

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUTLARDAKİ AKUSTİK PERFORMANS SINIFLARININ ÖZNEL VE
NESNEL DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda KULAK

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUTLARDAKİ AKUSTİK PERFORMANS SINIFLARININ ÖZNEL VE
NESNEL DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Seda KULAK
502161515**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Nurgün BAYAZIT

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502161515 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Seda KULAK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “KONUTLARDAKİ AKUSTİK PERFORMANS SINIFLARININ ÖZNEL VE NESNEL DEĞERLENDİRMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Nurgün BAYAZIT**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Cem ALTUN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mine AŞÇIGİL DİNÇER
Bahçeşehir Üniversitesi

Teslim Tarihi : 30 Nisan 2019
Savunma Tarihi : 10 Haziran 2019





Aileme ve yol arkadaşıma,



ÖNSÖZ

Tez çalışmam ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, tecrübelerinden faydalandığım tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Nurgün BAYAZIT'a teşekkürü borç bilirim.

Teknik ekipman desteklerinden ötürü PRO-PLAN Proje Mühendislik'e teşekkür ederim. İşitme testlerinin yapılması sürecindeki yardımları ve anlayışları için İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Odyoloji Bölümü'ne ve bölüm başkanı Prof. Dr. Ahmet ATAŞ'a teşekkür ederim. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi kayıt stüdyolarını kullanmama imkan sağlayan fakülte dekan yardımcısı Doç. Dr. Musa ŞAHİN'e ve yardımları için teknik ekibine teşekkür ederim. İstatistiksel analizler aşamasında bilgisini ve yardımını esirgemeyen Doç. Dr. Emrah ACAR'a teşekkür ederim.

Ayrıca bu süreçteki görüşleri ve yardımları için değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım Dilara DEMİR'e, Ayça ŞENTOP'a, Bilge ŞAN ÖZBİLEN'e, Cem BAÇCIOĞLU'na ve kıymetli meslektaşım Kezban ÇOKTAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde beraber çalıştığımız, başta dekanım Prof. Dr. K. Kutgün EYÜPGİLLER'e ve tüm çalışma arkadaşlarıma yardımları ve anlayışları için teşekkür ederim.

Ve belki de teşekkürün en büyüğünü, tanıdığım ya da tanımadığım fakat bilime katkıda bulunmak adına anket veya dinleme testine katkı sunan tüm katılımcılarıma borçluyum.

Son olarak, sadece üç senelik yüksek lisans hayatımda değil tüm yaşamım boyunca bana inanıp, desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için başta annem Zehra KULAK'a, babam İsmal KULAK'a, ablam Sevil KULAK'a ve yol arkadaşım Can DALKILIÇ'a yürekten teşekkür ederim.

Haziran 2019

Seda Kulak
(Mimar)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GÜRÜLTÜ.....	5
2.1 Gürültü Kavramı	5
2.2 Gürültü Kaynakları.....	5
2.2.1 Yapı dışı çevre gürültüleri.....	6
2.2.2 Yapı içi çevre gürültüleri	7
2.3 Gürültü Rahatsızlığı	7
2.3.1 Gürültü rahatsızlığı tanımı ve etkili faktörler	7
2.3.1.1 Akustik ve fiziksel çevre faktörleri	7
2.3.1.2 Kişisel faktörler.....	8
2.3.2 Gürültü rahatsızlığı değerlendirme metotları	8
2.3.2.1 ISO/TS 15666'ya bağlı değerlendirme	8
2.3.2.2 Alan çalışmasına bağlı değerlendirme	12
2.3.2.3 Laboratuvar çalışmasına bağlı değerlendirme	14
2.3.2.4 COST Action TU0901 çalışması	18
3. BİNALARIN GÜRÜLTÜYE KARŞI KORUNMASI HAKKINDA YÖNETMELİK.....	23
3.1 Yönetmelik Sınır Değerleri	24
3.1.1 Akustik performans sınıfları	24
3.1.2 İç gürültü sınır değerleri.....	25
3.1.3 Reverberasyon sınır değerleri	25
3.1.4 Ses yalıtım sınır değerleri	28
3.2 Avrupa'da Ses Yalıtım Yönetmeliği	29
4. METODOLOJİ.....	33
4.1 Çalışmanın Kavramsal Modeli.....	33
4.2 Alan Çalışması	34
4.2.1 Sosyal anket çalışması	34
4.2.2 Gürültü ölçüm ve kayıtları	38
4.3 Laboratuvar Çalışması.....	39
4.3.1 Ses kliplerinin oluşturulması.....	39
4.3.2 Dinleme testi	41
5. BULGULAR.....	49

5.1 Alan Çalışması Bulgular.....	49
5.1.1 Sosyal anket çalışması bulgular	49
5.1.1.1 Demografik bulgular	49
5.1.1.2 Öznel gürültü değerlendirmesi	49
5.1.2 Gürültü ölçüm ve kayıtları bulgular	61
5.2 Laboratuvar Çalışması Bulgular	63
5.2.1 Demografik bulgular	63
5.2.2 İç gürültü seviyesi değerlendirmesi.....	67
5.2.3 Ses yalıtımı değerlendirmesi	78
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	91
ÖZGEÇMİŞ	105



KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
COST	: European Cooperation in Science and Technology
END	: Environmental Noise Directive-Çevresel Gürültü Direktifi
EU	: European Standard
GD	: Gazbeton Duvar
ISO	: International Organization for Standardization
KD	: Kartonlu Alçı Levha Kaplı Duvar
MP3	: Dijital ses dosyası formatı
SPL	: Sound Pressure Level
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
STC	: Sound Transmission Class
TD	: Tuğla Duvar
TS	: Türk Standartları
WG	: Çalışma Grubu
WHO	: World Health Organization- Dünya Sağlık Örgütü



SEMBOLLER

a_w	: Ağırlıklı ses yutuculuk katsayısı
bit	: Ses kaydı alınan örneğin en küçük veri boyutu birimi
dB	: Desibel
dBA	: A ağırlıklı ses basınç seviyesi
$D_{nT,w}$	: Ağırlıklı standardize edilmiş düzey farkı
Hz	: Saf ton ses dalgasının saniyedeki titreşim sayısını gösteren birimi
I_i	: Ortalama darbe sesi yalıtım değeri
$L'_{n,w}$	: Ağırlıklı normalize edilmiş darbe sesi basınç seviyesi
$L'_{nT,w}$	: Ağırlıklı standardize edilmiş darbe sesi basınç seviyesi
L_{Aeq}	: A ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi
$L_{AF,max}$	: A ağırlıklı en yüksek ses basınç düzeyi
L_{eq}	: Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi
L_{gag}	: Gündüz-akşam-gece düzeyi
n	: Sayı
p	: Probability- olasılık
r	: Korelasyon katsayısı
R'_w	: Ağırlıklı görünür ses azaltma indisi
R^2	: Determinasyon katsayısı
R_w	: Ağırlıklı ses azaltım indisi
T	: Reverberasyon süresi
wav	: Dijital ses dosyası formatı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Gürültü düzeylerinin yarattığı etki açısından derecelendirilmesi (Benn, 2000; Demirkale, 2007).	8
Çizelge 2.2 : Sosyal ve sosyo-akustik anketlerden elde edilen ve bilimsel raporlara aktarılabacak asgari bilgiler (ISO/TS 15666, 2003; Kurra, 2009).	11
Çizelge 3.1 : Mekanların akustik performans sınıflandırmasının dayandığı öznel değerlendirmeler (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).	26
Çizelge 3.2 : Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekan içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).	27
Çizelge 3.3 : Farklı bina tiplerinde komşu hacimler arasında sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri ($D_{nT,A1,2}$, dB) (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).	30
Çizelge 3.4 : 24 Avrupa ülkesinde konutlar arasındaki ses yalıtımının değerlendirilmesinde kullanılan ses yalıtım metrikleri (Rasmussen, 2010; Rasmussen ve Rindel, 2010).	32
Çizelge 4.1 : Sosyal anket araştırmasının birinci sayfası.	36
Çizelge 4.2 : Sosyal anket araştırmasının ikinci sayfası.	37
Çizelge 4.3 : Tuğla (TD), gazbeton (GD), kartonlu alçı levha kaplı (KD) duvarlar için $R_w - D_{nT,A}$ dönüşümü.	42
Çizelge 4.4 : Yapı malzemelerinin, kalınlık, yoğunluk, elastisite modülü, kayıp faktörü ve poisson oranı değerleri (Aksoylu ve diğ., 2016; Kurra ve Demirel, 2013).	43
Çizelge 4.5 : Dinleme testi 1. bölüm, ses düzeyi ve sıfat çiftlerinin değerlendirilmesi soruları.	45
Çizelge 4.6 : Dinleme testi 1. bölüm gürültü rahatsızlığı değerlendirme soruları.	46
Çizelge 5.1 : Gürültü tiplerinin 11’li Likert ölçeğinde (0-10) rahatsızlık açısından değerlendirilmesi.	51
Çizelge 5.2 : Hava, darbe ve hava+darbe kaynaklı gürültülerin rahatsızlık değerlendirilmelerinin ortalamaları.	54
Çizelge 5.3 : Veri setine uygulanan normalite testi sonuçları.	56
Çizelge 5.4 : Genel rahatsızlık ve demografik değişkenlerin ilişkisi.	57
Çizelge 5.5 : Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık ve demografik değişkenlerin ilişkisi.	57
Çizelge 5.6 : Korelasyon analizi: genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi, sese karşı hassasiyet.	58
Çizelge 5.7 : İllere göre gürültü rahatsızlığı veri setine uygulanan normalite testi sonuçları.	59
Çizelge 5.8 : Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi, sese karşı hassasiyet ve il değişkeninin ilişkisi.	59

Çizelge 5.9 : Referans konuttaki yaşama alanına ait T değerleri (H:hoparlör M:mikrofon pozisyonu).	61
Çizelge 5.10 : Gürültü kaynaklarının ölçülen L_{Leq} , $L_{LF,max}$, $L_{LF,min}$ değerleri.	62
Çizelge 5.11 : Dinleme testi kişisel bilgilere ilişkin demografik bulgular.	64
Çizelge 5.12 : Bağımlı değişkenlerin normalite testi sonuçları.	70
Çizelge 5.13 : Ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi, çalışırken rahatsız değerlendirme ve doğru cevap sayısı ilişkisi.	71
Çizelge 5.14 : İç gürültü rahatsızlığının 3 kademeli incelenmesi.	72
Çizelge 5.15 : 12 sıfat çiftinin 9 iç gürültü tipi için ortalama değerleri sıralaması. ..	73
Çizelge 5.16 : Psikoakustik parametreler ve sıfat kategorileri arasındaki korelasyon katsayıları.	76
Çizelge A.1 : COST TU0901 Türkçe'ye çevrilmiş sosyo-akustik anket formatı (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c; Url-3).	92
Çizelge B.1 : Akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017). (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c; Url-3).	94
Çizelge B.2 : Farklı bina tiplerinde kaynak odası döşemelerinde sağlanacak en yüksek darbe sesi düzeyleri ($L'_{nT,w}^{-1}$, dB) (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).	925
Çizelge F.1 : Literatürdeki ve kaydı alınan yüksek sesli konuşma spektrumu karşılaştırılması.	102

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Bina yapım bilgisi, öngörülen/tasarlanan ses yalıtımı, alan ölçümü ve kullanıcı değerlendirmesi korelasyonu (Rasmussen, 2010).....	2
Şekil 1.2 : İnsan ses algısının basitleştirilmiş gösterimi (NT ACOU 111, 2002).....	3
Şekil 2.1 : 3 Avrupa ülkesinde gürültü kaynaklarının rahatsızlık değerlendirmesi (Berg, 2004).	6
Şekil 2.2 : Sözel ölçek kartı (ISO/TS 15666, 2003).	10
Şekil 2.3 : Sayısal ölçek kartı (ISO/TS 15666, 2003).....	10
Şekil 3.1 : 24 Avrupa ülkesinin tahmini eş değer R'_w değerleri(Rasmussen, 2010; Rasmussen ve Rindel, 2010).	31
Şekil 3.2 : 24 Avrupa ülkesinin tahmini eş değer $L'_{n,w}$ değerleri (Rasmussen, 2010; Rasmussen ve Rindel, 2010).	32
Şekil 4.1 : Çalışmanın kavramsal modeli.	35
Şekil 4.2 : Referans konutun panoramik görüntüsü.....	38
Şekil 4.3 : Örnek hoparlör ve mikrofon pozisyonu.	38
Şekil 4.4 : Ölçüm yapılan hoparlör ve mikrofon pozisyonları.	39
Şekil 4.5 : İşitme testinin yapılma anından görüntüler.	44
Şekil 4.6 : Green Box stüdyonun planı ve dinleme testi anından görüntüler.	44
Şekil 4.7 : Dinleme testi 2.bölüm ses yalıtımı değerlendirme soruları.....	47
Şekil 5.1 : Anket formunu yanıtlayan katılımcıların, cinsiyet, yaş, medeni durum, çalışma zamanı, ikamet süresi, hane halkı büyüklüğü verilerine göre dağılımı.	50
Şekil 5.2 : Gürültü tiplerinin rahatsızlık değerlendirilmelerinin 11'li Likert ölçeğe (0-10) karşılık gelen yüzdesel dağılımı.....	52
Şekil 5.3 : Katılımcıların, genel rahatsızlık , kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değerlendirilmelerinin 11'li Likert ölçeğe (0-10) karşılık gelen yüzdesel dağılımı. .	55
Şekil 5.4 : Dinleme testi gürültü rahatsızlığı ve ses yalıtımına ilişkin sorulara verilen yanıtların dağılımı.	65
Şekil 5.5 : İç gürültü düzeyine ve ses düzeyi, dinlenirken rahatsızlık, çalışırken rahatsızlık, rahatsızlık ortalaması değerlendirmeleri, ortalama cevap sayıları doğrusal regresyon analizi (B, C, D sınıfları için sırasıyla 35, 39, 43 dBA).	69
Şekil 5.6 : Ses düzeyi ve rahatsızlık değerlendirmesinin iç gürültü düzeyine bağlı değişimi (B, C, D sınıfları için sırasıyla 35, 39, 43 dBA).	70
Şekil 5.7 : Yüksek sesli konuşma, çocuk sesi ve tesisat sesine ait anlamsal fark profili.....	75
Şekil 5.8 : Tuğla, gazbeton ve kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sistemlerinin akustik performans sınıflarına bağlı ses düzeyi değerlendirmeleri ($D_{nT,A}$ değeri B, C, D sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB) (TD: tuğla duvar, GD: gazbeton duvar, KD: kartonlu alçı levha kaplı duvar).....	78
Şekil 5.9 : B, C, D, X akustik performans sınıflarına bağlı tuğla, gazbeton ve kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sisteminin ses düzeyi değerlendirmeleri ($D_{nT,A}$	

değeri B, C, D sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB) (TD: tuğla duvar, GD: gazbeton duvar, KD: kartonlu alçı levha kaplı duvar).....	79
Şekil 5.10 : Hava doğuşlu ses yalıtımı ($D_{nT,A}$) ve ortalama ses düzeyi değerlendirilmesi doğrusal regresyon analizi ($D_{nT,A}$ değeri B, C, D sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB).	80
Şekil 5.11 : Ses düzeyi değerlendirmesinin $D_{nT,A}$ 'ya bağlı değişimi (TD: tuğla duvar, GD: gazbeton duvar, KD: kartonlu alçı levha kaplı duvar).	80
Şekil C.1 : Insul hesaplama örneği.	96
Şekil D.1 : Etik kurul raporu.....	97
Şekil D.2 : Araştırmaya gönüllü katılım formu.	98
Şekil E.1 : Odyometri test sonuç örneği.	99
Şekil F.1 : Kaydedilen 10 gürültünün L_{Aeq} spektrumları.....	100
Şekil F.2 : Kaydedilen 10 gürültünün $L_{AF,max}$ spektrumları.	101
Şekil G.1 : Düşey bölücü elemanların R_w grafiği.....	103



KONUTLARDAKİ AKUSTİK PERFORMANS SINIFLARININ ÖZNEL VE NESNEL DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Bina stoklarının önemli bir bölümü konut yapılarından oluşmaktadır. Konut tipolojisinin, temelde korunma, barınma ve beslenme ihtiyaçlarına cevap vermesi beklenir. Temel ihtiyaçların yanı sıra mekanın işitsel, görsel ve ısı konfor açısından da gereksinimleri karşılaması önemlidir. Yapılan çalışmalar yeni jenerasyonlarla beraber, insanların yaşamdan bekledikleri konfor düzeyinde artış olduğunu göstermektedir. İşitsel, görsel ve ısı konfor parametreleri mekan bağlamında incelendiğinde, kullanıcıların işitsel konfor koşullarına daha çok önem verdiği ve genellikle mevcut durumdan rahatsız oldukları görülmektedir. Kapalı mekanlarda işitsel konfor, iç gürültü düzeyi dolayısıyla yapı elemanı ses yalıtım değerleri üzerinden değerlendirilir.

Ülkemizde binalarda uygulanacak ses yalıtımı ile ilgili Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2018) yürürlüktedir. Yönetmelik, 6 (A, B, C, D, E, F) akustik performans sınıfı için sınır değerler tanımlamaktadır. Yeni yapılacak binalarda en az C sınıfının sağlanması zorunlu kılınmıştır.

Avrupa ülkelerinde, havadoğuşlu sesler ve darbe sesleri için ortak göstergelerin ve konutlar için akustik sınıflandırma sisteminin önerilmesi amacıyla 2009 yılında “Sürdürülebilir kentsel yapılar için ses yalıtımı konularının bütünleştirilmesi ve harmonizasyonu” temalı COST Action TU0901 çalışması yürütülmüştür. Ülkemizde uygulanmakta olan Yönetmelikte belirtilen değerler de bu çalışmanın sonuçlarından alınmıştır.

Ses yalıtımı gereksinimlerinin verimli ve etkili bir şekilde karşılanması için bina yapım bilgisi, öngörülen (tasarlanan) ses yalıtımı, bitmiş binadaki ölçülen ses yalıtımı ve bina sakinlerinin değerlendirmeleri arasında yüksek bir korelasyon olmalıdır. İnsan ses algısı ve ses yalıtımı metrikleri arasındaki ilişki, alan ya da laboratuvar çalışmaları üzerinden araştırılmaktadır. Alan çalışmaları, seçilen örneklemdaki yapı elemanlarının ses yalıtım değerlerinin ölçülmesi ve o konuttaki kullanıcıların gürültü rahatsızlığı değerlendirmeleri ile karşılaştırılması üzerinden yürütülür. Laboratuvar çalışmalarında ise, jüriye kulaklık veya hoparlör ile iç gürültü ya da ses yalıtımı ile ilgili bazı sesler dinletilir ve bu sesleri farklı ölçütler açısından (rahatsızlık, ses şiddeti, kabul edilebilirlik, işitilebilirlik, vb.) değerlendirmeleri istenir. Öznel değerlendirme sonuçları ile nesnel veriler arasındaki korelasyon ve doz etkisi aralarındaki ilişkiyi göstermektedir.

Bu tez çalışmasında, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte (2018) tariflenen, konutlar için B, C, D akustik performans sınıfındaki iç gürültü düzeyi ve hava doğuşlu ses yalıtımı öznel olarak değerlendirilmiştir.

250 konut kullanıcısı ile yapılan sosyal anket çalışmasında, Türk toplumunun yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi ve çocuk koşma sesinden en çok rahatsız olduğu görülmüştür. Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi ve çocuk sesi en çok rahatsız olunan hava doğuşlu; çocuk koşma sesi, kapı çarpma sesi ve eşya çekme sesi ise en çok rahatsız olunan darbe kaynaklı komşuluk gürültüleridir. Darbe kaynaklı gürültüler, hava doğuşlu gürültülere göre daha çok rahatsızlık vermektedir. Veri setinin Türkiye genelindeki gürültü rahatsızlığı hakkında fikir vermesi için, sosyal anket çalışması 3 pilot şehir bünyesinde yürütülmüştür. Ankete İstanbul'da 126 kişi, Çorum'da 61 kişi ve Hatay'da 63 kişi katılmıştır. Genel rahatsızlık veya sese karşı hassasiyet il bazında sırasıyla en yüksek Çorum, İstanbul ve Hatay'dadır.

Konutlarda iç gürültü düzeyi değerlendirmesi en çok rahatsız olunan ilk üç hava doğuşlu gürültü (yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi ve çocuk sesi) üzerinden, 35, 39, 43 dBA seviyelerinde toplamda 9 ses parçasıyla yürütülmüştür.

Çalışmanın ses yalıtımı değerlendirmesi kısmında ise düşey yapı elemanlarında tuğla, gazbeton, kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sistemleri incelenmiştir. Seçilen 3 yapım sistemi için B, C, D sınıflarını sağlayan ve inşaat sektöründe sıkça kullanılan (X) katmanlaşma modelleri, Insul ses yalıtımı hesaplama/tahmin programında hesaplanmıştır. Insul programından elde edilen R_w (C ; C_{tr}) değerleri, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği Açıklama ve Uygulama Kılavuzu (2018)'nda, oda boyutları 5 m, hacmi 75 m³'den küçük mekanlar için tanımlanan formüle göre $D_{nT,A}$ değerine dönüştürülmüştür. Ses yalıtım değerleri filtre olarak 80 dB pembe gürültüye uygulanmıştır.

Laboratuvar ortamında 22 jüri 9 sesi iç gürültü rahatsızlığı, ses düzeyi ve anlamsal fark testi açısından değerlendirmiştir. Bu bölümde sesler 1'i aktif diğeri pasif olmak üzere toplamda 2 adet hoparlör aracılığıyla çalınmıştır. Dinleme testinin ikinci bölümünde ise kulak üstü kulaklık vasıtasıyla sesler dinlenilmiştir ve 12 ses parçasını algılanan ses düzeyi açısından değerlendirilmiştir. Dinleme testinden elde edilen öznel değerlendirmeler ile nesnel veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Artan iç gürültü düzeyi ile beraber öznel ses düzeyi değerlendirmesi veya gürültü rahatsızlığı değerlendirmeleri de artmıştır. Aynı gürültü düzeyinde olmalarına rağmen, öznel gürültü rahatsızlığı ya da ses düzeyi değerlendirmesinde çocuk sesi, yüksek sesli konuşma ve tesisat sesi farklı değerlendirilmiştir. Bu fark gürültülerin tonal bileşenlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Yüksek frekans bileşenine sahip sesler (çocuk sesi gibi) insanda daha yüksek ses düzeyi veya gürültü rahatsızlığı algısı oluştururken, alçak frekansa daha yüksek tolerasyon gösterilmiştir. Bu durum bize Yönetmelik değerlerinin sadece iç gürültü düzeyi üzerinden tanımlanmasının günlük hayatta karşılaşılan ses çeşitliliğini tam olarak yansıtmadığını göstermektedir. Ayrıca 3 sınıfın iç gürültü rahatsızlık düzeyi ortalamaları incelendiğinde, jürinin B sınıfını %51,53, C sınıfını %53,06 ve D sınıfını %72,73 oranında rahatsız edici ya da aşırı rahatsız edici değerlendirildiği görülmektedir. Katılımcıların %45,4'nün yapı içi çevre gürültülerine karşı kendilerini hassas olarak tanımlamıştır. Rahatsızlık yüzdelerinin yüksek çıkmasının, jüri profilinin büyük kısmının hassas kişilerden oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu durum Yönetmelik değerlerinin Türk popülasyonunun gürültü rahatsızlığı algısını yansıtmadığının sorgulanması gerekliliğini de gündeme getirmiştir. Ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi arasında yüksek korelasyon

tespit edilmiştir. Bu yüzden dinleme testinin 2. bölümünde test süresini kısaltmak amacıyla sadece öznel ses düzeyi değerlendirmesi yapılmıştır.

Aynı yapım sisteminin farklı yalıtım değerlerine sahip bölücü elemanları arasında algılanan ses düzeyi açısından değişiklik görülmemiştir. Aynı akustik performans sınıfında olan farklı yapım sistemleri arasında da algılanan ses düzeyi açısından değişiklik görülmemiştir. Gürültü olarak kullanılan ve ses yalıtım filtrelerinin uygulandığı pembe gürültü, günlük hayatta karşılaşılan karmaşık komşuluk seslerini tariflemeye yetersiz kalmıştır.

Daha hassas değerlendirmelerin yapılabilmesi için, dinleme testinde açık ya da yarı açık kulak üstü kulaklık kullanılması, laboratuvar arka plan gürültü seviyesinin oldukça düşük olması ve ses kayıt, düzenleme, aktarım ve çalım sistemlerinin frekans cevaplarının çalışmasının amacına uygun olması gerekmektedir.





SUBJECTIVE AND OBJECTIVE EVALUATION OF ACOUSTIC QUALITY CLASSES IN DWELLING

SUMMARY

A significant portion of the building stocks consist of residential buildings. The typology of housing is expected to respond mainly to the needs of protection, housing and nutrition. In addition to basic needs, it is important that the space meets the requirements in terms of audio, visual and thermal comfort. The studies conducted reveal that the comfort level that people expect from life increases with the new generations. When aural, visual and thermal comfort parameters are studied within the context of space, it is observed that users give more importance to aural comfort conditions and that they are generally disturbed by the present situation. Aural comfort is evaluated as interior noise level or over sound insulation values of construction element in enclosed spaces.

Regulation on the Protection of Buildings Against Noise (2018) is in force, concerning the sound insulation to be applied in buildings in Turkey. The regulation defines limit values for 6 (A, B, C, D, E, F) acoustic performance classes. In the new buildings to be constructed, the securing of at least C class was necessitated.

In 2009, COST Action TU0901 ‘The integrating and harmonizing sound insulation aspects in sustainable urban housing constructions’ was conducted in European countries in order to propose harmonized descriptors for airborne and impact sound insulation and propose a European acoustic classification scheme for dwellings. The values stated in the Regulation on the Protection of Buildings Against Noise in Turkey are also taken from the results of this study.

In order to meet the sound insulation requirements efficiently and effectively, there should be a high correlation between the building construction data, predicted/designed sound insulation, measured field sound insulation and the occupants’ evaluation. The relationship between human sound perception and sound insulation metrics is investigated through field or laboratory studies. Field studies are carried out by measuring the sound insulation values of the structural elements in the selected sample and comparing them with the noise annoyance evaluations of the users in that housing. In laboratory studies, the jury is listened to some sounds related to interior noise or sound insulation with headphones or loudspeakers and they are asked to evaluate these sounds in terms of different criteria (annoyance, loudness, acceptability, audibility, etc.). It shows the correlation between subjective evaluation results and objective data and the dose effect.

The aim of this study is to evaluate the interior noise level subjectively which is described in the Regulation on the Protection of Buildings Against Noise (2018) via B, C, D acoustic performance classes for the dwellings. All stages of the study, social

survey, noise measurements and recording of sounds, the creation of sound clips, listening test and the comparison of subjective and objective data serve this purpose.

In a social survey conducted with 250 residential users, it was found that Turkish society was most annoyed by loud speech and shouting, installation sound and running children sound. Loud speech and shouting, installation sound and child sound are the most disturbed airborne; running children sound, door slam sound and moving furniture sound are the most disturbed impact neighborhood noise. Impact-induced noise is more disturbing than airborne noises. To give an idea about the noise annoyance in the data set across Turkey, the social survey was conducted within three pilot cities. 126 people in Istanbul, 61 people in Corum and 63 people in Hatay participated in the survey. General noise annoyance or sensitivity to sound is highest in Corum, Istanbul and Hatay, respectively.

The assessment of the interior noise level in the dwelling was carried out with a total of 9 stimuli at 35, 39, 43 dBA levels over the first three annoyed airborne noise (loud speech and shouting sound, installation sound and child sound).

In the sound insulation assessment part of the study, brick, gas concrete and gypsum board covered wall construction systems were examined. Stratification models, which provide B, C, D classes for the 3 selected construction systems and which are frequently used in the construction sector (X), were calculated in Insul sound insulation calculation / estimation program. The R_w (C; C_{tr}) values obtained from the Insul program were converted into $D_{nT,A}$ according to the formula defined for spaces with a room size less than 5 m and volume less than 75 m³ in the Description and Application Manual of the Regulation on the Protection of Buildings Against Noise (2018). Sound insulation values were applied to 80 dB pink noise as a filter.

In the laboratory, 22 jury evaluated 9 stimuli in terms of interior noise annoyance, sound level and semantic differential test. In this section, sounds are played through 2 speakers as 1 active and 1 passive. In the second part of the listening test, the sounds were heard through the headphones and the 12 stimuli were evaluated in terms of perceived sound level. The subjective evaluations and objective data obtained from the listening test were statistically analyzed.

Increased interior noise level has also increased subjective sound level assessment or noise annoyance assessment. Although they were at the same noise level, child sound, loud speech and installation sound were evaluated differently in subjective noise annoyance or sound level assessment. This difference is due to the difference in the tonal components of the noise. Sounds with a high frequency component (such as a child's sound) create a higher perception of noise or noise annoyance in humans, while higher tolerance to low frequency is shown. This shows us that defining the Regulation values only on the level of interior noise does not fully reflect the diversity of sound encountered in daily life. In addition, when the average noise annoyance level of the 3 classes were examined, it was seen that the jury was evaluated as annoying or extremely annoying by B class 51.53%, C class 53.06% and D class 72.73%. 45.4% of the participants defined themselves as sensitive to environmental noise. The high incidence of annoyance is thought to be due to the fact that the majority of the jury profile consists of noise sensitive persons. In addition, this situation raised the need to question whether the values of the Regulation reflect the perception of noise annoyance of the Turkish population. There was a high correlation between sound level assessment, annoyance assessment when resting and annoyance assessment when working. Therefore, in the second part

of the listening test, only subjective sound level assessment was evaluated in order to shorten the test time.

No difference was observed between the dividing elements of the same construction system with different insulation values in terms of perceived sound level. There was no change in the perceived sound level between different construction systems of the same acoustic performance class. Pink noise, which is used as noise and applied sound isolation filters, is insufficient to describe complex neighborhood sounds encountered in daily life.

In order to make more accurate evaluations, it is necessary to use open or semi-open headphones in the listening test, very low background noise level in the laboratory and the frequency responses of sound recording, editing and playback systems should be suitable for the purpose of operation.





1. GİRİŞ

Akustik konfor, istenmeyen seslerin olmaması, istenen seslerin doğru seviye ve kalitede olması ve diğer insanları rahatsız etmeden akustik aktivitelerin gerçekleştirilebildiği bir ortamı tanımlar (Rasmussen, 2010). Akustik konfor değerlendirmesi, toplumdan topluma değişebileceği gibi bir toplumdaki farklı zamanlarda da değişkenlik gösterebilir. Yapılan çalışmalar yeni jenerasyonlarla beraber, insanların yaşamdan bekledikleri konfor düzeyinde artış olduğunu göstermektedir (Shove, 2003). İşitsel, görsel ve ısı konfor parametreleri mekan bağlamında incelendiğinde, kullanıcıların işitsel konfor koşullarına daha çok önem verdiği ve genellikle mevcut durumdan rahatsız oldukları görülmektedir (Kulak, 2017).

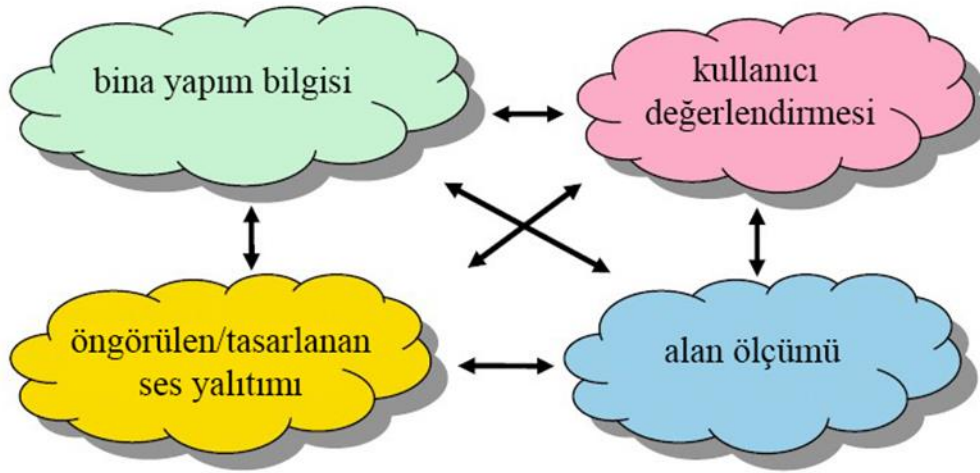
Kapalı mekanlarda işitsel konfor, iç gürültü düzeyi dolayısıyla yapı elemanı ses yalıtım değerleri üzerinden değerlendirilir. Bina akustiğinde; duvarların, döşemelerin ve bina yapı elemanlarının ses yalıtım özellikleri uluslararası standartlara uygun olarak ölçülür ve derecelendirilir. Yalıtım değeri, tek sayı ile derecelendirilebileceği gibi ve bu değer spektrum adaptasyon terimi ile toplamı şeklinde de ifade edilebilir. İç gürültü ise mekan içerisinde bulunan çeşitli kaynaklardan doğan gürültülerin bütünüdür. İç gürültü değerleri alan ölçümleri ile elde edilmektedir ve L_{Aeq} veya $L_{AF,max}$ ile ifade edilir.

Hafif yapı elemanlarının artan kullanımı, konutlarda daha yüksek ses gücüne ve düşük frekans bileşenlerine sahip ses kaynaklarının kullanılmaya başlanması, öncekilere oranla daha fazla gürültü üreten yeni altyapılar ve teknik hizmetler (iklimlendirme sistemleri, vb.) konutlardaki ses yalıtım değerlendirilmesinin revizyonunu gündeme getirmiştir (Rychtarikova ve Horvat, 2014d). Fakat, komşu konutun faaliyetlerinden kaynaklanan hava doğuşlu veya darbe kaynaklı seslerin nasıl değerlendirileceği ve kabul edilebilir rahatsızlık düzeyinin nasıl belirlenebileceği noktasında belirsizlikler bulunmaktadır. Rychtarikova ve Horvat (2014d), her ülkenin ses yalıtım sınır değerlerini belirlemesi ve frekans aralığının düşük frekansları da kapsayacak şekilde genişletmesinin ilk adım olduğunu

belirtmektedir. Bununla birlikte, dinleme testleri araştırma hakkında daha ayrıntılı görüş elde etmek ve optimize edilmiş çözümler bulmak için ikinci aşama olarak görülebilir.

Ülkemizde binalarda uygulanacak ses yalıtımı ile ilgili Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2018) yürürlükte. Yönetmelik, 6 (A, B, C, D, E, F) akustik performans sınıfı için sınır değerler tanımlamaktadır. Yeni yapılacak binalarda en az C sınıfının sağlanması zorunlu kılınmıştır. Yönetmelikte belirtilen değerler “Sürdürülebilir kentsel yapılar için ses yalıtımı konularının bütünleştirilmesi ve harmonizasyonu” temalı COST (European Cooperation in Science and Technology) Action TU0901 (2014) çalışmasından alınmıştır.

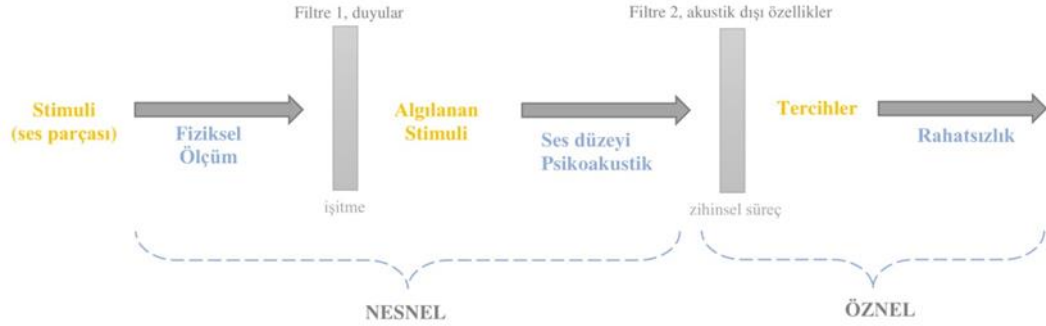
Ses yalıtımı gereksinimlerinin verimli ve etkili bir şekilde karşılanması için bina yapım bilgisi, öngörülen (tasarlanan) ses yalıtımı, bitmiş binadaki ölçülen ses yalıtımı ve bina sakinlerinin değerlendirmeleri arasında, Şekil 1.1’de ifade edildiği gibi yüksek bir korelasyon olmalıdır (Rasmussen, 2010).



Şekil 1.1 : Bina yapım bilgisi, öngörülen/tasarlanan ses yalıtımı, alan ölçümü ve kullanıcı değerlendirmesi korelasyonu (Rasmussen, 2010).

İnsan ses algısı ve ses yalıtımı metrikleri arasındaki ilişki, alan ya da laboratuvar çalışmaları üzerinden araştırılmaktadır. Alan çalışmaları, seçilen örneklemdeki yapı elemanlarının ses yalıtım değerlerinin ölçülmesi ve o konuttaki kullanıcıların gürültü rahatsızlığı değerlendirmeleri ile karşılaştırılması üzerinden yürütülür. Laboratuvar çalışmalarında ise, jüriye kulaklık veya hoparlör ile iç gürültü ya da ses yalıtımı ile ilgili bazı sesler dinletilir ve bu sesleri farklı ölçütler açısından (rahatsızlık, ses şiddeti, kabul edilebilirlik, işitilebilirlik, vb.) değerlendirmeleri istenir. Öznel

değerlendirme sonuçları ile nesnel veriler arasındaki korelasyon ve doz etkisi aralarındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 1.2 : İnsan ses algısının basitleştirilmiş gösterimi (NT ACOU 111, 2002).

İnsan ses algısının basitleştirilmiş gösterimi Şekil 1.2’de verilmektedir. Filtre 1, insanın duyularını (işitme), filtre 2, duyusal algımızdaki zihinsel süreci ifade etmektedir. Tüm bu süreç içerisinde ses parçası 3 noktada ölçülebilir: fiziksel ölçüm (ses basınç düzeyi, ses şiddeti, vb.), jüri ses düzeyi / psikoakustik parametre değerlendirmesi ve rahatsızlık değerlendimesi (NT ACOU 111, 2002).

Dinleme testleri tercih edilen değerlendirme kriterine bağlı olarak öznel ve nesnel olarak ikiye ayrılır. Nesnel testlerde insan duyusu ölçme aracı olarak kullanılır ve jüri dinlediği sesi herhangi bir rahatsızlık/beğeni/hoşnutsuzluk ifade etmeden ses düzeyi ya da psikoakustik parametreler açısından değerlendirir. Öznel testlerde ise amaç, sesin kişide oluşturduğu rahatsızlık seviyesinin belirlenmesidir. Dinleme testi kurgusu oluşturulurken bu ayırma dikkat edilmesi ve amaca yönelik tercih yapılması önemlidir (NT ACOU 111, 2002).

COST Action TU0901 (2014) çalışması sonucunda, konutlardaki komşuluk gürültülerinden olan rahatsızlığın araştırılması için standart sosyo-akustik anket formatı ve dinleme testi süreci için metodoloji önerileri geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasında da, sosyal anket çıktıları dinleme testinin girdisi olacak şekilde, beraber kurgulanarak yeni bir yaklaşım önerisi ortaya konmaktadır.

Dinleme testi aşamasına geçilmeden önce, Türk popülasyonunun gürültü rahatsızlığı profilinin tanımlanması ilk aşama olarak görülmüştür. 250 katılımcının, 15 gürültü kaynağı arasından en çok rahatsız olduğu ilk 3 hava doğuşlu ses, dinleme testinin kapsamını oluşturmaktadır. Düşey yapı elemanlarının hava doğuşlu ses yalıtım değerleri ise tuğla, gazbeton ve levha kaplı duvar açısından değerlendirilmiştir. Dinleme testinin ilk bölümünde iç gürültü düzeyi değerlendirmesi hem öznel hem

nesnel dinleme testi olarak kurgulanırken; ses yalıtımının değeriendirildiğı 2. bölüm, test süresini kısaltmak amacıyla sadece nesnel dinleme testi olarak kurgulanmıştır.

