

**TELEVİZYON STÜDYOLARINDA MİMARİ AKUSTİK TASARIM
KRİTERLERİ VE BİR ÖRNEK ÇALIŞMA:
EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI
TELEVİZYON STÜDYOSU**

Merve DOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2012
ANKARA**

**TELEVİZYON STÜDYOLARINDA MİMARİ AKUSTİK TASARIM
KRİTERLERİ VE BİR ÖRNEK ÇALIŞMA:
EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI
TELEVİZYON STÜDYOSU**

Merve DOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2012
ANKARA**

Merve DOĞAN tarafından hazırlanan “TELEVİZYON STÜDYOLARINDA MİMARİ AKUSTİK TASARIM KRİTERLERİ VE BİR ÖRNEK ÇALIŞMA: EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI TELEVİZYON STÜDYOSU” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Füsun DEMİREL

.....

Tez Danışmanı, Mimarlık Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aysu AKALIN

.....

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Füsun DEMİREL

.....

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Nizami AKTÜRK

.....

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 09 / 02 / 2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Merve DOĞAN

**TELEVİZYON STÜDYOLARINDA MİMARİ AKUSTİK TASARIM
KRİTERLERİ VE BİR ÖRNEK ÇALIŞMA:
EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI
TELEVİZYON STÜDYOSU
(Yüksek Lisans Tezi)**

Merve DOĞAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2012

ÖZET

Televizyon stüdyoları, sesin kontrol edilmesi ve düzenlenmesinin önemli bir gereklilik olduğu mekanlardır. Gerekli akustik düzenlemelerin yapılmaması durumunda ortaya çıkabilecek kontrolsüz yansımalar ve olması gereken değerlerin üzerindeki reverberasyon süresi, yayın sırasında olumsuz etkiler yaratacaktır.

Bu tezde; genel olarak televizyon stüdyolarının tarihsel gelişimi, işlevi ve işleyişiyle birlikte mimari özellikleri ele alınmıştır. Daha sonra televizyon stüdyolarının, yapı akustiği tasarım parametreleri kapsamında duvar, döşeme, tavan, kapı, pencere gibi yapı bileşenleri, hacim akustiği tasarım parametreleri kapsamında hacmin biçimi ve boyutlandırılması, reverberasyon süresi, arka plan gürültü düzeyi, ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların dağılımı incelenmiştir. Bu parametreler ulusal ve uluslar arası yönetmelikler ile desteklenerek televizyon stüdyoları için mimari akustik performans kriterleri oluşturulmuştur.

Örnek çalışma kapsamında Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosunun incelenen parametreler doğrultusunda Insul (v 6.4.12) ve Odeon (v 10.02) simülasyon programları kullanılarak mevcut durum analizi yapılmıştır. Bu analizler ile yerinde yapılan çevresel gürültü düzeyi, arka plan gürültü düzeyi, yapı elemanlarının ses geçiş kaybı ve reverberasyon süresi ölçümlerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi yapılmıştır. Bu örnek dahilinde uygun olmayan durumlar için iyileştirmeye yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Bilim Kodu : 804.1.040
Anahtar Kelimeler : Akustik, Yapı akustiği, Hacim akustiği, Televizyon Stüdyoları, Yayın stüdyoları
Sayfa Adedi : 157
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Füsun DEMİREL

**ARCHITECTURAL ACOUSTIC DESIGN CRITERIA FOR TELEVISION
STUDIOS AND A CASE STUDY: TELEVISION STUDIO OF
GENERAL DIRECTORATE OF EDUCATION TECHNOLOGIES (EĞİTEK)
BUILDING
(M.Sc. Thesis)**

Merve DOĞAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
February 2012**

ABSTRACT

Television studios are important spaces where sound control and sound arrangements are necessary. If proper arrangements are not applied, uncontrolled reflections and high reverberation time value over than preferred may occur, which will adversely effect broadcasting.

In this study, historical development of television studios with the architectural features, functions and operations have been discussed. After that, in television studios, building acoustic design parameters contents; building components such as walls, floors, ceilings, doors and windows, room acoustic design parameters contents; shape and dimensions of room, reverberation time, background noise level, sound reflector, absorber and scatter-diffusor distribution have been analyzed. All these parameters have been supported by national and international regulations and architectural acoustic performance criteria have been established for television studios.

In this case study, according to examined parameters, current situation of Television Studio of General Directorate of Education Technologies (Eğitek) has been analyzed with Insul (v 6.4.12) and Odeon (v 10.02) simulation programs. A

comparative assessment, with the environmental noise level, background noise level, sound transmission loss and reverberation time measurements have been made. As a result of this case study recommendations for improving adverse situations have been presented.

Science Code : 804.1.040

Key Words : Acoustics, Building acoustics, Room acoustics, Television Studios, Broadcast studios

Page Number: 157

Adviser : Prof. Dr. Füsün DEMİREL

TEŞEKKÜR

Çalışmamda değerli yorum ve önerileri ile katkıda bulunan tez danışmanım Sayın Prof.Dr.Fusun DEMİREL'e; seminer jürimdeki değerli katkılarından dolayı Sayın Prof.Dr.Demet IRKLI ERYILDIZ ve Sayın Prof.Dr.Nizami AKTÜRK'e, örnek çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Eğitim Yayınları Daire Başkanı Oğuz ERBİL'e ve stüdyo çalışanlarına; 48/2010-01 no'lu BAP projesi kapsamında ölçüm cihazlarına ulaşmamızı sağlayan Gazi Üniversitesi'ne; çalışma yaşamımda iş yükümü paylaşan müdürüm Sayın Ahmet AKIN'a ve çalışma arkadaşlarıma; akustik ölçüm ve simülasyon programları konusunda bilgilerini paylaşan Sayın Alper AKGÜL, Hakan DİLMEN ve Onur AKAYDIN'a; TRT stüdyoları ile ilgili bilgi sahibi olmamı sağlayan Sayın Ali BEŞEN ve Hakan ALKAN'a; tez ve ölçüm çalışmalarında beraber çalışmaktan onur duyduğum ekip arkadaşlarım Rıza TÜRKMEN, Zuhal ÖZÇETİN, N.Esra ÖZKARTAL, S.Gül İLİSULU ve Sümeyra PEKTAŞ'a; bu süreçte anlayışı ve desteklerinden dolayı nişanlım Ekrem GÖRKEM'e; maddi ve manevi desteklerini bana her zaman hissettiren AİLEME teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. TV STÜDYOLARI VE AKUSTİK TASARIM KRİTERLERİ	3
2.1. TV Stüdyolarının Tarihsel Gelişimi, İşleyişi ve İşlevi.....	3
2.2. TV Stüdyolarının Mimari Özellikleri.....	7
2.3. TV Stüdyolarında Yapı Akustiği Tasarım Kriterleri.....	13
2.3.1. Havada yayılan sesin iletimi ve denetimi.....	14
2.3.2. Darbe kaynaklı sesin iletimi ve denetimi	39
2.4. TV Stüdyolarında Hacim Akustiği Tasarım Kriterleri.....	51
2.4.1. Hacmin biçimlenişi ve boyutlandırılması.....	52
2.4.2. Reverberasyon süresi.....	53
2.4.3. Arka plan gürültü düzeyi	60
2.4.4. Ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların dağılımı	67
2.5. TV Stüdyolarının Akustik Tasarım Parametrelerine Yönelik Mevzuatlar..	87

Sayfa

2.6. TV Stüdyolarının Akustik Tasarım Parametrelerine Yönelik Performans Kriterleri	91
3. ÖRNEK ÇALIŞMA: EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI TELEVİZYON STÜDYOSU	96
3.1. Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası Televizyon Stüdyosu Genel Bilgileri.....	96
3.2. Stüdyonun Yapı Akustiği Kriterleri Açısından Bilgisayar Benzetim ve Ölçüm Yöntemi ile Analizi	104
3.2.1. Değerlendirmede kullanılan yapı akustiği performans kriterleri.....	104
3.2.2. Bilgisayar benzetim yöntemi ile analiz	105
3.2.3. Ölçüm yöntemi ile analiz.....	109
3.2.4. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	116
3.3. Stüdyonun Hacim Akustiği Kriterleri Açısından Bilgisayar Benzetim ve Ölçüm Yöntemi ile Analizi	119
3.3.1. Değerlendirmede kullanılan hacim akustiği performans kriterleri..	119
3.3.2. Bilgisayar benzetim yöntemi ile analiz	120
3.3.3. Ölçüm yöntemi ile analiz.....	126
3.3.4. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	135
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	137
KAYNAKLAR.....	139
EKLER.....	143
EK-1 Insul (v 6.4.12) simülasyon programı ile yapılan analizler	144
EK-2 Odeon (v 10.02) simülasyon programı ile yapılan analizler	154
ÖZGEÇMİŞ.....	157

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Stüdyo türleri ve önerilen boyutlar.	53
Çizelge 2.2. Farklı etkinlik türlerine göre orta frekanslarda optimum T_{mid} değerleri ...	54
Çizelge 2.3. ZDF'nin stüdyolar ve kontrol birimleri için öngördüğü reverberasyon süreleri.....	56
Çizelge 2.4. Tolerans aralığı katsayıları.....	59
Çizelge 2.5. İşlevlere göre NC değerleri ve dBA karşılıkları	64
Çizelge 2.6. Binaların kullanım amacına göre RC ve NCB değerleri	67
Çizelge 2.7. A tipi modüler yutucular	72
Çizelge 2.8. B, C ve D tipi modüler yutucular.....	75
Çizelge 2.9. Stüdyolar için RC ve NCB gürültü düzeyi değerleri	89
Çizelge 2.10. Yapı bileşenleri için ses yalıtım parametreleri.....	89
Çizelge 2.11. Gürültüye duyarlı hacimler ve çok gürültülü hacimler için gerekli havada yayılan ve darbe kaynaklı ses yalıtım değerleri.....	90
Çizelge 2.12. Dış cephe elemanları için havada yayılan ses yalıtımı	90
Çizelge 2.13. Performans kriterleri	92
Çizelge 3.1. Değerlendirmede kullanılan yapı akustiği performans kriterleri	104
Çizelge 3.2. Insul (v 6.4.12) simülasyon programının güvenilirliği	105
Çizelge 3.3. Çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları.....	110
Çizelge 3.4. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı ölçüm sonuçları.....	113
Çizelge 3.5. İç duvar-1 için ses geçiş kaybı ölçüm sonuçları	115
Çizelge 3.6. Yapı akustiği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirmesi ve geliştirilen öneriler .	117
Çizelge 3.7. Değerlendirmede kullanılan hacim akustiği performans kriterleri	120

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.8. 1. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi analiz sonuçları	123
Çizelge 3.9. 2. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi analiz sonuçları	124
Çizelge 3.10. 3. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi analiz sonuçları	126
Çizelge 3.11. Alıcı noktaları için ortalama arka plan gürültü düzeyleri	127
Çizelge 3.12. 1. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçüm sonuçları	130
Çizelge 3.13. 2. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçüm sonuçları	132
Çizelge 3.14. 3. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçüm sonuçları	134
Çizelge 3.15. Hacim akustiği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirmesi	135
Çizelge 3.16. Geliştirilen öneri için simülasyon programı ile analiz sonuçları	136
Çizelge 3.17. Geliştirilen öneri için simülasyon programı ile analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	136

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Televizyon stüdyosu organizasyon şeması	4
Şekil 2.2. Televizyon stüdyosu şeması	7
Şekil 2.3. Büyük yayın stüdyosu örnek yerleşim planı	7
Şekil 2.4. Kütle yasası grafiği	15
Şekil 2.5. Dört farklı mahal çifti için ses basınç seviye farkları	16
Şekil 2.6. Ses yalıtım kriteri	17
Şekli 2.7. Farklı tuğla duvar tipleri için havada yayılan ses basınç seviyesi farkları	19
Şekil 2.8. Farklı blok duvar tipleri için havada yayılan ses basınç seviyesi farkları	20
Şekil 2.9. Ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvarlar için havada yayılan ses basınç seviye farkları	23
Şekil 2.10. Çift katmanlı, ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvar detayı	24
Şekil 2.11. Stüdyo plan düzleminde tek, çift ve üç katmanlı hafif bölme duvar kullanımı	25
Şekil 2.12. Stüdyo kontrol birimlerinde gözlem pencereleri için görüş açısı	28
Şekil 2.13. Alüminyum doğramalı, üç camlı gözlem penceresi detayı.....	29
Şekil 2.14. Tipik çift camlı gözlem penceresi detayı	29
Şekil 2.15. Tekrarlanan ekoyu engellemek amaçlı camların açılı yerleştirilmesi-kesit	30
Şekil 2.16. Kontrol birimleri için dış cephe penceresi detayı	31
Şekil 2.17. Çeşitli conta örnekleri	33
Şekil 2.18. Farklı eşik ve manyetik contaların kullanıldığı kurşun katmanlı kapıların ses azaltım indeksleri ve karşılık geldiği R_w değerleri.....	33

Şekil	Sayfa
Şekil 2.19. Tipik akustik personel kapısı detayı	35
Şekil 2.20. Farklı tip kapıların ses azaltım indeksleri ve karşılık geldiği R _w değerleri	36
Şekil 2.21. Yüzer döşeme uygulamaları	43
Şekil 2.22. Yüzer döşeme detayı.....	45
Şekil 2.23. Kutu içinde kutu prensibi.....	47
Şekil 2.24. Kutu içinde kutu prensibi- tavan uygulaması	49
Şekil 2.25. BBC televizyon ve ses stüdyolarındaki önerilen reverberasyon süreleri.....	55
Şekil 2.26. Kayıt ve televizyon stüdyoları için hacme bağlı reverberasyon süresi....	56
Şekil 2.27. 500- 1000 Hz aralığında stüdyolar için farklı işlevlere yönelik reverberasyon süresi.....	57
Şekil 2.28. Çeşitli aktiviteler için tercih edilen orta frekanstaki (500- 1000 Hz) reverberasyon süreleri	57
Şekil 2.29. Bir yayın stüdyosunda hareketli yutucuların reverberasyon süresine etkisi	58
Şekil 2.30. Reverberasyon süresi tolerans aralığı	59
Şekil 2.31. Dikdörtgen formlu ve duvarları açılı olan hacim içerisinde tekrarlanan eko	60
Şekil 2.32. Stüdyo türleri için arka plan gürültü seviyeleri.....	62
Şekil 2.33. NC eğrileri	63
Şekil 2.34. RC eğrileri.....	65
Şekil 2.35. NCB eğrileri.....	66
Şekil 2.36. Kayıt ve yayın stüdyolarında ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların dağılımı	68
Şekil 2.37. A tipi modüler yutucular için ses yutuculuk katsayıları grafiği.....	73

Şekil	Sayfa
Şekil 2.38. B ve D tipi modüler yutucular için ses yutuculuk katsayıları grafiği	76
Şekil 2.39. Mineral yünü yutucuların hava boşluksuz olarak uygulanması.....	78
Şekil 2.40. Mineral yünü yutucuların hava boşluklu olarak uygulanması.....	79
Şekil 2.41. Geniş bant gözenekli yutucular.....	79
Şekil 2.42. Televizyon stüdyosunda geniş bant gözenekli yutucu uygulaması	80
Şekil 2.43. Hareketli panel yutucu detayı	83
Şekil 3.1. Stüdyo zemin kat planı	99
Şekil 3.2. Stüdyo birinci kat planı.....	99
Şekil 3.3. Stüdyo kesitleri	100
Şekil 3.4. Projede analiz edilen farklı duvar tipleri.....	107
Şekil 3.5. Çevresel gürültü düzeyi ölçüm noktaları	109
Şekil 3.6. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı ölçümleri kaynak ve alıcı konumları....	111
Şekil 3.7. Dış duvar-2 için ölçülen R'_w değerleri.....	113
Şekil 3.8. İç duvar-1 için ses geçiş kaybı ölçümleri kaynak ve alıcı konumları.	114
Şekil 3.9. İç duvar-1 için ölçülen R'_w değerleri.	116
Şekil 3.10. Televizyon stüdyosu ve dekor deposunun 3 boyutlu modeli.....	121
Şekil 3.11. Televizyon stüdyosunun Odeon simülasyon programı iç görünüşleri	121
Şekil 3.12. 1. kaynak alıcı konumu	122
Şekil 3.13. 1. kaynak ve alıcı konumu için 500 ve 1000 Hz'de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı	122
Şekil 3.14. 2. kaynak alıcı konumu	123
Şekil 3.15. 2. kaynak ve alıcı konumu için 500 ve 1000 Hz'de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı	124

Şekil	Sayfa
Şekil 3.16. 3. kaynak alıcı konumu	125
Şekil 3.17. 3. kaynak ve alıcı konumu için 500 ve 1000 Hz’de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı	125
Şekil 3.18. Arka plan gürültü düzeyi ölçümleri için alıcı konumları.....	127
Şekil 3.19. 1. kaynak alıcı konumu	129
Şekil 3.20. 1. kaynak alıcı konumu için ölçülen ortalama reverbersyon süresi grafiği	130
Şekil 3.21. 2. kaynak alıcı konumu	131
Şekil 3.22. 2. kaynak alıcı konumu için ölçülen ortalama reverbersyon süresi grafiği	132
Şekil 3.23. 3. kaynak alıcı konumu	133
Şekil 3.24. 3. kaynak alıcı konumu için ölçülen ortalama reverbersyon süresi grafiği	134
Şekil 3.25. Geliştirilen öneri için 500 ve 1000 Hz’de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı.....	136

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Bir stüdyo çekimi	4
Resim 2.2. Setlerin tavandaki gridlere bağlanarak sabit hale getirilmesi	5
Resim 2.3. Stüdyo prodüksiyon merkezinin kontrol birimleri ile ilişkisi	7
Resim 2.4. Kontrol odası.....	11
Resim 2.5. Master kontrol odası	11
Resim 3.1. Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası ve çevresi.....	97
Resim 3.2. Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binasının Mevlana Bulvarından görünüşü	97
Resim 3.3. Greenbox görünüşü.....	98
Resim 3.4. Duvar bitiş yüzeyi.....	100
Resim 3.5. Stüdyo giriş kapısı	101
Resim 3.6. Dekor giriş kapısı.....	101
Resim 3.7. Kontrol birimleri için gözlem penceresi	102
Resim 3.8. Gözlem penceresinin açılı yerleşimi.....	102
Resim 3.9. Stüdyo döşemesi bitiş yüzeyi.....	103
Resim 3.10. Stüdyo ve sessizlik koridoru tavanı	103
Resim 3.11. Çevresel gürültü düzeyi ölçümleri	110
Resim 3.12. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı ölçümleri	112
Resim 3.13. İç duvar-1 için ses geçiş kaybı ölçümleri.....	115
Resim 3.14. Arka plan gürültü düzeyi ölçümleri	127
Resim 3.15. Ölçüm ekipmanları	128
Resim 3.16. 1. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçümleri.....	129

Resim	Sayfa
Resim 3.17. 2. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçümleri.....	131
Resim 3.18. 3. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçümü	133

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
L_{eq}	Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi
T_m	Reverberasyon süresi
R_w	Ağırlıklı ses azaltma indeksi
R'_w	Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi
R	Ses azaltım indeksi
$R'_{w,res}$	Dış cephe elemanları için ses azaltım indeksi
dB	Desibel - Ses basınç seviyesi birimi
dBA	A-Ağırlıklı ses basınç seviyesi birimi
F	Frekans
Hz	Hertz - frekans birimi
kHz	KiloHertz – frekans birimi
τ	Ses geçiş katsayısı
S	Yüzey alanı
$L'_{n,w}$	Ağırlıklı darbe kaynaklı ses basınç seviyesi
V	Odanın hacmi
A	Yüzeylerin toplam yutuculuğu
C	Orta ve yüksek frekanslı gürültü kaynağı için spektrum adaptasyon terimi
C_{tr}	Düşük ve orta frekanslı gürültü kaynağı için spektrum adaptasyon terimi

Kısaltmalar**Açıklama**

TRT	Türkiye Radyo Televizyon Kurumu
NBC	Ulusal Yayın Şirketi
BBC	İngiliz Yayın Kuruluşu
ZDF	İkinci Alman Televizyonu
ASTM	Amerika Malzeme Tecrübeleri Kurumu
TL	Ses geçiş kaybı
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
DIN	Alman Norm Enstitüsü
MDF	Orta Yoğunluklu Lif Levha
NC	Gürültü düzeyi kriteri
RC	Gürültü düzeyi kriteri
NR	Gürültü düzeyi kriteri
NCB	Dengelenmiş gürültü düzeyi kriteri
HVAC	Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Sistemleri
ANSI	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
ÖFM	Öğretici Film Merkezi
FRGM	Film Radyo Grafik Merkezi
FRTEB	Film-Radyo ve Televizyonla Eğitim Merkezi
EĞİTEK	Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü
CAD	Bilgisayar destekli tasarım

1. GİRİŞ

Kullanıcıların fiziksel-zihinsel sağlıklarının ve performanslarının istenilen düzeyde olabilmesi için, yaşamlarının büyük bölümünü geçirdikleri yapılarda yeterli ısısal, işitsel, görsel konforun ve iyi bir iç hava kalitesinin sağlanması gerekmektedir. Yapılarda işitmenin net bir biçimde duyulması, etkileyici bir biçimde algılanması, gürültü ve titreşimin rahatsız edici etkilerinin önlenmesi akustik kalite ve konforu arttırıcı etkenlerdir. [1, 2].

Bilim ve teknolojinin hızla gelişmesi iletişim teknolojisinin de gelişmesini hızlandırmıştır. Çağımızın en önemli iletişim araçlarından birisi olarak kabul edilen televizyonun keşfiyle stüdyo kavramı ortaya çıkmış ve 20. yüzyılın başlarında ilk temelleri atılmıştır [3].

Televizyon yayıncılığı ülkemizde 1960'lı yılların sonunda başlamasına rağmen günümüze kadar hızla gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Ülkemizde önceleri sadece TRT televizyon kanalları yayın yaparken son yıllarda birçok ulusal televizyon yayın hayatına başlamış, bununla birlikte bölgesel ve yerel televizyon kanalları her ilde yayın hayatına başlamıştır [4].

Çalışmanın amacı; televizyon stüdyoları için mimari akustik tasarım kriterlerini ortaya koyarak örnek bir televizyon stüdyosu için akustik performans kriterlerini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle stüdyoların ortaya çıkışı, gelişimi ve iç mekan düzenlemeleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Çalışmanın devamında, televizyon stüdyoları için yapı akustiği ve hacim akustiği tasarım kriterleri incelenerek literatür çalışması, ulusal ve uluslar arası mevzuatlar çerçevesinde performans kriterleri oluşturulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ise bu performans kriterleri kapsamında, Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosunun, yapı bileşenleri Insul (v 6.4.12), hacim akustiği koşulları ise Odeon (v 10.02) benzetim (simülasyon) programı ile mevcut durum analizi yapılmış ve akustik ölçümlerle birlikte değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, televizyon stüdyoları için;

- Mimari akustik performans kriterlerini,
- Örnek çalışma için mimari akustik bilgisayar benzetim yöntemi analizlerini,
- Ölçüm yöntemi analizlerini ve değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Çalışmanın yöntemi; televizyon stüdyoları için mimari akustik performans kriterleri oluşturulmuştur. Tezde sınırlılıklar çerçevesinde elektro-akustik sistemler ve sahne dekoru, stüdyo mobilyası seçimi konuları araştırma dışında bırakılmıştır. Oluşturulan performans kriterleri kapsamında Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosunun Insul (v 6.4.12) ve Odeon (v 10.02) simülasyon programları ile mevcut durum analizi yapılarak alınan akustik ölçüm sonuçları ile karşılaştırmalı değerlendirmesinin yapılmasıdır.

2. TV STÜDYOLARI VE AKUSTİK TASARIM KRİTERLERİ

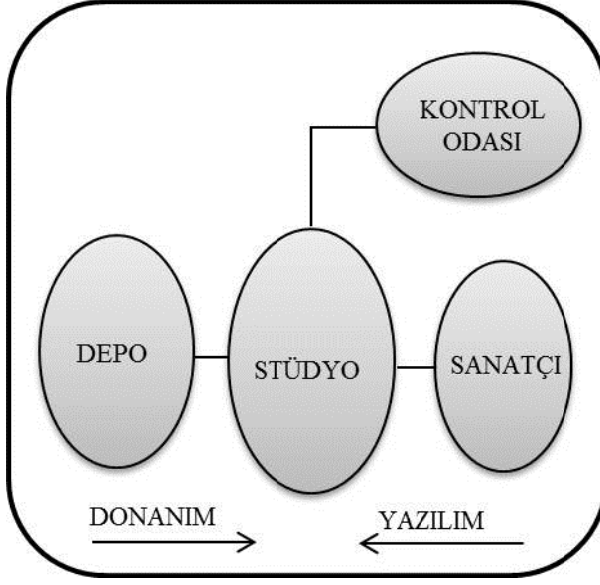
2.1. TV Stüdyolarının Tarihsel Gelişimi, İşleyişi ve İşlevi

Çağımızın en önemli iletişim araçlarından birisi olarak kabul edilen televizyonun keşfiyle stüdyo kavramı ortaya çıkmış ve 20. yüzyılın başlarında ilk temelleri atılmıştır. 1928 yılında NBC (National Broadcasting Company- New York), bir vericiden, yakın mesafedeki alıcıya bir yayın gerçekleştirmiştir. İlk düzenli televizyon yayını 1936'da İngiltere'de başlamıştır. Ancak bu yayınlar büyük kitleler tarafından izlenememiştir. Televizyon çağının gerçek anlamda başlaması 1950'lere dayanmaktadır [3].

Son 20 yıl içerisinde televizyon dünyasında pek çok şey değişmiş, birçok televizyon kanalı çıkmıştır. Dijital teknoloji stüdyo merkezini büyük ölçüde değiştirmiş ve televizyon programları için yeni yollar sağlamıştır [5].

Buna karşın Türkiye'de televizyon tarihi oldukça yenidir. Türkiye Radyo Televizyon Kurumu'nun (TRT) ilk çalışmaları İstanbul Teknik Üniversitesi'nin çatı katında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Arı Sineması ve Orkut Stüdyosu TRT tarafından satın alınarak seyircili programların yapıldığı stüdyolara dönüştürülmüştür. 1990'lı yılların başından itibaren pek çok özel kanal ve buna bağlı olarak televizyon stüdyosunun oluşturulması ile iletişim alanında önemli aşamalar kaydedilmiştir [3].

Stüdyolar, aydınlatma ekipmanlarının asılmasına imkan verecek ve enerji sağlayacak şekilde donatılmış çeşitli prodüksiyonlara (yapım) olanak sağlayan geniş açık alanlar olarak tasarlanmışlardır. Stüdyolar prodüksiyonlar için idealdir, çünkü prodüksiyonları kar ve yağmur gibi hava etkilerinden korurlar, gün içindeki saatten bağımsızdırlar (prodüksiyonlar gündüzmüş gibi aydınlatılabilir) ve ses kontrolü sağlanabilmektedir. Stüdyolar çoğu dramatik yapımlar, haber programları ve talk şovlar için kullanılmaktadırlar. Televizyon stüdyoları, yalın stüdyolardan çok amaçlı dev stüdyolara kadar farklı ebatlarda olmasına rağmen hepsinin ortak özelliği tarifsiz bir atmosferi olmasıdır [6].



Şekil 2.1. Televizyon stüdyosu organizasyon şeması [7]



Resim 2.1. Bir stüdyo çekimi [8]

İlk bakışta, bir stüdyo ıssız bir depo gibi bir izlenim uyandırabilir. Stüdyolar genellikle kayıt sırasında istenmeyen sesleri engellemek için iyi yalıtılırlar. Akustik yutucu uygulanmış duvarlar da ekoyu azaltmak için tasarlanmıştır. Stüdyo tavanı,

tavana asılmış profil ya da ahşap latalardan oluşmuş çerçeve ile tasarlanmıştır. Bu latalar sahne dekoru için gerekli aydınlatma ekipmanlarını taşıması için oluşturulmuştur. Öncelikle sahne dekoru getirilir, sonrasında aydınlatma ayarlanarak stüdyo atmosferi tamamen dönüştürülmüş olur. Stüdyolarda set kalıcı olabildiği gibi özel bir gösteri için geçici olarak kurulmuş da olabilmektedir. Resim 2.2.'de setlerin sabitlendiği gridler görülmektedir. Mobilyalar ve sahne donanımı set tasarımcısı/dekoratör tarafından tasarlanmaktadır. Ana set yerleştirildikten sonra, bir aydınlatma ekibi, aydınlatma direktörü tarafından titizlikle hazırlanmış aydınlatma projesi/planı üzerinden her bir lambayı konumlandırıp ayarlamaya başlar. Kamera ve ses ekipleri yaklaşan provalara hazırlanmak için kendi ekipmanlarını depodan taşıyarak uygun hale getirirler [6].



Resim 2.2. Setlerin tavandaki gridlere bağlanarak sabit hale getirilmesi [6]

Prodüksiyon personelinin kendi işlerini yapmak için stüdyo etrafındaki hareketleri kaos gibi algılanabilir. Ancak, gerçekte uygulanan ve işleyen bir sistem vardır. Planlanmış ve hazırlanmış gösteriyi sağlamak için çeşitli prodüksiyon parçaları

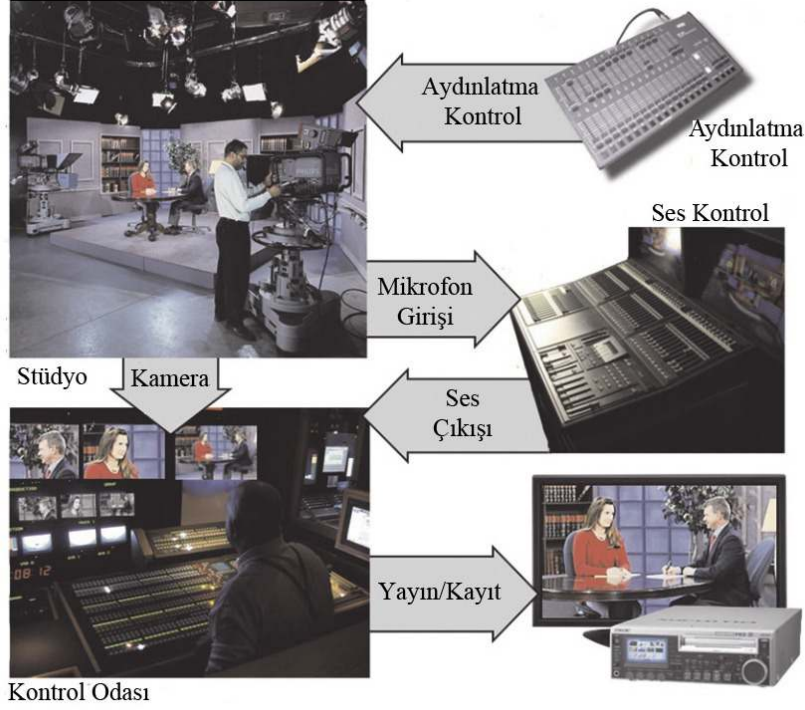
birleştirilir. Kameralar çekim için kurulur ve kontrol odasındaki monitör duvarındaki ekranlarda görüntülenirler. Zaman içinde, prodüksiyon provası tamamlanır, performanslar sergilenir, program kaydedilir veya aktarılır. Daha sonra, set geçici bir set ise, bütün set yıkılarak depoya kaldırılır veya atılır. Ekipmanlar depolanarak yerler temizlenir. Böylece stüdyo orijinal ‘depo’ haline geri döner [6].

Prova sırasında, gösteri sadece dahili (içten) olarak izlenmektedir. Ancak gösteri canlı bir gösterim ise, planlanan zamanda, stüdyo video (resim) ve ses sinyalleri, ses kayıt cihazı ile televizyon kontrol odası koordinasyonu ile veya hemen vericiye aktarılmasıyla beslenir [6].

Çoğu stüdyo, düzenli haber akışı, yemek programları, röportajlar ve benzeri programlar için, kalıcı olarak kurulur veya sahne dekoru hazır olarak düzenlenir. Setler üç duvara sahip bir oda, sokak sahnesinin bir bölümü hatta bir yaz bahçesini içerebilir. Her set kendi aydınlatmasını kullanır, bu aydınlatma armatürleri tavana asılı, dekora veya zemine bağlı olabilirler. Belirli bir amaç için, her aydınlatma elemanının yerleştirilmesi ve hassasiyetle açısının ayarlanması için ne kadar bir bakım gerektiğini değerlendirmek zordur. [6].

