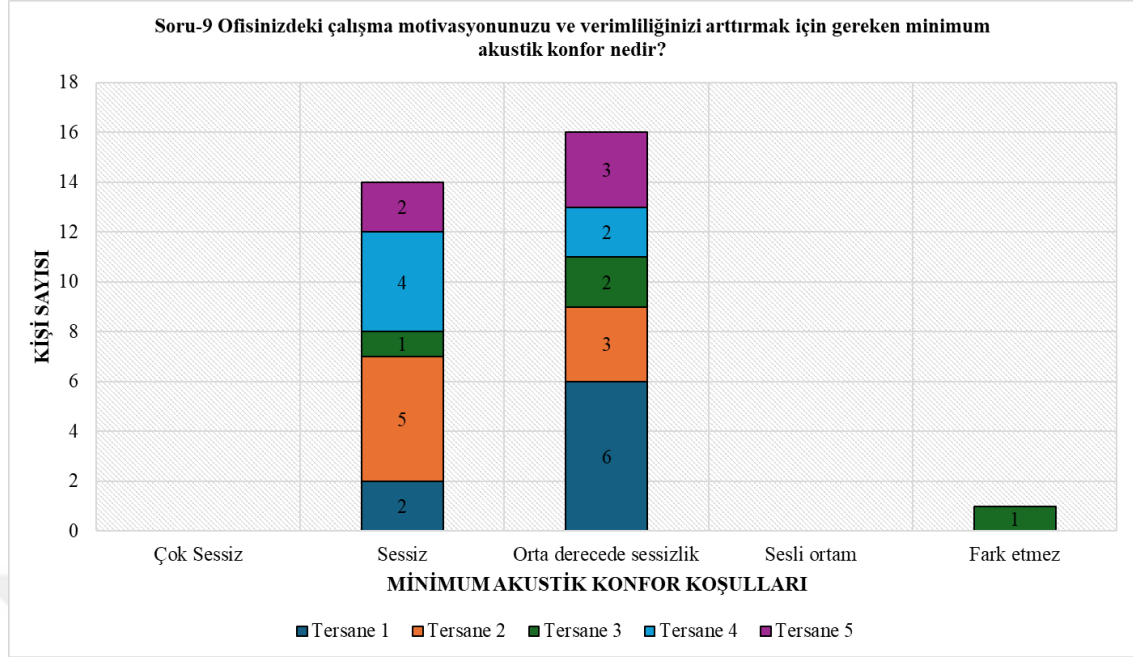
Ofis içindeki seslerin çalışma performansına etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.17'de yer almaktadır. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %13'ünde seslerin çalışma performansları üzerindeki etkisinin çok olduğu söylenebilir. TRS 1 çalışanlarının %50'sinde, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %38'inde, TRS 3 çalışanlarının %50'sinde ve TRS 5 çalışanlarının %50'sinde ise seslerin çalışma performansları üzerindeki etkisinin az olduğu görülmektedir.



Şekil 4.18. Tersanelere göre ofis içi veya dışı gürültüye karşı önlem alma ihtiyacı ve sıklık derecesi

Katılımcılara ofis içi veya dışındaki gürültüye karşı önlem alma ihtiyacı hissedip hissetmediği sorulmuştur. Şekil 4.18’de görüldüğü üzere; TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %88’i, TRS 2 çalışanlarının %63’ü, TRS 3 çalışanlarının %75’i, TRS 4 çalışanlarının tamamı ve TRS 5 çalışanlarının %40’ı gürültüyü azaltıcı önlem alma ihtiyacı hissetmiştir.

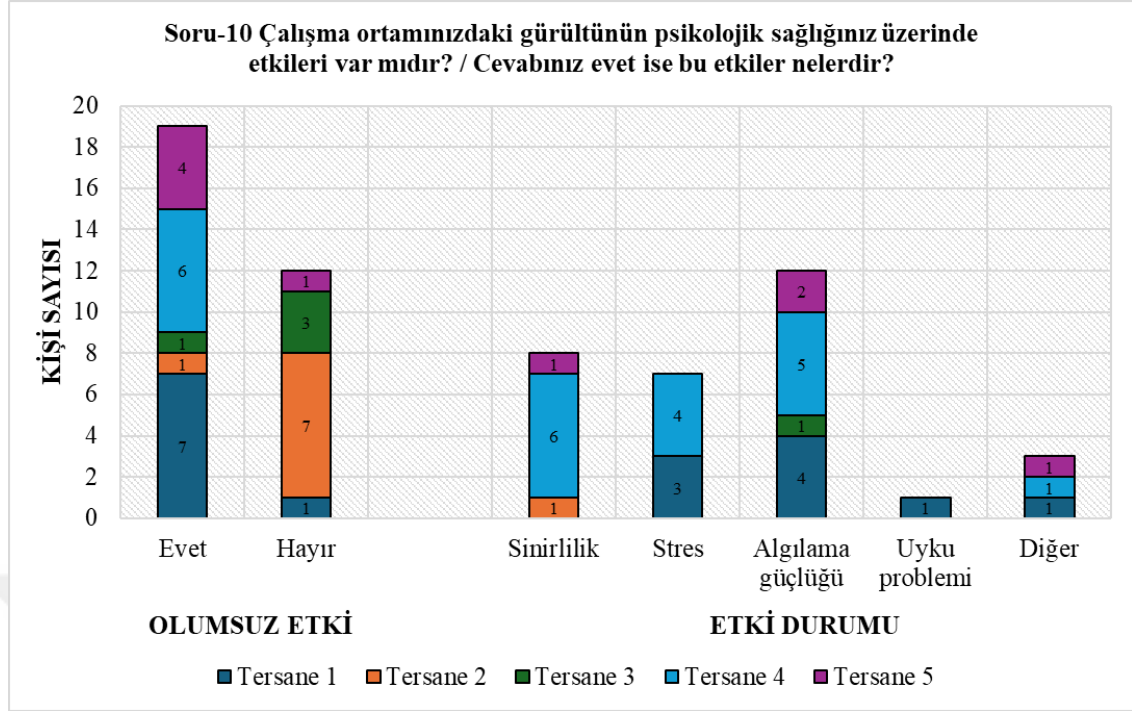
Şekil 4.18’deki çalışanların önlem alma sıklık derecesi incelendiğinde, önlem alma sıklığını çok olarak belirten çalışan bulunmamaktadır. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %29’unun ve TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %17’sinin ise önlem alma sıklığını az olarak belirttiği görülmüştür.



Şekil 4.19. Tersanelerdeki ofis çalışanlarının motivasyon ve verimliliğini arttırmak için gereken minimum akustik konfor koşulları

Ofis çalışanlarının çalışma motivasyonunu ve verimliliğini arttırmak için gereken minimum akustik konfor değerlendirildiğinde, Şekil 4.19'daki veriler elde edilmiştir. Verilere göre;

- TRS 1 çalışanlarının %25'inin sessiz ortamda %75'inin orta derecedeki sessiz ortamda,
- TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %63'ünün sessiz ortamda, yaklaşık %37'sinin orta derecedeki sessiz ortamda,
- TRS 3 çalışanlarının %25'inin sessiz ortamda, %50'sinin orta derecedeki sessiz ortamda,
- TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %67'sinin sessiz ortamda, yaklaşık %37'sinin orta derecedeki sessiz ortamda,
- TRS 5 çalışanlarının %40'ının sessiz ortamda, %60'ının ise orta derecedeki sessiz ortamda çalışma motivasyonu ve verimliliğinin artabileceği söylenebilir.
- Tüm tersaneler bir arada değerlendirildiğinde ise gereken minimum akustik konfor koşulunun orta derece sessizlik olduğu görülmektedir.

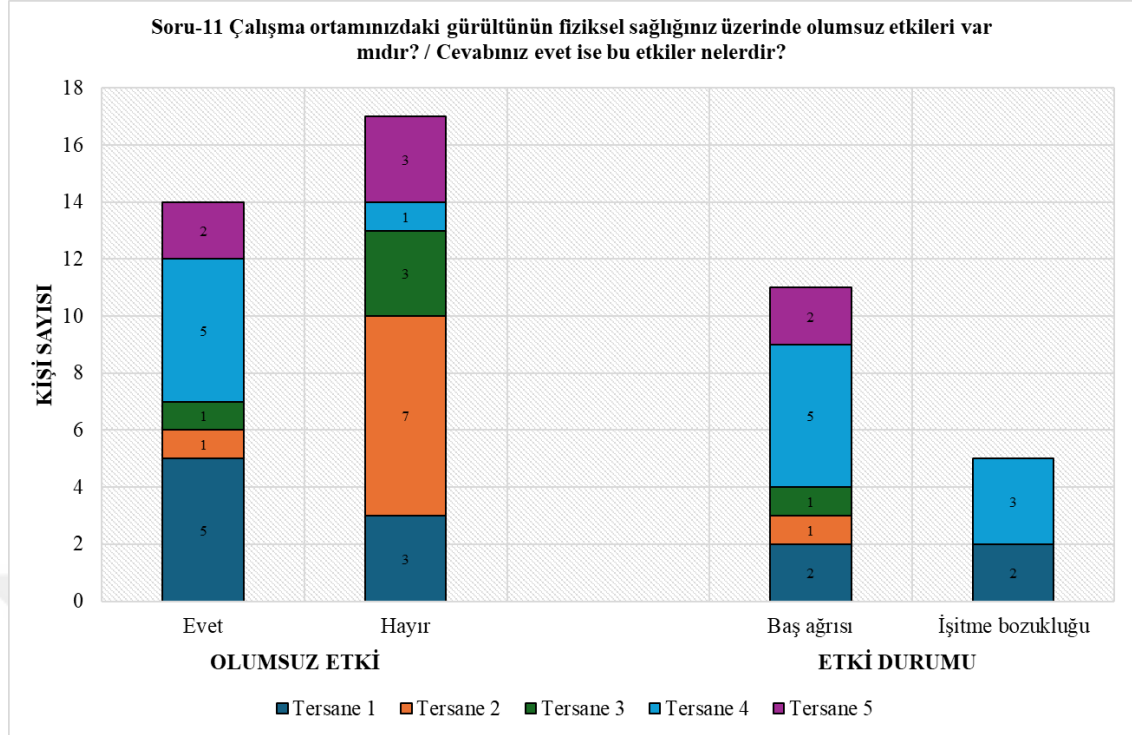


Şekil 4.20. Tersanelere göre gürültünün psikolojik sağlık üzerindeki etki durumu

Katılımcılara çalışma ortamındaki gürültünün psikolojik sağlıkları üzerinde etkisi olup olmadığı sorulmuştur ve Şekil 4.20'deki sonuçlar elde edilmiştir. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %88'i, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %13'ü, TRS 3 çalışanlarının %25'i, TRS 4 çalışanlarının tamamı ve TRS 5 çalışanlarının %80'i gürültünün psikolojik sağlıkları üzerinde etkisinin olduğunu belirtmiştir.

Şekil 4.20'de evet diyen çalışanların psikolojik sağlığı üzerindeki etkiler incelendiğinde;

- TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %34'ü stres, yaklaşık %45'i algılama güçlüğü ve yaklaşık %11'i diğer (odaklanma problemi),
- TRS 2 çalışanlarının tamamında sinirlilik,
- TRS 3 çalışanlarının tamamında algılama güçlüğü,
- TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %38'i sinirlilik, yaklaşık %25'i stres, yaklaşık %31 algılama güçlüğü ve yaklaşık %7'si diğer (konsantrasyon kaybı),
- TRS 5 çalışanlarının %25'i sinirlilik, %50'si algılama güçlüğü ve %25'i diğer (odaklanma problemi) etkileri görüldüğü söylenebilir.



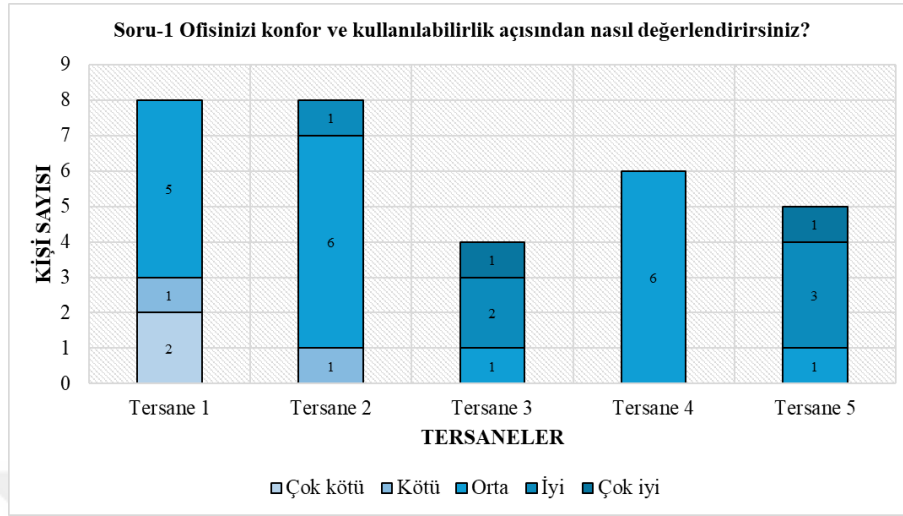
Şekil 4.21. Tersanelere göre gürültünün fiziksel sağlık üzerindeki etki durumu

Gürültünün ofis çalışanları üzerinde fiziksel sağlık etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Şekil 4.21’de; TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %63’ünün, TRS 2 çalışanlarının yaklaşık %13’ünün, TRS 3 çalışanlarının %25’inin, TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %84’ünün ve TRS 5 çalışanlarının %40’ının fiziksel olarak etkilendiği görülmüştür.