Bu araştırmanın amacı, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte (2018) tariflenen, konutlar için B, C, D akustik performans sınıfındaki iç gürültü düzeyi ve hava doğuşlu ses yalıtımını öznei olarak değeriendirmektir. Çalışmanın tüm aşamaları, sosyal anket, gürültü ölçüm ve kayıtları, ses kliplerinin oluşturulması, dinleme testi, öznei ve nesnel verilerin karşılaştırılması bu amaca hizmet etmektedir.



2. GÜRÜLTÜ

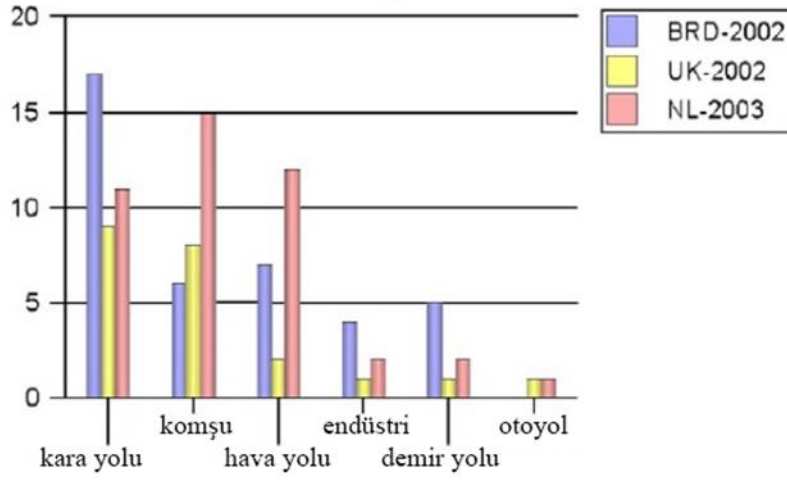
2.1 Gürültü Kavramı

“Gürültü, birbiriyle uyumlu tonal bileşenleri bulunmayan, karmaşık yapılı ve genelde yüksek düzeyli, insan-toplum sağlığı ve konforu açısından çeşitli riskler yaratan veya hoş gitmeyen ses toplulukları” olarak tanımlanmaktadır (Kurra, 2009). Gürültü düzeyi sağlığa zarar verecek kadar yüksek düzeyde olmasa bile, rahatsız edici özelliğinden dolayı mutlaka kontrol edilmesi gerekir (Özgüven, 2008).

2.2 Gürültü Kaynakları

Günümüz kent karmaşasında insan üzerinde etkisi olan birçok gürültü türü bulunmaktadır. Kaynak ve alıcının çevresel konumlarına ve gürültünün yayılma yollarına bağlı olarak, çevre gürültülerini, yapı dışı çevre gürültüleri ve yapı içi çevre gürültüleri olarak sınıflandırmak mümkündür (Kurra, 2009).

1950’lerden sonra inşa edilmiş çok katlı konutları inceleyen Hongisto ve diğ. (2014) çevresel gürültünün 55 dB’yi (desibel) aştığı bölgelerde yapı dışı çevre gürültülerinden olan karayolu trafik gürültüsünün, çevresel gürültü seviyesinin düşük olduğu alanlarda ise yapı içi çevre gürültülerinden birisi olan komşuluk seslerinin en rahatsız edici ses olduğunu görmüştür. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) tarafından 3 Avrupa ülkesinde (İngiltere, Almanya, Hollanda) 8500 kişi ile yürütülen araştırmada, farklı gürültü kaynakları rahatsızlık açısından değerlendirilmiştir (Berg, 2004). Trafik gürültüsünün en rahatsız olunan ses olduğu ve komşuluk gürültüsünün ise 2. sırada onu takip ettiği görülmüştür. Şekil 2.1’de katılımcı cevaplarının yüzdeleri ülke bazında gösterilmektedir. 50 milyondan fazla Avrupalı günlük yaşamda komşuluk gürültüsünün olumsuz etkileri ile karşı karşıyadır.



Şekil 2.1 : 3 Avrupa ülkesinde gürültü kaynaklarının rahatsızlık değerlendirmesi (Berg, 2004).

2.2.1 Yapı dışı çevre gürültüleri

Yapı dışı çevre gürültüleri, daha çok ulaşım gürültüleri, endüstri gürültüleri, yapım-inşaat gürültüleri, insan ve etkinliklerinden doğan, eğlence ve ticari amaçlı gürültülerdir.

Avrupa’da çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi ile ilgili 2002 yılında Çevresel Gürültü Direktifi (Environmental Noise Directive- END) yayınlanmıştır. Direktifin amacı, çevresel gürültüden kaynaklı maruz kalınan seviyelerin belirlenmesi, kamoyunun bu konuda bilgilendirilmesi, gürültü seviyelerinin azaltılması ve makul seviyede olan yerlerin ise korunmasıdır (Url-1).

Ülkemizde, yapı dışı çevre gürültüleri ile ilgili T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 27601 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2010) yürürlükte. Yönetmelik kapsamında, yerleşim yerleri, karayolları, demiryolları ve hava alanları için gürültü düzeylerini ve bu düzeylere maruz kalan konut, okul, hastane ve nüfus sayısını gösteren gürültü haritaları hazırlanmaktadır. Bu harita sonuçları esas alınarak, özellikle çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açtığı yerler ile çevresel gürültü kalitesinin korunması gerekli olduğu yerlerde, gürültünün kontrol altına alınmasına yönelik eylem planları hazırlanmaktadır.

2.2.2 Yapı içi çevre gürültüleri

Yapı içi çevre gürültüleri, konut yapılarında komşuluk sesleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri ile sirkülasyon sistemleri gürültülerinden oluşur.

Dış duvarlarda özellikle termal kaygılar sebebiyle yapılan aşırı yalıtımlar, trafik gürültüsü gibi sabit (stationary) seslerin, konutta yarattığı maskeleyme etkisini ortadan kaldırarak; komşu konuttan gelen durağan olmayan (nonstationary), anlamlı ve dolayısıyla daha hassas olunan seslerin algılanmasına neden olmaktadır (Rychtarikova ve Horvat, 2014d).

Ülkemizde binalarda uygulanacak ses yalıtımı ile ilgili T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 30082 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017) yürürlükte olup binalarda uygulanacak ses yalıtımı sınır değerlerini vermektedir.

2.3 Gürültü Rahatsızlığı

2.3.1 Gürültü rahatsızlığı tanımı ve etkili faktörler

Gürültüye bağlı rahatsızlık (noise-induced annoyance) bir kişinin gürültüye karşı gösterdiği bireysel reaksiyon olarak tanımlanmaktadır. Bu reaksiyon memnun olmama, rahatının bozulması ve huzursuzluk olarak kendini gösterebilir (ISO (International Organization for Standardization) /TS (Türk Standartları) 15666, 2003). Gürültüden kaynaklanan rahatsızlık, gürültü, diğer fiziksel, kişisel, psikolojik, sosyo ekonomik ve fiziksel olmayan değişkenlerle ilişkili karmaşık bir konudur (NT ACOU 111, 2002).

1971’de Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gürültüyü insan sağlığına karşı ana tehdit unsuru olarak tanımlamıştır. Ayrıca, WHO’nun yayınladığı 2018 tarihli Çevresel Gürültü Kılavuzu (Environmental Noise Guidelines) revizyonunda, insanların sağlık açısından çevresel gürültüye karşı korunması gerektiği üzerinde durulmaktadır (Url-2).

2.3.1.1 Akustik ve fiziksel çevre faktörleri

Gürültü rahatsızlığının bağlı olduğu akustik faktörler, ses basınç düzeyi ve zamana göre değişimi, tepe düzeyler, tonal bileşenler ve genel spektral özellik, gürültü olaylarının sayısı, süresi ve arka plan gürültüleridir (Kurra, 2009). Yarattığı olumsuz

etkilere bağı olarak gürültü düzeyleri Çizelge 2.1’de gösterildiği gibi derecenlendirilmektedir (Benn, 2000; Demirkale, 2007).

Çizelge 2.1 : Gürültü düzeylerinin yarattığı etki açısından derecelendirilmesi (Benn, 2000; Demirkale, 2007).

Derece	Gürültü Düzeyi	Etkiler
1.derece	L= 30 dB(A) - 65 dB(B)	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, konsantrasyon ve uyku bozukluğu
2.derece	L= 65 dB(B) - 90 dB(B)	Fizyolojik tepkiler, kan basıncının artması, kalp atışı ve solunumun hızlanması, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler
3.derece	L= 90 dB(B) - 120 dB(B)	Fizyolojik tepkilerin artması, baş ağrıları
4.derece	L> 120 dB(B)	İç kulakta sürekli hasar ve dengenin bozulması
5.derece	L> 140 dB(B)	Ciddi beyin tahribatı

Gürültünün yayılma ortamındaki fiziksel çevre faktörleri, iklimsel koşullar, rüzgar yönü ve hızı, topografik durum, yerleşim türü, dış çevredeki engeller ve yansıtıcı yüzeyler, zemin kaplaması, bitki örtüsü ve yapıların ses yalıtım özellikleri gürültü düzeylerini doğrudan, gürültü rahatsızlığını ise dolaylı yünden etkilemektedir (Kurra, 2009).

2.3.1.2 Kişisel faktörler

Bireylerin kişisel özellikleri, öznel tepkileri etkilemektedir (NT ACOU 111, 2002). Kişisel faktörler; cinsiyet, yaş, sosyo-ekonomik durum, eğitim durumu, görsel etkilenme, gürültünün kişi için anlamı, gürültü kaynağına ekonomik bağımlılık, etkilenme sırasında yaptığı eylem ve eyleme bağı iş, çevreye ve gürültüye karşı duyarlılık, yaşanan yapının tipi ve büyüklüğü, incelenen gürültüye maruz kalma süresi, daha önceki gürültü etkilenme deneyimleri, yaşadığı yerin sahibi ya da kiracısı olma durumu, toplumsal otoriteye güven, şikayetlerin etkililiği, çaresizce gürültü ile yaşama zorunluluğu gibi çok çeşitlidir (Kurra, 2009).

2.3.2 Gürültü rahatsızlığı değerlendirme metotları

2.3.2.1 ISO/TS 15666’ya bağı değerlendirme

ISO/TS 15666 (2003) “Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys” sosyal ve sosyo-akustik anketlerde sorulması gereken soruları, değerlendirme ölçütlerini, çalışmanın sürecini ve sonuçların

raporlanmasını açıklayan standarttır. Sadece konutlardaki gürültü rahatsızlığı (annoyance) hakkında bilgi edinmek için yapılan anket çalışmalarını kapsamaktadır.

ISO/TS 15666'da (2003) gürültüye bağlı rahatsızlık (noise-induced annoyance) bir kişinin gürültüye karşı gösterdiği bireysel reaksiyon olarak tanımlanmaktadır. Gürültü kaynaklı rahatsızlığın değerlendirildiği ve ölçülen ya da hesaplanan gürültü değerlerinin de kişinin maruz kaldığı evsel ortamın analizinde kullanıldığı çalışmalar sosyo-akustik anket kapsamına girmektedir. Gürültü rahatsızlığının sadece anket yoluyla tayin edildiği çalışmalar ise sosyal anket kapsamında değerlendirilmektedir.

Standartta sözel ve sayısal olmak üzere 2 soru biçimi açıklanmaktadır. Sözel değerlendirmede; "Yaklaşık son on iki ayı düşündüğünüzde, (gürültü kaynağından) gelen gürültü, burada evinizdeyken sizi ne kadar rahatsız etmektedir?" sorusu yöneltilip, katılımcılardan "değil, hafifçe, orta derecede, çok, hiç feci şekilde" kelimelerinden birisini seçmeleri beklenmektedir. Sayısal değerlendirmelerde ise öncelikle değerlendirme ölçeğinin açıklandığı giriş kısmı bulunur; "Şimdi, evinizdeyken (...) gürültüsünün sizi ne kadar rahatsız ettiğini "sıfır" ile "on" arasında sayılarla gösteren bir ölçek verilmektedir. Eğer hiç rahatsız değil seniz "sıfır"ı seçiniz, eğer feci şekilde rahatsız iseniz "on" u seçiniz, bunların arasında iseniz "sıfır" ile "on" arasında bir sayı seçiniz. " Soru bölümünde ise katılımcılara "Yaklaşık son 12 ayı düşünerek (.....) gürültüsünden olan rahatsızlığınızı "sıfır"dan "on"a kadar hangi sayı en iyi gösterir?" sorusu yöneltilmektedir (ISO/TS 15666, 2003).

ISO/TS 15666 (2003) anket çalışmalarında, her soru için iki soru tipinin de kullanılmasını önermektedir. Sözel ölçek net ve anlaşılır bir iletişim sağlar. Sayısal ölçek, katılımcının cevabının tutarlılığının kontrol edilebilirliği açısından önemlidir. Aynı zamanda çok ırklı toplumlarda veya uluslararası çalışmalarda sayısal ölçek kullanmak avantajlı olacaktır. Birden fazla ölçüt kullanılmasının psikometrik ölçümlerin güvenilirliğini artıracak ifade edilmektedir. Ayrıca katılımcıların gürültüyü duyup duymadığı ya da ikamet süresi gibi soruların yanıtlayıcı dışlama sorusu olarak kullanılmaması gerektiği vurgulanmaktadır. Rahatsızlık değerlendirmesi sorularına başlamadan önce, katılımcılara gürültüden rahatsız olup olmadıklarının sorulmaması, yalnızca sözel ve/ya sayısal ölçeklerin kullanılması önerilmektedir (ISO/TS 15666, 2003).

Çalışmada, katılımcılara sözel ve/ya sayısal soruların değerlendirme ölçeğini ifade eden kartlar gösterilmektedir. Kartlar, sözel ölçek soruları için kullanılıyorsa, Şekil 2.2’deki gibi kelimler alt alta ve numarasız olarak sıralanmalıdır. Sayısal kartlarda ise 0 “hiç değil” , 10 ise “feci şekilde” kelimelerini ifade eder durumda, Şekil 2.3’teki gibi rakamların üzerine konumlandırılmalıdır (ISO/TS 15666, 2003).

KART A-SÖZEL
DEĞİL HAFİFÇE ORTA DERECEDE ÇOK HİÇ FECİ

Şekil 2.2 : Sözel ölçek kartı (ISO/TS 15666, 2003).

KART A-SAYISAL										
DEĞİL HİÇ FECİ										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Şekil 2.3 : Sayısal ölçek kartı (ISO/TS 15666, 2003).

Standarta göre, anket sorularının sonuçları her bir gürültü tipi için frekans ya da kümülatif dağılım olarak verilmelidir. İhtiyaç duyulması halinde özetleyici istatistikler, ortalama (mean), ortanca (median) ya da belirli bir rahatsızlık derecesine kadar rahatsız olan katılımcıların yüzdesi verilebilir. Sayısal veya sözel ölçekte yüksek rahatsızlık tanımlamasının hangi aralığa denk geldiği, sonuçların frekans dağılımına bağlıdır ve alt/üst limit araştırmacı tarafından belirlenebilir (ISO/TS 15666, 2003).

Çizelge 2.2’de sosyal ve sosyo-akustik anketlerden elde edilen ve bilimsel raporlara aktarılacak asgari bilgiler belirtilmektedir. Burada yer alan bilgiler, çalışmanın diğer çalışmalar ile karşılaştırılabilmesi için oldukça önemlidir (ISO/TS 15666, 2003).

ISO/TS 15666 (2003)’ün A numaralı ekinde, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki soru türü açıklanmaktadır. Gürültü kaynağının belirtildiği ve katılımcıların bu gürültü kaynağına karşı olan tavırlarının sorulduğu tip doğrudan sorular olarak tanımlanır ve gürültü-rahatsızlık arasındaki ilişkinin ana belirleyicisidir. Dolaylı sorular gürültünün gizli etkilerini belirlemeye çalışır ve yalnızca insanların gürültü hakkında nasıl hissettiğini yorumlamak için kullanılabilir.

Çizelge 2.2 : Sosyal ve sosyo-akustik anketlerden elde edilen ve bilimsel raporlara aktarılacak asgari bilgiler (ISO/TS 15666, 2003; Kurra, 2009).

Çalışma	Madde	Konu	Gerekli bilgi
Toplam tasarım	1	Tarih	Sosyal çalışmanın yılı ve ayı
	2	Çalışma alanı yeri	Ülke ve kent
	3	Bölge seçimi	Çalışma periyodu ve yerlerin özelliğine ilişkin önemli ve olağandışı özellikler Çalışılan bölge ve yerlere ilişkin haritalar
	4	Bölge alanı	Yer ve bina seçiminin nedenleri Seçilen yer ve dışlama ölçütü
	5	Çalışmanın amacı	Çalışma bölgesi sayısı Bölgelere göre yanıtlayıcı seçimi Orijinal çalışmanın hedefleri
Örnekleme	6	Örnek seçimi	Yanıtlayıcı örneklerin seçim metodu (olabilirlik, yargısal, vb.) Yanıtlayıcı dışlama ölçütü (yaş, cinsiyet, çevrede yaşadığı süre, vb.)
	7	Örnek büyüklüğü ve kalitesi	Yanıt miktarı Yanıtlamayanların nedenleri
Sosyal anket veri toplama	8	Anket yöntemi	Anket yöntemi (yüz yüze, telefonla, vb.)
	9	Soru cetveli sözcükleri	Ön anketlerde sorular (yanıt alternatifleri ile birlikte)
	10	Örnek tahminin doğruluğu	Temel analizlerde kullanılan yanıt sayısı
Akustik koşullar	11	Gürültü kaynağı	Ana gürültü kaynağı tipi (uçak, yol trafiği, vb.) Kaynağa ilişkin işlemlerin sayısı (hesaba katılan veya katılmayan) Gürültü kaynağını tanımlayan protokoller (ör: en düşük düzey, işlemler)
	12	Gürültü ölçüm birimleri (metrikleri)	ISO 1996-1, ISO 1996-2, ISO 1996-3 veya ISO 3891'e göre bildirilen gürültü birimi (göstergesi) nin tanımı - Tüm yerler için $L_{Aeq,24h}$, L_{dn} ve L_{den} (veya diğer bir zaman periyodu için L_{Aeq}) değerlerinin verilmesi - Çalışmada kullanılan metrikten çalışma koşullarındaki $L_{Aeq, 24h}$, L_{dn} ve L_{den} karşılıklarına dönüştürmek kuralları - Dönüştürme kurallarının yeterliliğinin tartışılması - Darbelilik ve tonal düzeltim değerlerinin gösterimi
	13	Zaman süresi	Gürültü göstergesinin kapsadığı saatler Gürültü göstergesinin kapsadığı süre (aylar, yıllar)
	14	Tahmin/ ölçüm süresi	Kullanılan tahmin yöntemi (modelleme, örnek zamanlarda ölçümler)
	15	Referans noktaları	Ölçüm noktalarının gürültü kaynağına ve yansıtıcı yüzeylere göre konumu En gürültülü cephe için mevcut gürültü düzeyi (yansıtıcı yüzeylerin hesaba katılıp katılmadığı belirtilecektir)
	16	Gürültü tahmininin doğruluğu	Gürültü tahminlerinin doğruluğu konusunda saplanan bilgiler
Temel doz/etki analizi	17	Doz/etki ilişkileri	Gürültü düzeyinin her kategorisi için rahatsızlık derecelerinin sıklığının (frekansının) tabloda gösterilmesi

Bu tip sorularda, bir gürültü kaynağı bulunmaz veya katılımcıların şikayet eylemlerini veya davranışsal tepkileri bildirdikleri sorulara yer verilir. Dolaylı sorular, doğrudan sorulara göre gürültüye maruz kalma ile daha az ilgilidir ve analiz edilmesi daha zordur. Açık uçlu sorular, katılımcıların kendi cevaplarını vermelerine imkan sağladığı için, sonuçların karşılaştırması aşamasında güçlükler yaşanabilmektedir.

2.3.2.2 Alan çalışmasına bağlı değerlendirme

Konutlardaki gürültü rahatsızlığını konu alan çalışmaları, yıllar içerisinde birçok farklı yöntemle yapılmıştır. Bu bölümde, konutlardaki gürültünün alan çalışması yöntemi ile değerlendirildiği bazı çalışmaların özetine yer verilmiştir.

Ulusal Test Enstitüsü tarafından, 1985 yılında İsviçre’de 350 konutta yürütülen çalışmada, döşeme darbe sesi yalıtım değerleri ve konut kullanıcılarının görüşleri incelenmiştir. Bu veriler Bodlund (1985) tarafından, öznel değerlendirme-anket ve nesnel değerlendirme-alan ölçümü ilişkisi açısından analiz edilmiştir ve bu çalışma bu alandaki ilk kapsamlı araştırma olarak literatüre geçmiştir. İkamet eden 398 kişinin kendi konutlarını akustik özellikleri açısından 7’li ölçekte (1 memnuniyet verici değil, 7 memnuniyet verici) değerlendirmesi ve 22 ahşap, betonarme döşemede yapılan toplam 160 darbe sesi basınç düzeyi ölçümleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Konut kullanıcılarının memnuniyet değerlendirmesi ortalaması 4,4 (kişilerin %51’i konutun akustik durumunu iyi veya çok iyi olarak değerlendirmiştir) ile ISO 717-2 (1982) standardında tanımlanan I_i (ortalama darbe sesi yalıtım değeri) arasında %73’lük oranında korelasyon olduğu görülmüştür. Standartta tanımlanan diğer yalıtım değerleri; $L'_{n,w}$ (ağırlıklı normalize edilmiş darbe sesi basınç seviyesi), ile %75, $L'_{n,A}$ ile ise %72 oranında korelasyon bağı kurulmuştur ve Bodlund bu oranların düşük olmasının ISO 717-2 (1982) standardında açıklanan, ağırlıklı tek sayı derecelendirilmesi hesaplanırken kullanılan referans eğriden kaynaklandığını düşünerek, 50 Hz’de başlayıp 1/3 oktav bantta pozitif yönde 1 dB/oktav’lık artış ile 1000 Hz’de sonlanan, düşük ve orta frekansların ağırlığını artıran yeni bir eğri önermiştir. Önerilen eğri ile elde edilen ağırlıklı darbe sesi yalıtım değeri ile öznel değerlendirme (memnuniyet değerlendirmesi ortalaması 4,4) arasında %87 oranında, daha önceki değerlerin oldukça üstünde pozitif yönde doğrusal bir ilişkinin olduğunu görülmüştür.

Aynı yıllarda benzer bir çalışma da Bradley tarafından Kanada’da yürütülmüştür (Bradley, 1986, 2001). 300 bölücü duvarın STC (sound transmission class) ölçümü, Lgag (gündüz-akşam-gece düzeyi) ölçümü ve 600 konut kullanıcısı ile yüz yüze yapılan anket sonuçları değerlendirilmiştir. Ölçülen duvarların yalıtımının STC 38 - STC 60 aralığında, ortalamalarının STC 49,8 olduğu görülmüştür, ankette 7’li ölçek (1 rahatsız değilim, 7 aşırı rahatsızım) kullanılmıştır. Gürültüden duyulan rahatsızlığın ev sahibi ya da kiracı olma durumu ile ilişkisinin olmadığı, ses yalıtım değerinin yüksek olduğu yapılarda, kişilerin konuttan duyduğu memnuniyetin arttığı, ses yalıtımının zayıf olduğu yapılarda ise kişilerin uykuya dalmakta zorlandıkları, gürültüden dolayı uyandıkları, komşularını düşüncesizlikle suçladıkları ve taşınmayı düşündükleri görülmüştür. Çalışmanın sonucu olarak; konut bölücü duvarları için STC 55 değerinin kabul edilebilir alt sınır olduğu fakat komşu gürültülerinden olan rahatsızlığı azaltmak için STC 60 değerinin daha uygun olduğu görülmüştür.

AkuLite araştırma projesi kapsamında Ljunggren ve diğ. (2014), İsveç’de 1’i betonarme, 4’ü ahşap, 4’ü çapraz lamine panel ve 1’i çelik iskelet sistemden oluşan toplam 10 konut binasında ses yalıtımı ölçümleri yapmıştır. Ölçülen değerler, 251 konut kullanıcı ile yapılan anket çalışması sonuçları ile karşılaştırılmıştır. COST Action TU0901 (2014) çalışması sonucunda hazırlanan ve ISO 15666 (2003) standardını referans alan anket şablonu kullanılmıştır. Anket, 15 sorudan oluşmaktadır ve gürültü rahatsızlığı 11’li sayısal ölçek (0 rahatsız değilim , 10 aşırı rahatsızım) ile değerlendirilmiştir. Her bir yapı türü için ayrı ayrı; hava doğuşlu ya da darbe kaynaklı gürültü rahatsızlık değerlendirmesi ortalaması ile ölçülen nesnel veriler arasında doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Öznel değerlendirme ile R'_{w} (ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi) arasında %76; $R'_{w} + C_{50-3150}$ arasında %85; $L'_{n,w}$ arasında %51; $L'_{n,w} + C_{50-3150}$ arasında %57 oranında doğrusal ilişkinin olduğu görülmüştür. Düşük frekansları da dahil eden $C_{I,20-2500}$ spektrum uyarlama terimi $L'_{n,w}$ ile beraber değerlendirildiğinde ise bu oranın %86’ya çıktığı görülmüştür. Bunun sonucunda, ISO 717-2 (1982)’deki ile aynı ağırlıklandırmaya sahip, 50-400 Hz aralığında 2 dB / 1/3 oktav bant eğime sahip, 400 Hz’den sonra 2 dB / 1/3 oktav bant eğimle devam eden yeni spektrum uyarlama terimi önerilemiştir ($C_{I,AkuLite, 20-2500}$). $L'_{n,w}$ bu uyarlama terimi ile beraber kullanıldığında %92 oranında, diğerlerinin oldukça üzerinde bir korelasyon bağı kurulmuştur. Frekans aralığının 20 Hz’e kadar düşürülmesi darbe sesi yalıtımı ile insan ses algısı arasındaki

korelasyonunu artırırken; hava doğuşlu ses yalıtımı ile olan ilişkisi açısından önemli bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Hava doğuşlu ses yalıtım değerinin $C_{50-3150}$ uyarlama terimi ile 50 Hz'e kadar düşürülmesi korelasyon bağına artırmıştır. Aynı metodoloji ile Ljunggren ve diğ. (2017) tarafından 13 bina daha incelendiğinde benzer sonuçlar elde edilmiştir ve düşük frekansların dahil edilmesinin betonarme gibi ağır yapı elemanlarından oluşan binalarda çok fazla değişiklik yaratmadığı; fakat hafif yapı elemanlarından oluşan konutlarda ise sonucu önemli derecede etkilediği görülmüştür.

Tartışma

Konutlardaki gürültü rahatsızlığını araştıran alan çalışmalarının ortak özelliği, hava doğuşlu ya da darbe kaynaklı ses yalıtımını değerlendirmek için kullanılan standart metot ve metrikler ile insan ses algısı ilişkisini araştırmalarıdır. Seçilen örneklemedeki yatay veya düşey bölücü elemanlarda ilgili hava doğuşlu ya da darbe sesi yalıtımı ölçümlerinin veya hesaplamaların yapılması nesnel verileri oluşturur. Çalışmanın diğer aşaması ise konut kullanıcı ile genellikle yüz yüze yapılan anket çalışması verileridir. Öznel ve nesnel veriler; standartlarda tanımlanan hesaplama yöntemleri (ağırlıklandırılmış tek sayı gibi), ses yalıtım metriklerini, akustik performans sınıfı değerleri, spektrum uyarlama terimleri değişken kabul edilerek karşılaştırılır. Sonuç olarak, gürültü seviyeleri ve rahatsızlık düzeyleri arasındaki korelasyon ve doz etkisi ilişkileri ortaya konmaktadır.

2.3.2.3 Laboratuvar çalışmasına bağlı değerlendirme

Bu bölümde, konutlardaki gürültünün laboratuvar çalışması yöntemi ile değerlendirildiği bazı çalışmaların özetine yer verilmiştir. Tez çalışmasının da konusunu oluşturan hava doğuşlu ses yalıtımı ve komşuluk gürültülerini ele alan çalışmalar ağırlıklı olarak incelenmiştir.

Monteiro ve diğ. (2016) tarafından yürütülen çalışmada örme ve iskelet duvarlar öznel ve nesnel olarak akustik performans açısından incelenmiştir. 33 jürinin katılımı ile yarı yankısız odada (semi anechoic chamber) yürütülen dinleme testinde, aynı R_w (Ağırlıklı ses azaltım indisi) (39-65 dB aralığında) fakat farklı $R_{A,50-5000}$ değerine sahip, 5 kagir duvar ve 5 kartonlu alçı levha kaplı duvar karşılaştırılmıştır. 10 farklı duvardan filtrelenen pembe gürültü, algılanan ses şiddeti (loudness) açısından değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı; $R_{A,50-5000}$ değerinin, duvarının akustik

performansı- öznel algılanabilirliği ilişkisini yeterince yansıtıp yansıtmadığını ve yalıtım değerlerinin spektral özelliğinin öznel derecelendirmeyi etkileyip etkilmediğini araştırmaktır. MATLAB programında oluşturulan arayüzün kullanıldığı çalışmada, ses klipleri ikili karşılaştırma yöntemi ile sunulmuştur. Jüri, kendisinin kontrol ettiği panel sayesinde, ses ikonun üzerinde tıklayarak seçtiği sesi kulaklıktan dinlemeye başlamıştır, sonrasında ise ekranda sunulan 3 seçenekten (ilk ses daha yüksek, ikinci ses daha yüksek, hiçbir şey duymuyorum) birini işaretleyip, bir sonraki sayfaya geçmiştir. Ses kaynağı olarak 80 dB pembe gürültü kullanılmış olup, ses düzeyinin kalibrasyonu yapılmıştır. Sonuç olarak, algılanan ses yüksekliğine göre değerlendirilen duvarlar, performans olarak iyiden kötüye doğru sıralanmıştır. İskelet duvarların aynı $R_{A,50-5000}$ değerine sahip, örme duvarlara göre daha olumlu değerlendirildiği hatta bazı durumlarda örme duvarların, iskelet duvarlara göre daha yüksek $R_{A,50-5000}$ değerine sahip olmasına rağmen iskelet duvarların iyi yönde değerlendirildiği görülmüştür.

Kagir ve kartonlu alçı levha kaplı duvarların ses yalıtım özelliklerini, algılanan ses şiddeti (loudness) açısından inceleyen bir başka çalışma da Rychtarikova ve diğ. (2016) tarafından yürütülmüştür. Laboratuvar koşullarında ölçülmüş aynı $R_w + C_{50-5000}$ değerine (52 dB) sahip fakat farklı spektral özellik gösteren örme ve iskelet duvarlardan, günlük yaşamda karşılaşılan 64 komşuluk gürültüsü filtrelenmiştir. Bu gürültüler, 10 konutta 2 hafta boyunca alınan ses kayıtları arasından seçilmiştir. Çınlamasız odada (anechoic chamber), 39 jüri ile yürütülen çalışmada, ses klipleri kulaklık vasıtasıyla dinletilmiştir ve bir önceki çalışmadaki gibi bilgisayar ekranında kişilerin kendilerinin kontrol ettiği arayüz vasıtasıyla ikili karşılaştırma soruları değerlendirilmiştir. Kulaklıktan gelen ses seviyesi, yapay kulak cihazı (artificial ear device) ile kalibre edilmiştir. Sonuç olarak, $R_w + C_{50-5000}$ değerinin, jüri tarafından algılanan ses şiddeti algısı ile bağdaşmadığı görülmüştür. Dinleme testi sonuçları, kartonlu alçı levha kaplı duvardan işitilen seslerin kagir duvara göre daha alçak algılandığını göstermiştir. $R_w + C_{50-5000}$ düşük frekanslara gereğinden fazla önem verdiği için, orta frekans bandında yalıtım değeri iyi olup, 100 Hz altı ve 3150 Hz üstünde yalıtım değerinde düşüş gözlemlenen kartonlu alçı levha kaplı duvarın $C_{50-5000}$ spektrum uyarlama terimi ile birlikte yanlış değerlendirildiği sonucuna varılmıştır.

COST Action TU0901 (2014) çalışması üyelerinden Pedersen. ve diğ. (2012) tarafından yürütülen online araştırmada, 22 jüri üyesi kendi evlerinde, websitesi üzerinden ulaşabildikleri ses kliplerini, kulaklık ile dinlemişlerdir. 4 komşuluk gürültüsü (müzik, konuşma, parti, sifon sesi) 6 tip duvardan (R'_w değeri 40-63 dB aralığında) filtrelenerek her biri 20 sn uzunluğundaki 24 ses klipi oluşturulmuştur. Duvarların ses azaltım değerleri bazı referanslardan ve Bastian simülasyon programından elde edilmiştir. Yanal iletimlerden kaynaklanabilecek muhtemel azaltımlar için kagir duvarlardan 8 dB, diğer duvarlardan 4 dB azaltım yapılmıştır. Filtrelendikten sonra bazı seslerin duyulmama ihtimaline karşı, gürültülerin seviyeleri 10 dB artırılmıştır. ISO/TS 15666 (2003) standardında tarif edilen 11'li sayısal ölçek (0 rahatsız değilim, 10 aşırı rahatsızım) kullanılmıştır. Jürilerden duydukları erkek sesini, 1 metre uzaklıktan işittiklerini kabul ederek bilgisayarlarının ses seviyesini ona göre ayarlamaları istenmiştir. Sonuç olarak, ortalama rahatsızlık değerlendirmesi ile L_{Aeq} arasından $R^2=0.95$ ve R'_w arasında $R^2=0.98$ oranında yüksek derecede ilişki olduğu görülmüştür.

Hongisto ve diğ. (2014) tarafından ISO 717-1 (1996) ve ASTM (American Society for Testing and Materials) E413-10 (1999) standartlarında tariflenen, 12 adet hava doğuşlu ses yalıtımı derecelendirmesinin hangisinin yaşayan seslerin (living sound) öznel değerlendirmesini en iyi tahmin ettiği araştırılmıştır. 59 jüri, 6 yaşayan sesin (farklı spektral özelliğe sahip 2 adet müzik, konuşma, gitar, bebek ağlaması, köpek havlaması sesi) 9 duvardan (R_w değerleri 48-75 aralığında) filtrelenmesi ile elde edilen 54 ses klipini (her biri 18 sn) 2 adet hoparlör aracılığıyla dinlemiştir. Dinledikleri sesleri, ses şiddeti (loudness), rahatsızlık (disturbance) ve kabul edilebilirlik (acceptability) açısından değerlendirmişlerdir. Ses şiddeti ve rahatsızlık değerlendirmesinde 11'li sayısal ölçek (0 rahatsız değilim, 10 aşırı rahatsızım), kabul edilebilirlik değerlendirmesinde 3'lü sözel ölçek (0-kesinlikle kabul edilemez, 1-kismi olarak kabul edilebilir, 2-tamamen kabul edilebilir) kullanılmıştır. Öznel değerlendirme ve tek sayılı derecelendirme değerleri arasındaki ilişki, karesi alınmış Pearson korelasyon katsayısı (squared Pearson's correlation coefficient R^2) açısından incelenmiştir. Sonuç olarak, STC_{no8} , STC , R_w değerlendirmelerinin 'ses şiddeti'; STC_{no8} , STC , R_{speech} , R_w değerlerinin 'rahatsızlık' ve 'kabul edilebilirlikle' daha çok ilişkili olduğu bulunmuştur. Farklı gürültü tipleri arasında önemli farklılıkların ortaya çıktığı ve bunun gürültülerin spektral özelliklerinden kaynaklandığı

görülmüştür. Ayrıca, yüksek oranda bass bileşeni olan müzik sesi için $R_w + C_{50-5000}$ değerlendirmesinin R_w ya da STC değerlendirmesinden belli belirsiz oranda daha iyi tahmin ettiği görülmüştür. Bu yüzden tek sayılı derecelendirme yapılırken 50-80 Hz değerlerinin ilavesine gerek olmadığı düşünülmektedir.

Park ve diğ. (2009) 20 tip duvardan (STC değerleri 34-58 aralığında) iletilen müzik ve konuşma sesini, rahatsızlık (annoyance), ses şiddeti (loudness) ve işitilebilirlik (audibility) açısından, öznel verileri ve nesnel verileri karşılaştırarak değerlendirmiştir. Rahatsızlık değerlendirmesi 10, ses şiddeti değerlendirmesi 20 katılımcı ile laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen çalışmada, jüri hoparlör vasıtasıyla sesleri dinlemiştir. Rahatsızlık sorularında 7'li sayısal ölçek (1 rahatsız değilim, 7 aşırı rahatsızım), ses şiddeti sorularında 8'li sayısal ölçek (0-hiçbir şey duymuyorum, 1 rahatsız değilim, 7 aşırı rahatsızım) kullanılmıştır. 120 ses parçasının öznel değerlendirme sonuçları, hava doğuşlu ses yalıtımını değerlendirmekte kullanılan metrikler ile karşılaştırılmıştır. STC hesaplamasında 8 dB kuralının kaldırılması ve R_w değerinin önerilen yeni spektrum uyarlama terimi ile birlikte değerlendirilmesi, konuşma gürültüsü için rahatsızlık ve ses şiddeti tahminlerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir. R_w değerinin C_{tr} spektrum uyarlama terimi ile birlikte ele alınması, müzik gürültüsü için rahatsızlık ve ses şiddeti değerlendirmesi tahminlerine daha yakın sonuçlar vermiştir. Bazı metrikler müzik için bazıları ise konuşma gürültüsü için yakın tahmin sonuçları verirken; her iki gürültü ile yüksek ilişki kuran metrik tespit edilememiştir.

Ottawa'daki Kanada Ulusal Araştırma Konseyi tarafından, ahşap çerçeveli hafif 19 döşemenin öznel olarak değerlendirildiği bir araştırma yapılmıştır (Gover ve diğ, 2011). İlk olarak, laboratuvar koşullarında döşemelerin yalıtım değerleri ölçülmüştür. Sonraki aşamada ise, standart uyarma kaynakları ile (darbe makinası, ağır / yumuşak kauçuk bilye gibi) ve insan yürümesi ile oluşturulan gürültülerin ses kayıtları alınmıştır. İkili karşılaştırma test yöntemiyle, toplam 90 soru oluşturulmuştur. 12 katılımcı, laboratuvar testinde hoparlörden duydukları sesleri, ikili karşılaştırmalar halinde rahatsızlık açısından, 9'lu sayısal ölçekte (1-ses 2 daha az rahatsız edici, 5-eşit rahatsızlık, 9-ses 2 daha çok rahatsız edici) değerlendirmişlerdir. 1. ses referans sesken, 2. ses ise test edilmek istenen sestir. Öznel değerlendirme sonuçları ve nesnel ölçümler karşılaştırıldığında, rahatsızlık tahminlerinde standart darbe

makinasının diğer gürültü kaynaklarına göre daha yüksek korelasyon kurduğu görülmüştür.

Tartışma

Konutlardaki gürültü rahatsızlığını araştıran laboratuvar çalışmalarının ortak özelliği, hava doğuşlu ya da darbe kaynaklı ses yalıtımını değerlendirmek için kullanılan standart metot ve metrikler ile insan ses algısı ilişkisini araştırmalarıdır. Çoğunlukla ses açısından kontrollü laboratuvarlarda ya da yankısız/yarı yankısız odalarda gerçekleştirilmektedir. Günlük hayatta karşılaşılan gürültü tiplerinin fazla olması çalışmalarda ele alınan gürültü tipleri arasında da farklılar oluşturmaktadır. Konutta, laboratuvarda ya da çınlamasız odada kaydedilen seslerden, simülasyon programlarıyla ya da laboratuvar/alan ölçümleriyle elde edilen ses yalıtım değerleri, digital ortamda filtrelenmektedir. Hazırlanan ses parçaları kulaklık ya da hoparlör sistemi ile jüri üyelerine dinletilmektedir. Kişilerden dinledikleri sesleri farklı ölçütler açısından (rahatsızlık, ses şiddeti, kabul edilebilirlik, işitilebilirlik, vb.) değerlendirmeleri istenmektedir. Öznel değerlendirme sonuçları ile yalıtım metrikleri arasındaki korelasyon ve doz etkisi, ilişkilerini göstermektedir.

