

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SES KAYIT STÜDYOLARINDA BÖLME
ELEMANLARININ KESİT ÖZELLİKLERİNİN GÜRÜLTÜ
DENETİMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

ELİF GÖKÇE UÇAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Danışman

Doç. Dr. Nuri İLGÜREL

Temmuz, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SES KAYIT STÜDYOLARINDA BÖLME
ELEMANLARININ KESİT ÖZELLİKLERİNİN GÜRÜLTÜ
DENETİMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Elif Gökçe UÇAR tarafından hazırlanan tez çalışması 16.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mehmet Nuri İLGÜREL

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Nuri İLGÜREL, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mine AŞÇIGİL DİNÇER

Bahçeşehir Üniversitesi

Danışmanım Doç. Dr. Nuri İLGÜREL sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Ses Kayıt Stüdyolarında Bölme Elemanlarının Kesit Özelliklerinin Gürültü Denetimi Açısından İncelenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Elif Gökçe UÇAR

İmza



Aileme
ve
arkadaşılarım

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince hem ders hem de tez dönemlerinde engin bilgi birikimi, tecrübeleri, yardımları ve önerileri ile bana her zaman destek olan tez danışmanım Doç. Dr. Nuri İLGÜREL'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen, Etüd Mimarlık'tan patronum Can ÖZSAVAŞCI ile çalışma arkadaşlarım Pınar ELİBÜYÜK, Özlem DURMAZ, Eylem EFE ve Reha DEMİRHAN'a teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatım ve tez çalışmalarım sırasında desteklerini, katkılarını eksik etmeyen ve her zaman yanımda olan başta değerli meslektaşım ve arkadaşım Duygu ÖZEL olmak üzere, sevgili arkadaşlarım Fulden AKÇAY, Çağım AKÇAY, Gülay ARSLAN, Kübra TEMİZ, Ayşe SARIYAR ÜSTÜN, Deniz SALTÜRK, Sibel YAMAN ve Ozan SAVAŞAN'a teşekkür ediyorum.

Araştırmalarım süresince akademik kaynaklara erişmemi kolaylaştıran ve yardımını esirgemeyen sevgili kardeşim Ali Can UÇAR'a ve bana olan inançlarını her zaman hissettiren sevgili annem Yasemin UÇAR ve babam Mehmet UÇAR'a teşekkür ediyorum.

Elif Gökçe UÇAR

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	IX
KISALTMA LİSTESİ.....	X
ŞEKİL LİSTESİ.....	XI
TABLO LİSTESİ.....	XIII
ÖZET.....	XV
ABSTRACT	XVII
1 Giriş.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Hipotez.....	3
2 SES KAYIT STÜDYOLARI	4
2.1 Müzik Endüstrisi Nedir?.....	4
2.2 Müzik Endüstrisinde Görev Dağılımı	5
2.3 Ses Kayıt Tarihi.....	5
2.4 Kayıt Süreci	9
2.5 Kayıt Formatları	11
2.6 Kayıt Esnasında Kullanılan Ekipmanlar.....	12
2.6.1 Dijital Ses İşleme İstasyonu (DAW)	12
2.6.2 Mikrofon	14
2.6.3 Stüdyo Monitörü.....	17
2.6.4 Kulaklık.....	17
2.6.5 Kablo	18

2.7	Kullanıcılar	19
2.8	Ses Kayıt Stüdyosu Tipleri.....	20
2.8.1	Profesyonel Ses Kayıt Stüdyoları	20
2.8.2	Görsel İçin İşitsel Prodüksiyon Ortamları	20
2.8.3	Proje Stüdyoları	21
2.8.4	Taşınabilir Stüdyolar	21
2.9	Ses Kayıt Stüdyolarının Mimari Özellikleri.....	22
2.9.1	Kontrol Odası.....	23
2.9.2	Kayıt/Performans Odası	23
2.9.3	Makine Odası	24
2.9.4	Ses İzolasyon Odası (Vokal odası, Davul odası vs.).....	24
2.9.5	Bekleme Odası.....	25
2.10	Dünyadan Ses Kayıt Stüdyosu Örnekleri	25
3	SES KAYIT STÜDYOLARINDA KABUL EDİLEBİLİR AKUSTİK KOŞULLAR.....	29
3.1	Yansıma Süresi.....	29
3.2	Yutuculuk- Saçıcılık.....	30
3.3	Kabul Edilebilir Gürültü Düzeyleri ile İlgili Ölçütler	33
3.4	Yönetmelik.....	37
4	DÜŞEY VE YATAY BÖLÜCÜLERDE GÜRÜLTÜ DENETİMİ.....	42
4.1	Duvarlar	42
4.2	Döşemeler /Tavanlar	43
4.3	Pencereler	44
4.4	Kapılar	45
5	DÜŞEY VE YATAY BÖLME ELEMANLARININ SES GEÇİŞ KAYBI ÖZELLİKLERİNİN SİMÜLASYON YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ	47
5.1	Yöntem	47

5.2	Yapı Kabuğu İçin Kesit Önerileri	48
5.3	Döşeme / Asma Tavan İçin Kesit Önerileri.....	60
5.4	Stüdyo İçi Bölme Elemanı İçin Kesit Önerileri.....	68
6	GENEL DEĞERLENDİRME.....	75
6.1	Yapı Kabuğu İçin Tasarlanan Kesitlerin Sonuçlarının İncelenmesi	75
6.2	Döşeme İçin Tasarlanan Kesitlerin Sonuçlarının İncelenmesi.....	75
6.3	Bölme Elemanı İçin Tasarlanan Kesitlerin Sonuçlarının İncelenmesi	83
7	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
A	“A” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	87
B	“B” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	88
C	“C” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	89
D	“G” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI.....	90
E	“X” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	91
F	“Y” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	92
G	“Z” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	93
H	“D” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	94
I	“E” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI	95
İ	“F” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI.....	96
	REFERANSLAR.....	97
	TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	99

SİMGE LİSTESİ

C	Spektrum uyarlama terimi
C _{tr}	Spektrum uyarlama terimi (Trafik)
dB	Desibel, ses basınç düzeyi birimi
dBA	A ağırlıklı ses basınç düzeyi
D _{nT}	Standardize edilmiş düzey farkı
Hz	Hertz
kg	Kilogram
L _{Aeq} ,	A ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi
L _{AF,max}	A ağırlıklı en yüksek ses basınç düzeyi
L _{gag} , L _{den}	Gündüz-akşam-gece gürültü göstergesi
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
R _w	Ağırlıklı ses azaltma indeksi
s	Saniye

KISALTMA LİSTESİ

AA	Audio-Animatronic
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADR	Automatic Dialog Replacement
BBC	British Broadcasting Corporation
CD	Compact Disc
DAW	Digital Audio Workstation
DG	Düşük Düzeyli Gürültü Üretimi
ISO	International Organization for Standardization
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
LFE	Low Frequency Effect
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MN	Minnesota
NC	Noise Criterion
NR	Noise Rating
OG	Orta Düzeyli Gürültü Üretimi
PC	Personal Computer
QRD	Quadratic Residue Diffuser
RPM	Revolution Per Minute
TL	Transmission Loss
YG	Yüksek Düzeyli Gürültü Üretimi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Fonograf [5]	6
Şekil 2.2 Grafon [6]	6
Şekil 2.3 Gramofon [5]	7
Şekil 2.4 Kinetofon [8]	8
Şekil 2.5 Müzik tipine göre kayıt stüdyoları [4]	10
Şekil 2.6 Dijital ses işleme istasyonu [10]	13
Şekil 2.7 Dinamik mikrofon [10]	14
Şekil 2.8 Kurdele mikrofon [10]	15
Şekil 2.9 Kondansatör mikrofon [10]	16
Şekil 2.10 Mikrofon kutup desenleri [10]	16
Şekil 2.11 Örnek Stüdyo Planları. Üstte: Hum Stüdyoları, Santa Monica, ABD. Alta: Paisly Sudio A, Chanhassan, MN [4]	22
Şekil 2.12 Vokal Kabini [17]	25
Şekil 2.13 Afrika Müzik Enstitüsü Kayıt Stüdyosu [18]	26
Şekil 2.14 Far Heat Kayıt Stüdyosu [19]	26
Şekil 2.15 The Cabin [20]	27
Şekil 2.16 Red Rock Kayıt Stüdyosu [21]	28
Şekil 3. 1 QRD akustik saçıcılar [24]	32
Şekil 3.2 Skyline akustik saçıcılar [25]	32
Şekil 3.3 NC eğrileri [26]	33
Şekil 3.4 NR eğrileri [27]	34
Şekil 4.1 Duvar Kesiti [4]	43
Şekil 4.2 Döşeme Kesiti [26]	44
Şekil 4.3 Pencere Kesiti [4]	45
Şekil 4.4 Ses Kilidi [31]	46
Şekil 4.5 Stüdyo kapısı detayı [32]	46
Şekil 5.1 Şematik Stüdyo Planı ve Kesiti	47
Şekil 5.2 Bağdat Caddesi gürültü haritası (Lgag) [33]	48
Şekil 5.3 Duvar kesitlerinin sağlaması gereken minimum ses geçiş kaybı grafiği .	49
Şekil 5.4 Duvar kesiti A	50
Şekil 5.5 Duvar kesiti B	50

Şekil 5.6 Duvar kesiti C	51
Şekil 5.7 Duvar kesiti G	51
Şekil 5.8 Yapı içi gürültü düzeyleri ve NR 20 eğrisinin karşılaştırılması	59
Şekil 5.9 Döşeme kesitlerinin sağlaması gereken minimum ses geçiş kaybı.....	61
Şekil 5.10 Döşeme kesiti X, Y, Z	62
Şekil 5.11 INSUL programı ile oluşturulan döşeme kesiti “X” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeylerinin grafik gösterimi	65
Şekil 5.12 INSUL programı ile oluşturulan döşeme kesiti “Y” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeylerinin grafik gösterimi	66
Şekil 5.13 INSUL programı ile oluşturulan döşeme kesiti “Z” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeylerinin grafik gösterimi	68
Şekil 5.14 Bileşik Cidar Ses Geçiş Kaybı Belirleme	69
Şekil 5.15 Kontrol ve performans odaları arasındaki Cam – Duvar ilişkisi	70
Şekil 5.16 Bileşik Cidar Kesitlerinde Kullanılan Duvar ve Cam Detayları	71

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Yayın stüdyolarındaki tipik yansıma süreleri [22]	30
Tablo 3.2 Mekân tiplerine göre aşılmaması gereken NC düzeyi ve eşdeğer ses düzeyleri [26]	35
Tablo 3.3 Mekân tipine göre aşılmaması gereken NR düzeyleri [27]	36
Tablo 3.4 BGKKHY, EK-2.1 “Gürültüye karşı hassasiyetin ve gürültünün derecesinin belirlenmesi” [28]	38
Tablo 3.5 BGKKHY, EK-2.2 “Mekânların akustik performans sınıflandırmasının dayandığı öznel değerlendirmeler” [28]	39
Tablo 3.6 BGKKHY, EK-3.2 “Kaynak ve alıcı odası özelliklerine göre sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri” [28]	40
Tablo 3.7 BGKKHY, EK-4 “Binalarda izin verilen iç gürültü düzeyleri” [24]	41
Tablo 5.1 Duvar kesiti A, B, C ve G’de kullanılan malzemelerin özellikleri	52
Tablo 5.2 Gazbeton kullanılan bir duvarın frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	53
Tablo 5.3 Tuğla kullanılan bir duvarın frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri ..	54
Tablo 5.4 Duvar kesiti “A” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	55
Tablo 5.5 Duvar kesiti “B” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	55
Tablo 5.6 Duvar kesiti “C” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	56
Tablo 5.7 Duvar kesiti “G” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	57
Tablo 5.8 Frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri ile NR20 değerlerinin karşılaştırılması	58
Tablo 5.9 Simülasyon programı sonucu elde edilen toplam ses geçiş kayıpları ve spektrum düzeltme değerleri	60
Tablo 5.10 Döşeme kesiti X, Y ve Z’de kullanılan malzemelerin özellikleri	63
Tablo 5.11 Döşeme kesiti “X” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	64
Tablo 5.12 Döşeme kesiti “Y” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	65
Tablo 5.13 Döşeme kesiti “Z” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri	67
Tablo 5.14 Bileşik cidarlarda kullanılan malzemelerin özellikleri	70
Tablo 5.15 Bileşik cidar “D” için frekansa göre yalıtım değeri hesabı ve simülasyon sonucu	71
Tablo 5.16 Bileşik cidar “E” için frekansa göre yalıtım değeri hesabı ve simülasyon sonucu	73

Tablo 5.17 Bileşik cidar “F” için frekansa göre yalıtım değeri hesabı ve simülasyon sonucu	74
Tablo 6.1 Duvar kesitlerinin frekansa göre sağlaması gereken minimum ses geçiş kayıpları.....	76
Tablo 6.2 Duvar kesiti “A” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi	76
Tablo 6.3 Duvar kesiti “B” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi	77
Tablo 6.4 Duvar kesiti “C” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi.....	78
Tablo 6.5 Duvar kesiti “G” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi	79
Tablo 6.6 Döşeme kesitlerinin frekansa göre sağlaması gereken minimum ses geçiş kayıpları.....	80
Tablo 6.7 Döşeme kesiti “X” e göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi	81
Tablo 6.8 Döşeme kesiti “Y” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi.....	82
Tablo 6.9 Döşeme kesiti “Z” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi	82

Ses Kayıt Stüdyolarında Bölme Elemanlarının Kesit Özelliklerinin Gürültü Denetimi Açısından İncelenmesi

Elif Gökçe UÇAR

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nuri İLGÜREL

Müzik, ses kaydının icadından beri insan yaşamının önemli bir parçası olmuştur. Ses kaydının ve röprodüksiyonun tarihi Edison'un 1877'de fonografi icat etmesiyle başlar. Ses kaydının ve onu takip eden yeniden çalmanın amacı orijinal performansı doğru bir şekilde yeniden yaratabilen bir deneyim sunmaktır. Profesyonel kayıtların yapıldığı ses kayıt stüdyoları kuruldukları 1900'lü yılların başında müzik şirketlerinin tekelinde bulunurlardı. Oysa günümüzde özellikle kayıt aletlerindeki teknolojik gelişmeler, maliyetlerin düşmesi ve bütçeye uygun hale gelmesi sayesinde müzisyenler amatörlükten kurtulup profesyonelliğe adım atmak konusunda geniş olanaklara sahiptir. Bunun bir sonucu olarak da ses kayıt stüdyoları açısından önemli anlayış değişiklikleri yaşanmıştır.

Ses kayıt stüdyoları, sesin kaydedildiği, işlendiği, kayıt sırasındaki tüm kontrolün sağlandığı müzik prodüksiyonu yapılan mekanlardır. Ses kaydının, stüdyo hacminin herhangi bir katkısı olmadan, hi-fi niteliği etkilenmeden gerçekleştirilebilmesi için gerekli akustik koşulların sağlandığı özelleşmiş ortamlardır. Ses kayıt stüdyoları bağımsız yapılar olarak tasarlanabileceği gibi var olan yapılar içinde de bulunması gerekebilir. Örneğin bir ofis binasında, alışveriş merkezinde ya da bir apartman dairesinde bulunabilir.

Ses kayıt stüdyolarında ses kayıtlarının, hacmin ve diğer etkenlerin olumsuz etkilerinden ve akustik kusurlardan arınmış bir akustik ortamda gerçekleştirilmesi gerekir. Bu akustik ortamı oluşturabilmek için ilk koşul fon gürültüsünün kabul edilebilir sınırlar içinde olması ve kaydedilecek müzik türüne göre optimum yansım süresinin sağlandığı yalın ses alanlarının oluşturulmasıdır.

Ses kayıt stüdyolarında hem çevresel (trafik, endüstri yapıları, parklar vs.) ve yapı içi (komşu hacimlerden konuşma, ev aletleri vs.) hava doğuşlu gürültülerin, hem de stüdyo içindeki kontrol odası ile performans hacmi arasındaki gürültülerin geçişinin azaltılmasında bölme elemanlarının kesit özellikleri ve bu kesitlerde kullanılan yalıtım gerecinin teknik özellikleri önem taşımaktadır.

Bu tezde, ses kayıt stüdyolarında kabul edilebilir fon gürültüsünün aşılmaması için düzeydeki ve yataydaki bölme elemanlarının (duvar ve döşemelerin) yeterli ses geçiş kaybını sağlaması konusu ele alınmıştır. Bu doğrultuda bir simülasyon programından yararlanılarak uygun duvar ve döşeme kesitlerinin ve bu kesitlerde kullanılabilecek malzemelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ses kayıt stüdyosu, ses yalıtımı, gürültü denetimi, mimari akustik, performans odası, kontrol odası, akustik simülasyon



Evaluating Section Properties of Partition Elements in Sound Recording Studios in terms of Noise Control

Elif Gökçe UÇAR

Department of Architecture

Post Graduate Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Nuri İLGÜREL

Music became a very important part of the human life since the invention of sound recording. The history of sound recording and reproduction begins with the invention of phonograph by Edison in 1877. The purpose of sound recording and playback is to present an experience which can recreate the original performance accurately. Sound recording studios where the professional recordings made used to be monopolised by music companies in the early 1900s when they were established first. However, nowadays due to the technological developments in music recording equipments, the decrease in costs and budget, the musicians have favourable opportunities to get rid of the amateurism and step into professionalism. As a result of this, there have been significant changes in understanding in terms of sound recording studios.

Sound recording studios are music production locations where sound is recorded, processed and all control is provided during recording. They are the specialized environment where sound recording is provided without the contribution of the studio volume and acoustical conditions required to be realized without affecting the hi-fi quality. Sound recording studios can be designed as stand-alone structures or may establish in existing structures. For instance, they can be located in office buildings, shopping malls or in an apartment.

In sound recording studios, sound recordings must be carried out in an acoustic environment which is free of acoustic defects and adverse effects of volume and other factors. In order to create this acoustic environment, the first condition is the creation of diffuse sound fields where the background noise is within acceptable limits and the optimum reverberation time according to the type of music to be recorded.

In sound recording studios, the cross-sectional features of the partitions and the technical characteristics of the insulation elements used in these sections are important in reducing the transmission of noise between the environmental (traffic, industrial buildings, parks etc.) and interior (neighboring spaces, household

appliances etc.), air borne, as well as the noise between the control room and the performance volume in the studio.

In this thesis, in order not to exceed the acceptable background noise in sound recording studios, the issue of providing sufficient sound transmission loss of the vertical and horizontal partitions (walls and floors) has been discussed. In this direction, it is aimed to determine suitable wall and floor partitions and materials that can be used in these sections by using a simulation program.

Key Words: Sound recording studio, sound insulation, noise control, architectural acoustics, performance room, control room, acoustic simulation



1.1 Literatür Özeti

Müzik, tarih öncesi çağlardan beri insan hayatındadır ancak kayıt tarihi ortaya çıktığından beri insan toplumunun önemli bir parçası haline gelmiştir [1]. Edison'un 1877'de icat ettiği fonograf ile ses kayıt tarihinin de başladığı kabul edilir. Bu tarihten pratik ses kayıt cihazlarının kullanışlı hale geldiği 1947'lere kadar kayıtlar, tek kanallı olarak gerçek zamanda direkt kayıt aracına kaydedilerek yapılmıştır. Kaydın ve ondan sonra yapılan yeniden çalmanın asıl amacı orijinal performansı en doğru şekilde yeniden yaratan bir deneyim sunmaktır [4], [5], [6].

Ses kayıt stüdyoları, sesin değerlendirildiği, kaydedildiği ve işlendiği, tüm kayıt ortamının kontrolünün sağlandığı müzik prodüksiyonu yapılan mekanlardır. Günümüzde yaygın kullanılan 4 stüdyo tipi bulunmaktadır. Bunlar: profesyonel müzik stüdyoları, görsel için işitsel ses ortamları, proje stüdyoları ve taşınabilir stüdyolardır [4] [12].

Ses kayıt stüdyoları mimari olarak birincil ve ikincil hacimlerden oluşmaktadır. Performans odası, kontrol odası, izolasyon kabini gibi hacimler birincil hacimleri oluştururken makine odası, bekleme ve dinlenme odası, wc, mutfak gibi hacimler ise ikincil hacimleri oluşturmaktadır. Kontrol odaları, performans odasındaki vokal ses ve müzikal enstrümanlar ile ilgili kayıtlardan önce gerekli tüm ayarların yapıldığı, odanın kayda hazır hale getirildiği, kayıt sonrasında ise çeşitli efektlerin uygulanabildiği dinleme mekanlarıdır. Performans odası, müzisyen veya müzisyenlerin canlı olarak müzikal performanslarını gerçekleştirdikleri mekanlardır. Performans odasındaki müzisyen ile kontrol odasındaki ses teknisyeni arasında görsel iletişim kurulması önem arz etmektedir. Bu nedenle bu iki hacmi ayıran duvarlar üzerlerinde pencereler bulunan bileşik cidarlı duvarlardır [4], [13], [14], [15], [16].

Ses kayıt stüdyoları, kaydedilecek sesin türüne (enstrüman, konuşma vs.) göre yeterli yansım, yeterli yutuculuk, kabul edilebilir saçıcılık, akustik kusurlardan arınma (vurgusal yankı vs.), diğer mekanlarla arasında ses yalıtımı, kabul edilebilir düzeyde fon gürültüsü (sessizlik) gibi belirli akustik koşulları sağlamalıdır [4], [22], [23].

Kayıt sırasında ve sonrasında yapılacak dinlemeler sırasında performans ve kontrol odalarının olabildiğinde sessiz olmaları gerekmektedir. Bu nedenle yönetmeliklerde ve uluslararası standartlarda belirlenen fon gürültüsü değerlerinin aşılması oldukça önemlidir. Ülkemizde 2017 yılında resmî gazetede yayınlanan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması” hakkındaki yönetmelikte ses kayıt stüdyoları işleve bağlı gürültü hassasiyeti sınıflandırmasında “Gürültüye karşı çok hassas bina ve kullanım” sınıfında yer almaktadır. Bu nedenle bu çalışmada stüdyo için kabul edilebilir fon gürültüsü NR20 olarak kabul edilmiştir [4], [22], [26], [28].

Stüdyolar ve kontrol odaları oda içinde oda mantığında planlanmaktadır. Bu planlamaya göre stüdyo cidarları, mevcut yapının duvar, tavan ve döşemesinden tamamen koparılmaktadır. Bu nedenle yüzer döşeme, 2 veya 3 katmalı arasında hava boşluğu olan duvarlar ve asma tavan kullanılmaktadır. Kum veya elastomerik taşıyıcılar üzerinde kalacak şekilde planlanan yüzer döşemenin üzerine dış duvarlardan bağımsız 2 veya üç katmanlı duvarlar oturtulmaktadır. Asma tavan ise döşemeden bağımsız olarak bu duvarların üzerine oturtulabileceği gibi titreşim sönümleyici askılarla bir üst döşemeye de asılabilmektedir [4], [22], [24], [29].

1.2 Tezin Amacı

Çalışmada ses kayıt stüdyolarında kabul edilebilir fon gürültüsünün aşılması için düşey ve yatay bölücülerin (duvar ve döşemelerin) yeterli ses geçiş kaybını sağlaması konusu ele alınmıştır. Trafik gürültüsünden etkilenen yapı kabuğunun, bileşik cidar olma özelliği taşıyan kontrol odası ve performans hacmini ayıran bölücünün ve döşemenin hava doğuşlu gürültülere karşı frekansa göre yeterli ses geçiş kaybını sağlaması gerekmektedir. Bu çalışmada, trafik gürültüsünden etkilenen bir bölgede bir ses kayıt stüdyosu modeli oluşturulmuştur. Simülasyon

programı kullanılarak uygun kesitler oluşturulmuş ve bu kesitlerde kullanılabilecek malzemelerin özelliklerinin (cinsi, kalınlığı, yeri vs.) belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Ses kayıt stüdyoları kabul edilebilir fon gürültüsü düzeyinin çok düşük olması gereken performans hacmi, kontrol odası, izolasyon odası gibi hacimlerin bir arada çözümlendiği mimari oluşumlardır. Etkili yapı içi ve yapı dışı gürültü kaynaklarının olması durumunda eğer yapı kabuğu ve yapı içi bölmeler uygun kesit özellikleri ile yeterli ses yalıtım özelliklerini karşılıyorsa, hacimlerde kabul edilebilir fon gürültüsünün aşılmaması koşulu sağlanarak uygun akustik ortamlar oluşturulabilir.



2.1 Müzik Endüstrisi Nedir?

Müzik, kayıt tarihi ortaya çıktığından beri insan toplumunun hayati bir parçası olmuştur. Bilinen en eski müzik aleti, 1999 yılında karbon yaşına bakılan ve M.Ö. 7000 yılına tarihlenen 7 delikli bir Çin flütüdür. İsraililerin Mısır'dan kaçmasından kısa bir süre sonra, Eski Ahit'te Yuşa Peygamber'in, yedi rahibe şehri dolaşırken koç boynuzu şeklindeki trompetleri üfleterek, Eriha şehrinin duvarlarını yıktığı söylenir. Antik Yunan mitolojisinde telli lir çalan tanrı Apollo'nun, ilham perilerinin hakemliğinde, flüt çalan satir Marsyas'a karşı bir yarışma kazandığı söylenir [1].

Müzik yapımını ekonomi perspektifinden ilginç kılan özellik, sonunda pazar odaklı hale gelen, dikey olarak bağlantılı karmaşık birtakım girişimlere fırsat vermesidir. Tüketiciler müziği işitmekten ve icra etmekten memnuniyet duyuyorlar. Bireyler veya aileler müzik icra ettiklerinde genellikle hizmetlerini özel olarak veya okul aracılığıyla sunan özel öğretmenler tarafından eğitilmiş olmalıdır. İcra ettikleri çoğu müzik, eserleri müzik yayın firmaları aracılığıyla icracılara ulaşan diğer uzmanlar tarafından bestelenmiştir. Müzik yine başka bir uzmanlaşmış endüstri tarafından üretilen enstrümanlarda icra edilir. Eğer tüketiciler diğerlerinin icra ettiği müziği beğeniyorlarsa, bu performanslar tipik olarak patronlar, kiliseler veya konser yönetimi organizasyonları tarafından düzenlenirler ve bunlar profesyonel müzisyenleri düzenli olarak veya bir dizi geçici piyasa işleminde istihdam ederler. Daha yakın zamanlarda ise müzik elektronik kayıt ve/veya yayıncı kuruluşlar tarafından sağlanır [1].

Pek çoğumuz için müzik neredeyse günlük yaşamın sabit bir parçasıdır. Araba kullanırken, alışveriş yaparken, televizyon izlerken arka planda çalar. Ama müzik endüstrisi ile ilgili çok fazla şey bilmeyiz [2].

Müzik endüstrisi müziğin yaratımı, performansı, kaydı, tanıtımı ve karlılığının yönetilmesi ile ilgili tüm taraflar için genel bir tabirdir. Bu iş ortaklıkları ağını "müzik piyasası"na karşı olarak "müzik endüstrisi" olarak adlandırma ayrımı daha çok

herhangi bir teknik farktan ziyade son terimle ilişkili kusura dayanır. “Müzik piyasası” etiketi sık kullanıldığı zamanlarda, sanatçılar işlerinden çok fazla kar edenlerin sömürüsüne maruz kaldılar. Bugün ise müzisyenlerin, bestecilerin ve icracıların haklarını korumak için sayısız örgüt bulunmaktadır [2].

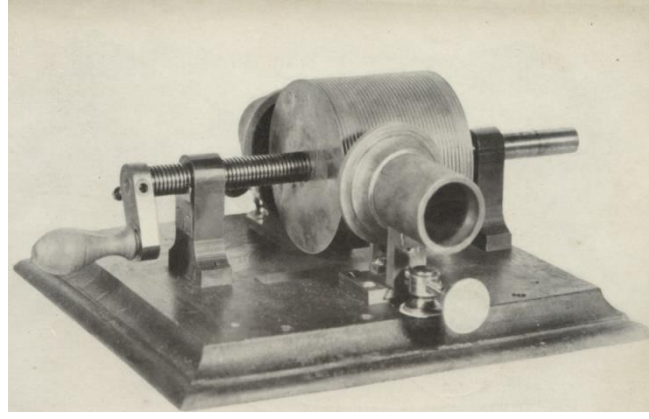
2.2 Müzik Endüstrisinde Görev Dağılımı

Yeni şarkıları ve müzikal parçaları yaratan söz yazarları ve besteciler; müziği icra eden şarkıcılar, müzisyenler, orkestra şefleri ve müzik grubu liderleri; kayıtlı müziği veya kağıda dökülmüş müzik eserlerini yaratan veya satan şirketler ve profesyoneller (müzik yayıncıları, müzik yapımcıları, kayıt stüdyoları, mühendisler, plak şirketleri vb.) ve canlı müzik performanslarını organize eden ve sunanlar (ses mühendisleri, rezervasyon şirketleri, müzik mekanları, organizatörler vb.) müzik endüstrisinde faaliyet gösteren pek çok kişi ve kuruluşun başında gelmektedirler [3].