Çalışanlar arasında olumsuz etki görenlerin nasıl bir etki gördüğü Şekil 4.21’de yer almaktadır. Buna göre;

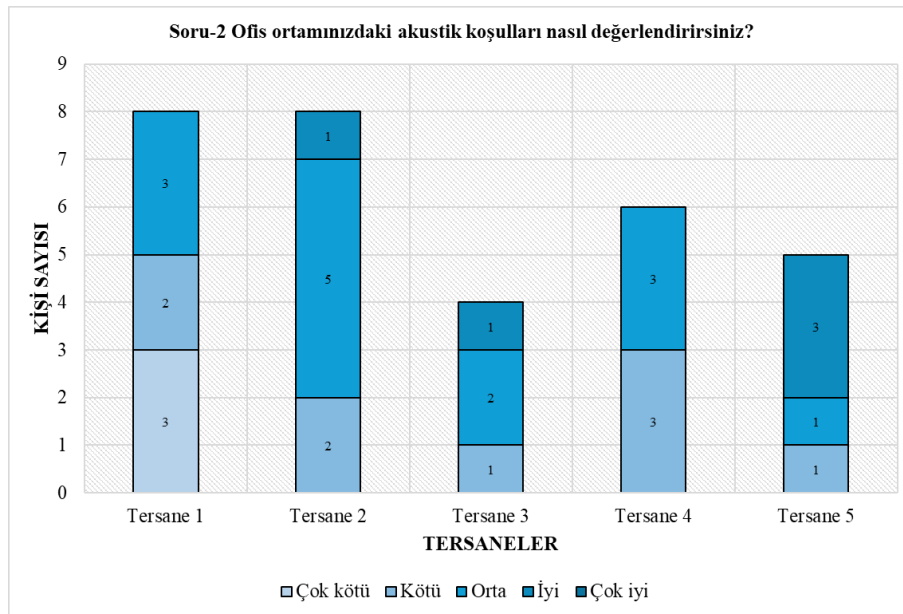
- TRS 1 çalışanlarının %50’si baş ağrısı diğer %50’si ise işitme bozukluğu,
- TRS 2 çalışanlarının tamamında baş ağrısı,
- TRS 3 çalışanlarının tamamında baş ağrısı,
- TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %63’ünde baş ağrısı, yaklaşık %38’inde işitme bozukluğu,
- TRS 5 çalışanlarının tamamında baş ağrısı etkilerinin olduğu belirtilmiştir.

Anket çalışmasının dördüncü ve son bölümünde ofisler için memnuniyet değerlendirmesi yapılmıştır.



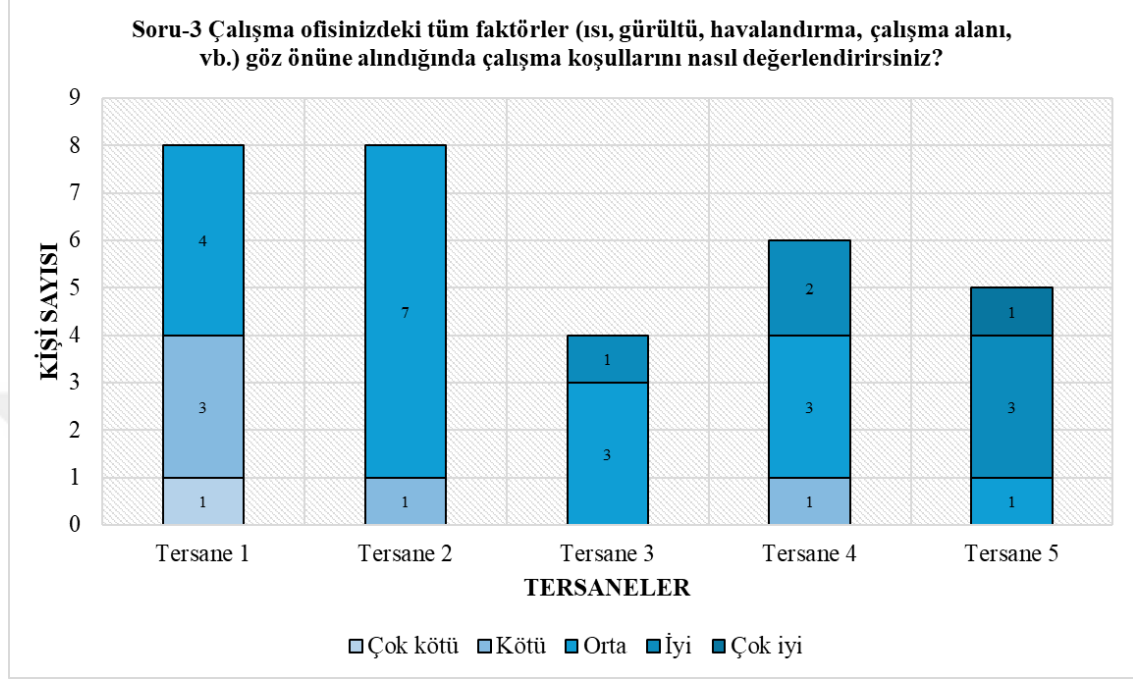
Şekil 4.22. Tersanelere göre ofislerin konfor ve kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi

Çalışanlar tarafından ofislerin konfor ve kullanılabilirlik değerlendirmesi yapıldığında Şekil 4.22'deki veriler elde edilmiştir. TRS 3 çalışanlarının %25'i ve TRS 5 çalışanlarının %20'si ofislerini konfor ve kullanılabilirlik açısından çok iyi olarak değerlendirirken, TRS 1 çalışanlarının %25'i çok kötü olarak değerlendirmiştir.



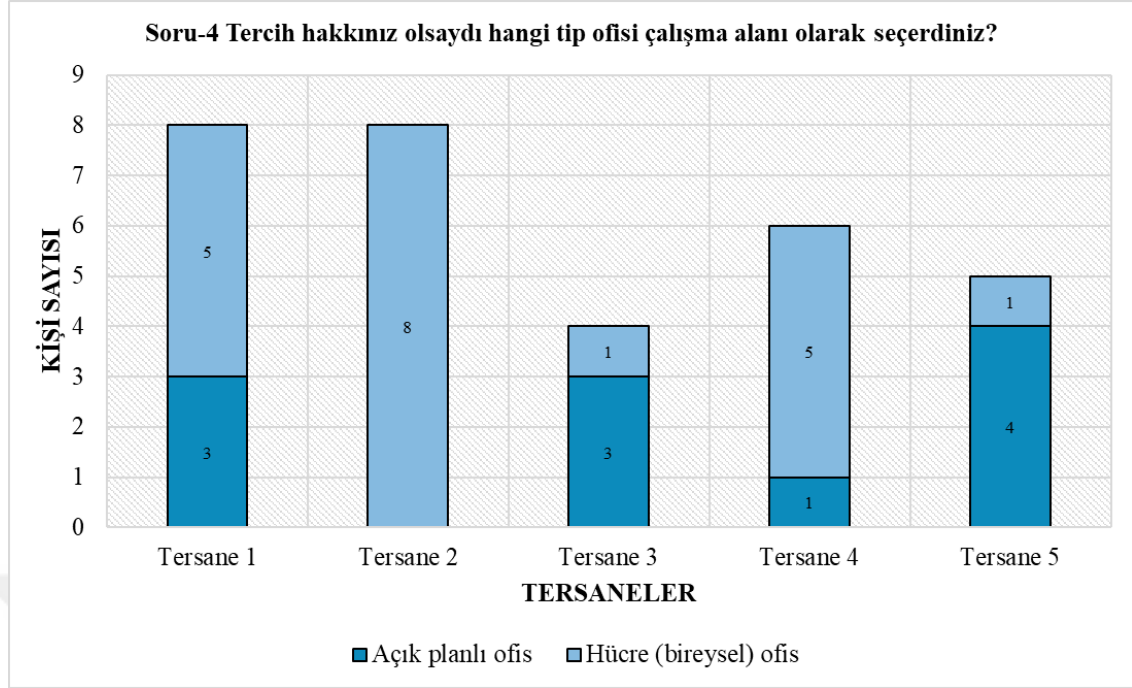
Şekil 4.23. Tersanelere göre ofislerin akustik koşullarının değerlendirilmesi

Ofislerdeki akustik koşullar kullanıcılar tarafından değerlendirildiğinde, Şekil 4.23.’teki sonuçlar ortaya çıkmıştır. TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %38’i ofislerindeki akustik koşulların çok kötü olduğunu belirtmiştir ve çok iyi akustik koşullara sahip ofis bulunmamaktadır.



Şekil 4.24. Tersanelere göre ofislerin çalışma koşullarının değerlendirilmesi

Ofislerdeki ısı, gürültü, havalandırma, çalışma alanı vb. gibi faktörler göz önüne alınarak çalışma koşulları değerlendirilmiştir. Şekil 4.24’e göre; TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %13’ü koşulların çok kötü olduğunu belirtirken, TRS 5 çalışanlarının %20’si ise koşulların çok iyi olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.25. Tersanelere göre çalışanların ofis tipi tercihleri

Anket çalışmasının sonunda ofis çalışanlarının tercih hakkı olması halinde hangi tip ofiste çalışmak istediği sorulmuştur. Şekil 4.25'te yer alan sonuçlara göre;

- TRS 1 çalışanlarının yaklaşık %37'si açık planlı ofis tipini, yaklaşık %63'ü ise hücre ofis tipini,
- TRS 2 çalışanlarının tamamı hücre ofis tipini,
- TRS 3 çalışanlarının %75'i açık planlı ofis tipini, %25'i hücre ofis tipini,
- TRS 4 çalışanlarının yaklaşık %17'si açık planlı ofis tipini, %83'ü hücre ofis tipini,
- TRS 5 çalışanlarının %80'i açık planlı ofis tipini, %20'si ise hücre ofis tipini tercih etmiştir.

4.2. Ölçüm Sonuçları

Tersanelerde ve ofislerde, bölüm 3.2.2. Gürültü Ölçümleri'nde belirtilmiş olan durumlarda ve Şekil 3.32'de yer alan noktalarda, 5'er dakikalık ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde elde edilen minimum ve maksimum değerlerin ortalaması Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te yer almaktadır. Gürültü ölçüm sonuçları, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te açık planlı alanlar için verilmiş olan A performans sınıfı değerinin üstünde olan ofisler, tablolarda kırmızı çerçeve ile belirtilmiştir.

Tablo 4.1. TRS 1, hangarında ve açık planlı ofislerinde alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları

Hangar (Üretim Alanı)	Ofisler		
Ses Seviyesi (dB)	Ölçüm Durumu	Ses Seviyesi (dB)	
		Tasarım Ofisi	Teknik Ofis
95.8	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin devam ettiği, ofiste çalışma faaliyetinin olmadığı durum	57.1	57.5
	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin olmadığı, fakat ofiste çalışma faaliyetinin devam ettiği durum	43.8	45.2
	Tersane içinde üretim ve ofiste çalışma faaliyetlerinin devam ettiği durum	57.6	58.9

Tablo 4.2. TRS 2, hangarında ve açık planlı ofislerinde alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları

Hangar (Üretim Alanı)	Ofisler		
Ses Seviyesi (dB)	Ölçüm Durumu	Ses Seviyesi (dB)	
		Muhasebe Ofisi	Tasarım Ofisi
81.3	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin devam ettiği, ofiste çalışma faaliyetinin olmadığı durum	36.6	34.1
	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin olmadığı, fakat ofiste çalışma faaliyetinin devam ettiği durum	41.3	40.6
	Tersane içinde üretim ve ofiste çalışma faaliyetlerinin devam ettiği durum	43.8	42.5

Tablo 4.3. TRS 3 hangarının ve açık planlı teknik ofisinin alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları

Hangar (Üretim Alanı)	Teknik Ofis	
Ses Seviyesi (dB)	Ölçüm Durumu	Ses Seviyesi (dB)
85.7	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin devam ettiği, ofiste çalışma faaliyetinin olmadığı durum	47.6
	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin olmadığı, fakat ofiste çalışma faaliyetinin devam ettiği durum	42.4
	Tersane içinde üretim ve ofiste çalışma faaliyetlerinin devam ettiği durum	48.9

Tablo 4.4. TRS 4 hangarının ve açık planlı teknik ofisinin alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları

Hangar (Üretim Alanı)	Teknik Ofis	
Ses Seviyesi (dB)	Ölçüm Durumu	Ses Seviyesi (dB)
93.1	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin devam ettiği, ofiste çalışma faaliyetinin olmadığı durum	44.5
	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin olmadığı, fakat ofiste çalışma faaliyetinin devam ettiği durum	43.4
	Tersane içinde üretim ve ofiste çalışma faaliyetlerinin devam ettiği durum	48.3

Tablo 4.5. TRS 5 hangarının ve açık planlı tasarım ofisinin alıcı noktalarında yapılan ölçüm sonuçları

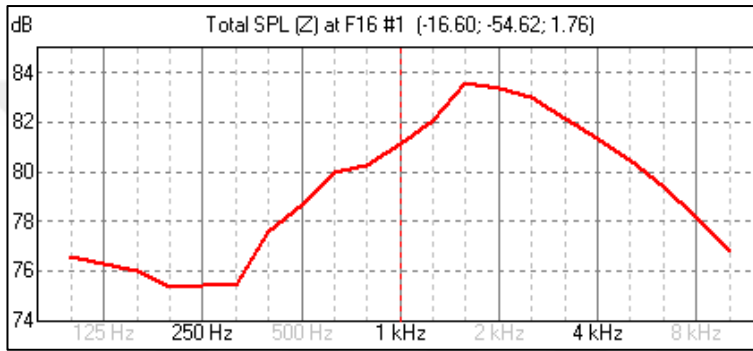
Hangar (Üretim Alanı)	Tasarım Ofisi	
Ses Seviyesi (dB)	Ölçüm Durumu	Ses Seviyesi (dB)
82.7	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin devam ettiği, ofiste çalışma faaliyetinin olmadığı durum	42.8
	Tersane içinde üretim faaliyetlerinin olmadığı, fakat ofiste çalışma faaliyetinin devam ettiği durum	43.6
	Tersane içinde üretim ve ofiste çalışma faaliyetlerinin devam ettiği durum	47.3

4.3. Simülasyon Sonuçları

Açık planlı ofislerin kaynağa en yakın yüzeylerinin ses azaltım indeksinin ve dolayısıyla tersanelerdeki üretim gürültüsünün ofislere geçen miktarı, EASE 5 ve Insul 10 programlarıyla belirlenmiştir. Bu programlarla gerçekleştirilen simülasyon çalışmasının sonuçları aşağıda yer almaktadır.

4.3.1. Tersane 1

TRS 1 yapısında EASE 5 programı aracılığıyla yapılan simülasyon sonucunda açık planlı teknik ve tasarım ofislerinin kaynağa en yakın yüzeylerine ulaşan ortalama ses basınç seviyesi (SPL) Şekil 4.26'da yer alan grafik ve Tablo 4.6'da bulunan sonuç değerleri görüldüğü üzere 81.1 dB'dir.