2.3.2.4 COST Action TU0901 çalışması

“Sürdürülebilir kentsel yapılar için ses yalıtımı konularının bütünleştirilmesi ve harmonizasyonu (Integrating and harmonizing sound insulation aspects in sustainable urban housing constructions)” isimli, kısaltması COST TU0901 olarak belirtilen Avrupa Birliği destekli proje 2009 yılında “COST Action”a uygun olarak başlatılıp, 2013 yılında tamamlanmıştır (COST Action TU0901, 2014). 32 ülkenin katılımı ile 4 yıl boyunca süren çalışmada ülkemiz Prof. Dr. Selma KURRA tarafından temsil edilmiştir. Projenin amaçları şunlardır:

Temel amaçlar:

- Havadoğuşlu sesler ve darbe sesleri için ülkeler arası ortak göstergelerin önerilmesi,
- Konutlar için akustik sınıflandırma sisteminin önerilmesidir.

Alt amaçlar:

- Alçak frekansların yeterince işlemlere katılabilmesi,

- Komşuluk gürültülerinden olan rahatsızlığı araştırmak için standart bir anket formunun hazırlanması,
- Ses yalıtımı ile rahatsızlık arasında istatistiksel ilişkinin kurulması,
- Katılımcı ülkelerde uygulanan yapı elemanlarına ilişkin örneklerin sağlanması ve ses yalıtım değerlerini kapsayan veri tabanının oluşturulması,
- Ses yalıtım uygulamalarının doğru yapılması ve kaliteli işçiliğin başarılması için deneyimlerin paylaşılmasıdır.

Projede 3 ayrı WG (çalışma grubu) oluşturulmuştur. Bu gruplar ve çalışma konuları aşağıdaki gibidir:

WG1- Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanacak ses yalıtım göstergeleri ve sınıflandırma sistemi (Harmonized sound insulation descriptors and classification schemes in Europe)

WG2- Ses yalıtımında öznel değerlendirme - Laboratuvar testleri ve alan araştırmaları (Subjective evaluation of sound insulation - Laboratory tests and harmonized field surveys)

WG3- Çok katlı konutlar için yapı konstrüksiyonlarının akustik performansı ve tasarımı (Design and acoustic performance of building constructions for multi-storey housing)

Çalışma grupları tarafından yürütülen araştırmalar ve sonuçları 12 başlık altında toplanıp, kitap olarak yayınlanmıştır (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014a). Ayrıca katılımcı ülkelerin bina yapım sistemlerinin ve güncel konut verilerinin bulunduğu ikinci bir kitap da yayınlanmıştır (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014b).

Birinci cilt kitabın altıncı bölümünde; konutlardaki, komşuluk gürültülerinden olan rahatsızlığın araştırılması için standart sosyo-akustik anket formunun hazırlanması ile ilgili açıklamalara yer verilmektedir (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c).

Anket, ses yalıtımı değerlerinin ölçüm veya hesaplama yöntemiyle tayin edildiği konutlarda, rahatsızlık ve ses yalıtımı ilişkisinin araştırılmasına yöneliktir. Anket soruları, komşuluk ilişkileri, mülkiyet gibi kişisel durumları kapsamamaktadır. Gece ve gündüz rahatsızlığı ayrı ayrı incelenmemektedir, gün içerisindeki çalışma zamanı bütüncül olarak ele alınmaktadır.

Literatürdeki çalışmalarla kıyaslamaya imkan vermesinden ve ingilizceden diğer dillere tercümesinin diğer göstergelere göre görecce kolay olmasından dolayı, “rahatsızlık düzeyi” ana gösterge olarak belirlenmiştir. Anket formatı oluşturulurken ISO/TS 15666 (2003) temel referans kaynağı olarak ele alınmıştır. Soru cümlesi; zaman (son 12 ayı düşünerek), kişi (siz), yer (evinizdeyken), derece (ne kadar), belirli gürültü kaynağı (örn; tv sesi) ve rahatsızlık düzeyi değerlendirmesi bileşenlerinden oluşmaktadır. ISO/TS 15666 (2003), anket sorularında sözel ve sayısal değerlendirme ölçeğinin beraber kullanılmasını önerse de; sözel ölçekte kelimeler arasındaki tanımlanan aralığın, sayısal ölçekteki aralık kadar eşit olmadığı endişesinden dolayı, 11’li sayısal ölçek kullanılıp, sadece uç noktalarında sözel ölçek tanımlarının kullanılması uygun görülmüştür. Sözel ölçeğin tamamen kullanılmamasının diğer bir nedeni ise ingilizceden diğer dillere çevirisinde yaşanabilecek anlam kayıplarının önüne geçmektir (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c).

Anket, EK A’ da görülebileceği gibi, 8 bölümden oluşmaktadır (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c; Url-3):

- Giriş ve kişisel bilgiler: anketin amacını ve yanıtların nasıl değerlendirileceğini açıklar, katılımcının yaşı, cinsiyeti, hanede ikamet ettiği yıl gibi kişisel soruları, anketi yürüten kurumun iletişim bilgilerini içerir.
- Talimatlar: anketin nasıl doldurulacağını ve değerlendirme ölçeğini açıklar. Gürültü kaynağının mevcut olmadığı ya da kişinin gürültüye maruz kalmadığı durumlarda ‘bilmiyorum’ seçeneğini işaretlemesi önerilir.
- Örnek soru: Anketin metodolojisini ve cevap seçeneklerinin nasıl doldurulacağını açıklar. Yanıtınızı işaretlediğiniz halde, cevabınızı değiştirmek isterseniz, kutunun karalanması ve yeni kutucuğa X işaretinin yerleştirilmesi gerekir. Bu bölümde ‘bilmiyorum’ seçeneği okla gösterilerek, hangi durumlarda işaretlenmesi gerektiği tekrar açıklanır.
- Genel soru: katılımcıların cevapladıkları ilk soru olması ve ölçeğe alışmaları açısından önemlidir. Gürültü kaynağı ve gürültünün konumu belirtilmeden genel rahatsızlığa yönelik soru yöneltir.
- Gürültü kaynaklarına yönelik sorular: anketin ana bölümüdür, katılımcılar literatürdeki rahatsız olunan gürültü tiplerini değerlendirir.

- Beklentiler hakkında soru: kişisel tecrübe ve beklentiler hakkında bilgi almak için sorulur.
- Hassasiyet hakkında soru: katılımcının kendisini gürültüye karşı hassas görüp görmediğine yönelik bir sorudur. Cevapların katılımcının gürültüye karşı duyarlılığından etkilenip etkilenmediğini anlamak için bu soruya verdiği cevap değerlendirilir.
- Yorum bölümü: katılımcıların kendilerini rahatsız eden gürültü kaynaklarını ve rahatsızlıklarını kendi anlatımlarıyla dile getirdikleri bölümdür.
- Ses yalıtım değerleri: Bu bölüm çalışmayı yürüten kurum tarafından doldurulur. Binanın karakteristiğini anlamak için; yapı elemanlarının ses yalıtım değerlerini ölçmek ya da bilmek çok önemlidir. Ölçüm verilerinin bulunmadığı durumlarda, ses yalıtım değerlerinin tahmin edilebilmesi için konutun plan ve detay çizimlerine sahip olmak gerekir.
- Bina bilgisi: Vaziyet planı, bina ekipman ve tesisatına yönelik verileri ve kat planını içeren teknik bölümdür.

Yapı elemanlarının ses yalıtım değerlerinin alan ölçümü ile tayin edilmesi (tüm bölücü elemanların en az %5'nin ve en az 3 bölücü elemanın ölçümü) ve alanda var olan gürültü kaynaklarının tanımlanması en doğru yöntem olarak açıklanmaktadır. Fakat alan ölçümünün yapılamadığı durumlarda literatürdeki değerler, COST TU0901 kapsamında yayınlanan katalogtaki veriler Rasmussen ve Machimbarrena, (2014b), simülasyon programları vasıtasıyla elde edilen değerler ya da laboratuvar ölçüm sonuçları kullanılabilir.

Anket formatının (soru sırasının) değiştirilmemesi, çalışmanın ana amacı dışında eklenen soruların gri ile işaretlenmesi ve daha fazla katılım sağlanması ve cevapların güvenebilirliği için anketin A4 boyutunda ve 1 sayfayı geçmemesi önerilmektedir.

Kitabın yedinci bölümünde ise bina akustiği konularında yürütülen dinleme testleri için bir metodoloji geliştirilmesi ile ilgili açıklamalara yer verilmektedir (Rychtarikova ve Horvat, 2014d).

Laboratuvarda yürütülen dinleme testlerinde stimülilerin sunumu, uyarıcının türüne ve çalışmanın amacına bağlı olarak çeşitli ses üretim sistemleri (reproduction

system) ile gerçekleştirilebilir. Sunum için en yaygın iki yaklaşım, hoparlör veya kulaklık kullanımıdır (Rychtarikova ve Horvat, 2014d).

Dinleme testlerinin kalitesi ve güvenilirliği (ses yalıtımının değerlendirilmesi için); üretilen stimüllerin ses seviyelerine, ses üretim sisteminin frekans tepkisine (frequency response) ve testin gerçekleştiği ortama bağlıdır. Stimüllerin yüksek kalite sistemler ile sunumu her zaman mümkün ya da gerekli değildir. Bu nedenle üç doğruluk seviyesi tanımlanmıştır: deneme amaçlı (seviye 1), inceleme amaçlı (seviye 2: seviye kalibrasyonu, sessiz ortam), araştırma amaçlı (seviye 3: seviye ve frekans kalibrasyonu, ses yalıtımlı laboratuvar) (Rychtarikova ve Horvat, 2014d).

Çalışmanın konusu ve amacına göre çalışılan gürültü tipleri farklılık gösterebilir. Analiz edilen gürültü tiplerinin mümkünse çınlamasız ‘anechoic’ odada kaydedilmesi veya çınlama süresi 0,4 saniyeden yüksek olmayan sıradan odada kaydedilmesi beklenir. Kayıtlarla eş zamanlı, 1/3 oktav bantta nesnel ölçümlerin yapılması gerekir (L_{Aeq} gibi). Ölçüm ve ses kayıt ekipmanları kaynaktan 1 m mesafeye konumlandırılmalıdır. Kullanılan cihazların özellikleri ve adları, raporda açıkça belirtilmelidir. Mono ya da stereo sistemler kullanılabilir. Hacim akustiği çalışmalarında mekansal etki önemli olduğu için binaural stimüller gibi mekansal etkiyi hissettiren kayıtlar önemli iken bina akustiği konularında monaural stimüller yeterli olmaktadır. Ses dosyaları ‘.wav’ ya da benzer uzantılı kaydedilmeli MP3 formatı tercih edilmemelidir. Sonuçların istatistiksel açıdan analiz edilebilirliği için dinleme testine en az 30 kişinin katılması beklenir. Değerlendirme ölçeği, çalışmanın amacına göre farklılık gösterebilir fakat; karşılaştırmalı soru, anlamsal fark testi ya da görseller ile doğrudan derecelendirme psikoakustik çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır (Rychtarikova ve Horvat, 2014d).

3. BİNALARIN GÜRÜLTÜYE KARŞI KORUNMASI HAKKINDA YÖNETMELİK

Ülkemizde, binalarda uygulanacak ses yalıtımı ile ilgili Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 30082 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017) ile 30437 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2018) yürürlüktedir. Bu yönetmeliğin amacı, her türlü yapı, bina, tesis ve işletmenin işletimi ve kullanımı safhalarında insanların maruz kalacağı, binaların dışından veya içinden kaynaklanan gürültülerin, kişilerin huzur ve sükûnuna, beden ve ruh sağlığına olumsuz etkilerini en aza indirecek iyi işitme ve algılama koşullarının sağlanması için, tasarım, yapım, kullanım, bakım ve işletim bakımından uyulacak kuralların belirlenmesidir.

Yönetmelikte belirtilen değerler Avrupa ülkelerinde “Sürdürülebilir kentsel yapılar için ses yalıtımı konularının bütünleştirilmesi ve harmonizasyonu” temalı COST Action TU0901 (2014) çalışmasından alınmıştır.

Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017), belediye ve mücavir alan sınırları içinde ve dışında kalan yerlerde inşa edilecek resmi ve özel her türlü yapı, bina, tesis ile işletmelerde iç mekanlarda insanların maruz kaldığı ulaşım, sanayi, yapım ve insan kaynaklı gürültüler gibi dış çevre gürültülerinin ve yapı içinde oluşan komşuluk gürültüleri, darbe sesleri, mekanik sistem ve servis ekipmanlarının gürültüleri ile cihazlardan yayılan mekanik titreşimlerin kontrol altına alınmasına yönelik önlemlere ilişkin temel kuralları kapsamaktadır.

Yeni binaların inşasında, bu Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden sonra kullanım amacı kısmen veya tamamen değiştirilmek istenen mevcut bina ve tesislerde, esaslı tadilat projelerinde, kullanım amacına ve mekan özelliklerine göre bu Yönetmelikte öngörülen esaslar göz önüne alınmaktadır.

Projeler, diğer kanuni düzenlemelerin yanında, gürültüye karşı önlem bakımından bu Yönetmelikte öngörülen şartlara uygun değil ise, yapı ruhsatı verilmemektedir. Yeni

yapılan veya proje tadilatı ile kullanım amacı değiştirilen bina veya binadaki bağımsız birimlerde bu Yönetmelikte öngörülen esaslara göre imalat yapılmadığının tespiti hâlinde, bu eksiklikler giderilinceye kadar binaya yapı kullanma izin belgesi verilmemektedir.

Yönetmelik hükümlerinin uygulanmasından ilgisine göre yapı ruhsatı vermeye yetkili idareler, yatırımcı kuruluşlar, yapı sahipleri, tasarım ve uygulamada görevli mimar ve mühendisler ile uygulayıcı yükleniciler ve imalatçılar, yapı yapılmasında ve kullanımında görev alan bina akustiği uzmanları, yapı değerlendirme ve işletme yetkilileri görevli, yetkili ve sorumludur.

3.1 Yönetmelik Sınır Değerleri

Sınır değerler, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliğinde (2017) bir yalıtım veya gürültü göstergesi cinsinden izin verilen en yüksek ya da en düşük düzeyi ifade eder. Yönetmelik, akustik performans sınıfları, iç gürültü, reverberasyon, ses yalıtım, mekanik ve servis ekipmanları gürültü değerleri için sınır değerler tanımlar.

3.1.1 Akustik performans sınıfları

Akustik performans sınıfları, binalarda ve içindeki bağımsız birimlerde iç gürültü düzeylerine, yapı elemanlarının yalıtım değerlerine, tesisat ve servis ekipmanlarından kaynaklanan iç gürültü düzeylerine ve reverberasyon zamanlarına bağlı olarak bir bağımsız birim veya binanın tümü için yapılan değerlendirme ile ortaya konulan; A, B, C, D, E veya F şeklinde ifade edilebilen derecelendirme sistemidir (A, en yüksek performansı; F, en düşük performansı gösterir) (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

Mekanların akustik performans sınıflandırmasının dayandığı öznel değerlendirmeler Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017) göre, yeni yapılacak binalarda en az C, mevcut binalarda kullanım amacının değişmesi ya da esaslı tadilat bulunması durumunda, tadilatın etkilediği bağımsız birimlerde en az D sınıfının sağlanması beklenir.

3.1.2 İç gürültü sınır değerleri

İç ortam gürültüsü veya iç gürültü; yönetmelikte, bina içindeki mekanik ve elektrik tesisat gürültüsü ve her türlü komşuluk gürültüsü kaynaklarından doğan ve mekan içinde bulunan insanları olumsuz etkileyen, istenmeyen ve zararlı seslerin bütünü olarak tanımlanmaktadır (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017). Binalarda akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekan içi en yüksek gürültü düzeyleri Çizelge 3.2’de yer almaktadır.

Yönetmelikte, içerisinde elektronik olarak yükseltilmiş müzik yayını veya canlı müzik yapılan restoran, bar, alışveriş merkezi, mağaza, oyun salonu gibi birincil işlevi müzik dinlemek olmayan mekanlarda müzik sesi dâhil izin verilen en yüksek iç gürültü düzeyleri de ayrıca verilmektedir.

Yönetmeliğe göre, yeni yapılacak binalarda en az C, mevcut binalarda kullanım amacının değişmesi ya da esaslı tadilat bulunması durumunda, tadilatın etkilediği bağımsız birimlerde en az D sınıfının sağlanması beklenir.

3.1.3 Reverberasyon sınır değerleri

Çeşitli mekanlarda izin verilen reverberasyon süresi en yüksek sınır değerleri EK B’de yer almaktadır. Bu değerler yapı elemanlarından istenen en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerlerinin hesaplanmasında kullanılır.

Eğitim yapıları, sağlık tesisleri, büro ve idari binalar, yemekhane ve lokantalar, tüm sirkülasyon alanları, kütüphaneler, terminaller, kamuya ait tesisler, spor salonları içerisinde tavan kaplamasının ağırlıklı ses yutuculuk katsayısının (α_w) en az 0.75’i sağlaması gerekmektedir. Diğer yüzeyler için istenen yutuculuklar reverberasyon sürelerine bağlı olarak elde edilir (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

Akustik proje ve raporlarda, mekan için belirtilen reverberasyon süresinin sağlandığının hesaplar ile gösterilmesi durumunda, tavan kaplamasının ağırlıklı ses yutuculuk katsayısının (α_w) en az 0.75’i sağlaması gerekliliği ortadan kalkar (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

Çizelge 3.1 : Mekanların akustik performans sınıflandırmasının dayandığı öznel değerlendirmeler (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

GÜRÜLTÜ KAYNAĞI			AKUSTİK PERFORMANS SINIFLANDIRMASI					
			Yüksek		Orta		Düşük	
			A	B	C	D	E	F
KAYNAĞIN GÜRÜLTÜ DÜZEYİ	KONUŞMA SESİ	Çok yüksek ses	güçlülkle işitiliyor, ama anlaşılmıyor	işitiliyor, ama güçlülkle anlaşıyor	hafifçe anlaşıyor	anlaşıyor	rahatça anlaşıyor	
		Yüksek sesle konuşma	güçlülkle işitiliyor	hafifçe işitiliyor ama hiç anlaşılmıyor	İşitiliyor, ama güçlülkle anlaşıyor	hafifçe anlaşıyor	anlaşıyor	rahatça anlaşıyor
		Normal konuşma	işitilmiyor	güçlülkle işitiliyor	hafifçe işitiliyor ama hiç anlaşılmıyor	güçlülkle anlaşıyor	hafifçe anlaşıyor	anlaşıyor
	MÜZİKAL SES	Çok yüksek müzik, parti	Hafifçe işitiliyor	işitiliyor	rahatça işitiliyor	Çok rahatça işitiliyor		
		Yüksek müzik	işitilmiyor	Hafifçe işitiliyor	işitiliyor	rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliyor	
		Normal müzik	işitilmiyor		hafifçe işitiliyor	işitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliyor
	DARBE SESİ	Adım sesi	işitilmiyor	güçlülkle işitiliyor	hafifçe işitiliyor	işitiliyor	rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliyor
		Çocuk oynaması	güçlülkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor	işitiliyor	rahatça işitiliyor	Çok rahatça işitiliyor	
		Eşyaların sürüklenmesi, yere düşürülmesi	işitilmiyor	güçlülkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor	işitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliyor
	Farklı Sınıfların Değerlendirilmesinde Genel Tanımlamalar		Gürültüye karşı çok iyi koruma, Her türlü koşulda rahatsızlığın olmaması	Gürültüye karşı iyi koruma, Komşuluk gürültüsü normal iken rahatsızlığın olmaması	Gürültüye karşı orta koruma, Komşuluk gürültüsü normal iken nadiren rahatsızlık	Gürültüye karşı az koruma, Komşuluk gürültüsü normal iken genelde rahatsızlık	Gürültüye karşı çok az koruma, Komşuluk gürültüsü normal iken sıklıkla rahatsızlık	Gürültüye karşı korumasız, Komşuluk gürültüsü norml iken sürekli rahatsızlık
Ses Yalıtımının Zayıf Olarak Nitelendirilme Oranı		5% 'ten az	5% civarı	10% civarı	20% civarı	35% civarı	50% veya daha fazla	
NOT: Kaynakların işitilir olması sadece konstrüksiyona bağlı değildir.								

Çizelge 3.2 : Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekan içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ Gece : 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^2 AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
Konut Binaları	Yatak Odaları	Gece	26	30	34	38	42	46
	Yaşam Alanları	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Mutfaklar	24 saat	31	35	39	43	47	51
Eğitim Tesisleri	Derslikler	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Özel Derslikler ³	Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	İdari Odalar	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Spor Salonu	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Okuma Odaları	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Sirkülasyon Alanları ⁴	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Kreşler	Oyun-yemek alanları	Gündüz	36	40	44	48	52
		Yatak odaları	Gündüz	26	30	34	38	42
Sağlık Tesisleri/ Yaşlı bakım evleri	Özel Hasta Odaları	24 saat	26	30	34	38	42	46
	Çok Yataklı Odalar	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Ameliyathaneler	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Muayene-Tedavi Odaları	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Laboratuvarlar	24 saat	36	40	44	48	52	56
	Sirkülasyon Alanları ⁴	24 saat	41	45	49	53	57	61
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 ⁴	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Mahkeme Salonları	Gündüz	31	35	39	43	47	51
Konaklama Tesisleri	Yatak Odaları	Gece	26	30	34	38	42	46
	Lokantalar	24 saat	41	45	49	53	57	61
	Hizmet Destek Alanları	24 saat	46	50	54	58	62	66
	Sirkülasyon Alanları ⁴	24 saat	41	45	49	53	57	61
Yurt Binaları	Yatakhane	Gece	26	30	34	38	42	46
	Etüd odası	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Yemekhane	24 saat	41	45	49	53	57	61
	Sirkülasyon Alanları ⁴	24 saat	41	45	49	53	57	61

Çizelge 3.2 (devam): Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekan içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ Gece: 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}^3						
			AKUSTİK PERFORMANS SINIFI						
			A	B	C	D	E	F	
Kültürel Tesisler	Tiyatro-Konferans Salonları-Oditoryum	24 saat	31	35	39	43	47	51	
	Sinema Salonları	24 saat	31	35	39	43	47	51	
	Konser Salonları	24 saat	26	30	34	38	42	46	
	Müzeler	Gündüz	36	40	44	48	52	56	
	Kütüphaneler	24 saat	31	35	39	43	47	51	
	Müzik-TV Stüdyoları	24 saat	21	25	29	33	37	41	
	Sirkülasyon Alanları ⁴	24 saat	41	45	49	53	57	61	
Ticari Tesisler	Mağaza-Dükkan	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61	
	Ahşveriş Merkezleri (galeri, atrium gibi sirkülasyon alanları)	Gündüz-Akşam	46	50	54	58	62	66	
	Süpermarketler	Gündüz-Akşam	46	50	54	58	62	66	
	Postane - Genel Bankacılık	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61	
	Sirkülasyon Alanları ⁴	24 saat	41	45	49	53	57	61	
Terminaller	Bekleme alanları	24 saat	41	45	49	53	57	61	
	Personel Ofis-Dinlenme Odaları	24 saat	36	40	44	48	52	56	
Dini Tesisler	İbadet alanları	24 saat	31	35	39	43	47	51	
Eğlence/ Spor Tesisleri	Lokantalar-Yemek Alanları	24 saat	41	45	49	53	57	61	
	Eğlence Yerleri (Canlı müzik olan restoranlar, bar, kafe, gazino, düğün salonu vb)		Gece	51	55	59	63	67	71
	Spor Tesisleri	Spor Salonları	Gündüz	41	45	49	53	57	61
		Yüzme Havuzu	Gündüz	41	45	49	53	57	61
Sanayi Tesisleri	Laboratuvar Alanları		24 saat	46	50	54	58	62	66
	Hassas Montaj veya Ölçüm Alanları		24 saat	41	45	49	53	57	61
	Kontrol Odaları		24 saat	51	55	59	63	67	71
	Personel Ofis-Dinlenme Odaları		24 saat	36	40	44	48	52	56
	Sağlık Odaları		24 saat	31	35	39	43	47	51
	Sirkülasyon Alanları ⁴		24 saat	41	45	49	53	57	61

3.1.4 Ses yalıtım sınır değerleri

Hava doğuşlu ses havada bulunan ses kaynağının titreşimi ile hava içinde yayılan ve uzak mesafelere iletilen sesleri tanımlarken; darbe sesi, iki kütlelin birbirine çarpması veya kapı çarpması, ayak sesi, eşya çekilmesi, sürtünmesi gibi doğrudan katı ortamda, örneğin döşemede ortaya çıkan, bina taşıyıcı sistemine ve yapı

elemanlarına iletilen, dolayısıyla katı ortam doğuşlu seslerin üretilmesine neden olan sesleri tanımlar (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

Hava doğuşlu ses yalıtımı; bir yapı elemanına çarpan hava doğuşlu sesin elemanın arkasına iletildiğinde ortaya çıkan ses azalımından elde edilmiş, alıcı odasının akustik koşullarını da hesaba katan spektral veya tek sayılı yalıtım göstergesi değerini ifade eder. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2017), hava doğuşlu ses yalıtımını $D_{nT,w}$ Ses kaydı alınan örneğin en küçük veri boyutu birimi değeri üzerinden tanımlamaktadır. Yönetmeliğe göre, farklı bina tiplerinde komşu hacimler arasında sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri Çizelge 3.3'te verilmektedir.

Darbe sesi yalıtımı; üst kat döşemesine konumlandırılmış adım sesini modelleyen standart darbe sesi kaynağının çalışması durumunda, alt odada ölçülen ses basınç düzeyinden elde edilmiş, alıcı odasının akustik koşullarını da hesaba katan spektral veya tek sayılı yalıtım göstergesi değerini ifade eder (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017). Yönetmelik, darbe sesi yalıtımını $L'_{nT,w}$ (ağırlıklı standardize edilmiş darbe sesi basınç düzeyi) değeri üzerinden tanımlamaktadır. Yönetmeliğe göre, farklı bina tiplerinde kaynak odası döşemelerinde sağlanacak en yüksek darbe sesi düzeyleri EK B'de verilmektedir.

3.2 Avrupa'da Ses Yalıtım Yönetmeliği

Avrupa'daki birçok ülkede, konutlar için ses yalıtımı gereksinimleri, bina yönetmelikleri vasıtasıyla belirlenir. Gereksinimler, standartlarda tanımlanan metrikler üzerinden ifade edilir. Bina akustiği konularında, ISO (International Organization for Standardization) standartları, Avrupa (European Standards) standardı ve ulusal standart olarak kabul görür ve uygulanır.

Avrupa ülkelerinde sıklıkla kullanılmakta olan EN (European Standard) ISO 717-1/2 (2013) standartları; yapılarda ve yapı elemanlarında hava ile yayılan sesin veya darbe sesi yalıtımını ifade etmek için kullanılan değerlerin, tek sayılı derecelendirmesini ve spektrum adaptasyon terimlerinin kullanımını tarif eder. Bu standartta, her bir yalıtım metriğinin spektrum adaptasyon terimleri ile kombinasyonu hesaplandığında; hava doğuşlu ses yalıtımının 15, darbe sesi yalıtımının 6 ve cephe ses yalıtım değerlerinin 27 tanımlayıcı değer üzerinden ifade edildiği görülmektedir.

Çizelge 3.3 : Farklı bina tiplerinde komşu hacimler arasında sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri ($D_{nT,A1,2}$, dB) (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

Bina İşlevi	KOMŞULUK İLİŞKİSİ		AKUSTİK PERFORMANS SINIFI ³					
	Kaynak Odası	Alıcı Odası	A	B	C	D	E	F
KONUT BİNALARI	Ticari işletme Teknik Merkez	Bağımsız birim	68	64	58	54	50	46
	Bağımsız birim	Bağımsız birim	62	58	52	48	44	40
	Yatak Odası Yaşam Alanları Mutfak / Banyo	Aynı bağımsız birimde bulunan; Yatak Odası Yaşam Alanları	54	50	44	40	36	32
EĞİTİM TESİSLERİ	Derslik İdari oda Sirkülasyon alanı	Derslik Okuma odası Yatak odası (Kreş)	62	58	52	48	44	40
	Özel derslik Spor salonu Oyun alanı (Kreş)	Derslik Okuma odası Yatak odası (Kreş)	68	64	58	54	50	46
	Teknik merkez	Özel Derslik Oyun alanı (Kreş)	65	61	55	51	47	43
	Yatak odası(Kreş)	Yatak odası(Kreş)	56	52	46	42	38	34
SAĞLIK TESİSİ / YAŞLI BAKIM EVİ	Hasta odası Muayene odası Sirkülasyon alanı	Hasta odası Ameliyathane	62	58	52	48	44	40
	Hasta odaları Muayene odası Sirkülasyon alanı	Muayene odası Laboratuvar	59	55	49	45	41	37
	Teknik Merkez	Hasta odası Ameliyathane	68	64	58	54	50	46
	Teknik Merkez	Muayene odası Laboratuvar	65	61	55	51	47	43
BÜRO VE İDARI BİNALAR	Özel oda Açık planlı alan Toplantı odası Dinlenme alanı Sirkülasyon alanı	Açık planlı alan Dinlenme alanı Özel odalar Toplantı odası	59	55	49	45	41	37
			62	58	52	48	44	40
	Teknik Merkezler	Açık planlı alan Dinlenme alanı	65	61	55	51	47	43
	Teknik Merkezler	Özel odalar Toplantı odası	68	64	58	54	50	46
KONAKLAMA TESİSLERİ	Yatak odası Sirkülasyon alanı	Yatak odası	62	58	52	48	44	40
	Lokanta Hizmet destek alanı Teknik Merkez	Yatak odası	68	64	58	54	50	46
YURT BİNASI	Yatakhane Etüd odası Sirkülasyon alanı	Yatakhane Etüd odası	62	58	52	48	44	40
	Yemekhane Teknik Merkez	Yatakhane Etüd odası	68	64	58	54	50	46

$$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$$

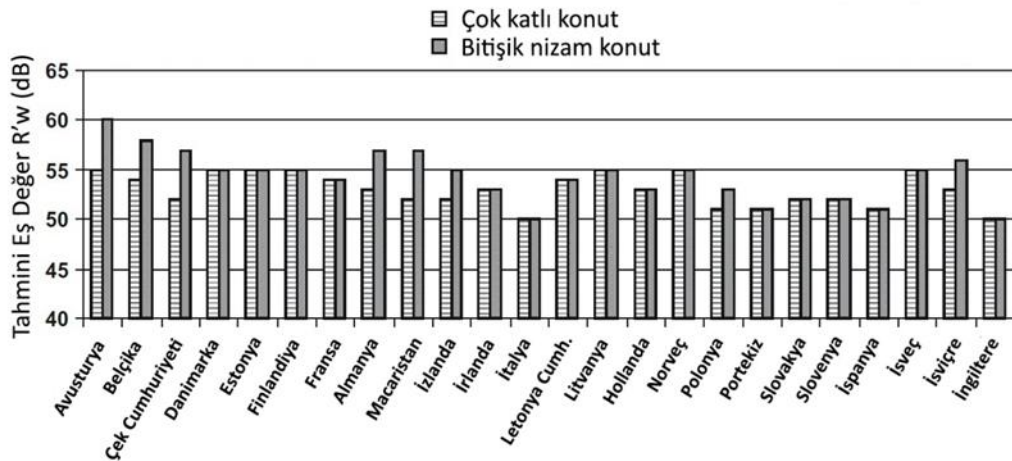
² 10 uncu maddede belirtilen durumlarda $D_{nT,50} = D_{nT,w} + C_{50-3150}$ değeri de kullanılabilir.

³ Kapı içeren yapı elemanlarında kapı ile beraber sağlanan ses yalıtım değeri Yönetmelikte belirtilen sınır değerlerden en fazla 14 dB düşük olmasına izin verilir.

Bu değerlerin sayısının fazla olması karışıklığa yol açmakla beraber çalışmalar arasında bütünlüğün kurulamamasına da neden olmaktadır. Ayrıca ülke bazında, standartları temel alan, akustik gereksinimlerin, sınır değerlerin veya akustik performans sınıflarının tanımlandığı yönetmelikler uygulamaya konulmaktadır. Böylesi bir durumda ülkeler arasında uyum ve birliktelik sağlanamamaktadır. COST Action TU0901 (2014) “Sürdürülebilir kentsel yapılar için ses yalıtımı konularının bütünleştirilmesi ve harmonizasyonu (Integrating and harmonizing sound insulation aspects in sustainable urban housing constructions)” çalışmada, ses yalıtım

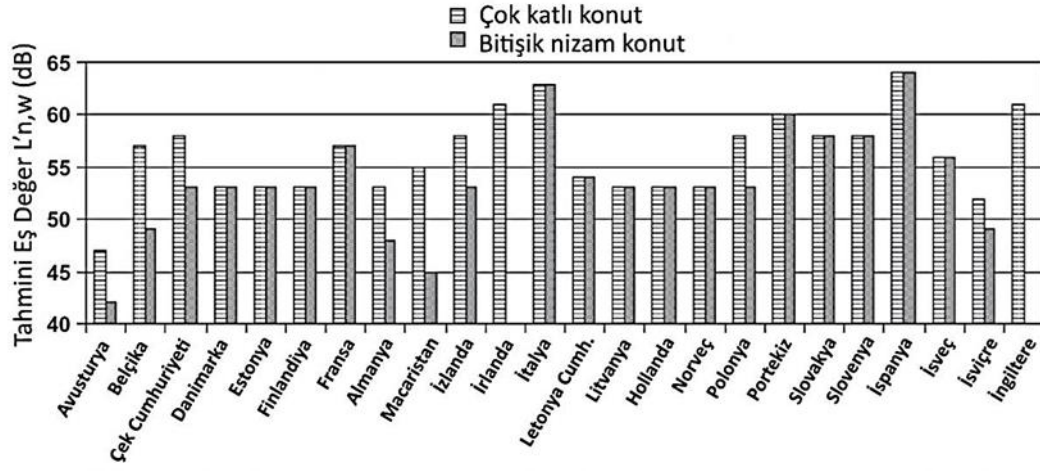
metrikleri ve akustik performans sınıfları açısından dünya çapında bütünlük kurulması ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. Fakat; çalışmanın sonucunda, ülkeler arasında bütünlük kurulamayacak kadar fazla çeşitlilik olduğu için bunun günümüzde çok mümkün olmadığı sonucuna varılmıştır.

Rasmussen (2010); Rasmussen ve Rindel (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, 24 Avrupa ülkesinin yönetmelikleri karşılaştırılmıştır ve gereksinimler, frekans aralıkları ve ses seviyeleri açısından farklılar olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında incelenen ülkeler ve bu ülkelerin yönetmeliklerinde; konutlar arasındaki ses yalıtımının değerlendirilmesinde kullanılan ses yalıtım metrikleri Çizelge 3.4'te verilmektedir (Türkiye'de yönetmelik 2017 yılında yürürlüğe girdiği için çalışma kapsamında değildir fakat diğer ülkeler ile karşılaştırma yapabilmek için tezin yazarı tarafından bu listeye eklenmiştir). Ülke bazında tercih edilen ses yalıtım metrikleri arasında farklılıklar olduğu için, değerlerin doğrudan karşılaştırılması mümkün olmamıştır ve çalışmada bazı kabuller kullanılarak hava doğuşlu ses yalıtımları R'_w , darbe sesi yalıtımları $L'_{n,w}$ değerlerine dönüştürülmüştür. Ülkelerin tahmini eş değer R'_w (Şekil 3.1) ve tahmini eş değer $L'_{n,w}$ (Şekil 3.2) değerleri karşılaştırıldığında, yönetmeliklerdeki değerler arasında farklılıklar olduğu ve her ülkenin bu konuyu farklı şekilde ele aldığı görülmektedir. Ayrıca 24 ülkenin sadece 9'unda akustik performans sınıflarının tanımlandığı, ve bu 9 ülkenin 5'inde yönetmeliklerin akustik performans sınıf ve limit değerler arasında ilişki kurduğu görülmüştür.



Şekil 3.1 : 24 Avrupa ülkesinin tahmini eş değer R'_w değerleri (Rasmussen, 2010; Rasmussen ve Rindel, 2010).

Şekil 3.2 : 24 Avrupa ülkesinin tahmini eş değer $L'_{n,w}$ değerleri (Rasmussen, 2010; Rasmussen ve Rindel, 2010).



Çizelge 3.4 : 24 Avrupa ülkesinde konutlar arasındaki ses yalıtımının değerlendirilmesinde kullanılan ses yalıtım metrikleri (Rasmussen, 2010; Rasmussen ve Rindel, 2010).

Ülke	Zorunluluk, Yıl	Ses Yalıtım Metrikleri		Akustik Performans Sınıfı	Yönetmelik-Sınıf ilişkisi
		Hava Doğuşlu	Darbe Kaynaklı		
Avusturya	2006	$D_{nT,w}$	$L'_{nT,w}$	-	uygun değil
Belçika	2008	$D_{nT,w}$	$L'_{nT,w}$	-	uygun değil
Çek Cumhuriyeti	2000	R'_w	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Danimarka	2007	R'_w	$L'_{n,w}$	+	+
Estonya	2003	R'_w	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Finlandiya	2004	R'_w	$L'_{n,w}$	+	+
Fransa	1999	$D_{nT,w} + C$	$L'_{nT,w}$	+	-
Almanya	1989	R'_w	$L'_{n,w}$	+	-
Macaristan	2007	$R'_w + C$	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
İzlanda	1998	R'_w	$L'_{n,w}$	+	-
İrlanda	1997	$D_{nT,w}$	$L'_{nT,w}$	-	uygun değil
İtalya	1997	R'_w	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Letonya Cumhuriyeti	2004	R'_w	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Litvanya	2003	$D_{nT,w}$ veya R'_w	$L'_{n,w}$	+	+
Hollanda	2003	$L_{w,k}$	$L_{c,o}$	+	-
Norveç	2008	R'_w	$L'_{n,w}$	+	+
Polonya	1999	$R'_w + C$	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Portekiz	2002	$D_{n,w}$	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Slovakya	2002	R'_w	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
Slovenya	1999	R'_w	$L'_{n,w}$	-	uygun değil
İspanya	2007	$D_{nT,w} + C_{100-5001}$	$L'_{nT,w}$	-	uygun değil
İsveç	2004	$R'_w + C_{50-3151}$	$L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	+	+
İsviçre	2006	$D_{nT,w} + C$	$L'_{nT,w} + C_1$	-	uygun değil
İngiltere	2003	$D_{nT,w} + C_{tr}$	$L'_{nT,w}$	-	uygun değil
Türkiye	2017	$D_{nT,w} + C$	$L'_{nT,w}$	+	+

4. METODOLOJİ

4.1 Çalışmanın Kavramsal Modeli

Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'te (2017) belirtilen B, C, D akustik performans sınıfına uygun düşey yapı elemanları (duvar) ve inşaat sektöründe sıkça tercih edilen duvar katmanlaşmalarının, sağladığı ses yalıtım değerlerinin ($D_{nT,A}$) özne olarak değerlendirilmesi öngörülmüştür. B, C, D akustik performans sınıfı için tanımlanan iç gürültü düzeyleri ise konutlarda en çok rahatsız olunan hava doğuşlu gürültü tipleri açısından değerlendirilmiştir. Gürültünün özne değerlendirilmesinde sıkça tercih edilen dinleme testi yöntemi kullanılmıştır.

Modele göre çalışma 2 ana aşamadan oluşmaktadır (Şekil 4.1):

1. Aşama-Alan Çalışması:

1.1. Aşama-Sosyal Anket Çalışması: Katılımcılara yöneltilen, anket soruları vasıtası ile kişilerin gürültü türlerine karşı duydukları rahatsızlığı değerlendirmeleri, verilerin istatistiksel analizi, en çok rahatsız olunan komşuluk gürültülerinin tespiti.