Endüstri ayrıca müzisyenlere ve şarkıcılara kariyerlerinde yardımcı olanlar (yetenek ajansları, menajerler, avukatlar); ses veya video içeriklerini yayınlayanlar (uydular, internet radyo istasyonları, tv stüdyoları vb.); müzik gazetecileri, müzik eleştirmenleri; DJ’ler; müzik eğitimcileri, öğretmenler ve müzik enstrümanı üreticileri gibi bir dizi profesyoneli de kapsamaktadır [3].

2.3 Ses Kayıt Tarihi

Thomas Edison’un 1877’de icat ettiği fonograftan (Şekil 2.1) pratik ses kayıt cihazlarının kullanışlı hale geldiği 1947’lere kadar kayıtlar, tek kanallı olarak gerçek zamanda direkt kayıt aracına kaydedilerek yapılmıştır. Edison’un icadı orijinalinde alüminyum folyo sarılmış dönen bir silindir üzerine oluklar açan diyaframa bağlı bir iğne kullanır [4].



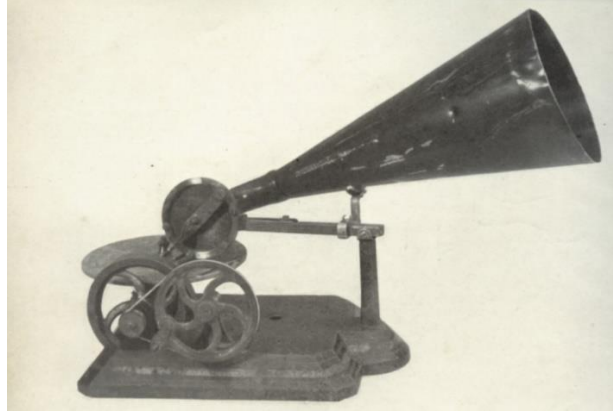
Şekil 2.1 Fonograf [5]

1886'da Volta laboratuvarından Alexander Graham Bell, Chichester Bell ve Charles Tainter ticari bir konuşma cihazı olan grafon (Şekil 2.2) için patent aldılar. Bu tasarım Edison'un fonografını baz alıyordu ancak orijinalinde kullanılan alüminyum silindirler yerini balmumu silindirlere bırakmıştı. Bu değişiklik ile makina daha kolay kullanılır hale geldi [6].



Şekil 2.2 Grafon [6]

1887'de Emil Berliner plak kaydını icat etti. Gramofon olarak bilinen bu icat direkt üretime olanak sağladı (Şekil 2.3). 1925 yılına kadar tüm kayıtlar yüzeyde çukurlar ve tümsekler açılması ile mekanik olarak yapılıyordu. 1929'da ilk stereo kayıt Bell Laboratuvarları'ndan Arthur Keller tarafından icat edildi. 1931'de ise Blumlein tarafından formüle edildi. Ancak ilk ticari stereo kayıtlar 1957 yılına kadar ortaya çıkmadı. [4]



Şekil 2.3 Gramofon [5]

İlk plak kayıtları önce diskin bir, sonra her iki yüzünde dakikada 78 dönüşlük (revolution per minute-rpm) hızla dönüyordu. Kayıt çalarlar tamamen mekanikti. Keskin bir iğne (pikap iğnesi) diyaframın merkezine bağlandı. Bu diyafram ise genişleyen boynuz megafon ile birleştirildi. Bir bobine sarılı çalıştırma kolu hareket gücü sağlıyordu. Hız mekanik bir regülatör ile kontrol ediliyordu. Konsol birimlerinde, boynuzun sonundaki hareketli kapılar seviyeyi kontrol ediyordu. İlk mühendisler hiç geçici depolama kapasitesine sahip olmadıklarından dolayı post-prodüksiyon için müziği manipüle edebilmek veya tekrar oynatmak mümkün değildi. Böylece post-prodüksiyon tesislerine gerek yoktu. Kayıtlar kopyalama ekipmanlarıyla birlikte müzisyenlerle aynı odada yapılıyordu. Kayıt seansı sırasındaki ses seviyesi büyük bir megafonun içine yerleştirilen bir top iplik ile kontrol ediliyordu. Bu sayede ses enerjisi pikapın diyaframına doğru toplanıyordu [4].

1907’de Lee de Forest tarafından odyon tüp, 1912’de Harold D. Arnold tarafından ses dalgası yükselticisi (odyo amplifikatör) ve 1917’de E.C. Wente tarafından kondansatörlü mikrofon icat edildi. Bu icatlar sayesinde de ses elektrik sinyallerine dönüştürülebildi ve ana disk üzerinde oluk açan çarkı yönlendirmek için kullanıldı. Bu disk basılıp kopyalanabilecekti [4].

Sinema filmlerinde kullanılan sesin pek çok mucidi vardır. Thomas Edison’un laboratuvarında çalışan W. K. L. Dickson ilk kayıt sistemlerinden birinin mucidiydi. 1895 yılının baharında icadı “Kinetofon” adıyla halka duyuruldu (Şekil 2.4). Kineteskopla birlikte Edison’un parafinli silindirin üzerine yapılan kayıttan

oluşuyordu. Fotoğraflardan oluşan dönen bir silindiri barındıran kutunun içi bir delikten gözlenebiliyordu. Ses ise izleyiciye iki kauçuk kulak tüpü kullanılarak iletiliyordu [4].



Şekil 2.4 Kinetofon [8]

1910'lardaki sessiz film döneminde orkestralar filme eşlik eden parçalar çalıyorlardı. Sonraları hoparlörler müzisyenleri kopyalamak için orkestra çukuruna yerleştirilmeye başlandı. Buna rağmen diyalog için ekranın arkasında daha sonra ekleniyordu. Bu sistemde ikisi arasındaki geçişleri elle makinistin yapması gerekiyordu. Birkaç uzunçalar (33.3 rpm) kaydından oluşan bir sistem olan vitafon, bir müzik kayıt biçimi olarak 1926'da tanıtıldı ama konuşma için değil film için. Diyaloglu ilk film 1927 yapımı Caz Şarkıcısı (The Jazz Singer) filmiydi. 1928 yılında ise Disney yapımı Buharlı Gemi Willie (Steamboat Willie) ortaya çıktı. Yapım müzik, konuşma, ses efektleri de dahil post prodüksiyonda yaratılan ilk film müziğini içeriyordu [4].

Walt Disney'in 1940 yapımı filmi Fantasia ise büyük bir teknik sıçramaydı. Kayıtlı bilginin dört kanalını kullandı. Bu üç ayrı ses kanalı ve bir ton kontrol kanalından oluşan değişken yoğunluklu optik sistem 35 mm film üzerine yazılıyordu. Sistem iki adet bağlanmış projektör kullanıyordu, biri film için diğeri ses için. Film arka plan olarak film müziğinin optik mono karışımını içeriyordu. Bu düzen bugün de kullanılmaya devam etmektedir. Film daha pek çok yeniliği de tanıttı. Bunlar, çok kanallı çevreleme (multichannel surround), pan-pot (panoramic potentiometer-

panaromik gerilimölçer), orkestra bölümlerinin üst üste kaydı, eşzamanlı çokyollu kayıt ve ekran arkasına yerleştirilmiş 3 yönlü hizalanmış hoparlörlerdir. Ses efektleri “Foley” yöntemi ile yürüyen yüzeyler ve elle manipüle edilmiş akıllı cihazlar kullanılarak üretildi. Bu yöntem adını Universal Stüdyoları’nda bir ses editörü olan Jack Foley’den almıştır. Diyalog ayrı olarak kaydediliyor ve otomatik diyalog değiştirme (ADR- Automatic Dialog Replacement) olarak adlandırılan işlem ile post prodüksiyon sırasında ekleniyordu. Film seslerinin üç bileşeni olan müzik, efektler ve diyaloglar büyük bir dublaj tiyatrosunda odanın ortasına yakın bir yerde bulunan karıştırma konsollarıyla birleştirildi [4].

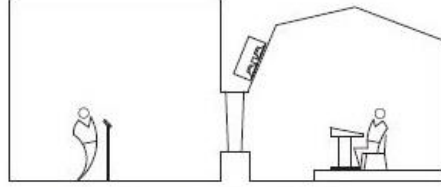
1940’larda Almanya’da manyetik teyplerin geliştirilmesiyle, kayıtlı sesler performanstan sonra yeniden oynatılabilir ve üzerinde oynanabilir hale geldi. Çok kanallı kayıt cihazları 1950’lerde ulaşılabilir hale geldi. Kaydedebilme ve silebilme yeteneği ile malzemeyi post prodüksiyon sırasında dinleme ihtiyacı arttı ve oda ses zincirinin bir parçası haline geldi. Bu da özellikle ses kaydına ve yeniden çalmaya adanmış stüdyoların geliştirilmesine yol açtı [4].

2.4 Kayıt Süreci

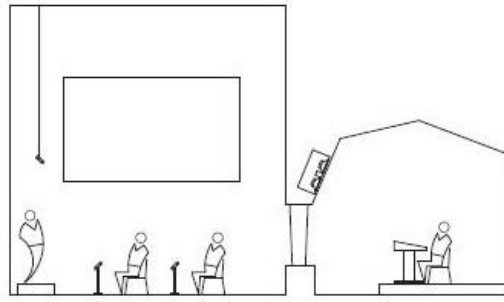
Kaydın ve onu takip eden yeniden çalmanın amacı orijinal performansı doğru bir şekilde yeniden yaratan bir deneyim sunmaktır. Çoğu kaydın amacı halen bu olsa da bazı performanslar biz dinleyiciler tarafından orijinal formlarında hiç duyulmamıştır ve sadece elektronik sinyaller olarak kalmıştır. Mimari çevre ile yegâne etkileşimleri bir dinleme odasında yeniden çalınmalarıdır. O bile bazen kulaklık kullanımı ile es geçilir. Çoğu ticari müzik kaydı bu amaçla tasarlanmış, sürece olumlu katkı sağlamak için özenle hazırlanan odalarda yapılır. Kayıt stüdyoları müzik tipine göre çeşitlilik gösterir (Şekil 2.5) [4].



Ev veya Proje Stüdyosu



Aynı Stüdyo ve Kontrol Odası



Performans Sahnesi ve Kontrol Odası

Şekil 2.5 Müzik tipine göre kayıt stüdyoları [4]

En basit durumda performans ve kayıt tek bir odada gerçekleşir. Elektronik klavye gibi bir enstrüman ses oluşturmak için kullanılır, kulaklıklar veya hoparlörler aracılığıyla dinlenir ve karıştırma konsoluyla bir depolama aygıtına kaydedilir. Bu örnekte kaydedilen ses asla bir mikrofondan geçmez ve odayla tek etkileşimi izleme sırasında olur [4].

Orta ölçekte, stüdyo müzisyenleri ayrı mikrofוןlar veya enstrümana monte edilmiş güç çeviriciler kullanılarak kaydedilen akustik veya elektronik enstrümanları çalabilirler. Bir müzik kaydı tüm müzisyenlerin aynı anda hazır bulunmasıyla yapılabilirdiği gibi müzisyenlerin ayrı stüdyolarda bazen ayrı kıtalarda ve haftalarca arayla kendi bölümlerini çalmalarıyla da yapılabilir. Müzisyenler birlikte çaldıklarında, davul gibi yüksek ses üreten enstrümanlar özel odalarda izole edilmelidir. Böylece sesleri diğer mikrofוןlara sızmamış olur. Vokalistler veya piyano gibi özel bir çevreye ihtiyaç duyan kaynaklar da ayrı alanlara yerleştirilebilir [4].

Büyük senfoni orkestraları her bölüm için ayrı, odanın merkezi için stereo bir çift ve odanın geneline yayılmış birkaç tane mikrofon kullanılarak büyük bir salonda veya sahnede kaydedilebilir. İcracı grupları gobo adı verilen portatif bariyerler kullanılarak birbirinden ayrılabilirler ancak bu genel orkestra dengesini etkiler. Pek çok birleştirici izolasyon bariyerlerine başvurmak yerine enstrüman yerleşimi ve mikrofon konumlarıyla orkestrayı dengelemeyi tercih eder [4].

2.5 Kayıt Formatları

Stereo formatı 1957'deki ticari tanıtımından beri kayıt endüstrisine hükmetmektedir. Yatay düzlemde 2 kulağa sahip olduğumuz için aynı düzlemdeki bir çift hoparlör kaynak belirlenmesi için kritik yanal ipuçlarını sağlayabilirler. Kayıt teknikleri hayali bir görüntünün bu iki hoparlörün arasında hatta dışında güvenilir bir şekilde üretilebileceği ölçüde gelişmiştir. Kaydın ve yeniden oynatmanın en iyi kombinasyonlarında, dinleyicinin enstrümanları orijinal yerlerinde duyabildiği hem derinlik hem de genişliği ile bir soundstage¹ yaratılır [4].

Geleneksel film seslerinde ekranın arkasına yerleştirilen sağ-orta-sol hoparlörler kullanılır. Diyalog merkeze yerleştirilir ve müzik sağ ve soldan dağıtılabilir. 1973'te SenSurround adı verilen düşük frekanslı bir efekt Universal Stüdyoları'nın filmi Earthquake için tanıtıldı. En eski versiyonlarında sinyal düşük frekanslı bir gürültü jeneratörü ile daha sonra da filmde bir kayıt ile üretiliyordu. Başta bu yüksek enerjili efektin tiyatrolara zarar vereceği düşünülüyordu. Çözüm ise filmi seyirci olmadan gerçek şov seviyelerinden 10 dB daha yüksek oynatmak ve neyin sarsıldığını görmektir. Eğer herhangi bir şey olmazsa tiyatro gösterim için onaylanıyordu [4].

Temalı eğlence alanları benzersiz çok kanallı gösteriler ile özel tiyatrolar içeriyordu. Tema parklarında, hareketler ses tonları ile kontrol edildiği için audio-animatronik (AA) olarak adlandırılan karakterler her bir figür için bireysel kaynak noktaları ile tasarlanıyordu. Hoparlörler sahne malzemeleri set parçalarına monte ediliyordu [4].

¹ Soundstage stereo hoparlör sisteminde sesin aslına uygun şekilde çoğaltılmasıyla yaratılan hayali bir üç boyutlu alandır. Başka bir deyişle, soundstage dinleyicinin belirli bir müzik parçasını dinlerken enstrümanların konumunu duymasını sağlar.

Son zamanlarda film endüstrisi düşük frekans etkili (LFE- Low Frequency Effect) sol, merkez, sağ, sol çevreleme ve sağ çevreleme müzik parçalarını kullanan 5.1 ses sistem standardını benimsemiştir. Bu tema parklarında kullanılan çok kanallı formatların basit bir versiyonudur ve bilgisayar kontrolü gerektirmeme avantajına sahiptir. Ses film veya dijital disk üzerine kaydedilir ve dıştan takılan bir işlemci tarafından oynatılır. Çeşitli rekabet sistemleri mevcuttur. Dijital projeksiyon cihazının ortaya çıkışıyla gelecekte hem ses hem video yazılımları kablo veya kablosuz iletim yoluyla direkt olarak tiyatrolara veya evlere gönderilecek. 5.1 veya diğer benzer çok kanallı surround sistemi muhtemelen ev kullanımı için standart hale gelecek. Ekran arkasında 5 hoparlör, ayrı yan ve arka surround, bir ayrı veya iki gömülü bas parçayı içeren çok sayıda diğer kombinasyonlar hizmette mevcuttur. Ancak bunlar geniş kabul görmemişlerdir [4].

2.6 Kayıt Esnasında Kullanılan Ekipmanlar

Müzik tutkusu genellikle icra edilerek dışa vurulur. Ama aynı zamanda kendi müziğini yaratarak, besteleyerek ve yaparak da dışa vurulabilir. Neyse ki günümüzde herkes kendi evinde bile rahatlıkla bir müzik stüdyosu kurabilir. Ancak bunun için bazı temel ekipmanlara ihtiyaç vardır. Bir müzik tutkunu için ister istekli ister profesyonel bir şarkıcı, tutkulu bir müzisyen, müzik yapımcısı veya söz yazarı olsun, stüdyo ekipmanı için her zaman tanımlayıcı bir unsur vardır- ve bu ses kalitesidir [9].

2.6.1 Dijital Ses İşleme İstasyonu (DAW)

DAW veya dijital ses işleme istasyonu, dijital sesi kaydetmek, düzenlemek ve birleştirmek için tasarlanmış bir sistemdir (Şekil 2.6). İki ana tipte dijital ses işleme istasyonu vardır: bağımsız ve yazılım tabanlı [10].



Şekil 2.6 Dijital ses işleme istasyonu [10]

Bağımsız DAW, ses geçişi ayar düğmesi (azaltıcı) ve bir ekran ile inşa edilmiş bir donanım birimidir. Genellikle donanım birimi içine eklenmiş küçük bir bilgisayarda çalışan çekirdek iç yazılıma sahiptir. Çoğu gömme bir CD sürücüsüne, 4 ila 16 eşzamanlı girişe ve toplam 16-48 şarkıyı kayıt ve birleştirme yetisine sahiptir. Bu birimler, basit kurulumlar, grup çalışması kayıt teçhizatları ve şarkı yazımı not defterleri için harikadırlar. Çünkü basit ve kullanımı kolaydır. Bu birimlerle ilgili problem ileri seviye özellikler için kullanılmasının zor olmasıdır. Şarkı sınırlamanıza hemen ulaşabilirsiniz ve bunlar geliştirilemezler [10].

İkinci tip dijital ses işleme istasyonu ise yazılım tabanlı olanlardır. Bunlar kişisel bilgisayarınızda çalışan bilgisayar programlarıdır. Müzik tabanlı genel yazılım programlarının 4 ana tipi vardır. Bunlar ilk olarak ayrı programlarda bulunmuşlardır ancak şimdi büyük yazılım DAW'larının çoğunda birlikte paketlenmişlerdir. Bunlar; dijital ses kaydedici, MIDI (Musical Instrument Digital Interface- Müzik Enstrümanları Dijital Arabirimi) sıralayıcı, sanal enstrüman ve müzik notasyonu editörüdür. Bir dijital ses kaydedici basit olarak ses kaydedebilen, düzenleyebilen ve dijital ses bilgisini birleştirebilen bir programdır. Bir MIDI sıralayıcı, MIDI bilgisini kaydedebilen, düzenleyebilen ve birleştirebilen bir programdır. Bir sanal enstrüman MIDI bilgisini alan ve bunu farklı seslere devredebilen bir programdır. Bir müzik notasyon programı ise kullanıcının sayfalara not yazmasına ve bir müzikal partiyonu basmasına olanak verir. Çoğu yazılım DAW'ı bu program tiplerinin tamamını yazılımlarının bünyesinde toplar.

Yazılım tabanlı DAW'ları mükemmel ve kullanışlı araçlar yapan tüm bu fonksiyonların kombinasyonudur [10].

2.6.2 Mikrofon

Mikrofonlar, akustik bir enstrümanın, sesin veya yükselticinin sesini yakalayan elemanlardır. Kayıtlarda kullanılan üç tip mikrofon vardır. Bunlar; dinamik, kurdele ve kondansatör mikrofonlardır. Bu tiplerin her biri sesi farklı bir şekilde yakalar. Bu sayede her birinin farklı sonik karakteri, cevap verme yeteneği ve ideal uygulaması vardır [10].

2.6.2.1 Dinamik Mikrofon

Dinamik mikrofonlara hareketli bobin de denilebilir. Diyafram bir mıknatısın merkezine asılan metal bir bobine tutturulur. Diyafram öne arkaya hareket ettikçe, bobin manyetik alanın içine ve dışına hareket eder, bobinin polaritesini değiştirir ve bobine bağlı kabloda alternatif akım yaratır. Bu mikrofonlar basit tasarımlarından dolayı çok dirençlidirler. Stüdyolarda davul ve elektrikli gitarlar için kullanıldıkları kadar oldukça yoğun bir şekilde canlı performanslarda kullanılırlar (Şekil 2.7) [10].



Şekil 2.7 Dinamik mikrofon [10]

2.6.2.2 Kurdele Mikrofon

Bir kurdele mikrofona aslında dinamik mikrofon da denilebilir. Çünkü sesi benzer şekilde harici güç kullanmadan yakalarlar. Diyaframa tutturulan bobin yerine, etki

eden eleman çok ince bir katlanmış alüminyum şerididir. Bu kurdele şerit bir kurdele gibi bozulmuş bir alandaki iki mıknatısın arasına yerleştirilmiştir. Öne arkaya hareket eder ve havadaki ses dalgalarına tepki olarak dans eder. Yine bu hareket kabloya aktarılan bir alternatif akım yaratır (Şekil 2.8) [10].



Şekil 2.8 Kurdele mikrofon [10]

Kurdele mikrofonlar ince alüminyum kurdele nedeniyle hareketli bobin mikrofonlarından daha hassastırlar. 20. yy'ın ilk yarısı boyunca oldukça yaygın olarak radyo yayınında kullanılmışlardır [10].

2.6.2.3 Kondansatör Mikrofon

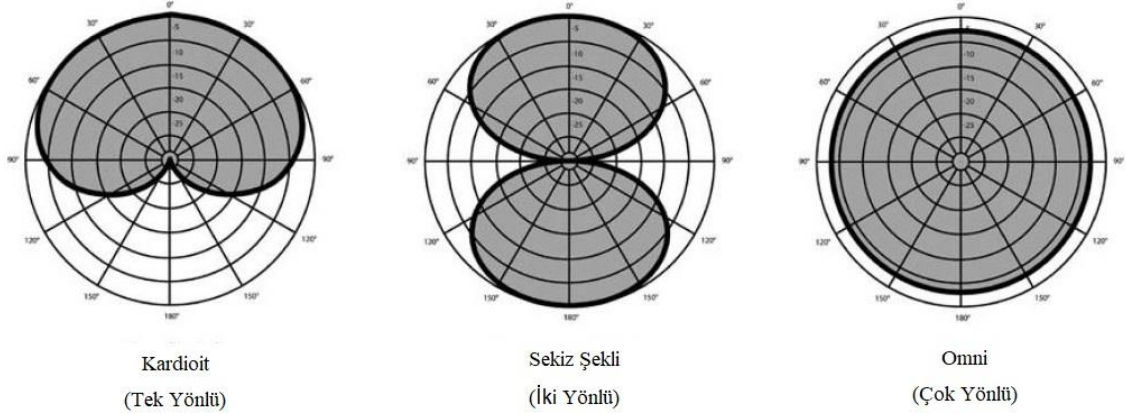
Bir kondansatör mikrofon, hareketli bir levha ve yüklü sabit levha ile ikisi arasında oluşan dirence dayanır. Bir kondansatör mikrofonun diyaframı metal bir levha gibi davranması için çok incedir ve metal (genellikle altın) püskürtülmüştür. Diyaframın arkasında aralarında küçük bir boşluk ile duran bir arka levha vardır. Her iki levha da elektrik akımı ile yüklüdür ve levha (diyafram) hareket ettikçe, levhalar arasında direnç oluşur ve direnç değişikliklerini yansıtan alternatif akım ortaya çıkar. Bu sürecin verimi çok düşük seviyededir. Bu nedenle kondansatör mikrofonlar ön amfinin hem düşük seviye sinyali yükseltmesi hem de levhaları yüklemesi için güce ihtiyaç duymaktadırlar. Bu güç harici güç kaynağı, hayali güç veya batarya ile sağlanabilir (Şekil 2.9) [10].



Şekil 2.9 Kondansatör mikrofon [10]

2.6.2.4 Mikrofon Kutup Desenleri

Kutup desenleri bir mikrofonun alıcı desenlerinin yönlülüğünü gösterir. Şekil 2.10'daki grafikler 0°'nin mikrofonun ön yüzünün yönünü temsil ettiği bir mikrofonun havadan görünüşüdür. Üç desen de sinyallerinin güçlü bir miktarını direkt ön taraftan alıyorlar. Sorun arkadan ve yanlardan ne kadar sinyal aldıklarıdır. Aralarındaki çeşitli desenlerin yanı sıra üç ana desen vardır. Bunlar; kardioit, sekiz şekli ve omnidir [10].



Şekil 2.10 Mikrofon kutup desenleri [10]

İlk desen kardioit en yaygın olanıdır. Bu desen bilgiyi mikrofonun önünden alır ve arka ve yanlardan gelen bilgiyi reddeder. Neredeyse tüm dinamik ve kondansatör mikrofonlar kardioit desene sahiptir. Bu desen bilginin faz dışında diyaframın arkasına ulaşmasına izin vererek yaratılır. Bu yönlülük istenmeyen sesleri

yakalamayı önlemeye, belirli kaynaklara odaklanmaya ve geri bildirimden kaçınmaya yardım eder [10].

İkinci desen sekiz şekli (iki yönlü), kardioit kadar yaygın değildir ancak yine de çok kullanışlıdır. Sekiz şekli çoğu kurdele mikrofonun doğasında olan desen şeklidir ve m/s stereo tekniği için bir anahtardır. Bu mikrofonlar bilgiyi mikrofonun önünden ve arkasından eşit olarak alırlar. Her yan diğerinin karşı fazını alır çünkü hava diğer yönden iter. Bu desen icracıların mikrofonun iki yanında durdukları düetlerde oldukça kullanışlıdır. Önden yakın sesin, arkadan ise daha çok oda akustiğinin alındığı durumlar için de iyidirler [10].

Üçüncü desen her yöne ve omni, daha çok kondansatör mikrofonlarda bulunur. Bilgiyi tüm yönlerden eşit olarak alır. Bu desen en iyi sese sahiptir ancak çalışması en güç olandır. Omni en iyi sesi verir çünkü her yönden eşit frekans dengesi alır. Diğer desenler tüm frekanslarda aynı görünmezler. Omni mikrofonlardaki sorun her şeyi yakalamalarıdır. Bu nedenle omni kullanabilmek için çok iyi akustiğe sahip bir alanınız olmalıdır [10].

2.6.3 Stüdyo Monitörü

Stüdyo monitörleri kayıt stüdyolarında kullanılmak üzere tasarlanan hoparlörlerin daha süslü isimleridir. Stüdyo monitörleri kritik bir dinleme ortamında bir sesi yeniden çalmak için tasarlanmışlardır. Sıradan hoparlörler sadece iyi ses vermesi için tasarlanırlarken, stüdyo monitörleri acımasızca dürüst olmak için tasarlanmışlardır. Düz frekans yanıtı ile detaylı ve doğrudurlar [10].

Stüdyo monitörleri günde 12-15 saat dinlenmek için yapılmıştır. Genellikle dinleyicinin kulaklarındaki yorgunluğu göz ardı etmek için tasarlanmışlardır. Bir sinyal zayıf bir şekilde büyütüldüğünde ve işlendiğinde harmoniklerde bozulmalar ve yapaylıklar yaratır. Hoparlörlerin sesi arttığında kulağımızı acıtan bu bozulmalar ve yapaylıklardır [10].

2.6.4 Kulaklık

Kulaklıklar pek çok açıdan stüdyo monitörlerine benzerler. Temiz, doğru ve güçlü olmaları gerekir. Ayrıca kayıt için kullanılmak üzere yapılmalıdır. Kulaklıkların

stüdyolarda 2 ana kullanımı vardır. Bunlardan ilki birleştirme sırasında ikincil kontrol için kullanımlarıdır. Diğer ise izleme sırasında bir dinleme cihazı olarak kullanımlarıdır. Her iki amaç için de kaliteli bir kulaklık gereklidir [10].

2.6.5 Kablo

Bütün ekipmanların bağlanmasında kullanılan kablolanın en önemli husus olduğu düşünülür. Hatırlanması gereken kilit nokta, sinyal kalitenizin ancak en zayıf bağlantınız kadar iyi olduğudur. Kablolar ile ilgili dikkate alınması gereken elementler, bağlantılardaki temas noktalarının malzemesi, kablonun malzemesi ve kablonu ne kadar iyi kaplandığıdır [10].

Konu bir elektrik akımının iletkenliği olduğunda kullanılan en yaygın metal bakırdır. Bir bağlantı elamanındaki bakır ile ilgili sorun ise paslanmasıdır. En uygun maliyetli bağlantı elemanları nikel veya nikel kaplı olanlardır. Paslanmazlar ancak iyi birer iletken değildirler. Altın veya altın kaplama bağlantı parçaları en iyi seçenektir. Çünkü altın paslanmaz ve iyi bir iletkenidir. Ancak sorun altının çok pahalı olmasıdır [10].

Kablo kalitesini etkileyen ikinci şey kablo damarının malzemesidir. Bağlantı parçalarında olduğu gibi bazı metaller elektrik iletkenliğinde diğerlerinden daha iyidir. Bakır en yaygın olandır çünkü en iyi elektrik iletkenidir, kolaylıkla bulunabilir ve oldukça uygun fiyatlıdır. Gümüş en iyi elektrik iletkenidir. Bazı yüksek kaliteli ses kablolarında kullanılır ama çok pahalıdır ve genellikle bu fiyat farkına değmez. Kaliteli bir ses için gümüş şart değildir. Profesyonel kayıtların büyük çoğunluğu bakır kablolama ile yapılır. Hem gümüş hem de bakır paslanan metallerdir ama kaplandıkları için neme ve havaya temas etmezler [10].