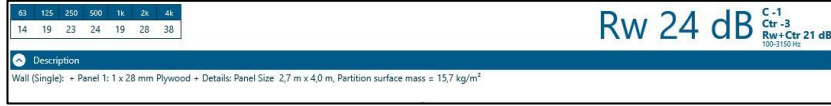


Şekil 4.26. TRS 1, teknik ve tasarım ofislerinin kaynağa en yakın yüzeylerine ulaşan toplam SPL grafiği

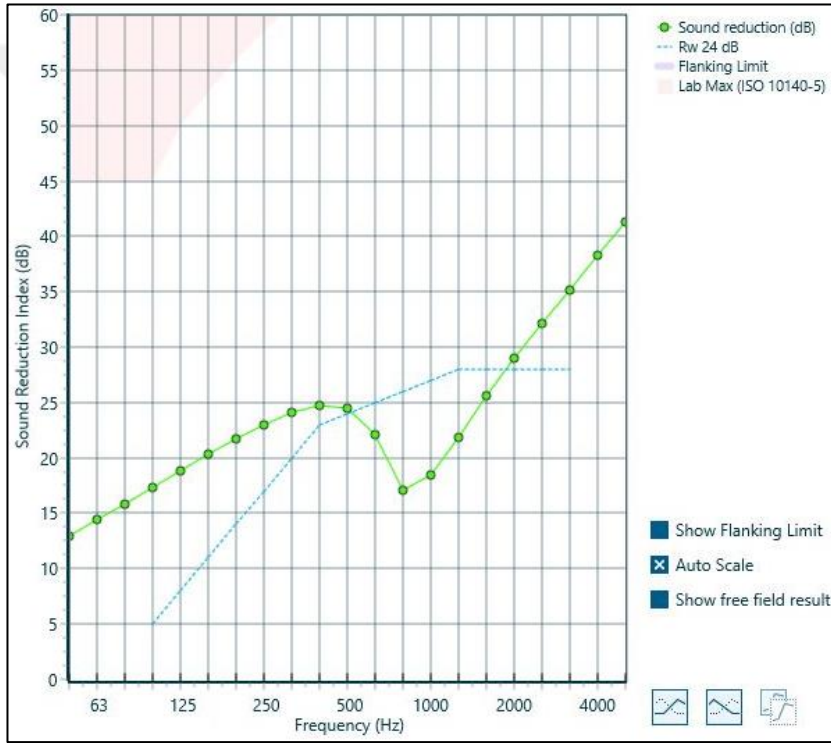
Tablo 4.6. TRS 1, teknik ve tasarım ofislerinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri

Frekans	Toplam SPL
125 Hz	76,30
250 Hz	75,39
500 Hz	78,70
1000 Hz	81,12
2000 Hz	83,34
4000 Hz	81,35
8000 Hz	78,16

Insul 10 programında yapılan simülasyon sonucunda açık planlı ofislerin kaynağa en yakın duvarında yer alan kontrplak panelin ağırlıklı R_w değeri Şekil 4.27’de görüldüğü üzere 24 dB olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.28’de ise malzemenin frekanslara göre R_w grafiği yer almaktadır. Bir diğer yapı malzemesi olan PVC doğramalı çift camlı pencerenin ağırlıklı R_w değerinin ise 34 dB olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 4.29’da cam özellikleri ve R_w değeri Şekil 4.30’da da frekanslara bağlı R_w grafiği yer almaktadır.



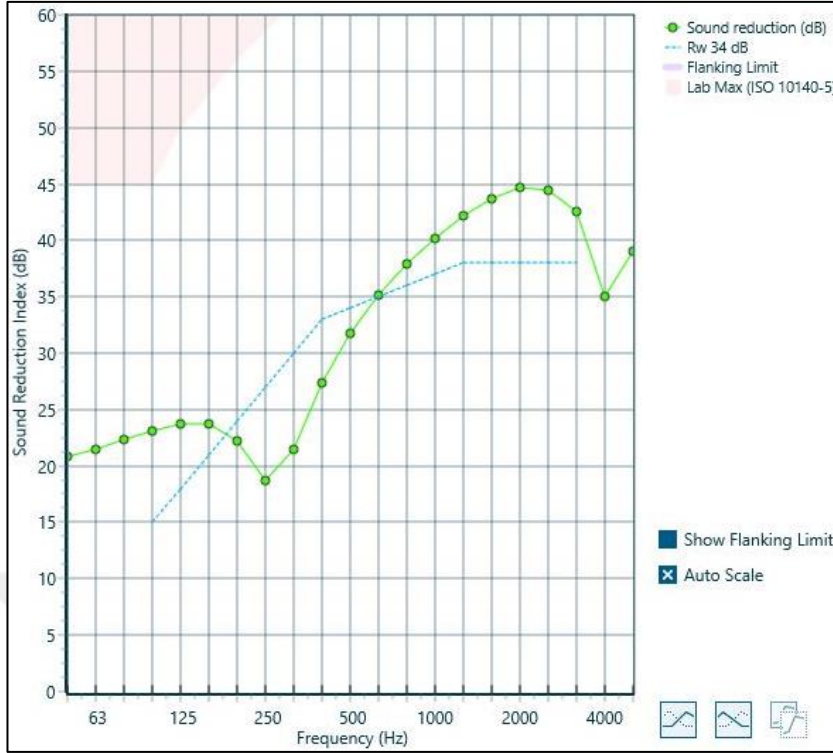
Şekil 4.27. Kontrplak panelin özellikleri ve R_w değeri



Şekil 4.28. Kontrplak panelin frekanslara göre R_w grafiği



Şekil 4.29. PVC doğramalı çift camlı pencerenin özellikleri ve R_w değeri



Şekil 4.30. PVC doğramalı çift camlı pencerenin frekanslara göre Rw grafiği

Insul 10 programı aracılığıyla duvar ve pencerenin Rw değerleri belirlenmiştir. Bu kompozit yapının ortak Rw değeri ise Denklem 3.1 ve Denklem 3.2’de ifade edildiği şekilde Excel programında hesaplanmıştır. Buna göre;

- Açık planlı tasarım ofisinin kaynağa en yakın yüzeyinin opak yüzeyi 15.6 m² ve cam yüzeyi 1.7 m²’dir. Rw değeri ise 24.4 dB olarak hesaplanmıştır.
- Açık planlı teknik ofisin, kaynağa en yakın yüzeyinin opak yüzeyi, tasarım ofisiyle aynı alana sahiptir ve 15.6 m²’dir. Yapının cam yüzeyi ise 1.5 m²’dir. Bu verilere göre hesaplanan Rw değeri 24.3 dB’dir.

Açık planlı ofislerin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan ses basınç seviyesi ve duvarın ortak ses azaltım indeksi değeri belirlendikten sonra, açık planlı ofislere ulaşan ses basınç düzeyi belirlenmiştir. Bu düzey belirlenirken, yüzeye ulaşan ses basınç seviyesinden ortak ses azaltım değeri çıkartılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

- Tasarım ofisin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan SPL değeri 81.1 dB’den, bu yüzeyin ortak Rw değeri 24.4 dB çıkartıldığında tasarım ofisinin içine ulaşan SPL değeri 56.7 dB olarak tespit edilmiştir.
- Teknik ofisin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan SPL değeri 81.1 dB’dir. Bu değerden yüzeyin ortak Rw değeri olan 24.3 dB çıkartıldığında, teknik ofisin içine ulaşan SPL değeri 56.8 dB olarak bulunmuştur.

Açık planlı ofislerin içerisindeki toplam ses basınç seviyelerini belirlemek için ofislerin içerisine ulaşan ses basınç seviyeleri ve tersane üretim gürültüsünün olmadığı durumda ofis içlerinde yapılan ölçüm seviyeleri ele alınmıştır. Tasarım ve teknik ofis verileri Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. TRS 1 açık planlı ofis içlerine ulaşan SPL ve ofislerin içinde yapılan ölçüm değerleri

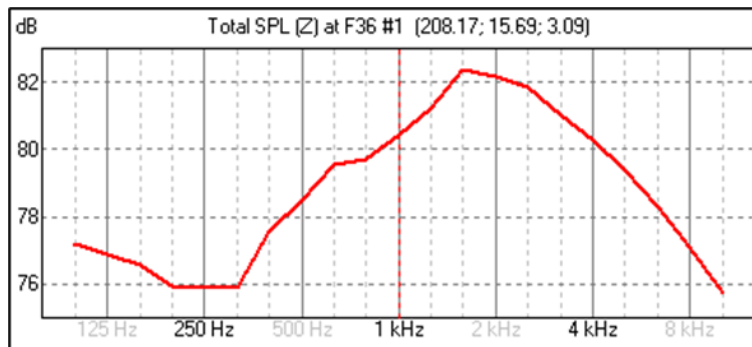
Tersane 1	Ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi (dB)	Tersane üretim faaliyetinin olmadığı durumda ofis içinde yapılan ölçüm (dB)
Tasarım Ofisi	56.7	43.8
Teknik Ofis	56.8	45.2

Tablo 4.7’de de görüldüğü üzere tasarım ve teknik ofislerin içerisine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm seviyesi arasındaki fark her iki ofiste de 10 dB’den büyüktür. Bu durum iç mekândaki toplam gürültü seviyesinin, yüksek seviyedeki kaynağın gürültü seviyesine eşit olmasına neden olur. Buna göre;

- Açık planlı tasarım ofisinin iç mekân gürültüsü 56.7 dB,
- Açık planlı teknik ofisin iç mekân gürültüsü ise 56.8 dB olarak değerlendirmeye alınmıştır.

4.3.2. Tersane 2

Simülasyon çalışması sonucunda, TRS 2 yapısı içerisinde yer alan muhasebe ve tasarım ofislerinin, kaynağa en yakın yüzeylerine ulaşan ortalama SPL değeri 80.4 dB olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.31’de frekanslara göre toplam SPL grafiği, Tablo 4.8’de ise 1/3 oktav bantlarına göre SPL değerleri yer almaktadır.



Şekil 4.31. TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerinin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği

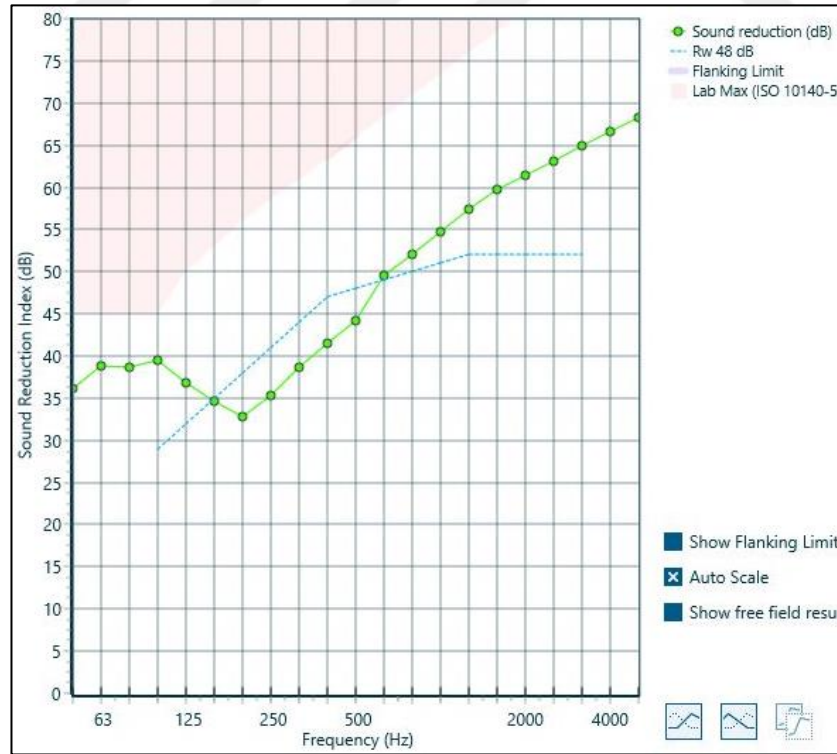
Tablo 4.8. TRS 2, muhasebe ve tasarım ofislerinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri

Frekans	Toplam SPL
125 Hz	76.88
250 Hz	75.89
500 Hz	78,50
1000 Hz	80.45
2000 Hz	82.16
4000 Hz	80.27
8000 Hz	77.08

Muhasebe ve tasarım ofislerinin kaynağa en yakın duvarı, tuğla ve sıvadan oluşmaktadır. Bu yapı elemanının R_w değeri, simülasyon çalışması sonucunda Şekil 4.32’de gösterildiği gibi 48 dB olarak tespit edilmiştir. Yapı elemanının frekanslara göre R_w grafiği ise Şekil 4.33’te yer almaktadır.



Şekil 4.32. Yapı elemanının özellikleri ve R_w değeri

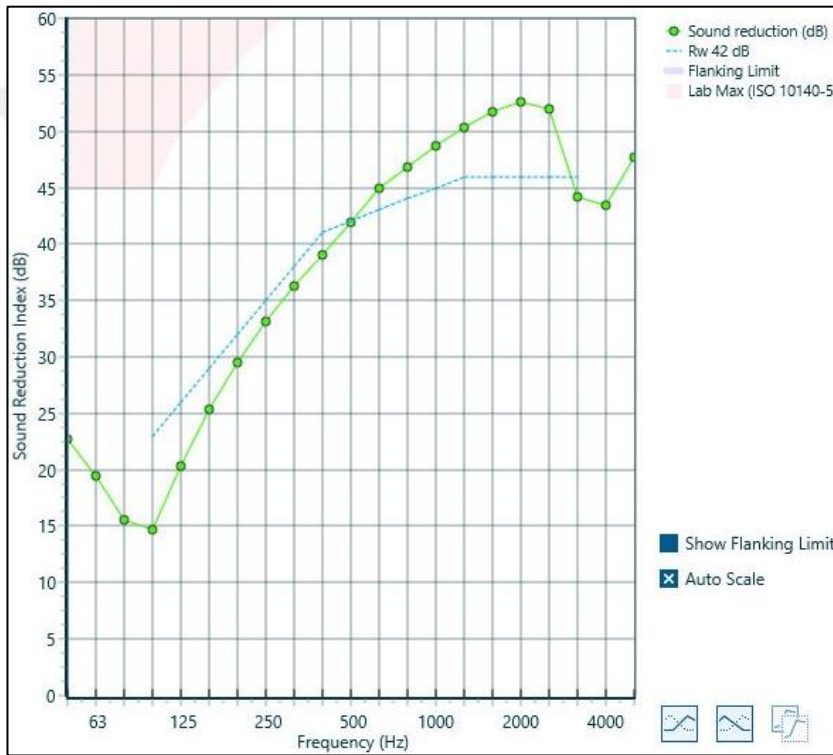


Şekil 4.33. Yapı elemanının frekanslara göre R_w grafiği

Ofislerin kaynağa en yakın bulunan yapı elemanında 10 cm hava boşluklu, ahşap doğramalı pencereler bulunmaktadır. Simülasyon çalışması sonucunda, pencerenin R_w değeri 42 dB olarak belirlenmiştir. Pencerenin özellikleri ve R_w değerinin yer aldığı görsel şekil 4.34'te yer almaktadır. Şekil 4.35'te ise pencerenin frekanslara göre R_w grafiği bulunmaktadır.