1.2. Aşama-Gürültü Ölçümü ve Kayıtları: Referans konutta reverberasyon süresi (T) ve gündüz-akşam-gece düzeyi (L_{gag}) ölçümü, anket sonuçlarına göre en çok rahatsız olunan ilk 10 komşuluk gürültüsünün referans konutta stereo (çift kanallı) ses kayıtlarının alınması, kayıtlarla eş zamanlı L_{Aeq} ve $L_{AF,max}$ ölçümü.

2. Aşama-Laboratuvar Çalışması:

2.1. Aşama- Ses Kliplerinin Oluşturulması: Referans konutta kaydedilen stereo ses kayıtlarından, 'yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi, çocuk sesi' kayıtlarının, B, C, D akustik performans sınıfı için tanımlanan 35, 39, 43 dBA iç gürültü düzeyine ayarlanması. Tuğla, gazbeton, kartonlu alçı levha kaplı düşey bölücü elemanları için B, C, D akustik performans sınıfı ve inşaat sektöründe sıkça tercih edilen duvar katmanlaşmalarının ses yalıtım değerlerinin Insul ses yalıtımı hesaplama/tahmin programı ile hesaplanması. Yapı elemanlarının ses yalıtım değerlerine uygun filtrelerin pembe gürültüye uygulanması.

2.2 Aşama- Dinleme Testi: Jüri (deneklerin) dinledikleri sesleri doğru analiz edebilmesi için işitme kaybı olup olmadığının öğrenilmesi-işitme testi, dinleme testinin gerçekleştirileceği laboratuvar ortamında arka plan gürültüsü ölçümü, deneklerin çalışma yönergelerine alışması için prova yapılması, dinleme testi, verilerinin istatistiksel analizi.

4.2 Alan Çalışması

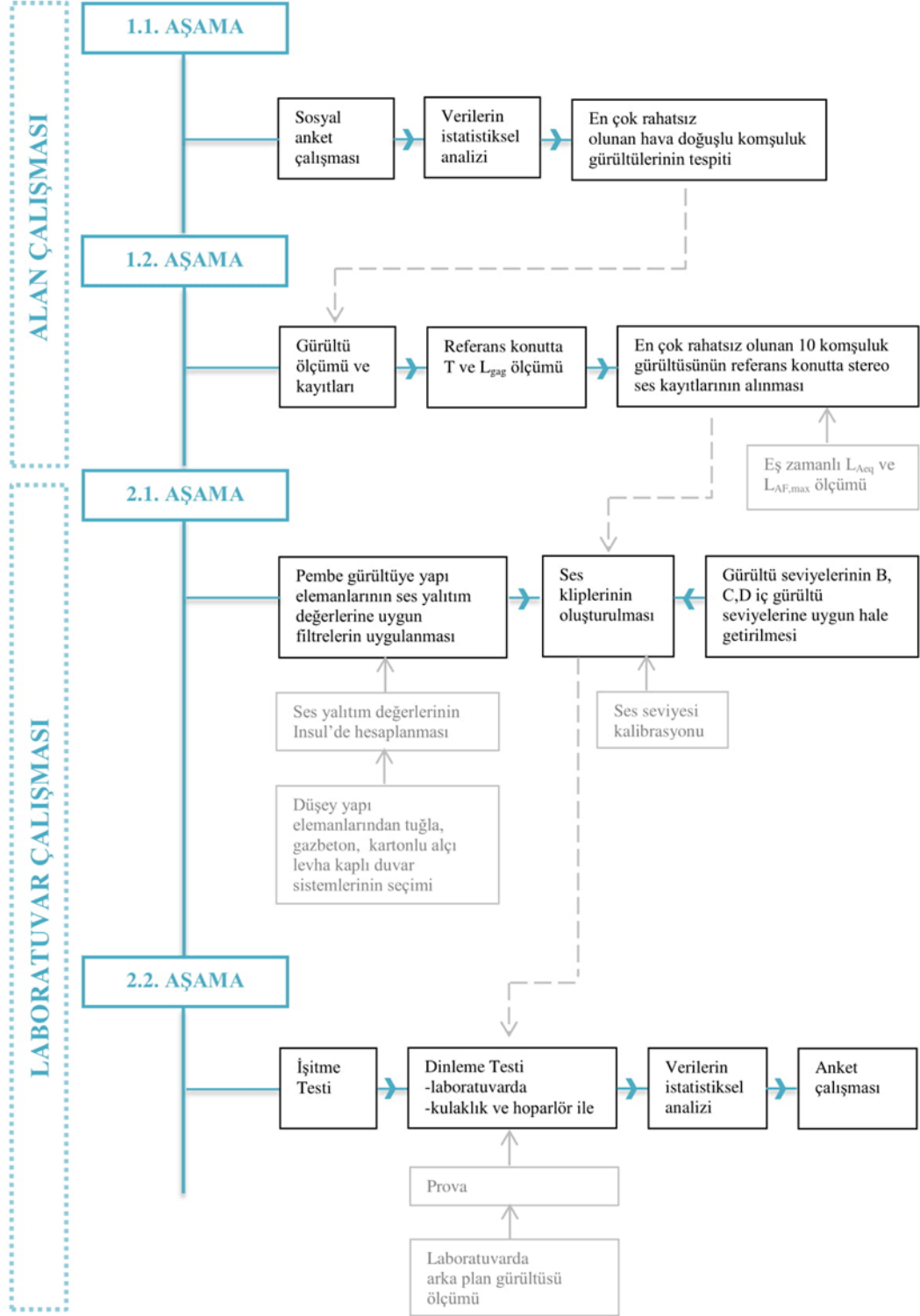
4.2.1 Sosyal anket çalışması

Çalışmada, yapı içi çevre gürültülerinin bir alt başlığı olan komşuluk gürültüsünün, konut kullanıcıları üzerinde oluşturduğu rahatsızlık incelenmektedir. Katılımcılara yöneltilen, anket soruları vasıtası ile kişilerden belirtilen gürültü türlerine karşı duydukları rahatsızlığı değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonraki aşaması olan iç gürültü düzeyi karşılaştırmalarında, katılımcılara dinletilecek olan gürültü türleri, anket sonuçlarına göre belirlenmiştir.

COST Action TU0901 (2014) kapsamında yayınlanan anket formatı referans alınmıştır. Çalışma sosyal anket olarak kurgulanmış ancak, referans ankette bazı değişiklikler yapılmıştır. Arkalı önlü tek sayfa ve A4 boyutunda hazırlanan anket 7 bölümden oluşmaktadır.

Birinci sayfada Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi; anketin amacı, anketi yürüten araştırmacının bilgileri, yanıtların değerlendirme biçimi, bir üst yazı ile açıklanmıştır. Daha sonraki bölümde ise cinsiyet, yaş, medeni durum, çalışma zamanı, ikamet süresi, hane halkı büyüklüğü gibi demografik bilgilere yönelik sorular yöneltilmiştir. Birinci sayfanın son bölümünde, anketin nasıl doldurulacağı ve değerlendirme ölçeğinin açıklandığı örnek soruya yer verilmiştir.

İkinci sayfa (Çizelge 4.2), gürültü rahatsızlığı değerlendirmesinde kullanılacak 11’li sayısal ölçeğin ve ‘kararsızım’ seçeneğinin kullanım durumlarını açıklayarak başlamaktadır. İlk olarak katılımcılara genel olarak yapı içi çevre gürültülerinden duydukları rahatsızlık sorulmaktadır. Daha sonra belirli gürültü kaynaklarını (yüksek sesli konuşma, müzik sesi, vb.) rahatsızlık açısından değerlendirdikleri, anketin ana bölümünü yer almaktadır.



Şekil 4.1 : Çalışmanın kavramsal modeli.

Çizelge 4.1 : Sosyal anket araştırmasının birinci sayfası.

KONUTLARDAKİ YAPI İÇİ ÇEVRE GÜRÜLTÜLERİNİN RAHATSIZLIK DERECELERİNİN BELİRLENMESİ	
Bu anket, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı öğrencisi Seda KULAK'ın tez çalışması kapsamında yapılmaktadır. Anketin amacı, konutlardaki yapı içi çevre gürültülerinden (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri, sirkülasyon sistemleri gürültüleri, vb.) kaynaklanan rahatsızlığın belirlenmesidir. Soruların doğru veya yanlış olarak bir değerlendirmesi bulunmamaktadır ve çalışma tamamen öznel yargı sonuçlarını edinmeyi hedeflemektedir. Ankette bulunan sorulara vereceğiniz cevaplar tarafımızca saklı tutulacak ve tamamen bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır. Anket sonuçlarının sağlıklı olabilmesi için soruları samimi ve objektif olarak yanıtlamanızı rica ederiz.	
Cevaplarınızı online iletmek isterseniz, lütfen sitemizi ziyaret ediniz. www.anket.com Ek bilgiye veya teyide ihtiyacınız olursa bizimle aşağıdaki adreslerden irtibata geçebilirsiniz. telefon 0 212 440 00 00 – 14097 e-mail kulakseda@gmail.com İlgi ve yardımlarınız için şimdiden teşekkür ederiz.	
Y. Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT Araş. Gör. Seda KULAK	
KİŞİSEL BİLGİLER	ANKET NO:
Cinsiyetiniz: Kadın ☐ Erkek ☐	
Yaşınız: 18-25 ☐ 26-39 ☐ 40-64 ☐ >65 ☐	
Medeni durumunuz: Evli ☐ Bekar ☐	
Çalışma zamanınız: Gündüz ☐ Akşam/Gece ☐ Karışık ☐ Diğer ☐	
Yaşamakta olduğunuz konutta kaç yıldır ikamet ediyorsunuz: 0-1 ☐ 2-5 ☐ 6- ☐	
Sizinle beraber hanede yaşayan toplam kişi sayısı: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4-6 ☐ 6- ☐	
ÖRNEK: BİR SONRAKİ SAYFADA BULUNAN SORULARI BU ŞEKİLDE CEVAPLAMALISINIZ.	
SORU. Yaklaşık son 12 ayı düşünerek, genel olarak yapı içi çevre gürültülerinden (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri, vb.) olan rahatsızlığınızı '0'dan '10'a kadar hangi sayı en iyi gösterir?	
Değerlendirme ölçeği Rahatsız değilim   Aşırı rahatsızım  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 kararsızım ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	
Ana soru Evde günlük aktivitelerinizi yaparken (uyumak, TV izlemek, müzik dinlemek ya da kitap okumak, vb.) bu gürültülere maruz kaldığınızı hayal ediniz.	Sizi en iyi ifade ettiğini düşündüğünüz cevabı, kutucuğun içerisine X işareti koyarak belirtiniz. Yanlışlıkla işaretlediğiniz ya da cevabı değiştirmek istediğinizde, o kutucuğun içini karalayıp, yeni cevabınızı X ile işaretleyiniz.
Sorunun cevabı ile ilgili fikir sahibi değilseniz ya da cevap veremiyorsanız 'kararsızım'ı işaretleyiniz.	

Ana bölümde, kişilere konutlarda sıkça karşılaşılan hava ve darbe kaynaklı gürültü tipleri sorulmaktadır. Bu gürültüler; yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, müzik sesi, TV sesi, ev aletleri sesi, parti sesi, bebek ağlaması sesi, çocuk sesi, enstrüman sesi, evcil hayvan sesi, kapı çarpma sesi, ayak sesleri, eşya çekme sesi, düşen cisimlerin sesi, çocuk koşma sesi, tesisat sesidir. Gürültü kaynaklarının son sorusu “dairenizde sizin çıkarttığınız seslerin komşularınız tarafından duyulmasından ne kadar rahatsızsınız” sorusudur. Bu soru referans ankette bulunmamaktadır, konut kullanıcıları ile yapılan yüz yüze görüşmelerde, bu durum ile ilgili hassasiyet fark edilmiş olup, anket sorusu olarak eklenmesine karar verilmiştir. COST Action TU0901 (2014) çalışmasında, eklenen yeni soruların gri ile işaretlenmesi gerekliliğinden bahsedilmektedir. Bu yüzden ankette ilgili soru işaretlenmiştir. Daha

sonra ise kişilerin ses yalıtımına verdikleri önem ve kendilerini gürültüye karşı ne kadar hassas buldukları ile ilgili soru yöneltilmektedir. İkinci sayfanın son sorusu, komşuluk seslerinin kişiler üzerinde üzerinde oluşturduğu etkiyi ve bu etkiye karşı aldıkları önlemleri açık uçlu olarak sormaktadır.

Tüm sorularda 11’li sayısal ölçek kullanılmış olup, ölçeğin uç noktalarında tanımlayıcı sözel ifadeler (rahatsız değilim, aşırı rahatsızım, hiç önemli değil, aşırı önemli gibi) ve piktogramlara yer verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Sosyal anket araştırmasının ikinci sayfası.

Açıklama: Şimdi, evinizdeyken aşağıda verilen gürültülerin sizi ne kadar rahatsız ettiğini ‘0’ ile ‘10’ arasında sayılarla gösteren bir ölçek verilmektedir.																											
Eğer hiç rahatsız değilseniz ‘0’ı seçiniz.	Eğer aşırı rahatsız iseniz ‘10’u seçiniz.	Bunların arasında iseniz ‘0’ ile ‘10’ arasında bir sayı seçiniz.	Eğer hiçbir şey duymuyorsanız, evinizde gürültü kaynağı mevcut değilse ya da soruya cevap veremiyorsanız ‘kararsızım’ı seçiniz.																								
1. Yaklaşık son 12 ayı düşünerek, genel olarak yapı içi çevre gürültülerinden (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri, vb.) olan rahatsızlığınızı ‘0’dan ‘10’a kadar hangi sayı en iyi gösterir?																											
 Rahatsız değilim Aşırı rahatsızım <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>kararsızım</td> </tr> <tr> <td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td> </tr> </table>				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	kararsızım	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	kararsızım																
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																
Yaklaşık son 12 ayı düşünerek (...) gürültüsünden olan rahatsızlığınızı ‘0’dan ‘10’a kadar hangi sayı en iyi gösterir?																											
 Rahatsız değilim Aşırı rahatsızım <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>kararsızım</td> </tr> <tr> <td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td> </tr> </table>				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	kararsızım	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	kararsızım																
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																
2. Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi																											
3. Müzik sesi																											
4. TV sesi																											
5. Ev aletleri sesi																											
6. Parti sesi																											
7. Bebek ağlaması sesi																											
8. Çocuk sesi																											
9. Enstrüman sesi																											
10. Evcil hayvan sesi																											
11. Kapı çarpma sesi																											
12. Ayak sesleri																											
13. Eşya çekme sesi																											
14. Düşen cisimlerin sesi																											
15. Çocuk koşma sesi (top oynama, vb.)																											
16. Tesisat sesleri (su, kalorifer, klima, hidrofor, pompa, mekanik daire, ...)																											
17. Dairenizde sizin çıkarttığınız seslerin komşularınız tarafından duyulmasından																											
18. Diğer (lütfen belirtiniz)																											
19. Yeni bir eve taşınmadan önce, yapı içi çevre gürültülerini (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri, vb.) göz önünde bulundurduğunuzda; ses yalıtımının sizin için önemini ‘0’dan ‘10’a kadar hangi sayı en iyi gösterir?																											
 Hiç önemli değil Aşırı önemli <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td> </tr> </table>				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																	
20. Yapı içi çevre gürültülerine (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri, vb.) karşı ne kadar hassassınız?																											
 Hiç hassas değilim Aşırı hassasım <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td> </tr> </table>				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																	
Yorum (komşuluk seslerinin sizde oluşturduğu etki nedir ve buna karşı nasıl bir önlem alırsınız?) :																											

4.2.2 Gürültü ölçüm ve kayıtları

Sosyal anket çalışmasında katılımcılardan 15 komşuluk gürültüsünü rahatsızlık açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Katılımcı yanıtlarına göre en çok rahatsız olunan ilk 10 gürültünün tespitinden sonra, gürültü ölçüm ve kayıt aşamasına geçilmiştir. Konutlarda karşılaşılan gürültülerin ses düzeyleri ve spektrumları ile ilgili bilgi edinmek amacıyla 10 gürültünün de ölçüm ve kaydı yapılmıştır fakat bunların arasından en çok rahatsız olunan ilk 3 hava doğuşlu gürültü tez kapsamında incelenmiştir. 4,5 m x 4,3 m boyutlarında, yüksekliği 2,6 m olan açık mutfak plan şemasına sahip yaşama alanı referans konut olarak seçilmiştir (Şekil 4.2). Konutta çınlama süresi (T) ve 24 saatlik L_{gag} ölçümü yapılmıştır. Belirlenen gürültü kaynaklarının 1 m mesafeden stereo ses kayıtları alınmıştır ayrıca kayıtlarla eş zamanlı L_{Aeq} , $L_{AF,max}$ ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerde çift kanallı Brüel & Kjaer Tip 2260 ses basınç ölçer ‘sound level meter’, ses kayıtlarında ‘TASCAM DR-05’ çift kanallı ses kayıt cihazı, değerlendirme ve raporlama amaçlı olarak ‘Qualifier 7830’ ve ‘Noise Explorer’ yazılımları kullanılmıştır.



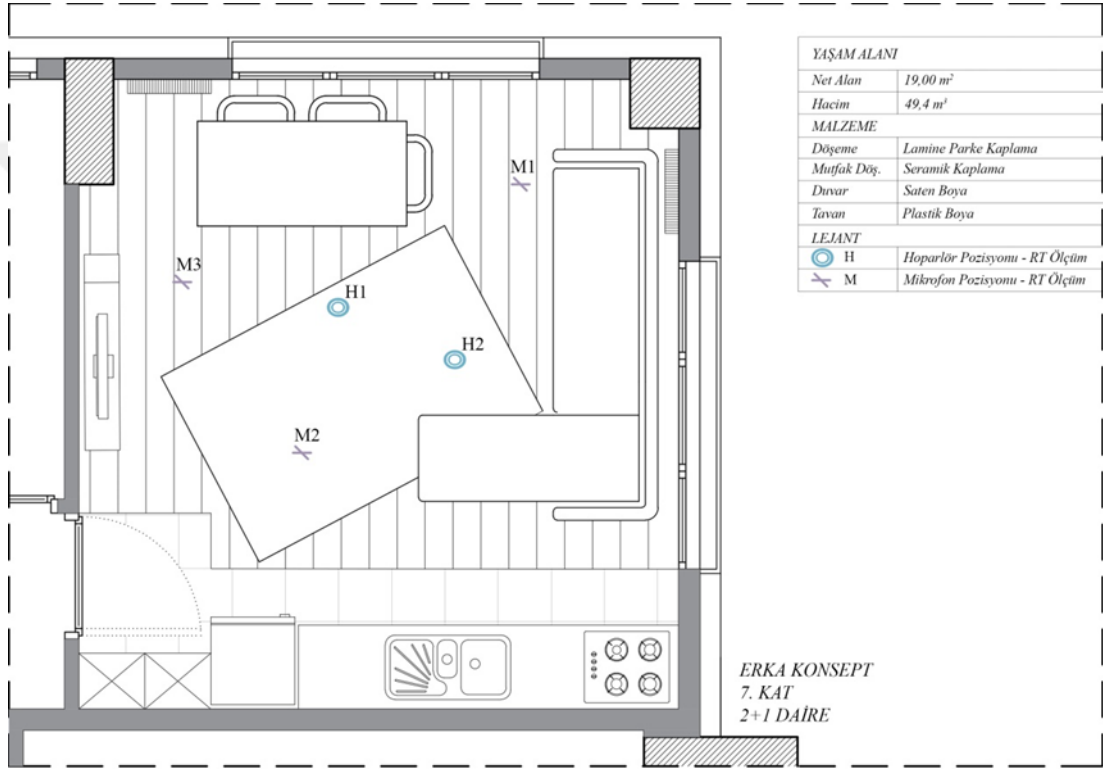
Şekil 4.2 : Referans konutun panoramik görüntüsü.



Şekil 4.3 : Örnek hoparlör ve mikrofon pozisyonu.

Yaşama alanındaki çınlama süresi TS EN ISO 3382-2 (2013) standardına uygun olarak, 2 hoparlör konumunda ve 6 mikrofon pozisyonunda ölçülmüştür. Mikrofonlar, oturur pozisyondaki insan kulağını temsilen 1,20 m yüksekliğe ayarlanmıştır (Şekil 4.3). Ölçümler 63-3150 Hz, 1/3 oktav bant aralığında yapılmıştır. Ölçüm düzeni örnek planı Şekil 4.4’te verilmiştir.

Referans konuttaki L_{gag} ölçümü TS ISO 1996-2 (2009) standardına uygun olarak, 7:00-19:00 arası gündüz ölçümleri, 19:00-23:00 arası akşam ölçümleri ve 23:00-7:00 arası gece ölçümleri yapılmış ve bu değerlere uygun olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.4 : Ölçüm yapılan hoparlör ve mikrofon pozisyonları.

4.3 Laboratuvar Çalışması

4.3.1 Ses kliplerinin oluşturulması

Referans konutta gürültü kaynağından 1 m uzaklıkta alınan stereo ses kayıtları ‘.wav’ formatında bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Sosyal anket çalışmasında 15 gürültü kaynağı arasından en fazla rahatsız olunan 3 hava doğuşlu gürültü (yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi, çocuk sesi), dinleme testinin ilk bölümünü oluşturan iç gürültünün öznel değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu üç gürültü Adobe Audition programında, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında

Yönetmelikte (2017) akustik performans sınıflarına bağlı, mekan içi izin verilen en yüksek gürültü düzeyi olarak tanımlanan 35 dBA (B sınıfı), 39 dBA (C sınıfı) ve 43 dBA (D sınıfı) ses seviyelerine ayarlanmıştır. 3 gürültü tipi ve 3 ayrı sınıf için her birinin uzunluğu 1 dk olan toplam 9 ses parçası oluşturulmuştur.

Dinleme testinin 2. bölümünü oluşturan hava doğuşlu ses yalıtımının öznel değerlendirilmesi bölümünde, düşey yapı elemanlarında sıkça kullanılan, örme duvarlardan tuğla ve gazbeton; iskelet duvarlardan ise kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sistemleri incelenmiştir. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte (2017) tanımlanan B, C, D akustik performans sınıfları için bağımsız birimler arasında sağlanması beklenen en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri sırasıyla, 58, 52, 48 dB'dir. Yönetmelik bu değerleri $D_{nT,A}$ ($D_{nT,w} + C$) için tanımlamaktadır. Seçilen 3 yapım sistemi için B, C, D sınıflarını sağlayan katmanlaşma modelleri, Insul ses yalıtımı hesaplama/tahmin programında hesaplanmıştır. Programda yapılan hesaplama örneği EK C'de verilmektedir. Ayrıca bu üç yapım sisteminin, inşaat sektöründe sıkça kullanılan katmanlaşma modeli de akustik performans sınıflarından bağımsız olarak çalışmaya ilave edilmiştir. Insul programından elde edilen R_w (C ; C_{tr}) değerleri, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği Açıklama ve Uygulama Kılavuzu (2018)'nda, oda boyutları 5 m, hacmi 75 m³'den küçük mekanlar için tanımlanan Formül (4.1) e göre $D_{nT,A}$ değerine dönüştürülmüştür. Çizelge 4.3'te tuğla (TD), gazbeton (GD), kartonlu alçı levha kaplı (KD) duvarlar için $R_w - D_{nT,A}$ dönüşümü gösterilmektedir. Buradaki amaç, yanal iletimlerle beraber olması muhtemel düşüşleri hesaba katmaktır. Çizelge 4.4'de 12 duvar tipini oluşturan yapı malzemelerinin Insul hesaplamalarında kullanılan, kalınlık, yoğunluk, elastisite modülü, kayıp faktörü ve poisson oranı değerleri gösterilmektedir. 80 dB seviyesindeki pembe gürültüye, hesaplanan 12 ses yalıtım değerine uygun filtrelerin uygulanması ile her biri 10 sn uzunluğundaki toplam 12 ses parçası elde edilmiştir.

$$D_{nT,A} = R_w (C; C_{tr}) - 3 \quad (4.1)$$

3 gürültünün ses seviyesi Adobe Audition programındaki equilazer aracı kullanılarak, 35-39-43 dBA seviyelerine getirilmiştir. Ses yalıtım değerlerinin filtre olarak pembe gürültüye uygulanmasında ise programın içerisindeki 1/3 oktav bant filtre aracı kullanılmıştır.

Dinleme testi sırasında jürinin oturacağı yerde, insan kulak hizasını temsilen 1,20 m yüksekliğinde, hoparlör sistemi aktifken, her bir ses parçasının ölçümü çift kanallı Brüel & Kjaer Tip 2260 ses basınç ölçer 'sound level meter' ile yapılmıştır ve hedeflenen düzeyle karşılaştırılarak kalibre edilmiştir. A ağırlıklı ses basınç düzeyi her bir ses için $\pm 0,5$ dBA değişkenle kaydedilmiştir.

4.3.2 Dinleme testi

İşitme ve dinleme kavramları çoğu zaman birbiri yerine kullanılsa da temelde ifade ettikleri durumlar farklıdır. İşitme, insanın 5 duyusundan biridir ve sesin fiziksel olarak algılanması ile ilgili geçen süreci ifade eder. Dinleme ise aktif olarak algılama ve yorumlamanın da içerisinde bulunduğu zihinsel süreçtir.

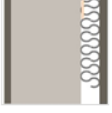
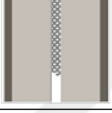
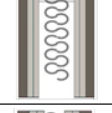
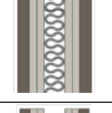
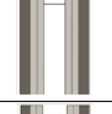
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi'nde (Şekil 4.5), Prof. Dr. Ahmet ATAŞ sorumluluğunda 22 kişiye işitme testi yapılmıştır. İşitme testi; saf ses odyometrisi, konuşma odyometrisi, timpanometri ve akustik refleks testlerini kapsamaktadır. Çalışmaya ilişkin Etik Kurul Raporu EK D'de verilmiştir.

Saf ses odyometrisi, 125-8000 Hz frekans aralığında saf ses uyaranlarına karşı, kişinin işitme eşiğinin sessiz bir kabin içerisinde öznel olarak değerlendirilmesidir ve hava iletim odyometri, kemik iletim odyometri, odyometrik weber testini kapsamaktadır. Konuşma odyometrisi, kişinin konuşmayı anlama ve ayırt etmesinin değerlendirildiği bir testtir. Timpanometri, dış kulak yoluna, hava basıncı uygulanarak orta kulak ve kulak zarı hareketliliğinin ölçülmesi esasına dayalı nesnel bir testtir. Akustik refleks ise orta kulaktaki stapes kasının, sesli uyaranlara bağlı kasılmasından kaynaklanan değişikliklerin ölçüldüğü testtir (Url-4).

İşitme testi sonuçlarına göre (EK E), 22 kişiden 20'sinin saf ses ortalamalarına göre işitmelerinin bilateral normal sınırlarda olduğu görülmüştür. 2 kişinin, son 6 ayda işitme testi yaptırmış olduğu ve sonuçları normal sınırlarda çıktığı için, bu kişilere tekrardan test yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Dinleme testi, İstanbul Üniversitesi bünyesinde bulunan ses yalıtımlı Green Box stüdyosunda (Şekil 4.6) gerçekleştirilmiştir. Teste katılan 22 kişi, öncelikle bu çalışmaya ve işitme testine gönüllü katıldıklarını beyan eden formu imzalamıştır (EK D).

Çizelge 4.3 : Tuğla (TD), gazbeton (GD), kartonlu alçı levha kaplı (KD) duvarlar için R_w - $D_{nT,A}$ dönüşümü.

Duvar Tipi	Katmanlaşma	Toplam Duvar Kalınlığı (cm)	R_w (dB)	C (dB)	C_{br} (dB)	$D_{nT,w}$ (dB)	$R_w + C$ (dB)	$D_{nT,A} = R_w + C - 3$ (dB)
TD-B		27,5	62	-1	-4	64	61	58
TD-C		28	57	-2	-6	59	55	52
TD-D		29	52	-1	-4	54	51	48
TD-X		23	45	0	-4	47	45	42
GD-B		26,5	63	-2	-6	65	61	58
GD-C		37	58	-3	-8	60	55	52
GD-D		38	55	-4	-9	57	51	48
GD-X		19	42	0	-3	44	42	39
KD-B		17	64	-3	-8	66	61	58
KD-C		12,5	59	-4	-12	61	55	52
KD-D		13	55	-4	-12	57	51	48
KD-X		14	56	-3	10	58	53	50

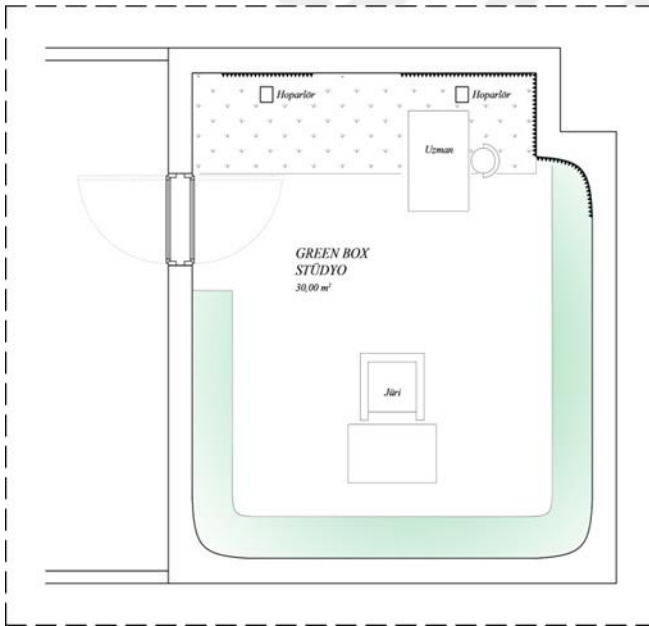
Çizelge 4.4 : Yapı malzemelerinin, kalınlık, yoğunluk, elastisite modülü, kayıp faktörü ve poisson oranı değerleri (Aksoylu ve diğ., 2016; Kurra ve Demirel, 2013).

<i>Duvar Tipi</i>	<i>Katmanlaşma</i>	<i>Kalınlık (cm)</i>	<i>Yoğunluk (kg/m³)</i>	<i>Elastisite Modülü (Mpa)</i>	<i>Kayıp Faktörü</i>	<i>Poisson Oranı</i>
TD-B	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	yatay delikli tuğla	18,5	800	2,75	0,010	0,26
	taş yünü	5	50			
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
TD-C	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	yatay delikli tuğla	8,5	600	2,75	0,010	0,26
	boşluk	7				
	yatay delikli tuğla	8,5	600	2,75	0,010	0,26
TD-D	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	yatay delikli tuğla	25	1000	2,75	0,010	0,26
	kaba sıva	2	1800	1,70	0,010	0,10
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
TD-X	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	yatay delikli tuğla	19	600	2,75	0,010	0,26
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
GD-B	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	10	600	2,75	0,010	0,25
	taş yünü	2,5	50			
	gazbeton blok	10	600	2,75	0,010	0,25
GD-C	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	13,5	500	2,75	0,010	0,25
	boşluk	6				
GD-D	gazbeton blok	13,5	500	2,75	0,010	0,25
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	400	2,75	0,010	0,25
GD-X	boşluk	4				
	gazbeton blok	15	400	2,75	0,010	0,25
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
KD-B	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
KD-C	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
KD-D	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
KD-X	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25
	kaba sıva	2	1800	32,00	0,010	0,10
	gazbeton blok	15	500	2,75	0,010	0,25



Şekil 4.5 : İşitme testinin yapılma anından görüntüler.

Çalışmanın, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular veya uygulamalar içermediği, katılımcının işitsel sağlığını tehlikeye atacak derecede yüksek ses düzeyi barındırmadığı konusunda jüri bilgilendirilmiştir. Ayrıca soruların doğru veya yanlış olarak bir değerlendirilmesi bulunmadığı, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendilerini rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakıp çıkabilecekleri de kendilerine bildirilmiştir.



Şekil 4.6 : Green Box stüdyonun planı ve dinleme testi anından görüntüler.

Dinleme testi 2 bölümden oluşmaktadır. 1. bölümde jüri ilk olarak 9 sesi, ses düzeyi ve ses ortamını tanımlayıcı sıfat çiftleri açısından değerlendirmiştir (Çizelge 4.5). Kişilerden, apartman dairelerinde sessizlik ve huzur içerisinde, tek başlarına olduklarını hayal etmeleri istenmiştir. Rahatlamış bir zihne sahip olarak, dinlendikleri bir anda komşu konuttan bir ses duymaya başladıkları anı düşünerek, işittikleri sesin düzeyini '0 ile 10' arasında sayılarla ve kelimelerle ifade edilen bir

ölçek vasıtasıyla değerlendirmeleri beklenmiştir (0-hiç yüksek değil; 10-aşırı derecede yüksek). Daha sonra 12 sıfat çiftini -2 ve +2 arasında bipolar değerlendirmeleri istenmiştir.

Çizelge 4.5 : Dinleme testi 1. bölüm, ses düzeyi ve sıfat çiftlerinin değerlendirilmesi soruları.

Ses düzeyi	hiç						aşırı derecede					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

	-2	-1	0	1	2	
Gürültülü						Sessiz
Zayıf						Güçlü
Dikkat dağıtıcı						Odaklayıcı/ Dikkat yoğunlaştırıcı
(sesi) Çınlatan/ Artıran						Söndüren/ Emen
Açık/Net						Belirsiz
Sert						Yumuşak
Stabil/Sabit						Labil/Değişken
Cansız/Kuru/Ruhsuz						Canlı
Keskin						Donuk
Hareketsiz						Hareketli
Küçük						Büyük
Yüzeysel						Derin

1. bölümün 2. aşamasında ise ilk bölüme benzer şekilde kişilerden, apartman dairelerinde sessizlik ve huzur içerisinde, tek başlarına olduklarını hayal etmeleri istenmiştir. Rahatlamış bir zihne sahip olarak, dinledikleri bir anda komşu konuttan bir ses duymaya başladıkları anı düşünerek, işittikleri sesin rahatsızlık düzeyini ‘0 ile 10’ arasında sayılarla ve kelimelerle ifade edilen bir ölçek vasıtasıyla değerlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra verilen 3 cümleyi okuyup anlamaları ve bu cümlelerle ilgili arka sayfadaki 5 doğru/yanlış önermesini cevaplamaları beklenmiştir. Bu bölümde son olarak kişilerden dinledikleri sesin, cümleleri okuyup anlama, zihinde tutma ve çıkarım yapma aşamasında ne kadar rahatsız edici olduğunu değerlendirmeleri istenmiştir. Hannon (2001) kitabında, okuma anlama kabiliyetleri farklı kişiler için bu yöntemin kullanılmasını önermektedir. 2’si anlamlı, 3’ü anlamsız toplam 5 kelimenin birbiri ile ilişkisi 3 cümleyle verilmektedir. 5 doğru/yanlış önermesinden, 3’ü doğrudan verilen bilgiden çıkarılabiliyorken kalan 2 önermeyi cevaplamak için anlamlı verilen 2 kelimenin günlük hayattaki nicelik verisini hatırlamak gerekmektedir, bu durum geçmişte öğrendiğimiz bilgileri zihnimize çağırmayı gerektirir. Diğer 3 cümle ise kısa süreli hafıza ile ilgilidir. Jüri bu bölümde ‘.wav’ formatında toplam 18 ses parçası dinlemiştir, her bir parça 1 dk uzunluğundadır ve sesler arasında 30 saniyelik boşluklar bırakılmıştır. Windows

Media Player uygulamasında hazırlanan 3 ayrı çalma listesi jüriye rastgele bir şekilde dinletilmiştir.

Çizelge 4.6 : Dinleme testi 1. bölüm gürültü rahatsızlığı değerlendirme soruları.

rahatsızlık düzeyi	hiç										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

CÜMLELER

JAL , TOC'dan daha büyüktür.

TOC , MİDİLLİ'den daha büyüktür.

KUNDUZ , CAZ'dan daha büyüktür

	DOĞRU	YANLIŞ
MİDİLLİ, JAL'dan daha büyüktür.		
TOC, CAZ'dan daha büyüktür.		
MİDİLLİ, KUNDUZ'dan daha büyüktür.		
KUNDUZ, TOC'dan daha büyüktür.		
TOC, JAL'dan daha büyüktür.		

rahatsızlık düzeyi 2	hiç										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Dinleme testinin 2. Aşamasında (Şekil 4.7) jüriden, ilk bölümde olduğu gibi apartman dairelerinde dinlenirken bir ses duymaya başladıklarını hayal etmeleri ve işittikleri sesin düzeyini '0 ile 10' arasında sayılarla ve kelimelerle ifade edilen bir ölçek vasıtasıyla değerlendirmeleri istenmiştir (0-hiç yüksek değil; 10-aşırı derecede yüksek). Microsoft PowerPoint programında hazırlanan arayüz ile her sayfada 3 ya da 4 ses parçasının ve değerlendirme ölçeğinin bulunduğu ekranda kişiler kendilerinin kontrol ettiği oynatma ve durdurma araçları ile ses parçalarını dinlemiştir. Aynı sayfa içerisindeki sesleri, tekrar tekrar dinleyebilecekleri ve sesler arasında karşılaştırma yaparak bir değerlendirmede bulunmaları konusunda bilgilendirilmişlerdir. Jüri bu bölümde '.wav' formatında toplam 24 ses parçası dinlemiştir, her bir parça 10 sn uzunluğundadır Hazırlanan 3 farklı arayüz jüriye rastgele bir şekilde dinletilmiştir.

Dinleme testinin 1. bölümdeki ses parçaları 2 hoparlör vasıtasıyla üretilmiştir. Mackie CR4 BT 1 adet aktif, 1 adet pasif stüdyo referans monitorü kullanılmıştır. Monitörlerin frekans aralığı 70 Hz-20 kHz, woofer boyutu 4 inch, tweeter boyutu

0,75 inch ve max. SPL (sound pressure level) değeri 100 dB'dir. 2. Bölümde ise Philips SHB9850NC kulak üstü kulaklık kullanılmıştır.

Dinleme testlerinde konut ortamına ait fotoğrafların gösteriminin, kişinin ortamı hayal edebilmesinde daha yardımcı olabileceği düşünülerek kişilere çalışma süresince konut fotoğrafı gösterilmiştir (NT ACOU 111, 2002).

Jürinin stüdyo ortamına ve soru tiplerine alışması için dinleme testinin asıl kısmına geçilmeden önce, testin 2 bölümünden birer soru ile prova yapılmıştır, anlaşılmayan noktalara açıklık getirilmiştir. Her bir jüri test öncesinde, yazılı olarak hazırlanan önerenin kendisine okunması suretiyle bilgilendirilmiştir. Dinleme testi sonrasında kişilerle anket çalışması yapılmış olup, çalışmaya dair geri dönüşler alınmıştır.

Arka plan gürültüsünün düşük olduğu durumlarda yani ortam sesinin dışarıdan gelen herhangi bir komşuluk gürültüsünü maskeleyemediği durumda, sesin en fazla rahatsız etmesi beklenir. Bu nedenle dinleme testleri 35 dB'den daha düşük bir arka plan gürültü seviyesinin olduğu yerlerde yapılması önerilir (Hongisto ve diğ., 2014). Fakat stüdyoda yapılan arka plan ölçümlerinde L_{eq} değerinin önerilenin çok üzerinde 54 dB seviyesinde olduğu görülmüştür.

Dinleme Testi -2.sayfa

Apartman dairenizde sessizlik ve huzur içerisinde, tek başınıza olduğunuzu hayal edin. Rahatlamış bir zihne sahipsiniz. Bir dergi ya da kitap okuyorsunuz ya da internette geziniyorsunuz ve komşu konuttan bir ses duymaya başladınız.

Lütfen megafon görselinin üzerine tıklayınız ve daha sonra açılan ekrandaki oynatma (▶) görseline tıklayınız.

Komşunuzun dairesinden bu tür bir ses işitiyorsunuz...