Kaplama, kablo kalitesinin üçüncü kilit noktasıdır. Eğer bir kablo iyi kaplanmamışsa radyo frekanslarından, güç kablolarından ve diğer ses kablolarından parazit alabilir. Birkaç kaplama tekniği vardır. Birisi topraklama telinin örgülü olması ve yalıtımlı çekirdek telin etrafını sarmasıdır. En yaygın olarak kullanılan teknik budur. Bir diğer teknik ise hem çekirdek hem de topraklama telinin etrafının folyo koruma ile sarılmasıdır. Alüminyum koruma daha verimlidir ve eğer bir arada çok fazla küçük kablonuz varsa sıklıkla kullanılır. Bir kablo çok kullanılırsa, alüminyum koruma

aşınabilir ve kullanışsız hale gelir. Örgülü koruma da çok kullanımda aşınabilir ancak alüminyumdan daha uzun zaman alır [10].

2.7 Kullanıcılar

Müzik gibi büyük bir endüstride, kayıt sürecinden ve canlı yapımlardan başlayarak gerekli tüm post prodüksiyonlara kadar uzmanlar arasında dağıtılması gereken çok çeşitli sorumluluklar olduğu açıktır. Ses kayıt stüdyolarındaki en temel görevler ise stüdyo müdürü, müzik yapımcısı, ses teknisyeni, enstrüman teknisyeni, dijital ses editörünü içerir [11].

Stüdyo müdürü, temelde, günlük iş faaliyetlerini bir kayıt stüdyosunda yürütmekte ve yönetmektedir. Stüdyo yöneticileri, müziğin teknik ve sanatsal yönleriyle ilgili ileri düzeyde bilgiye sahip gibi görünmeseler de stüdyoda ekipmanı çalıştırmak için kalifiye mühendisler işe almak, stüdyoyu kiralayacak veya kullanacak yapımcılar, grup yöneticileri ve sanatçılar ile iyi bir ilişki kurmak zorundadırlar [11].

Müzik yapımcısı, ister bir şarkı isterse albümün tamamı için, tüm yapım ve kayıt sürecini denetleyen ve yöneten kişidir. Projeler için müzikal fikirler toplamak, kaydedilecek parçaların seçimi, müzisyenleri işe almak, şarkılarını, sözlerini veya düzenlemelerini geliştirmek için sanatçılarla yakın çalışmak görevleri arasındadır [11].

Ses teknisyeni mükemmel ses kalitesini garantiye almaktan sorumlu kişidir. Ses, canlı ses, kayıt, vokal, mastering mühendisi olarak da bilinir. İstenen sesi belirlemek ve yaratmak için yapımcılar ve sanatçılarla birlikte çalışır. İşleri, ses kayıt cihazlarının kurulması, karıştırma tahtalarını kullanarak birden fazla ses kaynağından farklı seslerin düzenlenmesi ve karıştırılması, kayıt teçhizatı üzerinde temel onarımların yapılması, test etme ve diğer formatlarda kayıtların kopyalarını oluşturma ve yedek kopyaların saklanması gibi kaydın teknik yönleri üzerinde çalışmayı içerir [11].

Enstrüman teknisyeni veya enstrüman uzmanı, stüdyo kayıtları veya konser turları ve sahne şovları için kullanılan müzik aletlerinin ve diğer donanımların kullanımı, bakımı ve kurulumundan sorumlu olan kişidir. Normalde özel uzmanlıkları vardır,

bu yüzden gitar teknisyeni, bas teknisyeni, klavye teknisyeni, vurmali çalgı teknisyeni vb. olarak da adlandırılabilirler [11].

Dijital ses editörü, günümüz müzik endüstrisinde kullanılan dijital ses işleme programlarını kullanan kişilerdir. Bu iş temelde kesme, kopyalama, bölme, karıştırma, temizleme ve kayıt oturumu çıktısına efekt ekleme gibi dijital ses düzenlemelerini içerir [11].

2.8 Ses Kayıt Stüdyosu Tipleri

Pek çok stüdyo tipi için akustik esaslar aynı olsa da farklılıklar genellikle eldeki gerekli işlerin şekil, fonksiyon ve bütçesini takip eder. Bazı yaygın kullanılan stüdyo tipleri aşağıdaki gibidir:

- Profesyonel müzik stüdyoları,
- Görsel için işitsel prodüksiyon ortamları,
- Proje stüdyoları,
- Taşınabilir stüdyolar [12].

2.8.1 Profesyonel Ses Kayıt Stüdyoları

Profesyonel kayıt stüdyoları her şeyden önce ticari bir iştir. Bu nedenle tasarımı, dekorasyonu ve akustik yapı ihtiyaçları genellikle özel şahıslara ait proje stüdyolarından çok daha fazladır. Bazı durumlarda bir akustik tasarımcı ve deneyimli inşaat ekibi profesyonel tesisin kapsamlı inşa aşamasından sorumlu olurlar. Bazen de stüdyonun bütçesi böyle profesyonelleri görevlendirmeye yetmez ve stüdyo sahipleri ve çalışanları tüm tesisin tasarım ve inşasından sorumlu olurlar [12].

2.8.2 Görsel İçin İşitsel Prodüksiyon Ortamları

Görsel için işitsel prodüksiyon tesisleri, video, film ve oyun post prodüksiyonları için kullanılırlar. Bu post prodüksiyonlar film veya diğer medyalar için müzik kaydı, parçaların mixdownı (Çok kanallı bir kaydın bir, iki veya daha fazla kanala birleştirildiği işlem), otomatik diyalog yerleştirme (ADR-Automatic Dialog

Replacement, Görsel medyaya ekran içi – ekran dışı diyalog ekleme), ve Foley (ekran içi ve ekran dışı ses efektlerinin yaratımı ve yerleştirilmesi) bölümlerini içerir. Müzik stüdyolarında olduğu gibi görsel için işitsel prodüksiyon tesisleri de bir yayın ağı videosu veya uzun metraj film yapımlarının kayıt ihtiyaçlarını karşılayabilecek en son teknolojiye sahip tesislerden bir video ve dijital ses iş istasyonu ekipmanına sahip, basit, bütçe dostu bir tesise kadar çeşitlilik gösterebilir. Yine müzik stüdyolarında olduğu gibi eldeki bütçe ihtiyaçlarına uyabilmek için inşaat ve tasarım tekniklerinde sıklıkla geniş bir tarz ve kapsam yelpazesini kapsar [12].

2.8.3 Proje Stüdyoları

Ses üretim stüdyolarının büyük çoğunluğunun proje stüdyosu kategorisine girdiğini söylemeye gerek yoktur. Böyle bir tesisin temel açıklaması yorumlamaya açık olmalıdır. Genellikle müzik kaydı, görüntü için ses prodüksiyonu, multi medya prodüksiyonu, seslendirmeler vb. için kişisel prodüksiyon kaynağı olması amaçlanır. Proje stüdyoları doğası gereği tamamen ticari olanlardan hem kişisel hem özel olan daha küçük kurulumlara kadar çeşitlilik gösterebilir. Tüm bu muhtemel stüdyo tipleri sanatçıya kendi sanatını kişisel, 24 saat açık bir ortamda, uygun maliyetli ve etkin zamanda yapabilme esnekliğini verme fikriyle tasarlanmaktadır [12].

2.8.4 Taşınabilir Stüdyolar

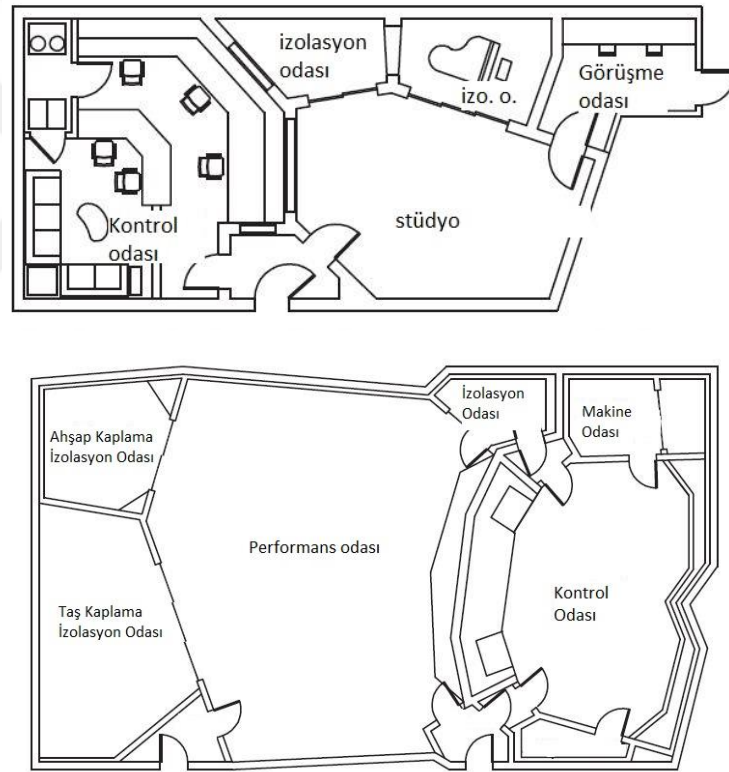
Bu dijital çağda, Mac, PC ve diğer donanım seçeneklerinin yolda kolayca alabileceğiniz taşınabilir konfigürasyonlarda bulunduğunu söylemeye gerek yoktur. Artan güçleri, taşınabilirlikleri ve doğalarında olan soğukkanlı faktör ile bu küçük, hafif güç santralleri sık sık büyük firmaların müzik prodüksiyon gücünü tüketebilir. Tabi ki taşınabilir bir kayıt sisteminin gerçek gücü ve esnekliği stüdyonun sınırlarından kaçmayı sağladığı özgürlükte yatar [12].

Taşınabilir kayıt sistemlerinin gücü, tam anlamıyla güçlü bir stüdyo haline geldikleri noktaya kadar artarken, boyutları ve maliyetleri azaldı. Yine, kendi kendine çalışan hoparlör monitörleri, düşük maliyetli mikrofonlar ve donanım DAW ara yüz /

denetleyici cihazlarının ortaya çıkmasıyla, bu önemsiz sistemler, cep kitabından hafifken muazzam miktarda üretim gücü sunar [12].

2.9 Ses Kayıt Stüdyolarının Mimari Özellikleri

Ses kayıt stüdyoları, temel gereklilikleri karşılaması durumunda ve gerek duyulan değişikliklerin ve dönüşümlerin yapılması kaydıyla mevcut bir yapının içinde tasarlanabileceği gibi, başlı başına bir yapı olarak da tasarlanabilirler. Bir stüdyoda bulunması gereken mekanları iki grupta toplayabiliriz: Kontrol odası, performans odası ve izolasyon kabini birincil hacimleri oluştururken; makine odası, bekleme ve dinlenme odası, mutfak, tuvalet gibi hacimler ise ikincil hacimleri oluşturur [13]. Şekil 2.11’de farklı stüdyolara ait planlar gösterilmiştir.



Şekil 2.11 Örnek Stüdyo Planları. Üstte: Hum Stüdyoları, Santa Monica, ABD. Altta: Paisly Sudio A, Chanhassan, MN [4].

2.9.1 Kontrol Odası

Kontrol odası terimi radyo yayını kökenlidir ve daha sonra müzik kayıt endüstrisi tarafından kabul edilmiştir. Disk kaydının ilk günlerinde kontrol odası bir kabinden büyük değildi ancak günümüzde çok daha büyük bir odadır. Hem asıl kayıt sürecinde kontrol amaçlı hem de sonrasında montaj/birleştirme amacıyla kullanılır [14].

Kontrol odasının referans bir dinleme ortamı olarak çalışması fikri 1966'lara dayanır. O zamanlar sekiz parçalı kayıt yaygındı ama sekiz parçanın tümünü iki kanallı stereo yayına çevirmek hala deney aşamasındaydı [14]. Yine 1966'da Britanya Yayın Kuruluşu (BBC-British Broadcasting Corporation) yayın amaçlı kontrol odaları için temel akustik gereklilikleri standartlaştırdı: "Dinleme odaları ve kontrol odaları özel evlerde karşılaşılan ortalama koşullardan çok farklı olmamalıdır." Bu nedenle BBC kontrol odaları 0,4 saniye ile 250 Hz arasında ve kademeli olarak 8 kHz'te 0.3 saniyeye azalacak şekilde tasarlanmışlardır [15].

Kontrol odasının fonksiyonu iki yönlüdür:

Bir yandan yeni bir kaydında yaratıcı aşamasında veya müzik prodüksiyonunda kontrol hoparlörüyle birlikte ses mühendisinin çabalarını açıklaması gereken bir araçtır. Bu süreç parçaları bir araya getirme, ses efektleri ekleme, karışımı dengeleme, enstrümanların ve vokallerin etrafına alan yaratmayı kapsar [16].

Diğer yandan kontrol odaları kaydın son halini kontrol ederken ortalama bir oturma odasının akustiğini taklit etmelidir. Çünkü müzik prodüksiyonlarının pek çoğu ister CD'de ister yayında olsun bir oturma odasının dinleme ortamını hedefler [16].

2.9.2 Kayıt/Performans Odası

Performans odası, ses kayıt stüdyolarında müzisyenlerin canlı olarak performanslarını gerçekleştirdikleri, kayıt aşaması için gerekli hazırlıkları yaptıkları hacimlerdir. Kaydedilecek performansın tipine göre (tek bir enstrümanın kaydı, bir orkestra kaydı vs.) boyutları değişiklik gösterebilir. Ancak her durumda optimum işitsel konforu sağlamak temel amaçtır. Performans odası kendi başına bir hacim olabileceği gibi etrafında izolasyon kabinlerinin yer aldığı daha büyük bir

hacim de olabilir. Performans odasındaki müzisyen ile kontrol odasındaki teknisyenin görsel teması iki bölümü ayıran duvardaki pencere ile sağlanmalıdır [13].

2.9.3 Makine Odası

Makine odası herhangi bir akustik niteliği olmayan bir çeşit izolasyon kabinidir. Kontrol odasının işitsel konfor koşullarını etkileyebilecek ve kabul edilebilir fon gürültüsü düzeyinin artmasına sebep olabilecek her türlü ekipman ve makinenin konulduğu bir odadır. Genellikle kontrol odasından erişilir. Bu nedenle ses yalıtımının iyi yapılmış olması gerekmektedir. Elektronik cihazlar, fanlar, enerji sağlayıcılar, bilgisayarların sabit diskleri bu odada bulunan ekipmanlara örnek gösterilebilir. Stüdyonun işlevine ve boyutuna göre makine odalarının boyutu da değişebilir [13].

2.9.4 Ses İzolasyon Odası (Vokal odası, Davul odası vs.)

İzolasyon kabini, ses izolasyon odası da denilen bireysel kayıtların yapıldığı performans stüdyosundan daha küçük hacimlere verilen addır. Çok kanallı kaydın yaygınlaşması sonucu farklı müzisyenlerin veya enstrümanların farklı kanallara aynı anda veya farklı zamanlarda kayıt yapabilmesinin bulunması ile gündeme gelmişlerdir. Performans odasıyla ve birbirleriyle gürültü denetimlerinin sağlanması gerekmektedir. Kontrol odası ile görsel temas yine pencereler ile sağlanmalıdır. Ayrıca davul gibi yüksek ses enerjisine sahip enstrümanlar veya insan sesinin kaydedilmesi için kullanılan özelleşmiş alanlardır. İşlevine göre isimlendirilebilirler: Davul kabini, vokal kabini, piyano kabini vs. Şekil 2.12’de performans hacmi içinde yer alan bir vokal kabini gösterilmiştir [13].



Şekil 2.12 Vokal Kabini [17]

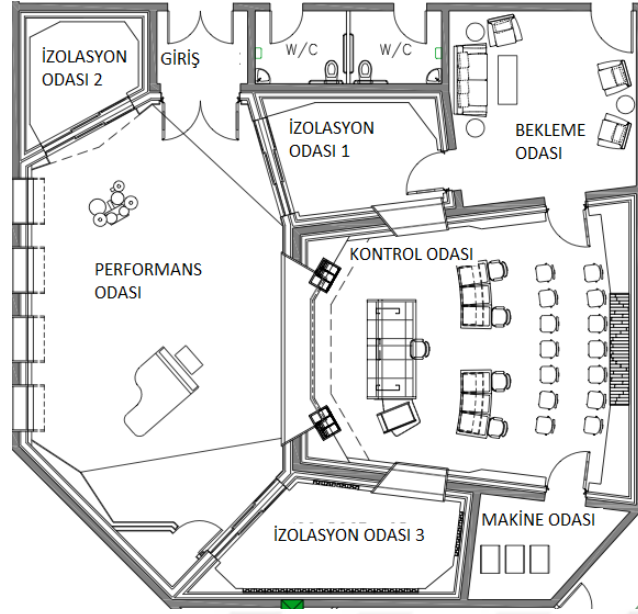
2.9.5 Bekleme Odası

Stüdyoyu kullanan sanatçıların kayıt öncesindeki hazırlık aşamasında, kayıtlar arasında veya kayıttan sonraki kurgu aşamasında beklemek için kullandıkları bir dinlenme odasıdır. Stüdyoda çalışan teknik ekip de bu odayı boş zamanlarında kullanır. Büyüklüğü stüdyodan stüdyoya göre değişiklik gösterir [13].

2.10 Dünyadan Ses Kayıt Stüdyosu Örnekleri

Ses kayıt stüdyoları kullanım amaçlarına göre çok çeşitli boyutlarda ve özelliklerde planlanabilirler. Bu bölümde de dünyadan çeşitli ses kayıt stüdyosu örneklerine yer verilmiş ve mimari planları üzerinden tasarımları incelenmiştir.

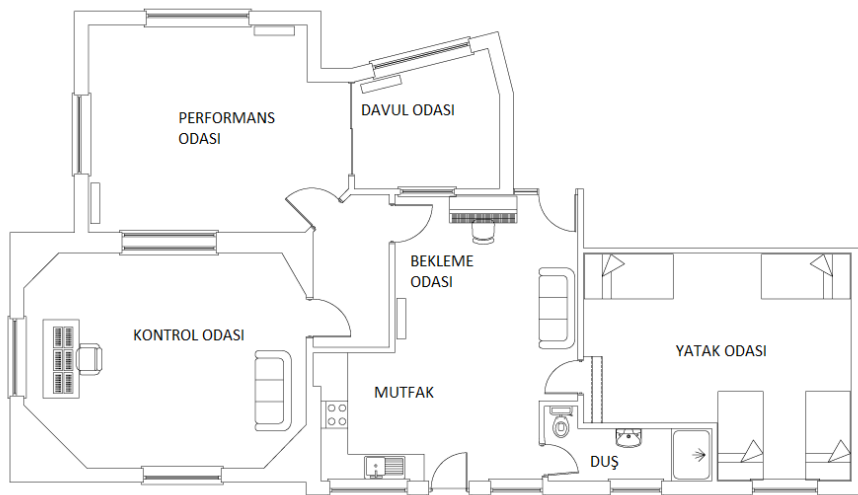
Afrika Müzik Enstitüsü'nün (AMI) Gabon Libreville'deki kampüsünde yer alan Garmmy Salonu içindeki ses kayıt stüdyosunun planı Şekil 2.13'te yer almaktadır.



Şekil 2.12 Afrika Müzik Enstitüsü Kayıt Stüdyosu [18]

Enstitüye içerisinde yer alan kayıt stüdyosunda kontrol odası, performans odası, 3 izolasyon odası, makine odası, bekleme odası ve tuvaletler yer almaktadır. İzolasyon odaları performans odası etrafında yer almaktadır ve her birinin kontrol odası ile görsel teması pencereler yardımıyla sağlanmaktadır. Makine odasına erişim kontrol odasından sağlanmaktadır.

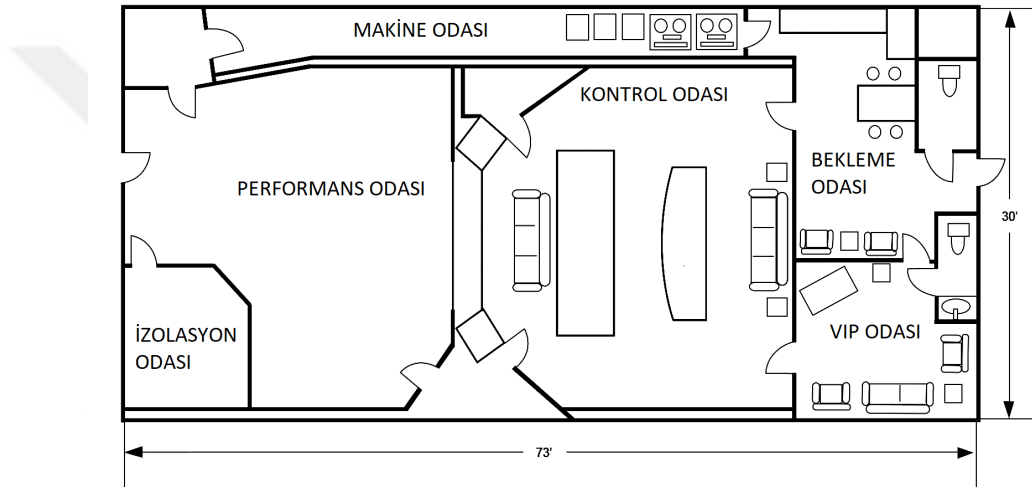
Far Heat Kayıt Stüdyoları Birleşik Krallık'ın Northamptonshire kentinde bulunmaktadır. Stüyoya ait plan Şekil 2.14'te gösterilmiştir.



Şekil 2.14 Far Heat Kayıt Stüdyosu [19]

Far Heat Kayıt Stüdyoları'nın benzerlerinden farklı olarak müşterilerine konaklama imkânı da sunan bir stüdyo olduğu görülmektedir. Stüdyo bünyesinde kontrol odası, performans odası, davul odası, yatak odası, mutfak, duş ve bekleme odası bulunmaktadır. İzolasyon odası performans odasının yanında yer almaktadır. Çift camlı kayar kapı ile performans odasından ayrılmaktadır.

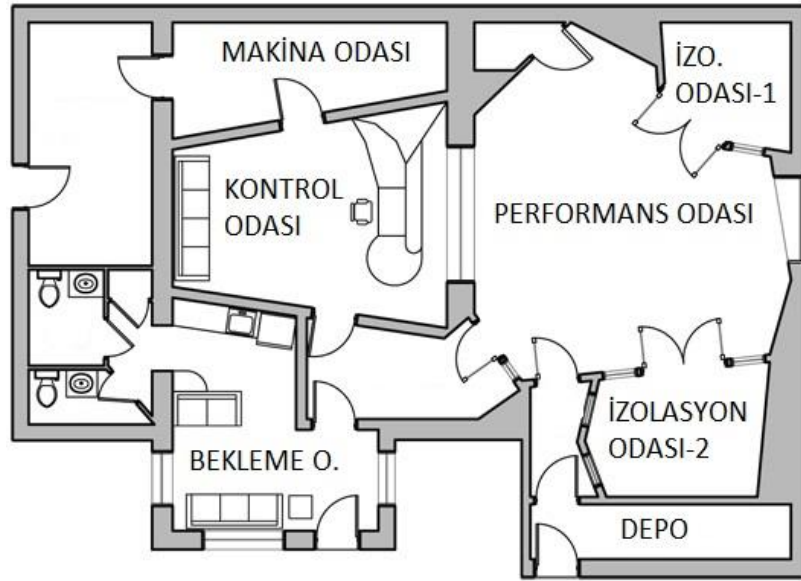
ABD'nin New York şehrinde yer alan Manhattan Center, etkinlerin düzenlendiği, sahne şovlarına ev sahipliği yapabilen aynı zamanda da bünyesinde ses kayıt stüdyosu barındıran bir komplekstir. İçerisinde bulunan The Cabin isimli ses kayıt stüdyosunun planı Şekil 2.15'te yer almaktadır.



Şekil 2.12 The Cabin [20]

Stüdyo kontrol odası, performans odası ve ona bağlı izolasyon odası, bekleme odası, VIP odası ve makine odasından oluşmaktadır. Makine odası kontrol odası ve performans odasına komşu konumdadır. Her iki odadan da erişilebilmektedir.

ABD'nin Pensilvanya eyaleti Saylorsburg ilçesinde yer alan Red Rock Stüdyolarına ait plan Şekil 2.16'da görülmektedir.



Şekil 2.12 Red Rock Kayıt Stüdyosu [21]

Red Rock Kayıt Stüdyosu'nda kontrol odası, performans odası, 2 adet izolasyon odası, depo, bekleme odası, mutfak, wc ve makine odası bulunmaktadır. İzolasyon odalarına performans odasından erişilmektedir. Ancak kontrol odası ile her iki odanın da görsel teması bulunmaktadır. Makine odasına erişim kontrol odasından sağlanmaktadır.

SES KAYIT STÜDYOLARINDA KABUL EDİLEBİLİR AKUSTİK KOŞULLAR

Kayıt stüdyoları müziğin çalındığı ve kaydedildiği bir veya birden fazla odadan oluşmaktadır. Müzisyenler aynı anda orada olabilirler veya birbirlerini hiç görmeyebilirler. Kayıtlı müziği bir yerden başka bir yere elektronik olarak gönderebilme yeteneği sayesinde, müzisyenler birbirlerinden kıtalarca uzaklıktaki odalarda, günler veya haftalar süren aralarla performanslarını sergileyebilmektedirler [4].

İyi bir stüdyo aşağıdaki akustik faktörleri içermektedir:

- Sessizlik- NC10 ve 15 arasında,
- Diğer alanlardan gürültü yalıtımı,
- Akustik kusurlardan arınma,
- Yeterli yutuculuk,
- Kabul edilebilir saçıcılık,
- Tekil enstrümanları kaydetmek için izole alanlar,
- Kontrol odası ve stüdyo arasında görsel iletişim,
- Bas yansımasının ve tipik yığılmanın kontrolü [4].

3.1 Yansıma Süresi

Günümüzde kontrol odalarının akustik tepkisi stüdyolarla aynı öneme sahiptir. Altında yatan psikoakustiği anlamadaki son gelişmeler ve kontrol odasının kayıt alanı olarak kullanılması (örneğin sentezleyiciler için) müzisyen, yapımcı ve kayıt mühendisinin arasında daha iyi bir bağlantı kurulmasını sağlıyor [22].

Orkestra veya klasik müzik kayıtlarında kullanılan stüdyolar göreceli olarak daha canlı ve büyük olmalıdır. Yansıma süresi ise büyüklüğüne ve işlevine bağlı olarak

1,2 ile 2 saniye arasındadır. Pop müzik kayıtlarında kullanılan stüdyolar ise bundan daha sönük olma eğilimindedir. Yansıma süreleri 0.4 ile 0,7 saniye arasında değişmektedir. Yayın stüdyolarının tipik yansıma süreleri Tablo 3.1’de verilmiştir [22].

Tablo 3.1 Yayın stüdyolarındaki tipik yansıma süreleri [22]

Radyo Konuşması	0.25 sn (60 m ³)
Radyo Tiyatrosu	0.4 sn (400 m ³)
Radyo Müziği	0.9 sn (600 m ³)
-Küçük	2.0 sn (10000 m ³)
-Büyük	
Televizyon	0.7 sn (7000 m ³)
Kontrol Odası	0.25 sn

Yansıma süresi bir odanın veya stüdyonun yutuculuğunun etkili bir ölçütüdür. Yansıma süresinin önemi ise toplam değerinden çok frekansa göre değişim biçiminde yatmaktadır [22].

3.2 Yutuculuk- Saçıcılık

Ses yalıtımı yalnızca kütle ile veya kütle ve bölücüleri ayırma ile yapılabilmektedir. Pek çok kişinin düşündüğünün aksine, ses yutucu gereçler ses yalıtıcı gereçler değildir [22].

Özel modüler yutucular, ticari yayın / radyo stüdyolarında sıklıkla kullanılır. Bunlar tipik olarak, içine delikli bir mineral yünü tabakasıyla birlikte özel bir delikli tahta ile sabitlenmiş oyukların metal veya karton bölücüler tarafından oluşturulduğu çeşitli derinliklerde 600 mm kare kutulardan oluşmaktadır [22].

Deliklerin yüzdesi, delik çapı, mineral yünün kalınlığı / yoğunluğu ve oyukların derinliği değiştirilerek, yutuculuk özellikleri ayarlanabilir ve geniş bantlı orta ve

yüksek frekanslı birimlerden seçilebilecek özel olarak ayarlanmış düşük frekanslı modüllere değişen bir dizi yutucu oluşturulabilir [22].

Ses yutucular etkili bir şekilde 4 kategoriye ayrılmaktadır:

- yüksek ve orta frekanslı dağıtıcı gözenekli yutucular,
- düşük frekanslı panel veya membran yutucular,
- Helmholtz frekanslı rezonatör/yutucular,
- kuadratic kalıntı/faz müdahale yutucuları/saçıcıları [22].

Saçıcılığın stüdyo ve kontrol odalarında ses kalitesine katkıda bulunma derecesi bir tartışma konusudur. Stereo mikrofonların bir orkestranın genel sesini yakalamak amaçlı konumlandırıldığı performans sahnelerinde, orkestra karışımını güçlendirdiği için saçıcılık önemlidir. Enstrümanları izole etmek için ayrı mikrofonlar kullanıldığından saçıcılık daha az kritiktir. Vurgusal yankıları kırmak için faydalıdır [4].