Şekil 4.34. Pencerenin özellikleri ve R_w değeri



Şekil 4.35. Pencerenin frekanslara göre R_w grafiği

Yapının duvar ve pencere elamanlarının R_w değerleri ayrı ayrı belirlendikten sonra Denklem 3.1 ve Denklem 3.2'ye göre ortak R_w değeri hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken Excel programından yararlanmıştır. Buna göre;

- Açık planlı muhasebe ofisinin kaynağa en yakın yüzeyinin opak yüzeyi 11.2 m^2 ve cam yüzeyi ise 2.9 m^2 'dir. Hesaplama sonucu elde edilen R_w değeri 45.9 dB'dir.
- Açık planlı tasarım ofisinin ise kaynağa en yakın yüzeyinin opak yüzeyi 20.6 m^2 , cam yüzeyi ise 2.6 m^2 olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre R_w değeri 47.5 dB olarak hesaplanmıştır.

Açık planlı ofislere ulaşan üretim gürültüsünün saptanması için daha önce belirlenmiş olan, ofislerin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan SPL ve yapı elemanlarının ortak R_w değerleri kullanılmıştır. Bu değerler arasındaki fark, ofis içine ulaşan SPL'nin elde edilmesini sağlamıştır. Buna göre;

- Muhasebe ofisinin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan SPL değeri 80.4 dB'den, bu yüzeyin ortak R_w değeri 45.9 dB çıkartıldığında muhasebe ofisinin içine ulaşan SPL 34.5 dB olarak belirlenmiştir.
- Tasarım ofisinin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan SPL değeri 80.4 dB'dir. Bu değerden yüzeyin ortak R_w değeri olan 47.5 dB çıkartıldığında, tasarım ofisin içine ulaşan SPL 32.9 dB olarak tespit edilmiştir.

Muhasebe ve tasarım ofislerinin içerisindeki toplam ses basınç seviyelerini belirlemek için ofislerin içerisine ulaşan ses basınç seviyeleri ve tersane üretim gürültüsünün olmadığı durumda ofislerin içinde yapılan ölçüm seviyeleri ele alınmıştır. Muhasebe ve tasarım ofislerinin verileri Tablo 4.9'da yer almaktadır.

Tablo 4.9. TRS 2 açık planlı ofis içlerine ulaşan ses basınç seviyeleri ve ofislerin içinde yapılan ölçüm değerleri

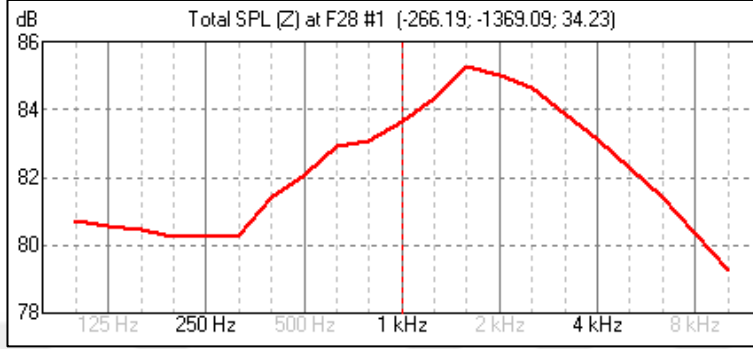
Tersane 2	Ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi (dB)	Tersane üretim faaliyetinin olmadığı durumda ofis içinde yapılan ölçüm (dB)
Muhasebe Ofisi	34.5	41.3
Tasarım Ofis	32.9	40.6

Tablo 4.9'da yer alan veriler incelendiğinde muhasebe ofisindeki ölçüm değeri ve ofis içine ulaşan ses basınç değeri arasındaki fark 6.8 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda iç mekân gürültü düzeyini belirlemek amacıyla Tablo 3.1 referans alınmış ve yüksek olan ses düzeyine 1 dB eklenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Aynı aşamalar tasarım ofisi için gerçekleştirilmiş ve veriler arasındaki farkın 7.7 olduğu, yüksek olan ses seviyesine 0.8 dB eklenmesi gerektiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar;

- Açık planlı muhasebe ofisinin iç mekân gürültüsünün 42.3 dB,
- Açık planlı tasarım ofisinin iç mekân gürültüsünün ise 41.4 dB olduğunu göstermiştir.

4.3.3. Tersane 3

TRS 3 açık planlı teknik ofisinin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan ortalama SPL, simülasyon çalışması sonucunda 83.5 dB olarak tespit edilmiştir. Frekanslara göre toplam SPL grafiği Şekil 4.36'da 1/3 oktav bantlarına göre SPL değerleri ise Tablo 4.10'da yer almaktadır.

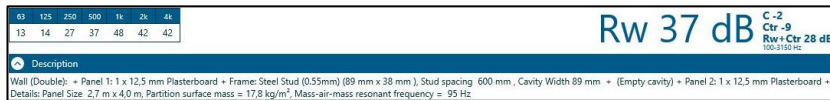


Şekil 4.36. TRS 3, teknik ofisinin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği

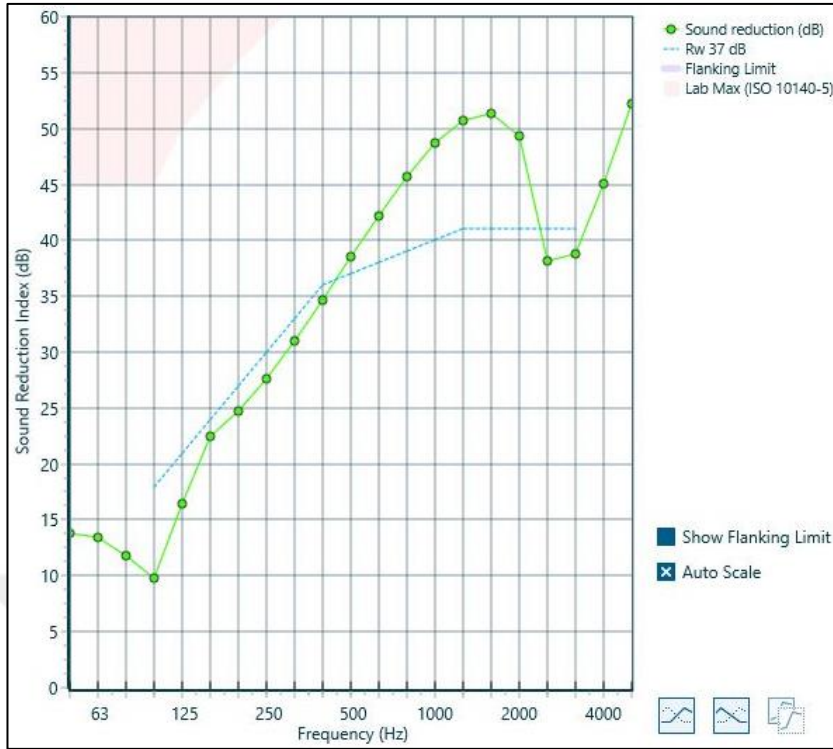
Tablo 4.10. TRS 3, teknik ofisinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri

Frekans	Toplam SPL
125 Hz	80.58
250 Hz	80.25
500 Hz	82.08
1000 Hz	83.68
2000 Hz	85.01
4000 Hz	83.13
8000 Hz	80.35

Teknik ofisin kaynağa en yakın yüzeyi olan alçıpan duvarın, R_w değeri gerçekleştirilen simülasyon sonucunda 37 dB olarak tespit edilmiştir. Alçıpan duvarın özelliklerinin ve R_w değerinin bulunduğu görsel Şekil 4.37'de, frekanslara bağlı R_w grafiği ise Şekil 4.38'de yer almaktadır.



Şekil 4.37. Alçıpan duvarın özellikleri ve R_w değeri



Şekil 4.38. Alçıpan duvarın frekanslara göre Rw grafiği

Açık planlı teknik ofisin kaynağa en yakın yüzeyi olan alçıpan duvarda herhangi bir açıklık bulunmamaktadır. Bu durum Rw değerinin direkt kullanılmasını sağlamıştır. Teknik ofisin içine ulaşan SPL'yi belirlemek için yüzeye ulaşan SPL değerinden, alçıpan duvarın Rw değeri çıkartılmıştır. Sonuç olarak teknik ofisin içine ulaşan üretim gürültüsü 46.5 dB olarak belirlenmiştir.

Teknik ofisin içindeki toplam ses basınç seviyesini belirlemek için ofis içine ulaşan üretim gürültüsü ve üretim gürültüsünün olmadığı durumda ofisi içinde yapılan ölçüm seviyesi kullanılmıştır. Bu değerler Tablo 4.11'de yer almaktadır.

Tablo 4.11. TRS 3 açık planlı teknik ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm değeri

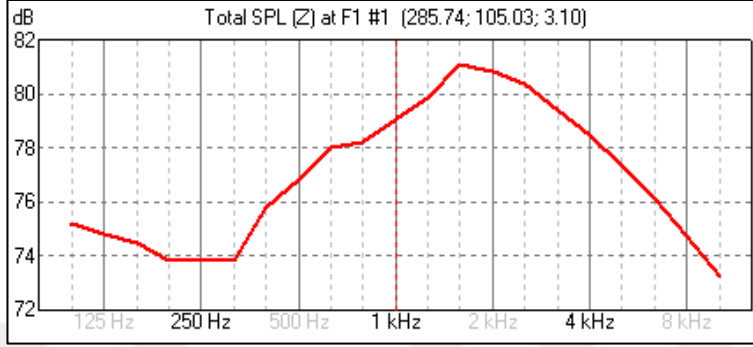
Tersane 3	Ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi (dB)	Tersane üretim faaliyetinin olmadığı durumda ofis içinde yapılan ölçüm (dB)
Teknik Ofis	46.5	42.4

Teknik ofisteki toplam ses basınç düzeyini belirlemek amacıyla Tablo 4.11'de yer alan değerler arasındaki fark alınmış ve Tablo 3.1 referans alınarak yüksek olan değere 1.5 dB eklenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak;

- Açık planlı teknik ofisin iç mekân gürültüsünün 48 dB olduğu belirlenmiştir.

4.3.4. Tersane 4

TRS 4 yapısında, yapılan simülasyon çalışmasında açık planlı teknik ofisin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan ortalama SPL değeri 79 dB olarak belirlenmiştir. Frekanslara göre SPL grafiği Şekil 4.39’da 1/3 oktav bantlarına göre SPL değerleri ise Tablo 4.12’de yer almaktadır.

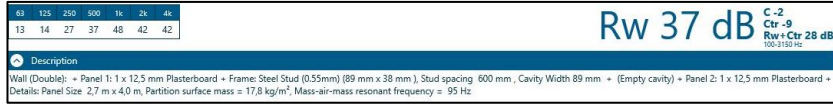


Şekil 4.39. TRS 4 teknik ofisin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği

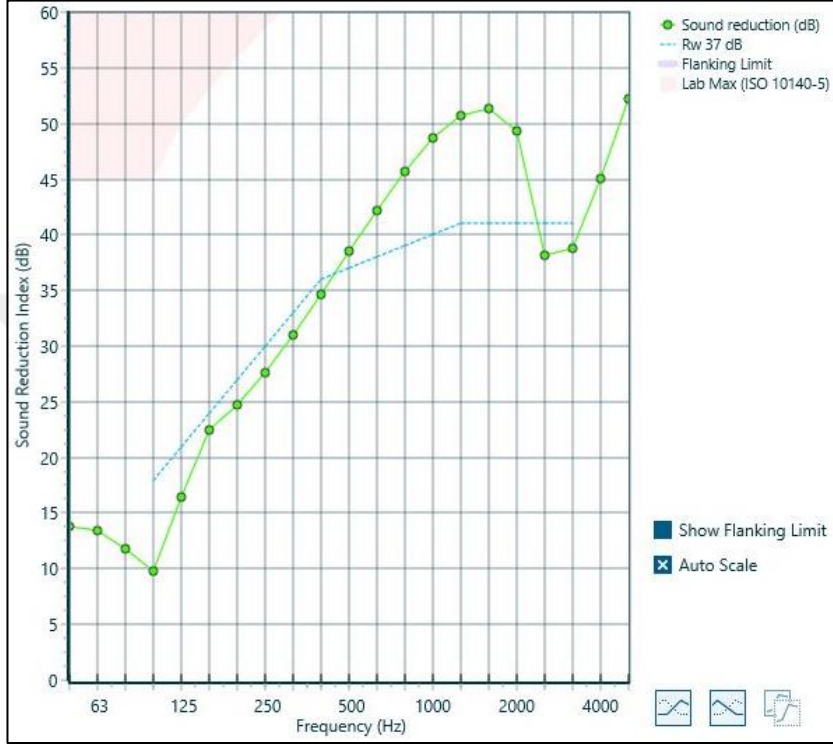
Tablo 4.12. TRS 4, teknik ofisin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri

Frekans	Toplam SPL
125 Hz	74.83
250 Hz	73.80
500 Hz	76.83
1000 Hz	79.04
2000 Hz	80.83
4000 Hz	78.47
8000 Hz	74.73

Teknik ofisin kaynağa en yakın yüzeyi, alçıpan duvar ve PVC doğramalı çift cam pencerelerden oluşmaktadır. Insul 10 programında gerçekleştirilen simülasyon sonucu; alçıpan duvarın R_w değeri 37 dB olarak belirlenmiştir. Alçıpan duvarın özelliklerinin ve R_w değerinin bulunduğu görsel Şekil 4.40’ta, frekanslara bağlı R_w grafiği ise Şekil 4.41’de bulunmaktadır. Bir diğer yapı elemanı olan PVC doğramalı çift cam pencerenin R_w değeri ise 34 dB olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.42’de PVC doğramalı çift cam pencerenin özelliklerinin ve R_w değerinin bulunduğu görsel, Şekil 4.43’te ise frekanslara bağlı R_w grafiği yer almaktadır.