Size '0 ile 10' arasında sayılarla ve kelimelerle ifade edilen bir ölçek verilmektedir. Lütfen işittiniz **SESİN DÜZEYİNİ** değerlendiriniz. (0-hiç yüksek değil; 10-aşırı derecede yüksek)

10 saniye süresince sesi duyacaksınız. Dinlediğiniz sesi değerlendirdikten sonra sıradaki sese geçiniz. Bu sayfadaki sesleri tekrar dinleyip, kararınızı değiştirebilirsiniz. Bu sayfada yer alan 4 sesi değerlendirdikten sonra diğer sayfaya geçiniz. Çalışma süresince önceki sayfalara dönmemeniz rica olunur.



hiç	aşırı derecede									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

hiç	aşırı derecede									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

hiç	aşırı derecede									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

hiç	aşırı derecede									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Şekil 4.7 : Dinleme testi 2.bölüm ses yalıtımı değerlendirme soruları.



5. BULGULAR

Yürütülen tez çalışması kapsamında, konutlarda en çok rahatsız olunan gürültü kaynaklarının tespiti için yapılan sosyal anket çalışmasından, gürültü tiplerinin konutta kaydedilmesinden ve çalışmanın ana gövdesini oluşturan dinleme testinden elde edilen veriler, genellikle grafikler aracılığı ile ifade edilip, alt başlıklar halinde sunulmuştur.

5.1 Alan Çalışması Bulgular

5.1.1 Sosyal anket çalışması bulgular

5.1.1.1 Demografik bulgular

İstanbul (126 kişi), Çorum (61 kişi) ve Hatay (63 kişi) illerinde, 250 konut kullanıcısı ile sosyal anket çalışması yürütülmüştür. Katılımcıların kişisel bilgilerine ilişkin demografik bulgular Şekil 5.1’de verilmektedir. Bu grafiklerde de görüldüğü gibi, 138’i kadın, 110’u erkek ve yanıtı bırakarak 2 kişi olmak üzere toplam 250 kişi katılmıştır.

Katılımcıların büyük çoğunluğu (%77,3’ü) 18-39 yaş aralığında olup, 40 yaş üzeri katılımcılar toplamın yaklaşık %22,7’sini oluşturmaktadır.

Katılımcıların 92’si (%38,8) evli, 145’i (%61,2) bekar olup, %68,7’si gündüz saatlerinde çalışmaktadır. Sadece %27,8’i ikamet ettiği konutta 1 yıldan az süredir yaşamaktadır ve katılımcıların %82,3’ünün hane halkı büyüklüğünün 2-4 kişi aralığında olduğu görülmektedir.

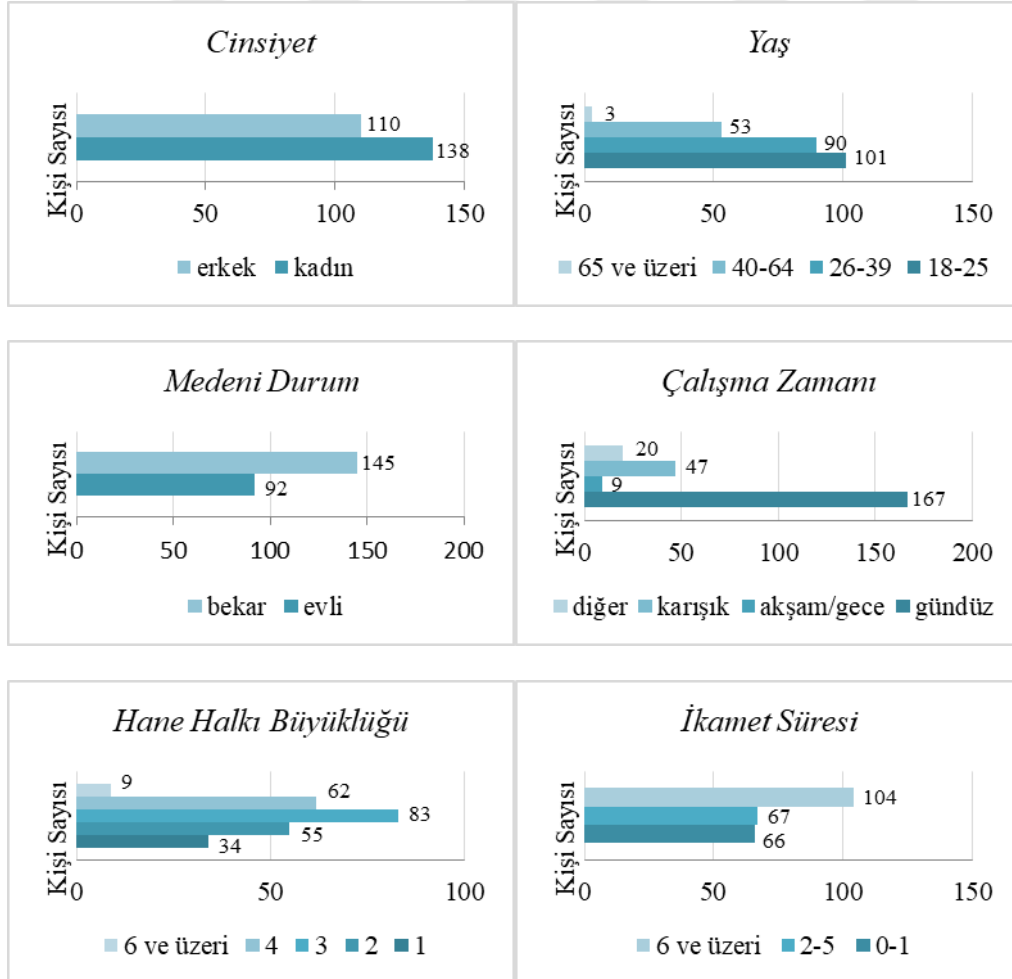
5.1.1.2 Öznel gürültü değerlendirmesi

Sosyal anket verileri, IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics 25.0 programı vasıtasıyla istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi, sese karşı hassasiyet ve gürültü kaynakları

değerlendirilmesinden oluşan, toplam 20 sorunun, istatistiksel güvenirliği, Cronbach's Alpha değerine göre % 91,8'dir (verinin güvenilirliği için bu değer %70 ve üzeri olması gerekmektedir) (Pallant, 2007). Boş bırakılan ya da 'kararsızım' seçeneğinin işaretlendiği yanıtlar değerlendirme dışında tutulmuştur.

15 gürültü kaynağı öncelikle temel istatistiksel analizler (ortalama, medyan, standart sapma) açısından incelenmiştir. Ortalama, bir grup verinin aritmetik ortalamasının alınmasıdır, sayı dizisindeki tüm veriler toplanıp, sayı dizisini oluşturan eleman sayısına bölünerek bulunur. Medyan ise, sayı dizisinde çarpık bir dağılım olduğu durumlarda, uç etkisinin yanıltıcı olmaması için tercih edilir. Sayı dizisinin büyükten küçüğe veya küçükten büyüğe sıralanması ve bu dizinin tam ortasına denk gelen değer tespiti ile bulunur. Standart sapma, diziyi oluşturan sayıların, ortalamadan olan farklarının kareleri ortalamasının kareköküdür (Coakes, 2013).



Şekil 5.1 : Anket formunu yanıtlayan katılımcıların, cinsiyet, yaş, medeni durum, çalışma zamanı, ikamet süresi, hane halkı büyüklüğü verilerine göre dağılımı.

Gürültü tiplerinin analizleri Çizelge 5.1’de verilmektedir. Katılımcılar 15 gürültü tipini, yaklaşık son 12 ayı düşünerek, 11’li Likert ölçeğinde, 0 ‘rahatsız değilim’ , 10 ‘aşırı rahatsızım’ olacak şekilde değerlendirmişlerdir. Belirtilen gürültü tipine maruz kalmadıklarını düşünüyorlar ya da cevap veremiyorlar ise ‘kararsızım’ seçeneğini işaretlemişlerdir. Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesleri, çocuk sesi, TV sesi, bebek ağlaması sesi, müzik sesi, enstrüman sesi, evcil hayvan sesi hava doğuşlu gürültü kaynağı olarak ele alınmıştır. Çocuk koşma sesi, kapı çarpma sesi, eşya çekme sesi, düşen cisimlerin sesi, ayak sesleri ise darbe kaynaklı gürültü kaynağı olarak değerlendirilmiştir. İçerisinde hem darbe hem hava doğuşlu gürültü barındıran sesler ise, ev aletleri sesi ve parti sesi, ayrı gruplandırılmıştır.

Rahatsızlık düzeyi karşılaştırmaları yapılırken aritmetik ortalamalar esas alınmıştır. Katılımcılara göre en çok rahatsız olunan ilk üç gürültünün, yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesleri ve çocuk koşma sesi olduğu görülmektedir. Hava doğuşlu en çok rahatsızlık veren yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi; darbe kaynaklı en çok rahatsızlık veren çocuk koşma sesi; hava ve darbe kaynaklı en çok rahatsızlık veren gürültü ise ev aletleri sesidir.

Çizelge 5.1 : Gürültü tiplerinin 11’li Likert ölçeğinde (0-10) rahatsızlık açısından değerlendirilmesi.

derecesi	gürültü tipi	gürültü kaynağı	N	ortalama	medyan	standart sapma
1.	<i>Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi</i>	hava doğuşlu	244	5,42	5	3,215
2.	<i>Tesisat sesleri</i>	hava doğuşlu	235	4,51	4	3,468
3.	<i>Çocuk koşma sesi</i>	darbe kaynaklı	234	4,43	4	3,611
4.	<i>Kapı çarpma sesi</i>	darbe kaynaklı	234	4,39	4	3,387
5.	<i>Eşya çekme sesi</i>	darbe kaynaklı	233	4,12	3	3,502
6.	<i>Düşen cisimlerin sesi</i>	darbe kaynaklı	233	4,03	3	3,331
7.	<i>Çocuk sesi</i>	hava doğuşlu	230	3,88	3	3,469
8.	<i>Ayak sesleri</i>	darbe kaynaklı	237	3,82	3	3,424
9.	<i>Ev aletleri sesi</i>	hava+darbe kay.	227	3,69	3	3,085
10.	<i>TV sesi</i>	hava doğuşlu	233	3,36	3	2,955
11.	<i>Bebek ağlaması sesi</i>	hava doğuşlu	229	3,31	2	3,504
12.	<i>Müzik sesi</i>	hava doğuşlu	241	3,15	2	3,000
13.	<i>Parti sesi</i>	hava+darbe kay.	218	2,63	1	3,307
14.	<i>Enstrüman sesi</i>	hava doğuşlu	226	2,24	1	2,984
15.	<i>Evcil hayvan sesi</i>	hava doğuşlu	225	2,02	0	2,888

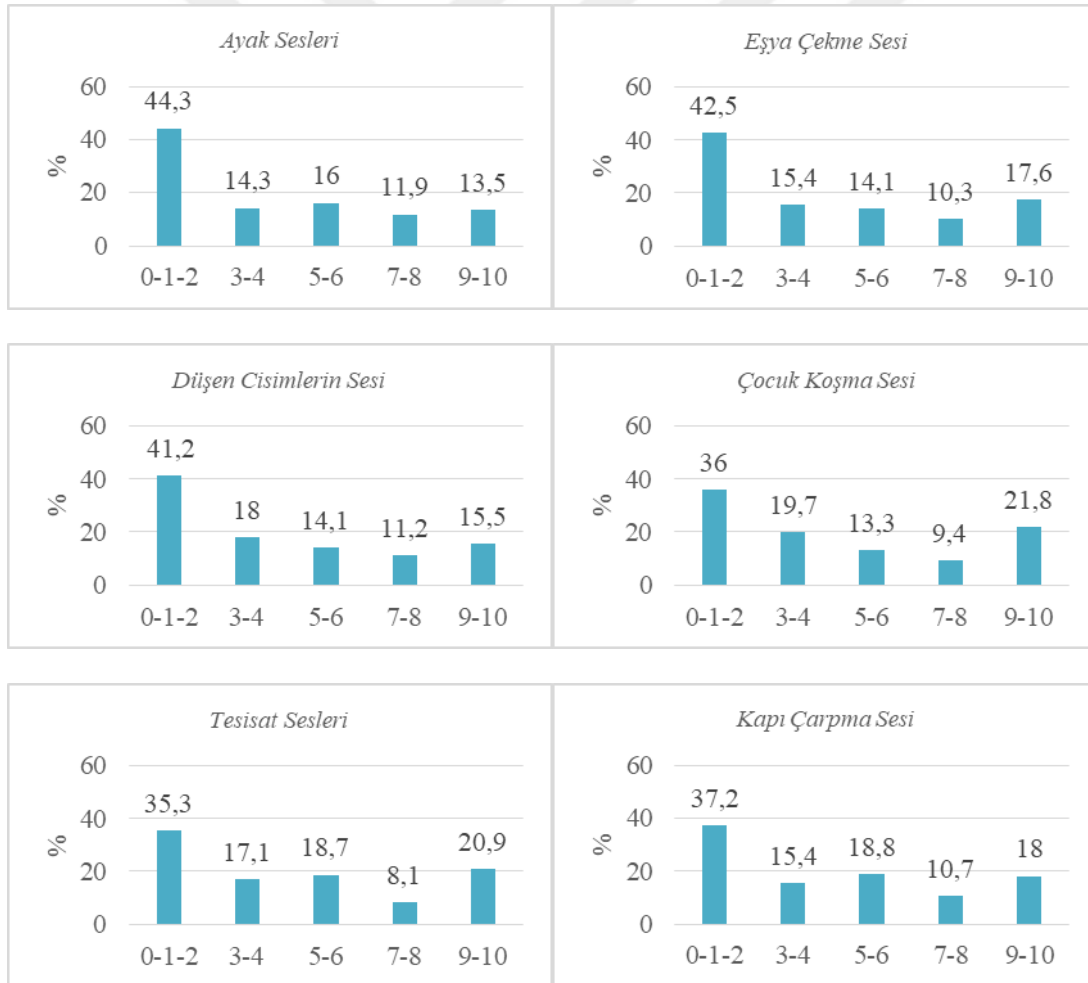
Her bir gürültü tipinin rahatsızlık değerlendirmesinin yüzdesel dağılımları Şekil 5.2’de verilmektedir. 0-2 aralığı ‘rahatsız değilim’ , 3-4 aralığı ‘biraz rahatsızım’ , 5-6 aralığı ‘orta derecede rahatsızım’ , 7-8 aralığı ‘çok fazla rahatsızım’ ve 9-10 aralığı ise ‘aşırı rahatsızım’ı göstermektedir.

Katılımcıların %70’inden fazlasının parti sesi veya enstrüman sesi veya evcil hayvan

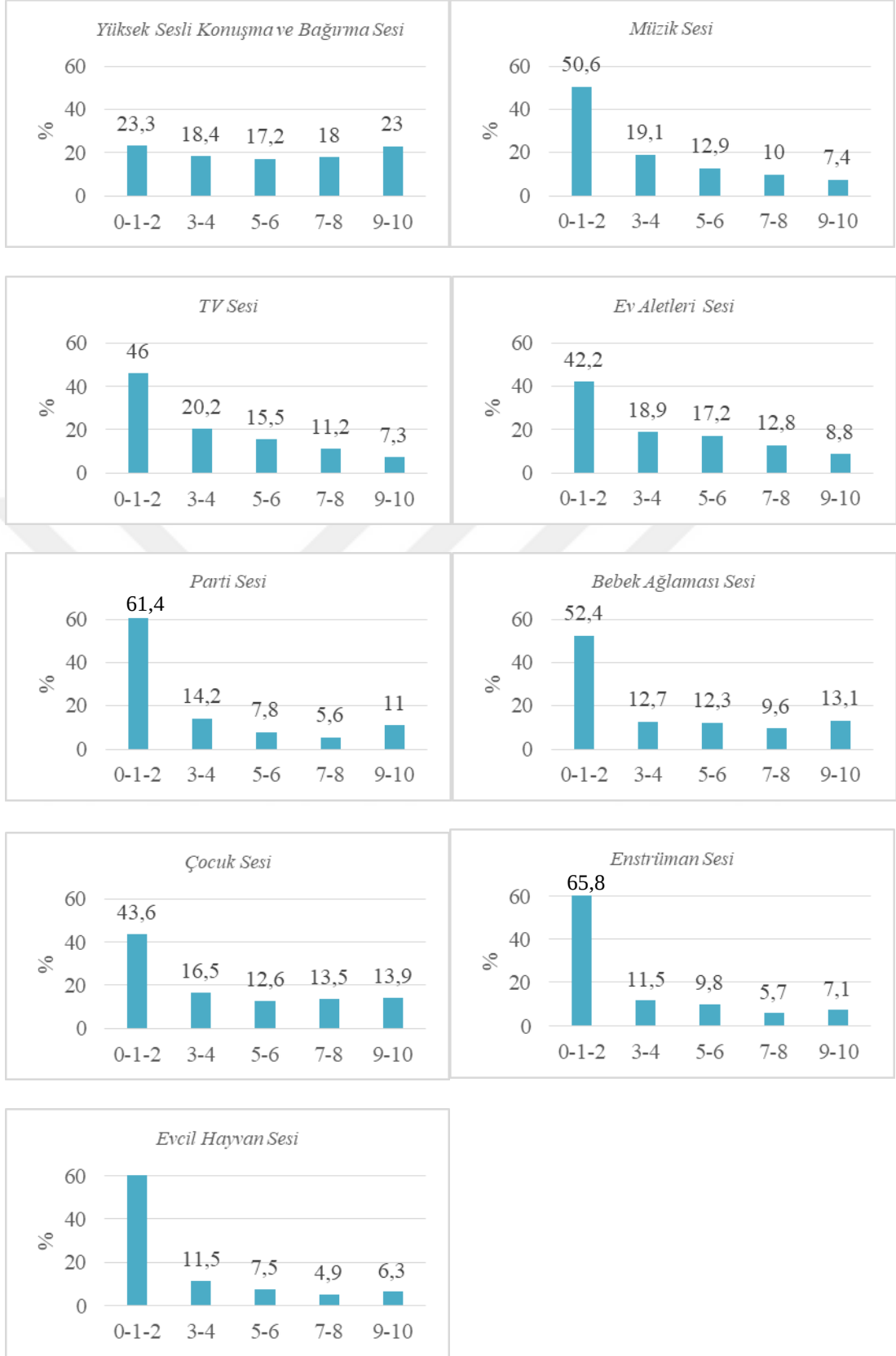
sesinden rahatsız olmadıkları ya da biraz rahatsız oldukları; %60'ından fazlasının müzik sesi veya TV sesi veya ev aletleri sesi veya bebek ağlaması sesi veya çocuk sesinden rahatsız olmadıkları ya da biraz rahatsız oldukları görülmektedir.

Katılımcıların %30'undan fazlasının yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi veya çocuk koşma sesinden çok fazla rahatsız oldukları ya da aşırı rahatsız oldukları; %25'inden fazlasının çocuk sesi veya kapı çarpma sesi veya ayak sesleri veya eşya çekme sesi veya düşen cisimlerin sesi veya tesisat seslerinden çok fazla rahatsız oldukları ya da aşırı rahatsız oldukları görülmektedir.

Sosyal ankette katılımcılar tarafından değerlendirilen gürültü kaynakları, kaynağına göre hava, darbe ve hava+darbe kaynaklı olmak üzere 3 grupta incelenmiştir. Gürültü kaynaklarından kaynaklanan rahatsızlık değerlendirilmesi (11'li Likert ölçeğinde, 0 rahatsız değilim, 10 aşırı rahatsızım) her grup bazında, o gruptaki elemanların



Şekil 5.2 : Gürültü tiplerinin rahatsızlık değerlendirilmelerinin 11'li Likert ölçeğe (0-10) karşılık gelen yüzdesel dağılımı.



Şekil 5.2 (devam): Gürültü tiplerinin rahatsızlık değerlendirilmelerinin 11’li Likert ölçeğe (0-10) karşılık gelen yüzdesel dağılımı.

aritmetik ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. İlgili değerler Çizelge 5.2’de ifade edilmektedir. Hava doğuşlu gürültü kaynaklarından kaynaklanan rahatsızlık ortalaması 3,586, darbe kaynaklı gürültü kaynaklarından kaynaklanan rahatsızlık ortalaması 4,189 ve hava+darbe kaynaklı gürültü kaynaklarından kaynaklanan rahatsızlık ortalaması 3,294’tür.

Çizelge 5.2 : Hava, darbe ve hava+darbe kaynaklı gürültülerin rahatsızlık değerlendirilmelerinin ortalamaları.

	n	Ortalama	Standart sapma
<i>Hava doğuşlu gürültü kaynaklarından rahatsızlık</i>	247	3,586	2,220
yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi			
tesisat sesleri			
çocuk sesi			
TV sesi			
bebek ağlaması sesi			
müzik sesi			
enstrüman sesi			
evcil hayvan sesi			
<i>Darbe kaynaklı gürültü kaynaklarından rahatsızlık</i>	248	4,189	2,862
çocuk koşma sesi			
kapı çarpma sesi			
eşya çekme sesi			
düşen cisimlerin sesi			
ayak sesleri			
<i>Hava ve darbe kaynaklı gürültü kaynaklarından rahatsızlık</i>	238	3,294	2,904
ev aletleri sesi			
parti sesi			

Katılımcıların, genel rahatsızlık , kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değerlendirilmelerinin 11’li Likert ölçeğe (0-10) karşılık gelen yüzdesel dağılımı Şekil 5.3’te verilmektedir.

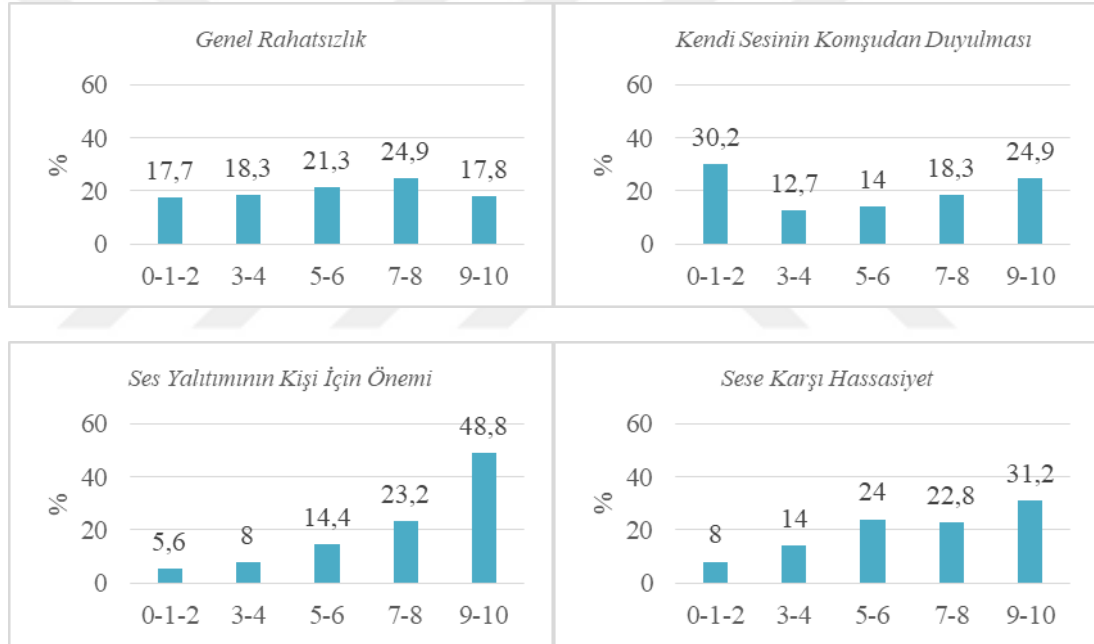
Yaklaşık son 12 ayı düşünerek, genel olarak yapı içi çevre gürültülerinden olan rahatsızlık değerlendirmesi’nde katılımcıların %42,7’sinin çok fazla rahatsız olduğu veya aşırı rahatsız olduğu görülmektedir.

‘Yaklaşık son 12 ayı düşünerek, dairenizde sizin çıkarttığınız seslerin komşularınız tarafından duyulmasından olan rahatsızlığınızı değerlendiriniz’ sorusu, COST Action TU0901 (2014) referans anket formatında olmayıp, bu çalışmaya özgü eklenmiştir. Katılımcıların %43,2’sinin, kendi sesinin komşudan duyulmasından çok fazla

rahatsız olduğu veya aşırı rahatsız olduğu; %42,9'unun ise rahatsız olmadıkları veya biraz rahatsız oldukları görülmektedir.

‘Yeni bir eve taşınmadan önce yapı içi çevre gürültülerini (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar, donatım gürültüleri, vb.) göz önünde bulundurduğunuzda ses yalıtımının sizin için önemini değerlendiriniz’ sorusuna verilen cevaplara bakıldığında ise katılımcıların %72’sinin ses yalıtımına önem verdiği veya çok önem verdiği görülmektedir.

‘Yapı içi çevre gürültülerine (komşuluk sesleri, mekanik cihazlar, donatım gürültüleri, vb.) karşı ne kadar hassassınız’ sorusunda katılımcıların %54’ünün kendisini hassas veya aşırı hassas; %22’sinin ise kendisini hiç hassas değil veya hassas değil olarak değerlendirdiği görülmektedir.



Şekil 5.3 : Katılımcıların, genel rahatsızlık , kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değerlendirilmelerinin 11’li Likert ölçeğe (0-10) karşılık gelen yüzdesel dağılımı.

Analizler sonucunda, katılımcı yanıtlarının normal olmayan dağılım sergiledikleri görülmektedir (Çizelge 5.3). Veri seti normal dağılım göstermediği için parametrik olmayan istatistiksel testlerin kullanımı uygun görülmüştür ($p < 0,05$ ise veri setinin normal dağılım göstermediği kabul edilir) (Pallant, 2007).

Araştırmanın soruları ve bu sorulara cevap bulmaya yönelik yapılan istatistiksel analizler Çizelge 5.4’te, Çizelge 5.5’te ve Çizelge 5.6’da detaylı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 5.3 : Veri setine uygulanan normalite testi sonuçları.

Not: a. Lilliefors Significance Correction	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p	Statistic	df	p
Genel rahatsızlık	,128	146	,000	,946	146	,000
Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi	,120	146	,000	,927	146	,000
Müzik sesi	,189	146	,000	,855	146	,000
TV sesi	,158	146	,000	,886	146	,000
Ev aletleri sesi	,141	146	,000	,903	146	,000
Parti sesi	,252	146	,000	,752	146	,000
Bebek ağlaması sesi	,214	146	,000	,827	146	,000
Çocuk sesi	,175	146	,000	,867	146	,000
Enstrüman sesi	,287	146	,000	,720	146	,000
Evcil hayvan sesi	,292	146	,000	,684	146	,000
Kapı çarpma sesi	,147	146	,000	,896	146	,000
Ayak sesleri	,171	146	,000	,872	146	,000
Eşya çekme sesi	,160	146	,000	,877	146	,000
Düşen cisimlerin sesi	,150	146	,000	,899	146	,000
Çocuk koşma sesi	,156	146	,000	,875	146	,000
Tesisat sesleri	,142	146	,000	,891	146	,000
Kendi sesinin komşudan duyulması	,134	146	,000	,900	146	,000
Ses yalıtımının kişi için önemi	,199	146	,000	,838	146	,000
Sese karşı hassasiyet	,160	146	,000	,929	146	,000

Bağımsız değişkenin 2 alt gruptan oluştuğu durumlarda (medeni durum için evli veya bekar gibi), bağımlı değişken ile olan ilişkisi Mann Whitney U Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bağımsız değişkenin 2’den fazla alt gruptan oluştuğu durumlarda ise (yaş için 18-25, 26-39, 40-64, 65- gibi) Kruskal Wallis Değişken Çözümlemesi Testi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin kendi arasında sıralı olduğu durumlarda ise (hane halkı büyüklüğü için 1, 2, 3, 4-6, 6 gibi) Spearman’s Rho testi ile korelasyon analizi yapılmıştır.

Katılımcı yanıtları analiz edildiğinde, genel olarak yapı içi çevre gürültülerinden olan rahatsızlık değerlendirmeleri değişkeni ile cinsiyet ($p=0,481$), yaş ($p=0,437$), medeni durum ($p=0,223$), çalışma zamanı ($p=0,730$), ikamet süresi ($p=0,770$) ve hane halkı büyüklüğü ($p=0,072$) değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p<0,05$ ise gruplar arasında anlamlı fark olduğu kabul edilir) (Pallant, 2007).

Çizelge 5.4 : Genel rahatsızlık ve demografik değişkenlerin ilişkisi.

Değişken 1	Değişken 2	n	Ortalama	p	İstatistiksel analiz
<i>Genel rahatsızlık</i>	<i>Cinsiyet</i>			0,481	Mann-Whitney U Testi
	Kadın	123	114,73		
	Erkek	100	108,64		
	<i>Yaş</i>			0,437	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	18-25	95	106,89		
	26-39	84	112,88		
	40-64	41	116,26		
	65-	2	174,75		
	<i>Medeni durum</i>			0,223	Mann-Whitney U Testi
	Evli	79	115,82		
	Bekar	138	105,09		
	<i>Çalışma zamanı</i>			0,730	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	Gündüz	154	111,37		
	Akşam/gece	8	131,19		
	Karşık	42	106,2		
	Diğer	16	103,09		
	<i>İkamet süresi</i>			0,770	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	0-1	64	112,38		
	2-5	60	107,74		
	6-	91	105,09		
	<i>Hane halkı büyüklüğü</i>			0,072	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)

Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı olan rahatsızlık değerlendirmeleri değişkeni ile cinsiyet ($p=0,980$), yaş ($p=0,337$), medeni durum ($p=0,740$), çalışma zamanı ($p=0,109$) ve hane halkı büyüklüğü ($p=0,700$) değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı; ikamet süresi ($p=0,017$) değişkeni ile ise anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$ ise gruplar arasında anlamlı fark olduğu kabul edilir) (Pallant, 2007).

Çizelge 5.5 : Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık ve demografik değişkenlerin ilişkisi.

Değişken 1	Değişken 2	n	Ortalama	p	İstatistiksel analiz
<i>Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık</i>	<i>Cinsiyet</i>			0,980	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	Kadın	125	114,10		
	Erkek	102	113,88		
	<i>Yaş</i>			0,337	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	18-25	97	113,54		
	26-39	85	120,48		
	40-64	42	99,93		
	65-	3	142,50		
	<i>Medeni durum</i>			0,740	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	Evli	78	110,87		
	Bekar	139	107,95		
	<i>Çalışma zamanı</i>			0,109	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	Gündüz	154	111,41		
	Akşam/gece	9	148,78		
	Karşık	45	116,03		
	Diğer	15	83,90		
	<i>İkamet süresi</i>			0,017*	Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
	0-1	62	117,11		
	2-5	61	121,83		
	6-	94	95,32		
	<i>Hane halkı büyüklüğü</i>			0,700	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)

Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunup bulunmadığının irdelenmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır (Çizelge 5.6). Ses yalıtımının kişi için önemi-sese karşı hassasiyet ilişkisi hariç, bahsi geçen tüm değişkenlerin korelasyon bağı 0,50'nin altında olup, zayıf yönde ilişki kurmuşlardır. Ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değişkenleri arasında pozitif yönlü orta seviye ($r=0,566$) bir korelasyon vardır.

Tüm değişkenler arasında en zayıf korelasyon bağı, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık-ses yalıtımının kişi için önemi arasında kurulmuştur ($r=0,183$).

Çizelge 5.6 : Korelasyon analizi: genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi, sese karşı hassasiyet.

Değişken 1	Değişken 2	n	Correlation coefficient	p	İstatistiksel analiz
<i>Genel rahatsızlık</i>	<i>Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık</i>	225	0,393*	0,000	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Genel rahatsızlık</i>	<i>Ses yalıtımın kişi için önemi</i>	225	0,214*	0,001	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Genel rahatsızlık</i>	<i>Sese karşı hassasiyet</i>	225	0,410*	0,000	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık</i>	<i>Ses yalıtımın kişi için önemi</i>	229	0,183*	0,005	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık</i>	<i>Sese karşı hassasiyet</i>	229	0,216*	0,001	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Ses yalıtımın kişi için önemi</i>	<i>Sese karşı hassasiyet</i>	250	0,566*	0,000	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)

Correlation is significant at the 0.01 *. level (2-tailed).

Veri setinin Türkiye genelindeki gürültü rahatsızlığı hakkında fikir vermesi için, sosyal anket çalışması 3 pilot şehir bünyesinde yürütülmüştür. Ankete İstanbul'da 126 kişi, Çorum'da 61 kişi ve Hatay'da 63 kişi katılmıştır.

Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi, sese karşı hassasiyet ve il değişkenininin oluşan 5 sorunun, istatistiksel güvenirliği, Cronbach's Alpha değerine göre % 59,5'tir (verinin güvenirliği için bu değer %70 ve üzeri olması gerekmektedir) (Pallant, 2017).

Analizler sonucunda, katılımcı yanıtlarının normal olmayan dağılım sergiledikleri görülmektedir (Çizelge 5.7). Veri seti normal dağılım göstermediği için parametrik olmayan istatistiksel testlerin kullanımı uygun görülmüştür ($p<0,05$ ise veri setinin normal dağılım göstermediği kabul edilir) (Pallant, 2017).

Çizelge 5.7 : İllere göre gürültü rahatsızlığı veri setine uygulanan normalite testi sonuçları.

Not: a. Lilliefors Significance Correction	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p	Statistic	df	p
Genel rahatsızlık	,119	208	,000	,947	208	,000
Kendi sesinin komşudan duyulması	,143	208	,000	,900	208	,000
Ses yalıtımının kişi için önemi	,198	208	,000	,829	208	,000
Sese karşı hassasiyet	,162	208	,000	,915	208	,000
İllere göre	,349	208	,000	,712	208	,000

Katılımcı yanıtları Kruskal Wallis Değişken Çözümlemesi Testi kullanılarak analiz edilmiştir (Çizelge 5.8). Genel rahatsızlık ile il değişkeni ($p=0,017$) ve sese karşı hassasiyet ile il değişkeni ($p=0,012$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$ ise gruplar arasında anlamlı fark olduğu kabul edilir) (Pallant, 2017). Genel rahatsızlık değerine göre rahatsızlık en yüksek Çorum’da daha sonra sırası ile İstanbul ve Hatay illerindedir. Sese karşı hassasiyet de aynı şekilde en yüksek Çorum’da daha sonra sırası ile İstanbul ve Hatay illerindedir.

İl değişkeni ile kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık ($p=0,142$) ve ses yalıtımının kişi için önemi ($p=0,198$) değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Çizelge 5.8 : Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi, sese karşı hassasiyet ve il değişkeninin ilişkisi.

Değişken 1	Değişken 2	n	Ortalama	p	İstatistiksel analiz
<i>Genel rahatsızlık</i>	<i>İl</i>	İstanbul	121	110,45	0,017 Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
		Çorum	47	135,49	
		Hatay	57	99,87	
<i>Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık</i>	<i>İl</i>	İstanbul	120	122,09	0,142 Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
		Çorum	49	114,09	
		Hatay	60	101,57	
<i>Sese karşı hassasiyet</i>	<i>İl</i>	İstanbul	126	118,45	0,012 Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
		Çorum	61	149,03	
		Hatay	63	116,82	
<i>Ses yalıtımın kişi için önemi</i>	<i>İl</i>	İstanbul	126	119,39	0,198 Kruskal-Wallis Değişken Çözümlemesi
		Çorum	61	139,06	
		Hatay	63	124,60	

Anket, ‘komşuluk seslerinin sizde oluşturduğu etki nedir ve buna karşı nasıl bir önlem alırsınız’ açık uçlu sorusu ile sonlanmaktadır. Katılımcı yanıtları incelendiğin-

de, çoğu kişinin ses yalıtımı ile ilgili önlemlerin inşaat aşamasında alınması gerektiği ve konuta yerleştikten sonra yapısal bir önlem almanın mümkün olmadığı görüşünü paylaştığı görülmektedir. Kişiler, gerekli önlemlerin alınmamasının, uygulayıcı firmanın özen göstermemesinden veya ses yalıtımı ile ilgili yaptırımların olmamasından kaynaklandığını düşünmektedirler. Çoğunluk gürültüye maruz kaldığında, komşusunu uyardığını çözüm bulamadığında ise yönetime ya da kolluk kuvvetlerine şikayet ettiğini beyan ederken; çok az bir kesim komşuluk ilişkilerinin zarar görmemesi için bu durumu anlayışla karşıladığını ve herhangi bir uyarıda bulunmadığını ifade etmiştir. Komşuluk gürültüsüne maruz kalan kişiler, konsantrasyonun dağılması, baş ağrısı, psikolojik bozukluklar, dinlenememe/uyuyamama gibi etkilere maruz kaldıklarını ifade etmektedirler. Bazı kişiler, bireysel önlem almanın mümkün olmadığını fakat bunun karşılıklı hoşgörü ve özenli davranışlar ile üstesinden gelinebileceği düşüncesindedirler.

Tartışma

250 katılımcı, 15 gürültü tipini, yaklaşık son 12 ayı düşünerek, 11’li Likert ölçeğinde, 0 ‘rahatsız değilim’, 10 ‘aşırı rahatsızım’ olacak şekilde değerlendirmişlerdir. Katılımcılara göre en çok rahatsız olunan ilk üç gürültünün, yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesleri ve çocuk koşma sesi olduğu görülmektedir. Hava doğuşlu en çok rahatsızlık veren yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi; darbe kaynaklı en çok rahatsızlık veren çocuk koşma sesi; hava ve darbe kaynaklı en çok rahatsızlık veren gürültü ise ev aletleri sesidir.

Gürültü kaynakları, kaynağına göre hava, darbe ve hava+darbe kaynaklı olmak üzere 3 grupta incelenmiştir. En çok rahatsız olunan gürültü kaynakları sırasıyla, darbe, hava ve hava+darbe kaynaklı gürültülerdir.

Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değişkenleri arasında korelasyon tespit edilmiştir.

Kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık değerlendirmesi ve ikamet süresi değişkeni arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. İkamet süresi 2-5 yıl arasında olanların en çok rahatsız olmakta ve onu sırasıyla 0-1 yıl, 6 yıldan fazla olan grup takip etmektedir.

Ankete İstanbul’da 126 kişi, Çorum’da 61 kişi ve Hatay’da 63 kişi katılmıştır. Genel

rahatsızlık değerine göre rahatsızlık en yüksek Çorum'da daha sonra sırası ile İstanbul ve Hatay illerindedir. Sese karşı hassasiyet de aynı şekilde en yüksek Çorum'da daha sonra sırası ile İstanbul ve Hatay illerindedir.

5.1.2 Gürültü ölçüm ve kayıtları bulgular

Çınlama süresi ölçümü 49,4 m³ hacme sahip referans yaşama alanında, TS EN ISO 3382-2 (2013) standardına uygun olarak 2 hoparlör pozisyonu ve her hoparlör konumu için 3 mikrofon pozisyonunda gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5.9 ölçülen T değerlerini, T ortalamalarını ve standart sapma değerlerini saniye cinsinden göstermektedir.

Çizelge 5.9 : Referans konuttaki yaşama alanına ait T değerleri (H:hoparlör M:mikrofon pozisyonu).

Frekans (Hz)	Çınlama Süresi						Ortalama (sn)	Standart Sapma (sn)
	H1-M1 (sn)	H1-M2 (sn)	H1-M3 (sn)	H2-M1 (sn)	H2-M2 (sn)	H2-M3 (sn)		
63	NA	0,68	0,70	0,71	0,63	0,79	0,70	0,06
80	0,45	0,49	0,68	0,58	0,54	0,58	0,55	0,08
100	0,41	0,51	0,81	0,52	0,40	0,66	0,55	0,16
125	0,64	0,43	0,66	0,37	0,47	0,67	0,54	0,13
160	0,45	0,65	0,48	0,50	0,34	0,36	0,46	0,11
200	0,43	0,48	0,50	0,44	0,40	0,48	0,46	0,04
250	0,40	0,49	0,39	0,41	0,46	0,43	0,43	0,04
315	0,36	0,44	0,37	0,40	0,40	0,40	0,40	0,03
400	0,40	0,38	0,33	0,39	0,30	0,34	0,36	0,04
500	0,37	0,34	0,35	0,27	0,33	0,34	0,33	0,03
630	0,34	0,33	0,36	0,33	0,37	0,36	0,35	0,02
800	0,35	0,40	0,36	0,35	0,37	0,35	0,36	0,02
1000	0,36	0,43	0,33	0,34	0,38	0,31	0,36	0,04
1250	0,35	0,34	0,35	0,38	0,41	0,34	0,36	0,03
1600	0,37	0,37	0,36	0,32	0,34	0,38	0,36	0,02
2000	0,37	0,32	0,34	0,32	0,33	0,33	0,34	0,02
2500	0,32	0,33	0,31	0,34	0,33	0,31	0,32	0,01
3150	0,32	0,32	0,30	0,31	0,32	0,32	0,32	0,01

Gündüz, akşam, gece L_{Aeq} ölçümleri sırası ile 33,72 dBA, 37,2 dBA, 34,68 dBA ölçülmüştür. Ölçümler, mikrofon odanın merkez noktasında olacak şekilde 24 saat boyunca gerçekleştirilmiştir. L_{gag} değeri TS ISO 1996-2 (2009) standardında açıklanan formülasyon ile 41,38 dBA olarak hesaplanmıştır.