Kontrol odalarında yan ve arka duvarlarda kullanılan saçıcılar çevrenmişlik hissine ve stereo görüntünün genişletilmesine katkıda bulunmaktadır [4].

Günümüzde yeterli saçıcılık miktarının yutuculuktaki gibi basit bir şekilde ölçülmesine yönelik kabul edilmiş bir yöntem yoktur. Bazı araştırmacılar yüksek saçıcılıkta bir arka duvar ile monitörlerin etrafının tamamen yutucu olduğu ön duvarların olduğu tasarımları savunurken, bazıları tamamen saçıcı bir arka duvarın kafa karıştırıcı yansıma sisi oluşturduğunu savunur ve orta kısmında yutucu bir bölümün olduğu saçıcı bir arka duvarın tercih edilmesi gerektiğini savunmaktadır. Özellikle ön cephedekiler kadar büyük ve güçlü surround hoparlörlerin çıkışı, yutucu ve saçıcı elemanlar eşit olarak dağıtıldığı odaların tasarlanması gerektiği anlamına gelmektedir [4]

İki tip akustik saçıcı vardır: QRD (Quadratic Residue Diffuser) ve Skyline [23].

QRD akustik saçıcılar, ses dalgalarının saçıcılığını eşit bir düzende tahmin edilebilecek şekilde kontrol etmek için hesaplanan derinlik ve genişlikteki oyuk veya kanalları kullanmaktadır [23]. Şekil 3.1’de QRD saçıcı panellerin kontrol odalarındaki kullanımına ait bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 3.1 QRD akustik saçıcılar [24]

Skyline akustik saçıcılar, ses dalgalarını eşit şekilde saçmak için ayarlanmış bir düzende düzenlenmiş ve kare kesilmiş bloklar şeklinde kullanılmaktadır. Blokların deseni bir şehrin ufuk çizgisindeki silüetini andırdığı için bu adı almıştır [23].

Şekil 3.2’de skyline tipi akustik saçıcılara ait tipik bir panel örneği gösterilmiştir.

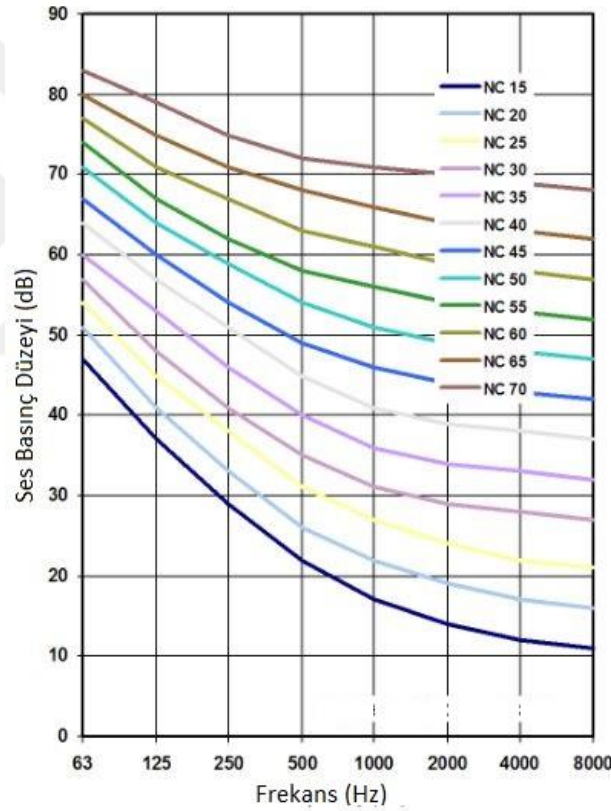


Şekil 3.2 Skyline akustik saçıcılar [25]

3.3 Kabul Edilebilir Gürültü Düzeyleri ile İlgili Ölçütler

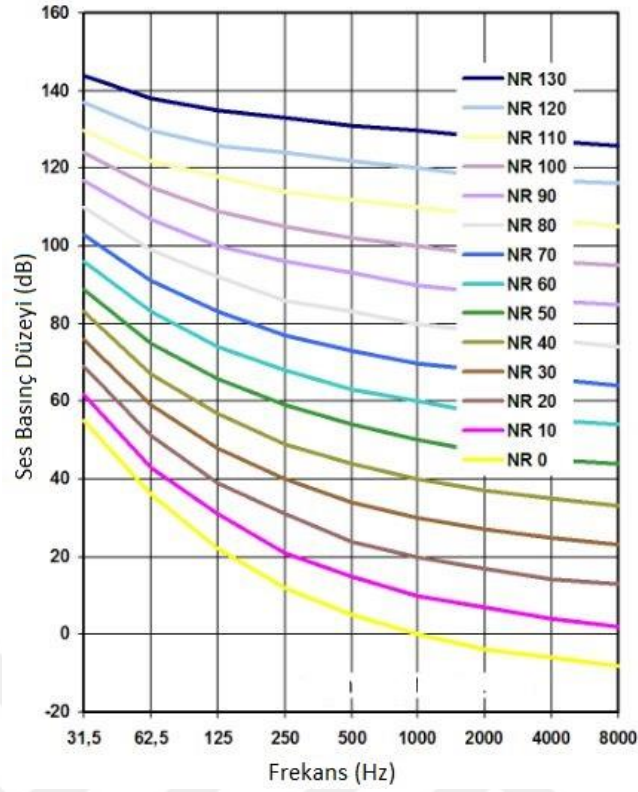
Hi-fi ortamın artan dinamik aralığı, stüdyolarda ve kontrol odalarında kabul edilebilir arka plan gürültüsü düzeyinde azalmalara sebep olmuştur. Toplam A-ağırlıklı gürültü düzeyi (25 dBA gibi) genellikle arka plandaki aşılması gereken sınır değeri tanımlamak için kullanılmaktadır. Bunun yerine gürültünün frekans spektrumu içeriğini hesaba katan bir dizi eğri kullanılmaktadır. Eğriler bir oktav veya 1/3 oktav üzerine kuruludur. Ayrıca kulağın duşun frekanslı seslere olan hassasiyetini de dikkate almaktadır. En sık kullanılan eğriler NC (Noise Criterion) ve NR (Noise Rating) eğrileridir [22].

63-8000 Hz frekans tayfına göre NC eğrileri grafiğı Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 NC eğrileri [26]

Şekil 3.4’te yine 63-8000 Hz frekans tayfında NR eğrilerini içeren grafik gösterilmiştir.



Şekil 3.4 NR eğrileri [27]

NC (Noise Criteria-Gürültü Kriterleri) eğrileri ilk olarak ABD'de havalandırma ekipmanları gibi iç mekân gürültülerini değerlendirmek için kurulmuştur. Avrupa'da ise NC eğrilerine alternatif olarak NR eğrileri kullanılmaktadır [26].

Yöntem, ses basıncı seviyelerinin ölçülmesine ve frekansları 63 ila 8000 Hz arasında değişen bir dizi ses basıncı ölçüt eğrisine dayanmaktadır. Bu eğriler gerçek hacimlerdeki kullanıcıların kabulünü karşılamak için aşılmaması gereken oktav bant tayfının sınırlarını tanımlamaktadır [26].

NC derecelendirmesi, ölçülen ses basıncının her bir oktav bandında çizilmesiyle belirlenmektedir. Gürültü tayfı, tayf tarafından aşılmayan en düşük NC eğrisi ile aynı bir NC derecesine sahip olmak olarak belirtilmektedir [26].

Tablo 3.2'de mekân tiplerine göre o mekânlarda aşılmaması gereken NC eğrileri ve eşdeğer ses düzeyleri (dBA) gösterilmiştir. Bu tabloya göre ses kayıt stüdyolarında NC 15-20 eğrileri ile 25-30 dBA'lık eşdeğer ses düzeyleri kabul edilebilir fon gürültüsü düzeyleridir.

Tablo 3.2 Mekân tiplerine göre aşılmaması gereken NC düzeyi ve eşdeğer ses düzeyleri [26]

Oda / Mekân Tipi	Tavsiye Edilen NC Düzeyi – NC Eğrisi	Eşdeğer Ses Düzeyi dBA
Meskenler		
Apartmanlar	25-35	35-45
Fabrikalar	40-65	50-75
Kiliseler, Sinagoglar, Camiler	30-35	40-45
Evler (Banliyö)	20-30	30-38
Evler (Şehir)	25-30	34-42
Ofisler		
Konferans odaları	25-30	35-40
Özel ofisler	30-35	40-45
Açık planlı alanlar	35-40	45-50
Hastaneler		
Özel odalar	25-30	35-40
Ameliyathaneler	25-30	35-40
Koğuşlar	30-35	40-45
Laboratuvarlar	35-40	45-50
Okullar		
Derslikler	25-30	35-40
Açık planlı sınıflar	35-40	45-50
Kütüphaneler	35-40	40-50

Restoranlar	40-45	50-55
TV yayın stüdyoları	15-25	25-35
Kayıt Stüdyoları	15-20	25-30
Konser Salonları	15-20	25-30

NR (Noise Rating- Gürültü Derecelendirmesi) ISO (International Organization for Standardization- Uluslararası Standart Organizasyonu) tarafından konuşma iletişimi, rahatsızlık ve işitme koruması için kabul edilebilir iç mekân ortamını belirlemek adına geliştirilmiştir [27].

Farklı ses basınç seviyeleri için gürültü derecelendirme grafikleri, farklı frekanslardaki kabul edilebilir ses basınç seviyelerinde çizilmektedir. Kabul edilebilir ses basıncı düzeyi odaya ve kullanım alanına göre değişmektedir. Her kullanım türü için farklı eğriler elde edilmektedir. Her eğri bir NR numarası ile elde edilir [27]. Tablo 3.3'te mekân tipine göre aşılmaması gereken NR eğrisi değerleri verilmiştir. Bu tabloya göre kayıt stüdyolarında kabul edilebilir fon gürültüsü düzeyi NR 25 eğrisidir.

Tablo 3.3 Mekân tipine göre aşılmaması gereken NR düzeyleri [27]

Maksimum NR Düzeyi	Uygulama
NR20- NR 25	Konser salonları, yayın ve kayıt stüdyoları, kiliseler
NR 30	Hastaneler, tiyatrolar, sinemalar, konferans salonları
NR 35	Kütüphaneler, müzeler, adliyeler, okullar, oteller
NR 40	Koridorlar, vestiyerler, restoranlar, gece kulüpleri, ofisler, mağazalar
NR 45	Süper marketler, kantinler, genel ofisler
NR 50	İş makineli ofisler

NR 60	Hafif mühendislik işleri
NR 70	Dökümhaneler, ağır mühendislik işleri

Stüdyolardaki arka plan gürültüsünün seviyesi bir sürü farklı kaynak ve bileşenden oluşmaktadır. Kontrol amaçlı olarak bunlar dört temel kategoride toplanabilirler:

- Çevresel hava doğuşlu gürültü,
- Çevresel katı doğuşlu gürültü,
- Yapı içi hava doğuşlu gürültü,
- Yapı içi katı doğuşlu gürültü.

Her gürültü kaynağı çevrelemesi veya kontrolü açısından biraz farklı bir yaklaşım gerektirir. Modern stüdyolarda düşük ses seviyesine ulaşmak karmaşık ve genellikle pahalı bir problemdir. Ancak herhangi bir kısa yol veya gürültü kontrol önlemlerinin kısa devreleri, düşük gürültü önlemlerinin bütünlüğünü yok edecek ve stüdyo içinde gürültüye izin verecektir [22].

3.4 Yönetmelik

2017 yılında resmî gazetede yayınlanan “Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BGKKHY)” ve ekleri bu tez kapsamında incelenmiş ve ses kayıt stüdyolarını kapsayan sınırlılıklar değerlendirilmiştir. Yönetmeliğin amacı her türlü yapıda, yapının kullanımı sırasında insanların maruz kalacağı, yapı dışından ya da yapı içinden kaynaklanan gürültülerin, kişilerin huzuruna, beden ve ruh sağlığına olumsuz etkilerini en aza indirecek, iyi işitme ve algılama koşullarını sağlamak amacıyla, tasarım, uygulama, bakım ve işletim açısından uyulması gereken kuralların belirlenmesidir. Konu ile ilgili terimlerin açıklamalarına yer verilmiştir. Ayrıca yönetmeliğin eklerinde çeşitli tablolar yardımıyla yapıların akustik sınıflandırılması, gürültü hassasiyetinin belirlenmesi, uygulanacak ses yalıtım değerleri vs. gibi konulara açıklık getirilmiştir [28].

Tablo 3.4’te yönetmeliğin eklerinden EK-2’nin kültürel tesisler ile ilgili bilgileri içeren bölümü gösterilmiştir. Bu ekin konusu gürültüye karşı hassasiyetin ve gürültünün derecesinin belirlenmesidir. Bu tabloya göre Müzik ve TV stüdyolarının,

bina ölçeğinde kültürel tesisler kategorisinde yer alıp orta düzeyli gürültü ürettikleri ve gürültü hassasiyeti bakımından “Gürültüye karşı çok hassas bina ve kullanım” durumunda olduğu belirtilmiştir. Mekân ölçeğinde ise yüksek düzeyli gürültü ürettikleri ve yine “Gürültüye karşı çok hassas bina ve kullanım” sınıfında oldukları görülmektedir [28].

Tablo 3.4 BGKKHY, EK-2.1 “Gürültüye karşı hassasiyetin ve gürültünün derecesinin belirlenmesi” [28]

BİNA ÖLÇEĞİNDE			MEKÂN ÖLÇEĞİNDE		
BİNA İŞLEVİ	KAYNAK OLMASI DURUMU	ALICI OLMASI DURUMU	MEKÂN	KAYNAK OLMASI DURUMU	ALICI OLMASI DURUMU
	Gürültülülük Derecesi	Hassasiyet Derecesi		Gürültülülük Derecesi	Hassasiyet Derecesi
Kültürel Tesisler	OG	I	Tiyatro- Konferans Salonları- Oditoryum	YG	I
			Sinema Salonları	YG	I
			Konser Salonları	YG	I
			Müzeler	OG	II
			Kütüphaneler	DG	I
			Müzik- TV Stüdyoları	YG	I
			Sirkülasyon Alanları	OG	III
			Teknik Merkezler	YG	III

Tablo 3.5’te ise EK-2.2 gösterilmiştir. Bu tabloda mekanların akustik performans sınıflandırmasının öznel değerlendirmesi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ses kayıt stüdyosunda kaynağın müzikal ses olduğunu varsayarsak, normal sesli müzik üretiminin normal koşullarda kontrol odasında duyulmaması gerekmektedir. Buna

göre ses kayıt stüdyolarının akustik performans sınıfının “A” veya “B” olabileceği görülmektedir [28].

Tablo 3.5 BGKKHY, EK-2.2 “Mekânların akustik performans sınıflandırmasının dayandığı öznel değerlendirmeler” [28]

GÜRÜLTÜ KAYNAĞI			AKUSTİK PERFORMANS SINIFLANDIRMASI					
			Yüksek		Orta		Düşük	
			A	B	C	D	E	F
KAYNAĞIN GÜRÜLTÜ DÜZEYİ	KONUŞMA SESİ	Çok yüksek ses	Güçlkle işitiliyor ama anlaşılmıy or	İşitiliyor ama güçlkle anlaşılıyor	Hafifçe anlaşılıyor	Anlaşılıy or	Rahatça anlaşılıyor	
		Yüksek sesle konuşma	Güçlkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor ama hiç anlaşılmıy or	İşitiliyor ama güçlkle anlaşılıyor	Hafifçe anlaşılıy or	Anlaşılıy or	Rahatç anlaşılıy or
		Normal Konuşma	İşitilmiyor	Güçlkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor ama hiç anlaşılmıy or	Güçlkle anlaşılıy or	Hafifçe anlaşılıy or	Anlaşıl ıyor
	MÜZİKAL SES	Çok yüksek müzik, parti	Hafifçe işitiliyor	İşitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahatça işitiliyor		
		Yüksek müzik	İşitilmiyor	Hafifçe işitiliyor	İşitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliyor	
		Normal müzik	İşitilmiyor		Hafifçe işitiliyor	İşitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahat

								İşitiliy or
	DARBE SESİ	Adım Sesi	İşitilmiyor	Güçlkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor	İşitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliy or
		Çocuk oynaması	Güçlkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor	İşitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahatça işitiliyor	
		Eşyaların sürüklen mesi, yere düşürülm esi	İşitilmiyor	Güçlkle işitiliyor	Hafifçe işitiliyor	İşitiliyor	Rahatça işitiliyor	Çok rahat işitiliy or

Tablo 3.6’de yönetmeliğin eklerinden EK-3.2 gösterilmiştir. Bu ekte kaynak ve alıcı odası özelliklerine göre sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri gösterilmiştir. Tablodaki değerler $D_{nT,A}$ ‘dır ($D_{nT,A}=D_{nT,w}+C$). Kaynak odası performans odası olarak kabul edilirse burada orta seviye gürültü üretilmektedir. Alıcı odası kontrol odası olduğu için buranın gürültüye karşı hassasiyet derecesi “II” olarak kabul edilebilir. Akustik performans sınıfı da B seçildiğinde sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değeri $D_{nT,A}=55$ dB olmalıdır [28].

Tablo 3.6 BGKKHY, EK-3.2 “Kaynak ve alıcı odası özelliklerine göre sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri” [28]

KAYNAK ODASI GÜRÜLTÜLÜLÜK DERECESİ	ALICI ODASI HASSASİYET	AKUSTİK PERFORMANS SINIFLANDIRMASI					
		Yüksek		Orta		Düşük	
		A	B	C	D	E	F
Yüksek Seviye Gürültü (YG) $L_{AF\ max}> 75$ dB	I	68	64	58	54	50	46
	II	65	61	55	51	47	43
	III	62	58	52	48	44	40

Orta Seviye Gürültü (OG) $75 > L_{AF \max} > 55 \text{ dB}$	I	62	58	52	48	44	40
	II	59	55	49	45	41	37
	III	56	52	46	42	38	34
Düşük Seviye Gürültü (DG) $L_{AF \max} < 55 \text{ dB}$	I	56	52	46	42	38	34
	II	53	49	43	39	35	31
	III	50	49	40	36	32	28

Tablo 3.7’de yönetmeliğin eklerinden EK-4 gösterilmiştir. Bu ekte binalarda izin verilen iç gürültü düzeylerine değinilmiştir. Tabloda verilen değerler L_{Aeq} (A ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi) değerleridir. Bu iç gürültü düzeyleri akustik performans sınıfına göre belirlenmiştir. Örneğin müzik ve TV stüdyoları için, 24 saati kapsayan ve A akustik performans sınıfında istenen iç gürültü düzeyi $L_{Aeq}=21 \text{ dB}$ ’dir. C sınıfında ise bu değer $L_{Aeq}=29 \text{ dB}$ ’dir [28].

Tablo 3.7 BGKKHY, EK-4 “Binalarda izin verilen iç gürültü düzeyleri” [24]

BİNA İŞLEVİ	MEKÂN	ZAMAN DİLİMİ Gece: 23.00-07.00 Akşam: 19.00-23.00 Gündüz: 07.00-19.00	AKUSTİK PERFORMANS SINIFLANDIRMASI					
			Yüksek		Orta		Düşük	
			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	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	24 Saat	41	45	49	53	57	61

DÜŞEY VE YATAY BÖLÜCÜLERDE GÜRÜLTÜ DENETİMİ

En iyi gürültü yalıtımı için stüdyolar ve kontrol odaları, oda içinde oda mantığında inşa edilmektedir. Bu planlama yüzer döşeme, arasında hava boşluğu bulunan ve dış cıdardan tamamen bağımsız duvarlar ve asma tavan sisteminden oluşmaktadır [4].

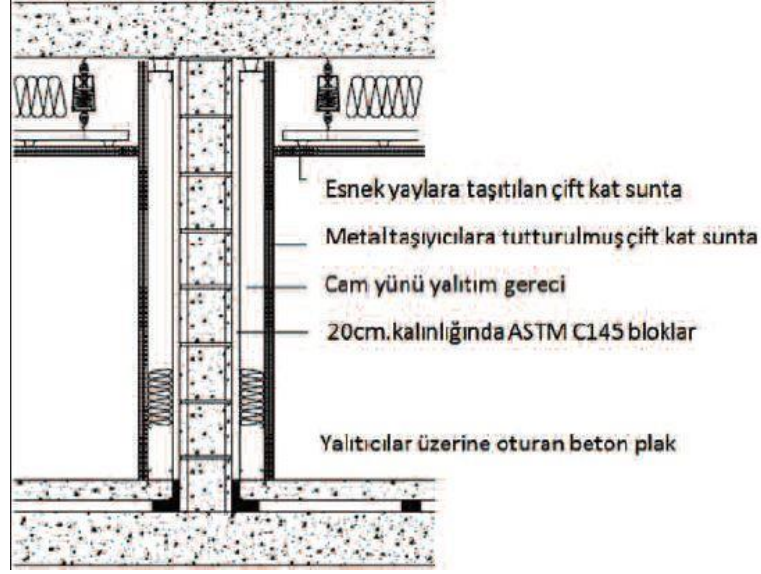
Döşemeler betonarme döşemenin üzerine kum veya neopren yalıtkanlar üzerinde kalacak şekilde planlanmaktadır. Duvarlar iki (veya üç) katmanlı olarak ayrı desteklerle yüzer döşemenin, tavanlar da yine iki (veya üç) katmanlı olarak duvarların üzerinde olacak şekilde inşa edilmektedir. Dikmeler yalıtım destekleriyle dengelenmektedir. Asma tavanlar ise yaylı askılarla asılır ve böylece kutu tamamlanır [4].

4.1 Duvarlar

Genel olarak, duvarları yalıtımak zeminden veya tavandan daha kolaydır. Çoğunlukla tavanlarda kullanılabilenden metre kare başına daha büyük kütleler duvarların inşasında küçük sorunlar oluşturmaktadır. Zeminler yaylar veya paspaslar vasıtasıyla yapıyla bir tür fiziksel temas halinde olabilir. Ama ağır tavanlar, genellikle büyük kirişler veya süspansiyon sistemleri ile desteklenmelidir. Bu da çoğu zaman elverişsizdir [24].

Duvar izolasyonu mevcut yapısal duvarların döşemeden ve tavandan daha ağır olması nedeniyle daha kolaydır. Yüzer beton blok kullanılarak çok etkili duvar izolasyonu sağlanmaktadır [29].

Şekil 4.1’de örnek bir duvar kesiti verilmiştir. Yalıtım için binanın ana duvarları ve döşemesiyle bağlantısı koparılmıştır. Duvarlar yüzer döşemeye basmaktadır. Mevcut duvar ile arasındaki hava boşluğunda cam yünü yalıtım gereci kullanılmıştır.



Şekil 4.1 Duvar Kesiti [4]

4.2 Döşemeler /Tavanlar

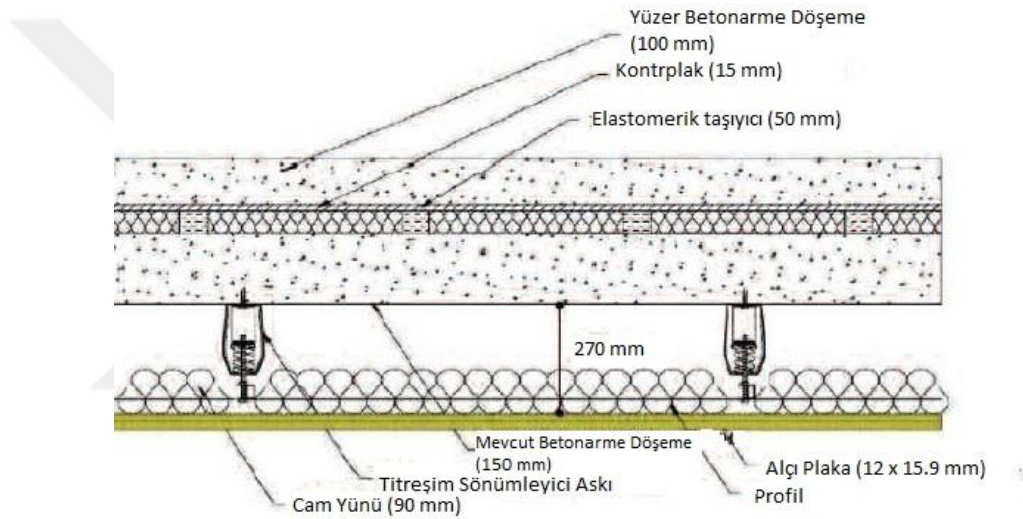
Uygulamada, izolasyonun genellikle sağlandığı araçlar, bir odanın iç yapısını binanın ana yapısından mekanik olarak ayırmaktır. Bilindiği gibi sırf yutuculukla yalıtım çok zordur çünkü 10 m kalınlığındaki mineral yün duvarlardan yapılmış odalar ve tavanlar bir seçenek değildir. Hafif süper katı yapılar kolayca temin edilemediğinden, hiçbiri tek başına uygulanabilirliği olan bir çözüm değildir. Bir dereceye kadar, kütle kullanılır, ancak eğer tek başına kullanılacaksa, o zaman da uygulaması gerçekçi olmaz [29].

Yalıtım problemine pratik cevap iç ve dış yapıların ayrışmasında yatmaktadır. Bu, çelik yaylar, kauçuk veya neopren bloklar, elyaflı paspaslar, poliüretan köpükler ve diğer malzemeler gibi birçok yolla başarılabilir. Parçalanmış otomobil lastikleri ve hatta tenis topları üzerinde yüzen odalar bile olmuştur. Ancak tenis topları ile ilgili sorun, havanın zamanla kademeli olarak dışarı sızmasıdır. Yeniden şişirilebilir hava yastıkları aynı prensibi kullanır ve bu bazen kullanılan başka bir pratik çözümdür [29].

Asma tavan sistemlerinde pek çok farklı malzeme kullanılabilir. Bu kadar çok farklı malzemenin ve süspansiyon sisteminin kullanılmasının bir nedeni, çok az malzemenin kullanılmasından kaynaklanabilecek tesadüfi rezonanslardan kaçınmaktır. Herhangi bir yapı veya malzemeye özgü herhangi bir rezonans, yalıtımı

azaltma eğiliminde olacaktır. Çeşitli izolasyon teknikleri kullanarak, rezonanslar farklı frekanslarda ortaya çıkma eğiliminde olacak ve dolayısıyla zayıf noktalar farklı katmanlardaki diğer malzeme kombinasyonları sayesinde güvenceye alınmış olacaktır [29].

Şekil 4.2’de stüdyolarda kullanılan tipik bir döşeme/asma tavan kesiti gösterilmiştir. Mevcut betonarme döşemenin üzerinde elastomerik taşıyıcılar üzerine yerleştirilmiş kontrplak ve onun üzerindeki betonarme döşeme ile yüzer döşeme tamamlanmıştır. Asma tavan için ise titreşim sönümleyici askılar kullanılarak asılan alçı plakalar kullanılmıştır. Her iki kesitte de boşluklarda cam yünü yutucu gereci kullanılmıştır.

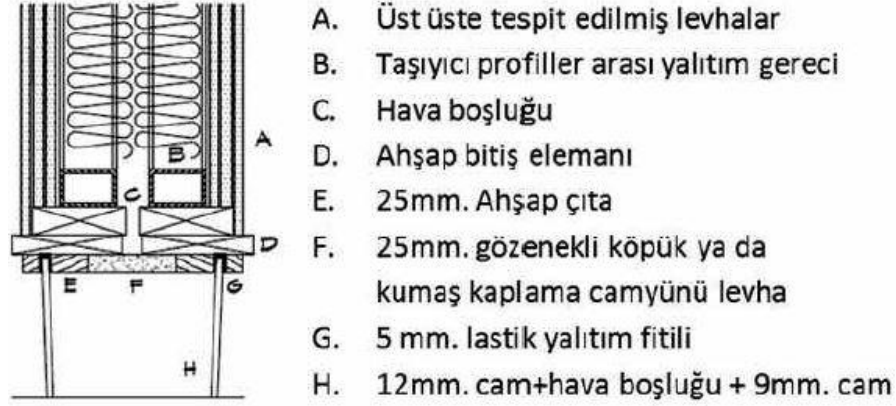


Şekil 4.2 Döşeme Kesiti [26]

4.3 Pencere

Kontrol odası ve stüdyoyu ayıran geniş pencereler akustik yalıtımı sağlarken net bir görsel iletişimi sağlayabilmek için tasarlanırlar. İhtiyaç duyulan ayırımın derecesi, stüdyonun mikrofonları açıkken kontrol odasında farklı bir müzikal parçasının çalınması durumu çok nadir olduğu için düşünüldüğü kadar büyük değildir. Canlı izleme gerçekleştiğinde bu kaydedilenle aynı ses olduğu için yalıtım kadar kritik değildir. Kontrol odası ve stüdyo arasındaki ses gizliliği önemlidir [4]. Şekil 4.3’te çift cam kullanılan örnek bir pencere kesiti verilmiştir. Çift cam tercih edilmiştir. Çünkü bu tip kesitlerin alçak frekanslardaki performansı oldukça yüksektir. Camlar

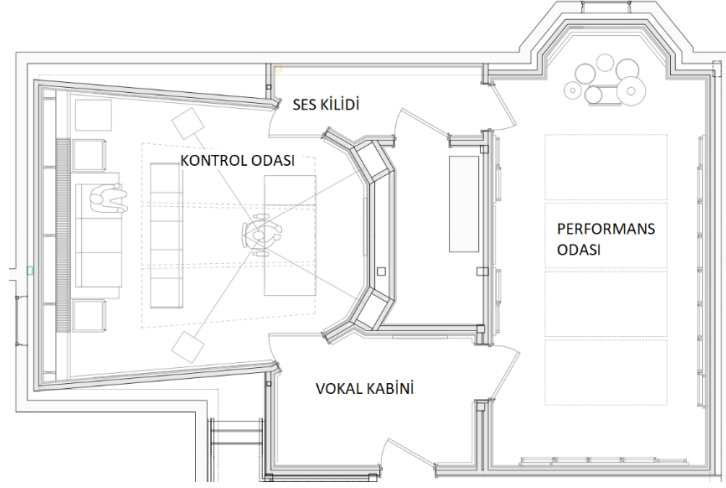
arasındaki boşlukta gözenekli köpük veya kumaş kaplı cam yünü levha kullanılmıştır. Her cam paneli birbirinden bağımsız desteklere taşınır ve döşemeden izole edilir. Camlar açılı olarak monte edilir. Bu hem ışığın yansımaları önler hem de üstteki monitör muhafazaları için alan sağlamış olur [4].