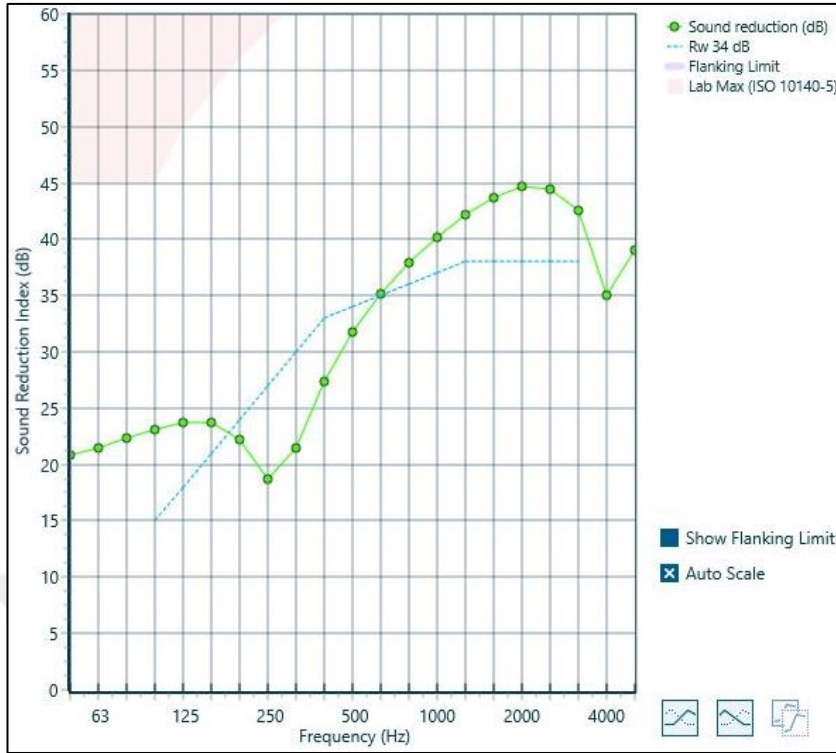
Şekil 4.40. Alçıpan duvarın özellikleri ve Rw değeri



Şekil 4.41. Alçıpan duvarın frekanslara göre Rw grafiği



Şekil 4.42. PVC doğramalı çift cam pencerenin özellikleri ve Rw değeri



Şekil 4.43. PVC doğramalı çift cam pencerenin frekanslara göre Rw grafiği

Alçıpan duvar ve PVC doğramalı çift cam pencere elemanlarının ayrı ayrı Rw değerleri elde edildikten sonra bu iki yapı elemanının ortak Rw değeri belirlenmiştir. Bu değer belirlenirken Denklem 3.1 ve Denklem 3.2’den yararlanılmış ve hesaplamalar Excel programında gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

- Teknik ofisin kaynağa en yakın opak yüzeyinin alanı 39.8 m^2 , cam yüzeyinin alanı ise 4.63 m^2 ’dir. Hesaplama sonucu elde edilen Rw değeri 36.5 dB olarak tespit edilmiştir.

Açık planlı teknik ofis içerisine ulaşan üretim gürültüsünün belirlenmesi için ofisin, üretim alanına yani kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan toplam SPL değeri (79 dB) ile ortak Rw değeri (36.5) arasındaki fark alınmıştır. Elde edilen sonuç ofis içine ulaşan ses basınç seviyesinin 42.5 dB olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.13. TRS 4 açık planlı teknik ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm değeri

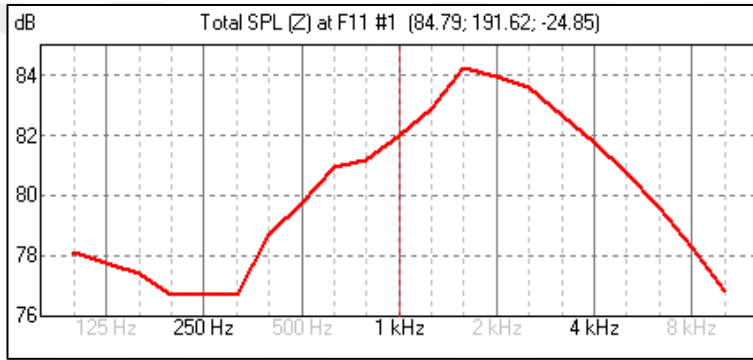
Tersane 4	Ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi (dB)	Tersane üretim faaliyetinin olmadığı durumda ofis içinde yapılan ölçüm (dB)
Teknik Ofis	42.5	43.4

Teknik ofis içerisindeki toplam ses basınç seviyesini belirlemek amacıyla Tablo 4.13'te yer alan ofis içerisine ulaşan ses basınç seviyesi ve üretim gürültüsünün olmadığı durumda ofiste yapılan ölçüm sonucu ele alınmıştır. Bu değerler arasındaki fark 0.9 olarak belirlenmiş ve referans alınan Tablo 3.1, yüksek olan ses basınç seviyesine 3 dB eklenmesi gerektiğini göstermiştir. Sonuç olarak;

- TRS 4 yapısının açık planlı teknik ofisinin iç mekân gürültüsü 46.4 dB olarak tespit edilmiştir.

4.3.5. Tersane 5

Simülasyon çalışması sonucunda, TRS 5 yapısının açık planlı tasarım ofisinin kaynağa en yakın yüzeyine ulaşan ortalama SPL değeri 82 dB olarak tespit edilmiştir. Frekanslara göre toplam SPL grafiği Şekil 4.44'te, 1/3 oktav bantlarına göre SPL değerleri ise Tablo 4.14'te yer almaktadır.



Şekil 4.44. TRS 5 tasarım ofisinin yüzeyine ulaşan toplam SPL grafiği

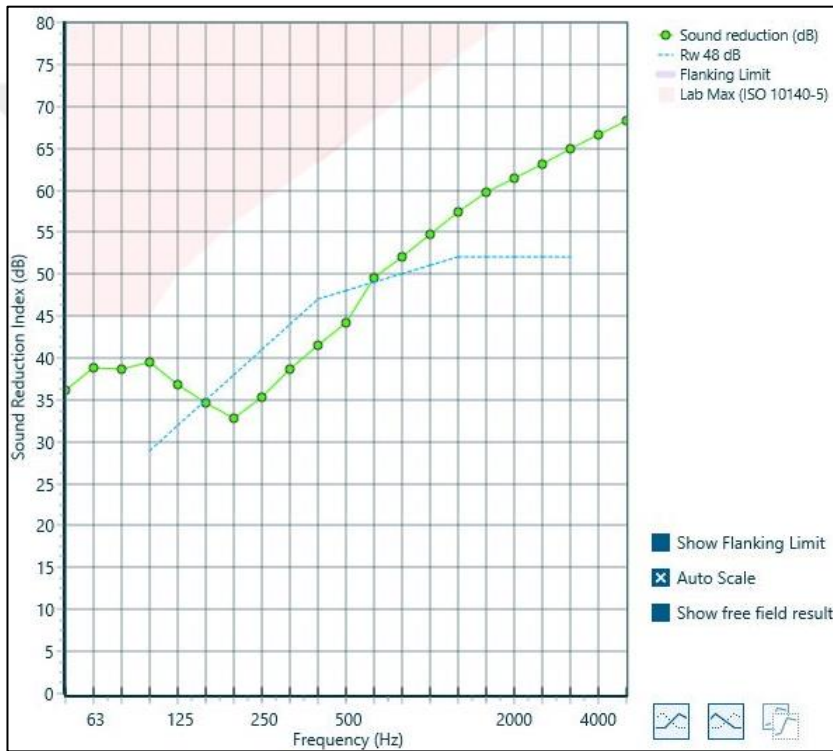
Tablo 4.14. TRS 5, tasarım ofisinin yüzeyine ulaşan 1/3 oktav bantlarında toplam SPL değerleri

Frekans	Toplam SPL
125 Hz	77.76
250 Hz	76.70
500 Hz	79.76
1000 Hz	82.03
2000 Hz	83.98
4000 Hz	81.77
8000 Hz	78.26

Tasarım ofisinin kaynağa en yakın yüzey elemanı, tuğla ve sıvadan oluşan bir duvar ve alüminyum doğramalı çift cam pencereden oluşmaktadır. Simülasyon çalışması sonucunda, duvarın R_w değeri 48 dB olarak tespit edilmiştir. Duvar özelliklerinin ve R_w değerinin yer aldığı görsel Şekil 4.45'te, frekanslara göre R_w grafiği ise Şekil 4.46'da bulunmaktadır.

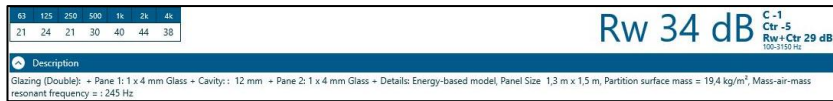


Şekil 4.45. Tuğla ve sıvadan oluşan duvar özellikleri ve R_w değeri

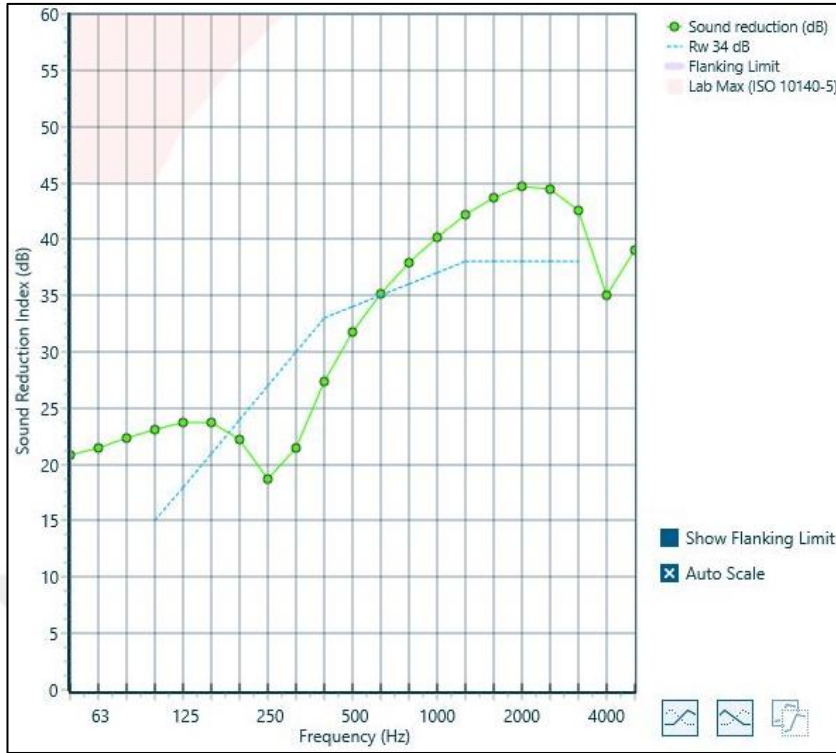


Şekil 4.46. Tuğla ve sıvadan oluşan duvarın frekanslara göre R_w grafiği

Bir diğer yapı elemanı olan alüminyum doğramalı çift cam pencerenin R_w değeri 34 dB olarak belirlenmiştir. Şekil 4.47'de pencerenin özellikleri ve R_w değerinin bulunduğu görsel, Şekil 4.48'de ise frekanslara göre R_w grafiği yer almaktadır.



Şekil 4.47. Alüminyum doğramalı çift cam pencerenin özellikleri ve R_w değeri



Şekil 4.48. Alüminyum doğramalı çift cam pencerenin frekanslara göre Rw grafiği

Rw değerleri ayrı ayrı belirlenen yapı elemanlarının ortak Rw değerinin belirlenmesi için Denklem 3.1 ve Denklem 3.2'den yararlanılmış ve hesaplamalar Excel programında yapılmıştır. Buna göre;

- Tasarım ofisinin kaynağa en yakın opak yüzeyinin alanı 27.6 m^2 iken cam yüzeyinin alanı 6.7 m^2 'dir. Hesaplamalar sonucu elde edilen ortak Rw değeri ise 40.4 dB olarak tespit edilmiştir.

Ofis içine ulaşan SPL'nin tespiti için kaynağa en yakın yüzeye ulaşan SPL değerinden, ortak Rw değeri çıkartılmış ve sonuç 41.6 dB olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.15. TRS 5 açık planlı tasarım ofisi içine ulaşan ses basınç seviyesi ve ofis içinde yapılan ölçüm değeri

Tersane 5	Ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi (dB)	Tersane üretim faaliyetinin olmadığı durumda ofis içinde yapılan ölçüm (dB)
Tasarım Ofisi	41.6	43.6

Tasarım ofisi içindeki toplam ses basınç seviyesini belirlemek için ofis içine ulaşan ses basınç seviyesi ve üretim gürültüsünün olmadığı durumda ofiste yapılan ölçüm sonucu ele alınmıştır. Tablo 4.15'te görülen değerler arasındaki fark alınmış ve Tablo 3.1'e göre yüksek ses basınç düzeyine 2.1 dB ekleneceği belirlenmiştir. Sonuç olarak;

- TRS 5 yapısının tasarım ofisinin iç mekân gürültü düzeyi 45.7 dB olarak tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, Antalya Serbest Bölgesi'nde yer alan ve tekne üretimi gerçekleştiren tersaneler arasından, tekne üretiminde kullanılan malzeme türüne ve ofislerin üretim hangarı içerisinde konumlanmasına göre seçilen 5 farklı tersanenin açık planlı ofislerinin akustik konfor düzeyi araştırılmıştır. Bu doğrultuda, ilk olarak ofis çalışanlarına anket uygulanmış, daha sonra hangar ve ofis içerisinde gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiş ve son olarak simülasyon çalışmalarıyla hangar içerisindeki gürültünün ofislerin içerisine geçiş düzeyi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların, her tersane için genel bir değerlendirmesi ve sonuçlara yönelik iyileştirme önerileri bu bölüm altında sunulmuştur.

5.1. Sonuç

Çalışmada, elde edilen anket sonuçları her tersane için özet tablo haline getirilerek değerlendirilmiştir. Tablolarda yer alan bazı anket sorularının sonuçları az, orta ve çok olacak şekilde 3'lü ölçek ile ifade edilmiştir. 5'li ölçek ile oluşturulan anket sorularının sonuçları 3'lü ölçeğe dönüştürülürken, katılımcılar tarafından sorulara verilen cevapların ortalaması alınmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar 3'ten düşük ise az, 3 ise orta, 3'ten yüksek ise çok olarak ifade edilmiştir. Ölçüm ve simülasyon sonuçları, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te bulunan açık planlı ofis sınır değerleri ile kıyaslanmış ve ofislerin akustik sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca anket, ölçüm ve simülasyon sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında ve tablolarda yer alan dış mekân kavramı hangar yani üretim alanını, iç mekân kavramı ise ofisleri ifade etmektedir.

5.1.1. Tersane 1

Tekne üretim aşamasında çelik, alüminyum ve kompozit malzemenin her üçünün de kullanıldığı TRS 1'de, çalışanların hangardaki üretim gürültüsünden, ofis iç mekânında konuşma, telefon vb. nedenlerden oluşan gürültüye göre daha fazla rahatsız olduğu belirlenmiştir. Tablo 5.1'e göre, bu durumun çalışma performanslarını ortalama düzeyde etkilediği ve gürültüye karşı önlem alma ihtiyacı duydukları tespit edilmiştir. İç mekân rahatsızlığının az olduğu ve bu rahatsızlığın büyük bir bölümünün konuşma gizliliğinden kaynaklı olduğu düşünüldüğünde, önlem alma ihtiyacının aslında dış mekân gürültüsüne karşı olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca anket verilerinde, gürültünün çalışanların fiziksel ve psikolojik sağlıklarını da etkilediği görülmektedir. TRS 1 çalışanlarının açık planlı ofis yerine hücre planlı ofisi tercih etmelerindeki başlıca sebeplerin ise, ofiste konuşma gizliliğinin az olması ve akustik açıdan genel bir memnuniyetsizlik olduğu düşünülmektedir.