Sosyal anket çalışması sonuçlarına göre en çok rahatsız olunan ilk 10 gürültü sırası ile yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesleri, çocuk koşma sesi, kapı

çarpma sesi, eşya çekme sesi, düşen cisimlerin sesi, çocuk sesi, ayak sesleri, ev aletleri sesi ve TV sesidir. Referans konutta her bir gürültü tipinin COST Action TU0901 (2014) çalışmasında tasvir edildiği gibi kaynaktan 1 metre uzaklıkta, stereo, 24 bit (ses kaydı alınan örneğin en küçük veri boyutu birimi) çözünürlüğe sahip ve ‘.wav’ formatında ses kayıtları alınmıştır. Kayıtlarla eş zamanlı L_{Aeq} , $L_{AF,max}$ ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5.10). 10 gürültü tipine ait L_{Aeq} ve $L_{AF,max}$ değerleri EK F’de verilmektedir. Konutlarda karşılaşılan gürültülerin ses düzeyleri ve spektrumları ile ilgili bilgi edinmek amacıyla 10 gürültünün de ölçüm ve kaydı yapılmıştır fakat bunların arasından en çok rahatsız olunan ilk 3 hava doğuşlu gürültü tez kapsamında incelenmiştir.

Çizelge 5.10 : Gürültü kaynaklarının ölçülen L_{Leq} , $L_{LF,max}$, $L_{LF,min}$ değerleri.

RAHATSIZLIK DERECESESİ	GÜRÜLTÜ KAYNAĞI	L_{Leq}		$L_{LF,max}$		$L_{LF,min}$		KAYNAĞINA GÖRE
		A (dBA)	L (dB)	A (dBA)	L (dB)	A (dBA)	L (dB)	
	1 Yüksek sesli konuşma sesi	64,7	66,84	76,41	76,45	38,1	49,63	hava doğuşlu
	2 Tesisat (kombi) sesleri	45,06	63,87	46,86	70,08	43,65	59,15	hava doğuşlu
	3 Çocuk koşma sesi	65,7	70,58	80,65	82,13	---	53,26	darbe kaynaklı
	4 Kapı çarpma sesi	83,94	103,86	93,83	111,29	38,04	65,86	darbe kaynaklı
	5 Eşya çekme sesi	72,78	75,31	84,81	86,76	---	54,25	darbe kaynaklı
	6 Düşen cisimlerin sesi	78,24	78,02	89,85	89,52	---	55,27	darbe kaynaklı
	7 Çocuk sesi	79,49	78,83	90,24	89,63	35,39	47,17	hava doğuşlu
	8 Ayak sesleri	58,93	62,05	71,38	73,58	---	48,61	darbe kaynaklı
	9 Ev aletleri (süpürge) sesi	76,93	80,12	84,86	87,36	70,57	72,74	hava+darbe kay.
	10 Tv (maç) sesi	65,18	66,24	73,2	75,74	41,11	49,33	hava doğuşlu

Tartışma

Günlük yaşamda sıkça karşılaşılan ve rahatsız olunan, komşu konuttan kaynaklı meydana gelen seslerin kayıtları gerçekleştirilmiştir. COST Action TU0901(2014) çalışması, gürültü tiplerinin mümkünse çınlamasız ‘anechoic’ odada kaydedilmesini veya çınlama süresi 0,4 saniyeden yüksek olmayan sıradan odada kaydedilebileceğini açıklar. Gürültü tipleri, yaşayan canlı seslerden ‘living noise’ olduğu için ve odanın yansıtıcı/yutuculuk durumunun etkili olduğu düşünülerek, ses kayıtları çınlama süresi 500 Hz’de 0,33 saniye olan referans yaşama alanında gerçekleştirilmiştir. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik’te (2017) konut binalarında, yaşama alanı, mutfak hacimleri için çınlama süresinin 0,8 saniyeyi geçmemesi beklenir. Referans yaşama alanının çınlama süresi değerleri incelendiğinde, 63-3150 Hz 1/3 oktav bant aralığında, en düşük 0,32 saniye, en yüksek 0,70 saniye değerlerini aldığı görülmektedir.

Anket çalışması sonuçları, katılımcıların en çok rahatsız olduğu hava doğuşlu gürültülerin yüksek sesli konuşma, tesisat sesi ve çocuk sesi olduğunu göstermiştir.

Dinleme testi esnasında, iç gürültü düzeyi rahatsızlık değerlendirmesinde katılımcılara bu seslerin kayıtları dinletilecektir. Yüksek sesli konuşma, kadın konuşmacının mikrofondan 1 metre uzaklıkta sesini yükselterek okuduğu bir sayfalık metin boyunca kaydedilmiştir. Çocuk sesi ise 7 yaşındaki kız çocuğunun, oyun oynarken arkadaşıyla tartıştığı süre içerisinde kaydedilmiştir. Tesisat sesi olarak, referans konutta mutfak/salon içerisinde bulunan kombinin sıcak su temini sırasında meydana getirdiği gürültü kaydedilmiştir. Literatürdeki yüksek sesli konuşma spektrumu ve çalışma esnasında alınan ses kaydına ilişkin spektrum karşılaştırıldığında (EK F), değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

5.2 Laboratuvar Çalışması Bulgular

Laboratuvar çalışması kapsamında yürütülen dinleme testine ait bulgular, demografik bulgular, iç gürültü seviyesi değerlendirmesi ve ses yalıtımı değerlendirmesi olmak üzere 3 başlık altında incelenmiştir. İç gürültü ve ses yalıtımı ile ilgili soruların istatistiksel güvenirliği, Cronbach's Alpha değerine göre %87,4'tür (verinin güvenirliği için bu değer %70 ve üzeri olması gerekmektedir) (Pallant, 2007).

5.2.1 Demografik bulgular

Laboratuvarda yapılan dinleme testine 22 jüri katılmıştır. Katılımcıların kişisel bilgilerine ilişkin demografik bulgular Çizelge 5.11'de verilmektedir. Katılımcıların %68,2'si kadın, %31,8'i erkek olup, yaş ortalamaları 31,55'dir. 22 kişiden sadece 1'i apartmanda yaşamadığını beyan etmiştir. Jürinin %68,2'si yaşadığı konutta kiracı, %31,8'i ise mal sahibi olduğunu beyan etmiştir. Ortalama ikamet süresinin 4,64 yıl, kat sayısının 8,68, dairede geçirilen ortalama sürenin ise 12,36 saat olduğu görülmektedir.

Jürinin gürültü rahatsızlığı ve ses yalıtımına ilişkin bakış açısını değerlendirmek için daha detaylı sorular da yöneltilmiştir (Hongisto ve diğ., 2015). Bulgular Şekil 5.4'te verilmektedir. Katılımcıların %81,8'inin daha önce benzer bir çalışmaya katılmadığı ve %27,3'ünün akustik/ses yalıtımı ile ilgili bilgi sahibi olmadığı görülmektedir. %70'i oturduğu dairenin ses yalıtımından memnun olmadığını, %31,8'inin herhangi bir sebepten dolayı taşınmayı düşündüğünü ve %77,3'ü yeni bir daireye taşınırken ses yalıtımı özelliğinin kendileri için önemli olduğunu beyan etmiştir.

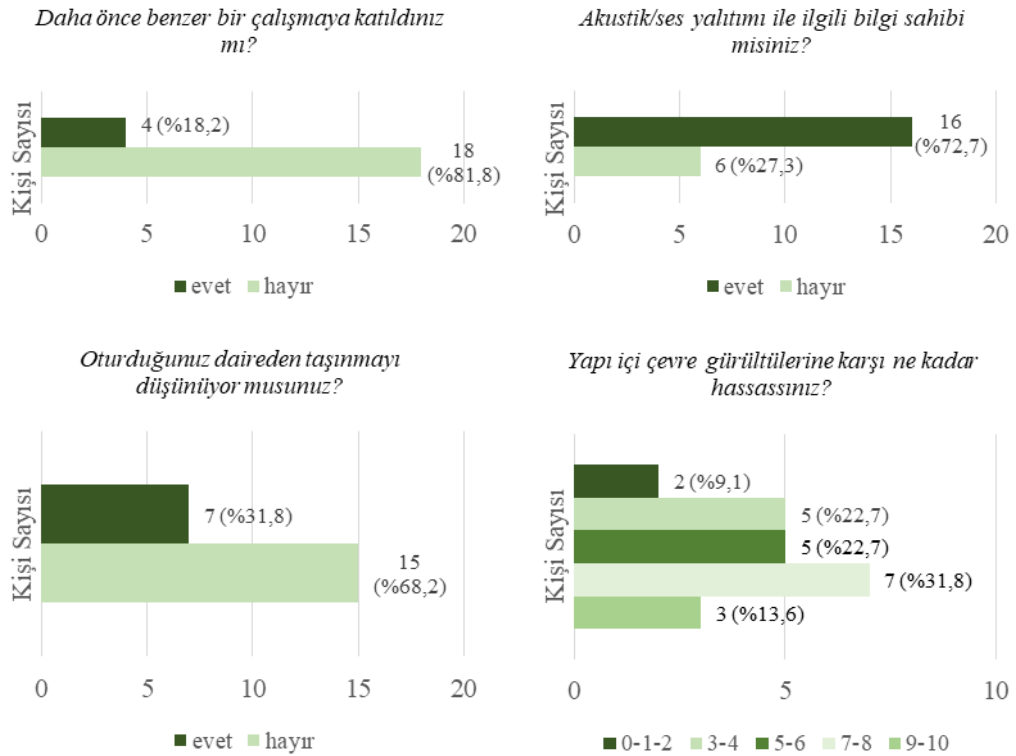
Çizelge 5.11 : Dinleme testi kişisel bilgilere ilişkin demografik bulgular.

KATILIMCILAR (N=22)	N	%	ARİ. ORT.	MAX.	MİN.	MED.	STA. SAP.
CİNSİYET	22						
KADIN	15	68,2					
ERKEK	7	31,8					
YAŞ	22	-	31,55	52	23	30	7,806
MEDENİ DURUM	22						
EVLİ	10	45,5					
BEKAR	12	54,5					
EĞİTİM DURUMU	22						
İLKÖĞRETİM	1	4,5					
LİSE	2	9,1					
ÜNİVERSİTE	9	40,9					
YÜKSEK LİSANS	8	36,4					
DOKTORA	2	9,1					
DİĞER	0	0					
MEVCUT İŞ DURUMU	22						
ÇALIŞIYOR	14	63,6					
ÇALIŞMIYOR (İŞ ARIYOR)	2	9,1					
ÇALIŞMIYOR (İŞ ARAMIYOR)	0	0					
ÖĞRENCİ	5	22,7					
EMEKLİ	1	4,5					
AYLIK GELİR	21						
0-1500 TL	3	14,3					
1,500 - 3,000 TL	3	14,3					
3,000 - 4,500 TL	5	23,8					
> 4,500 TL	10	47,6					
ÇALIŞMA ZAMANI	21						
GÜNDÜZ	11	52,4					
AKŞAM/GECE	2	9,5					
KARIŞIK	7	33,3					
DİĞER	1	4,8					
YAŞAMA BİRİMİ	22						
APARTMAN	21	95,5					
MÜSTAKİL DAİRE	1	4,5					
YURT	0	0					
DİĞER	0	0					
MÜLKİYET	22						
MAL SAHİBİ	7	31,8					
KİRACI	15	68,2					
DİĞER	0	0					
KİRA TUTARI	14	-	1610,71	3000	900	1450	630,073
İKAMET SÜRESİ	18	-	4,64	19	1	3	5,184
YAPIM YILI	14						
<1990	0	0					
1990-2000	2	9					
2000-2010	2	9					
> 2010	10	54,2					
KAT SAYISI	22	-	8,68	25	3	6	5,575
DAİREDE GEÇİRİLEN SÜRE	22	-	12,36	16	3	12	2,735
HANE HALKI BÜYÜKLÜĞÜ	22						
1	3	13,6					
2	10	45,5					
3	2	9,1					
4-6	7	31,8					
>6	0	0					

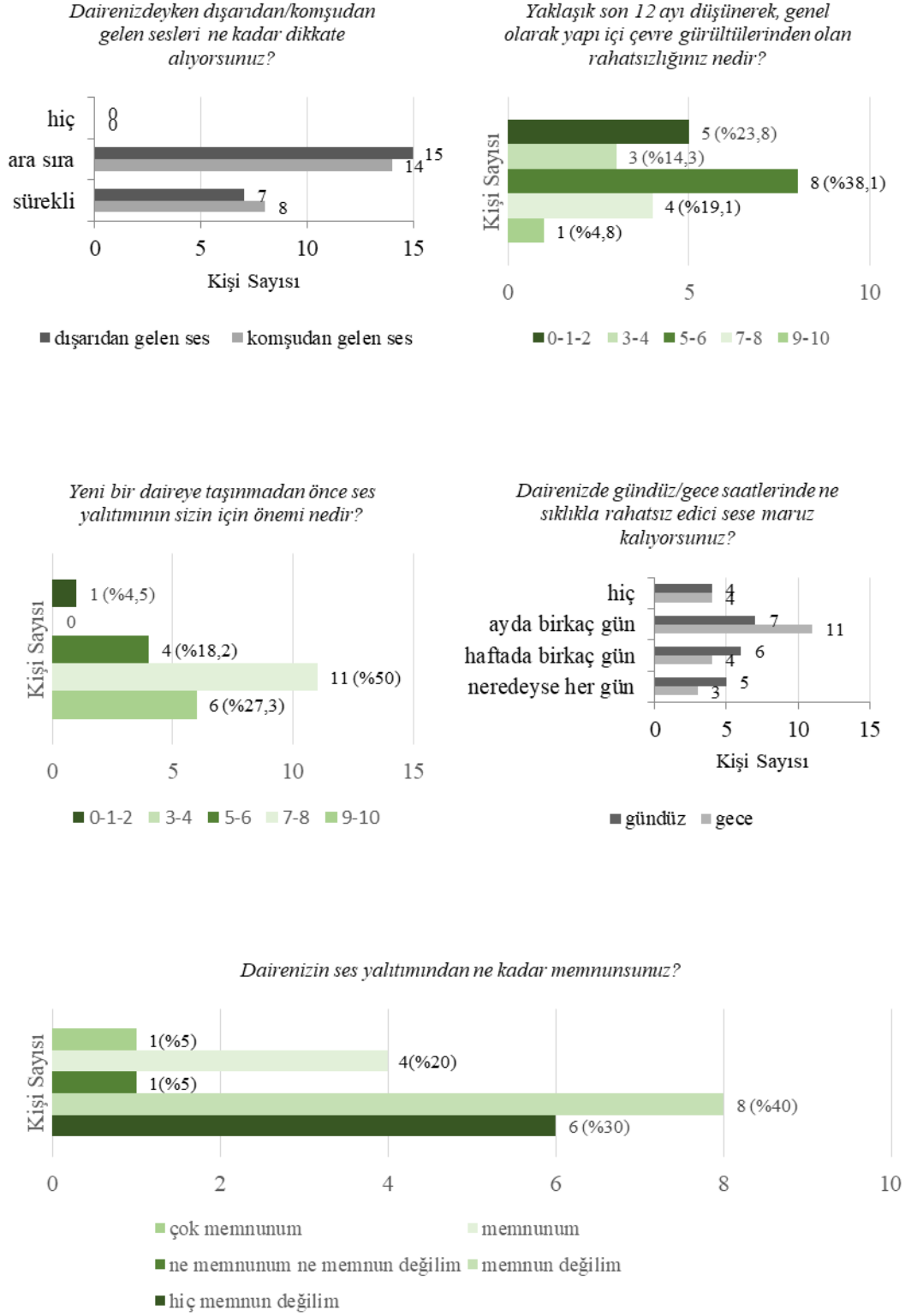
Katılımcıların %45,4'ü yapı içi çevre gürültülerine karşı kendilerini hassas olarak tanımlarken, %23'9'u son 12 ayda bu gürültülerden rahatsız olduklarını belirtmiştir.

7 kişinin dairesindeyken dışarıdan gelen sesleri sürekli, 15 kişinin ara sıra; 8 kişinin dairesindeyken komşudan gelen sesleri sürekli, 14 kişinin ise ara sıra dikkate aldığı görülmektedir. 3 kişi gece, 5 kişi ise gündüz saatlerinde neredeyse hergün rahatsız edici sese maruz kaldığını bildirirken; 4 kişi hariç kalan 18 kişi en az ayda birkaç gün gece veya gündüz saatlerinde rahatsız edici seslere maruz kaldığını belirtmektedir. 11 kişinin dışarıdan, 12 kişinin ise komşusundan gelen seslerden dolayı ayda en az birkaç gece uykuya dalmakta zorluk yaşadığı görülmektedir. Dışarıdan gelen sesler nedeniyle 9 kişi, komşusundan gelen seslerden ise 4 kişi ayda en az birkaç gün uyandığını belirtmektedir.

Konsantrasyon gerektiren bir işle uğraşırken dairedeki gürültünün katılımcıların %4,5'ni her zaman, %27,3'nü sıklıkla, %54,5'ni ara sıra ve %13,6'sını hiç rahatsız etmediği görülmektedir. Jürinin %22,7'si haftada birkaç saat, %13,6'sı günde 2 saatten az, %63,6'sı günde 2 saatten fazla dairesinde konsantrasyon gerektiren bir işle uğraştığını belirtmiştir.

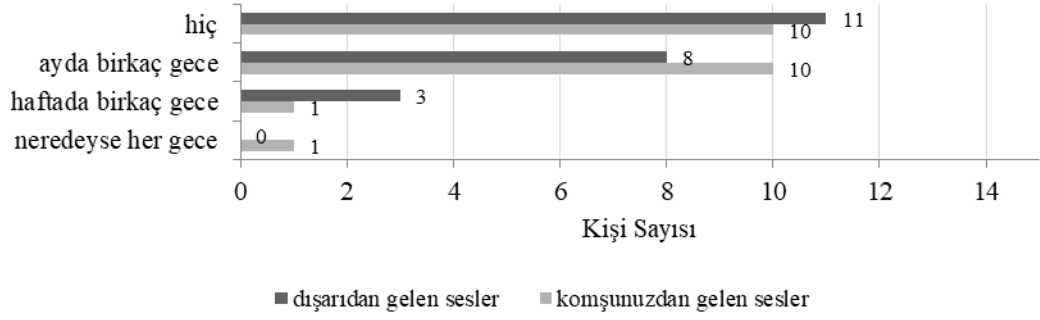


Şekil 5.4 : Dinleme testi gürültü rahatsızlığı ve ses yalıtımına ilişkin sorulara verilen yanıtların dağılımı.

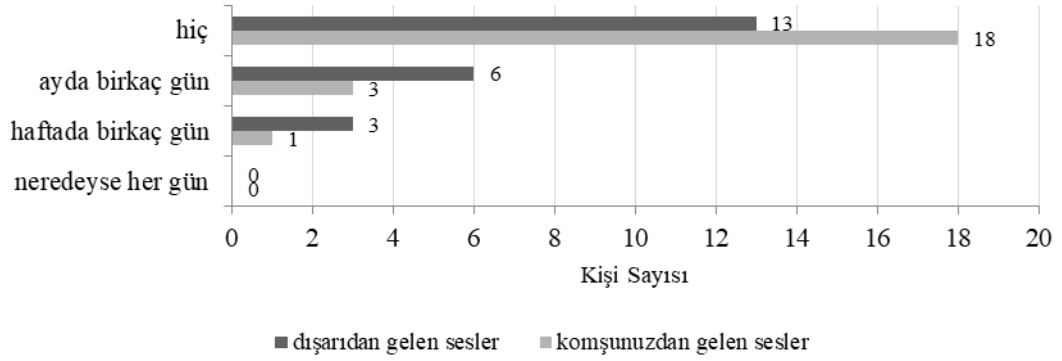


Şekil 5.4 (devam): Dinleme testi gürültü rahatsızlığı ve ses yalıtımına ilişkin sorulara verilen yanıtların dağılımı.

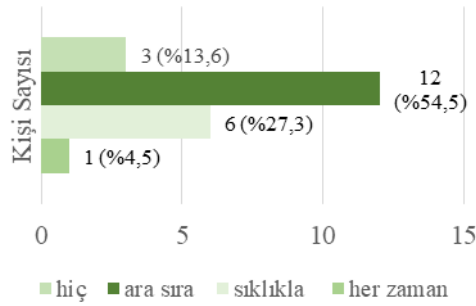
Dışarıdan/komşunuzdan gelen sesler nedeniyle ne sıklıkta uykuya dalmakta zorluk yaşıyorsunuz?



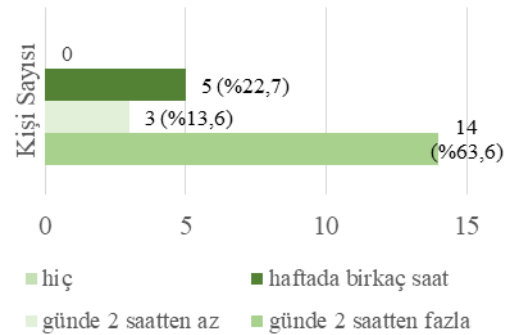
Dışarıdan/komşunuzdan gelen sesler nedeniyle ne sıklıkta uyanıyorsunuz?



Konsantrasyon gerektiren bir işle uğraşırken, dairenizdeki gürültü sizi ne sıklıkta rahatsız ediyor?



Dairenizde ne sıklıkta konsantrasyon gerektiren bir işle uğraşıyorsunuz?



Şekil 5.4 (devam): Dinleme testi gürültü rahatsızlığı ve ses yalıtımına ilişkin sorulara verilen yanıtların dağılımı.

5.2.2 İç gürültü seviyesi değerlendirmesi

Dinleme testinin ilk bölümünde jüri sesleri, ses düzeyi ve gürültü rahatsızlığı açısından '0 ile 10' arasında sayılarla ve kelimelerle ifade edilen bir ölçek vasıtasıyla

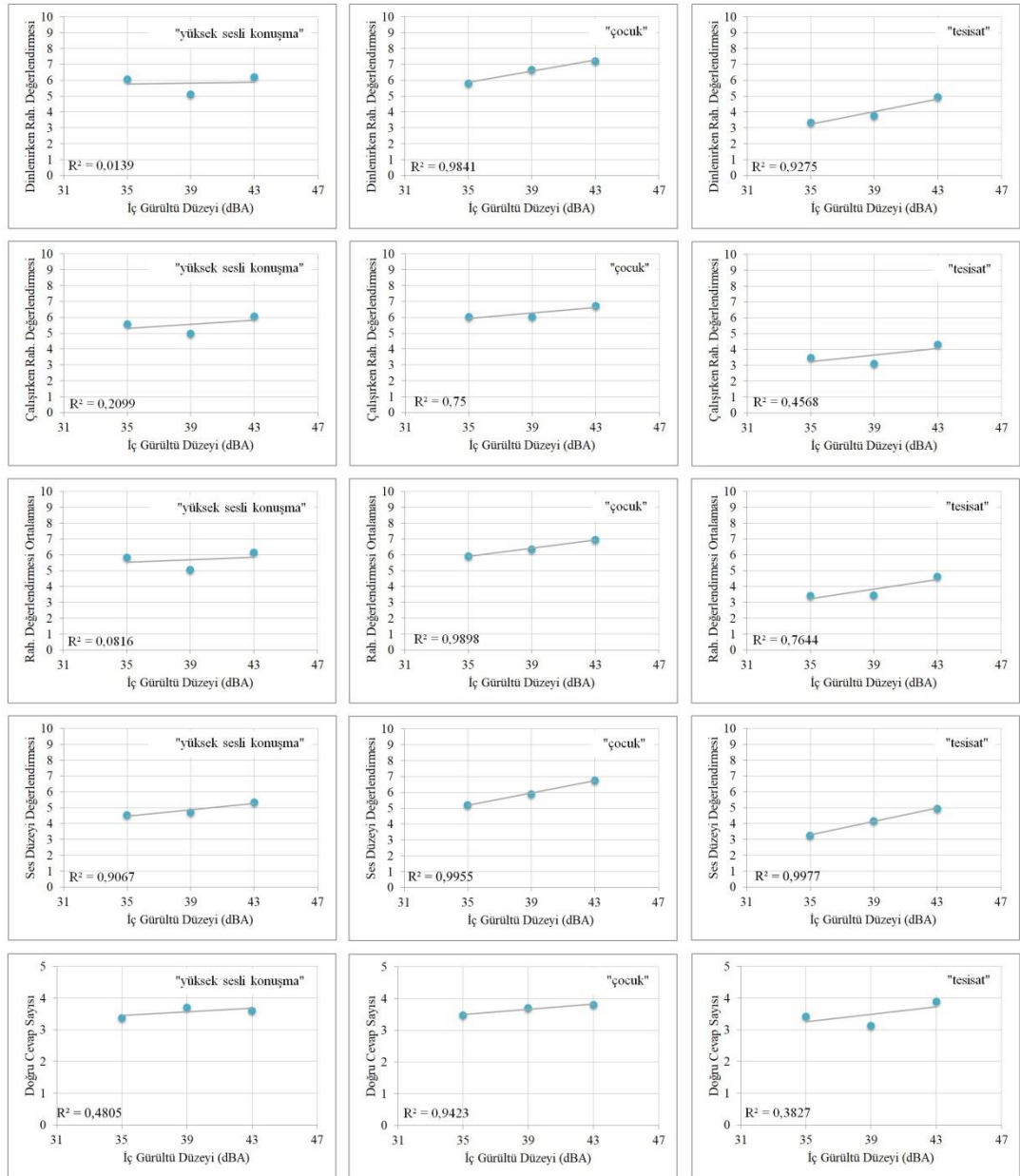
değerlendirmiştir (0-hiç yüksek değil/hiç rahatsız edici değil; 10-aşırı derecede yüksek/aşırı derecede rahatsız edici). 3 gürültü tipi (yüksek sesli konuşma, çocuk, tesisat sesi) için 3 akustik performans sınıfına (B, C, D sınıfı) uygun 35, 39, 43 dBA düzeylerinde toplam 9 iç gürültü incelenmiştir.

22 jürinin iç gürültü değerlendirmesi ortalamalarının, iç gürültü düzeylerine göre değişimini gösteren saçılma diyagramları Şekil 5.5'te verilmektedir. Katılımcılar aynı sesi, ses düzeyi, dinlenirken verdiği rahatsızlık ve çalışırken verdiği rahatsızlık açısından değerlendirmişlerdir. Ayrıca dinlenirken ve çalışırkenki rahatsızlığın ortalaması alınarak elde edilen rahatsızlık değerlendirmesi ortalaması ile iç gürültü düzeyi grafiğine de yer verilmiştir. Katılımcıların okudukları 3 cümle ile ilgili 5 doğru/yanlış önermesine verdikleri ortalama doğru cevap sayısı da iç gürültü düzeyleri karşılığında ifade edilmektedir.

İç gürültü düzeyine bağlı olarak değişen ses düzeyi, dinlenirken rahatsızlık, çalışırken rahatsızlık, rahatsızlık ortalaması değerlendirmeleri ve ortalama cevap sayıları doğrusal regresyon analizi ile %95 güven aralığında incelenmiştir. İç gürültü düzeyi bağımsız değişken iken diğer değişkenler bağımlıdır. R^2 değeri bağımlı değişkendeki değişikliğın yüzde kaçının bağımsız değişkendeki değışiklik ile açıklanabileceğini ifade etmektedir. Veriler incelendiğinde, iç gürültü seviyesindeki değışimin %90'ı yüksek sesli konuşma, %99,5'i çocuk ve %99,7'si tesisat sesi ses düzeyi değeriendirmesi ile açıklanabilmektedir. İç gürültü seviyesindeki değışimin %8'i yüksek sesli konuşma, %98,9'u çocuk ve %76,4'ü tesisat sesi rahatsızlık değeriendirmesi ortalaması ile açıklanabilmektedir. Ayrıca iç gürültü seviyesindeki değışimin %48'i yüksek sesli konuşma, %94'ü çocuk ve %38'i tesisat sesi ortalama doğru cevap sayısı ile açıklanabilmektedir.

İç gürültü düzeyinin, 3 gürültü tipi için ses düzeyi ve rahatsızlık ortalamalarına ilişkin verileri birlikte incelendiğinde, iki değışken ile de pozitif yönde ilişki kurduğu görülmektedir (Şekil 5.6). Artan iç gürültü düzeyi, ses düzeyi ve rahatsızlık değeriendirmesinde de artışa sebep olmuştur. Aynı gürültü düzeyinde olmalarına rağmen ses düzeyi ya da rahatsızlık değeriendirmesinde çocuk sesi, yüksek sesli konuşma ve tesisat sesi sıralaması (büyükten küçüğe) değışmemiştir. Bu durum çocuk sesinin ağırlıklı olarak yüksek, yüksek sesli konuşma sesinin ise orta ve yüksek frekans bileşenlerine sahip olması ile açıklanabilir. Tesisat sesi ise durağan

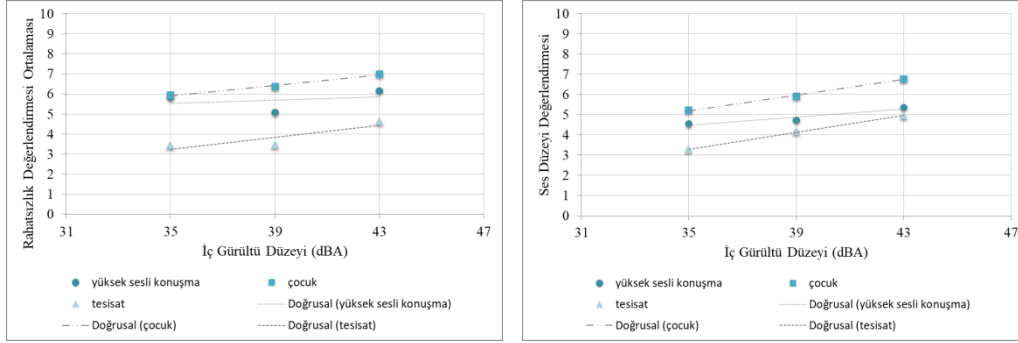
bir ses olduğundan spektrumunda dalgalanmalara rastlanmamaktadır. Gürültü tiplerinin spektrumu EK F’de verilmektedir.



Şekil 5.5 : İç gürültü düzeyine ve ses düzeyi, dinlenirken rahatsızlık, çalışırken rahatsızlık, rahatsızlık ortalaması değerlendirmeleri, ortalama cevap sayıları doğrusal regresyon analizi (B, C, D sınıfları için sırasıyla 35, 39, 43 dBA).

Shapiro-Wilk normalite testi sonucuna göre (Çizelge 5.12), ses düzeyi, dinlenirken rahatsızlık, çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi yanıtlarının normal; ortalama doğru cevap sayısının ise normal olmayan dağılım sergiledikleri görülmektedir ($p > 0,05$ ise veri setinin normal dağılım gösterdiği kabul edilir) (Pallant, 2007). Veri seti normal

dağılım gösterdiği durumlar için parametrik, normal dağılım göstermediği durumlar için parametrik olmayan istatistiksel testler kullanılmıştır.



Şekil 5.6 : Ses düzeyi ve rahatsızlık değerlendirmesinin iç gürültü düzeyine bağlı değişimi (B, C, D sınıfları için sırasıyla 35, 39, 43 dBA).

Çizelge 5.12 : Bağımlı değişkenlerin normalite testi sonuçları.

Not: a. Lilliefors Significance Correction	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p	Statistic	df	p
Ses düzeyi değerlendirmesi	,137	22	,200*	,938	22	,180
Dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi	,104	22	,200*	,959	22	,465
Çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi	,164	22	,128	,936	22	,164
Doğru cevap sayısı	,215	22	,009	,868	22	,007

Ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi arasında ilişki olup olmadığını, varsa bu ilişkinin yönünü ve şiddetini belirlemek için parametrik bir test olan Pearson Korelasyon Analizi yapılmıştır. Doğru cevap sayısının, ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ile varsa ilişkisi Spearman Rho Korelasyon Analizi ile incelenmiştir.

Çizelge 5.13'te ifade edilen analiz sonuçları incelendiğinde, ses düzeyi değerlendirmesi ile dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ($r=0,871$, $p=0,000$) ve dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ile çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ($r=0,887$, $p=0,000$) arasında çok yüksek; ses düzeyi değerlendirmesi ile çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ($r=0,767$, $p=0,000$) arasında yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. Doğru cevap sayısının ise ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ile korelasyon kurmadığı okunmaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 5.13 : Ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi, çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ve doğru cevap sayısı ilişkisi.

Değişken 1	Değişken 2	n	Correlation coefficient	p	İstatistiksel analiz
<i>Ses düzeyi değerlendirmesi</i>	<i>Dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi</i>	22	0,871**	0,000	Korelasyon Analizi (Pearson)
<i>Ses düzeyi değerlendirmesi</i>	<i>Çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi</i>	22	0,767**	0,000	Korelasyon Analizi (Pearson)
<i>Dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi</i>	<i>Çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi</i>	22	0,887**	0,000	Korelasyon Analizi (Pearson)
<i>Doğru cevap sayısı</i>	<i>Ses düzeyi değerlendirmesi</i>	22	0,091	0,687	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Doğru cevap sayısı</i>	<i>Dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi</i>	22	0,342	0,119	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)
<i>Doğru cevap sayısı</i>	<i>Çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi</i>	22	0,272	0,221	Korelasyon Analizi (Spearman's rho)

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Simmons ve diğ. (2011), ISO/TS 15666 (2003) standardında tariflenen, konutlarda gürültü rahatsızlığını 11’li Likert ölçekle değerlendirildiği çalışmalar için 3 kademeli değerlendirme önerilmektedir. 3 ve daha büyük ölçekle değerlendirilen gürültülerin ‘kısmen rahatsız edici, rahatsız edici ya da çok rahatsız edici’ olduğu varsayılır ve 3 ve üzeri kapsamında incelenir. Konut kullanıcılarını memnun eden bir seviye için bu değer %20’den küçük olması beklenir ya da en az %50’lik bir değer sağlanmalıdır. 5 ve daha büyük ölçekle değerlendirilen gürültülerin ‘rahatsız edici ya da çok rahatsız edici’ olduğu varsayılır ve 5 ve üzeri kapsamında incelenir. Bu değer %10’a küçük eşit olması ya da en azından %20’den küçük olması beklenir. 8 ve daha büyük ölçekle değerlendirilen gürültülerin ‘çok rahatsız edici’ olduğu varsayılır ve 8 ve üzeri kapsamında incelenir. Bu değer %5’ten küçük eşit olması beklenir. Çizelge 5.14, Simmons ve diğ. (2011) tarafından öngörülen değerlendirme yönteminin, iç gürültü seviyesinin öznel olarak değerlendirildiği, dinlenirken rahatsızlık sonuçlarının 3 kademeli değerlerini göstermektedir. Değerlerin hiçbirinin sağlanması beklenen asgari koşulu sağlamadığı görülmektedir. Katılımcıların %45,4’nün yapı içi çevre gürültülerine karşı kendilerini hassas olarak tanımladığı demografik bulgular bölümünde bahsedilmiştir. Rahatsızlık yüzdelерinin yüksek çıkmasının, jüri profilinin büyük kısmının hassas kişilerden oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.14 : İç gürültü rahatsızlığının 3 kademeli incelenmesi.

	≥ 3 (%)	≥ 5 (%)	≥ 8 (%)
<i>Yüksek sesli konuşma sesi -B</i>	100	63,7	31,7
<i>Yüksek sesli konuşma sesi -C</i>	95,5	50,1	13,6
<i>Yüksek sesli konuşma sesi -D</i>	100	77,3	27,3
<i>Çocuk sesi -B</i>	100	68,2	18,1
<i>Çocuk sesi -C</i>	100	81,8	36,3
<i>Çocuk sesi -D</i>	100	90,9	36,4
<i>Tesisat sesi -B</i>	54,5	22,7	13,6
<i>Tesisat sesi -C</i>	59,1	27,3	9,1
<i>Tesisat sesi -D</i>	77,3	50	18,1

Dinleme testinin 1. bölümünde ayrıca jüriden dinledikleri 9 sesi, ses ortamını tanımlayıcı 12 sıfat çifti açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Sıfat çiftleri -2 ve +2 arasında bipolar ölçek ile değerlendirilmiştir. Her bir sıfat çiftinin, 9 iç gürültü tipi için ortalama değerleri sıralaması Çizelge 5.15'te verilmektedir.

Anlamsal farklar yöntemi ile jüri tarafından değerlendirilen 9 ses, sıfat çiftleri açısından ayrı ayrı değerlendirildiğinde, aynı ses tipine ait farklı düzeydeki seslerin birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Bu yüzden, gürültü tiplerinin B, C, D sınıfına ait değerlendirmelerinin ortalamaları alınarak karşılaştırılması daha uygun bulunmuştur. Şekil 5.7'de yüksek sesli konuşma, çocuk sesi ve tesisat sesine ait anlamsal fark profili ifade edilmektedir.

12 sıfat çifti, her kategoride 3 çift olacak şekilde toplam 4 gruba ayrılmıştır (Şekil 5.9). 9 ses, dBSONIC analiz programında psikoakustik parametreler açısından analiz edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, nesnel sonuçlar ile öznel değerlendirmelerin Shapiro-Wilk normalite testine göre normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Normal dağılım gösteren veri seti, parametrik bir test olan Pearson Korelasyonu ile analiz edilmiştir. Çizelge 5.16'da korelasyon katsayıları verilmektedir. Kategori 1'deki sıfatların loudness, roughness, fluctuation strength, kategori 2'deki sıfatların loudness, roughness, fluctuation strength, kategori 3'deki sıfatların loudness, roughness, kategori 4'deki sıfatların roughness değeri ile çok yüksek korelasyon kurduğu görülmektedir.

Çizelge 5.15 : 12 sıfat çiftinin 9 iç gürültü tipi için ortalama değerleri sıralaması.