Şekil 4.3 Pencere Kesiti [4]

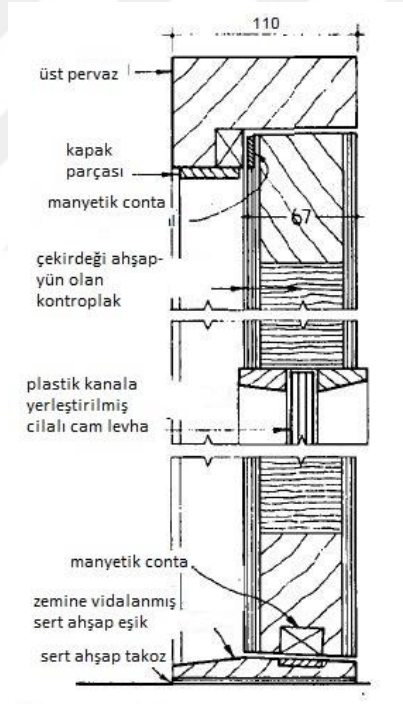
4.4 Kapılar

Stüdyo kapılarının sağlam gövdeleri olmalı ve sıklıkla kurşun veya çelik sac kaplamalarla donatılmalıdır. Özel contalar ve kapı kapayıcıları, kapının kenarlarında hava geçirmez bir conta oluşturacak şekilde yerleştirilmelidir. Yumuşak kauçuk sıkıştırma veya manyetik sızdırmazlık şeritleri yaygın olarak kullanılırken, kapılar daha iyi bir bağlantı oluşturmak için yeniden birleştirilir. Mümkün olan her durumda ses kilidi uygulanmalıdır. Diğer bir deyişle, bir kapı diğerinin açılmadan önce kapanacağı şekilde, akustik olarak işlenmiş bir alana sahip iki kapı kullanılmalıdır (Şekil 4.4). Kapı yalıtımını iyileştirmenin diğer yöntemleri arasında, her biri uygun contalarla donatılmış, tek bir çerçeve üzerinde iki ayrı kapının kullanılması bulunmaktadır [22].



Şekil 4.4 Ses Kilidi [31]

Şekil 4.5'de bir stüdyo kapısına ait birleşim detaylarını da içeren kesit yer almaktadır.



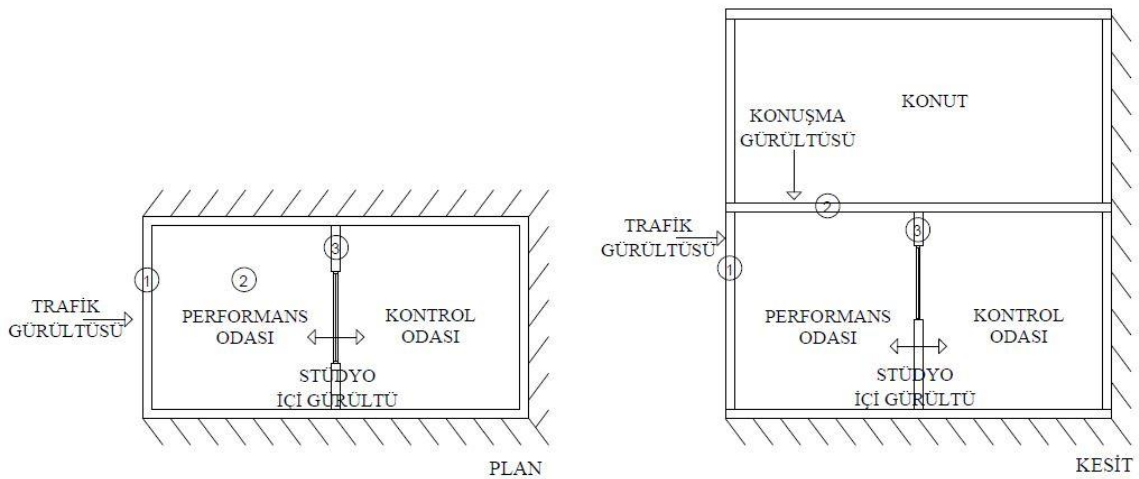
Şekil 4.5 Stüdyo kapısı detayı [32]

Birleşim detaylarında hem kapının altında hem de üstünde manyetik contaların kullanıldığı görülmektedir. İki kat kontroplak arasında ahşap yünü dolgu malzemesi kullanılmış ancak kontroplakların alt ve üst açıklıkları sert ahşap malzeme ile kapatılmıştır.

DÜŞEY VE YATAY BÖLME ELEMANLARININ SES GEÇİŞ KAYBI ÖZELLİKLERİNİN SİMÜLASYON YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

5.1 Yöntem

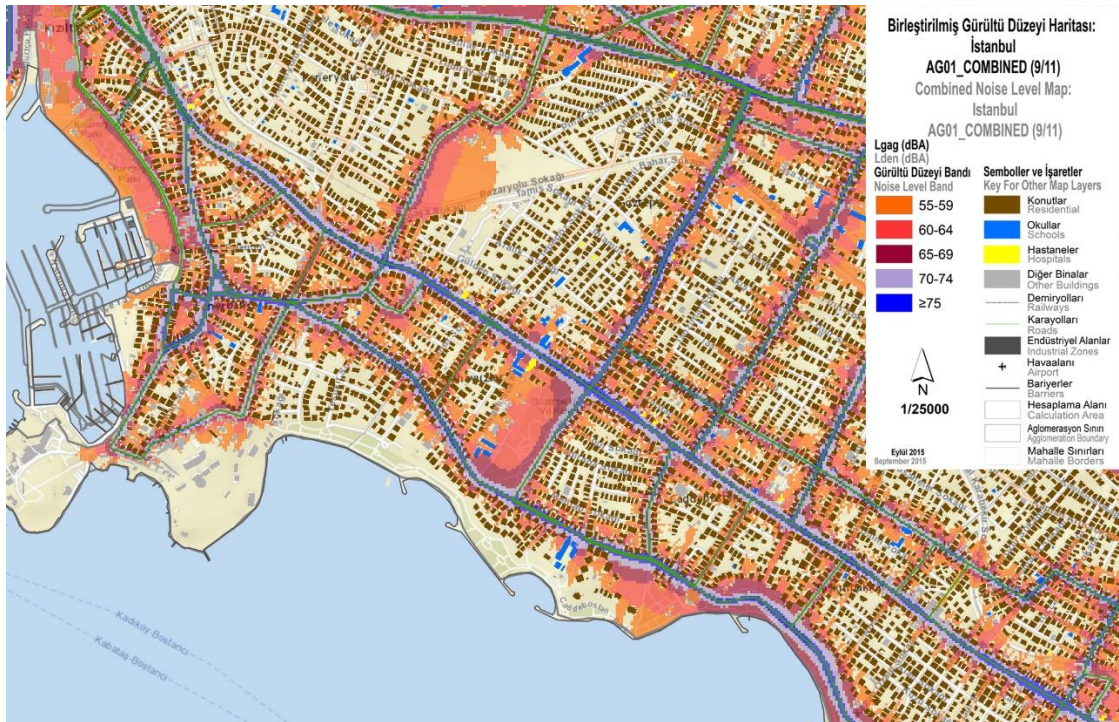
Bu tez çalışmasında Bölüm 4'te bahsedilen gürültü kaynaklarından yapı dışı hava doğuşlu gürültüler içinden trafik gürültüsü ile yapı içi ve yerel olarak üretilen gürültülerden üst kattaki konuşma gürültüsünün etkisi altında kalan bir yapı belirlenmiştir. Bu gürültüye maruz kalan bir konut yapısında ses kayıt stüdyosu tasarlanması durumunda yapı kabuğu ve hacimler arası düşey/yatay bölme elemanlarının ses geçiş kaybı açısından uygun kesit özelliklerinin INSUL isimli simülasyon programı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Hesaplamalarda INSUL V9 kullanılmıştır. Program ile Şekil 5.1'deki 1, 2 ve 3 numaralı bölme elemanları için kullanılacak malzemeler seçilmiş, kesitler yine programda oluşturulmuştur ve programda kesitlerin ses geçiş kaybı değerleri hesaplanmıştır. Şekilde belirtilen 1 numaralı bölme elemanı trafik gürültüsünden etkilenen yapı kabuğunu (dış duvar), 2 numaralı bölme elemanı üst kattaki konut hacmindeki konuşma gürültüsünden etkilenen döşemeyi, 3 numaralı bölme elemanı ise stüdyoda bulunan performans odası ve kontrol odası arasındaki bileşik cidarlı duvarı göstermektedir.



Şekil 5.1 Şematik Stüdyo Planı ve Kesiti

5.2 Yapı Kabuğu İçin Kesit Önerileri

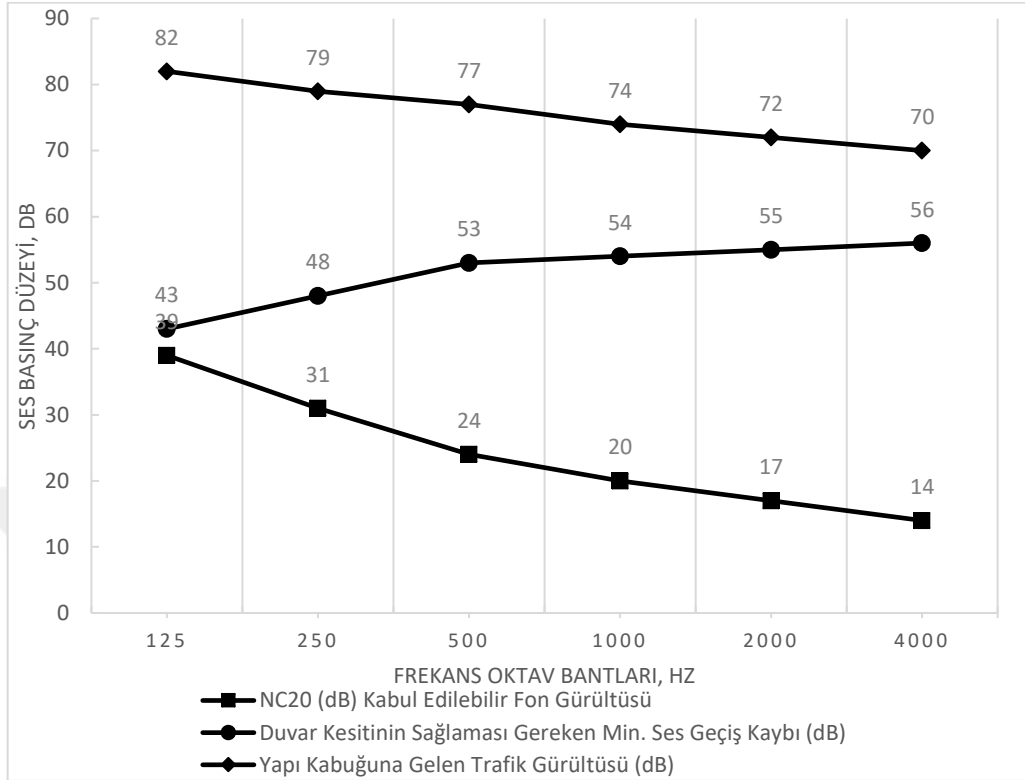
Planlanan yapının konumu Bağdat Caddesi olarak seçilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin hazırladığı Lgag (Gündüz-akşam-gece gürültü göstergesi) değerleri ile oluşturulan gürültü haritası incelendiğinde Bağdat Caddesinde trafik gürültüsü etkisi altında kalan bölgelerde 75 dBA'nın üzerinde gürültü düzeylerinden yapıların etkilendiği görülmektedir (Şekil 5.2) [33]. Bu nedenle bu tez çalışmasında ses kayıt stüdyosunun yapı kabuğunun toplam 80dBA düzeyinde trafik gürültüsünden etkilendiği kabul edilmiştir.



Şekil 5.2 Bağdat Caddesi gürültü haritası (Lgag) [33]

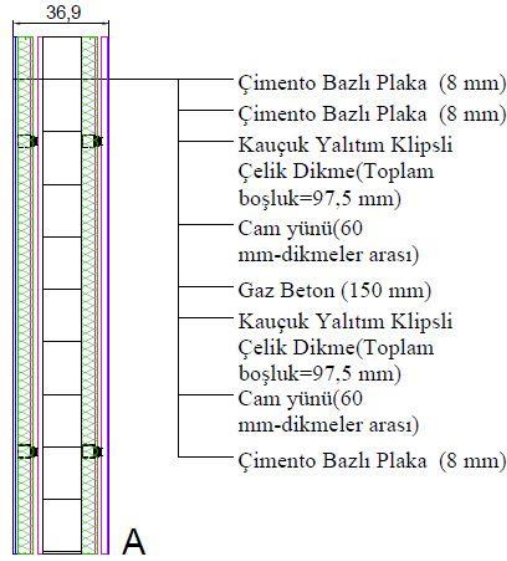
Bölüm 3'te NR eğrilerine göre ses kayıt stüdyolarında kabul edilebilir fon gürültüsünün NR20 eğrisinin altında olması gerektiğine değinilmiştir. NR20 eğrisinin toplam ses geçiş kaybı değeri 39.8 dB'dır. Yapıya gelen 85 dB (80 dBA) trafik gürültüsü de göz önüne alındığında duvar kesitlerinin sağlaması gereken minimum ses geçiş kaybı değerleri Şekil 5.3'teki grafikte gösterilmiştir. Toplam 61 dB'lik ses geçiş kaybı sağlanması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada simülasyon programı kullanılacağı ve tasarlanacak kesitlerin uygulanması esnasında da hatalar yapılabileceği göz önüne alındığında, güvenli

tarafıta kalmak için tasarlanan kesitlerin burada bulunan minimum değere +5 dB eklenerek tasarlanmaya başlanması gerekmektedir.



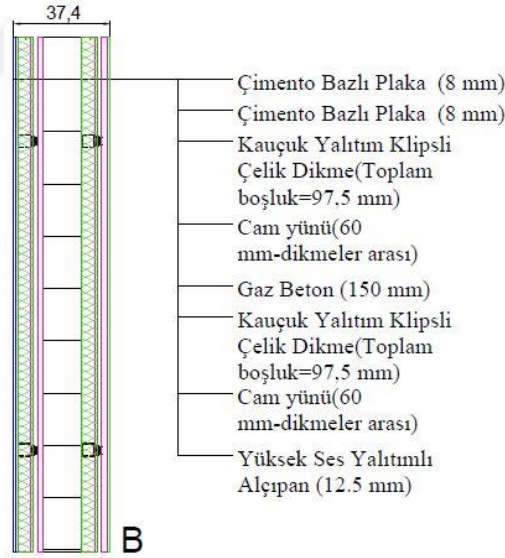
Şekil 5.3 Duvar kesitlerinin sağlaması gereken minimum ses geçiş kaybı grafiği

Şekil 5.4'te yapı kabuğu için belirlenen A kesitinin detayları gösterilmiştir. Bu kesitte dışarıdan içeriye doğru olmak üzere önce 2 kat su dayanımı sağlayan çimento bazlı plaka kauçuk yalıtım klipsli çelik dikmeler ile ortadaki 15 cm kalınlığındaki gaz betona monte edilmiştir. Dikmeler arasındaki boşlukta 6 cm kalınlığında cam yünü kullanılmıştır. Gaz betonun diğer yüzünde ise yine kauçuk yalıtım klipsli çelik dikmelere bu kez tek kat çimento bazlı plaka monte edilmiştir. Dikmeler arasında yine 6 cm kalınlığında cam yünü yalıtım kullanılmıştır. Plakaların montajının ise derzleri şaşırtmalı olacak şekilde yapılacağı öngörülmüştür. Kesitin toplam kalınlığı 36.9 cm'yi bulmuştur.



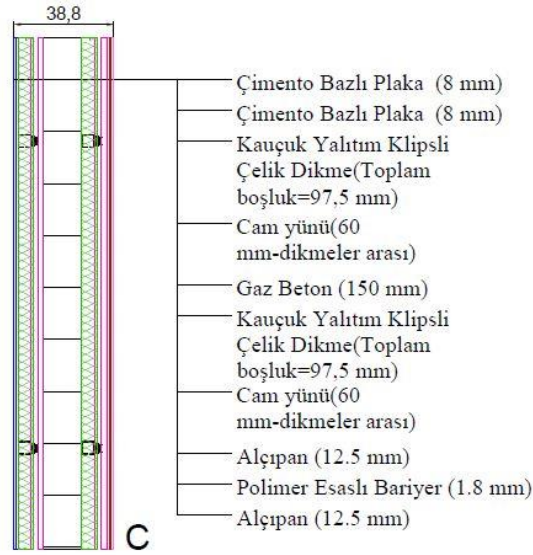
Şekil 5.4 Duvar kesiti A

Şekil 5.5'deki B kesitinde, dış yüzeyde kullanılacak paneller değiştirilmemiş ancak içerde kullanılan tek kat çimento bazlı plaka yerine, yüksek ses yalıtımlı alçıpan kullanılmıştır. B kesitinin toplam kalınlığı 37.4 cm'dir.



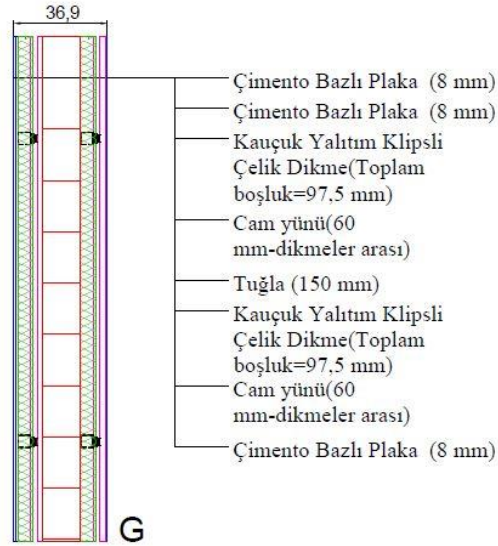
Şekil 5.5 Duvar kesiti B

Şekil 5.6'da ise C kesitinin detayları gösterilmiştir. Yine dış yüzeyde kullanılan paneller değiştirilmemiş, iç yüzeyde ise 2 kat alçıpan arasına polimer esaslı bariyer kullanılmıştır. Yine alçıpan panellerin montajının derzleri şaşırtmalı olacak şekilde yapılacağı öngörülmüştür. C kesitinin toplam kalınlığı 38.8 cm'dir.



Şekil 5.6 Duvar kesiti C

Şekil 5.7’de G kesitinin detayları gösterilmiştir. A kesiti ile aynı özelliklere ve malzeme detaylarına sahip olup sadece ana duvar malzemesi olarak gaz beton yerine delikli tuğla tercih edilmiştir. Böylece tuğla ve gaz beton kullanımlarının kesitin ses geçiş kaybına etkilerinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Yine alçıpan panellerin montajının derzleri şaşırtmalı olacak şekilde yapılacağı öngörülmüştür. G kesiti A kesiti ile aynı kalınlıktadır ve 36.9 cm’dir.



Şekil 5.7 Duvar kesiti G

Bu kesitlerde kullanılan malzemelerin teknik özellikleri (kalınlık, yoğunluk vs.) ise Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 Duvar kesiti A, B, C ve G’de kullanılan malzemelerin özellikleri

Malzeme Adı	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Young Modülü (GPa)	Yüzey Ağırlığı (kg/m ²)	Rw (dB)	Akış Mukavemeti (Rayl/m)
Su Dayanımı Sağlayan Çimento Bazlı Plaka	8	1230	2	19,7	36	-
Cam Yünü	60	10	-	-	-	4000
Gazbeton G4	150	600	2	90	39	-
Yüksek Ses Yalıtımlı Alçıpan	12,5	1400	2	17,5	34	-
Alçıpan	12,5	710	2	8,5	27	-
Polimer Esaslı Bariyer	1,8	1900	0,008	3,4	21	-
Tuğla	150	700	25	105	44	-

Tablo 5.2’de yapı kabuğuna gelen 85 dB’lık trafik gürültüsünün frekansa göre dağılımı, 15cm’lik gaz betonun frekansa göre ses geçiş kaybı değerleri verilmiştir. Bu iki değer arasındaki fark ise tek başına gaz beton kullanıldığı durumda frekansa göre yapı içindeki gürültü düzeylerini göstermektedir. (5.1) eşitliği ile frekansa bağlı yapı içi gürültü düzeyleri (L_1 , L_2 , ... vs) toplanarak yapı içi toplam gürültü düzeyi bulunmuştur.

$$\text{Toplam ses düzeyi} = 10 \log (10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)} + \dots) \quad (5.1)$$

Burada bulunan yapı içi gürültü düzeyleri, ses kayıt stüdyolarında izin verilen yapı içi gürültü düzeyi olan NR 20 eğrisinin değerleri ile karşılaştırılmıştır ve tek başına gaz beton kullanımının yeterli yalıtımı sağlamadığı görülmüştür.

Tablo 5.2 Gazbeton kullanılan bir duvarın frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80
15 cm'lik Gazbeton Sağladığı Yalıtım Değeri (dB)	32	28	34	42	48	53	Rw=39 dB
15 cm'lik Gazbeton İçin Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	50	51	43	32	24	17	54 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

Tablo 5.3'te yine yapı kabuğuna gelen trafik gürültüsünün frekansa göre dağılımı, 15cm'lik tuğla duvarın frekansa göre ses geçiş kaybı değerleri verilmiştir. Bu iki değer arasındaki fark da duvar yapımında tek başına tuğla kullanıldığı durumda frekansa göre yapı içindeki gürültü düzeylerini göstermektedir. Gazbetonda olduğu gibi hesaplanan yapı içi gürültü düzeyleri, ses kayıt stüdyolarında izin verilen yapı

İçerik gürültü düzeyi olan NR 20 eğrisinin değerleri ile karşılaştırılmıştır ve yine tek başına tuğla kullanımının yeterli yalıtımı sağlamadığı görülmüştür.

Tablo 5.3 Tuğla kullanılan bir duvarın frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80
15 cm'lik Tuğla Duvarın Sağladığı Yalıtım Değeri (dB)	25	33	41	50	58	66	Rw=44 dB
15 cm'lik Tuğla Duvar İçin Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	57	46	36	24	14	4	57 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

Yapı kabuğuna gelen trafik gürültüsünün frekansa göre dağılımı ve INSUL'de oluşturulan A kesitinin sağladığı ses geçiş kaybı değerleri Tablo 5.4'de yer almaktadır. Bu iki değer arasındaki fark bize A kesitinin kullanıldığı bir yapı kabuğunda yapı içindeki gürültü düzeyini vermektedir. Duvar kesiti A için simülasyon programından alınan çıktı EK-A'da görülebilir.

Tablo 5.4 Duvar kesiti “A” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri^{2,3}

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80
Duvar Kesiti A'nın Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	51	66	77	83	87	89	Rw=77 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	31	13	0	-9	-15	-19	31 dB

Tablo 5.5'te B kesitinin frekansa göre sağladığı ses geçiş kaybı görülmektedir. Trafik gürültüsü ile arasındaki fark yapı içi gürültü düzeyini vermektedir. Duvar kesiti B için simülasyon programından alınan çıktı EK-B'de görülebilir.

Tablo 5.5 Duvar kesiti “B” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80

² Hesaplamalarda performans hacimlerinin yüzey yutuculuklarının fazla olması gerektiği için hacim içindeki yansımalar nedeniyle gürültü düzeyindeki artış göz ardı edilmiştir.

³Duvar kesitlerinin simülasyon yoluyla ses geçiş kaybının hesabında rezonans etkisi göz ardı edilmiştir.

Duvar Kesiti B'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	62	71	77	82	86	85	Rw=80 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	20	8	0	-8	-13	-15	20 dB

Tablo 5.6'da yine simülasyon programında tasarlanan C kesitinin frekansa göre sağladığı ses geçiş kaybı değerleri, buna bağlı yapı içi gürültü düzeyleri görülmektedir. Duvar kesiti C için simülasyon programından alınan çıktı EK-C'de görülebilir.

Tablo 5.6 Duvar kesiti "C" için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80
Duvar Kesiti C'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	63	71	76	81	85	85	Rw=80 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	19	8	1	-7	-13	-15	19,8 dB

Tablo 5.7'de simülasyon programında tasarlanan G kesitinin frekansa göre sağladığı ses geçiş kaybı değerleri, buna bağlı yapı içi gürültü düzeyleri görülmektedir. Duvar kesiti C için simülasyon programından alınan çıktı EK-D'de görülebilir.

Tablo 5.7 Duvar kesiti “G” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

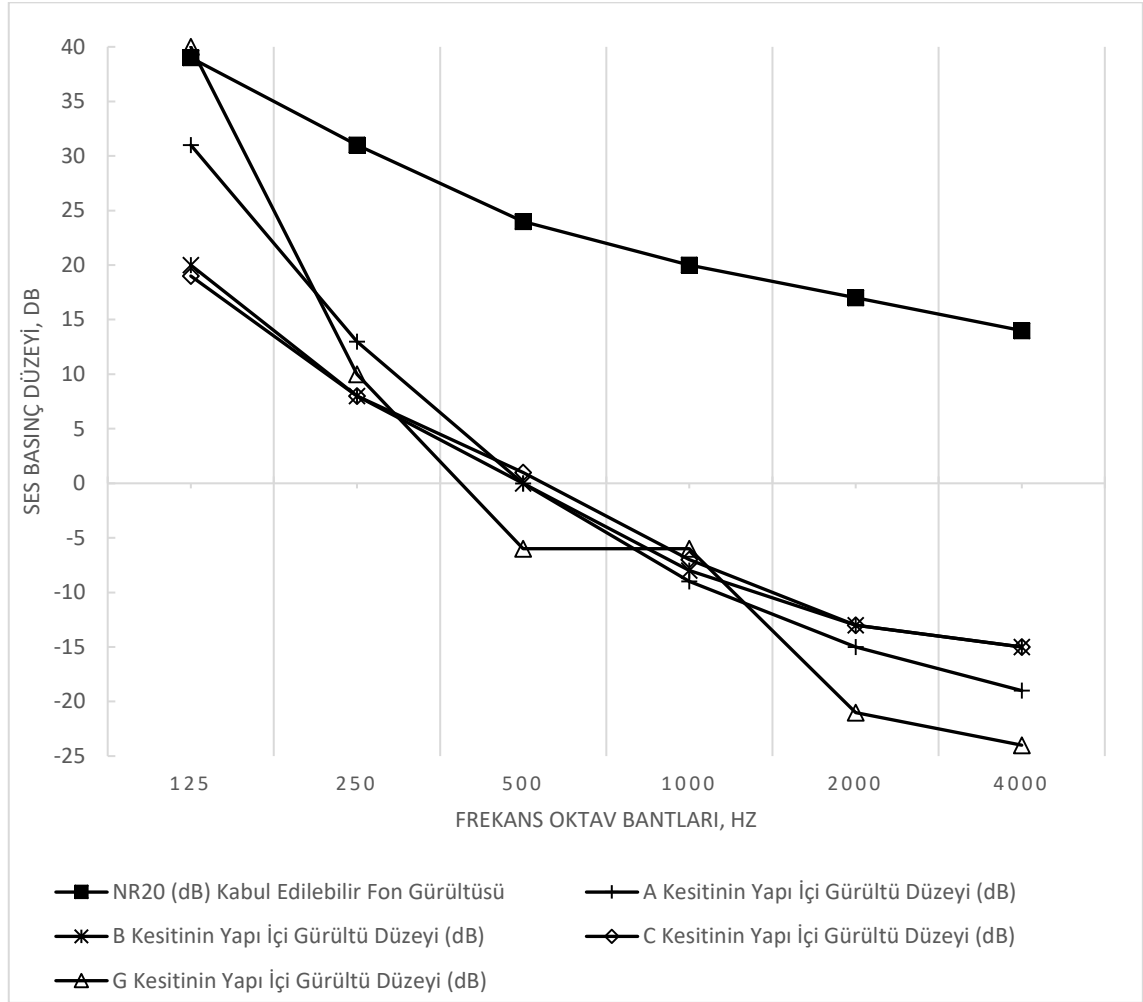
Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80
Duvar Kesiti G'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	42	69	83	88	93	94	Rw= 73 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	40	10	-6	-6	-21	-24	40 dB

Tablo 5.8’de A, B, C ve G kesitlerinin yapı kabuğunda kullanılmaları sonucunda yapı içinde oluşacak frekansa göre ve toplam gürültü düzeyleri ile stüdyolarda kabul edilebilir yapı içi gürültü düzeyi değerini veren NR 20 eğrisinin değerlerinin karşılaştırılmasına yer verilmiştir. A, B ve C kesitlerinin hem frekansa göre hem de toplam yapı içi gürültü düzeylerinde yeterli ses geçiş kaybı değerini sağlayarak, yapı içinde izin verdikleri gürültü düzeyinin NR20 değerlerinin altında kaldığı görülmüştür. A kesiti ile aynı malzeme ve kesit özelliklerine sahip olup ana duvar malzemesi olarak gaz beton yerine tuğla kullanılan G kesitinde ise alçak frekanslardaki yapı içi gürültü düzeyinin izin verilen değerin üzerinde olduğu görülmüştür. Toplam değerlere bakıldığında da G kesitinin NR20 eğrisinin toplam değerinden fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 5.8 Frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri ile NR20 değerlerinin karşılaştırılması

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
A Kesitinin Kullanıldığı Durumda Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	31	13	0	-9	-15	-19	31 dB
B Kesitinin Kullanıldığı Durumda Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	20	8	0	-8	-13	-15	20 dB
C Kesitinin Kullanıldığı Durumda Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	19	8	1	-7	-13	-15	19,8 dB
G Kesitinin Kullanıldığı Durumda Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	40	10	-6	-6	-21	-24	40 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

Şekil 5.8’de Duvar kesitleri A, B, C ve G’nin kullanıldığı durumda yapı içinde oluşan gürültü düzeyleri ve NR 20 eğrisinin değerlerinin karşılaştırılması grafik olarak gösterilmiştir. Frekans bazında sadece G kesiti 125 frekansta NR20 eğrisini aşmıştır. Ancak diğer tüm frekanslarda gerekli yalıtımı sağladığı görülmektedir.