Prodüksiyon sırasında set etrafında çalışan insanların sayısına rağmen, stüdyolar genellikle sessiz ortamlardır. Sadece aktörler arasındaki diyalog sesli olmalıdır. Çekim arabaları, özel tesviye edilmiş zemin üzerinde sessizce hareket etmelidir, ufak sarsıntılar görüntüyü titretebilir. Sessiz bir ortam için, insan ve ekipmanların hareketi sessizce, koreografi dahilinde, sistematik ve rahat bir şekilde olmalıdır [6].

Her elektronik kamerada, kameraman ile yönetmenin stüdyoda ya da başka bir ortamda iletişimini sağlamaya yönelik olarak bir iletişim sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem genel olarak iki kanallı olarak geliştirilmiştir ve yayın sırasında kontrol odası ile kameramanın kuracakları haberleşme açısından önem taşır. Yönetmenin direktiflerini o an istediği çekimleri kameramanlara iletmesini sağlayan, aynı zamanda kameramanın da söylediklerini rejiye ulaştıran haberleşme sistemi interkomdur (dahili haberleşme) [8].



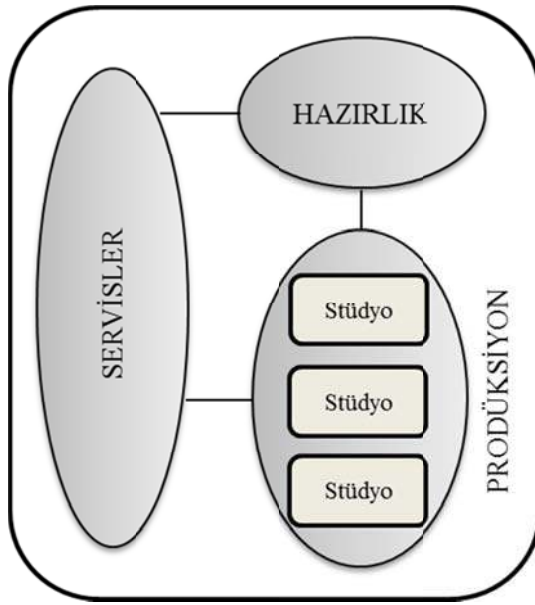
Resim 2.3. Stüdyo prodüksiyon merkezinin kontrol birimleri ile ilişkisi [6]

2.2. TV Stüdyolarının Mimari Özellikleri

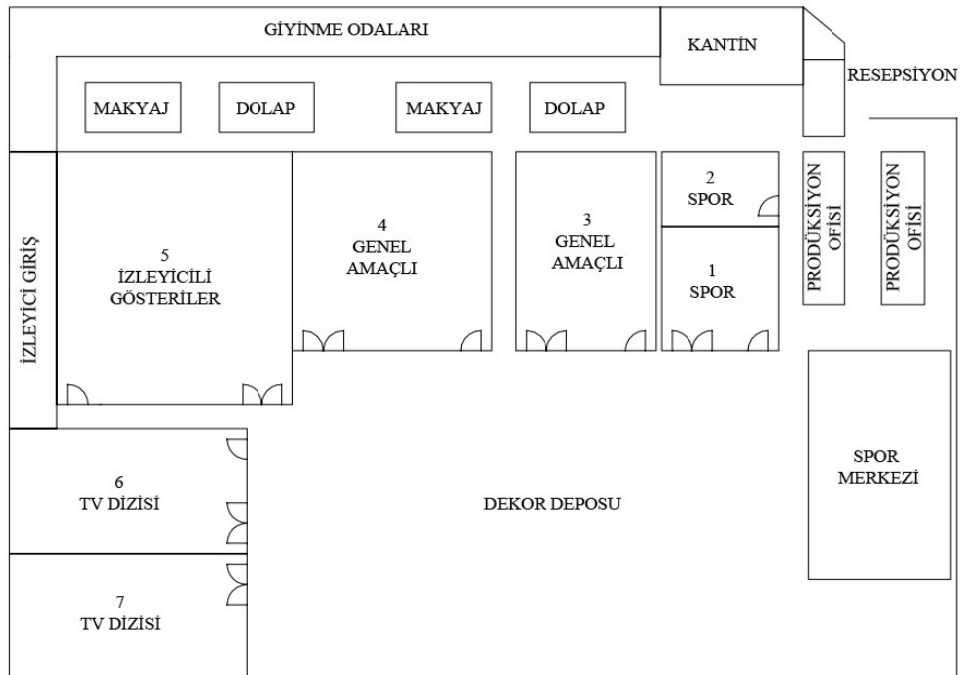
Televizyon yayını, kameranın görüşü için yeterli ışık olduğu takdirde iç veya dış mekanlarda yapılabilir. Taşınabilir, pille çalışan kameralar ve kayıt olanakları ve mobil mikrodalga vericileri ile birlikte tüm dünya televizyon için sahnedir. Televizyon stüdyoları iyi tasarlanmışsa, optimal ekipman kullanımı ve maksimum kontrol sağlarlar. Bu bölüm üç ana televizyon prodüksiyon merkezi üzerine yoğunlaşmıştır [9].

- Televizyon stüdyosu: Televizyon prodüksiyonlarının gerçekleştiği ana merkezdir.
- Stüdyo kontrol odası: Direktör, prodüktör ve teknik personelin, program kontrolü, anahtarlama, ses kontrol, ışık kontrol ve video kontrol yaptıkları bölümdür. Master kontrol birimi de bantlı veya bantsız program girişi, program depolama ve program düzeltme ile birlikte yapının sinir merkezidir.

- Stüdyo destek alanları:(Ofis, depo ve makyaj-soyunma gibi hazırlık alanlarının konumlandığı kısımdır [9, 10].



Şekil 2.2. Televizyon stüdyosu şeması [7]



Şekil 2.3. Büyük yayın stüdyosu örnek yerleşim planı [5]

Televizyon stüdyosu

İyi tasarlanmış bir stüdyoda tüm önemli prodüksiyon elemanları, (kameralar, aydınlatma, ses) sahne ve sanatçının hareketine uygun bir ortam ve koordinasyon sağlar. Çoğu stüdyo taban alanı değişmekle birlikte dikdörtgen planlıdır. Çünkü zoom lens sahneyi yakın ya da uzak gösterir, bu durum gerçek kamera hareketi için ihtiyacı büyük ölçüde azaltır, fakat oda boyutları yine de prodüksiyonun kompleks (karmaşık) olmasını ve esnekliğini büyük ölçüde etkiler [9].

Televizyon stüdyolarının genel özellikleri:

Boyut: Büyük stüdyolar, daha çok kompleks (karmaşık) prodüksiyonları gerçekleştirebilir ve daha esnek yapıdadırlar. Eğer stüdyoda sadece haberler ve arada bir röportajlar yapılacak ise, çok küçük bir alan yeterli olacaktır. Aslında bazı haber setleri, güncel haber merkezinin ortasına yerleştirilmektedir. Diğer haber setleri büyük bir stüdyonun belirli bir kısmına kurulabilir. Ayrıntılı prodüksiyonlar, müzik ve dans gösterileri, drama veya izleyici katılımlı gösteriler, büyük stüdyolara ihtiyaç duyarlar. Büyük bir stüdyoda basit bir gösteri üretmek, küçük stüdyoda kompleks (karmaşık) gösteri üretmekten her zaman daha kolaydır. Stüdyo daha büyük olunca, yönetmek daha zordur, daha çok ekipman ve düzgün çalışacak nitelikli personel gerektirir. Orta boyutta hatta küçük stüdyolar genellikle yönetime daha elverişlidir fakat büyük stüdyolar kadar esnek değildir [9].

Döşeme: Stüdyo döşemesi kameraların rahat ve serbestçe hareket edebilmesi için tesviye edilmiş ve düz olmalıdır. Ayrıca ağır ekipman, sahne ve set elemanlarının taşınmasından etkilenmeyecek derecede dayanıklı olmalıdır. Çoğu stüdyo cilalanmış veya linolyum, karo veya sert plastik kaplı beton döşemeye sahiptir [9].

Tavan yüksekliği: Bir televizyon stüdyosunda yeterli tavan yüksekliği- minimum 3,65 m - en önemli tasarım kriterlerinden biridir. Eğer tavan çok alçaksa, aydınlatma sahneye çok yaklaşır, iyi aydınlatma kontrolü ve ısıtma/soğutma için yeterli alanın olmasını engeller. Ayrıca alçak ışıklar ve mikrofon vinci sahneye etki eder ve

rahatsız edici bir sıcaklık oluşmasına neden olur. Yüksek tavanlar uzun dekorlara imkan verir. Çoğu büyük stüdyolar bu yüzden 9,14 m'den fazla yükseklikte tavana sahiptirler [9].

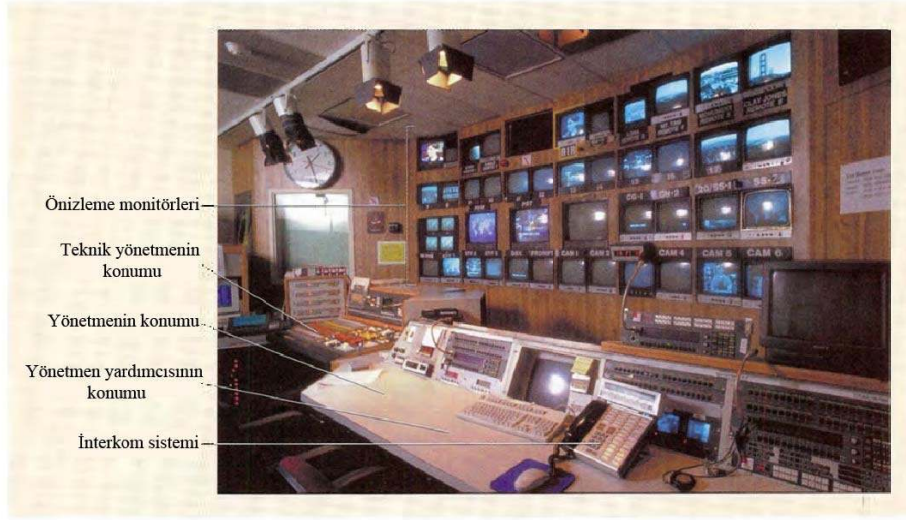
Akustik uygulama: Stüdyo etrafından yayılan gelişigüzel sesleri engellemek amaçlı stüdyo tavan ve duvarlarına genellikle akustik yutucu malzemeler uygulanır. Televizyon stüdyolarının 'ölü' olmasının nedeni budur. Akustik açıdan iyileştirilmiş bir stüdyoda elinizi birbirine vurduğunuzda, ses hiçbir yere gitmiyormuş gibi algılanır, çok 'canlı' bir stüdyoda reverberasyonlar ve ekolar duyulabilir [9].

Havalandırma: Televizyon stüdyolarının genellikle pencereleri olmadığından (dış gürültü ve gün ışığını engellemek için) havalandırma gerekmektedir. Akkor ampül stüdyo ışıkları büyük miktarda ısı üretir, konuklar ve hassas elektronik cihazlar üzerinde olumsuz etkisi vardır. Ne yazık ki, çoğu havalandırma sistemleri çok gürültülü olduğundan stüdyo prodüksiyonları için, gösteri kayıt sırasında kapalı kalmalıdır, sadece serin hava ihtiyacı olduğunda kullanılmaktadırlar. Stüdyoda ağır, ses geçirimsiz kapılara ihtiyaç vardır, dekor, mobilya ve hatta tekerlekli araç girecek derecede büyük olmalıdırlar [9].

Stüdyo kontrol odası

Stüdyoya bitişik olarak konumlanan kontrol odası tüm prodüksiyon faaliyetlerinin koordine edildiği alandır. Bu odada genellikle bir prodüksiyon için ihtiyaç duyulan bazen aydınlatma paneliyle birlikte ses ve video kontrollerini içeren tüm video ve ses ekipmanları bulunmaktadır [9, 10].

Kontrol odaları genellikle belirli bir stüdyo için ayrılmış olmasına rağmen, bazı kontrol odaları birden fazla stüdyoyu kontrol edebiliyor olması önemlidir [11].



Resim 2.4. Kontrol odası [9]

Master (ana) kontrol

Master kontrol bir televizyon stüdyosunun sinir merkezidir. Ana ekranda görülen programlamanın her saniyesi ayarlanmak için stüdyo merkezinin master kontrol odasına gitmektedir. Master kontrolün en önemli sorumluluğu doğru program materyalini (reklamlar vs.) doğru zamanda yayınlamaktır. Master kontrol ayrıca programların teknik kalitesinden de sorumludur. Master kontrolün temel faaliyetleri; program girişi, program depolama, programı düzeltmek olarak sayılabilir [9].



Resim 2.5. Master kontrol odası [9]

Stüdyo destek alanları

Personelin çalıştığı genel ofis yerleşiminin yanında bir televizyon stüdyosu merkezi için gerekli olan destek alanlar da vardır. Bu alanların çoğu teknik olanaklar gerektirir, stüdyo ile ilişkili olabilir veya daha merkezi bir bölümde bulunabilir. Burada listelenen alanlar büyük yayın stüdyosu kompleksinin ihtiyaçlarını temel almıştır, çoğu stüdyo için uygulanabilir, fakat küçük uzaktan röportaj stüdyolarında, makyaj alanı sadece uygun bir ayna ve giysi dolabı bir elbise askısı olarak düşünülebilir [5].

Sahne dekoru deposu

Dışarıda dekor konstrüksiyonu yok ise, kamyonların dekorları güvenli bir şekilde bırakması için gerekli alana imkan verilmelidir. Bu alan aynı zamanda araba ve otobüs gibi büyük sahne donanımı için kullanılabilir. Dekorun stüdyoya ulaşımı için veya küçük onarım veya uyarlamaların yapıldığı depolanma alanına ihtiyacı vardır. Bu alan genellikle dışarıdan kapalı bir alandan stüdyo kapısına ulaşan dekor yoluna (pistine) sahiptir [5].

Makyaj

Uygun aydınlatma ve genel montaj işlemlerine sahip stüdyo zeminine çok yakın bir makyaj alanına ihtiyaç duyulabilir. Makyaj uzmanı, prodüksiyon ile temasta olmayı isteyebilir, dolayısıyla stüdyo çıkışı için iyi bir TV monitörü sağlanmalıdır. Makyaj uzmanı, ortamı görüntülemek isteyebilir ve genellikle aydınlatma kontrol odasını kullanır [5].

Elbise dolabı

Genellikle giyimde çok hızlı değişimlere gerek olmamasına rağmen, makyaj gibi, stüdyo zeminine ve soyunma odalarına yakın bir dolap alanı gereklidir. Bu alan aynı zamanda uygun teslim ve tekerlekli elbise rayları için kolay ulaşımın sağlandığı

kostüm deposu olarak kullanılabilir. Dolap danışmanı da makyaj uzmanı gibi stüdyo prodüksiyon faaliyeti ile temasta olmalıdır ve bu nedenle bir TV monitörü ve stüdyo ile iletişim kurması gerekir [5].

Soyunma odaları

Bu odalar bir pop yıldızı için süit tarzında oda ya da sadece giysi rayları, oturma grubu ve aynaların olduğu büyük bir oda olarak değişiklik gösterebilir. Bu odaların stüdyoya ve destek alanlarına, makyaj, dolap alanı ve diğer duş ve tuvalet gibi mahallere kolay erişimin sağlanması ve aynı zamanda güvenli olması gerekmektedir [5].

Prodüksiyon ofisi

Eğer prodüksiyon ekibinin stüdyo merkezinde bir ofisleri yok ise, diğer personel ile iletişim kurabilmeleri ve toplanmaları için bir alana ihtiyaçları vardır. Bu yüzden büyük ve rahat bir alan genellikle gereklidir [5].

Resepsiyon Alanları

Bir stüdyo merkezinde konuk ve katılımcıların karşılanması gerekir. Bu karşılama ana resepsiyonist tarafından yapılır. Eğer izleyici tabanlı gösteriler varsa, seyirci için, günlük korumalı giriş, daha sonra karşılama, vestiyer ve belki dükkan (mağaza/shop) veya yiyecek standına erişim gerekir [5].

2.3. TV Stüdyolarında Yapı Akustiği Tasarım Kriterleri

Yapı akustiği, yapı içi ve yapı dışında oluşan gürültülerin incelenmesi ve denetlenmesi, bu anlamda yapı elemanlarının ses geçirimsizliği ve ses yalıtımı ile ilgilidir. Ses yalıtımı kendi içinde farklı çözümleri içeren iki kategoriye ayrılır. Çünkü ses enerjisi bir alandan diğerine havada yayılan ve darbe kaynaklı (strüktür doğuşlu) yollarla iletilir [12, 13].

Havada yayılan ses yalıtımı çözümü genellikle hacimler arası kütle kontrollü bariyerlerle, tek, çift veya hatta üç katmanlı konstrüksiyonlar ile sağlanır. Oysa ki darbe kaynaklı (strüktür doğuşlu) iletim problemi genellikle, kaynak veya alıcı odada veya bazı durumlarda her ikisinde de esnekliğin ve süreksizliğin sağlanması ile çözülür. Rezonans oluşmasından kaçınılmalı ve kaynak ile bina arasındaki titreşim zincirinin kırılması sağlanmalıdır [12, 14].

Bu nedenle bir çözüm belirlemeden önce ‘yalıtım’ problemi tüm yönleriyle ele alınmalıdır [12].

2.3.1 Havada yayılan sesin iletimi ve denetimi

Havada yayılan seslerin iletimi açıklıklardan geçme ve cidar titreşimi şeklinde olabilmektedir.

1-Açıklıklarda bulunan, sürekli bir hava yoluyla yayılan sesler: Açık pencereler, şaft ya da asansör boşlukları, tesisat sisteminin strüktürle birleştiği noktalardaki çatlak, delik, vb.

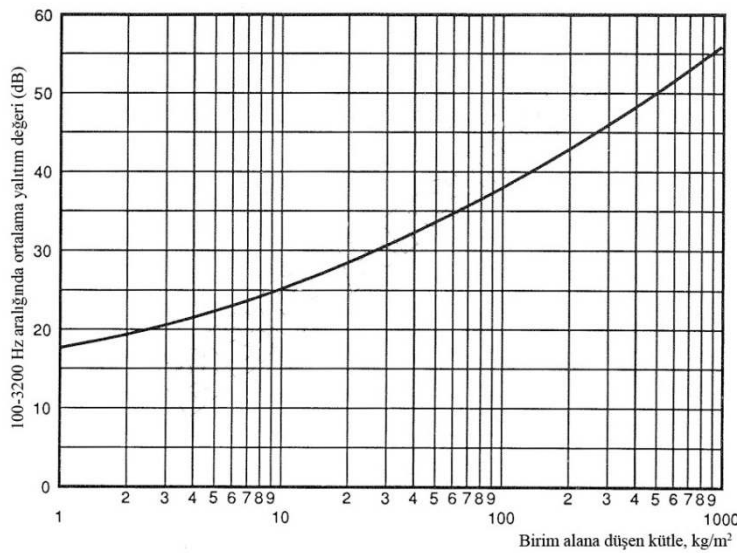
2-Bölücülerin diyaframsal etkisiyle yayılan sesler: Bir bölücüye gelen sesler, o bölücüyü titreştirerek, sesin diğer mekana aktarılmasına neden olurlar [14].

Havada yayılan ses yalıtımı, kütle, süreksizlik ve esneklik gerektirir. Amaç bina strüktürü vasıtasıyla bir bölgeden diğerine ses enerjisinin iletilmesini engellemektir. Akustik yutucu malzemelerin, strüktürün ses yalıtım değerini arttırır düşüncesi genel bir yanılgıdır. Strüktürün ses yalıtım değerinde önemli bir artış elde etmek için kütlelerini iki katına çıkarmak gerekmektedir. Akustik veya benzer hafif ses yutucu malzemenin doğrudan 225 mm kalınlıktaki tuğla duvar yüzeyine uygulanması, toplam ses yalıtım değerinde herhangi bir kayda değer etkisinin olmadığını gösterecektir [12].

Bölme duvar, ses enerjisinin bu yolla geçişine, ağırlığı yani kütlesi ile karşı koymaktadır. Ses enerjisi geçirimsiz bir yapıdan geçebilmek için yapıyı titreştirir.

Bundan dolayı, tek katmanlı bir strüktürün ortalama havada yayılan ses yalıtım değeri, temel olarak birim alana düşen kütle ile belirlenir. Gelen titreşim enerjisi daha büyük bir kütleyi titreştirmeye harcandığında, frekans değişmeyeceğine göre genlik küçülecektir. Böylece diğer mekana geçen ses enerjisi de azalacaktır. Buna kütle yasası ya da Berger Yasası denir. Şekil 2.4.'de kütle yasası grafiği gösterilmiştir [12, 15].

Yüksek derecede havada yayılan ses yalıtımı gerekli olduğu durumlarda, örneğin 50 dB'den daha fazla, çift veya üç katmanlı konstrüksiyon (katmanlar arası belirli hava boşluğu bulunan) genel bir uygulamadır [12].



Şekil 2.4. Kütle yasası grafiği [12]

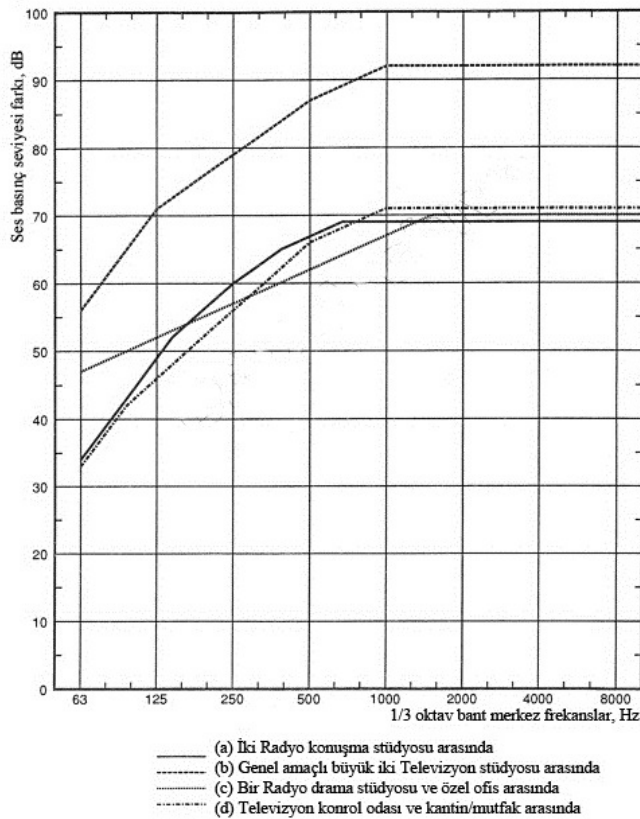
Kriterler

BBC Kriterleri

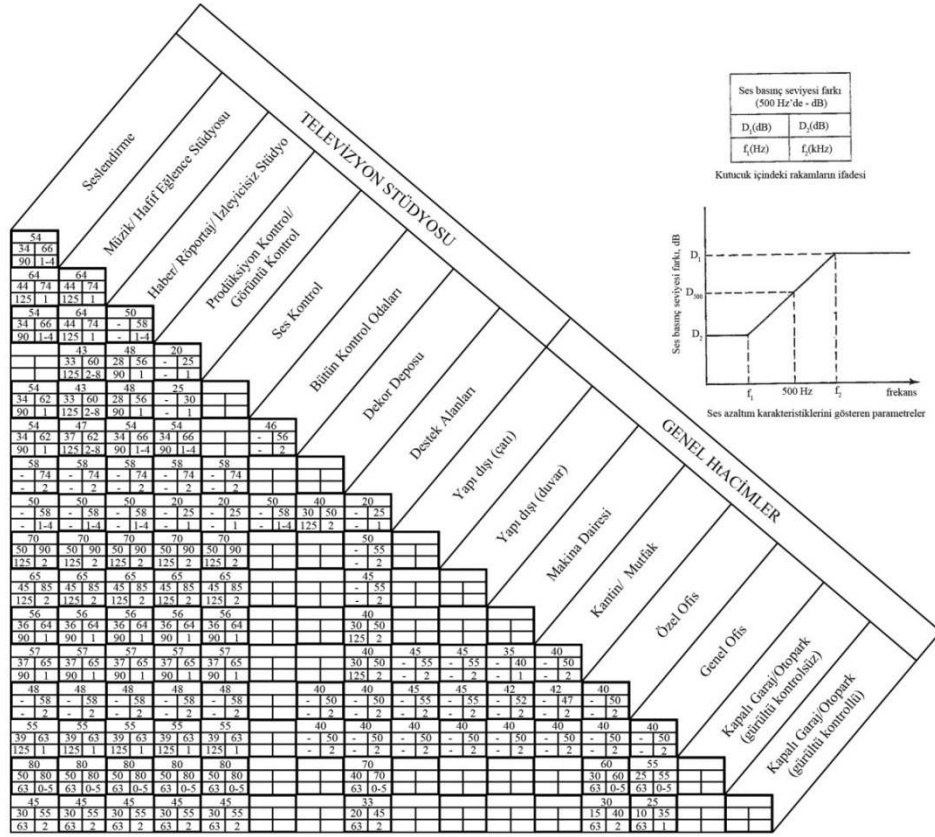
BBC, yoğun çalışmalar sonucu, yayın tesislerinde (binasında) bulunan alanların çoğunu kapsayan, bir dizi standart ses yalıtım kriterleri oluşturmuştur. Bu kriterler, kaynakların normal etkilerini ve dış etkilere karşı hacimlerin hassasiyetini dikkate almaktadır [12].

Şekil 2.5. dört farklı mahal çiftinin ses basınç seviye farklarını göstermektedir. Bu grafikte gösterilen özelliklerin (karakteristiklerin) genel şekli; düşük frekanslardaki düşük ses yalıtım değerleri, orta frekanslarda (500 Hz - 1000 kHz arasında) maksimum seviyeye yükselir ve bu seviyede kalır veya 1 kHz - 2 kHz frekanslarda biraz düşer. Bu grafiğin şekli bütün koşullar için aynıdır ve arka plan gürültü düzeyi kriterinden elde edilir. Bu grafiği bozan ufak dalgalanmalar kaynak alandaki homojen ses basınç seviyesindeki dalgalanmalara bağlıdır [12].

BBC ses yalıtım kriterleri, ses ve televizyon stüdyoları ve bu hacimlerle ilişkili diğer hacim kombinasyonları için 500 Hz'deki ses basınç seviyesi farkı değerini vermektedir. Şekil 2.6. stüdyo kompleksi içerisinde bulunan bazı hacimler için ses basınç seviyesi farklarını göstermektedir. Bu diyagram kutucuklara bölünmüştür ve her kutucuk beş küçük kutucuk içerir. Kutucuklar içindeki rakamlar bölmelerin ses azaltım karakteristiklerini gösteren parametrelerdir [16].



Şekil 2.5. Dört farklı mahal çifti için ses basınç seviye farkları [12]



Şekil 2.6. Ses yalıtım kriteri [16]

Ağırlıklı Ses Azaltım İndeksi (Weighted Sound Reduction Index – R_w)

Amerikan ASTM standartlarınca laboratuvarında 1/3 oktav bantlarda ölçülen ses geçiş kaybı değerleri (TL), Avrupa ISO standartlarınca gürültü azaltım indeksleri, 'R' olarak referans kabul edilmektedir. ISO 717/1; ses geçiş kaybı tayfindan tek bir değer elde etmek amacıyla referans bir eğri ve bu eğriyi indislerle karşılaştırmak için de bir yöntem tanımlamıştır. Söz konusu değer ağırlıklı ses azaltım indeksidir (R_w). R_w eğrisi, 100Hz - 3150Hz frekans aralığında tanımlanır ve elde edilen değer (örn: R_w 45) gürültü azaltım indislerinden elde edilen eğriyle karşılaştırılan referans eğrisinin 500Hz' deki değeridir. R_w değeri, bir yapı elemanının veya malzemesinin konuşma frekanslarında sağladığı yaklaşık performansı hakkında genel bir bilgi edindirmek amacıyla geliştirilmiş tek sayılı bir değer olup konuşma dışı alçak ve yüksek frekanslar için kesin bilgiler vermez. R_w değeri yükseldikçe sağladığı etkinlik artar [17].

Duvarlar için Alınacak Önlemler

Stüdyo binalarının tasarımında kullanılan duvar konstrüksiyonları iki kategoride gruplanabilir:

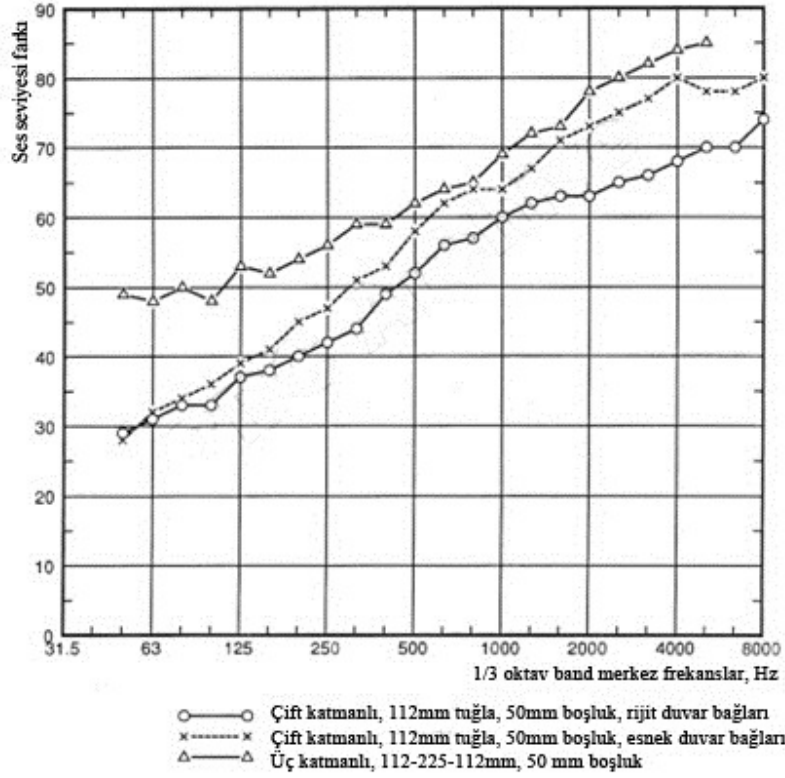
- Tuğla, yoğun blok, hafif blok veya betonarme perde duvar
- Hafif ahşap konstrüksiyonlu bölme duvarlar [12].

Tuğla, yoğun blok, hafif blok veya betonarme perde duvar

Bu dört konstrüksiyon biçiminde (tuğla, yoğun blok, hafif blok veya betonarme perde duvar), iyi ses yalıtımı sağlamak için kütle önceliklidir ve hiçbir şekilde strüktürel (yapısal) zayıflık olmaması gerekir. Tuğla ve blok duvarlar, tuğla ve blok duvarlarda, duvar boyunca boşluk, çatlak kalmayacak şekilde tamamen harçla doldurularak inşa edilmelidir. Bu durumdan emin olmak için strüktürden (yapıdan) maksimum ses yalıtımı elde etmek açısından bütün duvarların sıvalı olması gerekmektedir. Duvar açılı olarak yapıldığında tuğla veya bloklar, boşluk ve köprü oluşmasını engellemek için uygun şekilde şekillendirilmelidir. Bütün birleşim yerleri ve köşeler harç ile doldurulmalıdır [12].

Stüdyo duvar konstrüksiyonunda kullanılan tuğla, mümkün olduğunca ağır olmalıdır. Tuğla başına minimum 2,3 kg- 2,5 kg ağırlık uygun bir ağırlıktır. Stüdyo uygulamalarında duvarlarda delikli tuğla kullanılmamalıdır [12].

Duvar bağlantılarının kullanılması bir duvarın akustik performansını önemli derecede değiştirebilir. Bu nedenle mümkün olan her yerde duvar bağlantı elemanlarının kullanımından kaçınılmalıdır. Bazı durumlarda, yapısal nedenlerle ya da yerel yönetim tarafından talep edilmesiyle duvar bağlantı elemanlarının kullanımı kaçınılmaz olabilir. Bu koşullar altında, bu elemanlar minimum seviyede tutulmalı ve esnek özel bağlantı elemanlarına sahip olmalıdır. Standart duvar bağlarına karşın esnek duvar bağları kullanımı akustik yarar sağlar ve Şekil 2.7.'deki grafikte gösterilmiştir [12].