Tablo 5.1. TRS 1 anket sonuçları değerlendirme tablosu

TERSANE 1														
ÜRETİM MALZEMESİ	MEKANSAL RAHATSIZLIK		RAHATSIZLIK SEBEBİ				PERFORMANSA ETKİSİ	SAĞLIĞA ETKİSİ	ÖNLEM İHTİYACI	OFİS MEMNUNİYETİ			OFİS TERCİHİ	
										KONFOR	AKUSTİK	GENEL		
ÇELİK	İÇ MEKAN	AZ	YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA	AZ	FİZİKSEL	EVET		AZ	AZ	AZ	HÜCRE
ALÜMİNYUM		ORTA					ORTA							
		ÇOK	GÜRÜLTÜ				AZ	PSİKOLOJİK			ORTA	ORTA	ORTA	AÇIK
		AZ					ORTA							
KOMPOZİT	DİŞ MEKAN	ORTA					ÇOK				YOK	ÇOK		
		ÇOK							HAYIR		ÇOK	ÇOK	ÇOK	

TRS 1 yapısının açık planlı tasarım ve teknik ofislerinin yönetmelikte yer alan akustik performans sınıfları sıralamasında en düşük sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Tablo 5.2’de belirtildiği üzere, TRS 1 çalışanlarının anket sonuçları, ölçüm ve simülasyon sonuçlarıyla örtüşmekte ve TRS 1 açık planlı ofislerinin akustik konfor açısından rahatsız edici olduğu görülmektedir. Tüm tersaneler arasında üretim alanı (kaynak) ve ofis (alıcı) mesafesi en fazla olan yapı olmasına rağmen, hem üretim malzemelerinin (çelik, alüminyum, kompozit) oluşturduğu gürültü düzeyinin yüksekliği hem de ofis yapı malzemelerinin gerekli yalıtımı sağlayacak özelliklere sahip olmaması akustik konforsuzluğun başlıca sebepleri arasındadır.

Tablo 5.2. TRS 1 açık planlı ofislerinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması

Tersane 1	Açık Planlı Ofisler	Anket Sonuçları	Ölçüm Sonuçları	Simülasyon Sonuçları	B.G.K.K.H Yönetmelik Değerleri						Sonuç
		Akustik Açısından Ofis Memnuniyeti			A	B	C	D	E	F	
	Tasarım	Az	57.6	56.7	36	40	44	48	52	56	F
	Teknik	Az	58.9	56.8							F

5.1.2. Tersane 2

Tekne üretim aşamasında yalnızca kompozit malzeme kullanılan TRS 2’nin Tablo 5.3’te yer alan anket sonuçlarına göre, ofis çalışanlarının ofis içi konuşma, telefon vb. kaynaklı gürültüden, hangardaki üretim gürültüsüne göre daha az rahatsız oldukları görülmektedir. Ofislerdeki gürültünün çalışanların iş performanslarına etkisinin az olduğu, psikolojik ve fiziksel sağlıklarına ise herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar, çalışanların mevcut açık planlı ofislerindeki konfor koşullarından ve akustik koşullardan orta düzeyde memnun olmasına rağmen, ofis seçiminde hücre planlı ofis tercihinde bulunduğunu göstermektedir. Bu tercih sebebinin, iç mekândaki yerleşim düzeni memnuniyetsizliğinden, konuşma gizliliğinin az olmasından ve mahremiyet eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 5.3. TRS 2 anket sonuçları değerlendirme tablosu

TERSANE 2													
ÜRETİM MALZEMESİ	MEKANSAL RAHATSIZLIK	RAHATSIZLIK SEBEBİ				PERFORMANSA ETKİSİ	SAĞLIĞA ETKİSİ	ÖNLEM BİTİYACI	OFİS MEMNUNİYETİ			OFİS TERCİHİ	
		YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA				KONFOR	AKUSTİK	GENEL		
ÇELİK	İÇ MEKAN	AZ	ORTA	ÇOK		AZ	FİZİKSEL	EVET	AZ	AZ	AZ		HÜCRE
ALÜMİNYUM	DIŞ MEKAN	AZ	ORTA	ÇOK		ORTA	PSİKOLOJİK		ORTA	ORTA	ORTA		
KOMPOZİT					GÜRÜLTÜ	ÇOK	YOK	HAYIR	ÇOK	ÇOK	ÇOK		AÇIK

TRS 2 açık planlı muhasebe ve tasarım ofislerinin, yönetmeliğe göre C akustik sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ofislerdeki işitsel koşulların rahatsız edici düzeyde olmadığını göstermektedir. Tablo 5.4'te yer alan anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının birbirini doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Akustik koşulların ortalama bir düzeyde olmasında, tekne üretiminde kompozit malzeme kullanılması ve ofis ile hangarı ayıran yüzeyde 10 cm hava boşluklu çift cam kullanılmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 5.4. TRS 2 açık planlı ofislerinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması

Tersane 2	Açık Planlı Ofisler	Anket Sonuçları	Ölçüm Sonuçları	Simülasyon Sonuçları	B.G.K.K.H Yönetmelik Değerleri						Sonuç
		Akustik Açından Ofis Memnuniyeti			A	B	C	D	E	F	
	Muhasebe	Orta	43.8	42.3	36	40	44	48	52	56	C
	Tasarım	Orta	42.5	41.4							C

5.1.3. Tersane 3

Kompozit tekne üretimi gerçekleştirilen TRS 3'ün anket sonuçları Tablo 5.5'te yer almaktadır. Buna göre; ofis kullanıcılarının hangardaki üretim gürültüsünden rahatsızlık seviyesinin çok, ofis içi kaynaklı gürültüden rahatsızlık seviyesinin ise az olduğu belirlenmiştir. Sonuçlardan, hangardaki üretim gürültüsünün çalışanların iş performanslarını orta düzeyde etkilediği, gürültüye karşı önlem alma ihtiyacı hissettikleri fakat bu durumun sağlık açısından herhangi bir fiziksel ve psikolojik etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışanların açık planlı ofiste mahremiyet, konuşma gizliliğinin azlığı ve yankılanma gibi problemler yaşamalarına rağmen, akustik olarak orta düzeyde, konfor olarak ise çok memnun oldukları görülmektedir. Bu durumun, çalışanlar tarafından mevcut çalışma ortamları olan açık planlı ofislerin, hücresel ofis yerine tercih edilmesinde önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.

Tablo 5.5. TRS 3 anket sonuçları değerlendirme tablosu

TERSANE 3												
ÜRETİM MALZEMESİ	MEKANSAL RAHATSIZLIK	RAHATSIZLIK SEBEBİ				PERFORMANSA ETKİSİ	SAĞLIĞA ETKİSİ	ÖNLEM İHTİYACI	OFİS MEMNUNİYETİ			OFİS TERCİHİ
ÇELİK	İÇ MEKAN	YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA		FİZİKSEL	EVET	KONFOR	AKUSTİK	GENEL	HÜCRE
	AZ					AZ			AZ	AZ	AZ	
	ORTA					ORTA						
ALÜMİNYUM	ÇOK					ÇOK						
	AZ					AZ	PSİKOLOJİK		ORTA	ORTA	ORTA	
KOMPOZİT	ORTA					ORTA			ÇOK	ÇOK	ÇOK	ACIK
	ÇOK					ÇOK	YOK	HAYIR				

TRS 3 yapısının açık planlı teknik ofisi, Tablo 5.6’da yer alan yönetmelik akustik performans sınıflandırmasına göre ölçüm sonucu E, simülasyon sonucu ise D performans sınıfında yer almaktadır. D ve E akustik performans sınıfları, ortamdaki gürültünün rahatsızlık verebilecek seviyede olduğunu göstermektedir. Buna karşın anket sonuçları, çalışanların ofisteki akustik kaliteden orta derecede memnuniyet duyduğunu göstermektedir. Bu noktada, anket, ofis tercihi ve ölçüm sonuçları arasında bir tutarsızlık olduğu gözlemlenmiştir. Buradan hareketle, TRS 3 çalışanları için gürültünün ofis tercihinde önemli bir etken olmadığı ve/veya çalışanların gürültünün olumsuz etkileri konusunda yeterince bilgilendirilmediği sonucu çıkarılabilir.

Tablo 5.6. TRS 3 açık planlı ofisinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması

Tersane 3	Açık Planlı Teknik Ofis	Anket Sonucu	Ölçüm Sonucu	Simülasyon Sonucu	B.G.K.K.H Yönetmelik Değerleri						Sonuç	
		Akustik Açından Ofis Memnuniyeti			A	B	C	D	E	F		
		Orta			36	40	44	48	52	56	E	D

5.1.4. Tersane 4

TRS 4’te çelik, alüminyum ve kompozit malzeme kullanılarak üretim yapılmaktadır. Ofis çalışanlarının Tablo 5.7’de yer alan sonuçları incelendiğinde; çalışanların, ofis içi kaynaklı oluşan gürültüden ve hangardaki üretim gürültüsünden çok rahatsız olduğu ve bu durumun çalışma performanslarını etkilediği tespit edilmiştir. Ofis içi gürültü rahatsızlığının başlıca sebepleri arasında konuşma gizliliğinin az olması ve ortamda yankılanmanın çok olması yer almaktadır. Sonuçlar, gürültünün çalışanların sağlığı üzerinde fiziksel ve psikolojik açıdan olumsuz etkilere yol açtığını ve çalışanların gürültüye karşı önlem alma ihtiyacı hissettiğini göstermektedir. Ofisteki akustik memnuniyet düzeyinin az olmasının, hücre planlı ofis tercih edilmesinde önemli bir etken olduğu söylenebilir.

Tablo 5.7. TRS 4 anket sonuçları değerlendirme tablosu

TERSANE 4																
ÜRETİM MALZEMESİ	MEKANSAL RAHATSIZLIK		RAHATSIZLIK SEBEBİ				PERFORMANSA ETKİSİ	SAĞLIĞA ETKİSİ	ÖNLEM İHTİYACI	OFİS MEMNUNİYETİ			OFİS TERCİHİ			
	İÇ MEKAN	AZ ORTA ÇOK	YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA				KONFOR	AKUSTİK	GENEL				
ÇELİK	İÇ MEKAN	AZ	YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA	AZ	FİZİKSEL	EVET	AZ	AZ	AZ	HÜCRE			
ALÜMİNYUM		ÇOK					ORTA			ORTA	ORTA					
KOMPOZİT	DIŞ MEKAN	AZ	GÜRÜLTÜ							AZ	PSİKOLOJİK		ORTA	ORTA	ORTA	AÇIK
		ORTA								ORTA			ÇOK	ÇOK	ÇOK	

TRS 4'te yer alan açık planlı teknik ofisin ölçüm ve simülasyon sonuçları yönetmelik değerleriyle kıyaslandığında, ölçüm sonucunun E akustik performans sınıfına, simülasyon sonucunun ise D akustik performans sınıfına denk geldiği görülmektedir. Tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, ofisteki akustik koşullardan memnun olunmadığı belirlenmiştir. Teknik ofisteki akustik konforsuzluk sebepleri; tekne üretim aşamalarında oluşan yüksek gürültü ve yapı kabuğunun yalıtım malzemelerinin yetersiz oluşudur.

Tablo 5.8. TRS 4 açık planlı ofisinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması

Tersane 4	Açık Planlı Teknik Ofis	Anket Sonucu	Ölçüm Sonucu	Simülasyon Sonucu	B.G.K.K.H Yönetmelik Değerleri						Sonuç	
		Akustik Açından Ofis Memnuniyeti			A	B	C	D	E	F	Ölçüm	Simülasyon
		Az			36	40	44	48	52	56	E	D

5.1.5. Tersane 5

TRS 5'te sadece kompozit malzeme ile tekne üretimi gerçekleştirilmekte ve Tablo 5.9'da yer alan anket sonuçları hangardaki üretim gürültüsünden rahatsızlık seviyesinin az olduğunu göstermektedir. Ofis içi kaynaklı gürültüden de rahatsızlık duyma seviyesinin az olduğu ve iş performanslarına olumsuz etkisinin olmadığı görülmektedir. Çalışanların gürültüye karşı herhangi bir önlem alma ihtiyacı hissetmemeleri, bu durumları doğrular niteliktedir. Ofis memnuniyet değerlendirmeleri incelendiğinde, çalışanların konfor açısından çok memnun oldukları, akustik açıdan ise ortalama memnuniyete sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 5.9. TRS 5 anket sonuçları değerlendirme tablosu

TERSANE 5													
ÜRETİM MALZEMESİ	MEKANSAL RAHATSIZLIK	AZ ORTA ÇOK	RAHATSIZLIK SEBEBİ				PERFORMANSA ETKİSİ	SAĞLIĞA ETKİSİ	ÖNLEM İHTİYACI	OFİS MEMNUNİYETİ			OFİS TERCİHİ
			YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA				KONFOR	AKUSTİK	GENEL	
ÇELİK	İÇ MEKAN	AZ	YERLEŞİM DÜZENİ	MAHREMİYET	KONUŞMA GİZLİLİĞİ	YANKILANMA	AZ	FİZİKSEL	EVET	AZ	AZ	AZ	HÜCRE
ALÜMİNYUM		ÇOK					ORTA	PSİKOLOJİK		ORTA	ORTA	ORTA	
							ÇOK						
KOMPOZİT	DİŞ MEKAN	AZ	GÜRÜLTÜ				AZ	YOK	HAYIR	ORTA	ORTA	ORTA	AÇIK
		ORTA									ORTA	ÇOK	
		ÇOK					ÇOK						

TRS 5 açık planlı tasarım ofisinin Tablo 5.10'da yer alan sonuçları, yönetmelik verileriyle kıyaslandığında, ofisin akustik performans sınıfı D olarak belirlenmiştir. Ofisin D akustik performans sınıfında yer alması, ortamdaki gürültü miktarının rahatsız edici düzeyde olduğunu ifade etmektedir. Anket sonuçlarındaki akustik memnuniyet düzeyi ile ölçüm ve simülasyon sonuçları arasında bir tutarsızlık olduğu belirlenmiştir. Bu durum, TRS 5 çalışanları için gürültünün ofis memnuniyetine ve tercihine önemli bir etkisinin olmadığı göstermektedir.