Şekil 5.8 Yapı içi gürültü düzeyleri ve NR 20 eğrisinin karşılaştırılması

Tablo 5.9’da simülasyon programı sonucu tasarlanan kesitlerin toplam ses geçiş kaybı değerleri ve spektrum düzeltme değerleri verilmiştir. C_{tr} değeri trafik gürültüsüne bağlı düzeltme değeridir. B ve C kesitleri için düzeltme değerleri aynı çıkmıştır. En düşük R_w değerine sahip G kesiti için en yüksek düzeltme değerinin kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

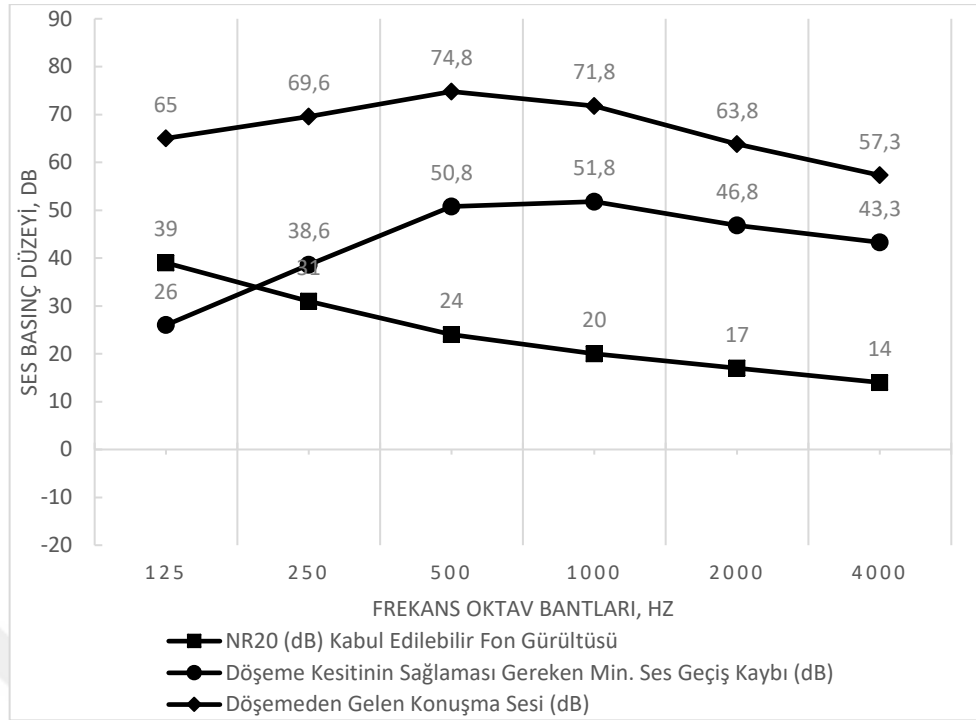
Tablo 5.9 Simülasyon programı sonucu elde edilen toplam ses geçiş kayıpları ve spektrum düzeltme değerleri

	Rw (dB)	C	C_{tr}
Duvar Kesiti- A	77	-4	-12
Duvar Kesiti- B	80	-1	-5
Duvar Kesiti- C	80	-1	-5
Duvar Kesiti- G	73	-8	-16

5.3 Döşeme / Asma Tavan İçin Kesit Önerileri

Çalışmaya başlarken stüdyonun bir konut yapısı içinde bulunduğu ifade edilmişti. Stüdyonun üst katındaki konut yapısından 78 dB'lik konuşma gürültüsünün stüdyoyu etkilediği öngörülerek döşeme ve asma tavan kesit tasarlanmıştır.

Duvar kesitlerinde olduğu gibi döşemelerde de kabul edilebilir fon gürültüsü NR20 eğrisinin altında olmalıdır. Stüdyoya gelen 78 dB (75,4 dBA) konuşma sesi dikkate alındığında döşeme/tavan kesitlerinin sağlaması gereken minimum ses geçiş kaybı değerleri Şekil 5.9'daki grafikte gösterilmiştir. Toplam 55.4 dB'lik ses geçiş kaybı sağlanması gerekmektedir. Ancak duvar kesitlerinde olduğu gibi bu çalışmada simülasyon programı kullanılacağı ve tasarlanacak kesitlerin uygulanması esnasında da hatalar yapılabileceği göz önüne alındığında, güvenli tarafta kalmak için tasarlanan kesitlerin burada bulunan minimum değere +5 dB eklenerek tasarlanmaya başlanması gerekmektedir.



Şekil 5.9 Döşeme kesitlerinin sağlaması gereken minimum ses geçiş kaybı

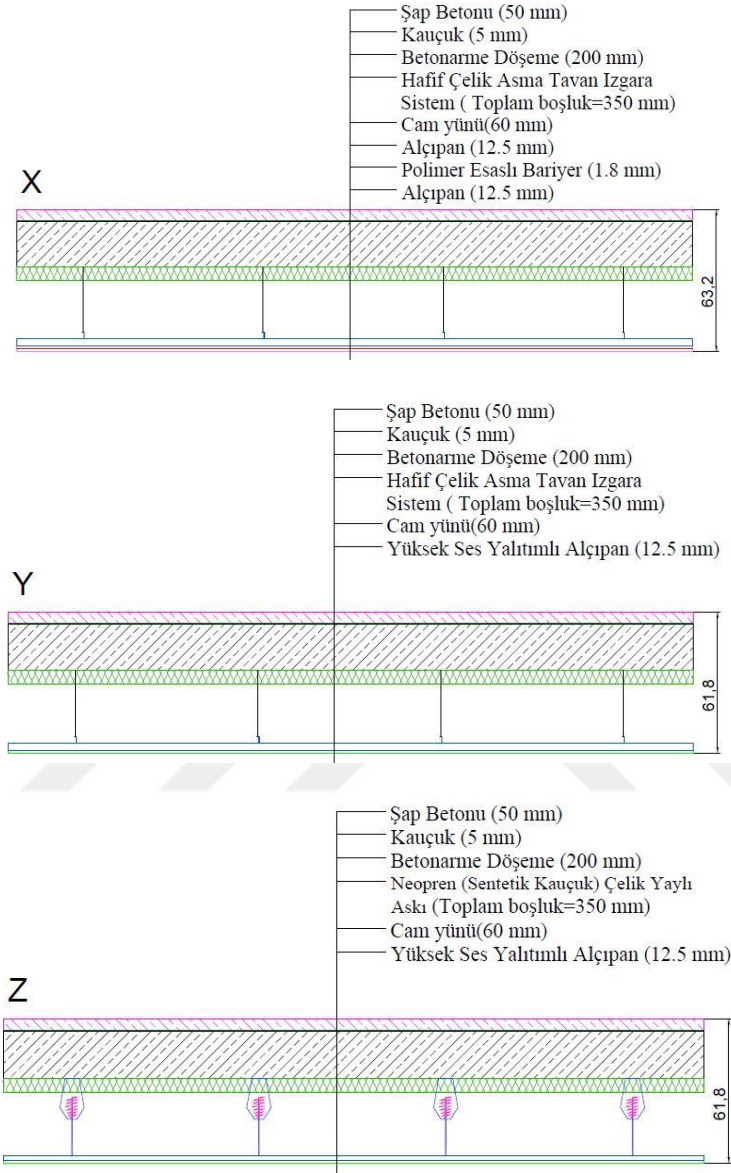
Bu çalışmada döşeme/tavan için Şekil 5.10'da detayları gösterilen 3 farklı kesit belirlenmiştir.

Döşeme/tavan için simülasyon programında tasarlanan X kesitinde, betonarme döşeme üzerine kauçuk tabakası, onun üzerine ise şap betonu dökülerek yüzer döşeme planlanmıştır. Betonarme döşemenin altında kalan stüdyonun asma tavanı ise hafif çelik ızgara sistem kullanılarak asılmıştır. Betonarme döşeme ile asma tavan arasında kalan boşlukta cam yünü yutucu gereci kullanılmıştır. Asma tavan malzemesi olarak ise iki kat alçıpan arasında polimer esaslı bariyer kullanılmıştır. Plakaların montajının derzleri şaşırtmalı olacak şekilde yapılacağı öngörülmüştür. Kesitin toplam kalınlığı 63.2 cm'dir.

Tasarlanan Y kesitinde, betonarme döşeme üzerindeki malzemeler değiştirilmemiş ancak asma tavan malzemesi olarak tek kat yüksek ses yalıtımlı alçıpan kullanılmıştır. Plakaların montajının ise derzleri şaşırtmalı olacak şekilde yapılacağı öngörülmüştür. Y kesitin toplam kalınlığı 61.8 cm'dir.

Tasarlanan 3. kesit olan Z kesitinde yine betonarme döşeme üzerindeki malzemeler sabit tutulmuş, altındaki asma tavan ise neopren (sentetik kauçuk) çelik yaylı askı

kullanılarak asılmıştır. Betonarme döşeme ile asma tavan arasındaki boşlukta yine 6 cm kalınlığında cam yünü kullanılmıştır. Asma tavan malzemesi olarak da tek kat yüksek ses yalıtımlı alçıpan kullanılmıştır. Z kesiti Y ile aynı kalınlıktadır.



Şekil 5.10 Döşeme kesiti X, Y, Z

Döşeme X, Y ve Z kesitlerinde kullanılan malzemelerin teknik özellikleri (kalınlık, yoğunluk vs.) Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10 Döşeme kesiti X, Y ve Z’de kullanılan malzemelerin özellikleri

Malzeme Adı	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Young Modülü (GPa)	Yüzey Ağırlığı (kg/m ²)	Rw (dB)	Akış Mukavemeti (Rayl/m)
Şap Betonu	50	2340	11	117	57	-
Kauçuk	5	920	0,03	4,6	57	-
Betonarme Döşeme	200	1880	8,31	376	57	-
Cam Yünü	60	10	-	-	-	4000
Yüksek Ses Yalıtımlı Alçıpan	12,5	1400	2	17,5	34	-
Alçıpan	12,5	710	2	8,5	27	-
Polimer Esaslı Bariyer	1,8	1900	0,008	3,4	21	-

78 dB’lik konuşma gürültüsünün frekansa göre dağılımı Tablo 5.11’de verilmiştir. INSUL’de kullanılacak malzemeler seçilerek oluşturulan X kesitinin sağladığı ses geçiş kaybı da yine aynı tabloda bulunmaktadır. Bu iki değer arasındaki fark bize X kesitinin kullanılması durumunda stüdyo içindeki gürültü düzeyini vermektedir. Bu değer stüdyolarda kabul edilebilir fon gürültüsü eğrisi olan NR20 ile karşılaştırıldığında ise tasarlanan kesitin stüdyo için hava doğuşlu konuşma sesi açısından yeterli yalıtımı sağladığı görülmektedir. Döşeme kesiti X için simülasyon programından alınan çıktı EK-E’de görülebilir.

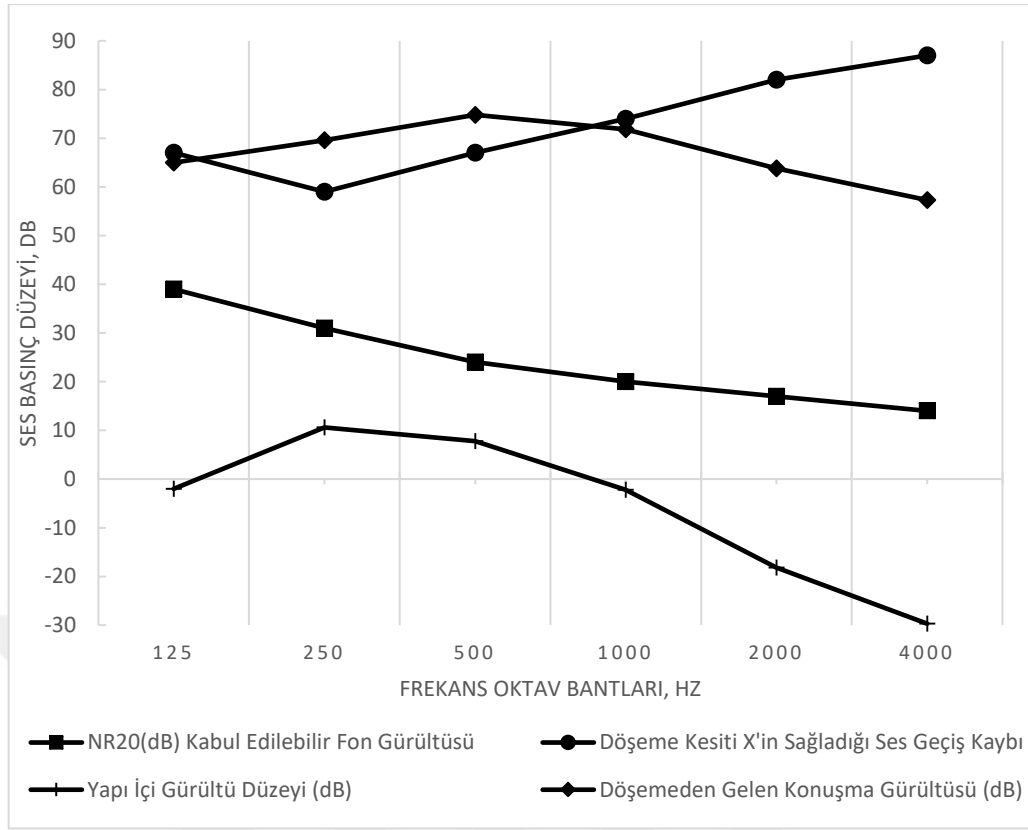
Tablo 5.11 Döşeme kesiti “X” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri^{4,5}

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Döşemeden Gelen Konuşma Gürültüsü (dB)	65,0	69,6	74,8	71,8	63,8	57,3	78 / 75.4
Döşeme Kesiti X'in Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	67	59	67	74	82	87	Rw=71 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	-2	10,6	7,8	-2,2	-18,2	-29,7	12,7 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

Şekil 5.11’de grafikte üst kattan gelen konuşma gürültüsü, INSUL’de oluşturulan döşeme kesiti X’in yine aynı programda hesaplanan ses geçiş kaybı değerleri, yapı içi kabul edilebilir gürültü düzeyi ve yapı içi gürültü düzeylerinin ilişkisi görülmektedir. NR20 eğrisinin altında kalan yapı içi gürültü düzeyi de bize X kesitinin yeterli ses geçiş kaybını sağladığını göstermektedir.

⁴ Döşeme kesitlerinin simülasyon yoluyla ses geçiş kaybının hesabında rezonans etkisi göz ardı edilmiştir.

⁵ Döşeme kesitlerinin simülasyon yoluyla ses geçiş kayıplarının hesabında katı doğuşlu gürültüler açısından hesaplama yapılmamıştır.



Şekil 5.11 INSUL programı ile oluşturulan döşeme kesiti “X” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeylerinin grafik gösterimi

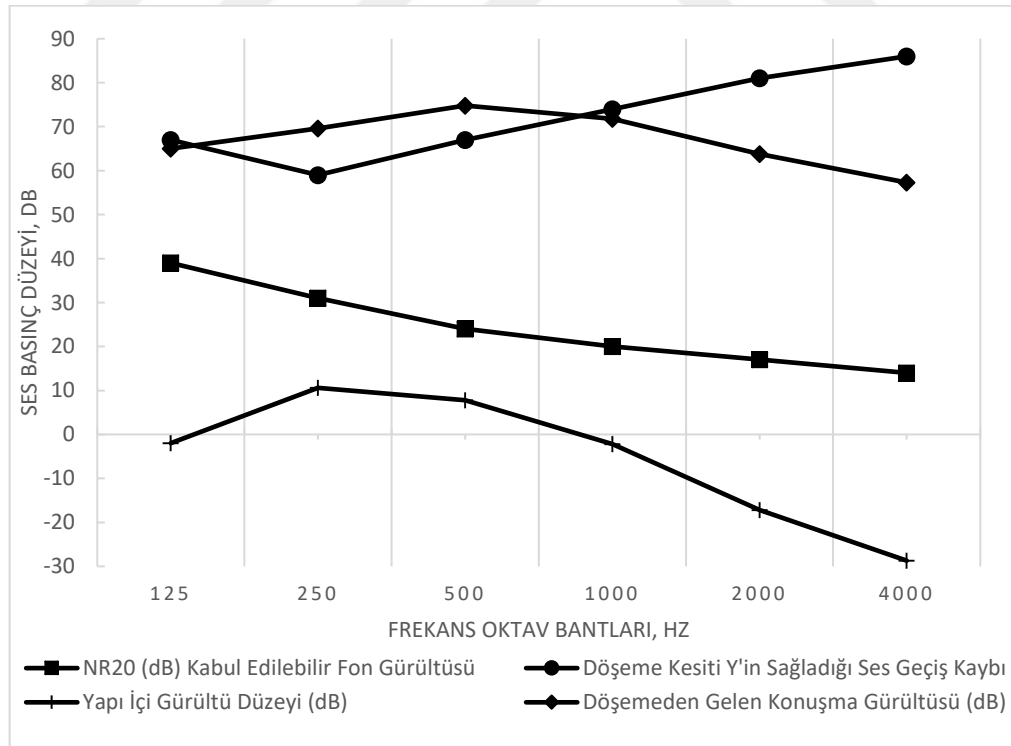
Tablo 5.12’de INSUL’de döşeme /tavan için tasarlanan Y kesitinin, programında hesaplanan frekansa göre ses geçiş kaybı değerleri verilmiştir. Gelen konuşma gürültüsünden kesitin sağladığı ses geçiş kaybı değerleri çıkartıldığında bu kesitin kullanıldığı durumlarda yapı içinde oluşan gürültü düzeyleri bulunmaktadır. Tabloda NR20 eğrisi ile hesaplanan bu gürültü düzeyleri karşılaştırılmıştır. Döşeme kesiti Y için INSUL simülasyon programından alınan çıktı EK-F’de görülebilir.

Tablo 5.12 Döşeme kesiti “Y” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Döşemeden Gelen	65,0	69,6	74,8	71,8	63,8	57,3	78 / 75.4

Konuşma Gürültüsü (dB)							
Döşeme Kesiti Y'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	67	59	67	74	81	86	Rw=71 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	-2	10,6	7,8	-2,2	-17,2	-28,7	12,7 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

Şekil 5.12'deki grafikte NR20 eğrisi ile döşeme kesiti Y'nin kullanıldığı durumdaki yapı içi gürültü düzeyinin karşılaştırılması sonucu yeterli ses geçiş kaybının sağlandığı görülmektedir.



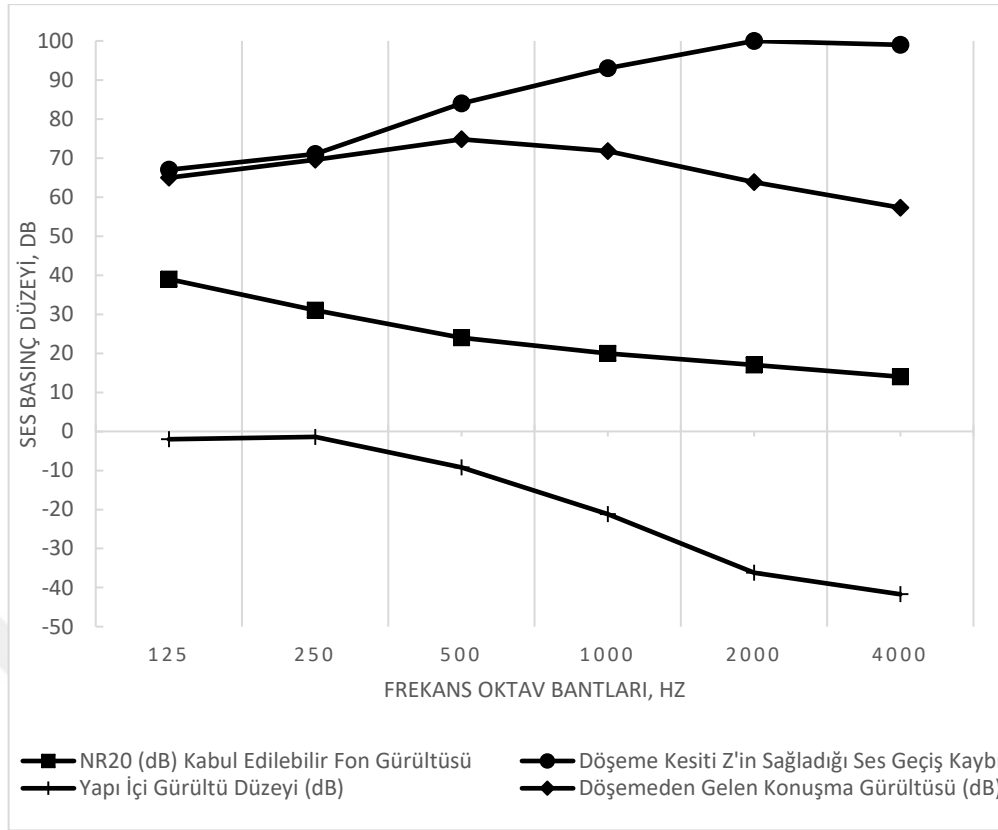
Şekil 5.12 INSUL programı ile oluşturulan döşeme kesiti "Y" için frekansa göre yapı içi gürültü düzeylerinin grafik gösterimi

Tablo 5.13’de yine INSUL’de tasarlanan Z kesitinin ses geçiş kaybı değerleri ve buna bağlı oluşan yapı içi gürültü düzeyleri ile NR20 eğrisinin frekansa göre ses düzeyleri gösterilmiştir. Döşeme kesiti Z için INSUL simülasyon programından alınan ıktı EK-G’de görülebilir.

Tablo 5.13 Döşeme kesiti “Z” için frekansa göre yapı içi gürültü düzeyleri

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB/dBA
Dşemedenden Gelen Konuşma Gürültüsü (dB)	65,0	69,6	74,8	71,8	63,8	57,3	78 / 75.4
Döşeme Kesiti Z’nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	67	71	84	93	100	99	Rw=85 dB
Yapı İçi Gürültü Düzeyi (dB)	-2	-1,4	-9,2	-21,2	-36,2	-41,7	1,7 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

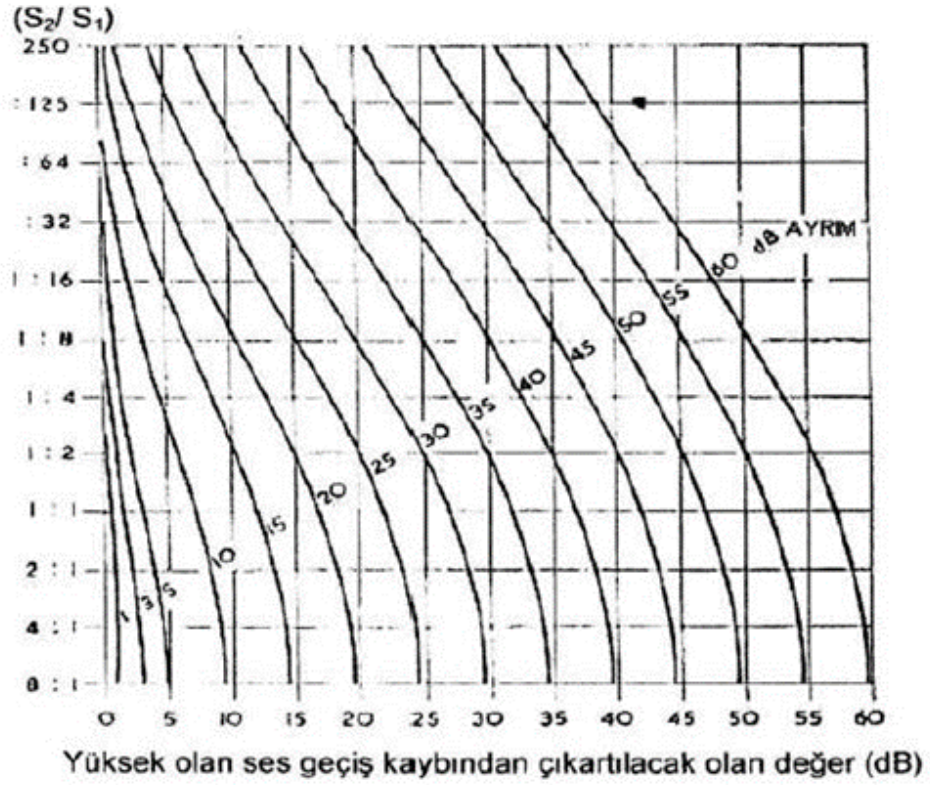
şekil 5.13’deki grafikte yapı içindeki gürültü düzeyinin kabul edilebilir fon gürültüsünün altında olduğu görülmektedir. Programda tasarlanan Z kesiti de yeterli ses geçiş kaybını sağlamıştır.



Şekil 5.13 INSUL programı ile oluşturulan döşeme kesiti "Z" için frekansa göre yapı içi gürültü düzeylerinin grafik gösterimi

5.4 Stüdyo İçi Bölme Elemanı İçin Kesit Önerileri

Stüdyolarda gereksinim duyulan bileşik cidarlı kesitler kontrol odası ve performans odası arasındaki duvarlarda kullanılan kesitlerdir. Performans odasında bulunan sanatçı ile kontrol odasında bulunan ses teknisyeni/mühendisi arasındaki görsel iletişimi sağlamak için gereksinim duyulan pencereden ötürü bu iki hacmi ayıran duvarda bileşik cidar özelliği gösteren kesitler kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında simülasyon programında uygun bir duvar kesiti belirlenmiştir. Sonrasında duvar kesiti sabit tutulup cam özelliklerine göre 3 farklı bileşik cidar incelenmiştir. Bu sayede kullanılan farklı camların ses geçiş kaybına olan etkisi incelenmiştir. İnceleme sırasında bileşik cidar hesabı hem simülasyon programı ile hem de elle yapılmış ve bu iki sonuç karşılaştırılmıştır. Elle hesap yapılırken Şekil 5.14'teki grafikten yararlanılmıştır.



Şekil 5.14 Bileşik Cidar Ses Geçiş Kaybı Belirleme

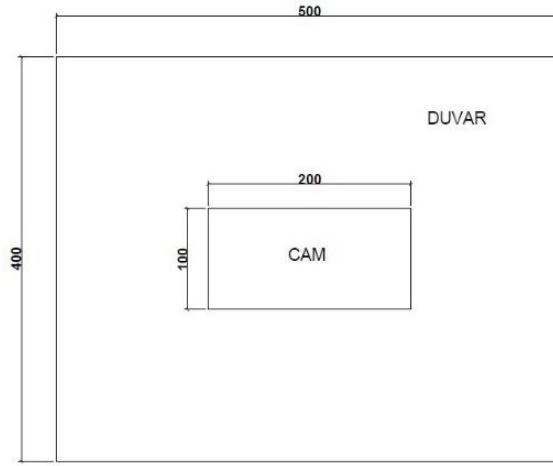
Bu grafik kullanılırken aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$R_A = R_{DUVAR} - R_{CAM},$$

R_A , ses geçiş kayıpları arasındaki ayrımı ifade etmektedir.