Şekil 2.7. Farklı tuğla duvar tipleri için havada yayılan ses basınç seviyesi farkları [12]

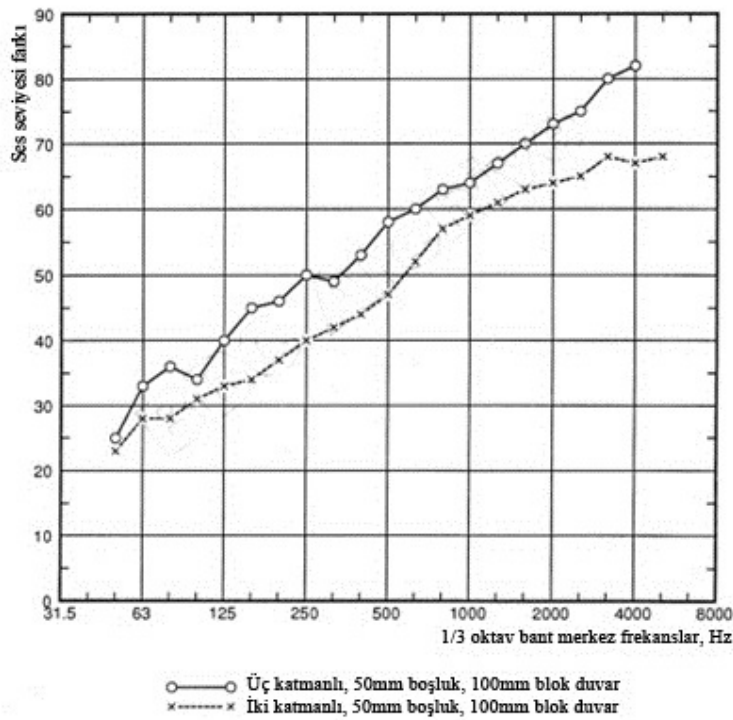
Mevcut masif bir duvara yeni bir tuğla veya blok duvar kaplama sistemi uygulandığında yeni duvarın çevresinde boşluk kalmadığından emin olmak için yeni duvar katmanının mevcut duvara bakan yüzeyi mastiklenmelidir. Ayrıca duvarların birleşim yerlerinde sıva yüzey çatlamasını önlemek için özel köşebent kullanılması önemlidir [12].

Tavanında ikinci bir tavan katmanı (reinforced, pre-screeded, woodwool slabs) olan iki komşu teknik alan arasındaki düşük frekanslı seslerin geçişini engellemek için, birbirini ayıran duvarlardan en az bir tanesi bu tavan katmanını geçerek betonarme döşemeye kadar yükselmelidir. Bu duvarın üst kısmı döşemeye değmeyecek şekilde izole edilmelidir ve ayrıca komşu duvara rijit bağlı olmamasına dikkat edilmelidir, aksi halde akustik köprü oluşturur [12].

Stüdyo duvarları için tuğla diğer malzemelere nazaran tercih edilse de, bazı zamanlarda blok duvar kullanılır ve kullanıldığı durumda ise ortalama yoğunluğu 2 ton/m^3 olan beton bloklar tavsiye edilmektedir. Özellikle strüktürel yapısı ağır yük desteklemeyen mevcut binalarda bazı durumlarda hafif blok kullanılmalıdır. Bu durumda blok seçerken üretilen bazı blokların, özellikle 160- 500 Hz aralığında, zayıf ses yalıtım özelliklerine sahip olduğuna dikkat edilmelidir [12].

Hafif blok duvarlar, tuğla ve ağır blok duvarlara nazaran düşük frekanslarda genellikle zayıf ses yalıtım değerlerine sahiptir. Blok duvarlar gözenekli yapıya sahip oldukları için gerekli ses yalıtımını sağlayabilmesi için sıvanmalıdır [12].

Tuğla ve blok duvar konstrüksiyonları için tipik ses basınç seviye farkları Şekil 2.7. ve Şekil 2.8.'de gösterilmiştir [12].



Şekil 2.8. Farklı blok duvar tipleri için havada yayılan ses basınç seviye farkları [12]

Beton, içindeki tüm boşluklar vibrasyon ile yok edilebildiği ve düzgün sıkıştırılabildiği için en uygun yapı malzemesidir. Ancak, yayın stüdyoları genellikle yenilenmeye olanak sağlayacak şekilde strüktürel uyum gereksinimi içindedirler ve bu durum bazen alanların, genellikle hareketli duvarlar vasıtasıyla, genişlemesine imkan tanımalıdır. Betonarme kullanımı bu işlem için elverişli değildir ve sonuç olarak stüdyo duvarlarının yapımında kullanımı genellikle önerilmez [12].

Çift veya üç boşluklu (cavity) duvarların yapımında, genellikle 50 mm folyosuz (non foil backed) mineral yünü boşlukları doldurmak için kullanılır. BBC Araştırma Departmanının yarı rijit malzemelerin boşluklarda dolgu malzemesi olarak kullanımının duvarın ses yalıtım özellikleri üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunu ispatlamasıyla polistren veya rijit poliüretan köpük dolgu malzemesi olarak kullanılmamaktadır [12].

Mineral yün gibi polistren veya rijit poliüretan köpükten daha az rijit dolgu malzemeleri, boşluk boyutunun etkili artırımıyla düşük frekanslı ses yalıtımını arttırabilir ve boşluklar vasıtasıyla yüksek frekanslı ses enerjisini yutmasıyla da yüksek frekanslarda yalıtımı arttıracaktır [12].

Dolgu malzemesi kullanımının avantaj sağlaması için, özellikle ‘kutu içinde kutu’ (box in box) gibi yüzer strüktürler kullanılacak ise boşluk tamamen harç artıklarından temizlenmelidir. Bir parça harç, ses titreşimlerinin bir duvardan diğerine iletim köprüsü oluşturabilmektedir. Bu nedenle yüzer strüktürlerin detaylandırılmasında dikkatli olunmalıdır. “Kutu içinde kutu” sistemlerde boşluğun düzenli aralıklarla kontrol edilebilmesi için, alt kotlarda düzenli mesafelerde, dış duvarda müdahale kapakları bırakılmalıdır. İnşaatın tamamlanmasına müteakip boşluklu duvarın, çatı döşemesine ulaştığı noktada esnek bir malzemeyle bağlanması, boşluğun içine yabancı madde girmemesi için uygun bir önlemdir [12].

Betonarme karkas yapılarda dilatasyon derzleri stüdyo alanının dışında kalacak şekilde tasarlanmalıdır. Ancak bazı durumlarda yapının farklı bölümleri arasında strüktür kaynaklı gürültünün azaltılmasında avantaj olarak kullanılabilir [12].

Ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvarlar

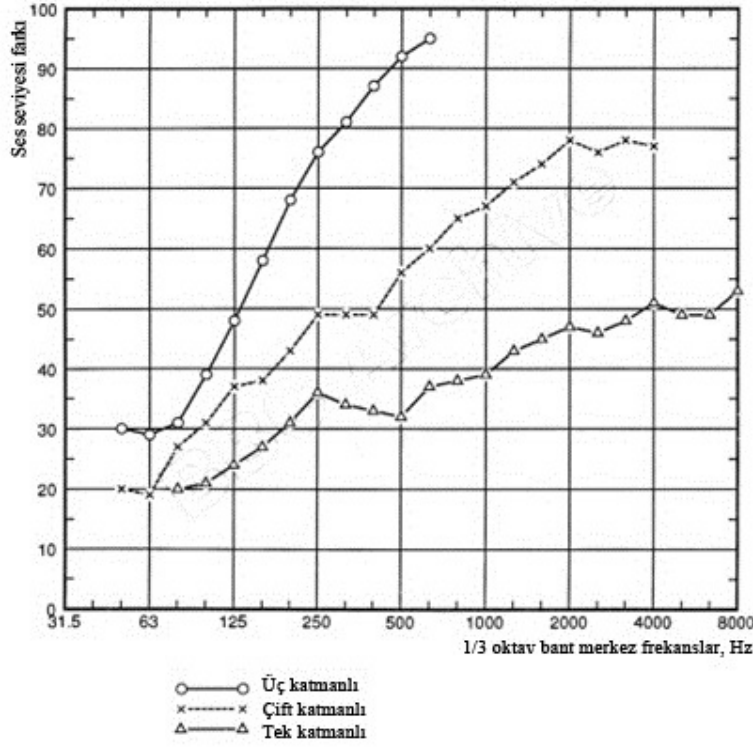
Ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvarlar önceki tip konstrüksiyonlarla benzer ses yalıtım problemlerini içerir ve detayına uygun yapılmalıdır. Bu bölmeler sadece mevcut strüktürün başka formda konstrüksiyonun kullanımının uygun olmadığı stüdyo konstrüksiyonunda kullanılır. Hafifliğine bağlı olarak, özellikle düşük frekanslarda tek katmanlı bölmenin ses yalıtım değeri yüksek değildir ve sonuç olarak bu tip bölmelerde genellikle çift veya üç katmanlı konstrüksiyon kullanılır [12].

Bu bölme duvarların ses yalıtım performansı geniş aralıkta çeşitlilik gösterebilir. Kullanılan panelin kütlesi, sertliği ve iç nemi, kurulum yöntemi sonucu tamamıyla etkileyebilmektedir. Alçı panel katmanları ne kadar ağır ise ses geçiş kaybı değeri o kadar büyüktür. Taşıyıcılar ne kadar geniş ise düşük frekanslarda o kadar büyük ses geçiş kaybı oluşacaktır. Ahşap taşıyıcı kullanıldığında taşıyıcıların şaşırtmalı olarak yerleştirilmesi (çift taşıyıcılı konstrüksiyon) ve elastik kanallar eklenmesi ses geçiş kaybı değerini yükseltecektir [18].

Ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvarlar BBC stüdyolarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bölme, yaklaşık 11 kg/m² ağırlığında 12,5 mm alçı levha ve arkasında 12,5 mm yumuşak panel (softboard) bulunan, 76 mm x 50 mm ahşap konstrüksiyondan oluşmaktadır. Çerçevenin düşey elemanları 0,6 m arayla, yatay elemanları 1,2 m arayla oluşturulmalı ve bu bölmenin herhangi başka bir strüktüre temas ettiği koşullarda konstrüksiyon ile strüktürün birleştiği yüzeye keçe konulmalıdır. Strüktürel açıdan, bölme bitişik strüktüre esnek bağlantı elemanlarıyla bağlanmalıdır [12].

Tek katmanlı bölme, 100 Hz- 2,5 kHz frekans aralığında yaklaşık 35 dB, aynı frekans aralığında çift katmanlı bölme 52 dB ve üç katmanlı bölme 87 dB ortalama ses basınç seviyesi farkı sağlar. Bu bölmelerin ses yalıtım karakteristikleri Şekil 2.9.'da gösterilmiştir. Çift veya üç katmanlı bölmeler, konuşma, tartışma ve sunucu (Continuity) stüdyolarında genellikle kabul edilebilir ses yalıtımı sağlar fakat düşük

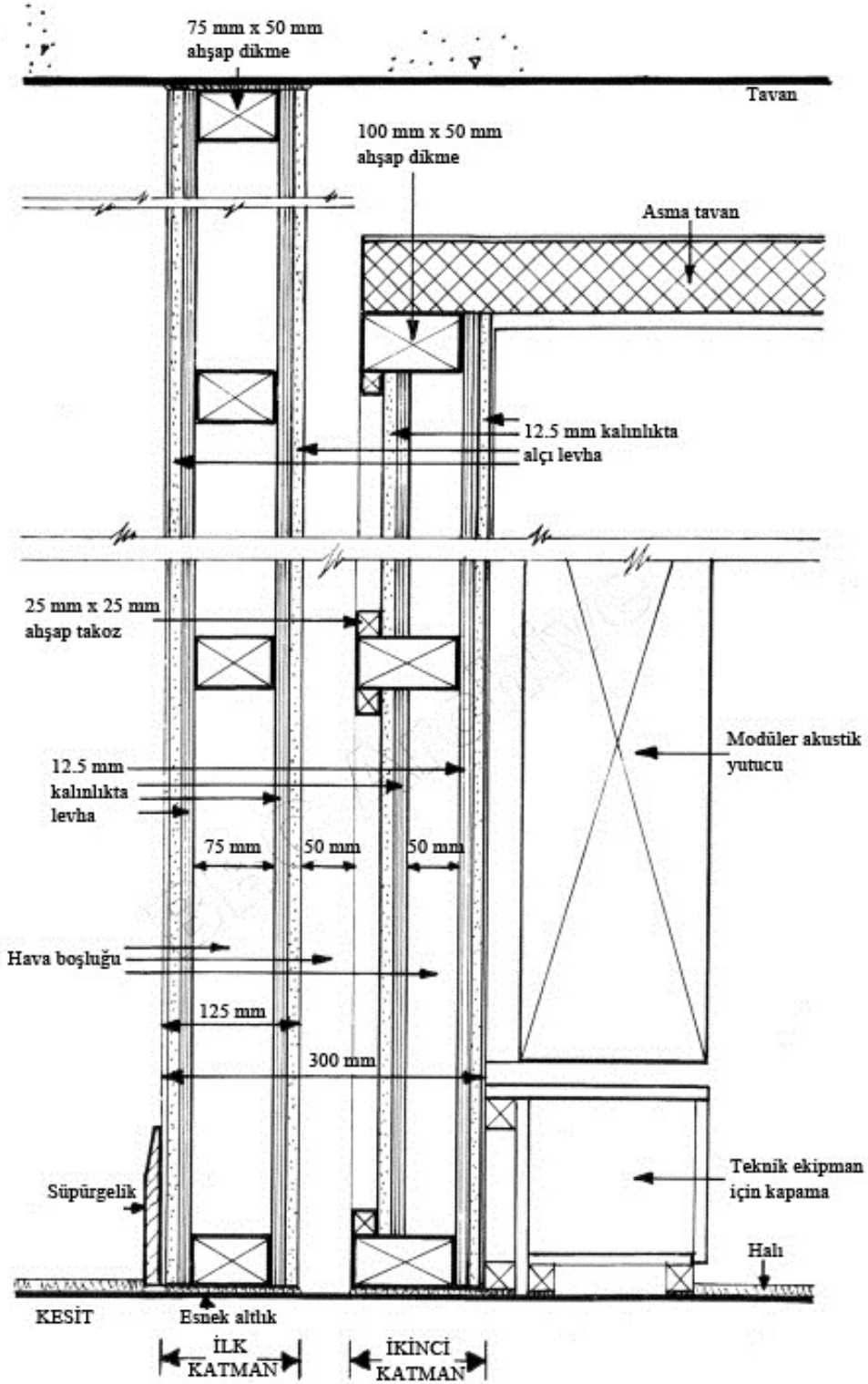
frekanslarda daha yüksek ses yalıtım değerlerinin gerektiği müzik ve drama stüdyoları için uygun değildir [12].



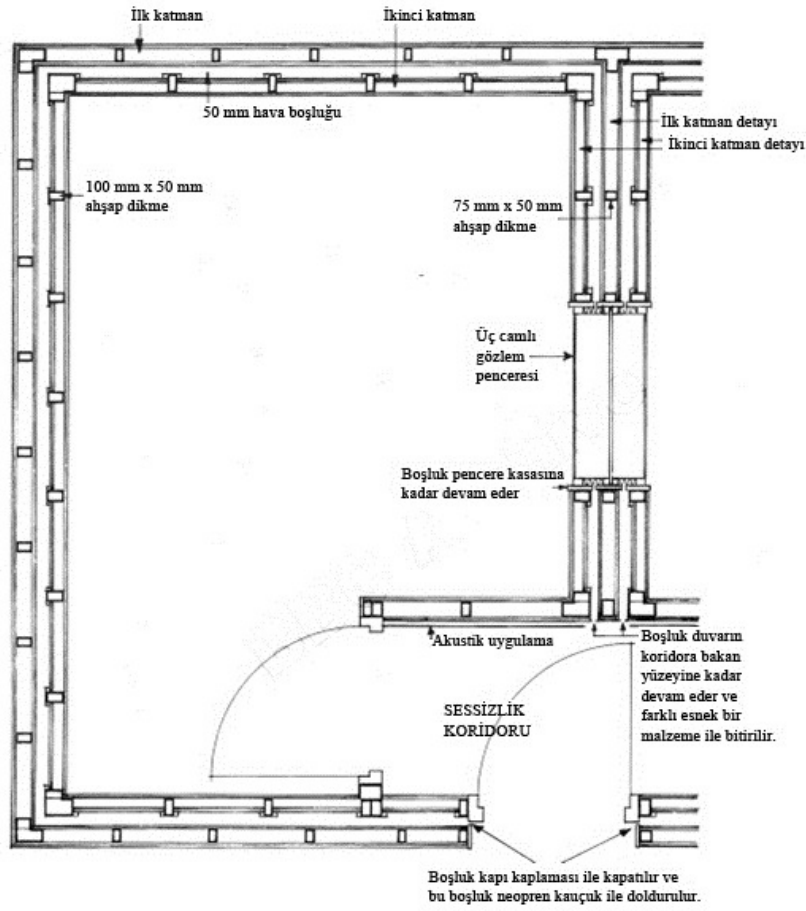
Şekil 2.9. Ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvarlar için havada yayılan ses basınç seviye farkları [12]

Akustik açıdan zayıflık olmaması, yumuşak levha (softboard) ve alçı levhanın sadece ahşap konstrüksiyona düz bir şekilde birleşmesi gereklidir. Bütün alçı levha bağlantı noktaları düzgün contalanmış ve ek yerlerinde derz bandı uygulanmış olmalı ve yüzeye alçı perdah uygulanmalıdır [12].

Çift katmanlı detay kullanıldığında (Şekil 2.10.) iç katmandaki alçıpan levha ve yumuşak levhalar (softboard) birbirine ve konstrüksiyona tam uyumlu olarak kesilmelidir. Aksi halde tüm bölmenin ses yalıtım performansının ciddi derecede düşmesine neden olur [12].



Şekil 2.10. Çift katmanlı, ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvar detayı [12]



Şekil 2.11. Stüdyo plan düzleminde tek, çift ve üç katmanlı hafif bölme duvar kullanımı [12]

Ahşap karkasın yeni veya mevcut bir duvara, döşemeye, tavana sabitlenmesi halinde, karkas tamamen yalıtılmalı ve mastik bir tabakaya oturtulmalıdır [12].

Mevcut bir yapının kısmi olarak ses yalıtımı iyileştirmesi gerekiyorsa, 12,5mm alçı levha arkasında 12,5 mm yumuşak levha (softboard) ahşap karkasa oturtularak tek katmanlı bölme duvar gibi kullanılabilir. Bu uygulamanın genel ses yalıtımına kabul edilebilir etkisi olması için, bölmenin mevcut duvardan 125 mm mesafede konumlandırılması ve hiçbir şekilde mevcut duvar ile rijit bağlantısı olmaması gerekir. Akustik yutulma sağlamak amaçlı arada oluşan boşluğa 25 mm kalınlığında mineral yün uygulanmalıdır [12].

Bu yapılarda ki bir başka havada yayılan ses geçişi ise kırımlar ile duvar veya döşeme arasında kalan boşluklardır. Bu boşluklar kırıl boyunca doldurulmalı veya duvar yüksekliği tavana kadar olmalıdır [12].

Asbest malzemeli plakalar BBC uygulamalarında kullanılmamaktadır. Asbest esaslı ürünler lif yaydığı için binayı inşa edenlere ve bina kullanıcılarına ciddi sağlık sorunları yaratır [12].

Bileşik Cidarlarda Alınacak Önlemler

Yapıyı oluşturan duvar bileşenlerinin ses geçirmezliği, kabuğun tek cidar (tek bir malzemeden oluşan cidar), ve bileşik cidar (birden fazla malzemeden oluşan cidar) olması durumlarında belirgin farklılık göstermektedir [19].

Birden fazla ses geçiş kaybı değeri olan malzemelerden oluşan yapı cidarları, bileşik cidar olarak adlandırılmaktadır. Bu tür yüzeylerin ses geçirmezliğinin belirlenmesinde, toplam alan içindeki ses geçirmezliği düşük olan malzemenin alanı ve çoğunlukla da pencere ve kapı yüzeyleri önemli bir parametredir. Diğer bir deyişle, bileşik cidarı oluşturan her bir malzemenin ayrı ayrı ses geçirmezlikleri değil, hangi oranlarda bir arada bulundukları önem taşımaktadır. Kabul edilebilir ses geçiş kaybı değerlerine ulaşılabilmesi için, hem pencerelerin ve kapıların hem de duvarların ses geçiş kayıplarının bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak sonuç olarak, bileşik cidarın toplam ses geçirmezliğinin belirlenmesinde, birbirinden farklı hesap yöntemleri kullanılarak yapılan inceleme sonuçlarının karşılaştırılmasında, düşük ses geçirmezliği olan malzemenin çok daha önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bir yapı bileşeninde, bir pencere veya kapı gibi zayıf bir eleman kullanıldığında, bu kombinasyonun ses geçiş kaybı değeri (R) genellikle güçlü elemandan çok zayıf elemanın ses geçiş kaybı değerine yakındır Bileşik cidarın R_w değeri Eş. 2.1'deki şekilde bulunabilir [18, 19]:

$$R_w = 10 \log \frac{\sum S}{\sum \tau S} \quad (2.1)$$

R_w = ses geçiş kaybı (dB)

S = yüzey alanı m²

τ = ses geçiş katsayısı (birimi yok)

Pencereler için Alınacak Önlemler

Kompleks programlarda, stüdyo ile kontrol birimleri arasında görsel iletişimin kurulması gerekmektedir. Pencereler stüdyonun akustik konfor ve ses yalıtım performanslarını düşürmeyecek şekilde detaylandırılmalıdır [20].

Stüdyo pencereleri televizyon stüdyosu gözlem penceresi ve dış cephe penceresi olarak iki başlıkta incelenebilir:

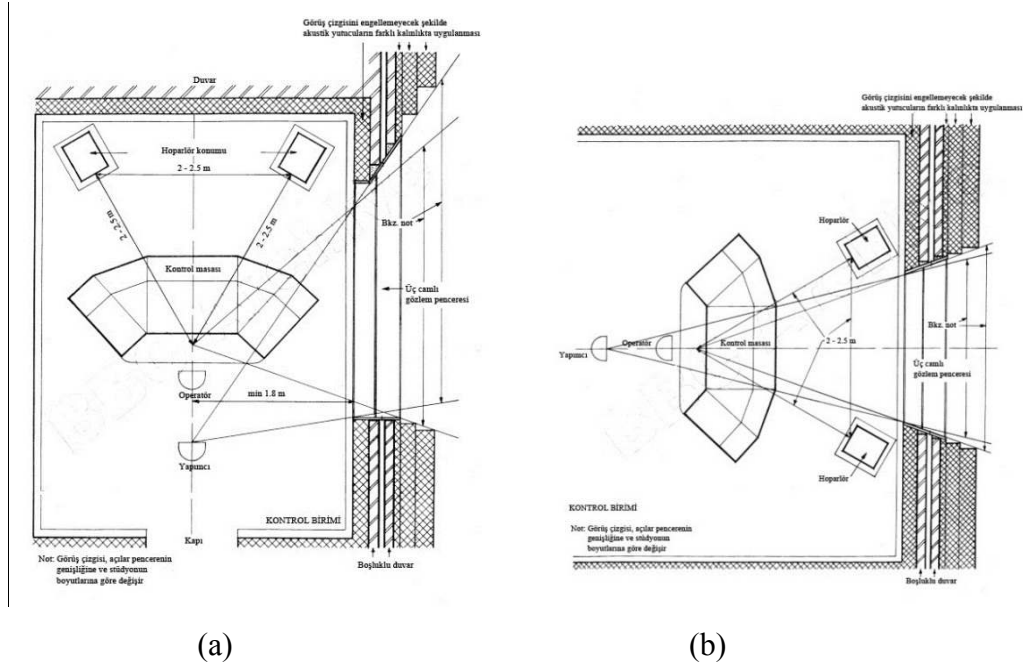
Televizyon stüdyoları gözlem pencereleri

Televizyon stüdyoları ile kontrol birimleri arasındaki gözlem pencereleri genellikle dekorla kapandığı için, çok pahalı olan bu uygulamaya olan ilgi yapımcıların stüdyo ile kontrol birimi arasında kamera, mikrofon gibi bağlantı elemanlarının artmasıyla azalmıştır [12].

Kontrol birimi içerisinde yapımcı ile ışıkçı arasında görsel bağlantı olması gerekliliğinden dolayı bu iki kontrol odası arasında çift cam gözlem penceresi yapılır. Eğer ses birimi ile yapımcı arasında böyle bir pencere yapılacaksa, ses birimleri için akustik çok önemli olduğundan, bu birimlerde gözlem penceresi en az üç camlı ve minimum alana sahip olacak şekilde yapılmalıdır [12].

Gözlem pencerelerinin boyutunu genelde (Şekil 2.12.) görüş açısı belirler. Ancak cam akustik yansıtıcı yüzey olduğu için pencere boyutunun minimumda tutulması

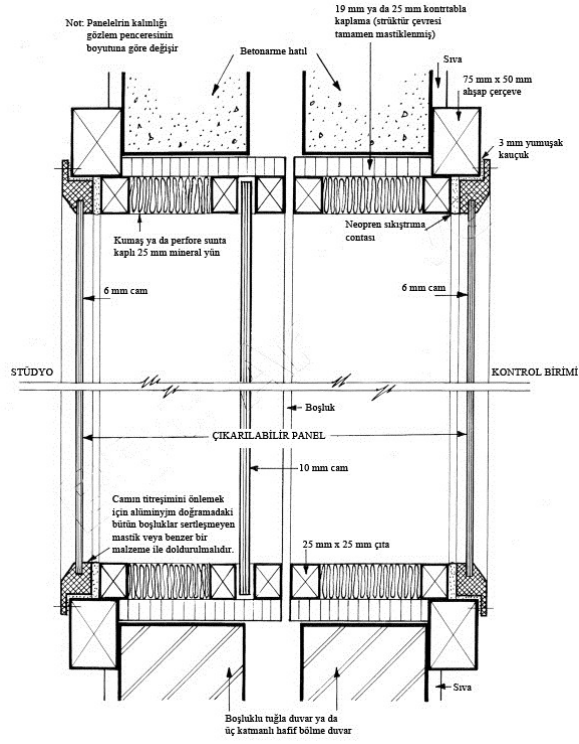
önerilir. Ebatlar için öneriler maksimum cam yüksekliği 0,85 m, genişliği 2,44 m olmalıdır. Parapet yüksekliği 0,9 m'yi, üst açıklığı 1,75 m'yi geçmemelidir [12].



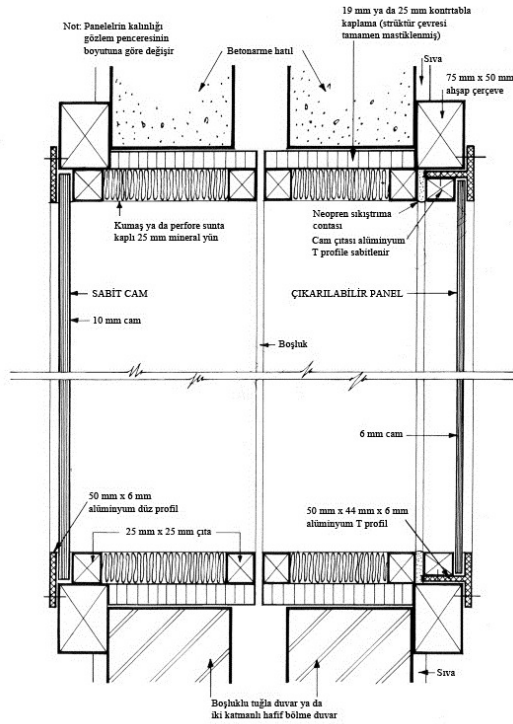
Şekil 2.12. Stüdyo kontrol birimlerinde gözlem pencereleri için görüş açısı [12]

BBC'nin üç camlı gözlem penceresi için genel kuralı olarak ortadaki cam 10 mm, dış yüzeydeki camlar 6,5 mm olmalıdır. Camların farklı kalınlıkta olmasının sebebi rezonans etkisini azaltmaktır. Eğer gözlem penceresi açıklığı olması gerekenden daha büyük olarsa rezonans etkisinin azalması açısından camların kalınlığı da artmalıdır [12].

Gözlem penceresinden iyi derecede ses yalıtım sağlamak için camlar arası minimum 200 mm olmalıdır. Şekil 2.13.'de gösterildiği gibi camların oturtulduğu yerlerin arasına mineral yünü uygulanmalıdır. Ayrıca dış camlar temizlik açısından takıp çıkarılabilir formatta yapılmıştır ve alüminyum doğramanın arkasına 3 mm lik kauçuk uygulanır ve her cam değiştirilmesi durumunda açıklığın tamamen contalanmış olmasına dikkate edilmelidir. Daha az ses yalıtımı şartları veya ihtiyacı bulunduğu durumlarda Şekil 2.14.'de gösterildiği gibi çift camlı gözlem camı yapılmasına izin verilebilir [12].

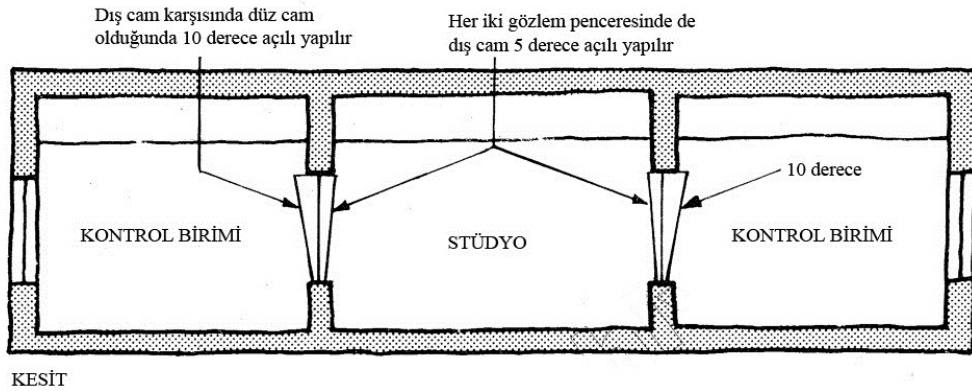


Şekil 2.13. Alüminyum doğramalı, üç camlı gözlem penceresi detayı [12]



Şekil 2.14. Tipik çift camlı gözlem penceresi detayı [12]

BBC Araştırma Departmanının yapmış olduğu araştırmalara göre gözlem pencerelerinin eğimli monte edilmesi akustik açıdan ispatlanmamış akustik bir uygulamadır. Aynı zamanda bütün camların dik konumda olması optik kırılmaları azaltır. BBC stüdyolarında kapının bulunduğu duvarın tam karşısında yansıtıcı bir yüzey olmadığı ve tekrarlanan ekonun bu durumdan kaynaklı sorun yaratmadığı için her kapıda camlar dik olarak yerleştirilmiştir. Bunun bir örneği de Şekil 2.15.'de gösterildiği gibi camların bir üçgen oluşturmasıdır. Bu durumlarda camlar dik konumda iken birbirine 5'er derecelik açıyla döndürülerek veya bir tanesi 10 derecelik açıyla döndürülerek monte edildiği durumda tekrarlanan eko engellenmiş olur. Açının yönü minimum ışık kırılmaları olacak şekilde seçilmelidir [12].



Şekil 2.15. Tekrarlanan ekoyu engellemek amaçlı camların açılı yerleştirilmesi-kesit [12]

Gözlem penceresi sert yansıtıcı bir yüzeyin tam karşısında konumlanmış ise, örnek olarak kapı, cam 10 derecelik eğim ile monte edilmeli ya da kapı yüzeyi halı veya yüksek frekansları yutan akustik bir kaplama ile kaplanmalıdır [12].