Tablo 5.10. TRS 5 açık planlı ofisinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması

Tersane 5	Açık Planlı Tasarım Ofisi	Anket Sonucu	Ölçüm Sonucu	Simülasyon Sonucu	B.G.K.K.H Yönetmelik Değerleri						Sonuç
		Akustik Açıdan Ofis Memnuniyeti			A	B	C	D	E	F	
		Orta			36	40	44	48	52	56	
			47.3	45.7							D

5.2. Değerlendirme ve Öneriler

Antalya Serbest Bölgesi'nde yer alan tersanelerdeki açık planlı ofislerin akustik konfor durumlarını araştırmak için yapılan çalışmada, elde edilen tüm sonuçlar Tablo 5.11'de yer almaktadır.

Tablo 5.11. Tüm tersanelerin açık planlı ofislerinin anket, ölçüm ve simülasyon sonuçlarının, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelikte yer alan değerlerle kıyaslanması

Tersaneler	Açık Planlı Ofisler	Anket Sonuçları		Ölçüm Sonuçları	Simülasyon Sonuçları	B.G.K.K.H Yönetmelik Değerleri						Sonuç
		Akustik Açıdan Ofis Memnuniyeti	Ofis Tercihi			A	B	C	D	E	F	
Tersane 1	Tasarım	Az	Hücre Planlı	57.6	56.7							F
	Teknik	Az	Hücre Planlı	58.9	56.8							F
Tersane 2	Muhasebe	Orta	Hücre Planlı	43.8	42.3							C
	Tasarım	Orta	Hücre Planlı	42.5	41.4	36	40	44	48	52	56	C
Tersane 3	Teknik	Orta	Açık Planlı	48.9	48							E D
Tersane 4	Teknik	Az	Hücre Planlı	48.3	46.4							E D
Tersane 5	Tasarım	Orta	Açık Planlı	47.3	45.7							D

Tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalar, toplanan veriler ve tüm sonuçlar incelenmiş, değerlendirmeler ve iyileştirmeye yönelik öneriler maddeler halinde aşağıda sunulmuştur:

- Çelik ve alüminyum tekne üretiminde kesme, kaynak ve montaj işlemlerinden kaynaklı gürültü oluşumunun, kalıplama ile oluşturulan kompozit tekne üretimine göre çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.
- Tekne üretiminde çelik, alüminyum ve kompozit malzemenin her üçünü de kullanan tersanelerin açık planlı ofislerinde üretim gürültüsünden kaynaklanan rahatsızlığın, sadece kompozit malzeme kullanan tersanelerdeki ofislere kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

- Ofis çalışanlarının hangardaki üretim gürültüsünden ofis içi kaynaklı (konuşma, telefon vb.) gürültüye göre daha fazla rahatsız oldukları ve üretim gürültüsüne karşı önlem alma ihtiyacı hissettikleri saptanmıştır. Hangardaki üretim gürültüsünün ofislere geçişini engellemek amacıyla kaynakta (üretim alanı), kaynak ile alıcı arasında ve alıcıda (ofis) düzenlemeler yapılmalıdır.
- Üretim alanında gürültüye sebebiyet veren ekipmanların periyodik bakımları yapılarak düzgün çalışması sağlanmalı ve mümkünse cihazlarda susturucu ve titreşim sönümleyici malzemeler kullanılarak üretimden kaynaklanan gürültü miktarı azaltılmalıdır.
- Üretim alanı ile ofisler arasındaki mesafe artırılmalı ve atmosferik özelliklerden (sıcaklık, nem) ve mesafeden kaynaklı ses şiddetinin azalarak ofislere ulaşması sağlanmalıdır. Ayrıca ofislere ulaşan sesi engellemek amacıyla üretim alanıyla ofisler arasına koridor oluşturulmalıdır.
- Ofislerde tek katmanlı yerine çok katmanlı ve boşluklu yapı elemanları tercih edilmelidir. Yapı elemanlarında bulunan malzemelerin kalınlığının veya yoğunluğunun artırılarak yapı malzemesinin kütlesi artırılmalıdır. Ayrıca yapı elemanlarının boşluklarında gözenekli ve esnek yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Yapının açıklıklarında hava boşluklu çift cam tercih edilmelidir. Bahsi geçenlere ek olarak yapı elemanlarının tamamında ses azaltım indeks değeri yüksek malzeme kullanarak üretim gürültüsünün ofislere geçişi engellenmelidir.
- Tüm tersanelerde ofis içi gürültü rahatsızlığı, konuşma gizliliği ile mahremiyetin az ve yankılanmanın çok olmasından kaynaklanmaktadır. Konuşma gizliliğini arttırmak ve mahremiyeti sağlamak amacıyla ofislerde maskeleme sesi kullanılmalı ve masa yerleşimleri düzenlenmelidir. Yankılanmayı önlemek amacıyla da duvar ve tavanlarda akustik malzeme kullanılmalıdır.
- Çalışmada ofislerdeki akustik konfor koşullarının, çalışanların iş performanslarını ve ofis tercihlerini etkilediği ortaya konmuştur. Ofislerdeki çalışma günleri ve saatleri, üretime göre tekrardan düzenlenmeli ve gürültüye maruz kalınan süre azaltılmalıdır. İş kollarına bağlı olarak, uzaktan çalışma da alternatifler arasına alınmalıdır.

Tez çalışması, açık planlı ofislerin akustik koşullarının incelenmesi alanında yapılmış çalışmalardan, tersane içinde yer alan açık planlı ofislerin incelenmesi olarak özelleştirilmiştir. Tüm sonuçlar ve değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda, tersane yapılarında üretim kaynaklı gürültünün yarattığı rahatsızlığı engellemek adına çeşitli önlemler alınması önemlidir. Bu önlemler, hangarların inşaatı aşamasında açık planlı ofislerin konumunun planlanmasıyla başlayıp, iç mekân organizasyonu aşamasına kadar düşünülmeli ve detaylandırılmalıdır. Araştırma, bu açıdan bir rehber niteliği oluşturmaktadır. Ayrıca bu çalışma sadece tersane yapılarında değil diğer tüm üretim alanları içerisinde konumlandırılan açık planlı ofislerde üretim kaynaklı işitsel sorunların yaşanmasının oldukça olası olduğunu göstermektedir. Gelecek çalışmalarda, yapı dışı çevre gürültüsünün de konuya dâhil edilmesi ve yapı malzemesi detayları ile daha ayrıntılı öneriler sunulması planlanmaktadır.



KAYNAKÇA

Kitaplar

- Demirkale, S. Y. (2007). *Çevre ve yapı akustiği: mimarlar ve mühendisler için el kitabı*. Birsan Yayınevi.
- Ermann, M. (2015). *Architectural acoustics illustrated*. John Wiley & Sons.
- Hasol, D. (2017). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü* (15. Baskı). Yem Yayın.
- Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi* (1. Baskı). Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları.
- Kuttruff, H. (2017). *Room acoustics*. Crc Press.
- Long, M. (2014). *Architectural Acoustics*. Elsevier.
- Pile, J. F. (1978). *Open office planning: A handbook for interior designers and architects*. Whitney Library of Design.
- Rossing, T. D. (2014). *Springer handbook of acoustics*. Springer Science & Business Media.

Tezler

- Acar, B. (2007). *Açık planlı büro yapılarında işitsel konforun sağlanmasına yönelik yaklaşım örnekleri* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Acun, V. (2015). *Investigating the effect of indoor soundscaping towards employees' mood and perception in open plan offices* [Yüksek lisans tezi, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Akdağ, N. Y. (1994). *Konuşma amaçlı hacimlerde işitsel duyarlılık ayrımlarının anlaşılabilirlik üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak hacim akustiği koşullarının belirlenmesinde yeni bir yaklaşım* [Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].
- Almaz, F. (2011). *Antalya serbest bölgesi yat üretim kümesinde bilgi paylaşım süreçlerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Azkeskin, D. (2021). *Gemi inşaatı sektöründe gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Bertazzoni, R. V. (2018). *Investigation of a new simulation procedure for speech intelligibility in open-plan offices* [Master's thesis, Chalmers University of Technology]. <https://odr.chalmers.se/home>
- Bostancı, M. T. (1996). *Büroların aydınlatma düzenleri açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

- Boyraz, F. D. (2022). *Kentsel tasarımda yer alan bina cephelerinde ses yalıtımı: Gaziantep Akkent Kongre Merkezi'nin cephe incelemesi* [Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Çakır, E. (2018). *Serbest bölgelerin istihdama etkisi: Antalya serbest bölge örneği* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Çelebi, U. B. (2008). *Gemi inşaatında atıklar ve boya emisyon tahmini* [Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Çete, N. (2004). *Çalışma ortamlarında verimliliğin artırılmasının büro mekânlarıyla ilişkilendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Çimen, T. (2008). *Teknolojik gelişmelerin sonucunda değişen üretim ilişkilerinin, ofis yapılarına etkisi ve ofis mekânları* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://polen.itu.edu.tr/home>.
- Doğan, R. K. (2008). *Yönetici bürolarında mekân örgütlenmesi* [Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://acikerisim.selcuk.edu.tr/home>.
- Duran, G. (2022). *Lojistik sektörü ve e-lojistik uygulamalarının rekabet gücü yönüyle değerlendirilmesi: Antalya serbest bölgesi firmaları örneği* [Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Erdem, L. (2007). *Aydınlatmada sübjektif analiz için bilimsel anket yöntemlerinin uygulamalı incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Erol, B. (2006). *İç mekânda malzeme kullanımında akustik performans kriterleri* [Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Gökçe, İ. B. (2011). *Açık planlı ofislerde engel etkinliğinin modelleme yoluyla belirlenmesi ve incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Gültekin, T. (2023). *Yeşil tersane konsepti ve sürdürülebilirliği* [Doktora tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Gürer, A. (1997). *Büro binalarında mekân ve kullanıcı performansının değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://polen.itu.edu.tr/home>.
- Gürtürk, S. Ö. (2020). *Açık planlı bürolarda işitsel konforun tasarım parametresi olarak alınmasına yönelik bir yaklaşım* [Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Holma, M. (2017). *Challenges in an open-plan work environment: an applied research study* [Master's thesis, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences]. <https://www.theseus.fi>.
- İlisulu, S. G. (2010). *Tiyatro salonlarının akustik açıdan değerlendirilmesi ve bir örnek çalışma: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Beyoğlu Sahnesi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

- İmal, F. (2009). *Sektörel ofis binalarında çalışma mekânları ve sosyal alanlar* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Karcı, Z. S. (2020). *A model for prediction of noise levels in open plan offices based on number of occupants* [Doktora tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Karslı, H. U. T. (2008). *Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde ofis yapılarının değerlendirilmesi ve çevresel performans analizi için bir model önerisi* [Sanatta yeterlilik tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Kaya, H.F. (2010). *Kapalı ofis sistemlerinde mekânsal kalitenin kullanıcıların algısal performansı üzerine etkileri* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Keränen, J. (2015). *Measurement and prediction of the spatial decay of speech in open-plan offices* [Doctoral dissertations, Aalto University].
- Keskin, O. (2014). *Havalimanı gürültü haritalarının hazırlanması: İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı örneği* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Kurt, T. T. (2016). *Açık planlı ofislerde akustik konfor parametrelerinin analizi ve bir örnek çalışma* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Özçevik, A. (2005). *Mimari tasarım stüdyolarında işitsel konfor gereksinimleri ve bir örnek* [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Özkartal, N. E. (2011). *Konser salonlarında akustik konfor parametrelerinin analizi ve bir örnek çalışma* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Öztürk, Y. (2017). *Simultaneous improvement in visual and acoustic performance by modifying common design components in lecture halls* [Yüksek lisans tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Seymenoğlu, N. Ç. (1992). *Dışbank Genel Müdürlük Binasının Mimari Akustik ve Isısal Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Şahin, B. D. (2019). *Açık planlı ofis yapılarında akustik konfor koşullarının incelenmesi: İzmir'de bir ofis yapısı örneği* [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Şentop, A. (2013). *Binaların gürültü kontrolü etkin tasarımı için yapı elemanı seçim aracı* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Türk, E. (2011). *İstanbul'daki salonların akustik kalitesinin incelenmesi ve değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

Yenidoğan, E. S. (2019). *Yeşil bina sertifika sistemlerinin akustik açıdan değerlendirilmesi: Açık planlı ofis örneği* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

Yüce, M. Y. (2009). *An acoustical evaluation model for open plan offices* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

Makaleler

Bhumika, N., Prabhu, G. V., Ferreira, A. M. ve Kulkarni, M. K. (2013). Noise. Induced Hearing Loss Still a Problem in Shipbuilders: A Cross. Sectional Study in Goa, India. *Annals of medical and health sciences research*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.4103/2141-9248.109453>

Braat-Eggen, P. E., Van Heijst, A., Hornikx, M. ve Kohlrausch, A. (2017). Noise disturbance in open-plan study environments: a field study on noise sources, student tasks and room acoustic parameters. *Ergonomics*, 60(9), 1297–1314. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1306631>

Bradley, J. S., Reich, R. ve Norcross, S. G. (1999). A just noticeable difference in C50 for speech. *Applied Acoustics*, 58(2), 99-108. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(98\)00075-9](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(98)00075-9)

Bradley, J. S. (2003). The acoustical design of conventional open plan offices. *Canadian Acoustics*, 31(2), 23-31.

Brennan, A., Chugh, J. S. ve Kline, T. (2002). Traditional versus open office design: A longitudinal field study. *Environment and behavior*, 34(3), 279-299. <https://doi.org/10.1177/0013916502034003001>

Charles, K. E. ve Pero, K. (2006). Open plan office designs-promoting organizational productivity. *Construction Canada*, 48(4), 36-38.

Danielsson, C. B. ve Bodin, L. (2009). Difference in satisfaction with office environment among employees in different office types. *Journal of Architectural and Planning Research*, 26(3), 241–257.

Haapakangas, A., Kankkunen, E., Hongisto, V., Virjonen, P., Oliva, D. ve Keskinen, E. (2011). Effects of five speech masking sounds on performance and acoustic satisfaction. Implications for open-plan offices. *Acta Acustica united with Acustica*, 97(4), 641-655. <https://doi.org/10.3813/AAA.918444>

Hansen, C. H. (2001). Fundamentals of acoustics. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, *Prevention and Control*. World Health Organization, 1(3), 23-52.