Şekil 5.14'teki grafikte kullanılan S_2 , ses geçiş kaybı düşük olan bölümü yani duvar alanını ifade ederken S_1 ise ses geçiş kaybı yüksek olan bölümün alanını yani cam alanını ifade eder.

Kontrol ve performans odaları arasındaki cam-duvar alanı ilişkisi Şekil 5.15'te gösterilmiştir.



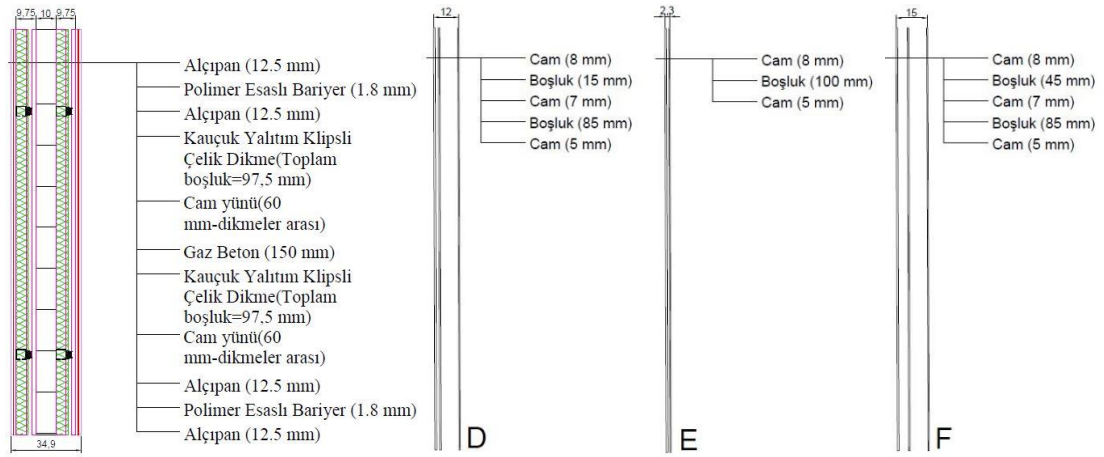
Şekil 5.15 Kontrol ve performans odaları arasındaki Cam – Duvar ilişkisi

Tablo 5.14'te bileşik cidar kesitlerinde kullanılan duvar ve cam malzemelerinin teknik özelliklerine (kalınlık, yoğunluk vs.) yer verilmiştir.

Tablo 5.14 Bileşik cidarlarda kullanılan malzemelerin özellikleri

Malzeme Adı	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Young Modülü (GPa)	Yüzey Ağırlığı (kg/m ²)	Rw (dB)	Akış Mukavemeti (Rayl/m)
Cam	5,7 ve 8	2430	52,2	4,9	24	-
Cam Yünü	60	10	-	-	-	4000
Gazbeton G4	100	600	2	90	39	-
Alçıpan	12,5	710	2	8,5	27	-
Polimer Esaslı Bariyer	1,8	1900	0,008	3,4	21	-

Stüdyoda kullanılacak bileşik cidar kesitleri D, E ve F için Şekil 5.16'da detayları verilen duvar ve cam kesitleri seçilmiştir. Bileşik cidarlı kesitlerde kesitin toplam yalıtımı zayıf olan kesitin yalıtımıyla belirlendiği için duvar kesiti sabit tutulmuş cam kesitleri değiştirilerek, bunun yalıtım üzerindeki etkisi incelenmiştir.



Şekil 5.16 Bileşik Cidar Kesitlerinde Kullanılan Duvar ve Cam Detayları

Tablo 5.15'te D kesiti için yapılan hesaplama sonuçları ve simülasyon programından alınan sonuçlara yer verilmiştir. Cam ve duvarın sağladığı ses geçiş kayıpları ayrı ayrı tabloda gösterilmiştir. Ampirik yöntemlerle hesap yapılırken ses geçiş kayıpları arasındaki fark hesaplanıp tabloya yazılmıştır. Daha sonra grafik kullanılarak yüksek ses geçiş kaybından çıkarılacak değerler bulunup yine tabloya yazılmıştır. Daha sonra yüksek ses geçiş kaybına sahip olan duvarın ses geçiş kaybından bulunan değerler çıkarılmış ve bileşik cidarın toplam ses geçiş kaybı değeri hesaplanmıştır. Ampirik yöntemle hesaplanan değer ile simülasyon programından alınan sonuçlar karşılaştırıldığında birbirine yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bölme elemanı kesiti D için INSUL simülasyon programından alınan çıktı EK-H'de görülebilir.

Tablo 5.15 Bileşik cidar “D” için frekansa göre yalıtım değeri hesabı ve simülasyon sonucu

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Rw-Cam-D (dB)	26	36	47	49	49	60	Rw=47 dB
Rw-Duvar (dB)	56	65	70	75	77	71	Rw=73 dB

Ses Geçiş Kayıpları Arasındaki Ayrım- R_A (dB)	30	29	23	26	28	11	-
Yüksek Ses Geçiş Kaybından Çıkarılacak Değer (dB) ('dan alınacak değer)	19	18	14	16	17	4	-
Bileşik Cidarın Yalıtım Değeri (dB) (Elle hesap)	37	47	56	59	60	67	-
INSUL'de Hesaplanan Yalıtım Değeri Sonucu(dB)	36	46	57	59	59	68	$R_w=56$ dB

E kesiti için tıpkı D kesitinde olduğu gibi yapılan hesaplama sonuçları ve simülasyon programından alınan sonuçlara Tablo 5.16'da yer verilmiştir. D için seçilen 3 katmanlı cam kesitinin aksine E için seçilen cam kesiti 2 katmanlıdır. Görülmüştür ki cam katmanlarının sayısı azaldıkça bileşik cidarın toplam yalıtım değeri azalmıştır. Bölme elemanı kesiti E için INSUL simülasyon programından alınan çıktı EK-I'de görülebilir.

Tablo 5.16 Bileşik cidar “E” için frekansa göre yalıtım değeri hesabı ve simülasyon sonucu

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Rw-Cam-E (dB)	24	32	41	53	52	53	Rw=47 dB
Rw-Duvar (dB)	56	65	70	75	77	71	Rw=73 dB
Ses Geçiş Kayıpları Arasındaki Ayrım- R_A (dB)	32	33	29	22	25	18	-
Yüksek Ses Geçiş Kaybından Çıkarılacak Değer (dB) ('dan alınacak değer)	22	23	18	13	15	8	-
Bileşik Cidarın Yalıtım Değeri (dB)	34	42	52	62	62	63	-
INSUL'de Hesaplanan Yalıtım Değeri Sonucu(dB)	36	45	50	55	57	62	Rw=56 dB

Tablo 5.17’de simülasyon programında oluşturulan F kesiti için yapılan hesaplama sonuçları ve simülasyon programından alınan sonuçlara yer verilmiştir. D kesiti ile aynı cam kesitlerine ve katman sayısına sahiptir. Bölme elemanı kesiti F için INSUL simülasyon programından alınan çıktı EK-İ’de görülebilir.

Tablo 5.17 Bileşik cidar “F” için frekansa göre yalıtım değeri hesabı ve simülasyon sonucu

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Rw-Cam-F (dB)	24	42	51	53	53	64	Rw=50 dB
Rw-Duvar (dB)	56	65	70	75	77	71	Rw=73 dB
Ses Geçiş Kayıpları Arasındaki Ayrım- R_A (dB)	32	23	19	22	24	7	-
Yüksek Ses Geçiş Kaybından Çıkarılacak Değer (dB) ('dan alınacak değer)	22	14	9	13	14	3	-
Bileşik Cidarın Yalıtım Değeri (dB)	34	51	61	62	63	68	-
INSUL'de Hesaplanan Yalıtım Değeri Sonucu(dB)	34	52	61	63	63	70	Rw=59 dB

D ve F kesitlerinin her ikisi de 3 katmanlı seçilmiştir. Ancak ilk iki cam katmanı arasındaki boşluk D'de 15 mm iken, F'de 45 mm'ye çıkarılmıştır. Bunun sonucunda da F kesitinde bileşik cidarın sağladığı ses geçiş kaybının D kesitinden fazla olduğu görülmüştür.

Bu tez çalışmasında, ses kayıt stüdyolarında kabul edilebilir fon gürültüsünün aşılmaması için düşeydeki ve yataydaki bölücü elemanların (duvar ve döşemelerin) yeterli ses geçiş kaybı sağlaması konusu ele alınmıştır. Uygun duvar ve döşeme kesitleri INSUL simülasyon programı kullanılarak belirlenmiştir. Programda malzemeler seçilirken ülkemizde yaygın olarak kullanılan malzemelerin kullanılmasına dikkat edilmiştir. Hesaplamalar sırasında dolaylı geçme ve hacim iç yüzeylerindeki yansımalar nedeniyle hacim içi gürültü düzeyinde oluşabilecek artışlar göz ardı edilmiştir. Bunların dışında döşeme/asma tavan kesitlerinde tavanda açılacak aydınlatma armatürlerinin montajından ve boşluklarının iyi yalıtılamamasından dolayı oluşacak kayıplar da göz ardı edilmiştir.

6.1 Yapı Kabuğu İçin Tasarlanan Kesitlerin Sonuçlarının İncelenmesi

Yapı kabuğunu oluşturan ve buraya gelen trafik gürültüsünden etkilenen dış cidarlardaki duvar kesitlerinde, gaz beton bir duvar, bunun her iki yanındaki hava boşluklu çelik taşıyıcı sistem ve dış cephedeki su dayanımı sağlayan çimento bazlı plaka korunmuş, diğer katmanlar ise her kesitte değiştirilmiştir. Bu sayede farklı malzemelerin kullanımının gürültü düzeyine etkisi gözlemlenmiştir. İç mekânda kullanılan farklı malzemelerle yapılan kesitlerde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Özel malzemeler yerine alçıpan kullanılarak da yeterli dayanıma sahip kesitler elde edilebileceği görülmüştür.

Bölüm 5’da belirlenen kabul edilebilir arka plan gürültüsü seviyesi ile yapıya gelen gürültü seviyesine göre yapı kabuğunun sağlaması gereken toplam ses geçiş kaybı değerine değinilmiştir. Tablo 6.1’de frekansa göre yapı kabuğu kesitinin sağlaması gereken frekansa göre ses geçiş kaybı değerleri verilmiştir. Kesitin sağlaması gereken en düşük ses geçiş kaybı değerinin 61 dB olduğu görülmüştür.

Tablo 6.1 Duvar kesitlerinin frekansa göre sağlaması gereken minimum ses geçiş kayıpları

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB / dBA
Yapı Kabuğuna Gelen Trafik Gürültüsü (dB)	82	79	77	74	72	70	85 / 80
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB
Duvar Kesitinin Sağlaması Gereken Min. Ses Geçiş Kaybı(dB)	43	48	53	54	55	56	61 dB

Tasarlanacak bir stüdyoda A kesitinin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.2’da verilmiştir.

Tablo 6.2 Duvar kesiti “A” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Duvar Kesiti A’nın Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	51	66	77	83	87	89	Rw=77 dB
NR20 (dB) Kabul	39	31	24	20	17	14	39.8 dB

Edilebilir Fon Gürültüsü							
Duvar Kesiti A'nın İzin Verdiği En Yüksek Gürültü Düzeyi (dB)	90	97	101	103	104	103	109 dB

Tez çalışması sırasında yapı kabuğu olarak kullanılacak stüdyo duvarları tasarlanırken yapıya gelen gürültü düzeyinin 85 dB (80 dBA) olduğu öngörülmüştü. Çalışmada tasarlanan “A” kesiti stüdyoda uygulandığında toplamda 109 dB’e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

Stüdyoda B kesitinin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.3’te verilmiştir.

Tablo 6.3 Duvar kesiti “B” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Duvar Kesiti B'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	62	71	77	82	86	85	Rw=80 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB
Duvar Kesiti B'nin İzin Verdiği En Yüksek	101	102	101	102	103	99	109.2 dB

Gürültü Düzeyi (dB)							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

Stüdyoda “B” kesitinin uygulanması durumunda toplamda 109.2 dB’e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

Duvar kesiti “C” nin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.4’te verilmiştir.

Tablo 6.4 Duvar kesiti “C” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Duvar Kesiti C’nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	63	71	76	81	85	85	Rw=80 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB
Duvar Kesiti C’nin İzin Verdiği En Yüksek Gürültü Düzeyi (dB)	102	102	100	101	102	99	108.9

“C” kesitinin stüdyo tasarımında kullanılması durumunda toplamda 108.9 dB’e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

Duvar kesiti “G” nin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.5’te verilmiştir.

Tablo 6.5 Duvar kesiti “G” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Duvar Kesiti G'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	42	69	83	88	93	94	Rw= 73 dB
NR20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39.8 dB
Duvar Kesiti G'nin İzin Verdiği En Yüksek Gürültü Düzeyi (dB)	81	100	107	108	110	108	114.5

“G” kesitinin stüdyo tasarımında kullanılması durumunda toplamda 114.5 dB'e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

6.2 Döşeme İçin Tasarlanan Kesitlerin Sonuçlarının İncelenmesi

Bölüm 6'da belirlenen kabul edilebilir arka plan gürültüsü seviyesi ile stüdyo hacmine gelen gürültü seviyesine göre döşemenin sağlaması gereken toplam ses geçiş kaybı değerine değinilmişti. Tablo 6.6'da frekansa göre döşeme kesitinin sağlaması gereken frekansa göre ses geçiş kaybı değerleri verilmiştir. Kesitin sağlaması gereken en düşük ses geçiş kaybı değerinin 55.4 dB olduğu görülmüştür.

Tablo 6.6 Döşeme kesitlerinin frekansa göre sağlaması gereken minimum ses geçiş kayıpları

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi dB / dBA
Döşemden Gelen Konuşma Gürültüsü (dB)	65,0	69,6	74,8	71,8	63,8	57,3	78 / 75.4
NR20 Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü (dB)	39	31	24	20	17	14	39.8 dB
Döşeme Kesitinin Sağlaması Gereken Min. Ses Geçiş Kaybı(dB)	26	38,6	50,8	51,8	46,8	43,3	55,4 dB

Stüdyonun üst katında bulunan konuttaki konuşma sesinden etkilenen döşeme/tavan kesitlerinde betonarme döşeme ve üzerindeki kauçuk üzeri şap ile yapılan yüzer döşeme sabit tutulmuş, asma tavanda kullanılan malzemelerin özellikleri değiştirilerek kesitler tasarlanmıştır. Aynı taşıyıcılara (hafif çelik ızgara sistem) sahip X ve Y kesitlerinde, farklı malzemeler kullanılsa da yaklaşık olarak aynı yalıtım değerleri sağlanmıştır. Ancak farklı bir taşıyıcı (neopren -sentetik kauçuk- çelik yaylı askı) sistemin kullanıldığı Z kesitinin yalıtım değerinin diğer iki kesitten daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tasarlanacak bir stüdyoda X kesitinin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.7’de verilmiştir.

Tablo 6.7 Döşeme kesiti “X” e göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Döşeme Kesiti X'in Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	67	59	67	74	82	87	Rw=71 dB
N20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39,8 dBA
Döşeme Kesiti X'in İzin Verdiği En Yüksek Gürültü Düzeyi (dB)	106	90	91	94	99	101	108 dB

Tez çalışması sırasında stüdyonun tavanı ve üst kat döşemesi tasarlanırken üst kattaki konut yapısından stüdyoya gelen konuşma sesinin düzeyinin 78 dB (75.4 dBA) olduğu öngörülmüştü. Çalışmada tasarlanan “X” kesiti stüdyoda uygulandığında toplamda 108 dB’e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

Stüdyoda Y kesitinin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.8’de verilmiştir.

Tablo 6.8 Döşeme kesiti “Y” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Döşeme Kesiti Y'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	67	59	67	74	81	86	Rw=71 dB
N20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39,8 dBA
Döşeme Kesiti Y'nin İzin Verdiği En Yüksek Gürültü Düzeyi (dB)	106	90	91	94	98	100	107.8 dB

Stüdyoda “Y” kesitinin uygulanması durumunda toplamda 107.8 dB’e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

Döşeme kesiti “Z” nin kullanılması durumunda her frekansta bu kesitin izin verdiği maksimum gürültü düzeyi Tablo 6.9’da verilmiştir.

Tablo 6.9 Döşeme kesiti “Z” ye göre en yüksek kabul edilebilir gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Toplam Ses Düzeyi
Döşeme Kesiti Z'nin Sağladığı Ses Geçiş Kaybı (dB)	67	71	84	93	100	99	Rw=85 dB

N20 (dB) Kabul Edilebilir Fon Gürültüsü	39	31	24	20	17	14	39,8 dBA
Döşeme Kesiti Z'nin İzin Verdiği En Yüksek Gürültü Düzeyi (dB)	106	102	108	113	117	113	120 dB

“Z” kesitinin stüdyo tasarımında kullanılması durumunda toplamda 120 dB’e kadar gelecek gürültülere karşı stüdyo hacmini koruyabileceği görülmektedir.

6.3 Bölme Elemanı İçin Tasarlanan Kesitlerin Sonuçlarının İncelenmesi

Bölüm 4’te BGKKHY’ye göre ses kayıt stüdyolarının gürültüye karşı hassasiyetleri ve kesitlerin sağlaması gereken yalıtım değerlerine değinilmiştir. Yönetmeliğin eklerinden EK 3-2’de kaynak ve alıcı odası özelliklerine göre sağlanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerleri gösterilmiştir. Kaynak odasının performans odası, alıcı odasının kontrol odası olduğu durumda, performans odasında orta seviye gürültü üretildiği ve kontrol odasının gürültüye karşı hassasiyet derecesi “II” olduğu kabul edilmiştir. Akustik performans sınıfı da B seçildiğinde sağlanması gereken en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değerinin $D_{nT,A}=55$ dB olması gerektiği görülmüştür. Yine yönetmelikte basitçe R_w değerinden 3 dB çıkarıldığında $D_{nT,A}$ değerine eşit olduğunun kabul edilebileceği notu mevcuttur. Bu durumda simülasyon programında tasarlanan kesitlerden D kesiti için;

$$R_w = 56 \text{ dB}$$

$$D_{nT,A} = R_w - 3 = 56 - 3 = 53 \text{ dB}$$

E kesiti için;

$$R_w = 56 \text{ dB}$$

$$D_{nT,A}=R_w-3 = 56-3= 53 \text{ dB}$$

F kesiti için;

$$R_w= 59 \text{ dB}$$

$$D_{nT,A}=R_w-3 = 59-3= 56 \text{ dB}$$

Stüdyo içi bölme elemanı için tasarlanan kesitler incelendiğinde, yönetmelikte belirtilen $D_{nT,A}$ değerini yalnızca F kesitinin sağladığı ve diğer iki kesitin yeterli ses yalıtım değerine sahip olmadığı görülmüştür.



Bu tez çalışmasında INSUL simülasyon programında, programdaki malzemeler kullanılarak duvar ve döşeme kesitleri tasarlanmıştır. Malzemeler seçilirken ülkemizde bulunabilecek uygulamaya yönelik tasarımlar yapılmaya çalışılmıştır. Programda olmayan bazı malzemeler özellikleri ile programa eklenmiştir. Kullanılan programın sınırlılıkları değerlendirilmiş ve çok katmanlı kesitlerde hata payının fazla olabileceği konusu göz önünde bulundurulmuştur.

Yapı kabuğu için tasarlanan duvar kesitlerinde her dört kesitin sağladığı yalıtım değeri de Bölüm 5'te değinilen, yapı kabuğunun sağlaması gereken en düşük ses geçiş kaybı değerinden büyük olduğu için kesitlerin yeterli ses yalıtım değerine olduğu görülmüştür. Toplam frekanslara göre tasarlanan kesitler incelendiğinde 4 kesit de aynı gürültü düzeyi için stüdyoyu koruyabilmektedir. Ancak frekans bazında incelendiğinde toplam değerde en iyi yalıtımı sağlayan ve tuğla kullanılan tek kesit olma özelliğini taşıyan G kesitinin 125 Hz'te en düşük yalıtım değerine sahip olduğu görülmüştür. Kabul edilebilir ses yalıtım değerini sağlamakla birlikte frekans bazında A ve G kesitlerinin alçak frekanslarda B ve C kesitlerine göre daha zayıf olduğu görülmüştür.

Döşemeler için tasarlanan her üç kesitin sağladığı yalıtım değeri de yine Bölüm 5'te değinilen, döşemenin sağlaması gereken en düşük ses geçiş kaybı değerinden büyük olduğu için kesitlerin uygun olduğu görülmüştür.

Standart konuşma gürültüsü için izin verilen maksimum gürültü düzeyine göre tasarlanan döşeme kesitleri incelendiğinde Z kesitinin X ve Y'den daha yüksek düzeydeki gürültülere karşı stüdyoyu koruyabildiği görülmektedir. Bu da esnek bağlantı elemanları kullanılan kesitlerin ses yalıtımı açısından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Bu çalışmada döşemeler için sadece konuşma gürültüsü hesaba katılmıştır. Ancak konut işlevli yapılarda zaman zaman yüksek müzik, gürültülü ev aletleri (elektrik

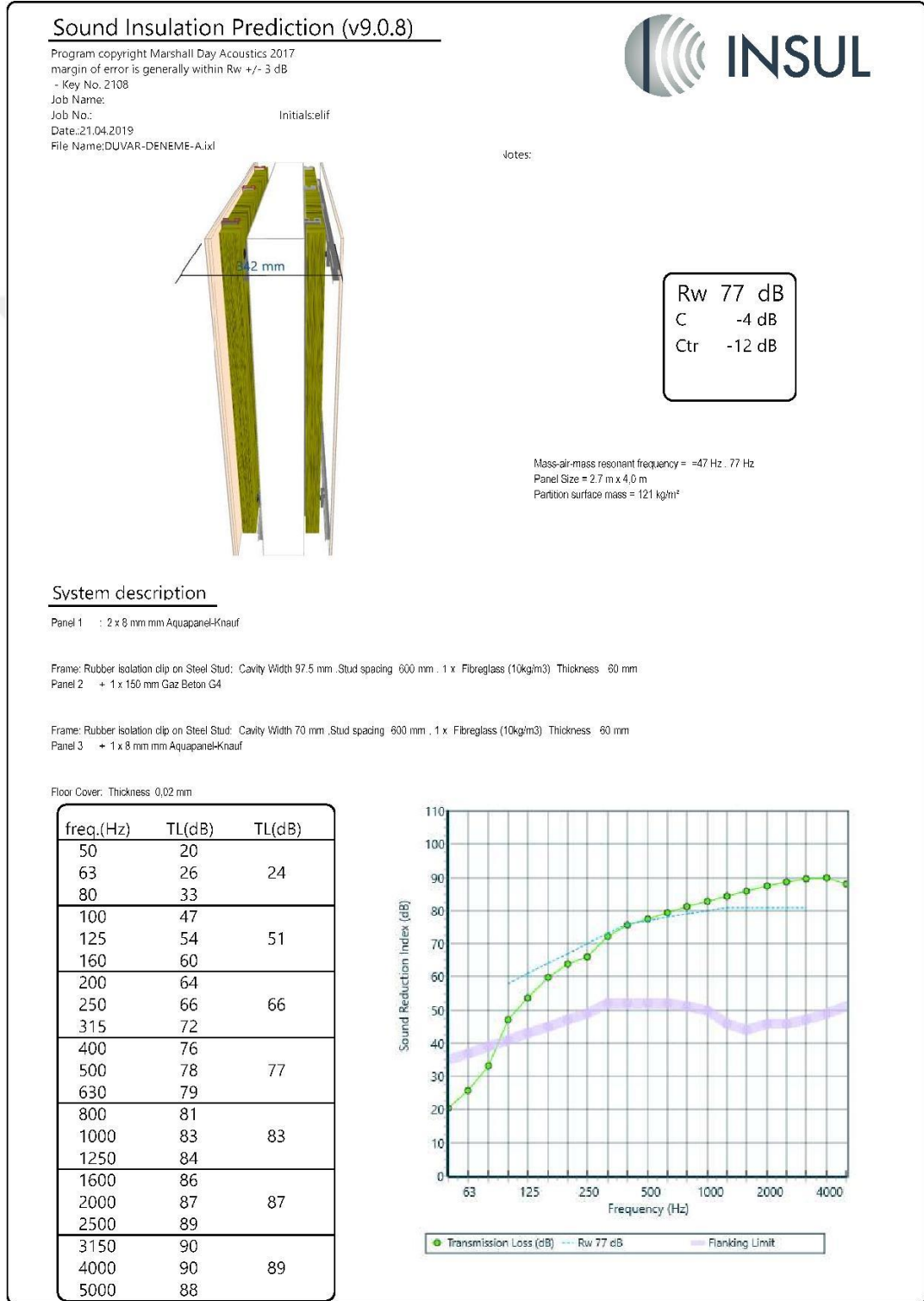
süpürgesi, çamaşır makinesi vs.), tadilatlar sırasında üretilen gürültüler gibi konuşma gürültüsünden çok daha yüksek düzeylere sahip gürültüler üretilebilmektedir. Ayrıca farklı işlevlerin bir arada olduğu yapılarda katıya geçen gürültülerin yapı taşıyıcı sistemi yoluyla enerjisini fazla kaybetmeden iletileceği de göz önünde tutulmalı ve katı doğuşlu gürültülere karşı da yeterli önlemler alınmalıdır.

Bileşik cidarlı bölme elemanları için tasarlanan kesitlerde kesitin yalıtımı zayıf olan kesitin yalıtımıyla belirlendiği için duvar kesiti tüm bileşik cidar kesitlerinde sabit tutulmuş cam kesitleri (çift katmanlı, üç katmanlı) değiştirilmiştir. Cam malzemenin özelliklerinin aynı olduğu ancak kalınlıklarının farklı olduğu çift ve üç katmanlı cam kesitleri kullanılmıştır. Katman sayısı ve katmanlar arasında bırakılan hava boşluğu arttıkça kesitin yalıtım değerinin de arttığı görülmüştür. INSUL simülasyon programıyla ve ampirik yöntemlerle yapılan hesaplarla ise neredeyse aynı sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür.

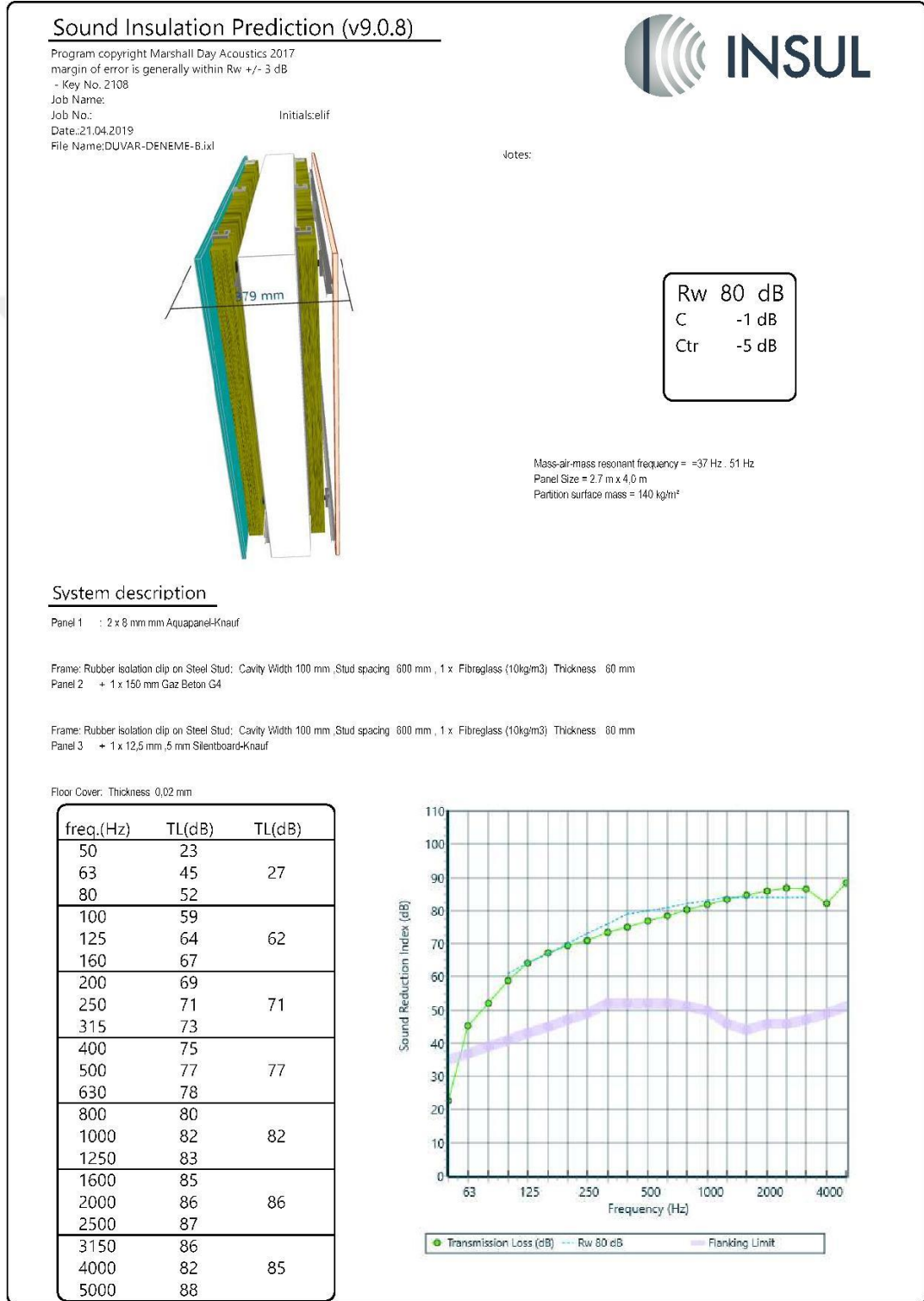
Bu tez çalışmasında duvar ve döşeme kesitlerinin simülasyon yoluyla ses geçiş kaybının hesabında rezonans etkisi göz ardı edilmiştir. Güvenli tarafta kalmak için elde edilen sonuçlara 5 dB eklenerek tasarımlar değerlendirilebilir. Döşemelerin ses geçiş kaybı hesabında katı doğuşlu gürültüler hesaba katılmamıştır. İlerdeki çalışmalarda bu konu da dikkate alınmalı ve uygun kesitlerde tasarımlar yapılmalıdır. Hesaplamalarda ayrıca performans hacimlerinin yüzey yutuculuklarının fazla olması gerektiği için hacim içindeki yansımalar nedeniyle gürültü düzeyindeki artış da göz ardı edilmiştir.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında gerek düşey bölücüler olan duvarlarda gerekse yatay bölücüler olan döşemelerde kesit özelliklerine bakıldığında kesitteki gereçlerin ses yalıtım özellikleri ve katmanlar arası hava boşluğu, esnek taşıyıcılar ve esnek bağlantı parçalarının ses yalıtımına önemli katkıları olduğu görülmüştür.