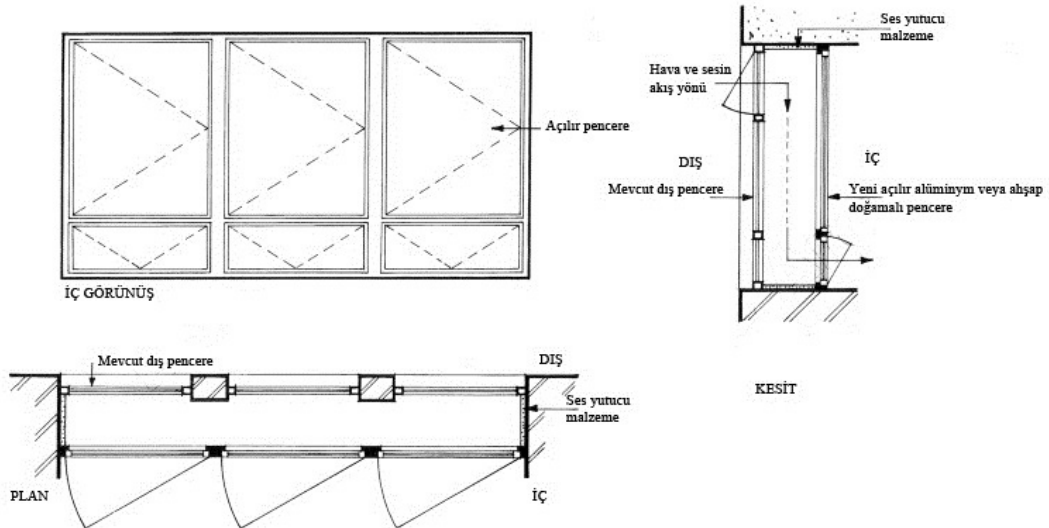
Gözlem pencereleri standart detaylara tam olarak uygun şekilde imal edilmeli, bütün sıkışma contaları tam olarak sıkışmış olmalı ve betonarme karkas ile temas eden bütün ahşap yapı mastik contalara oturtulmuş olmalıdır. Sesin en ufak boşluktan bile yolunu bulacağı unutulmamalıdır. Yüzer konstrüksiyonda herhangi bir açıklık/boşluk bulunmamasına, ses köprüsü oluşmamasına dikkat edilmelidir [12].

Dış cephe pencereleri

Son yıllarda işletme personeli sunucu stüdyosu (Continuity studio) veya yerel radyo stüdyolarında kontrol birimlerinde dış cephe penceresi istemektedirler. Bu pencereler farklı cam kalınlıklarında üç camlı sistem ile yapılmalıdır [12].

Mevcut binalara yapılan stüdyolarda dış cephe penceresine contalanıp içine en az 200 mm arayla 12,5 mm ve 10 mm kalınlığında camlarla yeni iki tabaka daha eklenir. Boşluklar akustik açıdan çepeçevre yalıtılmalı, denizlik kısmı herhangi bir yoğunlaşmaya neden olmaması için sabit bırakılmalıdır [12].

Stüdyolarda dış cephe penceresi kullanılmasındaki temel sıkıntı alçak frekanslı seslerin, otobüs ve ağır yol makinaları kaynaklı sesler gibi, stüdyo pencerelerinden geçmesidir. Bu sesler açıkça duyulabilir. Çözüm olarak mikrofonlara bu seslerin yayına girmesini engellemek için “elektronik bas kesici” kurulmalıdır. BBC’nin Drama, Müzik, Radyo ve Televizyon stüdyolarında dış cephe penceresi kullanımı yasaktır [12].



Şekil 2.16. Kontrol birimleri için dış cephe penceresi detayı [12]

Kapılar için Alınacak Önlemler

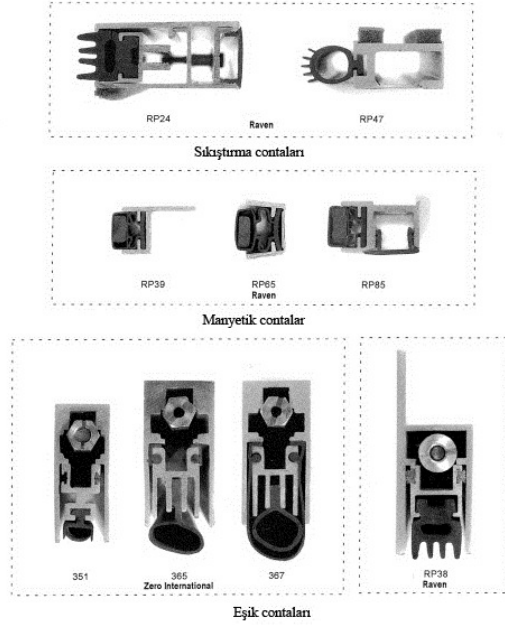
Stüdyo kapıları, personel kapıları ve televizyon kapıları olmak üzere iki bölüme ayrılırlar [7, 12].

Personel kapıları

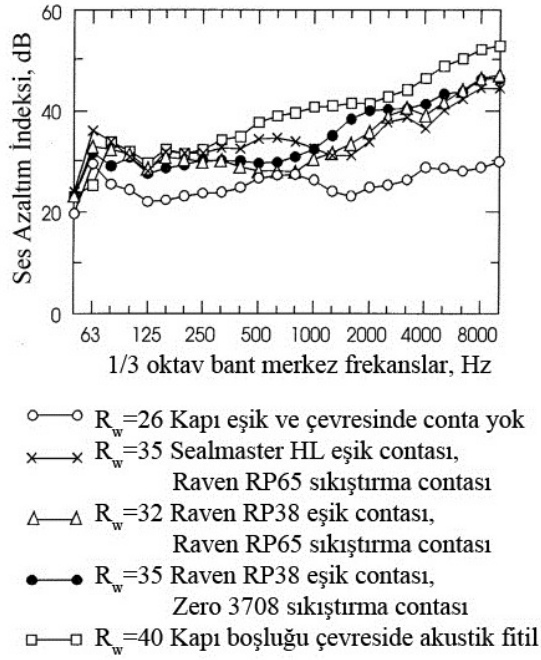
Stüdyolarda kullanılmak için personel kapılarının tasarımında temel gereksinim kapının çalışma prensibidir. Bu doğrultuda kabul edilen sistem, kapının manyetik conta ile birlikte hidrolik/yaylı kapı menteşesi kombinasyonu ile oluşturulan sistemlerdir [12].

Kapıların ses geçiş kaybı değerleri kitle ağırlıkları, sertlikleri ve hava sızdırmazlıklarına bağlıdır. Bütün bu sızdırmaz malzeme ve şeritlerinin, tam anlamı ile etkili olabilmesi için bütün aralıklara çepeçevre yerleştirilmiş olması hatta eşik aralığına da konulması gereklidir. Ses geçiş kaybı değerleri, yüksek kapılar için hava sızdırmazlığı sağlayan contaların nitelikleri de önemlidir. Bu contaların hiçbir şekilde kolay yıpranan ve yırtılan cinsten olmamaları gerekmektedir [17, 21].

Bu kapıların çevrelerinde sıkıştırma contaları (compression perimeter seals) ve manyetik contalar (magnetic perimeter seals), kapı eşikleri için ise eşik contaları (threshold seals) kullanılmalıdır. Şekil 2.17.'de çeşitli conta örnekleri verilmiş, Şekil 2.18.'de ise farklı kapı sistemlerinde farklı tip contalar kullanılarak elde edilmiş R_w değerleri gösterilmiştir [17, 22].



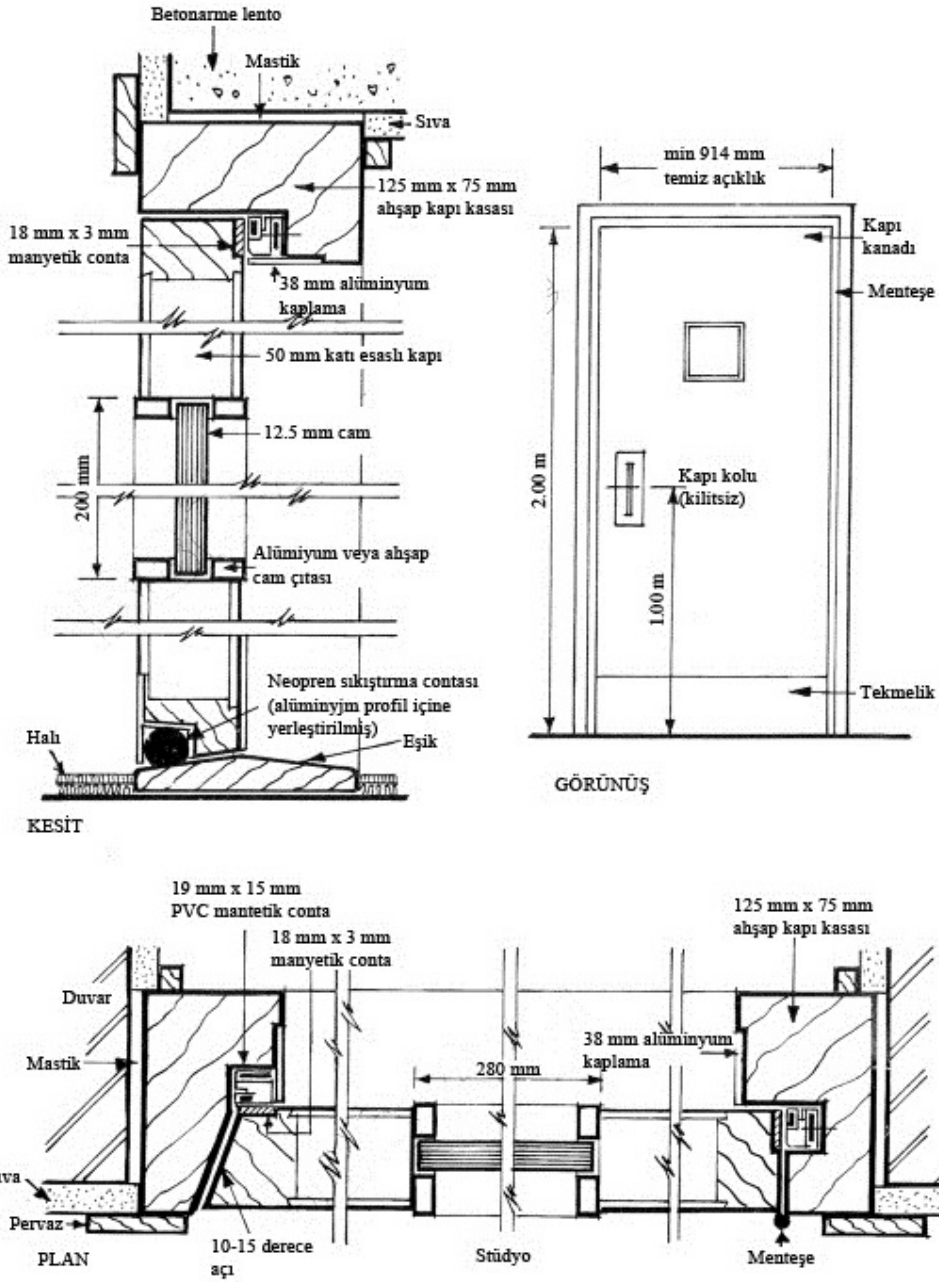
Şekil 2.17. Çeşitli conta örnekleri [22]



Şekil 2.18. Farklı eşik ve manyetik contaların kullanıldığı kurşun katmanlı kapıların ses azaltım indeksleri ve karşılık geldiği R_w değerleri [22]

Hidrolik kapı kapatıcı (door closer), minimum montaj ve tamirat gerektirmesi açısından kapının ağırlığına, özellikle kurşun katmanlı kapılarda, uygun olarak seçilmelidir. Montaj esnasında akustik kapı genelde uzun süre açık kaldığı için terazisi bozulabileceğinden hidrolik kapatıcıyı en son monte etmek gerekir. Benzer olarak kapının montajı tamamlandıktan sonra manyetik contalama yapılmalıdır [12].

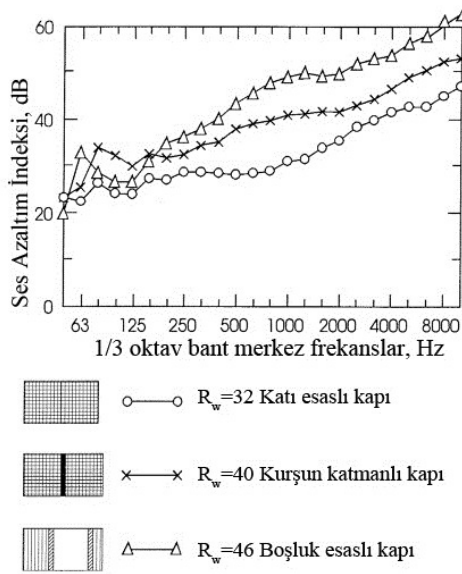
Kapı altlarında manyetik conta uygulaması, manyetik contanın kolay bozulması ve yerine yenisinin takılması için kapının menteşeden sökülmesi gerekliliğinden dolayı verimsiz bir uygulamadır. Bunun yerine kapı altlarına alüminyum “h” kesitli eleman içerisinde sıkıştırılmış neopren contalı sistem alternatif bir detaydır. Bu sistemin sorunu ise halı ve benzeri tutucu zeminlerde contanın yerinden ayrılmasıdır. Bunun çözümü olarak contanın alüminyum elemana sabitlenmesi ya da yapıştırılması öngörülmüştür. Diğer ve daha başarılı çözüm ise kapı eşiğinin zemin seviyesinden çok az bir miktar yükseltilmesiyle conta zemin teması engellenerek ve sadece kapı kapandığında temas etmesi sağlanarak çözülmüştür (Şekil 2.19.). Ancak eşiğin basamak şeklinde olmamasına dikkat edilmelidir aksi takdirde ağır ekipmanların giriş çıkışında zorluklar yaşanır [12].



Şekil 2.19. Tipik akustik personel kapısı detayı [12]

Diğer önemli bir nokta da kapının malzemesi ve yapılış sistemidir. Söz konusu kapılar katı esaslı (solid-cored) ve boşluk esaslı (air-cored) yapılabilmektedir. Katı ve boşluk esaslı kapılar, MDF veya kontrplaktan yapılmaktadır. Bu sistemlerden boşluk esaslı ahşap ve metal kapılar diğerlerine göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Çünkü bu kapılarda sönümleyici katmanlar ve yutucu gereçler kullanılarak içeride

oluşabilecek rezonanslar önlenebilmektedir. Ayrıca boşluk esaslı kapıların katmanlarının farklı kalınlıklarda kullanılması da özellikle ahşap kapılarda bu sorunları çözmede yardımcıdır. Katı esaslı ve boşluk esaslı kapıların R değerlerinin daha da arttırılması istendiğinde, söz konusu kapılar metal dış kaplamalarla kompozit olarak da kullanılabilir. Ayrıca yine her iki tip kapının içinde kurşun katman kullanılarak kapının ağırlığı ve dolayısıyla sağladığı R_w değeri yükseltilebilir. Şekil 2.20.' de, farklı tip kapıların ses azaltım indeksleri ve karşılık geldiği R_w değerleri gösterilmiştir [17, 23].



Şekil 2.20. Farklı tip kapıların ses azaltım indeksleri ve karşılık geldiği R_w değerleri [23]

Akustik kapılarda gözlem penceresi için açılan boşluklar minimum seviyede tutulmalıdır. Şekil 2.19.' da gösterilen boşluk 200 mm^2 ile sınırlandırılmıştır ve bu kalınlıktaki cam (12,5 mm) ile maksimum $0,05 \text{ m}^2$ lik boşluk bırakılabilir. Boşluk alanı arttıkça cam kalınlığı da artacaktır [12].

Kapıların ekipman ve en azından kontrol masalarının geçeceği genişlikte olmasına dikkat edilmelidir. Bunların kapıdan geçişleri esnasında kapı kasası veya kanadına vereceği zarar akustik yalıtımı azaltır. Bazı durumlarda çift ya da 1,5 kapı yapılması gereklidir [12].

BBC stüdyo planlarında personel kapıları genelde her stüdyo için sessizlik koridoru (sound lobby) yaratacak şekilde seçilmiştir. Bundan dolayı lobiye açılan kapının 100 Hz ile 2,5 kHz frekans aralığında ortalama olarak ses basınç seviyesi farkı 30 dB'i aşmamaktadır. Bu yalıtım değeri genelde 50 mm kalınlığında katı esaslı (solid-cored), 30 dk yangın dayanımlı yangın kapısının iyi akustik contalanmasıyla sağlanabilir [12].

Sessizlik koridoru için yeterli alan olmadığı durumlarda, birisi katı esaslı diğeri kurşun katmanlı, ikiside dışarı açılan, iki adet kapı aralarında yeterli mesafe olacak şekilde duvarın dış yüzeylerine montelendiğinde en uygun ses yalıtımı sağlanmış olur. Bu kombinasyon çift 112 mm'lik tuğla duvar ya da üç katmanlı bölme duvarlarda kullanıldığında, 100 Hz ile 2,5 kHz frekans aralığında, 60 dB'lik ortalama ses basınç seviye farkı sağlayabilir. Bu genelde Konuşma/Sunucu Stüdyolarında kontrol bölümleri için kullanılır [12].

Sessizlik koridoru olan tasarımlarda problem kapılardan birinin hızlı bir şekilde açılması durumunda bir hava basıncı oluşarak diğer kapıyı da hareket ettirmesidir. Bu oluşan basınç hareket ettirilen kapının kalınlığıyla alakalıdır. Bu durum için çözümlerden bir tanesi ortamın ses yalıtım değerleri bozulmayacak şekilde havalandırılarak basıncın giderilmesidir. Bir diğer çözüm olarak ise akustik hava tuğlaları (acoustic air bricks) kullanılabilir, ancak bu tuğlalardan maksimum verimi almak için düzgün yerleşimlerini sağlamak çok güçtür. BBC'nin araştırmaları sonucu basit ama çok etkili bir çözümü ortaya koymuştur. Bu çözüm Şekil 2.19.'da gösterildiği gibi kapının açılır kısmının açılı olarak kapı kasasına oturacak şekilde tasarlanmasıdır [12].

Eğer kapı kasası betonarme veya tuğla duvara monteleniyorsa masif ahşap kasa çevresi tamamen mastik katman ile sarılmalıdır. Kapı ile duvar arasındaki boşluk söve/pervaz ile kapatılmaya çalışılmamalıdır. Çünkü yüksek frekanslardaki ses yine boşluğunu bulup geçecektir. Bu boşluklar kapatılmak isteniyorsa mastik uygulanmadan önce harç veya sıva ile doldurulmalıdır ve söve/pervaz kullanılacak ise bu işlemlerden sonra kullanılmalıdır [12].

Dekor Kapıları

Televizyon stüdyoları için kullanılan kapılar depo, dekor atölyeleri ve teknik alanlar ile stüdyo ile bağlantılı diğer alanlarda kullanılır. Genelde bu büyük kapıların personel kapılarından daha yüksek ses yalıtımı standartlarına sahip olması gerekir. Bu kapılar genellikle çelik olmakla beraber 100 Hz – 2,5 kHz aralığında en az 45-50 dB ortalama ses yalıtımı sağlaması gerekir. Bu kapılar boşluğa oturan çift kanatlı kapılar, duvara monte tek kanatlı kapılar veya yatay/dikey doğrultularda kayar kapılar olabilir. Ama herhangi bir durumda kapıların ses yalıtım performansını azaltmayacak şekilde tasarlanmaları gerekir [12].

Menteşeli çift kapılarda ses yalıtımını sağlamak için sıkıştırma contaları (compression seals) kapının bütün çevresinde kullanılmalıdır. Bu kapının temel sorunu, birleşim yeri olması ve bu birleşimin dört köşesinin zayıf noktalar olmasından dolayı yeterli sızdırmazlığı sağlamadaki zorluktur. Bu noktalar özellikle dikkat edilmeli ve sıkıştırma contalarının tam olarak çalıştığından emin olunmalıdır. Eğer contalar düzgün çalışmaz ise orta ve yüksek frekanslardaki ses yalıtım değerinin aşırı şekilde düşmesine neden olurlar [12].

Televizyon stüdyolarında dekorların rahatlıkla girip çıkabilmesi gerekliliği yükseltilmiş eşik yapılması seçeneğini ortadan kaldırır. Bundan dolayı alt conta düz stüdyo zeminine ya sıkışmalı olarak ya da direk conta şeklinde bağlanmalıdır. Kapı açılıp kapanırken eşik contası stüdyo zemini üzerinde bulunabilecek çivi, vida vs. gibi elemanlardan zarar görebileceği için, kapı açılırken conta yükselmelidir [12].

Seksiyonel kayar kapı (lift and slide door) sistemleri otomatik veya manuel olabilir. Kayar kapılar çalışma mekanizmasından dolayı zeminden bağımsız oldukları için çalışmaları esnasında zemindeki çivi, vida vs. gibi elemanlardan eşik contasının zarar görme olasılığı azdır. Eşik contasının zemin ile tek teması en son kapanma halinde sıkışarak kapatılmasıdır. Bu tip kapıların kullanılırken daha güvenli olması açısından elektrikli olması tavsiye edilir [12].

Alternatif tasarımlardan birisi de Avrupa stüdyolarında kullanılmış ancak BBC’de hiç uygulaması yapılmamış olan tek kanatlı düşeyde hareket eden kapılardır. Kapı çevresindeki akustik contalama, kapının gerekli olan açıklıktan çok daha büyük ve düşey hareketini akustik yutucu kaplı bir boşlukta yapmasıyla sağlanmıştır. Kapı paneli kendisi ile hareket ettiği açıklık arasında çok küçük bir boşluk kalacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sistemde eşik contası, kapı kanadı altına montelenmiş kauçuk contalar ile yapılır. Burada eşik contası, kapı kapandığında kapının kendi ağırlığıyla sıkışarak çalışır [12].

2.3.2. Darbe kaynaklı sesin iletimi ve denetimi

Darbe gürültüsü çeşitlidir ve yürüme (yüksek topuk sesi), nesnelerin düşmesi, mobilyaların sürüklenmesi, kapının çarpılması ve buna benzer olaylar darbe sesine neden olabilirler. Havada yayılan sesin aksine, burada ses, yapı elemanı olan döşeme veya tavanda mekanik ses uyarımı yaratarak cisimlerin içinde yayılan ses biçiminde oluşur ve tavandan, aşağıda bulunan odanın içine havada yayılan ses olarak ısıtılır. Döşemelerdeki darbe direk olarak aşağıya doğru yayılır. Ayrıca strüktür boyunca yatay olarak iletilerek uzaktaki mekanlara da yayılabilir. Bu nedenle, darbe ses enerjisinin bina strüktürüne geçişini engellemek önemlidir [18,21].

Yapı içindeki titreşim, gürültünün taşıyıcı sisteme bitişik olmayan mekanlara iletilmesine neden olabilir. Bu nedenle sesin taşıyıcı sisteme geçmesi ve burada yayılması önlenmelidir. Kaynağın oluşturduğu titreşimin önlenmesi amacıyla bağlantıların kesilmesi ve derzler oluşturularak iletimin en aza indirilmesi sağlanabilir. Plastik, mantar, kurşun gibi malzemeler ile bağlantılarda geçiş önenebilir. Yapı elemanlarındaki malzeme farklılıkları, gürültünün yayılmasında ortam farkı sağlamak suretiyle azaltılabilir [24].

Ağırlıklı darbe kaynaklı ses basınç seviyesi ($L'_{n,w}$ - weighted normalized impact sound pressure level, dB)

Döşeme ve tavanlar için darbe ses basınç seviyesinin laboratuvar şartlarında (ISO 717), 1/3 oktav frekans bantlarında ölçülmesinden sonra tavan ve/veya döşemenin geçirimsizliğiyle ilgili tek bir referans değer söyleyebilmek için oluşturulmuştur (örn: $L_{n,w}$ 39). $L_{n,w}$ değeri düştükçe tavan ve döşemenin darbe gürültüsüne karşı etkinliği artar [17].

Döşemeler için Alınacak Önlemler

Bu bölüm dört alt bölümden oluşmaktadır [12]:

- Betonarme Döşemeler (Solid Concrete Floors)
- Hafif ve Ahşap Döşemeler (Lightweight and Timber Floors)
- Yüzer Döşemeler (Floated Floors)
- Yükseltilmiş Döşemeler (Modular or Suspended Floors)

Betonarme Döşemeler

Betonarme döşemeler strüktürel zayıflıkları olmadan vibrasyonlu beton ile yapılmalıdır. Stüdyo ya da teknik herhangi bir alanı çevreleyen strüktürel çeliğin boşluklu bir kaplama ile kaplanmasından kaçınılmalıdır. Mahalden mahale geçiş yapan strüktürel çelik kirişlerin beton ya da benzer bir kütlenin içinde kalacak şekilde kaplanmasına dikkat edilmelidir. Çelik kirişler masif (solid) bir şekilde kaplanmadığı sürece boşluklu kaplamanın içi bir mahalden diğerine havada yayılan ses için köprü oluşturur. Televizyon stüdyolarında döşeme çok hassas şartnamelere/tanımlamalara göre, kameraların stüdyo içerisinde hareketi esnasında görüntünün görünür bir bozulmaya yol açmayacak şekilde yapılması gerekir. Döşeme üzerinde ki herhangi bir yükselti kamera döşeme üzerinden geçerken bir hareket yaratacaktır. Gerekli olan pürüzsüzlüğü sağlayabilmek için döşeme kaplaması üzerine şap ve asfalt uygulanması gerekli görülmüştür. Stüdyo döşemesi

için bitiş malzemesi olarak genellikle linolyum kullanılır. Bazı durumlarda linolyum veya asfalt döşeme yerine, betonarme döşeme üzerine uygulanan dayanıklı, düzgün, epoksi döşeme de kullanılmaktadır [12].

Restoran gibi gürültülü alanlar stüdyo alanı üstünde bulunuyor ise, darbe gürültüsünü azaltmak için betonarme döşeme ile tesviye tabakası arasına esnek mineral yünü yerleştirilmelidir. Yüzer döşemenin herhangi bir köprü oluşturmadığına dikkat edilmelidir [12].

Elektrik servisleri için kablo kanalları, prizler vs. stüdyo alanı üzerinde bulunan döşemelere direk yerleştirilmemelidirler. Bu sistemler ayak sesi, kayıt arabaları ve diğer ses kaynaklarının oluşturduğu darbe seslerini direk olarak betonarme yapıya iletirler ve böylece döşeme altındaki hacme, stüdyoya, iletirler [12].

Genelde döşeme boyunca boşluklardan kaçınılır ancak eğer yapılması kullanım için çok gerekliyse, bu boşluk yaratan yapı/kanal/boru çevresi döşeme boyunca tamamen doldurulmalıdır. Şap ya da çimento yeterli değildir. Kablo kanalı için çimento kum harcı bütün boruların etrafında olmalıdır, bu normal beton karışımından daha etkilidir [12].

Boşlukları sadece mineral yünü ile doldurmaktan kaçınılmalıdır, ancak doldurmak zorunda olunan durumlarda mineral yünü iyice sıkıştırılmalı ve dış yüzeyine şap, çimento şerbeti vs. kaplama yapılmalıdır. Bu teknik sadece 6 mm'den küçük açıklıklar ve delikler için kullanılmalıdır. Eğer kablolar için daha büyük bir boşluk bırakıldıysa, boşluğu kapatma işlemi kablolar yerleştirildikten sonra yapılmalıdır. Bir boşluğu ya da kanalı doldurmak için yapılması gereken şey boşluğun büyük çoğunluğunu kuru kum ile doldurup kalanını yüksek yoğunluklu mineral yünü ile doldurup sıkıştırmaktır. Bu sistem boşluğun içindeki kablo veya kanalların çevresini ve boşluğun köşelerine kadar doldurup boşluğu kapatacaktır [12].

Hafif ve ahşap döşemeler

Hafif olmaları ve alçak frekanslarda ki havada yayılan ses yalıtım performansının zayıf olması sebebiyle, özellikle yeni yapılan binalarda, hafif veya ahşap döşeme yapmaktan kaçınılmalıdır. Eski yayın stüdyolarında ki hafif döşemelerde bu sorunla karşı karşıya kalınmakta ve yük kaldırma kapasitesi sınırlı olan bu döşemede ses yalıtımının nasıl artırılabilceği sorun teşkil etmektedir. İdeal çözüm döşemenin kütlesini arttırmaktır, ancak taşıma kapasitesi sınırlı olduğundan bu tür döşemelerde genel olarak kullanılan çözüm ise hafif yüzer döşemedir [12].

Hafif döşemelerde havada yayılan ses yalıtımını arttırmak için alternatif olarak ve genelde daha verimli olan çözüm, alt kattaki mekana ahşap yünü asma tavan veya benzer bir uygulama yapmaktır. Tüm bu örnek çözümlerde dikkat edilmesi gereken döşemenin strüktürel taşıma kapasitesinin aşılmaması gerektiğidir. Döşemenin asma tavanı taşıyamaması halinde asma tavan alt mahalde duvarlar üzerine esnek bir şekilde oturtulabilir [12].

Ticari olarak hafif döşemeler mevcut olup, kullanılması halinde, üreticinin talimatları doğrultusunda kurulmalıdır [12].

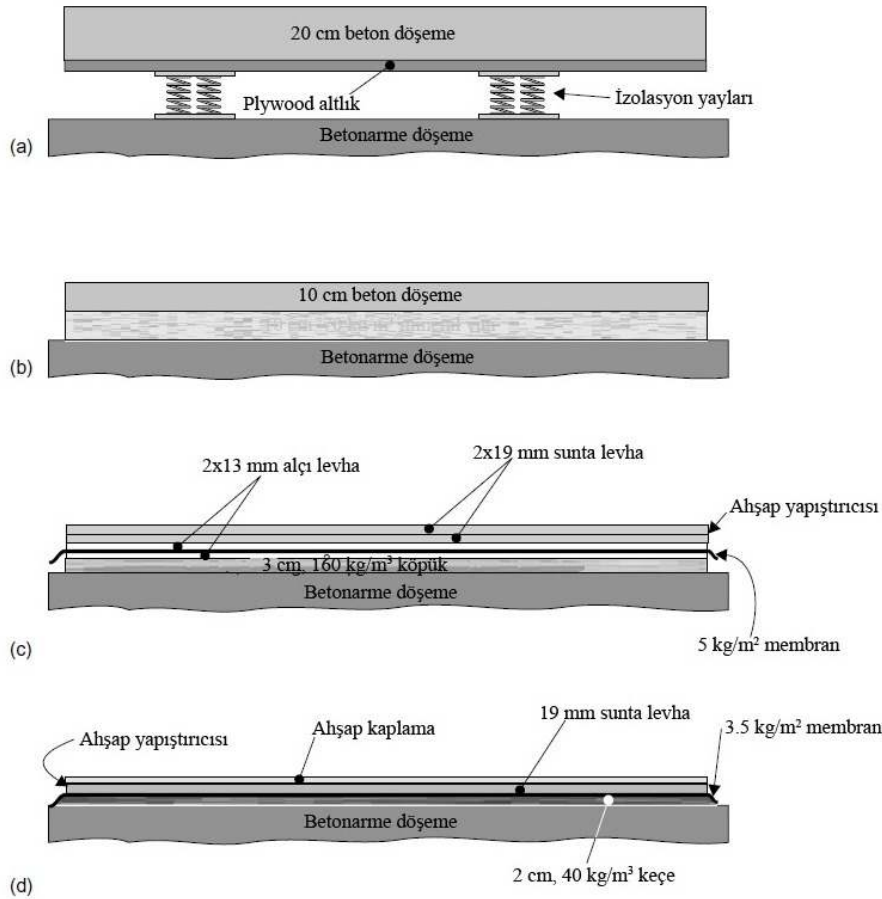
Yüzer Döşemeler

Yüzer döşemeler diğer alanlardan strüktür kaynaklı sesin taşınmasının olabileceği stüdyo ya da teknik alanlarda yapılır. Bu tip konstrüksiyon yapının bir bölümünün sabit (ve sessiz) olmasını sağlarken diğer bölümlerinin strüktür kaynaklı titreşimleri iletmesine müsaade eder [12].

Yüzer döşemeler, elastik bir altlık ile veya elastik yalıtım malzemesi ile strüktürel döşemeden tamamen ayrılan döşemedir. Bölücü duvarlarla yüzer döşeme birleşimi Şekil 2.21.'de gösterildiği gibi mineral yünü, yüzer döşeme ile duvarlar arasındaki rijit bağlantıyı önlemek için duvar döşeme birleşiminde duvara doğru yükselecek şekilde tasarlanmalıdır. Eğer bölücü duvar, yüzer döşemenin üzerinde kurulursa,

aşırı sıkıştırılmış elastiki yalıtım veya yüzer yüzeyde kesme dayanımının zayıflığı, ses enerjisinin direk yan tarafta bulunan hacme geçişine neden olur [18].

Yüzer döşemelerin konstrüksiyonunun tamamlanması, dikkatli tasarım, teknik özellik ve kurulum süresince denetim gerektirmektedir. Temel olarak, beton yüzer döşeme sistemleri, nem yalıtımı ile tamamen kaplanmış kontrplak kalıp altına kurulan önceden preslenmiş cam yünü veya neopren (kauçuk) yalıtım altlığı içerir [18].