Hashemi, F., Eghbali, S. R., Mallory-Hill, S. ve Hamed, M. (2021). A method for prioritizing the modification of ergonomic and physical aspects of the workplace to enhance overall worker satisfaction in control centre buildings. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(2), 323–335. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1872334>

Hongisto, V., Keränen, J., Labia, L. ve Alakoivu, R. (2021). Precision of ISO 3382-2 and ISO 3382-3—A Round-Robin test in an open-plan office. *Applied Acoustics*, 175, 107846. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107846>

- Indrani, H. C., Ekasiwi, S. N. N. ve Arifianto, D. (2023). Indoor soundscape model: Assessing contextual factors in open-plan offices on university campuses in Surabaya, Indonesia. *Building and Environment*, 237, 110267. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110267>
- Kang, S. ve Ou, D. (2019). The effects of speech intelligibility on work performance in Chinese open-plan offices: A laboratory study. *Acta Acustica United with Acustica*, 105(1), 9-13. <https://doi.org/10.3813/AAA.919281>
- Kanteyan, M. S., Utami, S. S., Prasetyo, I. ve Yanti, R. J. (2018). Sound insulation design improvement for reducing noise of paper factory office. *Journal of Physics: Conference Series*, 1075, 012060. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1075/1/012060>
- Keränen, J., Saarinen, P. ve Hongisto, V. (2023). Prediction accuracies of ray-tracing and regression models in open-plan offices. *Building and Environment*, 239, 110406. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110406>
- Kurt, R. E., McKenna, S. A., Günbeyaz, S. A. ve Turan, O. (2017). Investigation of occupational noise exposure in a ship recycling yard. *Ocean Engineering*, 137, 440-449. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.03.040>
- Leder, S., Newsham, G. R., Veitch, J. A., Mancini, S. ve Charles, K.E. (2016). Effects of office environment on employee satisfaction: a new analysis. *Building Research & Information*, 44(1), 34–50. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.1003176>
- Lee, P. J., Lee, B. K., Jeon, J. Y., Zhang, M. ve Kang, J. (2016). Impact of noise on self-rated job satisfaction and health in open-plan offices: a structural equation modelling approach. *Ergonomics*, 59(2), 222–234. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1066877>
- Mahbub, A. S., Kua, H. W. ve Lee, S. E. (2010). A total building performance approach to evaluating building acoustics performance. *Architectural Science Review*, 53(2), 213–223. <https://doi.org/10.3763/asre.2009.0032>
- Müller-Trapet, M. ve Gover, B. N. (2019). Relationship between the privacy index and the speech privacy class. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 145(5), EL435-EL441. <https://doi.org/10.1121/1.5109049>
- Park, S. H., Lee, P. J., Lee, B. K., Roskams, M. ve Haynes, B. P. (2020). Associations between job satisfaction, job characteristics, and acoustic environment in open-plan offices. *Applied Acoustics*, 168, 107425. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107425>
- Perrin Jegen, N. ve Chevret, P. (2017). Effect of noise on comfort in open-plan offices: application of an assessment questionnaire. *Ergonomics*, 60(1), 6–17. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1172737>
- Rolfö, L., Eklund, J. ve Jahncke, H. (2018). Perceptions of performance and satisfaction after relocation to an activity-based office. *Ergonomics*, 61(5), 644–657. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1398844>

- Sarwono, J., Larasati, A. E., Novianto, W. N. I., Sihar, I. ve Utami, S. S. (2015). Simulation of several open plan office design to improve speech privacy condition without additional acoustic treatment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 184, 315-321. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.05.096>
- Seddigh, A., Berntson, E., Jönsson, F., Danielson, C. B. ve Westerlund, H. (2015). The effect of noise absorption variation in open-plan offices: A field study with a cross-over design. *Journal of Environmental Psychology*, 44, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.08.004>
- Wang, C. ve Bradley, J. S. (2002). Prediction of the speech intelligibility index behind a single screen in an open-plan office. *Applied Acoustics*, 63(8), 867-883. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(02\)00003-8](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00003-8)
- Warnock, A. C. C. (2004). Acoustical design guide for open offices. *Institute for Research in Construction*. <https://doi.org/10.4224/20377814>

Bilimsel Toplantı ve Sempozyum

- Akdağ, N. Y. (2001, Mart). Ses yalıtımı açısından iç duvarların değerlendirilmesi. *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi*, 108-113.
- Bailhache, S., Guigou-Carter, C., Rougier, C. ve Schmich, I. (2013, September). Elements for an acoustic classification of buildings in France. *InterNoise2013*, Innsbruck, Austria.
- Kemppainen, J., Niemi, H., Kylliäinen, M. ve Mikkilä, A. (2018, April). The cost effects of acoustics in open-plan office. In *Proceedings of the Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting*, Reykjavik, Iceland.
- Larrieu, F. ve Harvie-Clark, J. (2017, July). Contrasting open plan office design implications from emerging French, German and Finnish standards. In *International Congress On Sound and Vibration*, London, England.
- Le Muet, Y. ve Chevret, P. (2015, May). Acoustics of Open Spaces–Towards a New French Standard. In *EuroNoise*, Maastricht, Holland.
- Lee, P. J., Park, S. H. ve Lee, B. K. (2019, January). Impact of acoustic environment on work in open-plan offices across job characteristics. In *Proceedings of the 26th International Congress on Sound and Vibration*, Montreal, Canada.
- Nilsson, E. ve Hellström, B. (2010, April). Room acoustic design in open-plan offices. In *10ème Congrès Français d'Acoustique*, Lyon, France.
- Rasmussen, B. (2018, May). Acoustic classification of buildings in Europe – Main characteristics of national schemes for housing, schools, hospitals and office buildings. In *Proceedings of EuroNoise 2018*.
- Rindel, J. H. ve Christensen, C. L. (2012, June). Acoustical simulation of open-plan offices according to ISO 3382-3. In *Proceedings of the EuroNoise*, Prague, Czechia.

- Sarwono, J., Larasati, A., Soelami, F., Sihar, I. ve Utami, S. (2013, July). Speech privacy distance in 3 open-plan office layouts: computer modelling and simulation approach. In *The 20th International Conference on Sound and Vibration*, Bangkok, Thailand.
- Teixeira, T., Prata, A., Mcdade, A., Martins, F. ve Inacio, O. (2020, December). An experimental, numerical and subjective approach for open plan office acoustics. In *Forum Acusticum*, Lyon, France. <https://www.doi.org/10.48465/fa.2020.0647>

Resmi Yayınlar ve Basın Bülteni

- The International Organization for Standardization. (2001). ISO 14257:2001 Acoustics-Measurement and parametric description of spatial sound distribution curves in workrooms for evaluation of their acoustical performance. <https://www.iso.org/standard/24014.html>
- Türk Dil Kurumu. (2024). Türk dil kurumu sözlükleri. <https://sozluk.gov.tr/>
- Türk Standartları Enstitüsü. (2022). TS EN ISO 3382-3 Akustik - Oda akustik parametrelerinin ölçülmesi - Bölüm 3: Açık planlı ofisler. <https://intweb.tse.org.tr/>
- Türk Standartları Enstitüsü. (2021). TS EN ISO 717-1 Akustik - Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının derecelendirilmesi - Bölüm 1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı. <https://intweb.tse.org.tr/>
- Türk Standartları Enstitüsü. (2019). TS EN ISO 12354-1 Bina akustiği – Binaların akustik performansının elemanların performansından tayini - Bölüm 1: Odalar arasında hava ile yayılan sesin yalıtımı. <https://intweb.tse.org.tr/>
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2017). Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik. <https://mevzuat.csb.gov.tr/#/>

İnternet Sayfası Kaynakları

- ATSO Vizyon. <https://www.atsovizyon.org.tr/antalya-serbest-bolgenin-sinirlari-126-bin-metrekare-genisletildi/> adresinden 4 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.
- Yandex Maps. <https://yandex.com.tr/harita/> adresinden 4 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.

EK 1. ETİK KURULU ONAYLI ANKET ÖRNEĞİ

Sayın Katılımcı,

Katıldığınız bu çalışma bilimsel nitelikte bir araştırma olup konusu “*Tersane Yapılarındaki Açık Planlı Ofislerin Akustik Konfor Koşullarının Değerlendirmesi*” dir. Bu çalışmada sizlere çeşitli sorulardan oluşan anket verilecektir ve bu soruları cevaplamanız istenecektir. Elde edilen veriler, araştırmamızın bir parçası olarak kullanılacaktır ve çalışmada herhangi kişisel bir bilginiz yer almayacaktır. Sizin katılımınız bizim için çok değerli olup istediğiniz an katılımınızı sonlandırabilirsiniz. Katılımınız için şimdiden teşekkür ederim.

OFİS KULLANICILARINA AİT BİLGİLER

1) Cinsiyetiniz:

- ☐ Kadın
☐ Erkek

2) Yaş aralığınız:

- ☐ 18-25
☐ 25-35
☐ 35-50
☐ 50+

3) Mesleğiniz:

.....

4) Eğitim durumunuz:

- ☐ İlköğretim
☐ Lise
☐ Ön lisans
☐ Lisans
☐ Lisansüstü

5) Herhangi bir işitme probleminiz var mı?

- ☐ Evet
☐ Hayır

Eğer cevabınız evet ise nasıl bir rahatsızlığınız olduğunu açıklayınız?

.....

EK 1. (Devamı)

6) İş yerinizde ne kadar süredir çalışmaktasınız?

- ☐ 0-1 yıl
- ☐ 1-5 yıl
- ☐ 5-10 yıl
- ☐ 10+ yıl

7) İş yerinizde günlük çalışma süreniz nedir?

- ☐ 0-4 saat
- ☐ 4-8 saat
- ☐ 8-10 saat
- ☐ 10+ saat

OFİS DIŞI KAYNAKLI GÜRÜLTÜ RAHATSIZLIK DEĞERLENDİRMESİ

1) Çalıştığınız tersanede tekne üretiminde kullanılan malzemeler nelerdir?

- ☐ Çelik
- ☐ Alüminyum
- ☐ Kompozit
- ☐ Diğer

(Belirtiniz:.....)

2) Çalıştığınız ofis dışında yer alan gürültü kaynakları nelerdir?

İşaretlediklerinizi en çok rahatsız eden kaynaktan en az rahatsız eden kaynağa gidecek şekilde sıralar mısınız? (En rahatsız eden gürültü kaynağı 1 olacak şekilde)

- ☐ () Üretim gürültüsü (kaynak, kesim, montaj vb. sesler)
- ☐ () Cihaz gürültüsü (Hava kompresörleri vb. gibi cihazların çıkardığı sesler)
- ☐ () İşçilerin faaliyetleri sırasında çıkardığı sesler
- ☐ () Taşıt gürültüsü
- ☐ () Diğer

(Belirtiniz:.....)

3) Çalıştığınız ofis dışında fakat yapı içinde diğer hacimlerden gelen gürültü derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

EK 1. (Devamı)

4) Ofisinize dışardan gelen gürültülerin sizi rahatsız etme derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

5) Çalıştığınız ofis dışındaki seslerin performansınızı etkileme derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

OFİS İÇİ KAYNAKLI GÜRÜLTÜ RAHATSIZLIK DEĞERLENDİRMESİ

1) Çalıştığınız ofis içerisinde yer alan iç mekân gürültü kaynakları nelerdir?

-İşaretlediklerinizi en çok rahatsız eden kaynaktan en az rahatsız eden kaynağa gidecek şekilde sıralar mısınız? (En rahatsız eden gürültü kaynağı 1 olacak şekilde)

- ☐ () Konuşma
- ☐ () Yürüme ve ayak sesleri
- ☐ () Telefon sesleri
- ☐ () Elektrikli aletlerin çıkarttığı ses
- ☐ () Mobilya ve çalışma ünitelerinin sesi
- ☐ () Havalandırma sesleri
- ☐ () Müzik sesi
- ☐ () Diğer
(Belirtiniz:.....)

2) Çalıştığınız ofisin yerleşim düzeninden memnuniyet dereceniz nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

3) Ofis içerisinde bulunduğunuz konumdaki mahremiyet derecesiniz nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

EK 1. (Devamı)

4) Ofisinizin konuşma gizliliği derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

5) Ofisinizdeki seslerin ortamda yankılanma derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

6) Ofisinizi gürültü açısından değerlendirdiğinizde, gürültünün sizi rahatsız etme derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

7) Ofis içindeki seslerin çalışma performansınızı etkileme derecesi nedir?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

8) Ofisinizin içindeki ve/veya dışındaki gürültüden kaynaklı gürültüyü azaltıcı bir önlem alma ihtiyacı hissettiniz mi? (Kulaklık takma vb. gibi)

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

-Cevabınız evet ise hangi sıklıkta önlem alma ihtiyacı hissettiniz?

- ☐ 1 [Az]
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 [Çok]

EK 1. (Devamı)

9) Ofisinizdeki çalışma motivasyonunuzu ve verimliliğinizi arttırmak için gereken minimum akustik konfor nedir?

- ☐ Çok sessiz
- ☐ Sessiz
- ☐ Orta derece sessizlik
- ☐ Sesli ortam
- ☐ Fark etmez

10) Çalışma ortamınızdaki gürültünün psikolojik sağlığınız üzerinde etkileri var mıdır?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

-Cevabınız evet ise bu etkiler nelerdir?

- ☐ Sinirlilik
- ☐ Stres
- ☐ Algılama güçlüğü
- ☐ Uyku problemi
- ☐ Diğer

(Belirtiniz:.....)

11) Çalışma ortamınızdaki gürültünün fiziksel sağlığınız üzerinde olumsuz etkileri var mıdır?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Cevabınız evet ise bu etkiler nelerdir?

- ☐ Baş ağrısı
- ☐ İşitme bozukluğu
- ☐ Diğer

(Belirtiniz:.....)

OFİS GENEL MEMNUNİYET DEĞERLENDİRMESİ

1) Ofisinizi konfor ve kullanılabilirlik açısından nasıl değerlendirirsiniz?

- ☐ Çok kötü
- ☐ Kötü
- ☐ Orta
- ☐ İyi
- ☐ Çok iyi

EK 1. (Devamı)

2) Ofis ortamınızdaki akustik koşulları nasıl değerlendirirsiniz?

- ☐ Çok kötü
- ☐ Kötü
- ☐ Orta
- ☐ İyi
- ☐ Çok iyi

3) Çalışma ofisinizdeki tüm faktörler (ısı, gürültü, havalandırma, çalışma alanı, vb.) göz önüne alındığında çalışma koşullarını nasıl değerlendirirsiniz?

- ☐ Çok kötü
- ☐ Kötü
- ☐ Orta
- ☐ İyi
- ☐ Çok iyi

4) Tercih hakkınız olsaydı hangi tip ofisi çalışma alanı olarak seçerdiniz?

- ☐ Açık planlı ofis
- ☐ Hücre (bireysel) ofis