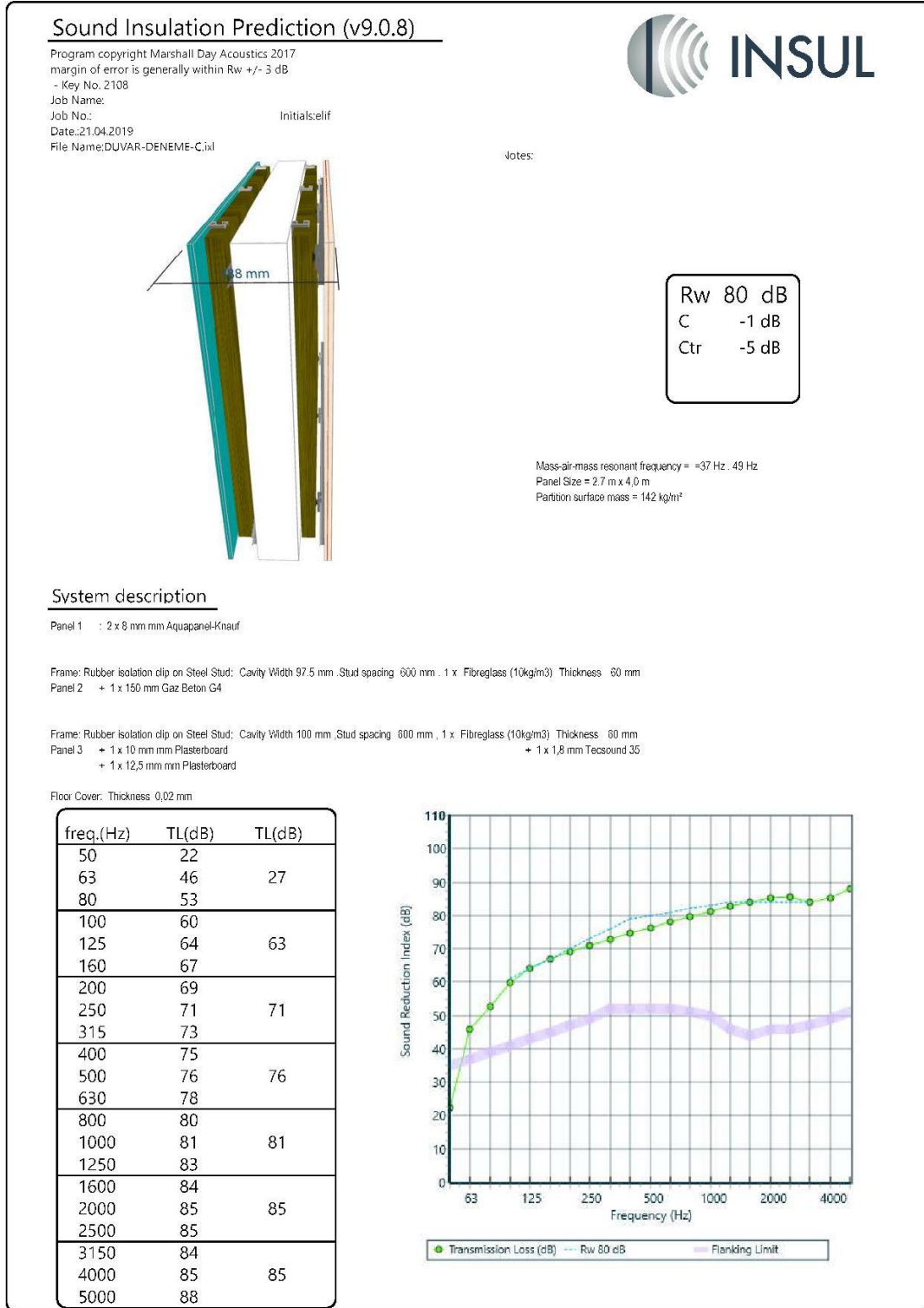
“A” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI



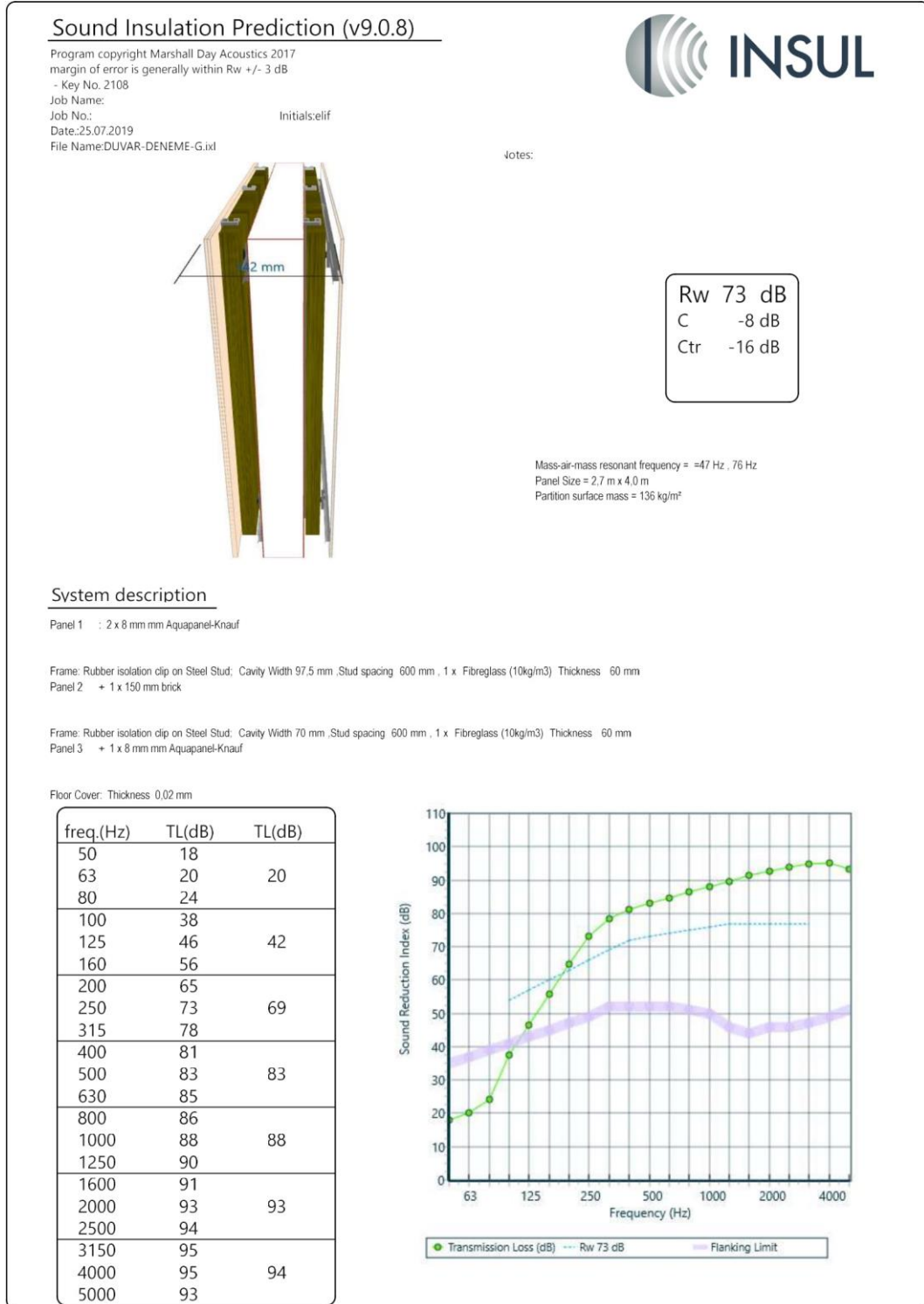
“B” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI



“C” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI



“G” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI



“X” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI

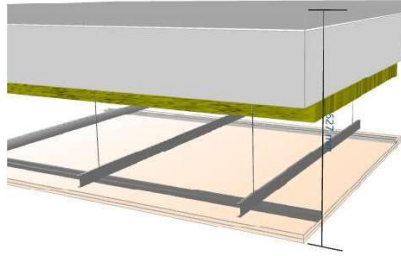
Sound Insulation Prediction (v9.0.8)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
- Key No. 2108
Job Name:
Job No.:
Date: 6.05.2019
File Name: TAVAN-1.jxl

Initials: elif



Notes:



R_w 71 dB
C 0 dB
Ctr -4 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 21 Hz
Panel Size = 2.7 m x 4.0 m
Partition surface mass = 516 kg/m²

System description

Panel 1 : 1 x 50 mm Concrete
+ 1 x 200 mm mm Concrete Block

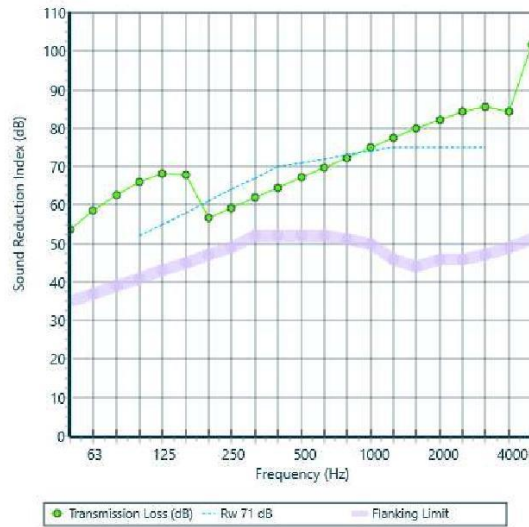
+ 1 x 5 mm Rubber

Frame: Suspended Light Steel Grid; Cavity Width 350 mm; Stud spacing 600 mm; 1 x Fibreglass (10kg/m³) Thickness 60 mm

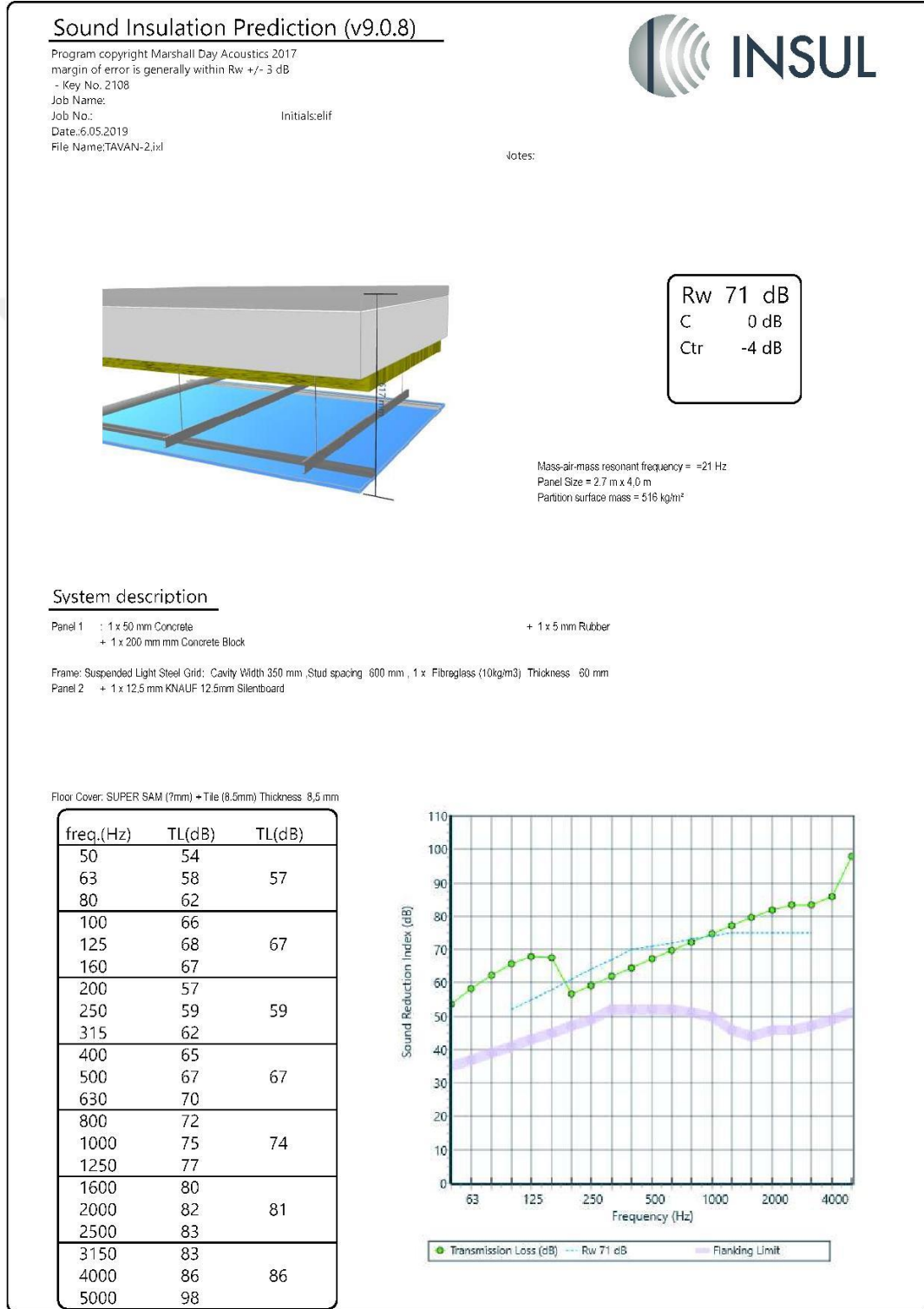
Panel 2 : + 1 x 10 mm mm Plasterboard
+ 1 x 10 mm mm Plasterboard

Floor Cover: SUPER SAM (7mm) + Tile (8.5mm) Thickness 8.5 mm

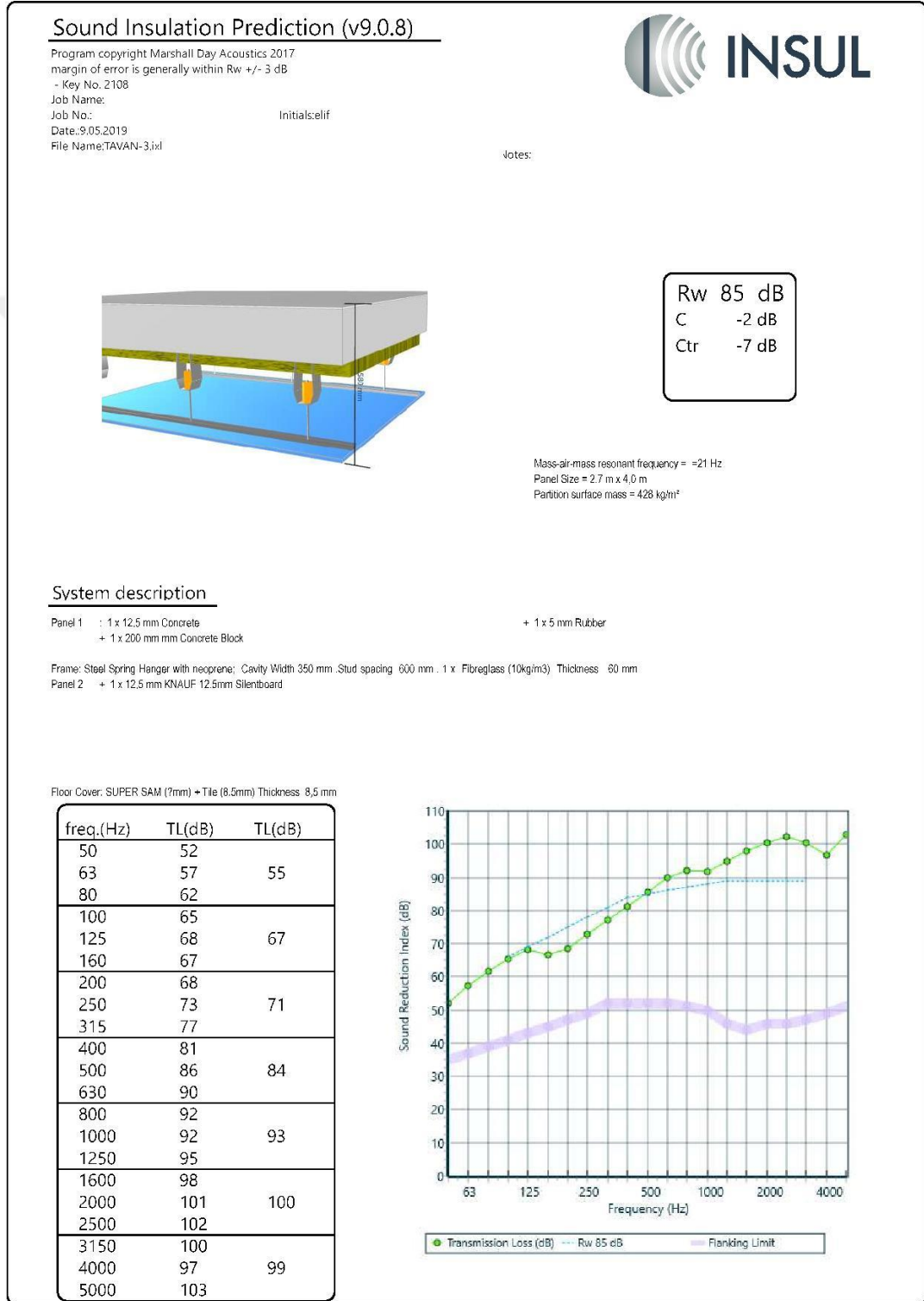
freq.(Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	54	
63	58	57
80	63	
100	66	
125	68	67
160	68	
200	57	
250	59	59
315	62	
400	65	
500	67	67
630	70	
800	72	
1000	75	74
1250	77	
1600	80	
2000	82	82
2500	84	
3150	86	
4000	84	87
5000	102	



“Y” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI



“Z” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI



“D” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI

Composite TL calculator (v<Com.8)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
- Key No. 2108

Job Name:

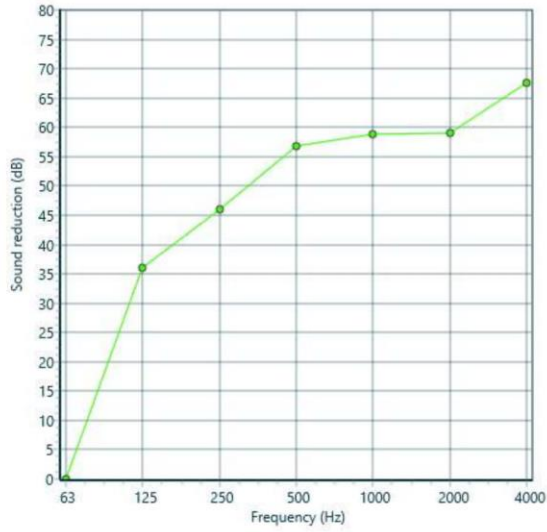
Job No.:

Date: 20.06.2019

File Name:

Initials: elif

Notes:



R_w 56 dB
C -2 dB
Ctr -7 dB

Element	Area	Octave band centre frequency (Hz)							R_w	C.Ctr
		63	125	250	500	1k	2k	4k		
cam d	2	0	0	0	0	0	0	0	46	-2;-7
duvar	18	0	0	0	0	0	0	0	73	-1;-5
Total	20	0	0	0	0	0	0	0	56	-2;-7

“E” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI

Composite TL calculator (v<Com.8)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
- Key No. 2108

Job Name:

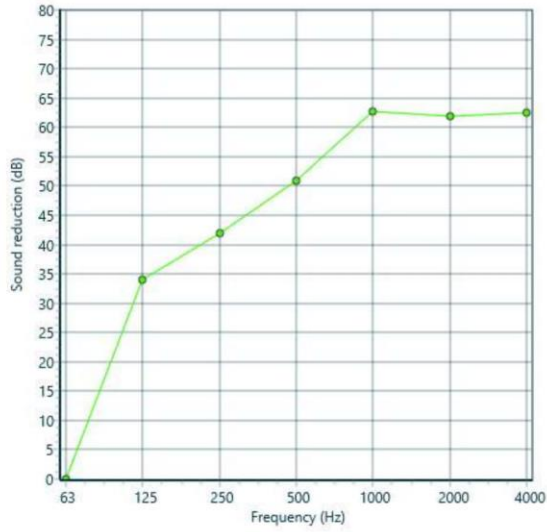
Job No.:

Date:20.06.2019

File Name:

Initials:elif

Notes:



R_w 53 dB
C -2 dB
Ctr -7 dB

Element	Area	Octave band centre frequency (Hz)							R_w	C.Ctr
		63	125	250	500	1k	2k	4k		
cam e	2	0	0	0	0	0	0	0	43	-2;-7
duvar	18	0	0	0	0	0	0	0	73	-1;-5
Total	20	0	0	0	0	0	0	0	53	-2;-7

“F” KESİTİ İÇİN SİMÜLASYON PROGRAMI ÇIKTISI

Composite TL calculator (v<Com.8)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
- Key No. 2108

Job Name:

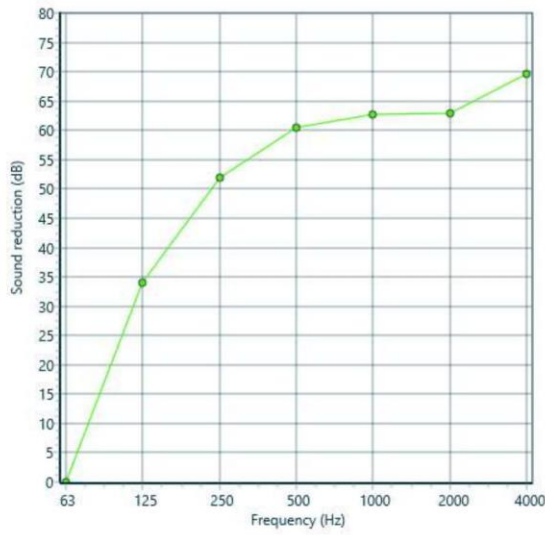
Job No.:

Date:20.06.2019

File Name:

Initials:elif

Notes:



Rw 59 dB
C -5 dB
Ctr -11 dB

Element	Area	Octave band centre frequency (Hz)							Rw	C.Ctr
		63	125	250	500	1k	2k	4k		
cam e	2	0	0	0	0	0	0	0	49	-5;-11
duvar	18	0	0	0	0	0	0	0	73	-1;-5
Total	20	0	0	0	0	0	0	0	59	-5;-11

REFERANSLAR

- [1] V. Ginsburgh, Handbook of the Economics of Art and Culture, Amsterdam: North-Holland, 2014.
- [2] Study.com, URL: <https://study.com/academy/lesson/what-is-the-music-industry-definition-facts.html> (Erişim zamanı; Nisan, 13, 2019).
- [3] Wikipedia, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Music_industry (Erişim zamanı; Mayıs, 1, 2019).
- [4] M. Long, Architectural Acoustics, Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2006.
- [5] A Brief History of Recording to ca. 1950, URL: http://www.charm.rhul.ac.uk/history/p20_4_1.html (Erişim zamanı; Nisan, 13, 2019).
- [6] Timetoast, The history of recorded music timeline, URL: <https://www.timetoast.com/timelines/51727> (Erişim zamanı; Nisan, 13, 2019)
- [7] Bell-Tainter Graphophone, URL: <http://www.edisontinfoil.com/bell.htm> (Erişim zamanı; Nisan, 13, 2019).
- [8] Fine Art America, Kinetophone, 1895, Granger, URL: <https://fineartamerica.com/featured/kinetophone-1895-granger.html> (Erişim zamanı; Nisan, 13, 2019).
- [9] Adorama, Home Recording Studio Setup: Essential Equipment for Recording Music, URL: <https://www.adorama.com/alc/home-recording-studio-setup-essential-equipment-for-recording-music> (Erişim Zamanı; Nisan, 21, 2019).
- [10] B.Harris, Home Studio Setup: Everything You Need to Know from Equipment to Acoustics, Burlington, MA: Elsevier, 2009.
- [11] Adorama, URL: <https://www.adorama.com/alc/8-careers-in-music-production-you-should-know-about> (Erişim zamanı; Mayıs, 1, 2019).
- [12] R.E.Runstein, Modern Recording Techniques, Burlington, MA: Elsevier, 2010
- [13] Arda Yavuz, "Ses Kayıt Stüdyosu Tasarımı ve Mimari Akustik", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- [14] G. L. Augspurger, "Control Room Design: The Monitoring Environment", Acoustics Today, cilt 9, sayı 2, s. 15-20, Nisan 2013.
- [15] A. N. Burd, C. L. S. Gilford, and N. F. Spring, Data for the acoustic design of studios, BBC Engineering Monograph, Sayı 64, Kasım 1966.
- [16] J. Voetmann, "50 Years of Sound Control Room Design", Forum Acusticum 2005, Budapeşte, 1-12, (2006).
- [17] MasteringBOX, URL: <https://www.masteringbox.com/vocal-booth/> (Erişim zamanı; Haziran, 9, 2019).

- [18] African Music Institute, <http://www.africanmusic-institute.org/campus-ami-2/campus-facilities/recording-studios/?lang=en> (Erişim zamanı; Temmuz, 30, 2019).
- [19] Far Heat, URL: <http://farheath.com/studio/floorplan> (Erişim zamanı; Temmuz, 30, 2019).
- [20] MC34, URL: <https://mc34.com/production/the-cabin/> (Erişim zamanı; Temmuz, 30, 2019).
- [21] Red Rock Recording, URL: <https://www.redrockrecording.com/studio> (Erişim zamanı; Temmuz, 30, 2019).
- [22] I. R. Sinclair, Audio and Hi-Fi Handbook, Massachusetts: Newness, 1998.
- [23] Better Sound Proofing, URL: <https://bettersoundproofing.com/diy-sound-diffuser/> [Erişim zamanı; Haziran, 6, 2019]
- [24] "MyRoom" acoustic design, URL: <https://repforums.prosoundweb.com/index.php?topic=991.0> (Erişim zamanı; Haziran, 9, 2019)
- [25] Full English, How to build an acustic diffuser, URL: <https://fullenglish.co/blog/2017/2/21/how-to-build-an-acoustic-diffuser> [Erişim zamanı; Haziran, 18, 2019]
- [26] Engineering Toolbox, Noise Criterion, URL: https://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_725.html (Erişim zamanı; Haziran, 15, 2019).
- [27] Engineering Toolbox, Noise Rating, URL: https://www.engineeringtoolbox.com/nr-noise-rating-d_60.html (Erişim zamanı; Haziran, 15, 2019).
- [28] T.C. Resmii Gazete, "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik", 31 Mayıs 2017, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/05/20170531-7.htm>. [Erişim tarihi: Şubat, 17, 2019].
- [29] P. Newell, Recordind Studio Design, Massachusetts: Elsevier, Focal Press, 2012.
- [30] N. İlgürel, "Ses Kayıt Stüdyolarının Akustik Tasarımı", Ege Mimarlık, sayı 89-90, sf. 20-23, Nisan 2015.
- [31] King Hill Records, King Hill Sound coming to PTX, URL: <https://kingshillrecords.com/2018/07/09/kings-hill-sound-coming-to-pdx/> (Erişim zamanı; Haziran, 18, 2019).
- [32] D. Adler, Metric Handbook Planning and Design Data, Oxford, Architectural Press, 1999.
- [33] Çevre Koruma İBB, URL: <https://cevrekoruma.ibb.gov.tr/Gurultu/Sayfalar/52/Birlestirilmis> (Erişim zamanı; 19 Mayıs 2019).

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

İletişim Bilgisi: elifgucar@gmail.com

Makaleler

1. E. G. Uçar, N. İlgürel, “Ses Kayıt Stüdyolarında Bölme Elemanlarının Ses Yalıtımının Sağlanması”, İzoder, sayı 139, Eylül-Ekim 2019