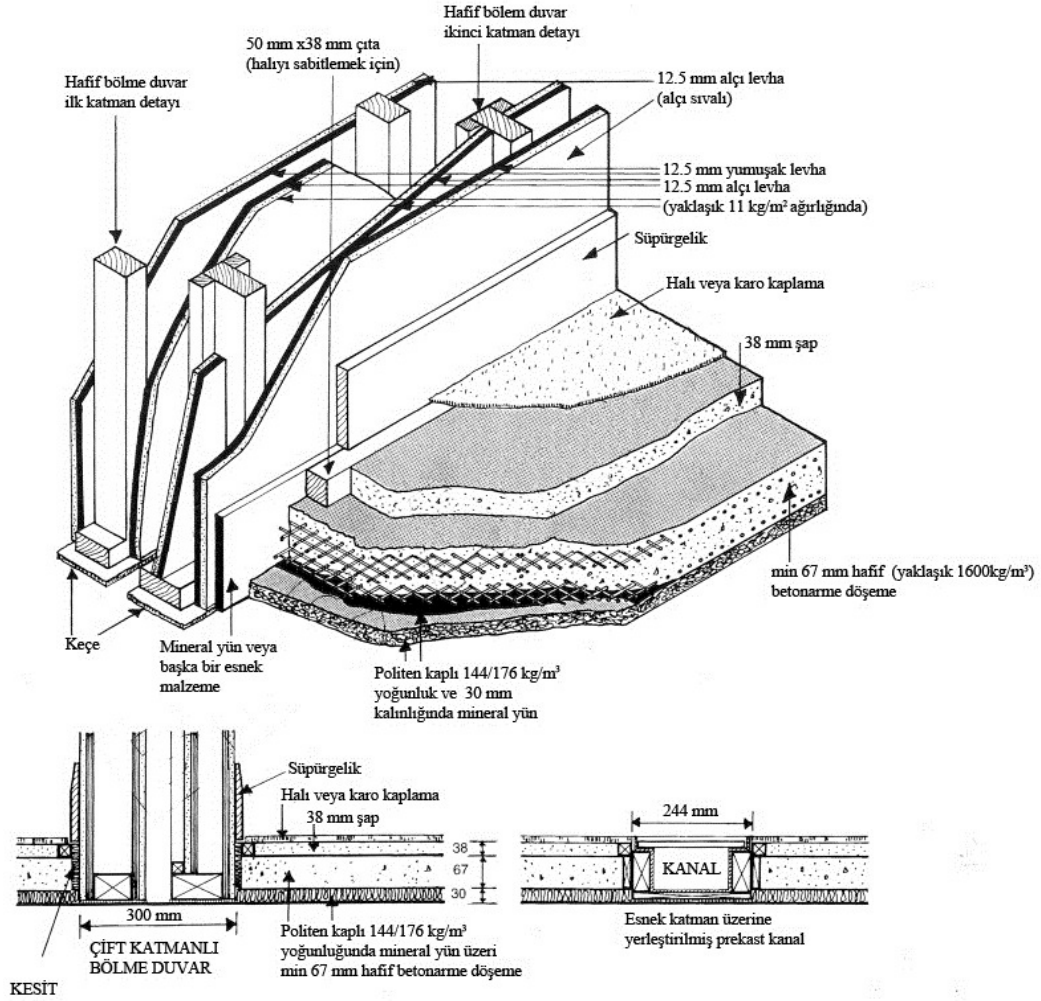


Şekil 2.21. Yüzer döşeme uygulamaları [25]

Şekil 2.21. (a) bütün frekans aralığında kayıt yapılan büyük stüdyolar için tipik detaydır. Yayların seçiminde döşeme ağırlığı ve yay üzerine gelen basınç gibi fiziksel büyüklükler dikkate alınmalıdır. Şekil 2.21. (b)'de ise yük eşit olarak dağılır. Bu sistemin tek dezavantajı uygulanan mineral yünün betonarme döşemeye daha

fazla enerji aktarıyor olmasıdır. Bu sistem akustik açıdan zayıf olmasına rağmen strüktürel açıdan daha verimlidir. Şekil 2.21. (c) daha kompozit bir döşemedir. Ağır ve hafif malzemelerden oluşur ve poliüretan köpük üzerine oturtulmuştur. Bu sistem çimentolu sistemlerin pratik olmadığı durumlarda uygulanır. Bu yüzer döşeme tipi, düşük frekanslarda daha az yalıtım yapmasına rağmen, yük kısıtlamasının olduğu durumlarda genellikle yeterli olur. Şekil 2.21. (d) ise çok hafif bir yüzer döşeme sistemidir. Sistem 2 cm'lik keçe üzerine yerleştirilir. Membran katman darbe sesi yalıtımı için sönümleyici olarak kullanılır. Asma tavan için yeterli mesafesi olmayan hacimler için döşeme üzerine uygulanır [25].

Üzerine gelecek yüklerden veya maliyetinden dolayı bazen yüzer döşeme yapılması uygun olmayabilir. Bunun yerine yeterli olması adına esnek tabakalar üstünde hafif ağırlıklı döşemeler kullanılır. Normal uygulama metodu ise mevcut döşeme üzerine 30 mm'lik yüksek yoğunluklu mineral yünü duvarlara bindirmeli ve birleşim yerleri bantlanmış, üzerine ince koruma tabakası olarak politen serilmiş, üzerine de hafif ağırlıklı demirli beton döşeme konularak yapılır. Hafif ağırlıklı beton stüdyo ekipmanları ve mobilyalardan kaynaklı nokta yüklemeler ve darbelere karşı dayanıklı olmalıdır [12].



Şekil 2.22. Yüzer döşeme detayı [12]

Sıkıştırılamaz bir malzeme olan kauçuk BBC yayın stüdyolarında yüzer döşemelerde en çok kullanılan malzemedir. Uygun çalışabilmesi için yatay olarak esnemesine müsaade edilmelidir. Stüdyo döşeme kaplaması kauçuk üzerine oturtulduğu durumlarda doğal rezonans seviyesi olan 10 Hz'i yakalamak için kauçuğun üreticinin belirttiği sıkışma limitlerine yakın ama geçmeyecek şekilde sıkışması gerekmektedir. Aksi takdirde kalıcı deformasyona uğrayabilir, yani esnek malzeme özelliğini yitirerek girmiş olduğu şekli korur ve işlevini yitirir. Bundan dolayı stüdyonun sabit yüklerini ve tam dolu olacağı zamanki yayıncılar, dinleyiciler ve ekipman kaynaklı hareketli yüklerinin hesabının, kauçuğun aşırı yüklenmeye maruz kalmaması için çok dikkatli yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda inşaat

aşamasında da kauçuğun yüklenmesine dikkat edilmelidir. Örnek olarak beton ıslak iken duvar ve tavanlar geçici olarak desteklerle taşıtılmalıdır. Bazı durumlarda maksimum yükü kaldırabilmek için iki katman kauçuk kullanmak gerekebilir. Stüdyo boşken sadece ölü yükler altında da kauçuğun yeterli rezonans frekansını yakalaması gerekmektedir [12].

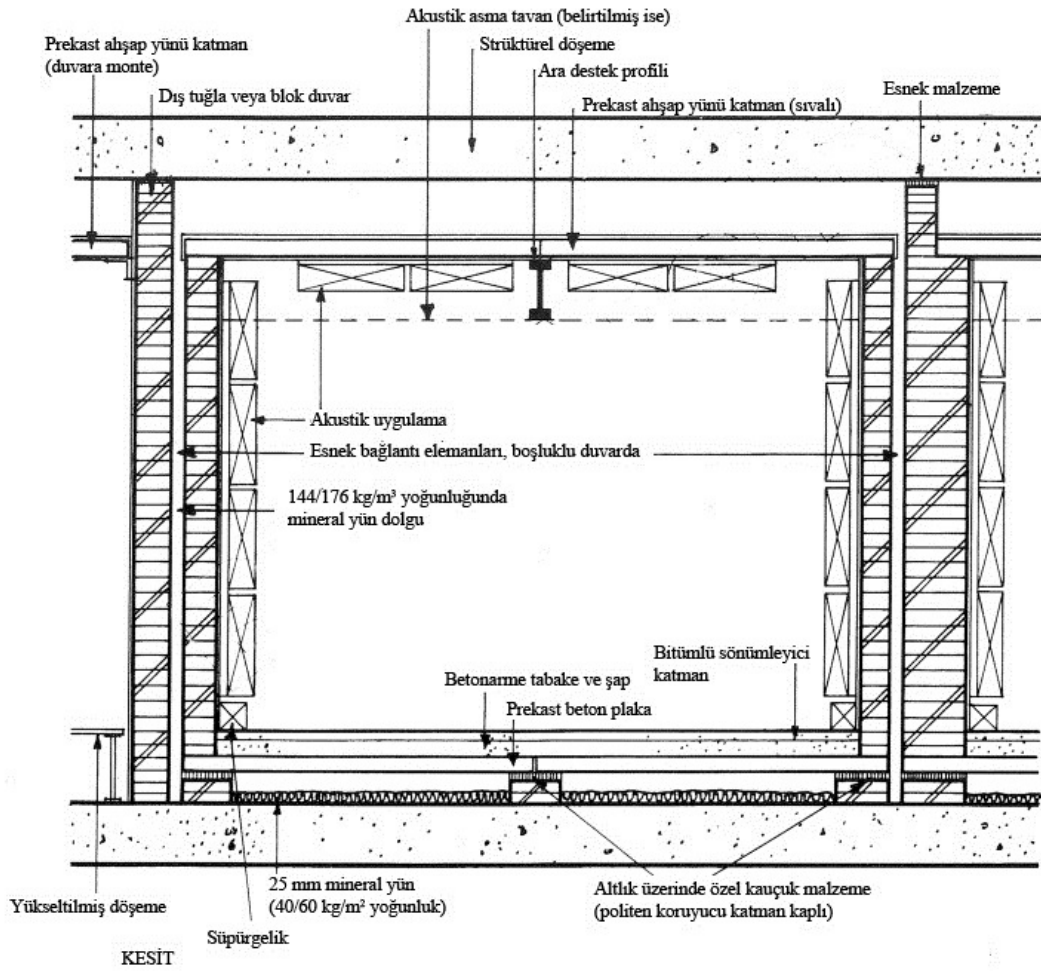
‘Kutu içinde kutu’ prensibi Şekil 2.23.’de gösterildiği gibi kauçuk titreşim sönümleyiciler polietilen koruyucu tabaka ile kaplanır ve 3 mm (veya belirtilen kalınlıkta) kalınlığında yük dağıtıcı yumuşak çelik tabaka ile kapatılır. Kauçuk desteğin oturtulacağı 10 mm harç tabaka düzgün bir şekilde perdahlanmalı ve destekler üzerine oturtulmadan önce prizini almış olmalıdır. Harçda ± 2 mm toleranstan fazla seviye farkı olmamalı ve toplam sistem ± 6 mm toleranstan fazla seviye farklı oluşturmamalıdır [12].

Betonarme döşemenin üzerine 40-60 kg/m² yoğunlukta 30 mm kalınlığında folyosuz mineral yünü serilmelidir. Kauçuk desteklerin üzerine kalıcı kapama yapılmalıdır. Bu metal plaka ile ya da birleşimli prefabrik beton plakalar ile yapılabilir. Dikkat edilmesi gereken husus hafif ağırlıklı beton döküldüğünde bu sabit kapama birleşim yerlerinden alt kısımdaki boşluğa sızma olmaması gerekliliğidir [12].

Sistemin çalışması için alt kısımda ve kauçuk desteğin kenarlarında kalan boşluğun kesinlikle temiz olması ve karkas yapı ile yüzer döşeme arasında katı birleşim (direk) olmaması gerekmektedir [12].

Bu yapının yapılması sonucu havada yayılan ses yalıtımının uygulamada uygun seviyelerde olabilmesi için karkas yapı ile yüzer döşeme arasında minimum 115 mm tercihen yaklaşık 300 mm boşluk bulunması gerekmektedir [12].

Bu noktadan sonra imalat metal kapamalı veya ince prekast beton plaka kapamalı sistem ile devam eder ve daha sonra duvar ve tavan uygulamaları yapılmaya başlanabilir [12].



Şekil 2.23. Kutu içinde kutu prensibi [12]

Yükseltilmiş döşemeler

Yükseltilmiş döşemeler genelde kontrol odalarında, engelsiz olmaları ve kablolama için kolay erişim ve hacim sağladıkları için tercih edilir. Bu tip döşemeler stüdyolar için altlarındaki boşlukların odanın akustiğine negatif katkı sağlayabileceği için tercih edilmez. Aynı zamanda döşeme kaplamasının insanlar üzerinde yürüdükçe çatlama riski vardır [12].

Yükseltilmiş döşemelerin temel avantajları güzel görünüşleri ve kabloları kolay ulaşım sağlamasıdır. Pratikte uzun teknik hazırlıklardan dolayı bu tip döşemenin kaplamasında veya desteklerinde deformasyonlar oluşabileceğinden ve döşeme

parçalarının değiştirilmesi zor olduğundan BBC uygulamaları için uygun bir döşeme sistemi değildir. Döşeme bitiş malzemesinin tipine göre döşeme panelleri darbelerden (örnek olarak ayak sesleri) dolayı çok ses çıkarabilirler [12].

Yükseltilmiş döşemenin bulunduğu mahal stüdyo veya teknik alanlara komşu ise döşemenin destek sisteminin stüdyo ve teknik alanların bulunduğu yapıya veya karkaslarına hiçbir şekilde direk bağlantılı olmaması gerekmektedir. Bu durum genelde koridorlarda daha çok söz konusudur. Stüdyo ve teknik alanların ortak koridorlarında eski tip yükseltilmiş döşeme uygulamalarında, yükseltilmiş döşemenin destek sistemi stüdyo ile ortak koridor duvarlarına direk olarak bağlantılıdır. Bu durum her türlü maliyet göze alınarak ortadan kaldırılmalıdır. Döşemenin duvara temas eden her türlü elemanı esnek elemanlar ile duvara monte edilmelidir [12].

Mevcut döşeme seviyesini yükseltmek için yapılmış yükseltilmiş döşemelerde önemli olan destek sisteminin esnek malzemelerle birlikte tasarlanmasıdır. Böylece darbe gürültüsünün aşağıda bulunan herhangi bir hassas alana geçmesi engellenir [12].

Tavanlar için Alınacak Önlemler

Stüdyolarda genellikle kullanılan dört çeşit tavan tipi vardır ve bunlar şöyledir [12]:

- Betonarme strüktürel tavan
- ‘Kutu içinde kutu’ prensibi
- Mevcut tavan iyileştirmesi için asma tavan tasarımı
- Akustik asma tavan

Ek olarak, genellikle şimdiki stüdyo ve teknik alanlarda yukarıdaki dört tip tavan konstrüksiyon sisteminde akustik anlamda önemi olan iki öge vardır ve akustik problemlerin artmasına neden olabilir. Bunlar akustik asma tavan bağlantı sistemleri ve aydınlatma gridleridir [12].

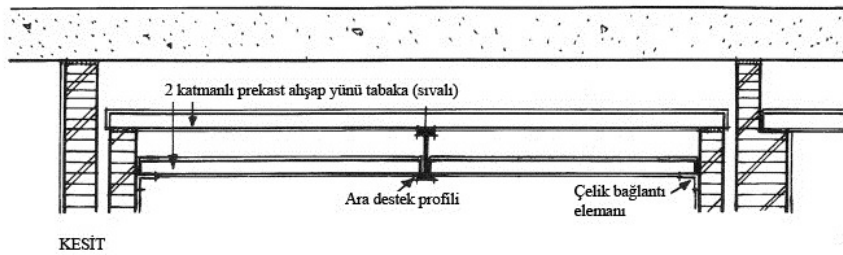
Betonarme Strüktürel Tavan

Bir stüdyoda dış çatı normalde 100 Hz - 2,5 kHz frekans aralığında ortalama 65-70 dB yalıtım sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Strüktürel hiçbir zayıflığı olmayacak şekilde kusursuz detaylandırılmalı ve eğer beton formunda ise iyice sıkıştırılmalıdır. Yalıtımda bu değeri sağlamak için, çatı çift katman (double-skin) olarak kurulmalı, katmanlar arası yeterli boşluk bırakılmalıdır. Alt katman genellikle betonarme döşemedir, stüdyo tavanı gibi davranır ve üst katman, bazen betonarme bazen de çatı yüzeyini yağışlardan korumak için serilen asfalt kaplı ahşap yünü içerir [12].

Katmanlar arası boşluğa 30 mm kalınlığında, folyosuz, 40-60 kg/m³ yoğunluğunda mineral yün uygulanarak akustik açıdan sönümleyici olması sağlanmalı ve üst döşemeye destek olacak şekilde 3 mm kalınlığında ince çelik ayırıcı plaka ile birlikte kauçuk anti-vibrasyon takozu yerleştirilmelidir [12].

'Kutu içinde kutu' prensibi

'Kutu içinde kutu' strüktür sisteminde, ana strüktürden ayrı, havada yayılan ve darbe kaynaklı ses için yeterli ses yalıtımı sağlamak amacıyla iç tavan oluşturulmalıdır. Bu katman, Şekil 2.24.'de gösterildiği gibi genellikle bir veya iki tabaka ahşap yünü tavanlardır ve duvar bitişleri mastiklenmiş yüzer duvarlar üzerine oturtulmalıdır. Ahşap yünü genellikle şaplı yüzey üzerine serilir ve bu durumda yüzer tavan alt kısmı sıvanır. Eğer iç tavan ana strüktüre herhangi bir şekilde asılacak ise esnek askı çubukları kullanılmalıdır [12].



Şekil 2.24. Kutu içinde kutu prensibi- tavan uygulaması [12]

Açıklıklar 3,3 m'yi geçen bazı ahşap yünü yüzer tavanlarda, o doğrultuda yeterli sayıda, minimum iki parça olacak şekilde, profil demir donatı konulmalı ve donatı bitişleri mastik ile birleştirilmelidir [12].

Birçok durumda tek katman ahşap yünü tavan yeterli olmakla beraber mahallerin üstünde darbe sesi yaratan mahaller olması durumunda tek katman ahşap yünü tavandan daha yüksek ses yalıtım sağlayacak bir uygulama yapmak gerekir. Basit tanımla döşeme ses kaynağı gibi davranır ve altında bulunan tek katman ahşap yünü tavan ses yalıtımı için yeterli olmaz bunun için bu tavan altına bir katman daha ahşap yünü eklenmelidir [12].

Mevcut tavan iyileştirmesi için asma tavan tasarımı

Mevcut yapının ses yalıtımı değerlerini arttırmak genelde yayın amaçlı kullanılacak alanların döşemelerine veya tavanına yeni bir katman eklemek ile mümkündür. Bu stüdyonun altında veya üstünde havada yayılan sesi ve darbe kaynaklı sesleri engellemek için önemlidir [12].

Bu durumda elde edilebilecek havada yayılan ses yalıtımı tamamen yapının yük taşıma kapasitesine bağlıdır. Yapının taşıma kapasitesi yeterli olduğu durumlarda taşıyıcı tavan üst ve alt mahallerden gelecek ses geçişini azaltmak için mahalin tavanına ve alt mahalin tavanına yerleştirilmelidir. Bu asma tavanlar mevcut duvarlarla desteklenebilir ancak karkas yapının döşemelerinden tamamen bağımsız olmalıdır ve esnek askı çubukları kullanılmalıdır [12].

Çatı altına denk gelen mahallerde stüdyo alanı oluşturulacaksa, gürültü kaynakları yol sesi, hava trafiği ve diğer ses kaynakları olacaktır. Bu sesler bütün yapı iyileştirilmediği sürece mahale gireceklerdir. Isı yalıtımı amaçlı fiberglas ve mineral yünü çatı örtüleri ses yalıtımına çok katkı sağlamaz. Yol ve hava trafiği kaynaklı sesleri engelleme için tek yolu çatıda aralarında boşluk olan ağır kütleli katmanlar oluşturmaktır [12].

Akustik Karo Asma Tavanlar

Akustik karo asma tavanlar belirli derecede ses yalıtımı sağlarlar. Bu asma tavan genelde havalandırma sisteminin altına yapılmış asma tavan altına yapılan ekstra bir katman olarak uygulanır. Havalandırma altına yapılan tavandan geçen seslerin mahale ulaşmasını azaltır [12].

Bu tip asma tavanın ses yalıtım değeri yoğunluğuna, kütlesine ve boşluklu yapısına bağlıdır. Ama genelde bu değer 500 Hz de 5 dB, 2kHz de 10 dB civarlarındadır. Daha yüksek değerler de beklenilebilir [12].

2.4. TV Stüdyolarında Hacim Akustiği Tasarım Kriterleri

Hacim akustiği, işitsel etkinliğin birinci derecede önemli olduğu (konferans, konser, opera, tiyatro...) mekanlarda, ses kaynağından çıkan seslerin hacim içindeki dinleyicilere en uygun biçimde iletilmesini sağlamak için hacimlerin kullanım amacına uygun olarak düzenlenmesi, bu amaçla kullanılan malzeme ve elemanların akustik açıdan değerlendirilmesi ile ilgilidir [13].

İyi akustik, yüksek kalitede yayın için ön koşuldur ve dolayısıyla hacmin oranları, boyutları, her koşul için akustik uygulama son derece önemlidir ve büyük bir dikkatle seçilmek zorundadır [12].

Radyo ve televizyon kanalları ihtiyacı için programların geniş aralıkları, orkestraya ait müzik için gerekli reverberant koşullarından açık oturum ve konuşma stüdyoları için gerekli ölü (dead) şartlara kadar farklı akustik koşullara sahip stüdyolar gerektirir [12].

Bir stüdyonun ya da kontrol odasının akustiği, genellikle ses yutucu ve dağıtıcı özelliklere sahip materyallerin hacim yüzeylerine uygulanmasıyla kontrol edilir. Akustik uygulamanın konumu önemlidir, ses yutucu malzeme fiziksel düzenleme ve onun frekanslardaki etkisi göz önünde bulundurularak mümkün olduğunca duvarlar

ve tavanda eşit olarak dağıtılmalıdır. Özellikle yanal simetri konusunda döşemeden 1 ve 2 m arasında akustik uygulama düzenlemelerine dikkat edilmelidir. Ayrıca kablo kanalları ve aydınlatma armatürleri, geniş yüzeyli kapılar, pencereler ve malzeme kabinleri gibi akustik uygulama yapılmamış yüzeylerden meydana gelen tekrarlanan eko ve yansımaların etkisini göz önünde bulundurmak önemlidir [12].

2.4.1. Hacmin biçimlenişi ve boyutlandırılması

Stüdyo ve yardımcı mahallerin ebatları kullanım ihtiyaçlarına göre belirlenmesine rağmen akustik sebeplerden dolayı uygun bir şekilde orantılanmalıdır. Bu nedenle hacmin geometrisi akustik performansın üzerinde çok etkilidir. Dikdörtgen hacimler, akustik açıdan avantajlı ve maddi olarak da uygun olduğu için en yaygın uygulamadır. En, boy ve yüksekliğin göreceli olarak orantılanması ses yönünden hassas hacimlerde önem teşkil etmektedir. Odanın boyutlandırılması esnasında orantılarla başlanmalıdır [12, 26, 27].

Birbiriyle aynı boyutlarda olan veya birbirinin katı gibi giden boyutları olan hacimlerde aynı frekansta daha çok rezonans, artım ve sönümlenme etkileri görülecektir. Örneğin; alçak frekanslı sesler için en kötü hacim biçimlenişi küplerdir. Küplerin her boyutu aynı olduğu için bu boyutlar aynı frekansta rezonans frekansları oluşturacaktır ve kullanılmasından kaçınılmalıdır [17].

Eğer odanın ebatlarını tercih etmek mümkünse, yayılmış doğal rezonansları sağlayan ebatları seçmek için bazı kurallar vardır. Zaman içerisinde denenmiş “Altın Oran” $1 : 2^{1/3} : 2^{2/3}$ veya yaklaşık $1 : 1,26 : 1,6$ ’dır. Bu katsayıların herhangi birinin örnek olarak $1:2,52:1,6$ gibi bir tam sayı ile çarpılmış hali de geçerlidir. Daha yakın zamanda yapılmış araştırmalar iyi seviyede alçak frekans mod dağılımı sağlayan oran aralıkları olduğunu göstermiştir. Odanın yüksekliğine bağlı olarak en/boy oranları da şu şekildedir; $(1,14 \pm 0,1)/(1,4 \pm 0,14)$ [12].

Kullanım ve gereksinimler doğrultusunda stüdyo türleri ve önerilen boyutlar Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir [7].

Çizelge 2.1. Stüdyo türleri ve önerilen boyutlar [7]

Stüdyonun türü	Performanç sayısı	Taban alanı (m ²)	Hacim (m ³)	Yükseklik (m)	Seyirci alanı (m ²)
TV Konuşma	1-2	12-14,8	33,96-48,11	3	7,4-12
TV Sunum	10-15	50,2-79,9	198,1-396,2	3,9-4,8	5-5,3
Küçük Film-Müzik Stüdyosu	25-30	148,8	990,5	6,4-7	5-5,9
Küçük TV Stüdyosu	20	99,5	594,3	4,8-6	4,6
	35	148,8	891,45	6	4,1
	50	199,9	1386,7	7	3,9
Büyük TV Stüdyosu	100	302,2	2377,2	7,9	2,9
	200	446,4	4528	10	2,2
	250	604,5	6509	10,9	2,4
	400	995,1	14999	14,9	2,5

2.4.2 Reverberasyon süresi

Reverberasyon bütün yüzeylerden ses dalgalarının yansıması ile sesin yükselmesidir. Reverberasyon oda içindeki sesi 15 dBA kadar yükseltebilir. Aynı zamanda konuşmaları anlaşılır bir şekilde bozabilir. Bununla birlikte, reverberasyon, müziğin düzenli olarak çalındığı mahallerde, özellikle sesin hoş sürekliliğinin sağlanmasında istenen bir özelliktir. Bundan dolayı farklı hacimlerde farklı reverberasyon karakteristikleri uygunluk sağlar [28].

Reverberasyon, reverberasyon süresi ile bilinen (T_{mid} olarak ifade edilen) bir parametredir ve değişkendir. T_{mid} iki şekilde tanımlanabilir; fiziksel olarak T_{mid} , ses kaynağı susturulduktan sonra sesin basınç seviyesinin (oda içerisinde) 60 dB düşmesine kadar geçen süredir. Bu düşüş dinleyicinin reverberasyon düşüşünü hissetmesi ile ilgili değildir. Matematiksel olarak, sabine denklemi olarak bilinen, T_{mid} odanın hacminin odadaki malzemelerin yutuculuğuna ters orantılı olarak bağıntısıdır [28, 29];

$$T_{mid} = 0.161.V/A \quad (2.2)$$

Burada V , odanın m^3 cinsinden hacmidir ve A odanın yüzeylerinin toplam yutuculuğudur. Bundan dolayı odanın hacmi azaldıkça ve oda yüzeylerindeki yutuculuk arttıkça T_{mid} de azalır. T_{mid} 'i kontrol etmenin iki yöntemi vardır:

- 1- Odanın ebatlarını değiştirmek,
- 2- Yüzeylerdeki yutuculuğu değiştirmek.

Geniş bir hacmin duvarlarla hacmini küçültmek ne kadar mümkün olsa da T_{mid} 'i ses yutucu malzemeler ile kontrol etmek daha pratiktir [28].

Malzemelerin yutuculuğu frekans ile değişiklik gösterdiği için T_{mid} de aynı değişikliği gösterir. Çizelge 2.2. 500-1000 Hz ortalama frekans aralığında genel olarak kabul edilmiş T_{mid} değerleri aralıklarını göstermektedir. Çizelgede görüldüğü gibi konuşma hacimlerinde düşük ve müzik için kullanılan hacimlerde yüksek T_{mid} süreleri istenmektedir. Tam dolu bir müzik alanı için optimum T_{mid} süresi müziğin cinsine göre değişir [28].

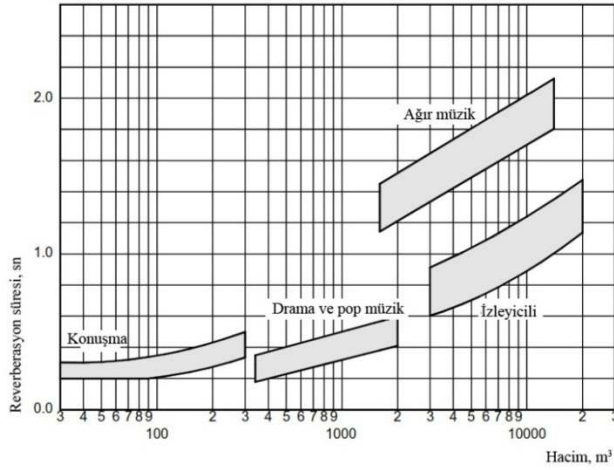
Çizelge 2.2.'de bulunan optimum T_{mid} değerleri genelde 500 Hz altında her yarılanma için %10 azalırken, 500 Hz üzerinde 1000 Hz'e kadar her frekans çiftlenmesinde %10 artar. Alçak (0.8 sn' den az) T_{mid} 'e sahip odalar *ölü oda*, yüksek (1.7 sn' den fazla) T_{mid} 'e sahip odalar ise *canlı oda* olarak tanımlanır [28].

Çizelge 2.2. Farklı etkinlik türlerine göre orta frekanslarda optimum T_{mid} değerleri [28]

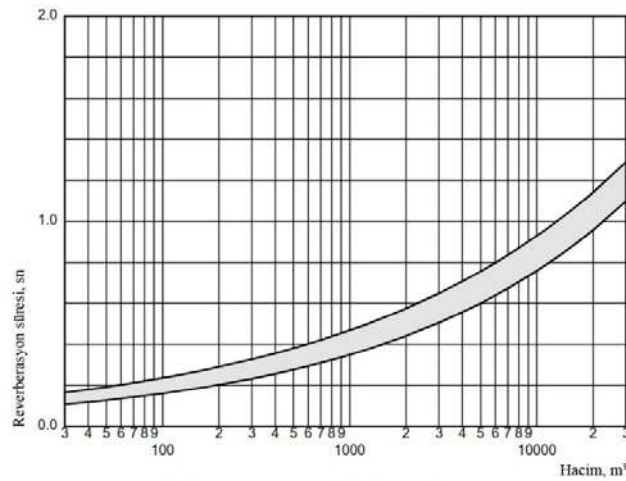
Etkinlik türü	Orta frekanslarda optimum T_{mid} (sn)
Yayın stüdyosu	0.5
Sınıf	1.0
Konferans salonu	1.0
Tiyatro	1.0
Çok amaçlı salon	1.3-1.5
Modern kilise	1.4-1.6
Rock konser salonu	1.5
Opera	1.4-1.6
Katedral	3.0 veya daha yüksek

Sabine denklemi yüzeylerdeki yutucu malzemelerin odada homojen dağılım gösterdiği durum temel alınarak hazırlanmıştır. Durum bu şekilde olmadığında, başka bir (daha karmaşık) T_{mid} hesaplama yöntemi kullanmak daha uygundur [28].

Şekil 2.25.'de BBC televizyon ve ses stüdyolarındaki 250-4000 Hz aralığında önerilen reverberasyon sürelerini göstermektedir. Grafiklerde görüldüğü gibi hem işleve hem de odanın hacmine göre reverberasyon süresi farklılık göstermektedir. Televizyon stüdyoları için oldukça düşük reverberasyon süresinin gerektiği Şekil 2.26.'da görülmektedir.



(a)



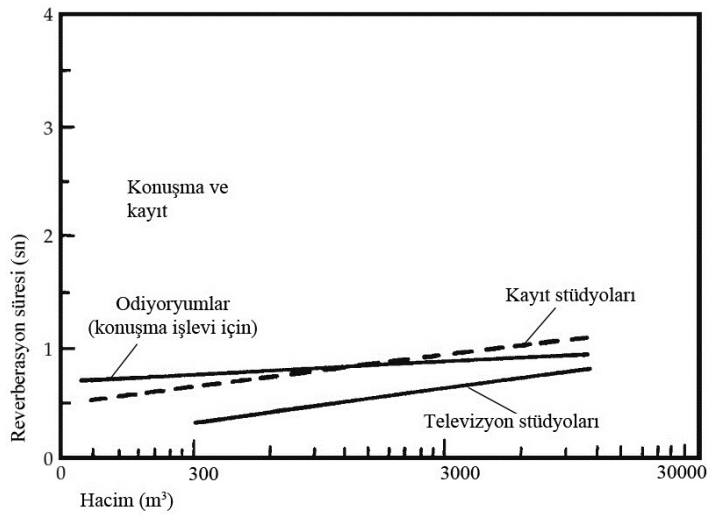
(b)

Şekil 2.25. BBC televizyon ve ses stüdyolarındaki önerilen reverberasyon süreleri [30]

Ankara Oran Tesislerinde pek çok stüdyosu bulunan TRT, buradaki stüdyoların inşa edilmesinde Alman ZDF Televizyon Kanalı ile ortak çalışmalar yapmıştır. ZDF'nin stüdyolar ve kontrol birimleri için öngördüğü reverberasyon süresi tablosu Çizelge 2.3.'de verilmiştir [3].