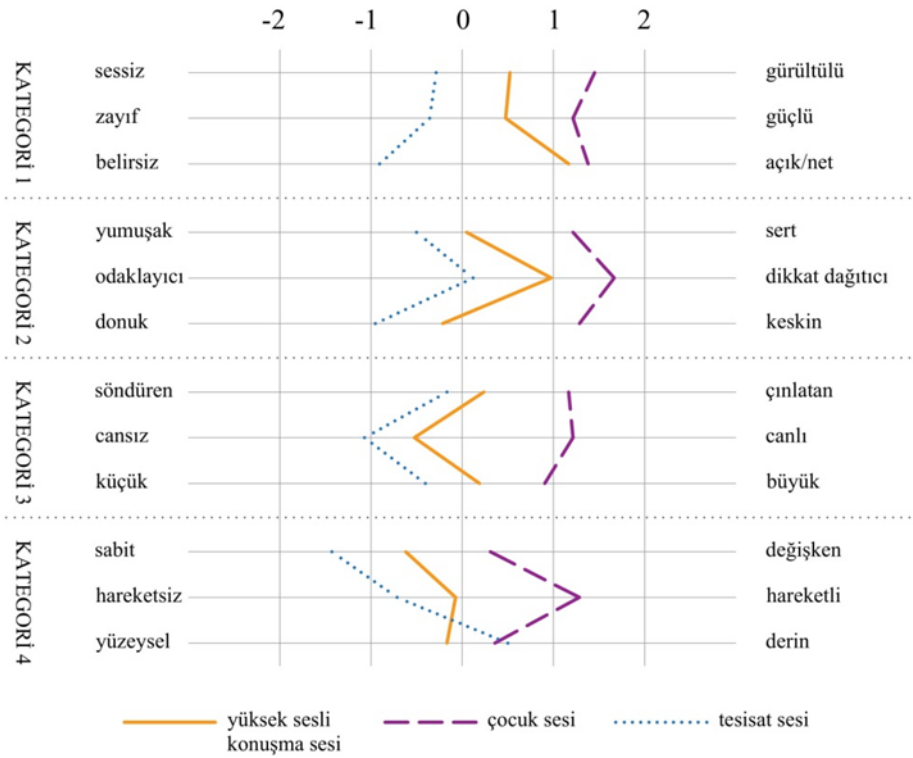
SIFAT ÇİFTLERİ (BİRİNCİ SIFAT -2, İKİNCİ SIFAT +2)	İÇ GÜRÜLTÜ TİPİ	ORTALAMA
sessiz x gürültülü	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-0,9286
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	-0,2143
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	0,2857
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	0,2857
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	0,5714
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,7143
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	1,0714
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	1,5000
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	1,7857
güçlü x zayıf	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	-1,6429
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	-1,3571
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	-0,9286
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	-0,6429
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	-0,3571
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	-0,2143
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	-0,1429
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	0,2143
	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	1,0714
odaklayıcı (dikkat yoğunlaştırıcı) x dikkat dağıtıcı	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-0,0714
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	0,1429
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	0,2857
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	0,8571
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	1,0000
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	1,0714
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	1,5000
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	1,7143
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	1,7857
ses söndüren (emen) x çınlatan (artıran)	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-0,5714
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	0,0000
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	0,0714
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	0,1429
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,2857
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	0,2857
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	0,8571
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	1,2143
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	1,4286
belirsiz x açık (net)	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-1,2857
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	-1,0000
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	-0,4286
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	1,0714
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	1,0714
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	1,0714
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	1,3571
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	1,5000
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	1,5714

Çizelge 5.15 (devam): 12 sıfat çiftinin 9 iç gürültü tipi için ortalama değerleri sıralaması.

SIFAT ÇİFTLERİ (BİRİNCİ SIFAT -2, İKİNCİ SIFAT +2)	İÇ GÜRÜLTÜ TİPİ	ORTALAMA
yumuşak x sert	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-0,9286
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	-0,5000
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	-0,1429
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	-0,0714
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,0714
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	0,2143
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	0,9286
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	1,2143
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	1,5000
labil (değişken) x stabil (sabit)	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	-0,7143
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	-0,2143
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	0,0000
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	0,5000
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	0,5714
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,7857
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	1,3571
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	1,4286
	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	1,5000
canlı x cansız (kuru, ruhsuz)	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	-1,5000
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	-1,0714
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	-1,0714
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	0,1429
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	0,5714
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	0,7857
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,8571
	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	1,2143
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	1,2143
donuk x keskin	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-1,2857
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	-1,0714
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	-0,5000
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	-0,3571
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	-0,1429
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	-0,1429
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	1,0714
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	1,1429
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	1,6429
hareketli x hareketsiz	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	-1,3571
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	-1,3571
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	-1,1429
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	-0,0714
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,0000
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	0,2857
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	0,5000
	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	0,7143
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	0,9286

Çizelge 5.15 (devam): 12 sıfat çiftinin 9 iç gürültü tipi için ortalama değerleri sıralaması.

SIFAT ÇİFTLERİ (BİRİNCİ SIFAT -2, İKİNCİ SIFAT +2)	İÇ GÜRÜLTÜ TİPİ	ORTALAMA
büyük x küçük	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	-1,0714
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	-0,8571
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	-0,7857
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	-0,3571
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	-0,2143
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	-0,1429
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,0000
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	0,5714
	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	0,7857
derin x yüzeysel	tesisat 35 dBA (B sınıfı)	-0,7143
	çocuk 35 dBA (B sınıfı)	-0,5000
	tesisat 39 dBA (C sınıfı)	-0,4286
	tesisat 43 dBA (D sınıfı)	-0,3571
	çocuk 39 dBA (C sınıfı)	-0,2857
	çocuk 43 dBA (D sınıfı)	-0,2857
	yüksek sesli konuşma 35 dBA (B sınıfı)	-0,0714
	yüksek sesli konuşma 43 dBA (D sınıfı)	0,1429
	yüksek sesli konuşma 39 dBA (C sınıfı)	0,4286



Şekil 5.7 : Yüksek sesli konuşma, çocuk sesi ve tesisat sesine ait anlamsal fark profili.

Çizelge 5.16 : Psikoakustik parametreler ve sıfat kategorileri arasındaki korelasyon katsayıları.

	loudness	sharpness	roughness	fluctuation stren.
kategori 1	,932**	,718*	,922**	,889**
kategori 2	,889**	0,464	,903**	,818**
kategori 3	,879**	0,403	,904**	,797*
kategori 4	,782*	0,22	,832**	,732*

**Korelasyon 0.01 seviyesinde anlamlıdır.
*Korelasyon 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

Psikoakustik parametrelerden loudness (gürlük), bir sesin diğer bir sesin kaç katı daha sesli olarak algılandığını belirtir. Ölçü birimi olarak sone kullanılmaktadır. Sharpness (keskinlik), yüksek frekanslı seslerin oranını gösteren bir parametredir. Ölçü birimi olarak acum kullanılır. Roughness (pürüzlülük – birimi asper) ve fluctuation strength (dalgalanım kuvveti – birimi vacil), düşük frekanslı genlik değişimlerinin öznel algısının niceliğini gösterir (Zwicker ve diğ., 1999). Kavram karmaşasından kaçınabilmek adına bu terimler İngilizce olarak verilmişlerdir.

Tartışma

Laboratuvar çalışmasına katılan 22 jüri ile 2 bölümden oluşan dinleme testi yürütülmüştür. Birinci bölümde iç gürültü öznel olarak değerlendirilmiştir.

3 gürültü tipi (yüksek sesli konuşma, çocuk, tesisat sesi) için 3 akustik performans sınıfına (B, C, D sınıfı) uygun 35, 39, 43 dBA düzeylerinde toplam 9 iç gürültü değerlendirilmiştir. Aynı ses parçaları ses düzeyi, dinlenirken rahatsızlık ve çalışırken rahatsızlık değişkenleri açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca dinlenirken ve çalışırkenki rahatsızlığın ortalaması alınarak elde edilen rahatsızlık değerlendirmesi ortalaması ve katılımcıların okudukları 3 cümle ile ilgili 5 doğru/yanlış önermesine verdikleri ortalama doğru cevap sayısı da iç gürültü düzeyleri ile karşılaştırılmıştır. İç gürültü düzeyindeki artış ile beraber 3 gürültü tipi için de ses düzeyi değerlendirmesinin arttığı, başka bir ifadeyle daha yüksek düzeyde algılandığı görülmektedir. Fakat, iç gürültü düzeyindeki artış, rahatsızlık değerlendirmesi ortalaması ile ifade edildiğinde yüksek sesli konuşma sesi için net bir artış olmadığı görülmemektedir. İki değerlendirme yöntemi arasındaki fark, rahatsızlık olgusunun fiziksel, kişisel, psikolojik, sosyo ekonomik ve fiziksel olmayan değişkenlere bağlı olarak değişebilmesi, ses düzeyi algısının ise sadece işitilen ses ile ilgili olduğu için daha nesnel bir tanım olmasından kaynaklanabilir.

Ses düzeyi algısı ve gürültü rahatsızlığını etkileyen bir diğer faktör ise gürültülerin

tonal bileşenleri ile ilgilidir. Veriler incelendiğinde, aynı gürültü düzeyinde olmalarına rağmen 3 sesin farklı değerlendirildiği görülmektedir. Yüksek frekans bileşenlerine sahip çocuk sesinin diğer seslere göre daha yüksek değerlendirildiği, orta ve yüksek frekans bileşenlerine sahip yüksek sesli konuşma sesinin onu takip ettiği görülmektedir. Durağan bir ses olan, ve sabit spektruma sahip tesisat sesi ise en az rahatsız edici ya da en düşük ses düzeyi olarak değerlendirilmiştir.

İç gürültü düzeyini değerlendirmede kullanılan, 4 değişkenin birbiri ile olan ilişkisi incelendiğinde, ses düzeyi değerlendirmesi ile dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ($r=0,871$, $p=0,000$) ve dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ile çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ($r=0,887$, $p=0,000$) arasında çok yüksek; ses düzeyi değerlendirmesi ile çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ($r=0,767$, $p=0,000$) arasında yüksek korelasyon olduğu görülmüştür. Doğru cevap sayısının ise ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi ile korelasyon kurmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Bu durumun soru tipinin jüri tarafından tam anlaşılamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dinlenirken rahatsızlık sonuçları 3 kademeli değerlendirildiğinde, sağlanması beklenen asgari koşulları sağlamadığı görülmektedir. 3 gürültü tipinin dinlenirken rahatsızlık 5 ve üzeri değerlendirmeleri incelendiğinde, jürinin B sınıfını %51,53, C sınıfını %53,06 ve D sınıfını %72,73 oranında rahatsız edici ya da aşırı rahatsız edici değerlendirildiği görülmektedir. Literatür çalışmalarında (Simmons ve diğ., 2011) bu oranın %10'a küçük eşit olması ya da en azından %20'den küçük olması gerektiği belirtilir. Oranların olması gerekenin çok üstünde çıkması, en çok rahatsız olunan gürültü tiplerinin kullanılmasından kaynaklanabilir. Ayrıca jüri profilinin büyük kısmının hassas kişilerden oluşmasının da etkili olduğu düşünülmektedir.

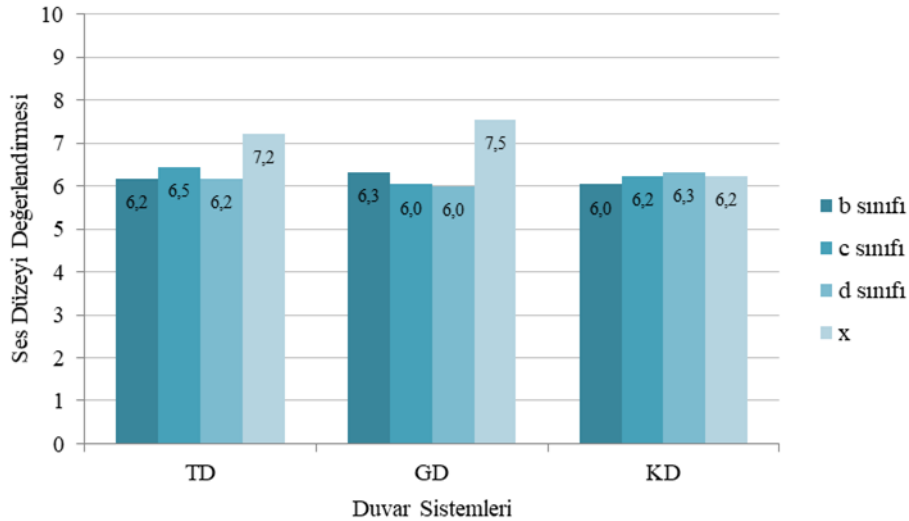
Jüri dinlediği 9 sesi, ses ortamını tanımlayıcı 12 sıfat çifti açısından -2 ve +2 arasında bipolar ölçek ile değerlendirmiştir. Sıfat çiftleri, her kategoride 3 çift olacak şekilde toplam 4 gruba ayrılmıştır. Yüksek sesli konuşma, çocuk sesi ve tesisat sesine ait ortalamaların anlamsal fark profili incelendiğinde, çocuk sesinin her zaman üst sınırdaki, tesisat sesinin ise alt sınırdaki değerlendirildiği görülmektedir. Yüksek sesli konuşma ise çocuk ve tesisat sesinin arasında konumlanmaktadır.

4 sıfat kategorisi ile psikoakustik parametreler (loudness, sharpness, roughness, fluctuation strength) arasında yüksek korelasyon kurulduğu görülmüştür.

5.2.3 Ses yalıtımı değerlendirme

Dinleme testinin ikinci bölümünde jüri dinledikleri sesi, ses düzeyi açısından ‘0 ile 10’ arasında sayılarla ve kelimelerle ifade edilen bir ölçek vasıtasıyla değerlendirmiştir (0-hiç yüksek değil; 10-aşırı derecede yüksek). Tuğla, gazbeton, kartonlu alçı levha kaplı duvar bölücü elemanlarının, bağımsız birimler arasında B, C, D akustik performans sınıfları için sağlanması beklenen hava doğuşlu ses yalıtım değerleri ($D_{nT,A}$) ve inşaat sektöründe sıkça kullanılan katmanlaşma model (X) filtereleri, 80 dB pembe gürültüye uygulanarak elde edilen 12 ses parçası incelenmiştir.

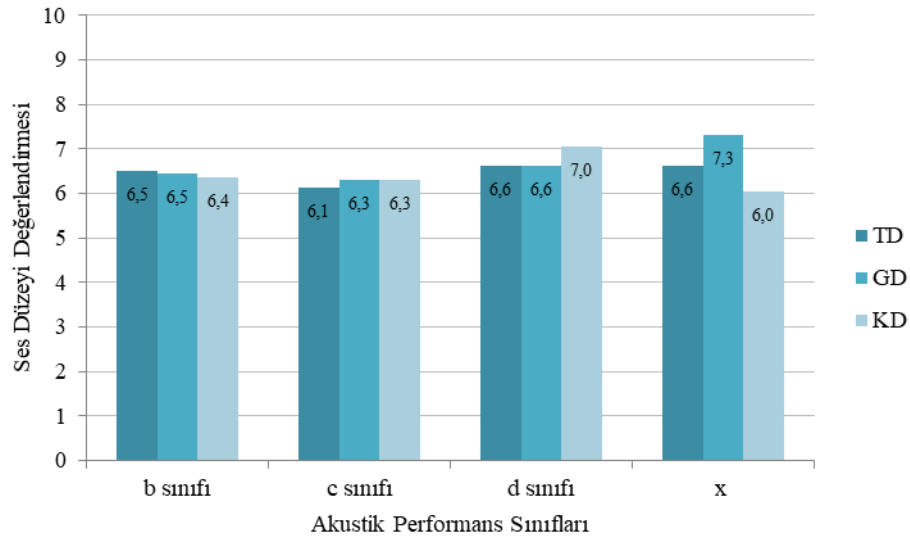
Bu bölümde, jüri her bir ses parçasını, aynı yapım sisteminin farklı yalıtım değerleri karşılaştırmasında (örn: tuğla için B, C, D, X) ve aynı akustik performans sınıfında olan farklı yapım sistemlerinin karşılaştırmasında (örn: B sınıfı için tuğla B, gazbeton B, kartonlu alçı levha kaplı duvar B) olmak üzere iki kere değerlendirmiştir. Şekil 5.8’de tuğla, gazbeton ve kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sistemlerinin kendi içerisinde B, C, D, X akustik performans sınıflarına bağlı ses düzeyi değerlendirmeleri ortalamaları verilmektedir. $D_{nT,A}$ değeri B, C, D akustik performans sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB olup, X değeri tuğla duvar için 42 dB, gazbeton duvar için 39 dB, kartonlu alçı levha kaplı duvar için 50 dB’dir.



Şekil 5.8 : Tuğla, gazbeton ve kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sistemlerinin akustik performans sınıflarına bağlı ses düzeyi değerlendirmeleri ($D_{nT,A}$ değeri B, C, D sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB) (TD: tuğla duvar, GD: gazbeton duvar, KD: kartonlu alçı levha kaplı duvar).

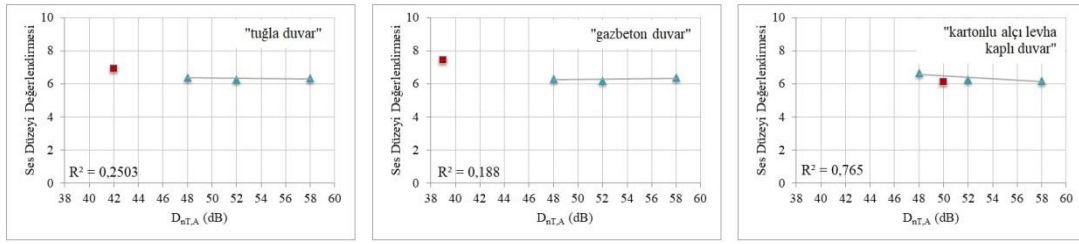
Şekil 5.9’da ise aynı akustik performans sınıfında bulunan tuğla, gazbeton ve kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sistemlerinin, ses düzeyi değerlendirmeleri ortalamaları verilmektedir.

Hava doğuşlu ses yalıtım değerine ($D_{nT,A}$) bağlı olarak değişen ses düzeyi değerlendirmeleri doğrusal regresyon analizi ile %95 güven aralığında 3 yapım sistemi için ayrı ayrı incelenmiştir. Her bir yapım sistemine ve akustik performans sınıfına ait 2 değerlendirmenin ortalaması alınarak, ortalama ses düzeyi değerlendir-



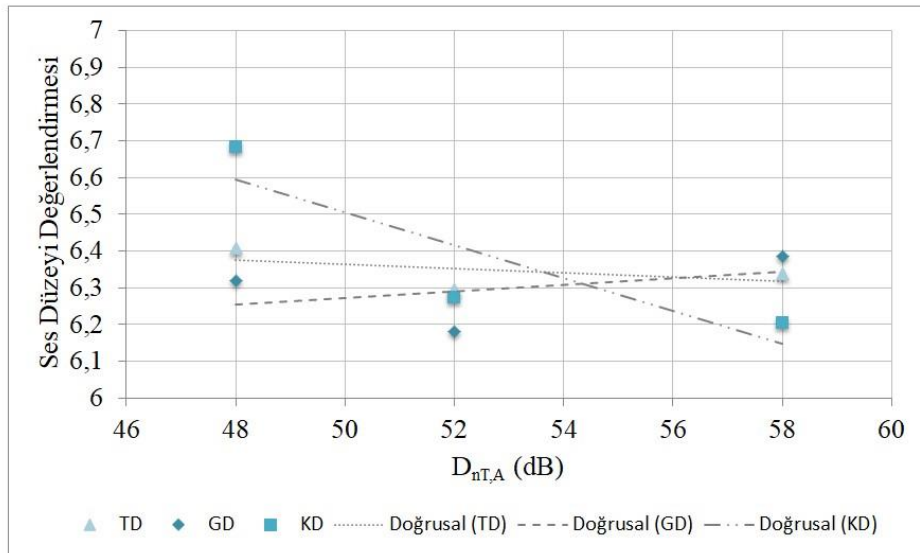
Şekil 5.9 : B, C, D, X akustik performans sınıflarına bağlı tuğla, gazbeton ve kartonlu alçı levha kaplı duvar yapım sisteminin ses düzeyi değerlendirmeleri ($D_{nT,A}$ değeri B, C, D sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB) (TD: tuğla duvar, GD: gazbeton duvar, KD: kartonlu alçı levha kaplı duvar).

mesi elde edilmiştir ve veri olarak bu değerler kullanılmıştır. $D_{nT,A}$ bağımsız değişken iken ortalama ses düzeyi değerlendirmesi bağımlı değişkendir. R^2 değeri bağımlı değişkendeki değişikliğin yüzde kaçının bağımsız değişkendeki değişiklik ile açıklanabileceğini ifade etmektedir. Şekil 5.10 incelendiğinde, $D_{nT,A}$ değerindeki değişimin, tuğla duvar için %25’inin, gazbeton duvar için %18,8’nin ve kartonlu alçı levha kaplı duvar için %76,5’nin ortalama ses düzeyi değerlendirmesi ile açıklanabildiği görülmektedir. Ayrıca inşaat sektöründe sıkça kullanılan katmanlaşma modellerinin ortalama ses düzeyi değerlendirmeleri de kırmızı (kare işareti) ile şekilde gösterilmektedir fakat bunlar regresyon analizinin dışında tutulmuştur.



Şekil 5.10 : Hava doğuşlu ses yalıtımı ($D_{nT,A}$) ve ortalama ses düzeyi değerlendirilmesi doğrusal regresyon analizi ($D_{nT,A}$ değeri B, C, D sınıfları için sırasıyla 58, 52, 48 dB).

Hava doğuşlu ses yalıtım değeri $D_{nT,A}$ 'nın, 3 yapım sistemi için ortalama ses düzeyi değerlendirmeleri Şekil 5.11 incelendiğinde, kartonlu alçı levha kaplı duvar ve tuğla duvar verileri ile negatif, gazbeton duvar verileri ile pozitif yönde ilişki kurma eğiliminde olduğu görülmektedir. Artan ses yalıtımı ile ses düzeyi değerlendirmesi arasında negatif ilişki beklenmektedir. D sınıfından (48 dB), C sınıfına (52 dB) geçişlerde, ses yalıtımındaki artış ile beraber iç gürültü seviyesindeki düşüş jürinin ses düzeyi değerlendirmesine de yansımıştır (ortalamaları 6,47'den 6,25'e düşmektedir). Fakat, C sınıfından (52 dB), B sınıfına (58 dB) geçişlerde, düşüş yerine neredeyse yok denecek kadar az artış olduğu görülmektedir (ortalamaları 6,25'den 6,31'e çıkmaktadır).



Şekil 5.11 : Ses düzeyi değerlendirmesinin $D_{nT,A}$ 'ya bağlı değişimi (TD: tuğla duvar, GD: gazbeton duvar, KD: kartonlu alçı levha kaplı duvar).

Tartışma

Dinleme testinin ikinci bölümünde hava doğuşlu ses yalıtımının öznel değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Tuğla, gazbeton, kartonlu alçı levha kaplı

duvar bölücü elemanlarında, B, C, D akustik performans sınıfları için sağlanması beklenen hava doğuşlu ses yalıtım değerleri ($D_{nT,A}$) ve inşaat sektöründe sıkça kullanılan katmanlaşma model (X) filtereleri, 80 dB pembe gürültüye uygulanarak elde edilen 12 ses parçası incelenmiştir. Aynı yapım sisteminin farklı yalıtım değerleri karşılaştırıldığında, B, C, D sınıfı ses düzeyi değerlendirmelerinde büyük farklılar olmadığı, tuğla ve gazbeton duvarda ise sektörde kullanılan katmanlaşma modelinden filtrelenen sesin diğer sınıflara göre daha yüksek algılandığı görülmektedir. Aynı akustik performans sınıfında olan farklı yapım sistemleri karşılaştırdığında ise yalıtım spektrumları farklı olmasına rağmen algılanan ses düzeyinde değişiklik olmadığı anlaşılmaktadır. Sektörde kullanılan katmanlaşma modellerinde ise en yüksek algılanan ses düzeyi sırasıyla, gazbeton, tuğla ve kartonlu alçı levha kaplı duvardan filtrelenen seslerdir. Hava doğuşlu ses yalıtım değeri $D_{nT,A}$ 'nın, 3 yapım sistemi için ortalama ses düzeyi değerlendirmesi regresyon analizi ile incelendiğinde, negatif yönde olması beklenen eğimin sadece kartonlu alçı levha kaplı duvar sisteminde belirgin olduğu, tuğla duvarda doğrusala yakın, gazbeton duvarda ise pozitif yönde olduğu görülmektedir.

Regresyon analizindeki değerler düşük olduğu için, ses düzeyi değerlendirmesi ile $D_{nT,A}$ arasında doğrudan ilişki kurulması çok sağlıklı değildir. Ayrıca, katılımcı sayısının 22 olması, detaylı analizlerin yapılmasına imkan vermemektedir.

Gürültü olarak kullanılan ve ses yalıtım filtrelerinin uygulandığı pembe gürültünün, alçak frekanstan yüksek frekansa doğru ses şiddeti her oktav bantta 3dB azalmaktadır. İç gürültü seviyesi değerlendirmesinde, akustik sınıflar arasında daha net sonuçların ortaya çıkıp, ses yalıtımında bu ayırımın elde edilmemesi, pembe gürültünün günlük hayatta karşılaşılan karmaşık komşuluk seslerini tanımlamamasından kaynaklanabilir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsan üzerinde etkisi olan birçok gürültü türü bulunmaktadır. Bu gürültülerin bazıları yapı içi bazıları ise yapı dışı çevre gürültüleridir. Akustik konfor, istenmeyen seslerin olmaması ve diğer insanları rahatsız etmeden akustik aktivitelerin gerçekleştirilebildiği bir ortamı tanımlar. Kapalı mekanlarda işitsel konfor, mekandaki iç gürültü düzeyi ve gürültünün spektral özelliği üzerinden tanımlanmaktadır. Konut yapıları incelendiğinde, iç gürültüye (dolaylı olarak ses yalıtımına) bağlı rahatsızlık tanımlamalarında komşuluk gürültülerinin fazlaca etkili olduğu görülmektedir.

Ülkemizde binalarda uygulanacak ses yalıtımı ile ilgili Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (2018) yürürlükte. Yönetmelik, 6 (A, B, C, D, E, F) akustik performans sınıfı için sınır değerler tanımlamaktadır. Yeni yapılacak binalarda en az C sınıfının sağlanması zorunlu kılınmıştır. Yönetmelikte belirtilen değerler “Sürdürülebilir kentsel yapılar için ses yalıtımı konularının bütünleştirilmesi ve harmonizasyonu” temalı COST Action TU0901 (2014) çalışmasından alınmıştır.

Bu araştırmada, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte (2018) tariflenen, konutlar için B, C, D akustik performans sınıfındaki iç gürültü düzeyi ve hava doğuşlu ses yalıtımı öznel olarak değerlendirilmiştir ve sonuçlar nesnel veriler ile karşılaştırılmıştır.

250 konut kullanıcısı ile yapılan sosyal anket çalışmasından çıkarılabilecek sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi ve çocuk koşma sesi en çok rahatsız olunan komşuluk gürültüleridir.
- Yüksek sesli konuşma ve bağırma sesi, tesisat sesi ve çocuk sesi en çok rahatsız olunan hava doğuşlu komşuluk gürültüleridir.
- Çocuk koşma sesi, kapı çarpma sesi ve eşya çekme sesi en çok rahatsız olunan darbe kaynaklı komşuluk gürültüleridir.

- Darbe kaynaklı gürültülerden, hava doğuşlu gürültülere göre daha çok rahatsız olunmaktadır.
- Genel olarak yapı içi çevre gürültülerinden olan rahatsızlık ile cinsiyet, yaş, medeni durum, çalışma zamanı, ikamet süresi ve hane halkı büyüklüğü değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.
- Genel rahatsızlık, kendi sesinin komşudan duyulmasına karşı rahatsızlık, ses yalıtımının kişi için önemi ve sese karşı hassasiyet değişkenleri arasında zayıf veya orta seviyede korelasyon bulunmaktadır.
- Genel rahatsızlık veya sese karşı hassasiyet il bazında sırasıyla en yüksek Çorum, İstanbul ve Hatay'dadır.

Türk toplumunun komşuluk gürültüsü rahatsızlık profilinin çıkarılması için örneklem sayısının artırılması ve çalışmanın Türkiye geneline yayılması gerekmektedir.

Dinleme testinin ilk bölümü olan iç gürültü değerlendirmesi, nesnel veriler, ses düzeyi, psikoakustik parametreler ve rahatsızlık verilerinin beraber değerlendirildiği hem öznel hem nesnel dinleme testi olarak kurgulanmıştır. Dinleme testine katılan 22 jürinin iç gürültü değerlendirmesinden çıkarılabilecek sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Artan iç gürültü düzeyi ile beraber öznel ses düzeyi değerlendirmesi de artmıştır.
- Artan iç gürültü düzeyi ile beraber öznel gürültü rahatsızlığı değerlendirmesi de artmıştır.
- Aynı gürültü düzeyinde olmalarına rağmen, öznel gürültü rahatsızlığı ya da ses düzeyi değerlendirmesinde çocuk sesi, yüksek sesli konuşma ve tesisat sesi farklı değerlendirilmiştir. Bu fark gürültülerin tonal bileşenlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır.
- Yüksek frekans bileşenine sahip sesler (çocuk sesi gibi) insanda daha yüksek ses düzeyi veya gürültü rahatsızlığı algısı oluştururken, alçak frekansa daha yüksek tolerasyon gösterilmiştir.

- Yönetmelik değerlerinin sadece iç gürültü düzeyi üzerinden tanımlanmasının günlük hayatta karşılaşılan ses çeşitliliğini tam olarak yansıtmadığı görülmüştür.
- Ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır.
- Doğru cevap sayısı ile ses düzeyi değerlendirmesi, dinlenirken rahatsızlık değerlendirmesi ve çalışırken rahatsızlık değerlendirmesi arasında korelasyon bulunmamaktadır.
- Dinlenirken rahatsızlık sonuçları 3 kademeli değerlendirildiğinde, sağlanması beklenen asgari koşulları sağlamadığı görülmüştür.
- Anlamsal fark profiline göre çocuk sesi her zaman üst sınırdadır, tesisat sesi ise alt sınırdadır değerlendirilmiştir. Yüksek sesli konuşma ise çocuk ve tesisat sesinin arasında konumlanmaktadır.
- 4 sıfat kategorisi ile psikoakustik parametreler (loudness, sharpness, roughness, fluctuation strength) arasında yüksek korelasyon kurulmuştur.

Dinleme testinin ikinci bölümünde, hava doğuşlu ses yalıtımı jüri tarafından öznel olarak değerlendirilmiştir. Rahatsızlık ve ses düzeyi değerlendirmesi birbiriyle ilişkili olduğu için, dinleme testinin süresini uzatmamak amacıyla, ikinci bölümünde sadece ses düzeyinin değerlendirildiği nesnel dinleme testi yürütülmüştür. Dinleme testine katılan 22 jürinin ses yalıtımı değerlendirmesinden çıkarılabilecek sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Aynı yapım sisteminin farklı yalıtım değerlerine sahip bölücü elemanları arasında algılanan ses düzeyi açısından değişiklik görülmemiştir.
- Aynı akustik performans sınıfında olan farklı yapım sistemleri arasında algılanan ses düzeyi açısından değişiklik görülmemiştir.
- Gürültü olarak kullanılan ve ses yalıtım filtrelerinin uygulandığı pembe gürültü, günlük hayatta karşılaşılan karmaşık komşuluk seslerini tariflemeye yetersiz kalmıştır.

Daha hassas değerlendirmelerin yapılabilmesi için, dinleme testinde açık ya da yarı açık kulak üstü kulaklık kullanılması, laboratuvar arka plan gürültü seviyesinin oldukça düşük olması ve ses kayıt, düzenleme, aktarım ve çalım sistemlerinin frekans cevaplarının çalışmasının amacına uygun olması gerekmektedir.

Yapı elemanları ses yalıtım değerlerinin simülasyon programından elde edilen değerleri yerine, yanal iletimlerinde etkili olduğu alan ölçüm değerlerinin kullanılması daha farklı sonuçlar verebilir. Laboratuvar çalışmaları, alan çalışmaları ile desteklenmelidir. Ayrıca Adobe Audition programında ses yalıtım değerlerinin, 1/3 oktav bant filtre olarak uygulanmasının gerçek durumu ne kadar yansıttığını anlamak için mutlaka frekans ve seviye kalibrasyonu yapılmalıdır.

Daha kapsamlı değerlendirmeler için, önerilen yöntem daha büyük populasyonlarda uygulanmalıdır ve COST Action TU0901 (2014) çalışmasından alınan yönetmelik değerlerinin Türk populasyonunun gürültü rahatsızlığı algısını ne kadar yansıttığı araştırılmalıdır.

Gelecek çalışmalar, tezde kullanılan metodoloji üzerinden daha fazla gürültü türünü, darbe ve hava doğuşlu ses yalıtımının birlikte ele alındığı bütüncül yaklaşımlar ile araştırabilirler. Laboratuvar koşulları her ne kadar ev ortamını simüle etse de aynı sonucu vermez. Bu nedenden dolayı benzer çalışmaların kişilerin konutlarında, gerçekte var olan komşuları ile olan ilişkilerinin de göz önünde bulundurulduğu koşullarda, alan çalışmaları ile gerçekleştirilmesi daha farklı sonuçlar verebilir.

KAYNAKLAR

- Aksoylu C., Mendi E., & Söylev, A. (2016) Ses yalıtımında ses azaltım indisi modellerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 31, 961-970
- ASTM E413-10 (1999). Classification for rating sound insulation. ASTM International, USA.
- Benn, T. (2000). How many people suffer hearing problems from noise at work?. Technical Contribution, *Acoustics Bulletin*, (pp. 15-20).
- Berg, M. V. D. (2004). Neighbour noise: a rational approach. In: *Proceedings of the 2nd WHO International Housing and Health Symposium*.
- Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik** (2018). T. C. Resmi Gazete, 30437, 31 Mayıs 2018.
- Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmeliği Açıklama ve Uygulama Kılavuzu** (2018). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmelik** (2017). T. C. Resmi Gazete, 30082, 31 Mayıs 2017.
- Bodlund, K. (1985). Alternative reference curves for evaluation of the impact sound insulation between dwellings. *Journal of Sound and Vibration*, 102(3), 381-402.
- Bradley J. S. (2001). Deriving acceptable values for party wall insulation from survey results. In: *Proceedings of the Inter-noise 2001*, (pp. 27-30). The Netherlands: The Hague, August 27-30.
- Bradley, J. S. (1986). Acoustical measurements in some Canadian homes. *Canadian Acoustics*, 14(4), 19-25.
- Bradley, J. S. (2013). Evaluation of revised ISO airborne sound insulation ratings. *NRC Publications Archive*, s. 8.
- Coakes, S. J. (2013). *SPSS Analysis without Anguish*. China: Shenzhen Donnelley Printing.
- COST Action TU0901** (2014). Integrating and harmonizing sound insulation aspects in sustainable urban housing constructions, *COST European Cooperation in Science and Technology*.
- Çevresel Gürültünün Değerlendirmesi ve Yönetimi Yönetmeliği** (2010). T. C. Resmi Gazete, 27601, 4 Haziran 2010.
- Demrikale, S. Y. (2007). *Çevre ve Yapı Akustiği*, İstanbul: Birsan Yayınevi.
- EN ISO 717-1** (2013). Acoustics – rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: airborne sound insulation, *International Organization for Standardization*, Geneva.

- EN ISO 717-2** (2013). Acoustics – rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: impact sound insulation, *International Organization for Standardization*, Geneva.
- Gover, B. N., Bradley, J. S., Zeitler, B., & Schoenwald, S.** (2011). Objective and subjective assessment of lightweight wood-framed floor assemblies in response to footstep and low-frequency impact sounds. *In: Proceedings of the Internoise 2011*. Osaka, 4-7 September.
- Hannon, B.** (2001). *A New Tool for Measuring and Understanding Individual Differences in the Component Processes of Reading Comprehension*. Canada: National Library of Canada.
- Hongisto, V., Makila, M., & Suokas, M.** (2015). Satisfaction with sound insulation in residential dwellings- the effect of wall construction, *Building and Environment*, 85, 309-320.
- Hongisto, V., Oliva, D., & Keränen, J.** (2014). Subjective and objective rating of airborne sound insulation - living sounds. *Acta Acustica United with Acustica*, 100(5), 848–863.
- ISO 717-1** (1996). Acoustics – rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: airborne sound insulation, *International Organization for Standardization*, Geneva.
- ISO 717-2** (1982). Acoustics – rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation, *International Organization for Standardization*, Geneva.
- ISO/TS 15666** (2003). Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, *International Organization for Standardization*, Geneva.
- Kulak, S.** (2017). Açık planlı ofislerde çalışma ortamındaki gürültünün çalışanlar üzerindeki etkisi. *12. Ulusal Akustik Kongresi Bildiri Kitabı*, (ss. 95-106). İzmir: İYTE, Eylül 14-15.
- Kurra S., & Demirel, F.** (2013). *Ses yalıtımının değerlendirilmesi ve Türkiye için ses yalıtım sınıflarının alan araştırması ile saptanması*, TUBİTAK Proje Rapor No: 111M784.
- Kurra, S.** (2009). *Çevre Gürültüsü ve Yönetimi* (Vol. 3). İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi.
- Ljunggren F., Simmons C., & Hagberg K.** (2014). Correlation between sound insulation and occupants perception-proposal of alternative single number rating of impact sound, *Applied Acoustics*, 85, 57–68.
- Ljunggren F., Simmons C., & Öqvist R.** (2017). Correlation between sound insulation and occupants perception-proposal of alternative single number rating of impact sound-part II, *Applied Acoustics*, 123, 143–151.
- Monteiro, C., Machimbarrena, M., De La Prida, D., & Rychtarikova, M.** (2016). Subjective and objective acoustic performance ranking of heavy and light weight walls. *Applied Acoustics*(110), 268–279.

- NT ACOU 111.** (2002). Acoustics: Human sound perception-guidelines for listening tests, *Nordtest Method*, Finland.
- Özgülven, H. N.** (2008). *Gürültü Kontrolü- Endüstriyel ve Çevresel Gürültü*. İstanbul: Türk Akustik Derneği.
- Pallant, J.** (2007). *SPSS Survival Manual*. USA: Open University Press.
- Park, H. K., & Bradley, J. S.** (2009). Evaluating standard airborne sound insulation measures in terms of annoyance, loudness, and audibility ratings, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126 (1), 208-219.
- Pedersen, T. H., Antunes, S., & Rasmussen, B.** (2012). Online listening test on sound insulation of walls - A feasibility study. In: *Proceedings of the Euronoise 2012*, (pp.1219-1224). Prague, 10–13 June.
- Rasmussen, B.** (2010). Sound insulation between dwellings - Requirements in building regulations in Europe. *Applied Acoustics*, 71(4), 373–385.
- Rasmussen, B., & Machimbarrena, M.** (2014a). *COST Action TU0901- Building acoustics throughout Europe: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe*. (Vol. 1). Retrieved from <https://doi.org/10.1109/NOMS.2014.6838359>
- Rasmussen, B., & Machimbarrena, M.** (2014b). *COST Action TU0901- Building acoustics throughout Europe: Housing and construction types country by country*. (Vol. 2).
- Rasmussen, B., & Machimbarrena, M.** (2014c). *COST Action TU0901- Building acoustics throughout Europe*. Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe. In Simmons, C., *Developing a Uniform Questionnaire for Socio- Acoustic Surveys in Residential Buildings* (Vol. 1, pp. 102-132). Retrieved from <https://doi.org/10.1109/NOMS.2014.6838359>
- Rasmussen, B., & Machimbarrena, M.** (2014d). *COST Action TU0901- Building acoustics throughout Europe*. Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe. In Rychtarikova, M. & Horvat, M. *Developing a Methodology for Performing Listening Tests Related to Building Acoustics*. (Vol. 1, pp. 134-156). Retrieved from <https://doi.org/10.1109/NOMS.2014.6838359>
- Rasmussen, B., & Rindel, J.H.** (2010). Sound insulation between dwellings – Descriptors applied in building regulations in Europe. *Applied Acoustics*, 71(4), 171–180.
- Rychtáriková, M., Muellner, H., Chmelík, V., Roozen, N. B., Urbán, D., Garcia, D. P., & Glorieux, C.** (2016). Perceived Loudness of neighbour sounds heard through heavy and light-weight walls with equal $R_w + C_{50-5000}$. *Acta Acustica United with Acustica*, 102(1), 58–66.
- Shove, E.** (2003). *Comfort, cleanliness and convenience: the social organization of normality*. Oxford.
- TS EN ISO 3382-2** (2013). Akustik - Odaların akustik parametrelerinin ölçülmesi - Bölüm 2: sıradan odalarda çınlama süresi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS ISO 1996-2** (2009). Akustik - Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2: çevre gürültü seviyelerinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Virjonen, P., Hongisto, V., & Oliva, D.** (2016). Optimized single-number quantity for rating the airborne sound insulation of constructions: living sounds, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140 (6), s. 4429.
- Zwicker, E., & Fastl, H.** (1999). *Psycho-acoustics*. Springer: Verlag Berlin Heidelberg.
- Url-1** <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive_en.htm>, date retrieved 1.04.2019
- Url-2** <<https://www.who.int/>>, date retrieved 28.04.2019.
- Url-3** <<http://www.costtu0901.eu/working-groups/wg2/questionnaires-translated-to-different-languages/COST-TU0901-WG2-Questionnaire-TR-v2-2013-05-15.doc/view.html>>, date retrieved 28.01.2019.
- Url-4** <<http://www.tkbv.org.tr/menu/87/isitme-testi-nedir-levent-kufeciler>>, erişim tarihi 28.01.2019.