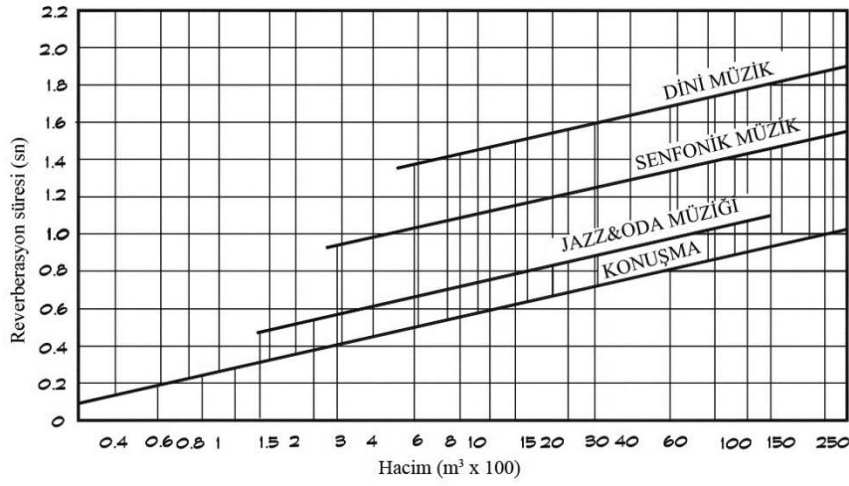
Çizelge 2.3. ZDF'nin stüdyolar ve kontrol birimleri için öngördüğü reverberasyon süreleri [ZDF]

Mekan ismi	Reverberasyon süresi ($T_{mid,Sn}$)
Stüdyo (eğitim, sunucu...)	0.6
Müzik stüdyosu	0.8
Prova odası	0.8
Ses reji	0.3



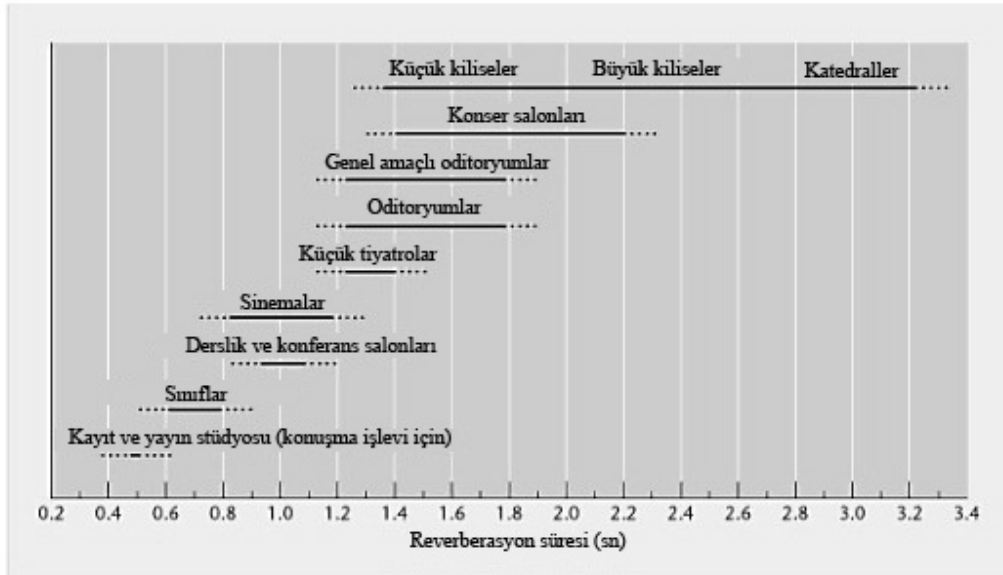
Şekil 2.26. Kayıt ve televizyon stüdyoları için hacme bağlı reverberasyon süresi [27]

Stüdyonun farklı kullanım ihtiyaçları için farklı ses kalitesi ve akustik özellikler gerekmektedir. Bu nedenle stüdyo için gerekli reverberasyon süresi, konuşma, drama, hafif müzik ve klasik müzik için değişkendir [20].



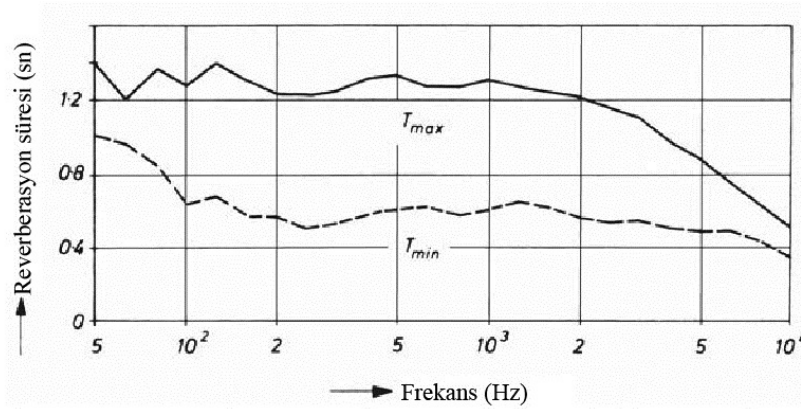
Şekil 2.27. 500- 1000 Hz aralığında stüdyolar için farklı işlevlere yönelik reverberasyon süresi [31]

Çeşitli aktiviteler için tercih edilen orta-frekanstaki (500 - 1000 Hz) reverberasyon süreleri Şekil 2.28.'deki grafikte verilmiştir. Grafikteki zaman aralıkları kalın çizgilerle ifade edilmiştir, kesikli çizgiler kabul edilebilir uç sınırları ifade etmektedir [32].



Şekil 2.28. Çeşitli aktiviteler için tercih edilen orta frekanstaki (500 - 1000 Hz) reverberasyon süreleri [32]

Reverberasyon süresinde çeşitlilik hareketli duvarlar veya tavanlar monte ederek sağlanabilir. Reverberasyon süresinde ki değişim bu şekilde uygulama yapılan hacim büyüklüğüne ve yutucuların farklı yutuculuk katsayılarına bağlıdır. Bu tip yutucuları kullanmak genelde pahalı ve mekanik problemlere sebep verir. Şekil 2.29.'daki örnek, 786 m³'lük hacmi olan bir yayın stüdyosunda ki değişik yutucuların etkisini gösterir. Duvarları otomatik toplanıp kapanan cam yünü şilteler ile kaplıdır. Şiltenin arkasında ortalama 20 cm hava boşluğu bulunan 0,5 m x 0,6 m'lik yutucular bulunur. Cam yünü şiltenin kaldırılıp kapandığı iki durumda reverberasyon süresi 0,6 saniye ile 1,25 saniye arasında değişim gösterir [33].

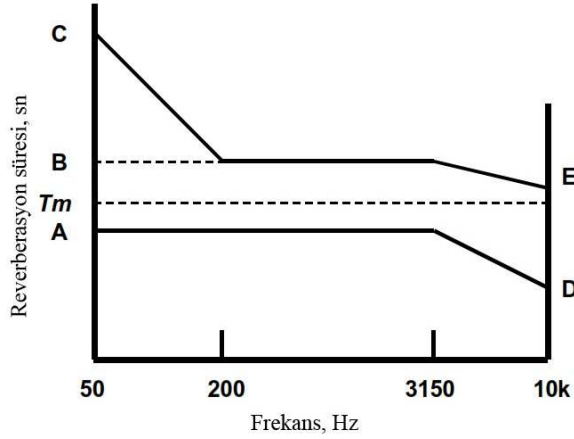


Şekil 2.29. Bir yayın stüdyosunda hareketli yutucuların reverberasyon süresine etkisi [33]

Şu anki aktif akustik sistemler bir hacmin reverberasyon süresini sadece artırabilmektedir. Bu nedenle, böyle bir odanın hacmi ve yutuculuk miktarı kısa reverberasyon süresi gerektiren performans türüne göre belirlenir [34].

Tolerans Aralığı

Önerilen tolerans aralığı üçte bir oktav band frekanslarda 200-3150 Hz aralığında ölçülen ortalama reverberasyon süresine bağlıdır. Şekil 2.30. ve Çizelge 2.4.'de stüdyolar için tolerans aralıkları gösterilmiştir [30].



Şekil 2.30. Reverberasyon süresi tolerans aralığı [30]

Çizelge 2.4. Tolerans aralığı katsayıları [30]

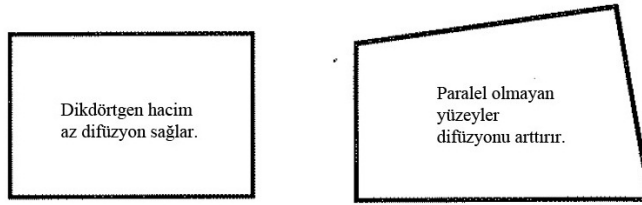
Hacim	$T_{m,sn}^{(1)}$	$A^{(2)}$	$B^{(2)}$	$C^{(2)}$	$D^{(2)}$	$E^{(2)}$
Konuşma işlevli stüdyolar ve kontrol birimleri	0,2	0,8	1,2	2,5	0,6	1,0
Diğer ses kontrol odaları	0,2	0,8	1,2	1,2	0,6	1,0
Büyük müzik stüdyoları	1,6	0,9	1,1	1,1	0,8	1,1
Büyük TV stüdyoları	0,8	0,8	1,1	1,2	0,6	1,0
⁽¹⁾ Bu değer örnek olarak verilmiştir. Hacim için önerilen reverberasyon süresi kullanılmalıdır.						
⁽²⁾ Reverberasyon süresi toleransları için katsayıları ifade eder.						

Tekrarlanan Eko

Tekrarlanan eko akustik olarak yansıtıcı yüzeyler arasında sesin aynı yolu takip ederek gidip geldiği duyulabilen rezonanstır. Bu şekilde isimlendirilmesinin amacı ise bazen el çırpması gibi keskin seslerin tekrar tekrar duyulabilmesidir [12].

Dikdörtgen odalarda tekrarlanan eko, eğer özellikle yüksek frekanslarda oda boyutları arasında (en, boy, yükseklik) ses yutulmasında büyük farklılıklar var ise ses yutumu farkı olan yüzeyleri olan mahallerde büyük bir problemdir. Örnek olarak zemini halı kaplı (düşeyde sesin yutulmasını sağlar) ve sadece karşılıklı iki duvarı akustik uygulama yapılmış bir odada akustik uygulama yapılmamış duvarlar arasında güçlü bir ses tekrarlanması olacaktır. En düşük seviyede akustik uygulama zeminde halı veya tavanda akustik panel ile birlikte birbirine komşu iki duvarda ses yutucu yapılarak sağlanmalıdır [12].

Sesin homojen olmaması durumunu azaltmak için birçok araç kullanılmaktadır. Hacmin formu, yüksek difüzyon sağlayarak homojenliği artırır. Bu nedenle dikdörtgen formlu hacmin aksine duvardaki açılı difüzyonu artırır ve böylece ses alanının homojenliği de artar. Şekil 2.31.'de görüldüğü gibi tek duvarının açılı (tercihen iki kenar) olması dikdörtgen formlu bir hacmin homojenliğini artırır ve tekrarlanan ekonun oluşumunu da engeller [26].



Şekil 2.31. Dikdörtgen formlu ve duvarları açılı olan hacim içerisinde tekrarlanan eko [26]

Yüksek frekans ses yutulması birbirine direkt zıt paralel sert yüzeylerde, insanın oturmuş haldeki baş seviyesi ve ayakta iken baş seviyesinde sağlanmalıdır. Örnek olarak kapı, pencereye paralel bir durumda ise kapının yüzeyi halı ile kaplanmalıdır. Alternatif olarak bu iki yüzeyden birisi ya da ikisi açılı şekilde yerleştirip paralellikten kaçınılabilir. Pratikte toplam 10 derecelik açının yeterli olduğu görülmüştür. Örnek olarak bir yüzey 10 derece veya iki yüzey 5'er derece açıldırılarak yerleştirilebilir. Bir diğer alternatif ise sert yüzey kullanmak yerine yutucu olmayan dağıtıcılar kullanmaktır [12].

2.4.3. Arka plan gürültü düzeyi

Arka plan gürültüsü mekan içerisinde kullanıcının duyma ve anlama yeteneklerini geliştirmesi için ihtiyaç duyduğu gereksinimlerle karışması istenmeyen sessel olay olarak tanımlanır. Çevreden gelen ve oldukça süreklilik gösteren arka plan gürültüsünü değişik trafik gürültüleri, inşaat, sanayi, pazar yeri, okul bahçesi gibi kent gürültüleri, rüzgar, kuş, böcek sesi gibi doğa gürültüleri oluşturur. En sessiz

bölgelerde bile yaklaşık 20 dB arka plan gürültüsü vardır. Belli bir gürültü ölçülürken arka plan gürültüsü unutulmamalıdır [35, 36].

Arka plan gürültü düzeyi şu şekilde bulunabilir [37]:

$$\text{Arka plan gürültü düzeyi} = \text{Çevresel gürültü düzeyi} (L_{Aeq}) - R_w \quad (2.2)$$

Hacmin işlevine bağlı olarak tanımlanan kabul edilebilir gürültü düzeyi uluslararası standart ve yönetmeliklerde ayrıntılı olarak tanımlandığı gibi, ülkemizde yürürlükte olan Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nde de, belli oranda değerlendirilmektedir. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri, zaman içindeki ortalama değeri veren L_{eq} ve daha ayrıntılı incelemeleri olanaklı kılan, frekans fonksiyonunda rahatsızlığa yol açmayacak düzeyler olarak tanımlanmaktadır. RC (Room Criteria), NR (Noise Rating), NCB (Balanced Noise Criteria) eğrileri bu tip değerlendirmelere örnek olarak verilebilir. Gürültü denetiminde, hacimlerde kabul edilebilir değerlerin göz önüne alınmaması durumunda, önlemlerin yetersiz kalması söz konusu olabildiği gibi; kimi zaman da, gereğinden fazla önlemler, ekonomik, teknik benzeri açılardan gereksiz harcamalar ortaya çıkarabilir [38].

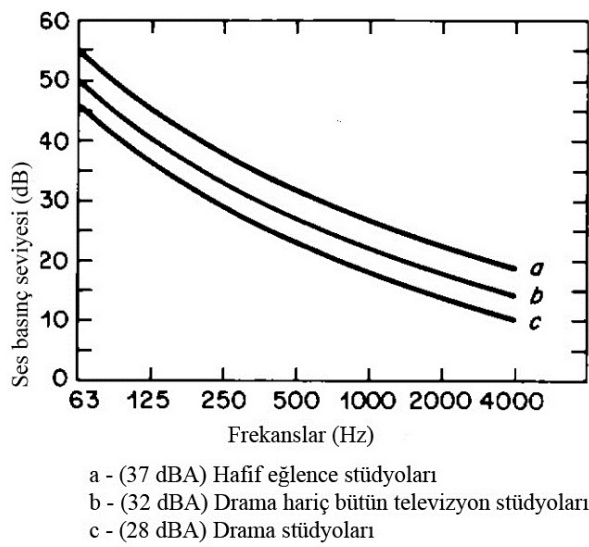
Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi (L_{eq}) (Equivalent Continuous Sound Pressure Level)

Belli bir süre içinde seviyeleri değişim gösteren, genellikle A ağırlıklı ses seviyesi olarak ölçülen, gürültünün enerji açısından eşdeğeri olan sabit seviyeyi ifade eder [39].

Zamansal olarak değişen bir gürültünün eşdeğer gürültü düzeyinin elde edilmesi için; örnek alınan zaman süresi boyunca küçük zaman aralıkları (0,5 sn gibi) içinde gürültü düzeylerinin anlık değerlerinin saptanması, bu değerlerin basınç birimine çevrilerek zamansal ortalamanın bulunması ve sonucun logaritmik birime çevrilmesi gerekir [35].

BBC Arka Plan Gürültü Düzeyi Kriteri

BBC Araştırma Departmanı stüdyolar için arka plan gürültü düzeyi ile ilgili kriter geliştirmişlerdir. Şekil 2.32.' da farklı stüdyo türleri için arka plan gürültü kriterleri grafik olarak gösterilmiştir. Bu grafikte 'b' eğrisi bütün televizyon stüdyoları için geçerlidir ve 32 dBA arka plan gürültü seviyesine sahiptir [40].



Şekil 2.32. Stüdyo türleri için arka plan gürültü seviyeleri [40]

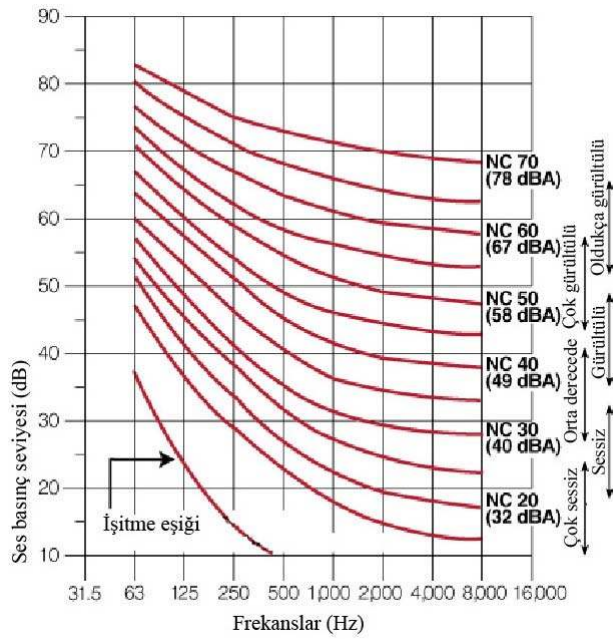
NC Gürültü Düzeyi Kriteri

NC Gürültü düzeyi kriteri (NC eğrileri), mekânlardaki en gürültülü durumlardaki ses seviyelerini ölçerek, mevcut durumu değerlendirmede kullanılmaktadır. NC aynı zamanda, sabit ya da sürekli arka plan gürültü düzeylerinin, en uygun ses yalıtımının belirlenmesine yardımcı olur. Hem alçak, hem yüksek frekanslarda sağlanan düzeyler NC eğrisinin 4-5 dB altındadır. Her NC eğrisi, sekiz oktav bant merkez frekansındaki ses basınç seviyeleriyle tanımlanmıştır [14,18].

1957 yılında tanımlanan bu kriter, mekânların uygun arka plan gürültü düzeylerinin belirlenmesinde tek bir ortalama yerine 8 oktav-bantta kabul edilebilir en yüksek gürültü seviyelerinin sınırlarını çizen bir eğrinin kullanılmasını önermektedir.

Seçilen NC değerleri, binaların içindeki kullanicıların eylemlerine göre farklılık gösterir. Çizelge 2.5.'de çeşitli iç mekan aktiviteleri için tavsiye edilen arka plan ses basınç seviyeleri verilmektedir. En basit uygulama kullanımda, incelenen gürültünün oktav bant basınç seviyeleri NC eğrileri üzerine işaretlenir. En yüksek NC değerine yakın nokta incelenen gürültünün NC değeri olarak kabul edilir [14].

Aşağıda gösterilen NC eğrilerinin sayısal tanımı 1000, 2000 ve 4000 Hz de kendi ses basınç düzeylerinin aritmetik ortalamasıdır (konuşma algılaması için son derece önemli frekanslardır). NC oranı bir gürültü ölçümü için NC eğrilerinin çizilmiş ses spektrum noktalarıyla karşılaştırılarak bulunabilir. NC oranı ses spektrum noktası tarafından aşılmayan en düşük NC eğrisidir [18].



şekil 2.33. NC eğrileri [41]

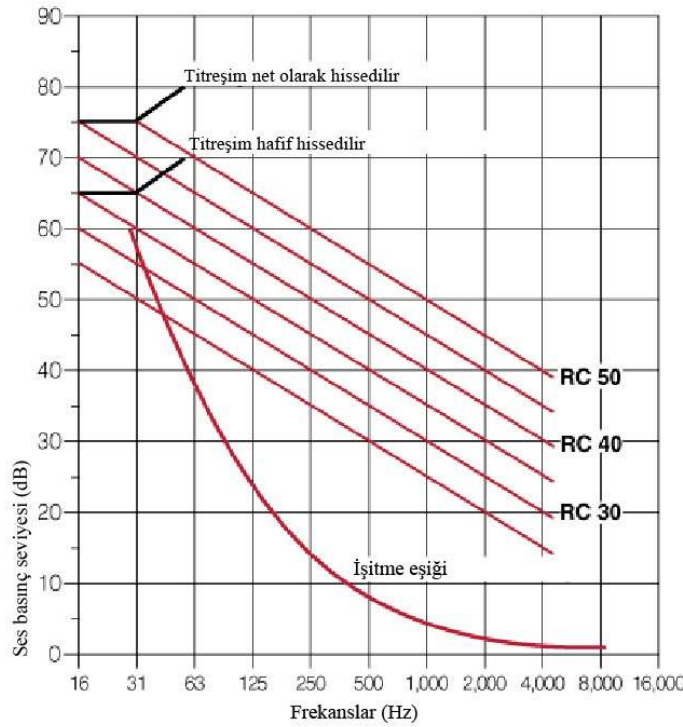
Çizelge 2.5. İşlevlere göre NC değerleri ve dBA karşılıkları [42]

Hacmin Kullanım Türü	Kriter	
	NC Eğrisi	Ses Seviyesi, dBA
Dükkanlar, garajlar vb.	45 – 60	52 – 65
Genel ofisler ve sekreter ofisleri	40 – 50	47 – 56
Laboratuvarlar, klinikler, hasta bekleme alanları	40 – 50	47 – 56
Koridorlar, sirkülasyon alanları	40 – 50	47 – 56
Büyük ofisler, resepsiyonlar	35 – 45	42 – 52
Konutlarda yaşama ve yemek odaları	30 – 40	38 – 47
Genel sınıflar, kütüphaneler	30 – 40	38 – 47
Özel, yarı-özel ofisler	30 – 40	38 – 47
Yatak odaları, özel konutlar, hastaneler	25 – 35	34 – 42
Yönetici ofisleri, konferans odası	25 – 35	34 – 42
Küçük genel amaçlı oditoryumlar (500 kişiden az), konferans salonları	30 (max)	40 (max)
Küçük kilise ve sinagoglar	25 (max)	35 (max)
Radyo, TV ve kayıt stüdyoları (yakın mesafeli mikrofon kullanılan)	25 (max)	35 (max)
Kiliseler, sinagoglar (kilise müziği için)	20 (max)	30 (max)
Büyük oditoryumlar (müzik ve drama desteksiz)	20 (max)	30 (max)
Radyo, kayıt stüdyoları (uzak mesafeli mikrofon kullanan)	15 (max)	25 (max)
Opera performans salonları	15 (max)	25 (max)
Müzik performans ve resital salonları	15 (max)	25 (max)

RC Gürültü düzeyi kriteri

RC gürültü düzeyi kriteri, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin oluşturduğu sürekli gürültüleri (HVAC); ölçülmüş ses basınç seviyelerine, frekans spektrumunun şekline, tonal içeriğe ve düşük frekanstaki titreşimlere bağlı olarak değerlendirmek için kullanılır. RC eğrileri iyi bir denge için yaklaşık değerler olup, yumuşak ses spektrumları ile arka plandaki sesleri maskeleymesi için kullanılmaktadır. Ses kalitesi için en uygun denge eğrinin şeklini bütün frekans aralığında 2 dB daha yüksek kabul ederek bulunabilir. Düşük frekanslarda (31,5-250 Hz) eğriyi 5 dB geçerse bu büyük bir ses seviyesi olacaktır. Eğer ses seviyesi yüksek frekansta (2000-4000 Hz) 5 dB geçerse bu ses tıslama sesi gibi olacaktır. Her hacim için RC değerleri değişiklik gösterebilir. Dış duvarlar aracılığıyla ses geçişi azaltılabilir ya da binanın sessiz yerleri için bu değer ayarlanabilir. Gürültülü bir çevredeki bir ortam için bu değerlerin 5 dB kadar artması da kabul edilir. Daha sıkı limitlerde ani ve rahatsız edici sesler düşünülürse, 5-10dB arası daha düşük değerler tercih edilir [14, 18].

Şekil 2.34.'de titreşimin hissedildiği alanlar gösterilmiştir. NC den farklı olarak, farklı spektrumların benzer değerler sağladığı durumlarda, RC eğrileri kullanılır. RC değeri, 500-2000 Hz arası ses spektrumuyla karşılaştırılarak en yakın RC eğrisine bağlı olarak bulunur [14, 18].

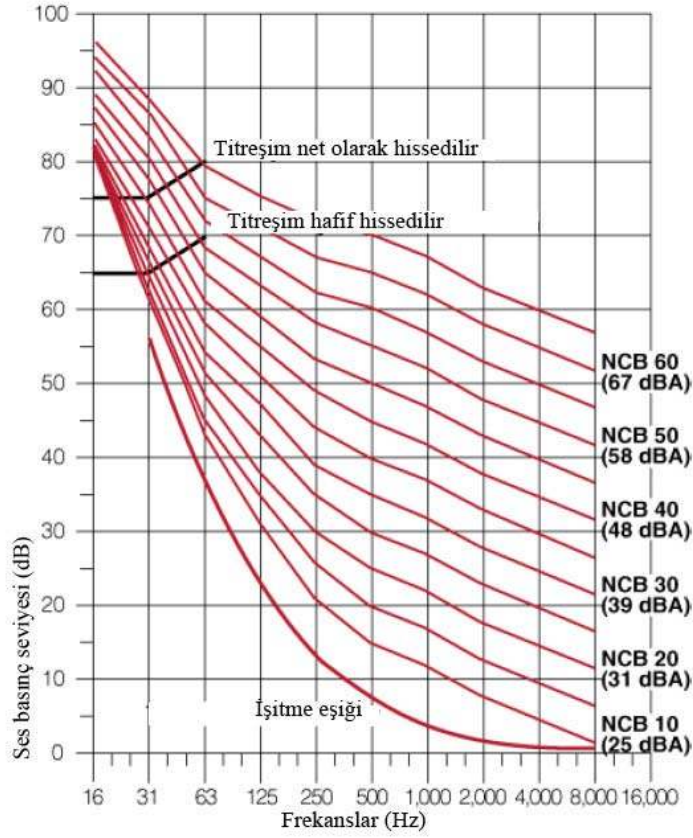


Şekil 2.34. RC eğrileri [41]

NCB Dengelenmiş gürültü düzeyi kriteri

NCB Dengelenmiş gürültü düzeyi kriteri, bir hacmin iç ortam gürültü düzeyini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılır, ayrıca kullanıcılardan kaynaklanan gürültüyü de içermektedir. NCB eğrileri, NC eğrilerine, iki alçak frekans oktav bant (16 Hz ve 31 Hz) eklenerek ve yüksek frekanslarda (4000 ve 8000 Hz) kabul edilebilir gürültü seviyeleri düşünülerek, eksiklikler giderilerek geliştirme amacıyla uygulanmıştır. NCB sınıflandırma prosedürü, SIL, konuşma girişim düzeyi parametresine gumbürtü ve ısıklık şikâyetleri için öngörülen ek deneylere dayanılarak belirlenir. Fakat dengelenmiş gürültü düzeyi kriterini belirlemek için yapılan ses

basınç seviyesi ölçümleri, yerleşilmiş dolu bir odada yapılmaktadır. Çizelge 2.6.'da binaların kullanım amacına göre RC ve NCB değerleri verilmiştir [14].



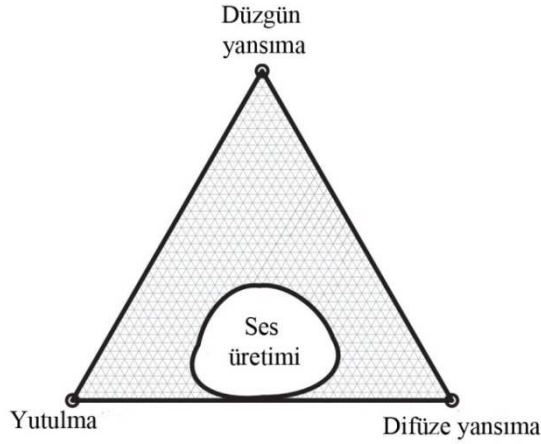
Şekil 2.35. NCB eğrileri [41]

Çizelge 2.6. Binaların kullanım amacına göre RC ve NCB değerleri [27, 41, 43]

Kullanım Amacı		RC ^(1,2,4)	NCB ^(1,3,4)
Apartmanlar		30 – 35 (N) [40 – 45 dBA]	28 - 38
Ofisler	Yönetici	25 – 30 (N) [35 – 40 dBA]	25 – 30
	Konferans odaları	25 – 30(N) [35 – 40 dBA]	
	Büyük konferans odaları		25 – 30
	Küçük konferans odaları		30 – 35
	Özel odalar	30 – 35 (N) [35 – 40 dBA]	35 – 40
	Bilgisayar/büro makine alanları	40 – 45 (N) [50 – 55 dBA]	38 – 43
	Genel sekreter alanları		38 – 43
	Kamu dolaşım alanları	40 – 45 (N) [50 – 55 dBA]	38 – 48
Okullar	Derslikler ve amfiler	25 – 30 (N) [35 – 40 dBA]	25 – 30
	Açık plan derslikler	35 – 40 (N) [45 – 50 dBA]	33 – 37
Tiyatrolar		20 – 25 (N) [30 – 35 dBA]	20 – 25
Sinemalar		30 – 35 (N) [35 – 40 dBA]	27 – 37
Restoranlar		40 – 45 (N) [50 – 55 dBA]	38 – 43
Konser ve resital salonları		15 – 20 (N) [25 – 30 dBA]	10 – 15
Kayıt stüdyoları		15 – 20 (N) [25 – 30 dBA]	
TV stüdyoları		20 – 25 (N) [30 – 35 dBA]	15 – 25 [28 – 35 dBA]
Yayın stüdyoları (uzak mesafeli mikrofon kullanılan)			10
Büyük oditoryumlar, büyük drama tiyatroları ve büyük kiliseler (çok iyi konuşma artikülasyonu için)			15 – 20
Dükkanlar, garajlar ⁽⁵⁾			50 – 60
(1) Değerler ve aralıklar insan davranışlarının nicel ölçümü ile değil deneysel ve hükümsel yargıları temel alır. Bu değerler tipik bina kullanımları için genel limitleri ifade eder. Yüksek veya alçak değerler kabul edilebilir olmakla beraber ekonomi, hacmin kullanımı ve diğer ihtiyaçlar göz önüne alınarak detaylı analiz temeline oturmalıdır. Bu değerler sözleşmesel ihtiyaçları karşılamak için yapılmamıştır. (2) RC değerleri seyircisiz hacimler için kullanılır. (3) NCB değerleri seyircili hacimler içindir. Seyirci eğer arka plan gürültü seviyesine çok fazla etki yapmıyorsa bu değerler kullanılabilir, aksi halde değerlerde azaltım yapmak gerekecektir. (4) Akustik açıdan kritik hacimlerde (RC<30 ve NCB<30) ve bütün sanat hacimlerinde deneyimli akustik danışman tutulmalıdır. (5) Spektrum seviyeleri ve ses kalitesi bu hacimlerde genel ses seviyesinden daha az önem teşkil eder.			

2.5.4. Ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların dağılımı

Ses üretimi (reproduction) olan yayın- kayıt stüdyosu gibi hacimlerin akustiği nötr olmalıdır. Bir ses üretim odasında, yutuculuk ve difüze yansıma önemli rol oynar ve düzgün yansımaların küçük katkısı vardır. Yutuculuk ve difüzyon (Şekil 2.36.), sesin farklı algılanmasını (coloration) kontrol etmek için kullanılır, aksi takdirde erken yansımaların ulaşmasına ve alçak frekans modlarına neden olur [44].



Şekil 2.36. Kayıt ve yayın stüdyolarında ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların dağılımı [44]

Mümkün olduğunca, stüdyolarda yutucu yüzeyler homojen bir şekilde hacmin tüm yüzeylerine dağıtılmalı, yerleştirilmelidir. Ses yutucuların eklenmesi hacim içerisindeki difüzyon için bir diğer alternatiftir ve düşünülmelidir [26].

Panel yutucular

Genelde kullanılan alçı panel, kontrplak ve sunta (hardboard) gibi panel malzemeleri sesi aynı derecede yutarlar. İnce paneller alçak frekanslardaki sesi yutarlar ve en yüksek yutum malzemenin rezonans frekanslarında gerçekleşir. Bu genelde malzemenin kütlesine ve sertliğine bağlıdır. Panelin verimliliği arkasında hapsedilmiş bir boşluğun olması ve bu boşluğun yutum kapasitesine bağlı olarak panelin yutum kalitesi çok değişiklik gösterebilir [12].

Katı bir yüzey üzerine (aralarında bir hava boşluğu kalacak mesafe bırakılarak) monte edilen hava geçirmez zar benzeri malzemeler bir panel yutucu şeklinde hareket edip, ses dalgalarının çarpmasıyla titreşirler. Panelin titreşimi, gelen belli miktardaki ses enerjisini, ısı enerjisine çevirerek yutar. Bu tip paneller düşük frekans yutuculuğu için verimlidir [14].

Bu malzemeler bir tasarımda kullanılacaksa önceden belirlenmiş olmalı ve son anda bir değişikliğin sonucu olmamalıdır. Örnek bir durumda elektrik kablolarını kapatmak için bir hava boşluğunun önüne son anda karar verilen alçı panel kapama yapılarak ve bu kapamanın verimli bir bas yutucu olduğu görülmüştür ve stüdyolarda ki alçak frekans yutucularının çoğu kaldırılmak zorunda kalmıştır. Bu nedenle akustik danışman tarafından bu tip malzemelerin yutuculuğu en baştan hesaplamalarına katılmalıdır [12].

Modüler yutucular

Yerel radyo stüdyolarında standart ebatlarda akustik modül üretim ihtiyacı doğduğunda 1967 yılında BBC ilk defa modüler akustik yutucuları kullanmıştır. Sistem her bir stüdyo ve kontrol odası için uygun çözümlerin seçiminin yapılabileceği, belirli bir yutuculuk aralığı sağlayan, 4 değişik ebatla çeşitli sayıda parça içermektedir [12].

Sabit modül boyutlarının üç temel avantajı vardır. İlk olarak Mimar odanın son tasarımı bitmeden karkasın ebatlarını verebilir. İkinci olarak uygulama yapıdan uzakta, genelde alt taşeronlar aracılığıyla, önceden imal edilebilir. İmalatın tamamlanmasından veya imalat aşamasında ki değişiklikler veya tasarım düzeltmeleri kolaylıkla yapılabilir [12].

Modüler yutucular için ilk tasarımı 600 mm lik karolaj olarak düşünülmüş ve 580 mm'lik kare yutucular ile modüller arası 20 mm'lik boşlukla bu karolaj sağlanmıştır. Uygulama mineral yününün bölümlerdeki hava boşluğunun üstüne oturtularak gerçekleştirilir ve yutuculuğun derecesi ve tipi kullanılan farklı bitiş malzemeleri ile değişmektedir. BBC bu doğrultuda A-B-C-D olmak üzere dört farklı modüler tip oluşturmuştur [12].

Modüler yutucular şaşırtmalı şekilde aralarında 20 mm boşluk kalacak şekilde yerleştirilirler. Modüler yutucular tavana yerleştirileceğinde, yutucuların

monteleneceği ahşap elemanlar modül ağırlığından veya zamanla esneme yapmaması için tavana sıkıca bağlanmalıdır [12].

Bazı durumlarda amaca yönelik modüler yutucular bazı özel durumlara karşı uygun olmaları için tasarlanabilirler ve A-B-C-D modüllerinden farklı derinlik ve ebatlarda olabilirler. Bu durumda akustik danışman tarafından detaylı çizim ve şartnameler temin edilir [12].

Boya, sadece rulo fırçalar ile yapılmalı ve gözeneklerin boya ile kapanmamış olmasına dikkat edilmelidir. Kapanması durumunda delikler açılmalı veya ön yüz tekrar değiştirilmelidir. Modüllerin yanlarını ve oturdukları çıtaların boyanması normal yöntemlere göre ve genelde koyu bir boya ile olur [12].

Modüllerin boşluksuz kısmın düzgün bir şekilde ayarlanması önemlidir ve perfore görünümün modüller arası sürekliliğinin de sağlanması gerekir. Özellikle geniş alan uygulamalarında bu durum görüntü kirliliği yaratabilir. Bu durumdan özellikle kaçınılmalıdır, oluşması halinde uygun yangına dayanıklı kumaş veya dikkatlice kullanılmış dekoratif elemanlar veya renklerle genel görünüm düzeltilebilir [12].

A tipi modüler yutucular

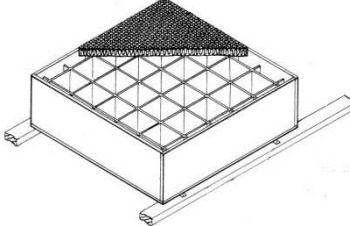
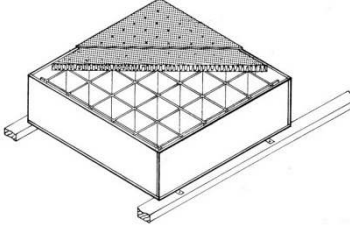
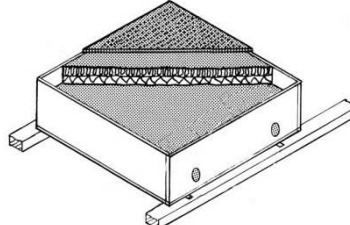
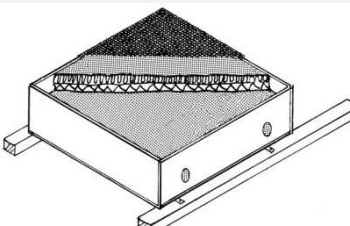
A tipi modüler yutucu boyutları 580 x 580 x 184 mm'dir. Pratikte küçük ve orta büyüklükteki odalarda modüler akustik uygulamalarda genelde iki tip modül kullanılır. Bunlar A2 ve A3 tipi modüllerdir. A2 tipi, arka tarafındaki bulunan hava boşluğu ile birlikte rezonans halinde ön paneli akustik kütle olarak kullanır ve, alçak frekans yutuculuğu sağlar. A3 modül temelde hava boşluğunun önünde mineral yünü katmanından oluşur. Bu kapama 315 Hz den yüksek her frekansta yüksek yutuculuk katsayısı sağlar. Çizelge 2.7.'de A tipi modüler yutucuların özellikleri ve hangi frekans aralığında yüksek yutuculuk sağladığı, Şekil 2.37.'de ise ses yutuculuk katsayıları grafik olarak gösterilmiştir [12, 45].

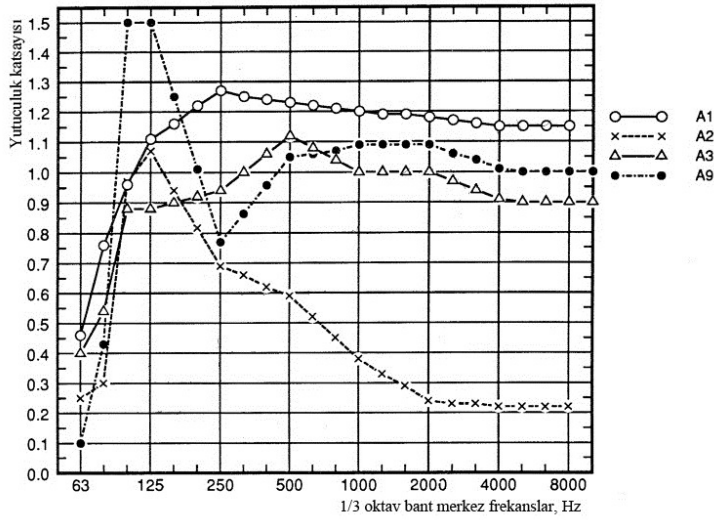
Bu iki modül yaklaşık eşit oranlarda kullanıldığında duyulabilir frekans aralığının kayda değer bir kısmında, yüksek ve kabul edilir homojenlikte bir yutuculuk katsayısı veren birbirini tamamlayan modüllerdir. Birlikte kullanılarak geniş bir oda tipi aralığında gayet esnek bir akustik tasarım imkanı sağlarlar [12].

Standart A tipi modül 6 kg'dır. Tavanda daha iyi bir birleştirme yapılması gerektiğinde ayna menteşeler sadece kontrplağa yandan bağlantılıdır, açılı menteşeler ya da köşebentler yutucu setiyle beraber kontrplağa vidalanmalıdır [12].

Modüler yutuculara başka ekipmanlar montelenmeye çalışıldığında A2 ve A3 modül yutucularının arkasında bütün deliklerin etrafı tamamen sızdırmazlığı sağlandığı takdirde delikler oluşturulabilir. A8 veya A9 tiplerinin arkasında hiçbir şekilde delik açılmamalıdır. Hatta hiçbir modüler yutucunun ön yüzünde delik olmamalıdır, destek sistemi haricinde hiçbir şey önyüzüne veya yanına monte edilmemelidir. Kablo kanalları yutucuların arkasına montelenmelidir. Yutucu arkasındaki 32 mm kalınlığındaki çita 25 mm'lik kablo kanalı için yeterli aralığı sağlar. Bütün kullanılan sunta ve kontrplak yangına dayanımlı olmalıdır [12].

Çizelge 2.7. A tipi modüler yutucular [12, 45]

Modüler Yutucu Tipleri	Boyutları ve Şekil	Özellikleri	Frekans Aralığı
A	A1	Ön panel: 12.5mmx12.5mm galvaniz tel kafes (galvanised weldmesh) Yutucu: 144-176 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm rijit mineral yünü (hafif dokunmuş kumaş kaplı)	80 Hz ve üzeri frekanslarda
	A3	 Boyutları: 580 x 580 x 184 mm Ön panel: 3 mm sunta Delik çapı: 3 mm Birbirine mesafesi (merkezden): 6 mm Kenardan mesafesi: 20 mm Perforasyon: %20 Yutucu: 144-176 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm rijit mineral yünü	Alçak frekanslarda (en iyi 125 Hz)
	A2	 Boyutları: 580 x 580 x 184 mm Ön panel: 3 mm sunta Delik çapı: 3 mm Birbirine mesafesi (merkezden): 38 mm Kenardan mesafesi: 20 mm Perforasyon: %0.5 Yutucu: 40-60 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm yarı-rijit mineral yünü	Alçak frekanslarda (en iyi 125 Hz)
	A8	 Boyutları: 580 x 580 x 184 mm Ön panel: 3 mm sunta Delik çapı: 3 mm Birbirine mesafesi (merkezden): 6 mm Kenardan mesafesi: 20 mm Perforasyon: %20 Yutucu: 144-176 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm rijit mineral yünü 50 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm mineral yünü	200 Hz ve üzeri
	A9	 Boyutları: 580 x 580 x 184 mm Ön panel: 12.5mmx12.5mm galvaniz tel kafes (galvanised weldmesh) Yutucu: 144-176 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm rijit mineral yünü (hafif dokunmuş kumaş kaplı) 50 kg/m³ yoğunluğunda 30 mm mineral yünü 3 mm perforesiz sunta	200 Hz ve üzeri



Şekil 2.37. A tipi modüler yutucular için ses yutuculuk katsayıları grafiği [12]

B tipi modüler yutucular

B tipi modüler yutucu boyutları 580x580x108 mm'dir. A tipi modüler yutuculara benzer sistemle çalışmaktadır fakat A tipi modüllerdeki ufak sıkıntı ise küçük odalardaki zaten az olan kullanılabilir döşeme alanını 184 mm kalınlığıyla aşırı derecede küçültebilirler. Bu açıdan B tipi modüller ise 108 mm kalınlığı ile daha iyidir ama genelde daha başarısız akustik sonuçlar vermektedir [12].

C tipi modüler yutucular

C tipi modüler yutucular A ve B tiplerinden 12.5 mm lik galvanizli hasır kapama ve 50 mm kalınlığında kumaş kaplı yüksek yoğunluklu mineral yünü yutucu katmanı ile ayrılırlar. C2 tipinde mineral yünün altında 3mm kalınlığında %0.5 perfore delikli sunta bulunur. Bu da bölümlendirilmiş hava boşluğunun C1 tipinde 155 mm C2 tipinde 152 mm olduğu anlamına gelir [12].

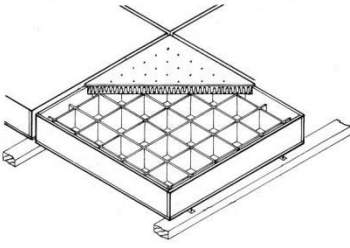
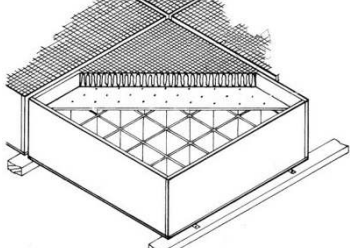
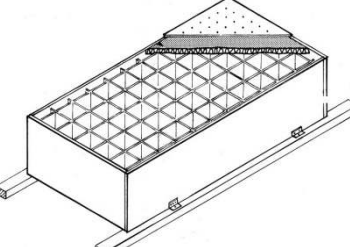
D tipi modüler yutucular

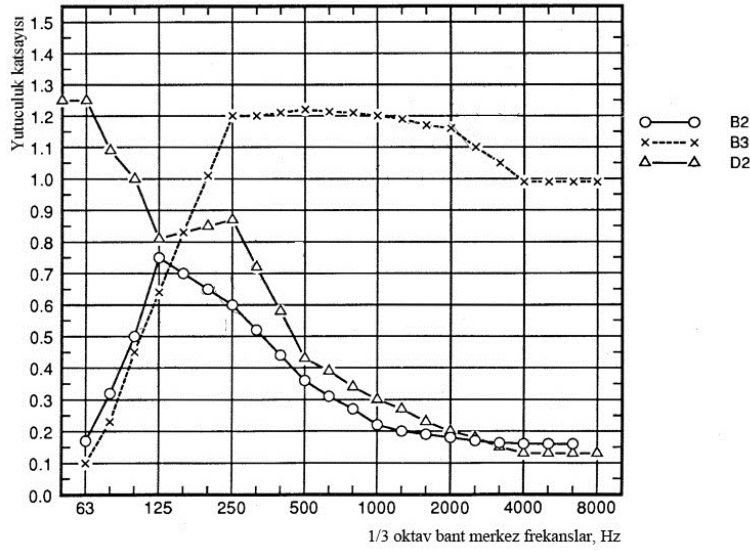
Diğer yaygın kullanılan bir başka yutucu tipi de D2'dir. Ebatları 1180 x 580 mm ve 292 mm kalınlığındadır. Bu modül A2 gibi çalışmakta olup alçak frekans rezonans avantajı vardır. Bu tip genelde, örneğin müzik işlevli, daha büyük stüdyolarda kullanılır [12].

D2 tipi modüler yutucular geniş stüdyo alanlarında alçak frekans sesleri yutmak için tasarlanmıştır. İmalatları A2 tipine benzer ancak daha uzun ve derin modüllerdir [12].

Çizelge 2.8.'de B, C ve D tipi modüler yutucuların özellikleri ve hangi frekans aralığında yüksek yutuculuk sağladığı, Şekil 2.38.'de de ses yutuculuk katsayıları grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2.8. B, C ve D tipi modüler yutucular [12, 45]

Modüler Yutucu Tipleri		Boyutları ve Şekil	Özellikleri	Frekans Aralığı
B	B1	 Boyutları: 580 x 580 x 108 mm	Ön panel: 12.5mmx12.5mm galvaniz tel kafes (galvanised weldmesh) Yutucu: 144-176 kg/m ³ yoğunluğunda 30 mm rijit mineral yünü (hafif dokunmuş kumaş kaplı)	125 Hz ve üzeri frekanslarda
	B2		Ön panel: 3 mm sunta Delik çapı: 3 mm Birbirine mesafesi (merkezden): 38 mm Kenardan mesafesi: 20 mm Perforasyon: %0.5 Yutucu: 40-60 kg/m ³ yoğunluğunda 30 mm yarı-rijit mineral yünü	Alçak ve orta frekanslarda
	B3		Ön panel: 3 mm sunta Delik çapı: 3 mm Birbirine mesafesi (merkezden): 6 mm Kenardan mesafesi: 20 mm Perforasyon: %20 Yutucu: 144-176 kg/m ³ yoğunluğunda 30 mm rijit mineral yünü	250 Hz ve üzeri yüksek frekanslarda
C	C1	 Boyutları: 580 x 580 x 215 mm	Ön panel: 12.5mmx12.5mm galvaniz tel kafes (galvanised weldmesh) Yutucu: 144-176 kg/m ³ yoğunluğunda 50 mm rijit mineral yünü (hafif dokunmuş kumaş kaplı)	-
	C2		Ön panel: 12.5mmx12.5mm galvaniz tel kafes (galvanised weldmesh) Yutucu: 144-176 kg/m ³ yoğunluğunda 50 mm rijit mineral yünü (hafif dokunmuş kumaş kaplı) 3 mm %0.5 perforeli sunta	-
D	D2	 Boyutları: 1180 x 580 x 292 mm	Ön panel: 3 mm sunta Delik çapı: 3 mm Birbirine mesafesi (merkezden): 38 mm Kenara mesafesi: 20 mm Perforasyon: %0.5 Yutucu: 40-60 kg/m ³ yoğunluğunda 30 mm yarı-rijit mineral yünü	Alçak frekanslarda



Şekil 2.38. B ve D tipi modüler yutucular için ses yutuculuk katsayıları grafiği [12]

Gözenekli yutucular

BBC de ses yutucusu olarak gözenekli malzemeler yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Özetle, yutuculuk hava parçacıklarının hareketleri boyunca lifli malzemenin içerisinden geçerken sürtünmeden dolayı kaybedilen enerjiden kaynaklıdır. BBC stüdyolarında orta ve yüksek frekanslarda yutuculuğu sağlamak için mineral yünü, cam yünü ve ağır yoğunluklu kumaşlar kullanılmıştır. Bu malzemeler yüksek frekanslı sesleri yutmakta çok verimlidirler, ancak kumaşlar hariç görünüşü kötü ve çabuk kir tutan malzemelerdir [12].

Bununla beraber mineral yünü ve cam yünü hassas insanların teninde kaşınmaya ve zarara sebep verebilir. Bu malzemelerin monte edilmesi Sağlık ve Güvenlik Sorumlularına bağlıdır. Bu durum için en verimli çözüm aynı formda malzeme ile bu malzemelerin yüzeyini kaplamaktır. Örneğin perfore sunta veya metal paneller, profil ahşap kapama/plaka, hafif ağırlıklı gerdirilmiş yangına dayanımlı kumaş veya hafif ağırlıklı perdeler bu amaçla kullanılabilir [12].

Perfore yapının, altındaki malzemenin yutuculuğu üzerinde çok önemli etkisi vardır. Genel tanımlama olarak, düşük perfore yüzdesi yüksek frekansların daha az

yutulacağı, düşük frekansların daha fazla yutulacağı anlamına gelmektedir. Bundan dolayı perforasyon oranını ve tipini belirlemek önemlidir [12].

BBC stüdyolarında akustik tasarımda en çok kullanılan iki adet perforasyon %0,5 ve %20'dir. Bu da %0,5 boşluk için merkezden merkeze 38 mm olan 3 mm çaplı deliklerle sağlanır, %20 için ise merkezlerden 6 mm mesafe olan 3 mm çaplı delikler kullanılır. İki tip perforasyonda standart perforasyonlar olmadıkları için özellikle detayına göre imal edilmelidir [12].

Gözenekli yutucular aşağıdaki gibi 5 grup altında toplanabilir:

1) Mineral yünü yutucular

Mineral yünün kalınlığı ve arkasındaki hava boşluğu ile birlikte mineral yününün yoğunluğu malzemenin düşük frekanslarda yapacağı yutuculuk miktarını belirler. Belirlenen mahal ile malzeme arasında genelde sunta bölme kullanılır. Mineral yününün cinsi ve nasıl yapılacağı genelde belirlenmiş olur, olmadığı durumda yüksek yoğunluklu 144-176 kg/m³ malzeme önerilir [12].

Bütün stüdyo ve teknik alanlarda mineral yünü uygulaması onaylanmış cam yünü koruyucu kumaş katmanı veya diğer yangına dayanımlı cam yünü koruyucu kumaş katmanı ile kaplanmalıdır. Bu katman da genellikle mineral yünü ile perfore yüzey arasında bulunur [12].

Poletilen film ile kaplanmış mineral yünü yüksek frekanslarda verimliliğini kaybeder ve akustik danışman tarafından belirtilmediği sürece kullanılmamalıdır. Açık hava şartlarına maruz kalınan durumlarda tek tabaka ince polietilen kaplama akustik uygulamayı koruma amaçlı kullanılabilir [12].

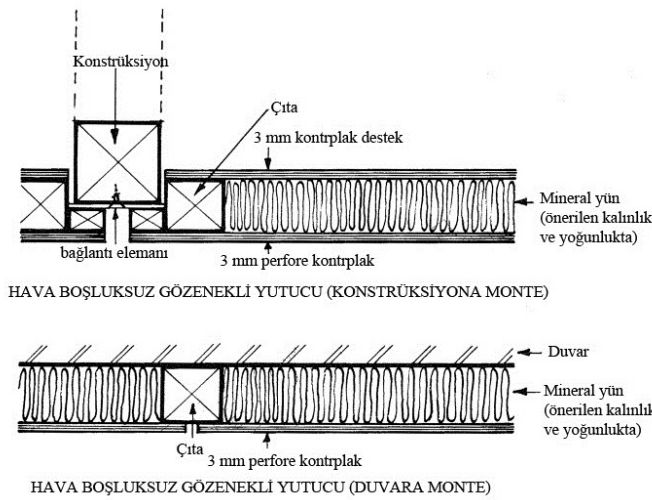
Stüdyo yüzey bitiş malzemesi olarak kaplanmamış mineral yünlü kullanıldığı zaman, en çok televizyon stüdyolarında, açıkta kalan malzemedede hiçbir açıklık görünmemelidir. Bunu önlemek için uygun nitelikte onaylanmış yangına dayanımlı

kumaş kaplama tel kafes kaplama arkasında yüzey bitişi olarak kullanılabilir. Bu yutucular orta ve yüksek frekans aralıklarında yutuculuk sağlar ve kaplaması, yutucu malzeme yoğunluğu ve hava boşluğunun derinliğine göre tipleri değişiklik gösterir [12].

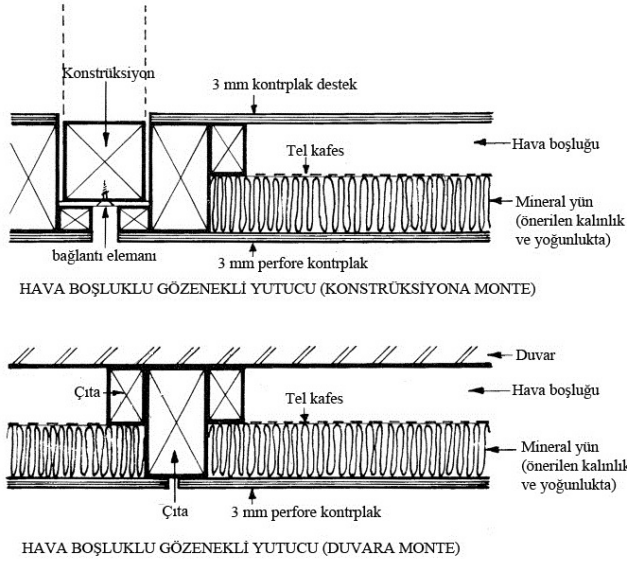
Basit yutucular basitçe direk duvara veya tavana ahşap çitaların arasında mineral yünü olacak şekilde monte edilirler. Yutucu belirlenen bir yüzey kaplaması ile bitirilir. Daha karmaşık yutucular ise hava boşluğu bulundurlar ve mineral yünü çitalı bir sisteme oturtulur. Şekil 2.39.'da hava boşluksuz, Şekil 2.40.'da hava boşluklu olarak uygulanan gözenekli yutucuların detayları gösterilmiştir. Bu yutucular tamamen sahada veya prefabrike üretilbilirler [12].

Gergin kumaşlar estetik amaçlı olarak kullanılacağı büyük alanlarda, bu malzemenin yangına dayanımlı ve yutucudan 6 mm'den daha önde bulunmamasına dikkat edilmelidir [12].

Kullanılacak bütün kumaş veya perdeler akustik danışman tarafından onaylanmalı ve akustik yutuculuğa ekstra katkı sağlayacağı akustik tasarım hesaplarına eklenmelidir. Bütün ahşap ve suntalar yangına dayanımlı olmalıdır [12].



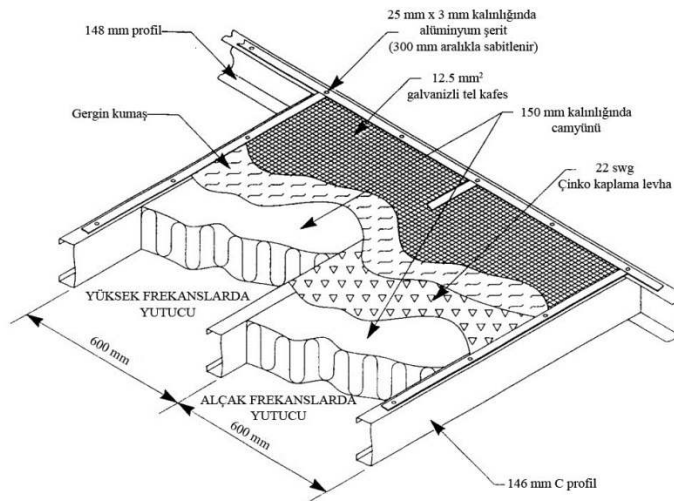
Şekil 2.39. Mineral yünü yutucuların hava boşluksuz olarak uygulanması [12]



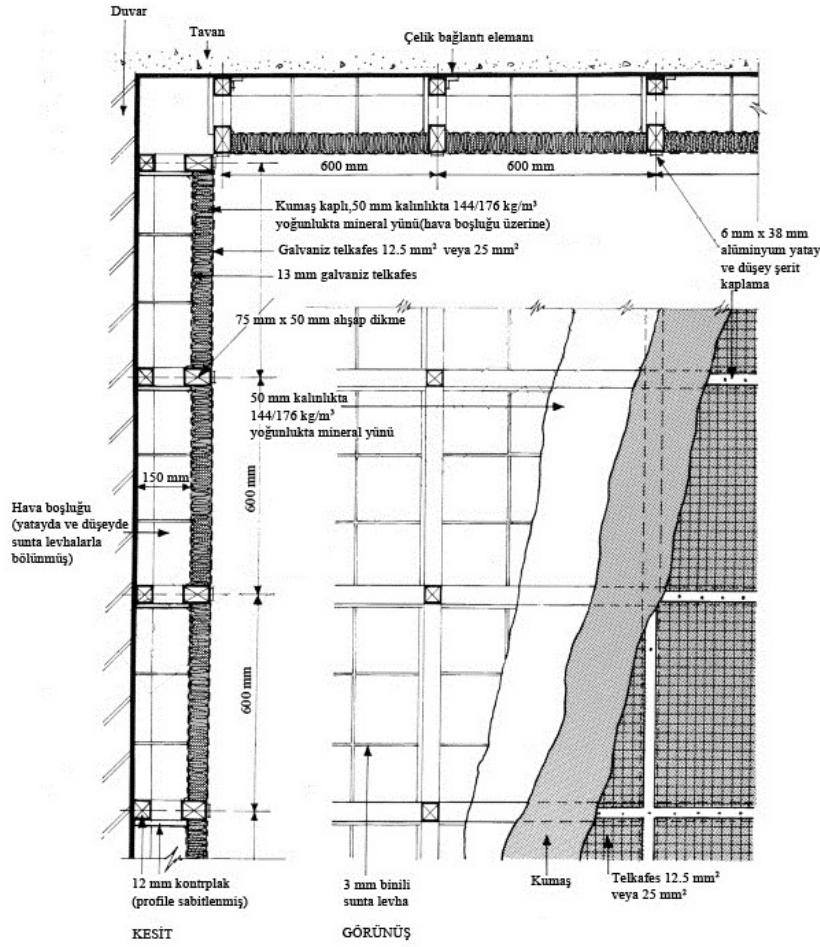
Şekil 2.40. Mineral yünü yutucuların hava boşluklu olarak uygulanması [12]

2) Geniş bant gözenekli yutucular

Geniş bant gözenekli yutucular genelde televizyon stüdyoları için belirlenmiştir. Üretimleri mineral yünü yutucular ile benzerlik gösterir, tek farkları arkalarında hava boşluğu daha derindir ve bu boşluk yatayda ve düşeyde suntalarla bölünmüştür. Uygulama yerinde yapılı ve 63 Hz den yüksek geniş bant yutuculuğunda verimlilik gösterir. Şekil 2.42.'de televizyon stüdyosunda uygulama örneği gösterilmiştir [12].



Şekil 2.41. Geniş bant gözenekli yutucular [46]



Şekil 2.42. Televizyon stüdyosunda geniş bant gözenekli yutucu uygulaması [12]

3) Akustik köpük yutucular

Akustik köpük yutucular mineral yünü veya cam yünü ile yapılmış çevresinde kumaş kaplamalı ürünlerdir. Anekoik hacimler veya bazı testler için akustik açıdan açık alan koşullarındaki hacimlerde kullanılır. Bazı durumlarda da drama stüdyolarında ölü odalar oluşturmak için kullanılır. Köşeler birçok farklı sınır frekansı değeri ile üretilir ve bu değer her zaman köşenin yüksekliğine bağlıdır [12].

Yutucular duvara ve tavana üreticinin belirttiği şekilde dikkatlice montelenir. Aynı zamanda köşelerin bitişlerine de koruma konulabilir. Ortamı kullanan insanlar köşelere zarar verebilir. Bu koruma açık tel kafes veya ızgara koruma gibi olabilir [12].

4) Akustik yalıtım örtüleri

Mineral yünü katmanlı, tel kafes ile güçlendirilmiş ve etrafı kumaş ile kaplanmış bu yutucular duvar ve tavanda yalıtım sağlamak amacıyla ucuz maliyetli veya geçici izolasyon sağlanması gereken stüdyolar için kullanıma uygundur. Genellikle ahşap ya da metal iskelet sistemler üzerine monte edilir. Akustik yalıtım örtüleri arkasında ki boşluk ne kadar fazlaysa o kadar geniş frekans aralığında kullanışlı yutuculuk elde edilebilir. Malzeme önünde sahne ekipmanlarından vs. kaynaklanacak zararlar için hafif perde gibi koruma veya dekoratif bir kapama ile korunmalıdır [14, 12].

5) Fonksiyonel Yutucular

Fonksiyonel yutucular, ya da daha bilinen tabir olarak gürültü yutucular, temelde destek alanları, ekipman alanları, mekanik atölyeler, fabrikalar vs. gibi alanlarda makine seslerinin fazlaca olduğu durumlarda verimli gürültü kontrolü sağlamaları için tasarlanmışlardır. Tavanlarda gürültülü ekipman/makinelerin üzerine asılmış olan yutucular alanda ki reverberant gürültü için ekonomik bir çözüm olabilir [12].

“Fonksiyonel Yutucu” tabiri, kumaş veya başka bir malzeme ile kaplanmış olan panellerin ya da gözenekli plaka elemanların tavana, genelde tellerle, asılarak yutucunun iki tarafının da ses alanına maruz kalmasından gelir [12].

Sezgisel olarak bu tip bir yutucunun en çok yüksek ses frekanslarında etkili olması beklenir. Bu endüstriyel ses kontrolü açısından ses basınç seviyesini, konuşmaları algılanabilir seviyelere çıkaracak kadar ve rahatsız edici bir çalışma ortamından kurtaracak kadar, düşürdüğü için çok büyük bir sıkıntı teşkil etmez. Bu tip bir yutucu sistemi stüdyolarda kullanıldığında büyük miktarda yutuculuk sağlanırken duvarda kullanılan alan da en düşük seviyelere indirilir. Bununla beraber fonksiyonel yutucunun monte edildiği yüzey kendisi başka yutucularda monte edilebilir. Eğer böyle bir yaklaşım da bulunulacaksa doğru değerlendirmeler yapılmalıdır [12].