EKLER

EK A: COST TU0901 Türkçe'ye çevrilmiş sosyo-akustik anket formatı.

EK B: Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik çınlama süresi ve darbe sesi düzeyleri.

EK C: Insul hesaplama örneği.

EK D: Etik kurul raporu ve araştırmaya gönüllü katılım formu.

EK E: Odyometri test sonuç örneği.

EK F: Kaydedilen 10 gürültünün spektrumları.

EK G: Düşey bölücü elemanların R_w grafiği.

EK A

Çizelge A.1 : COST TU0901 Türkçe'ye çevrilmiş sosyo-akustik anket formatı
(Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c; Url-3).

Evinizde gürültüden rahatsız mısınız?									
[ARAŞTIRMACI KURULUŞUN LOGOSU]									
Araştırma –amaç (AŞAĞIDA İTALİK HARFLERLE YAPILAN AÇIKLAMA, ARAŞTIRMACI KURULUŞ TARAFINDAN GÜNCEL DURUMA UYARLANABİLİR, ANCAK TEMEL BİLGİ DEĞİŞTİRİLMEMELİDİR.)									
[ARAŞTIRMACI KURULUŞ]; Türkiye'deki konut binalarının tasarımının, gürültüye karşı korunma açısından memnun edici olup olmadığını araştırmak üzere [YETKİLİ KİŞİ / KURUM] tarafından görevlendirilmiştir. Araştırma için çeşitli binalar gelişigüzel seçilmiştir. Bu bina sadece istatistik nedenlerle ankete dahil edilmiştir. Ekteki ankete vereceğiniz yanıtlar bina konstrüksiyonlarında gerekli isteklerin tanımlanmasında [Örneğin yapı mevzuatında] bize yardımcı olacaktır. Bu istekler; ses yalıtımı zayıf yapıları önlemeli fakat aynı zamanda yapıların ekonomik olmasını da sağlamalıdır. İsteklerin yüksek tutulması gereksiz maliyet artışlarına neden olacaktır. Bu nedenlerle, bina sakinlerine düşüncelerini sormak ve yapının gürültüye karşı koruyuculuğundan memnun olup olmadıklarını öğrenmek önem taşımaktadır. Zamanınızı aldığımız için teşekkür ederiz. Yanıtlarınız istatistiksel olarak ve gizli tutularak değerlendirilecektir. Sonuçlar ve kişisel bilgiler sadece bu araştırma için kullanılacak ve başka bir amaçla kullanılmayacaktır. Lütfen aşağıdaki kişisel bilgileri tamamlayınız ve 2inci sayfadaki anketi doldurunuz.									
KİŞİSEL BİLGİLER [BU BİLGİLER SADECE ANKET İÇİNDİR VE ANALİZLERDEN SONRA ARAŞTIRMACI KURULUŞ TARAFINDAN İNHA EDİLMELİDİR.]									
Siz:	Kadın	☐	Erkek	☐					
Yaş:	18-25	☐	26-39	☐	40-64	☐	>65	☐	
Çalışma zamanları:	Gündüz	☐	Akşam/gece	☐	Karışık	☐	Hiç biri	☐	
Konutta oturma süresi (yıl):	0-1	☐	2-5	☐	6-	☐			
Konutta yaşayan kişi sayısı:	1	☐	2	☐	3	☐	4-6	☐	6- Konut kimliği: [kuruluşca dolduracaktır]
Tamamlanmış anket formunu [TESLİM ETME YERİ] ne bırakınız / ekteki adres ve pulu hazırlanmış zarfa koyarak gönderiniz. - Yanıtlarınızı internet üzerinden göndermek isterseniz; - bilgilendirme sayfamızı ziyaret ediniz. www.[ARAŞTIRMA-WEBSITESİ].cc - Sorularınızı varsa veya yanıtlarınızı telefonla bildirmek isterseniz : - Yardım masasına telefon ediniz: [+90] - e-mail gönderiniz danisma@KURULUS-ILETISIM.cc - web sayfasını ziyaret ediniz www.[ARAŞTIRMA-INFO-WEBSITESİ].cc İşbirliğiniz için teşekkürler! [Sorumlu kişinin ADI-SOYADI] [KURULUŞ]									

ÖRNEK: ARKA SAYFADA VERİLEN FORMUN DOLDURULMASI:									
Yaklaşık son oniki ayı düşündüğünüzde, evinizde aşağıdaki gürültü kaynaklarından olan rahatsızlığınızı 0 ile 10 arasındaki hangi sayı en iyi gösterir? ... (Aynı zamanda gürültü herhangi bir etkinliğiniz (örneğin okuma) ile girişim yapıyor ise, bu soru geçerlidir.									
Hiç değil  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  Aşırı derecede Bil- mıyor									
1. Komşular; duvarlardan geçen günlük yaşam sesleri, örneğin, konuşma, müzik, TV sesleri									
Yanıtınızı ilgili kutuya X koyarak belirtiniz. ○ Eğer işareti koymuş olduğunuz halde yanıtınızı değiştirmek isterseniz, kutuyu karalayın ve yeni bir kutucuğa X işaretini yerleştirin. ■ Hiç bir şey işitmediğiniz durumda, kaynak mevcut değildir ve bu kutucuğa işaret koymayınız.									

Çizelge A.1 (devam): COST TU0901 Türkçe’ye çevrilmiş sosyo-akustik anket formatı (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c; Url-3).

Bu anket; konutunuzun bulunduğu yapının gürültüye karşı memnun edici bir koruma sağlayıp sağlamadığını araştırmak için yapılmaktadır. COSTTU0901WG2 Evinizdeki gürültünün sizi ne kadar rahatsız ettiğini “0” dan “10” a kadar sayıları içeren ölçek üzerinde gösteriniz. Eğer az miktarda bir gürültü işitiyorsanız VE HİÇ RAHATSIZ DEĞİLSENİZ, 0’ı seçiniz. Eğer aşırı derecede rahatsız iseniz 10’u seçiniz. Eğer arada bir yerde iseniz 1 ile 9 arasında bir sayı seçiniz. Eğer hiç birşey işitmiyorsanız, kaynak mevcut değildir veya eğer yanıt veremiyorsanız “Bilmiyorum” u seçiniz.										
Yaklaşık son oniki ayı düşündüğünüzde evinizde gürültüden ne kadar rahatsızsınız?										
Hiç değil   Aşırı derecede  Bilmi-yorum										
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										
1. Genel olarak gürültü, örnek:TV, trafik, su sesi, havalandırma										
Hiç değil   Aşırı derecede  Bilmi-yorum										
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										
2. Ara duvarlardan gelen konuşma, TV, bilgisayar oyunları, vd sesler (açıklama _____)										
3. Ara döşeme ve tavanlardan gelen konuşma, TV, bilgisayar oyunları, vd sesler (açıklama _____)										
4. Ara duvar ve döşemelerden gelen yüksek sesli müzik: bas ve vurmali sesler (açıklama _____)										
5. Darbe gürültüsü, örneğin yürüme, çekilen mobilya, düşen oyuncak vd sesleri (açıklama _____)										
6. Örneğin üst katta birisi yürüdüğü zaman kendi mobilyanızdan veya gevşek bağlantılardan gelen takirti ve tıkırtılar										
7. Merdivenlerde, balkon çıkışlarında, koridorlarda vd konuşma ve kapı kapama sesleri										
8. Merdivenlerde, balkon çıkışlarında, koridorlarda vd ayaksesleri veya diğer darbe sesleri										
9. Su tesisatı; borular, WC ve rezervuar kullanımı, duş sesi										
10. İklimlendirme tesisatı; ısıtıcılar, havalandırma, hava menfezleri, hava kanalları (açıklama _____)(comment _____)										
11. Servis ekipmanı; asansörler, çamaşır makinası, havalandırma ünitesi (açıklama _____)										
12. Pencereler kapalı iken içeride işitilen diğer kullanım alanları; örneğin garaj, dükkan, ofis, bar, restoran sesleri										
13. Pencereler kapalı iken içeride işitilen trafik gürültüsü (otomobiller, otobüsler, kamyonlar, trenler veya uçaklar)										
14. Kapılar kapalı iken evinizin içinde işitilen kendi ailenizin sesleri										
Konutunuza taşınmadan önce, gürültüden korunmak sizin için ne kadar önemliydi?										
Hiç önemli değil   Aşırı derecede önemli 										
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										
15. Genel olarak gürültü										
Ne kadar hoşgörülüsünüz?										
Hiç duyarlı değil   Aşırı derecede duyarlı 										
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										
16. Genel olarak gürültüye karşı										
Açıklama (önemli gürültü kaynaklarını, gürültülü mekanları, komşuluk eylemlerini vd tanımlayınız):										

Çizelge A.1 (devam): COST TU0901 Türkçe’ye çevrilmiş sosyo-akustik anket formatı (Rasmussen ve Machimbarrena, 2014c; Url-3).

Araştırma bilgileri Araştırma kuruluşu tarafından doldurulacaktır.												
Form No:												
Bina kimlik no:												
Ülke:			Şehir			Posta kodu						
Adres:												
BİNA YERLEŞİM PLANI VE AÇIKLAMA Araştırma kuruluşu tarafından doldurulacaktır (Dış gürültü hesaplamaları için)												
Arazi planı: Binaların trafik ve diğer gürültü kaynaklarına göre konumunu belirtir. (Kent planı ölçek 1:5.000 veya 1:10.000)												
Bina ve sokak/cadde vaziyet planı: Bitişik binalar ile caddenin ilişkisini gösterir. (Plan ölçeği 1:500 veya 1:200)												
Bina ve cadde en kesiti: Yola bakan pencerelerin büyüklüğünü ve konumunu gösterir.												
Uzaklık (km)	Otoyollar	Yollar	Trenler / Tramvaylar	Oto-büs	Hava-alanı	Bar, Disko, Musik alanı	—	Rekreasyon, spor alanı				
Bina tesisat ekipmanı												
Lokal ısıtıcı/serinletici	Özel ısıtıcı *	☐	Su ısıtıcısı	☐	Elektrikli ısıtıcı	☐	İklimlendirici	☐	Soğutucu	☐	Hiçbiri	☐
Merkezi ısıtıcı/serinletici	Özel ısıtıcı *	☐	Su ısıtıcısı	☐	Elektrikli ısıtıcı	☐	İklimlendirici	☐	Soğutucu	☐	Hiçbiri	☐
Mekanik oda/dışarda	Klima ünitesi	☐	Kompresör ünitesi (dış ortam)	☐	Kompresör ünitesi (iç ortam)	☐	Diğer	☐				
Merkezi ekipman	Çamaşırhane	☐	Çamaşır Kurutucusu	☐			Diğer	☐				
Katlardaki alanlar	Spor salonu	☐	Ofisler	☐	Okullar	☐	Klinik	☐	Diğer	☐		
Zemin kattaki alanlar	Çamaşırhaneler	☐	Garajlar	☐	Dükkan	☐	Ofisler/Klinik	☐	Restoranlar /Bar /Disko	☐	Diğer	☐
KONUT PLANI BİLGİLERİ Araştırma kuruluşu tarafından doldurulacaktır (havadoğuşlu sesler ve darbe sesini tahmin etmek üzere)												
Bina kat planı: Anket yapılan konutu ve komşu daireleri gösterir. (Ölçek 1:100 –veya 1:200)												
Binanın en kesiti: Odaların üst ve alttaki mekanlara göre konumlarını gösterir. Ağır ve hafif duvarları gösteriniz. (Ölçek: 1:50 - 1:100)												
Döşeme detayı: Malzemeleri ve yukardan aşağı kullanılan katmanları gösterir. Kalınlıkları ve yüzey ağırlıklarını belirtiniz. (Ölçek: 1:5 - 1:50)												
Tavan detayı: Malzemeleri ve yukardan aşağı kullanılan katmanları gösterir. Kalınlıkları ve yüzey ağırlıklarını belirtiniz. (Ölçek: 1:5 - 1:50)												
Dış duvarların detayı: Malzemeleri ve dışardan içeriye doğru kullanılan katmanları gösterir. Kalınlıkları ve yüzey ağırlıklarını belirtiniz. (Ölçek: 1:5 - 1:50)												
Bölme duvarı detayı (daireler arası): Malzemeleri, katmanları, kalınlıkları ve yüzey ağırlıklarını gösterir. (Ölçek: 1:5 - 1:50)												
Bölme duvarı detayı (merdiven ve koridorlara bakan): Malzeme ve katmanları gösterir. (Ölçek: 1:5 - 1:50)												
Pencere cam tipi:	Dışardan içeri doğru camları tanımlar: örnek. 4 mm cam, 36 mm hava, 4mm cam-9 lamine cam 4/0,76/4. Toplam yüzey: _____ m ²											
Pencere çerçevesi:	Ahşap veya Ahşap/Aluminyum	☐	Çelik/Aluminyum	☐	PVC	☐	Çeperler ses sızdırmaz?	Evet	☐	Hayır	☐	
Odaya bitişik asansör:	Evet	☐	Hayır	☐								
Ortak merdivenler:	Evet	☐	Hayır	☐	Merdiven struktürü:	Hafif (çelik, ahşap...)	☐	Ağır (Beton)	☐			
DİĞER KONUT BİLGİLERİ Araştırma kuruluşu tarafından doldurulacaktır.												
Ev tipi:	Çok katlı	☐	Tek katlı, >1 daire	☐	Tek katlı, 1 daire	☐	Teras ev	☐	Villa	☐		
Daire / Ara kat:	Bodrum kat	☐	Ara kat	☐	Kat N°	—	Oda sayısı:	—				
Mülkiyet türü:	Kira	☐	Sahiplik veya üyelik	☐								
Ek bilgiler:	Sakin balkon	☐	Sakin dış alana açılış	☐	Kendi bahçesi	☐						
Her kattaki daire sayısı:	—											
Üst kattaki daireler:	Evet	☐	Hayır	☐								

EK B

Çizelge B.1: Akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI
		C - D ²
Konut Binaları	Sirkülasyon alanları ³	1.2
	Yatak Odaları	0.5
	Yaşam Alanları, Mutfak	0.8
Eğitim Tesisleri	Derslikler, Özel derslik ⁴ , İdari odalar, Okuma odaları	0.8
	Spor Salonu	1.8
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2
	Kreşler	Oyun, yemek alanları
	Yatak odaları	0.5
Sağlık Tesisleri/ Yaşlı bakım evleri	Özel Hasta Odaları	0.5
	Muayene odaları, ameliyathane, laboratuvarlar	0.8
	Çok Yataklı Odalar	1.0
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2
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
Konaklama Tesisleri	Yatak Odaları	0.5
	Lokantalar	1.0
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2
	Hizmet Destek Alanları	1.0
Yurt Binaları	Yatakhane	0.5
	Etüd odası	0.8
	Sirkülasyon Alanları ³ , Yemekhane	1.2
Kültürel Tesisler	Tiyatro-Konferans Salonları, Sinema Salonları, Konser Salonları, Müzik-TV Stüdyoları	- ⁵
	Müzeler	1.2
	Kütüphaneler	0.8
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2
Ticari Tesisler	Mağaza-Dükkan	1.0
	Alışveriş Merkezi - Marketler	2.0
	Postane, Genel Bankacılık	1.2
	Sirkülasyon Alanları ³	1.2
Terminaller	Bekleme alanları	1.0
	Personel Ofis- Dinlenme Odaları	0.8
Dini Merkezler	İbadet alanları	- ⁵
Eğlence/ Spor Tesisleri	Spor Tesisleri	- ⁵
	Lokantalar, Yemek Alanları, Eğlence yerleri ⁵	1.0
Sanayi Tesisleri	Genel alanlar	- ⁵
	Personel Ofis-Dinlenme Odaları	0.8
	Sirkülasyon alanları ³	1.2

¹ Verilen sınır değer 250, 500, 1000, 2000 Hz frekanslarındaki değerlerin aritmetik ortalamasıdır

² Burada belirtilen sınır değerler C ve D sınıfları için geçerlidir. Bina işlevlerine bağlı olarak diğer sınıflar için sınır değerlere uluslararası sınır değerlere bağlı olarak akustik uzman karar verecektir.

³ Sirkülasyon alanı: Koridorlar, bekleme holü, merdiven holü, antre, girişi holü gibi ortak alanları ifade eder.

⁴ Özel derslik: Müzik odası, dans odası, resim ve el işi dersliği gibi bireysel çalışmaya dayalı derslikleri ifade eder.

⁵ Bu hacimlerde yapının özelliklerine göre uygun değerler akustik uzman tarafından belirlenecektir.

Çizelge B.2: Farklı bina tiplerinde kaynak odası döşemelerinde sağlanacak en yüksek darbe sesi düzeyleri ($L'_{nT,w}$ ¹, dB) (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).

Bina İşlevi	KOMŞULUK İLİŞKİSİ	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
	Kaynak Odası (üst kat)	A	B	C	D	E	F
KONUT BİNALARI	Bağımsız birim Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Ticari işletme Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
	Aynı bağımsız birime ait mekanlar arası döşemeler	54	58	62	66	70	74
EĞİTİM YAPILARI	Derslik İdari oda Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Özel derslik Spor salonu Oyun alanı (Kreş) Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
	Okuma odası Yatak odası (Kreş)	50	54	58	62	66	70
SAĞLIK TESİSİ / YAŞLI BAKIM EVİ	Hasta odası Muayene odası Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Ameliyathane Laboratuvar	50	54	58	62	66	70
	Teknik Merkez	40	44	48	52	56	60
BÜRO VE İDARI BİNALAR	Özel oda Açık planlı alan Toplantı odası Dinlenme alanı Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
KONAKLAMA TESİSLERİ	Yatak odası Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Restoran Hizmet destek alanları	40	44	48	52	56	60
	Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı						
YURT BİNASI	Yatakhane Etüd odası Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Yemekhane	40	44	48	52	56	60
	Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı						

¹ 14 üncü maddede belirtilen durumlarda $L'_{nT,50} = L'_{nT,w} + C_{L, 50-2500}$ değeri de kullanılabilir.

Sound Insulation Prediction (v8.0.12)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2015

- Key No. 2142

Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB

Job Name:

Notes:

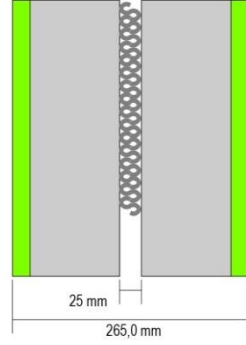
Job No.:

Page No.:

Date:

Initials:

File Name: gazbeton b.ixl

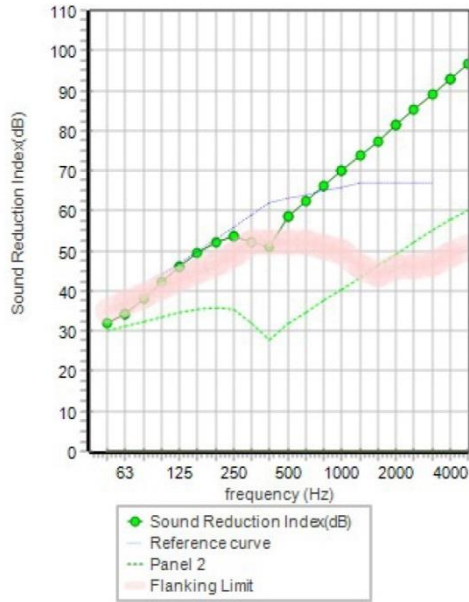


R_w	63 dB	
C	-2 dB	
C_{tr}	-6 dB	
D_{nTw}	65 dB	$[V:50m^3]$ $[A:11m^2]$

System descriptionPanel 1 : 1 x 20,0 mm kaba siva ($\rho:1800 \text{ kg/m}^3, E:32 \text{ GPa}, \eta:0,01, \text{ps}:36 \text{ kg/m}^2, \text{fc}:769 \text{ Hz}$) + 1 x 100,0 mm Gazbeton (G4)Cavity: Double Masonry: Stud spacing 600 mm, Infill tasyunu Thickness 25 mm ($\rho:50 \text{ kg/m}^3, \text{Rf}:19400 \text{ Pa.s/m}^2$)Panel 2 + 1 x 100,0 mm Gazbeton (G4) + 1 x 20,0 mm kaba siva ($\rho:1800 \text{ kg/m}^3, E:32 \text{ GPa}, \eta:0,01, \text{ps}:36 \text{ kg/m}^2, \text{fc}:769 \text{ Hz}$)

Mass-air-mass resonant frequency =46 Hz

frequency (Hz)	R(dB)	R(dB)
50	32	
63	34	34
80	38	
100	42	
125	46	45
160	49	
200	52	
250	54	53
315	52	
400	51	
500	59	55
630	62	
800	66	
1000	70	69
1250	74	
1600	77	
2000	81	80
2500	85	
3150	89	
4000	93	92
5000	97	

Panel Size 2,7x4 m; Mass 193,3 kg/m²

Şekil C.1: Insul hesaplama örneği.



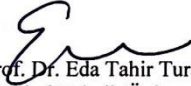
İTÜ

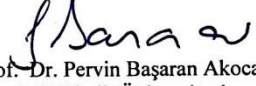
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ-SAĞLIK VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU (İTÜ-SM.İNAREK)

17 Eylül 2018

Reference No: *MİM1/2018*

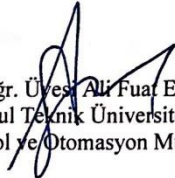
İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi öğretim üyesi danışman Y. Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT ve Ar.Gör. Seda Kulak yürütücülüğündeki “Konutlarda Hava Doğuşlu Ses Yalıtımının Sübjektif Analizi Kapsamında Katılımcılara İşitme Testinin Yapılması” adlı proje değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur.


Prof. Dr. Eda Tahir Turanlı
İstanbul Teknik Üniversitesi
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü


Prof. Dr. Pervin Başaran Akocak
İstanbul Teknik Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Bölümü


Prof. Dr. Cengiz Yakıcıer
Acıbadem Üniversitesi
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Toplantıya katılmadı
Doç. Dr. Çiğdem Göksel
İstanbul Teknik Üniversitesi
Geomatik Mühendisliği Bölümü


Dr. Öğr. Üyesi Ali Fuat Ergenç
İstanbul Teknik Üniversitesi
Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü


Dr. Öğr. Üyesi Mert Gür
İstanbul Teknik Üniversitesi
Makina Mühendisliği Bölümü

Toplantıya katılmadı
Uzman Dr. Esra Özaydın
İstanbul Teknik Üniversitesi
Sağlık Kültür Daire Başkanlığı


Avukat Esra Güngör
İstanbul Teknik Üniversitesi
Hukuk Müşavirliği


Prof. Dr. Arzu Karabay, **Başkan**
İstanbul Teknik Üniversitesi
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Şekil D.1: Etik kurul raporu.

DİNLEME TESTİ GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu araştırma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı öğrencisi Seda KULAK tarafından Dr. Öğr. Üyesi Nurgün BAYAZIT danışmanlığındaki yüksek lisans tezi kapsamında yürütülmektedir. Bu form¹ sizi araştırma koşulları hakkında bilgilendirmek için hazırlanmıştır.

Çalışmanın Amacı Nedir?

Araştırmanın amacı, konutlarda karşılaşılan gürültülerin, akustik konfor açısından subjektif olarak değerlendirilmesidir.

Bize Nasıl Yardımcı Olmanızı İsteyeceğiz?

Araştırmaya katılmayı kabul eden katılımcılara İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ahmet ATAŞ sorumluluğunda işitme testi yapılarak, işitme kaybınızın olup olmadığı test edilecektir. İşitme testi sonuçları üçüncü kişiler ile paylaşılmayacaktır. Sonraki aşamada sizden laboratuvar koşullarında hoparlör aracılığıyla bazı sesleri dinlemeniz beklenmektedir. Yaklaşık olarak 1 saat sürmesi beklenen bu çalışmada sizlere her soru için ses kayıtları dinletilecek ve bu sesleri bazı kriterler açısından değerlendirmeniz istenecektir. Daha sonra sizlerden çalışma hakkındaki izlenimlerinize ilgili bir değerlendirme yapmanız beklenmektedir.

Sizden Topladığımız Bilgileri Nasıl Kullanacağız?

Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük esasına dayanmalıdır. Cevaplarınız tarafımızca saklı tutularak, katılımcılardan elde edilecek bilgiler, araştırmacılar tarafından toplu halde değerlendirilecek ve bilimsel yayınlarda kullanılacaktır.

Katılımınızla ilgili bilmeniz gerekenler:

Çalışma, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular veya uygulamalar içermemektedir. Katılımcının işitsel sağlığını tehlikeye atacak derecede yüksek ses düzeyi barındırmamaktadır. Soruların doğru veya yanlış olarak bir değerlendirilmesi bulunmamaktadır. Katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Böyle bir durumda çalışmayı uygulayan kişiye çalışmadan çıkmak istediğinizi söylemeniz yeterli olacaktır.

Araştırmayla ilgili daha fazla bilgi almak isterseniz:

Çalışma sonunda, bu çalışmayla ilgili sorularınız cevaplanacaktır. Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için Seda KULAK (E-posta: kulakseda@gmail.com) ile iletişim kurabilirsiniz.

Yukarıdaki bilgileri okudum ve bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum.

(Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz).

İsim Soyad

Tarih

İmza

Katılımcı No

---/---/----

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Uygulamalı Etik Araştırma Merkezi / İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından hazırlanan gönüllü katılım formundan yararlanılmıştır.

Şekil D.2: Araştırmaya gönüllü katılım formu.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI ÜNİTESİ

Gönderen Doktor: Tarih: 21.02.2019 Adı:
 Konsültan: Cinsiyet: O Soyadı:
 Testi Yapan: B.Y. Tel: Doğum Tar.:
 Odyometre: AC-40 Son Test Tarihi: T.C.NO:

125 250 500 750 1000 1500 2000 3000 4000 6000 8000

-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120

SAF SES ORTALAMASI (dB)
(500 - 2000 Hz)

	SOL	SAG
HAVA	5dB	8dB
KEMİK	3dB	3dB

KONUŞMAYI ANLAMA EŞİĞİ (dB)
"SRT"

Çift	Hplr	Sol	Sağ	Aletle
		10dB	10dB	

KONUŞMAYI AYIRDETME ORANI "SDS"
(%)

Çift	Hplr	Sol	Sağ	Aletle
		1/100	1/100	
dB	dB	50dB	50dB	dB

TEDİRGIN EDİCİ SES YÜKSEKLİĞİ (dB)
"UCL"

Çift	Hplr	Sol	Sağ	Aletle
		100+	100+	

TEST EDİLMEYEN KULAĞA UYGULANAN MASKELEME MİKTARI

Frekans (Hz)	125	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
AC											
BC											

250 500 1000 2000 4000

Weber

AKUSTİK REFLEKS EŞİĞİ

	Sol Kontra	Sağ İpsi	Sağ Kontra	Sol İpsi
500 Hz		80dB		80
1000 Hz		85		80
2000 Hz		85		80
4000 Hz		80		80

TANI VE ÖNERİLER:

Yapılan odyolojik incelemeğe göre,
 Saf ses ortalamalarına bakıldığında,
 bilateral işitme normal sınır bds ektir.

SEMBOLLER

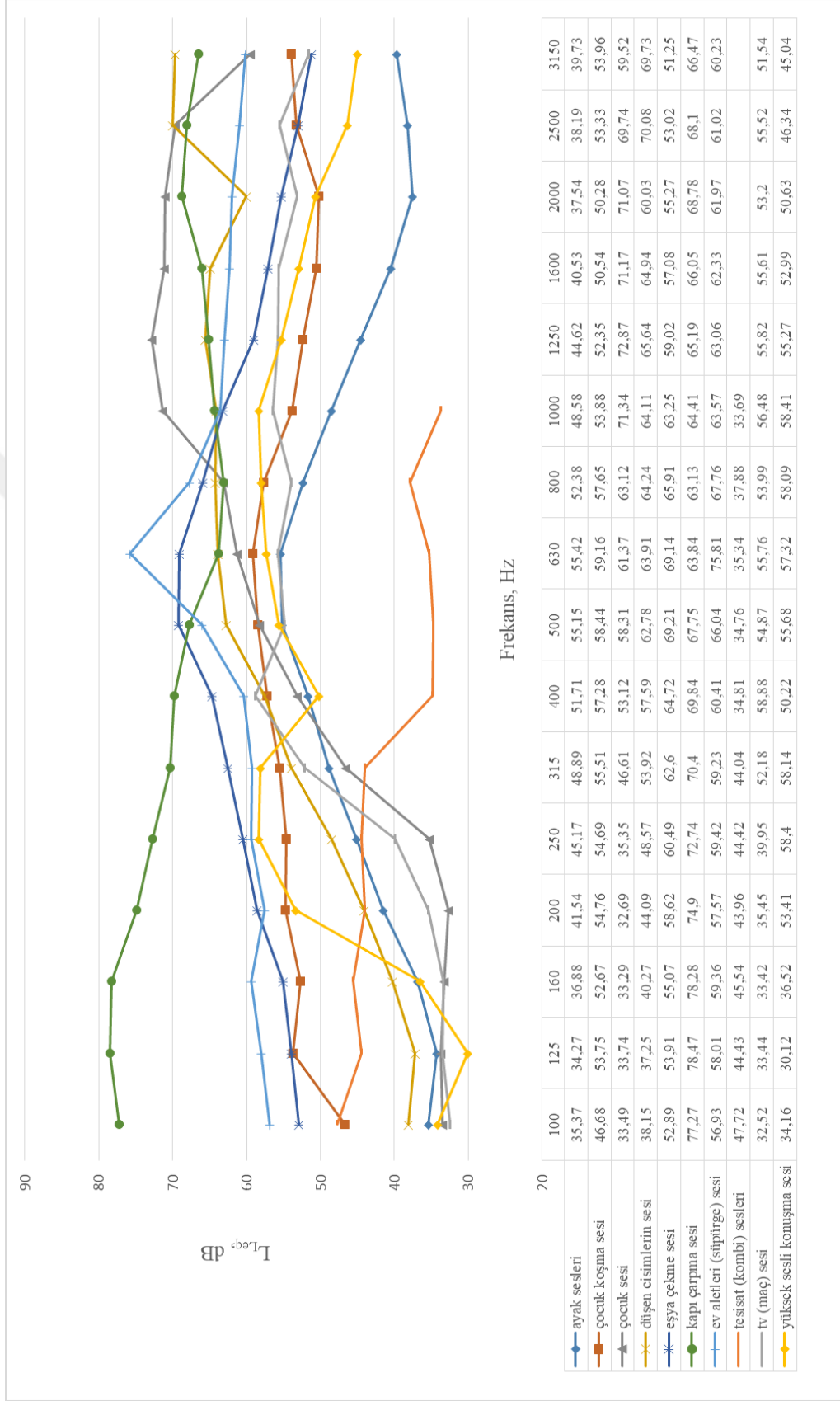
KULAK	Sol	Sağ	HAVA		KEMİK		Cevap Yok
			Maskesiz	Maskeli	Maskesiz	Maskeli	
	X	O	X	O	>	I	
Serbest alan (İşitme Cihazsız)	S						TP
Serbest alan (İşitme Cihazlı)	A						TY
Serbest alan (Koklear İmplant)	CI						NA
Davranış Yok	DY						IS

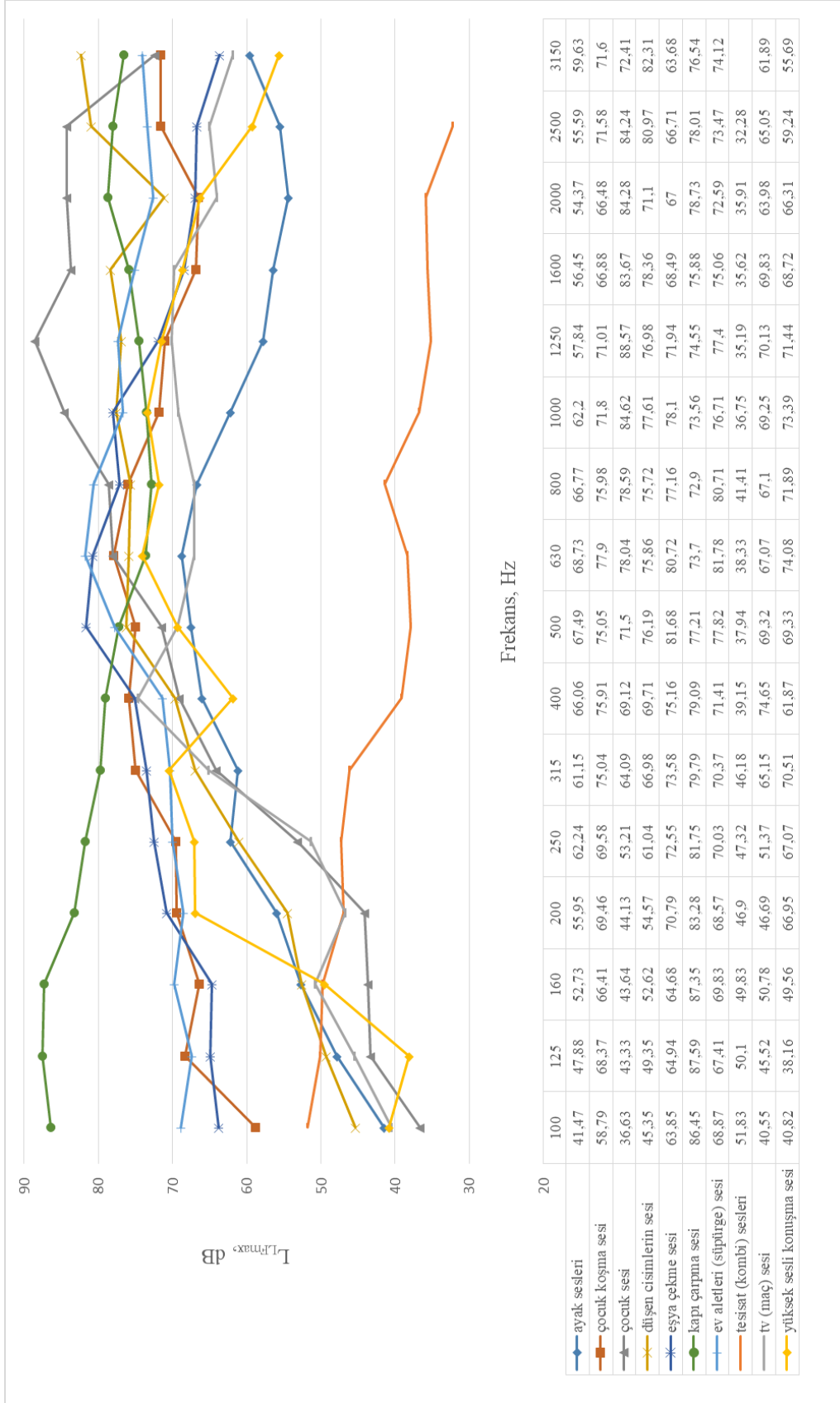
TİMPANOGRAM

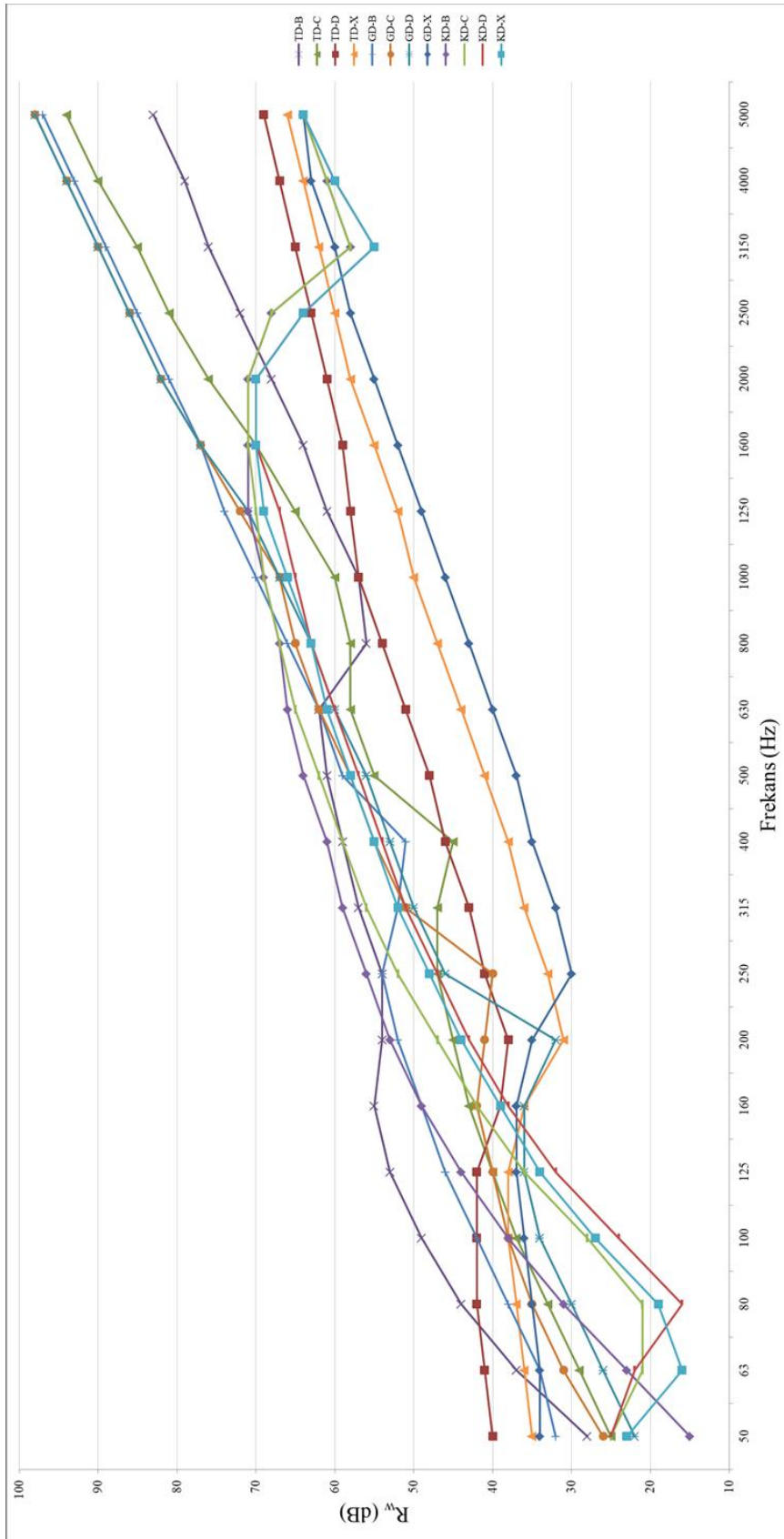
SOL	SAG
OKB: 0.6kPa	OKB: 15.6kPa
Komplians: 0.6ml	Komplians: 0.6ml
Genel: 0.6	Genel: 0.8

Tip A Tip A

Şekil E.1: Odyometri test sonuç örneği.







Şekil G.1: Düşey bölücü elemanların R_w grafiği.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Seda KULAK
Doğum Tarihi ve Yeri : 28.01.1993 ÇORUM
E-posta : kulakseda@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2019, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2017 yılından itibaren İstanbul Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE

PATENTLER:

- Kulak, S., Bayazıt, N. (2019). Subjective Evaluation of Acoustic Quality Classes in Dwelling. *23rd International Congress on Acoustics*. Germany: Achen, September 9-13.
- Kulak, S. (2018). Determination of the resident's annoyance against the neighbour noise by questionnaire study. *1st International Symposium on Graduate Research in Science*, (s. 248). Istanbul: Istanbul University, October 4-6.
- Kulak, S., Bayazıt, N. (2017). Açık planlı ofislerde çalışma ortamındaki gürültünün çalışanlar üzerindeki etkisi. *12. Ulusal Akustik Kongresi Bildiri Kitabı*, (ss. 95-106). İzmir: İYTE, Eylül 14-15.