BBC Araştırma Departmanı tarafından birçok sayıda gruplamadan sonra gözenekli paneller yüzeylere konulduğunda 500 Hz – 1 kHz aralığında artan yutuculuk

katsayısı gösterirken bu değerden sonra sabit katsayı ile devam eden bir özellik göstermiştir [12].

Bir yutucunun bireysel yutuculuk katsayısı odadaki diğer yutucuların durumuna bağlıdır. Genel olarak yutucu paneller arası mesafe artırıldığında yutuculuk katsayısı artar. Dikdörtgen yutucular da ise normalde yüzeye kısa veya uzun kenarından yerleştirilmesi yutuculuğunda bir değişiklik sağlamaz ancak başka bir çalışmada yüzeye uzun kenardan yerleştirilen yutucularda hafif bir yutuculuk artışı, en azından yüksek frekanslarda, gözlenmiştir [12].

Fonksiyonel yutucuların alçak veya orta frekanslarda baskın yutuculuk sağladığını gösteren bir kanıt yoktur. Testlerin sonuçları bu frekanslarda yutuculukta bazı “tepe” ve “geçiş”lerin olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, bu tepe noktaları iyi kontrol edilemez ve yerleşim tiplerinde çok zor tahmin edilebilir [12].

Değişken Akustik Yutucular

BBC stüdyolarında değişken akustik için en çok kullanılan sistem akustik ekranlar (acoustic screen) veya hareketli duvar panelleridir (hinged wall panels) [12].

Yakın zamanda ekranlar gibi yapılan hareketli akustik paneller drama ve müzik stüdyolarının duvarlarına yerleştirilmiştir. Bu paneller yansıtıcı tarafta plastik lamine kaplı sunta ve yutucu tarafta kumaş ile kaplanmış iki farklı yoğunlukta mineral yün tabakasından oluşur. [12].

Hareketli paneller yutucu yüzleri hacme bakacak şekilde yerleştirilirler ve yan yana olan paneller Şekil 2.43.’da gösterildiği gibi birbirine menteşe ile bağlanırlar. Daha yansıyan bir yüzey elde etmek için panel basitçe diğerinin üstüne kapatılır. Bu şekilde gerektiğinde yansıtıcı gerektiğinde yutucu yüzeyler oluşturulabilir. Bu sistem geniş bir akustik aralık sağlar. Sunta arka yüzeylerin alçak frekanslarda yutuculuğa yapacağı katkı payı hesaplarda öngörülmelidir [12, 47].

Akustik Karo, Akustik Panel/Levha, Akustik Sıvalar

Akustik Karo

Akustik karo asma tavanlar birçok stüdyo ve teknik alanda bulunmaktadır. Bunlar sadece akustik sebeplerden değil aynı zamanda havalandırma ve diğer servisleri de kapatırlar. Akustik karoların imalatı ve uygulaması akustik danışmanın tam desteği ve şartnameleri ile yapılmalıdır. Akustik karo tavanların yutuculuk katsayısı temel olarak arkalarında yeterli hacim bırakılıp bırakılmadığına göre ve içeriğindeki malzemelerden dolayı büyük değişiklik gösterebilir [12].

Akustik karolar stüdyo alanlarına monte edildiğinde destek sistemleri veya karoların kendilerinin ses dalgalarından dolayı çınlamaması gerekmektedir. Karolar karolajı bir sisteme monte edilir ve bu karolaj tavana rijit askılarla değil normal askı çubukları ile monte edilmelidir [12].

Stüdyolarda akustik karoların monte edildiği sistem genelde 600 mm x 600 mm lik karolajdır. Genelde havalandırma çıkışları ve ışıklandırmanın da konumlanabileceği şekilde hazırlanır. Asbest içeren sıva veya karolar BBC kullanımında yasaklanmıştır [12].

Akustik Panel veya Levhalar

Akustik paneller veya levhalar yüzeysel akustik duvar uygulaması sağlamak için stüdyolarda, kontrol hacimlerinde ve diğer teknik alanlarda kullanılır. Klasik yüzeysel uygulamalara karşı önceden imal edilmiş olmaları kolay monteleri ve geniş yüzeyli olabilmeleri gibi avantajları vardır. 2700 mm x 600 mm veya 2700 mm x 1200 mm tipik panel ebatlarıdır [12].

Bu uygulama aynı zamanda yalıtımın sadece masa seviyesinden yukarı olması gereken haber odaları, sessizlik koridorları, düzenleme odaları, montaj odaları, ve makine odalarında kullanım için uygundur. Bu durumda yutucular kesilerek akustik

yalıtımın maliyeti düşürülebilir. Montajı genelde gizlenmiş destek sitemi ile direk duvara veya çیتالara yapılır [12].

Akustik Sıvalar

Akustik sıvalar BBC de nadiren kullanılmıştır. Genel kullanım amacı da duvar ile zemin arasında kesinlikle boşluk kalmaması istenen durumlardır. Genellikle yüksek frekanslarda akustik verimlilik; sıva karışımının kalınlığına, birleştirici maddenin miktarına, uygulama sırasında astarın durumu ve uygulama biçimine bağlıdır [14,12].

Germe Kumaş ve Perdeler

Germe Kumaşlar

Yıllar boyunca modüler akustik yutucular ve diğer uygulamalar mimarlar ve mahal kullanıcıları tarafından estetik açıdan kabul edilmemeye başlanmıştır. Bundan dolayı germe kumaş uygulaması genel bir ön yüz kapama uygulaması halini almıştır [12].

Araştırmalar yüksek yutuculuğa sahip yutucular yanında özellikle hafif kumaşların yutuculuğunun çok az olduğunu göstermiştir. Ancak gelen ses enerjisinin %30'undan azını yutan yüzeylerin önüne konulduğunda, yüzey hava ve perde kombinasyonunda yüzeyin yuttuğundan çok daha fazla ses yutar. Yutuculuktaki artış, yüzeyin yansıtmasına, aradaki hava boşluğuna ve sesin frekansına bağlıdır. Pratikte uygulama sadece yüksek frekanslarda etkilidir [12].

Orta ve yüksek frekanslardaki ses enerjisinin büyük bir çoğunluğunu yansıtan yüzeylere perde uygulaması yapılacağı zaman kumaş ile yüzey arasındaki boşluk 6 mm'den fazla olmamalıdır [12].

Kumaş kaplama yapılacağı zaman akustik danışmandan onay alınmalıdır ve yangına dayanımlı olmalıdır. Yangın dayanımlı kumaşlar genelde temizlendikleri veya tekrar işlendiklerinde yangın dayanımlarını kaybederler [12].

Uygun kumaş monte sistemleri 6 mm plastik çıkıntılar kullanılarak yapılabilir. Plastik çıkıntılar yutucunun yüzüne değil kenarlarından monteli şekilde olmalıdır [12].

Akustik bir kaygı olmamasına rağmen yutucular arasındaki boşluk kumaş arkasında karanlık alanlar ve desenler yaratır. Bundan dolayı pratik uygulamalarda genelde plastik çıkıntılar dahil boyamalarda koyu renkler tercih edilir [12].

Perdeler

Perdeler bazen mimari tasarımlarda stüdyo alanlarında kullanılır ve perde kumaşı akustik danışman tarafından onaylanmalıdır. Perdeler doku özelliklerinin yanı sıra katlanma aralarından dolayı sesin yüksek miktarda yutulduğu elemanlardır ve katların genişlik ve derinlikleri de bu duruma etki eder. Ağır dokumalar 250 Hz'den yukarı frekanslarda duvardan mesafeli yerleştirildiklerinde yüksek yutuculuk sağlayabilirler [12, 14, 47].

Herhangi perde veya içeriği yangına dayanımlı olmalıdır. Yangına dayanımlı malzemelerin temizlendikten sonra yangına dayanımını yitirdikleri unutulmamalıdır [12].

Drama stüdyolarında aralarında boşluklu çift perde uygulaması vardır. Bu perdelerin bir yüzü genelde yelken bezi, kanvas ile kaplanırken diğer yüzü ağır kadife ile kaplanır. Perdeler değişik ses etkileri verir ve ayrı ayrı hareket mekanizmaları vardır [12].

2.5 TV Stüdyolarının Akustik Tasarım Parametrelerine Yönelik Mevzuatlar

20.yy'ın ikinci yarısında Dünya ülkelerinin çoğunluğu, çevresel ve işyeri gürültülerinin toplum sağlığı için önemli olduğunu ve etkili gürültü kontrolü uygulamalarının gerekliliğini anlamışlardır. Yapılan çalışmalar; yerel, ulusal ve uluslararası gürültü yönetim politikalarının ortaya konulmasını sağlamıştır. Ancak son yıllarda gürültü önleme kılavuzları, mevzuatlar, standartlar konusunda ve gürültü kontrol teknikleri alanında büyük gelişmeler olmakla beraber, alınan önlemlerin yararlarının kesin olarak saptanamadığı tartışılmaktadır. Uzmanlar, gürültü önleme politikalarının etkililiğini saptamak için başarılı bir programın anahtarının öncelikli olarak ortak bir tahmin yönteminin geliştirilmesi, sonuçların karşılaştırılması ve uluslararası bir veri tabanının hazırlanması olduğunu belirtmektedirler [35].

Hacmin işlevine bağlı olarak tanımlanan kabul edilebilir gürültü düzeyi uluslararası standart ve yönetmeliklerde ayrıntılı olarak tanımlandığı gibi, ülkemizde yürürlükte olan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde de, belli oranda değerlendirilmektedir. Yapılarda, hacimler arasında olumsuz etkilenmeye yol açacak gürültü kaynakları ve oluşturacakları gürültü düzeyleri ile hacimlerde kabul edilebilir gürültü düzeyleri değerlendirmeye alınarak saptanan, gereken ses yalıtım değerleri, değişik ulusal ve uluslararası standart ve yönetmeliklerde verilmiştir [38].

Ülkemizde ise Gürültü Denetim Yönetmeliği (1986)'nin revizyonuyla hazırlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ile gürültü denetimi konusuna önem verilmiş ve bu konu üzerinde daha ayrıntılı durulmuştur. Yönetmeliğin Çevresel Gürültü Esas ve Kriterleri adlı dördüncü bölümünde 18. - 24. maddelerde, kabul edilebilir dış gürültü düzeyleri, her bir yapı dışı gürültü kaynağı (karayolu, raylı sistem, havaalanları, su yolları, endüstriyel tesisler...) ve alan/etkinlik çeşidi için ayrıntılı olarak önerilmiştir. Ayrıca yönetmeliğin Planlama Aşamasında Temel Kriterler adlı yedinci bölümünde Madde 28'de yapı içi kabul edilebilir gürültü düzeyleri farklı kullanım alanları için belirli zaman dilimlerine bağlı olarak önerilmiştir [36, 39].

Bu önerilerde trafik gürültüsüyle ilgili gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları, yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri) için öngörülen çevresel gürültü sınır değerleri ($L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece}) belirtilirken televizyon veya radyo stüdyosu için herhangi bir kabul edilebilir dış gürültü düzeyi sunulmamıştır. Ayrıca, yapı içi kabul edilebilir gürültü düzeyleri kapsamında kültürel tesisler, sağlık ve eğitim tesisleri, turizm yerleşme alanları, sit alanları, ticari yapılar, kamu kurum kuruluşları, spor alanları, konut alanları için iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri (L_{eq}) belirtilirken yine televizyon veya radyo stüdyoları için herhangi bir arka plan gürültü düzeyi sunulmamıştır.

Uluslararası mevzuatlar çerçevesinde Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI- American National Standards Institute- ANSI) ANSI S12.2 Criteria for Evaluating Room Noise Standardı oda gürültüsünü değerlendirmek için başlıca üç metot sağlar; bir araştırma metodu, bir mühendislik metodu ve alçak frekansta dalgalanan gürültünün değerlendirilmesi metodudur. Oda gürültüsü değerlendirme metodlarından ikisi RC (room criterion) ve NCB (balanced room criterion) eğrileri önceki standart ANSI S12.2-1995 i temel alır. Bu standarda göre televizyon stüdyoları için RC ve NCB gürültü düzeyi değerleri Çizelge 2.9.'de verilmiştir [48].

1995 yılında, oda gürültü kriteri kapsamında Amerikan Ulusal Standardı S12.2-1995 çıkarılmıştır. Oda gürültüsünü belirleme ve değerlendirmek için iki yöntem sunulmuştur; NCB gürültü kriteri eğrisi ve RC eğrileri. NCB eğrileri duyma karakteristikleri üzerinden sesin anlaşılabilirliği ve yüksekliği seviyesinden oluşturulmuşken RC eğrileri HVAC sesinin oda kullanıcılarını rahatsız etmediği ofislerde deneysel çalışmaların sonucu ortaya çıkmıştır. NCB eğrileri konser salonlarından fabrika hacimlerine kadar olan aralıktaki hacimlerde uygulanabilir. RC eğrileri ise ofis, hastane ve konut alanlarıyla sınırlıdır. İki grupta alçak frekanslarda ve alçak ses seviyelerinde uyumsuzdur. NCB eğrileri HVAC sisteminde dalgalanma ve güçlü türbülanslar olmamasını öngörür [49].

Çizelge 2.9. Stüdyolar için RC ve NCB gürültü düzeyi değerleri [27, 41, 43]

Kullanım Amacı	RC	NCB
Kayıt stüdyoları	15 – 20 (N) [25 – 30 dBA]	
TV stüdyoları	20 – 25 (N) [30 – 35 dBA]	15 – 25 [28 – 35 dBA]
Yayın stüdyoları (uzak mesafeli mikrofon kullanılan)		10

Uluslararası mevzuatlar çerçevesinde incelenen bir diğer standart Alman Standardı DIN 4109 Sound Insulation in Buildings Requirements and Testing'dir. Bu standarta göre yapı bileşenleri için ses yalıtım parametreleri Çizelge 2.10.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.10. Yapı bileşenleri için ses yalıtım parametreleri [50]

Yapı bileşeni ⁽¹⁾	Ses geçiş türü	Parametreler	
		Havada yayılan ses yalıtımı	Darbe kaynaklı ses yalıtımı
Duvarlar	Bölücü yapı elemanları Komşu bina elemanları ve dolaylı ses yolu vasıtasıyla	R'_w	-
Döşemeler		R'_w	$L'_{n,w}$
Merdivenler		-	$L'_{n,w}$
Kapılar	Kapı veya pencere vasıtasıyla	R_w	-
Pencereler			

⁽¹⁾: Bitmiş koşullarda

Yapı elemanları için ses yalıtım parametreleri;

R'_w : Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi (weighted apparent sound reduction index, dB)

R_w : Ağırlıklı ses azaltma indeksi (weighted sound reduction index, dB)

$L'_{n,w}$: Ağırlıklı darbe kaynaklı ses basınç seviyesi (weighted normalized impact sound pressure level, dB)

Bu standart içeriğinde gerekli havada yayılan ses yalıtımı ve darbe kaynaklı ses yalıtım değerleri konutlar, oteller, hastaneler, okullar, eğitim yapıları gibi farklı yapı türleri için belirlenmiştir. Fakat bu yapı türleri içerisinde stüdyolar için bir sınıflandırma yapılmamıştır. Ayrıca bu yapı türleri dışında gürültüye duyarlı hacimler ve çok gürültülü hacimler için gerekli havada yayılan ve darbe kaynaklı ses yalıtım değerleri tabloda verilmiştir. Bu tabloya göre TV stüdyoları gürültüye duyarlı hacim olduğu için ve bitişik mekanları da gürültü kaynağı teşkil ettiğinden dolayı

Çizelge 2.11.'daki değerler baz alınabilir. Dış cephe elemanları için ses azaltım indeksi $R'_{w,res}$ değerleri çizelge 2.12.'de verilmiştir [50].

Çizelge 2.11. Gürültüye duyarlı hacimler ve çok gürültülü hacimler için gerekli havada yayılan ve darbe kaynaklı ses yalıtım değerleri [50]

Gürültü Kaynağı	Değerlendirilen Yapı Elemanı	Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi, dB, R'_w		Ağırlıklı darbe kaynaklı ses basınç seviyesi , dB, $L'_{n,w}{}^{1),2)}$
		L_{AF} 75-80 dB(A)	L_{AF} 81-85 dB(A)	
Çok gürültülü servis yapısına veya servis ekipmanına sahip hacimler	Döşemeler*), duvarlar	57	62	-
	Döşemeler	-		43 ³⁾ (20) ³⁾
Satış yeri içeren ticaret hacimleri	Döşemeler*), duvarlar	57	62	-
	Döşemeler	-		43 (20)
Otel, hastane, sanatoryum, restoran, büfe vs. mutfakları	Döşemeler*), duvarlar	55		-
	Döşemeler	-		43 (20)
Gece çalışan mekanların mutfakları	Döşemeler*), duvarlar	57 ⁴⁾		-
	Döşemeler	-		33 (30)
Gün içinde yemek servisi yapılan hacimler	Döşemeler*), duvarlar	55		-
	Döşemeler	-		43 (20)
Yemek servis edilen hacimler, gece de dahil (L_{AF} 85 dB(A) yı geçmeyen)	Döşemeler*), duvarlar	62		-
	Döşemeler	-		33 (30)
Yemek servis edilen hacimler, (L_{AF} 85-95 dB(A) arasında) örn: elektrik yükselticisinin olduğu bölgede	Döşemeler*), duvarlar	72		-
	Döşemeler	-		28 (35)
*) Değerlendirilen hacmin üst döşemesi				
¹⁾ Her durumda gürültünün dağılıma doğrultusunda				
²⁾ Bu değer makineler için gerekli olan yapısal kaynaklı ses izolasyon değerlerini içermez.				
³⁾ Bu değer makineler için yeterli yapısal kaynaklı ses izolasyonu olduğu durumda geçersizdir.				
⁴⁾ Kantin üzerinde sese duyarlı alan olarak konutlar bulunuyorsa bu değer 62 olmalıdır.				

Çizelge 2.12. Dış cephe elemanları için havada yayılan ses yalıtımı [50]

Çevresel gürültü düzeyi aralığı (dB)	Hacmin işlevi		
	Hastane odaları	Konutlar, Otel odaları, sınıflar, vs.	Ofisler ¹⁾
	Yapı dış cephe bileşenleri için $R'_{w,res}$ değeri, dB		
55 ve daha düşük	35	30	-
56-60	35	30	30
61-65	40	35	30
66-70	45	40	35
71-75	50	45	40
76-80	²⁾	50	45
80'den yüksek	²⁾	²⁾	50
¹⁾ Dış etkenlerden kaynaklanan sesin hacmin içindeki aktivitelerden kaynaklı seslere oranla ihmal edilebilir seviyelerde olduğundan bir ölçüt belirlenmemiştir.			
²⁾ Bölgesel etkilere göre şartlar belirlenmelidir.			

2.6 TV Stüdyolarında Akustik Tasarım Parametrelerine Yönelik Performans Kriterleri

Önceki bölümlerde TV stüdyoları için hem yapı akustiği hem de hacim akustiği tasarım parametreleri literatür ve mevzuatlar incelenerek anlatılmıştır. Bu bölümde ise bu parametrelere yönelik performans kriterleri oluşturulmuştur (Çizelge 2.13.).

Çizelge 2.13. Performans kriterleri

	Konu	Performans Kriterleri
YAPI AKUSTİĞİ	Yapı bileşeninde sağlanması gereken ses yalıtım değerleri	Duvarlar • Stüdyo duvar konstrüksiyonunda kullanılan tuğla, mümkün olduğunca ağır olmalıdır. Tuğla başına minimum 2.3 kg- 2.5 kg ağırlık uygun bir ağırlıktır [12]. • Stüdyo uygulamasında duvarlarda delikli tuğla kullanılmamalıdır [12]. • Akustik performans olumsuz etkilediğinden duvar bağlarının kullanımından kaçınılmalıdır. Kullanıldığı durumlarda ise minimum seviyede tutulmalı, esnek özel bağlantı elemanlarına sahip olmalıdır [12]. • Betonarme kullanımı hacmin esnekliği için elverişli değildir ve stüdyo duvarlarının yapımında kullanımı genellikle önerilir [12]. • Ahşap konstrüksiyonlu hafif bölme duvarlar, yaklaşık 11 kg/m² ağırlığında 12,5 mm alçı levha ve arkasında 12,5 mm yumuşak panel (softboard) bulunan, 76 mm x 50 mm ahşap konstrüksiyondan oluşmaktadır. Çerçevenin düşey elemanları 0,6 m arayla, yatay elemanları 1,2 m arayla oluşturulmalı ve strüktür ile birleştiği yüzeye keçe konulmalıdır [12]. • Çift (52 dB- 100Hz- 2.5 kHz) veya üç katmanlı (87 dB- 100Hz- 2.5 kHz) hafif ahşap konstrüksiyonlu bölme duvarlar, Konuşma, Tartışma ve Sunucu (Continuity) stüdyolarında genellikle kabul edilebilir ses yalıtımı sağlar fakat düşük frekanslarda daha yüksek ses yalıtım değerlerinin gerektiği Müzik ve Drama stüdyoları için uygun değildir [12]. • Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi, $R'_{w,}$ 55 dB'dir [50]. • Haber/Röportaj/Izleyicisiz stüdyo ile ◦ Bütün kontrol odaları arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 54 dB, ◦ Dekor deposu arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 58 dB, ◦ Destek alanları arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 50 dB, ◦ Müzik/Hafif eğlence stüdyosu arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 64 dB, ◦ Kantin/Mutfak arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 57 dB, ◦ Özel ofis arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 48 dB, ◦ Genel ofis arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 55 dB, ◦ Makine dairesi arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 56 dB, ◦ Kapalı garaj (gürültü kontrolsüz) arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 80 dB, ◦ Kapalı garaj (gürültü kontrollü) arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 45 dB'dir [16]. • Dış duvar için ses yalıtım kriteri 65 dB'dir [16]. • Dış cephe elemanları için havada yayılan ses yalıtım değeri; ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 55 dB ve daha düşük ise $R'_{w,res} = 30$ dB, ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 56 -60 dB ise $R'_{w,res} = 30$ dB, ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 61-65 dB ise $R'_{w,res} = 35$ dB, ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 66-70 dB ise $R'_{w,res} = 40$ dB, ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 71-75 dB ise $R'_{w,res} = 45$ dB, ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 76-80 dB ise $R'_{w,res} = 50$ dB, ◦ Çevresel gürültü düzey aralığı 80 dB'den daha yüksek ise $R'_{w,res}$ değeri bölgesel etkilere göre belirlenir [50].

Çizelge 2.13. (Devam) Performans kriterleri

	Konu	Performans Kriterleri
YAPI AKUSTİĞİ	Yapı bileşeninde sağlanması gereken ses yalıtım değerleri	Kapılar
		Personel kapıları - Bu kapıların çevrelerinde sıkıştırma contaları (compression perimeter seals) ve manyetik contalar (magnetic perimeter seals), kapı eşikleri için ise eşik contaları (threshold seals) kullanılmalıdır [17, 22]. - Bu kapılar katı esaslı (solid-cored) ve boşluk esaslı (air-cored) yapılabilir. Katı esaslı ve boşluk esaslı kapıların R değerlerinin daha da artırılması istendiğinde, söz konusu kapılar metal dış kaplamalarla kompozit olarak da kullanılabilir. Ayrıca yine her iki tip kapının içinde kurşun katman kullanılarak kapının kitle ağırlığı ve dolayısıyla sağladığı R değeri yükseltilebilir [17, 23]. - Stüdyo sessizlik koridoruna sahipse kapının 100 Hz ile 2.5 kHz frekans aralığında ortalama olarak ses basınç farkı değeri 30 dB'i aşmamaktadır. Bu yalıtım değeri genelde 50 mm kalınlığında katı esaslı (solid-cored), 30 dk yangın dayanımlı yangın kapısının iyi akustik contalanmasıyla sağlanabilir [12]. - Sessizlik koridoru için yeterli alan olmadığı durumlarda, birisi katı esaslı diğeri kurşun katmanlı, ikisinde dışarı açılan, iki adet kapı aralarında yeterli mesafe olacak şekilde duvarın dış yüzeylerine monte edildiğinde en uygun ses yalıtımı sağlanmış olur. Bu kombinasyon çift 112 mm'lik tuğla duvar ya da üç katmanlı hafif bölme duvarlarda kullanıldığında 100 Hz ile 2.5 kHz frekans aralığında 60 dB'lik ortalama ses basınç seviye farkı sağlayabilir. Bu genelde Konuşma/Sunucu Stüdyolarında kontrol bölümleri için genellikle kabul edilebilir [12].
		Dekor Kapıları - Genelde bu büyük kapıların personel kapılarından daha yüksek ses yalıtımı standartlarına sahip olması gerekir. Bu kapılar genellikle çelik olmakla beraber 100 Hz – 2,5 kHz aralığında en az 45-50 dB ortalama ses yalıtımı sağlanması gerekir [12]. - Televizyon stüdyolarında dekorların rahatlıkla grip çıkabilmesi gerekliliği eşik yapılması seçeneğini ortadan kaldırır [12].
	Pencere	Televizyon stüdyosu gözlem penceresi - Televizyon stüdyoları ile kontrol birimleri arasındaki gözlem pencereleri genellikle dekorla veya perde ile kapandığı için kullanımı verimsizdir [12]. - Kontrol birimi içerisinde yapımı ile ışık arasında görsel bağlantı olması gerekliliğinden dolayı bu iki kontrol odası arasında çift cam gözlem penceresi yapılır. Eğer ses birimi ile yapımı arasında böyle bir pencere yapılacaksa, ses birimleri için akustik çok önemli olduğundan, bu birimlerde gözlem penceresi en az üç camlı ve minimum alana sahip olacak şekilde yapılmalıdır [12]. - Ebatlar için öneriler maksimum cam yüksekliği 0,85 m, genişliği 2,44 m olmalıdır. Parapet yüksekliği 0,9 m'yi, üst açıklığı 1,75m'yi geçmemelidir. BFC'nin üç camlı gözlem penceresi için önerisi ortadaki cam 10 mm, dış yüzeydeki camlar 6,5 mm olmalıdır [12]. - BBC stüdyolarında kapının bulunduğu duvarın tam karşısında yansıtıcı bir yüzey olmadığı ve tekrarlanan ekonun bu durumdan kaynaklı sorun yaratmadığı her kapıda camlar dik olarak yerleştirilmiştir. Camlar dik konumda iken birbirine 5'er derecelik açıyla döndürülerek veya bir tanesi 10 derecelik açıyla döndürülerek monte edildiği durumda tekrarlanan eko engellenmiş olur [12].

Çizelge 2.13. (Devam) Performans kriterleri

Konu		Performans Kriterleri
YAPI AKUSTİĞİ	Pencereler	Dış cephe penceresi • BBC'nin Drama, Müzik, Radyo ve Televizyon stüdyolarında dış cephe penceresi kullanımı yasaktır [12]. • Son yıllarda işletme personeli sunucu stüdyosu (Continuity studio) veya yerel radyo stüdyolarında kontrol birimlerinde dış cephe penceresi istenmektedirler. Bu pencereler farklı cam kalınlıklarında üç camlı sistem ile yapılmalıdır [12].
	Döşemeler	• Yüzer döşemeler diğer alanlardan strüktür kaynaklı sesin taşınmasının olabileceği stüdyo ya da teknik alanlarda yapılır [12]. • Sıkıştırılmaz bir malzeme olan kauçuk BBC yayın stüdyolarında yüzer döşemelerde en çok kullanılan malzemedir [12]. • 'Kutu içinde kutu' prensibi ile inşa edilmelidir. Bu sistemin yapılması sonucu havada yayılan ses yalıtımının uygulamada uygun seviyelerde olabilmesi için karkas yapı ile yüzer döşeme arasında minimum 115 mm tercihen yaklaşık 300 mm boşluk bulunması gerekmektedir [12]. • Yüksektilmiş döşemeler genelde kontrol odalarında tercih edilir. Bu tip döşemeler stüdyolar için altlarındaki boşlukların odanın akustiğine negatif katkı sağlayabileceği için tercih edilmez [12]. • Çoğu stüdyo linolyum döşemeye sahiptir. Bazı durumlarda linolyum döşeme yerine, betonarme döşeme üzerine uygulanan dayanıklı, düzgün, epoksi döşeme de kullanılmaktadır. [9, 12] • Ağırlıklı darbe kaynaklı ses basınç seviyesi, $L_{n,w}$: 43 dB'dir [50].
	Tavanlar	• Bir stüdyoda dış çatı normalde 100 Hz – 2,5 kHz frekans aralığında ortalama 65-70 dB yalıtım sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır [12]. • 'Kutu içinde kutu' strüktür sisteminde, ana strüktürden ayrı, havada yayılan ve darbe kaynaklı ses için yeterli ses yalıtımı sağlamak amacıyla iç tavan oluşturulmalıdır [12]. • Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi, R'_w : 55 dB'dir [50]. • Çatı için ses yalıtım kriteri 70 dB'dir [16].
HACİM AKUSTİĞİ	Hacmin biçimlenişi ve boyutlandırılması	• Dikdörtgen hacimler, akustik açıdan ve maddi olarak da uygun olduğu için en yaygın uygulamadır [26, 27]. • Alçak frekanslı sesler için en kötü hacim biçimlenişi küplerdir [17]. • Zaman içerisinde denenmiş "Altın Oran" $1 : 2^{1/3} : 2^{2/3}$ veya yaklaşık $1 : 1.26 : 1.6$'dır. Bu katsayıların herhangi birinin örnek olarak $1.2.52:1.6$ gibi bir tam sayı ile çarpılmış hali de geçerlidir [12].
	Reverberasyon süresi	• Yayın stüdyoları için orta frekanslarda optimum T_{mid} : 0,5 sn'dir [28]. • Televizyon stüdyoları için 250-4000 Hz aralığında 1000 m³ hacimde T_{mid} : 0,35-0,48 sn, 1200 m³ hacimde T_{mid} : 0,45-0,55 sn aralığındadır [30]. • Stüdyolar için orta frekanslardaki T_{mid} : 0,6 sn'dir [ZDF].

Çizelge 2.13. (Devam) Performans kriterleri

	Konu	Performans Kriterleri
HACİM AKUSTİĞİ	Reverberasyon süresi	• 500-1000 Hz aralığında farklı işlevlere ve hacme bağlı reverberasyon süresi; - o konuşma işlevi için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 0,55 sn, 1200 m³ hacimde T_{mid}: 0,6 sn, - o jazz ve oda müziği için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 0,7 sn, - o senfonik müzik için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 1,1 sn, - o dini müzik için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 1,5 sn'dir [31]. • Televizyon stüdyoları için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 0,4 sn, 1200 m³ hacimde T_{mid}: 0,5 sn'dir [27]. • Kayıt ve yayın stüdyoları için (konuşma işlevi) 500-1000 Hz aralığında T_{mid}: 0,38-0,6 sn aralığındadır [32]. • Konuşma işlevli televizyon stüdyoları için reverberasyon süresi tolerans aralığı; - o Alçak frekanslarda (50-200 Hz) $2,5 \times T_{mid}$ - o Orta frekanslarda (200-3150 Hz) $0,8 \times T_{mid}$ ile $1,2 \times T_{mid}$ aralığında, - o Yüksek frekanslarda (3150-10000 Hz) $0,6 \times T_{mid}$ ile $1,0 \times T_{mid}$ aralığında olması önerilmektedir [30]. • Büyük televizyon stüdyoları için reverberasyon süresi tolerans aralığı; - o Alçak frekanslarda (50-200 Hz) $1,2 \times T_{mid}$ - o Orta frekanslarda (200-3150 Hz) $0,8 \times T_{mid}$ ile $1,1 \times T_{mid}$ aralığında, - o Yüksek frekanslarda (3150-10000 Hz) $0,6 \times T_{mid}$ ile $1,0 \times T_{mid}$ aralığında olması önerilmektedir [30]. • Büyük müzik işlevli televizyon stüdyoları için reverberasyon süresi tolerans aralığı; - o Alçak frekanslarda (50-200 Hz) $1,1 \times T_{mid}$ - o Orta frekanslarda (200-3150 Hz) $0,9 \times T_{mid}$ ile $1,1 \times T_{mid}$ aralığında, - o Yüksek frekanslarda (3150-10000 Hz) $0,8 \times T_{mid}$ ile $1,1 \times T_{mid}$ aralığında olması önerilmektedir [30].
	Arka plan gürültü düzeyi	• TV stüdyoları için RC gürültü düzeyi kriteri 20-25 dir (30-35 dBA 'ya karşılık gelmektedir) [27, 41, 43]. • TV stüdyoları için NCB gürültü düzeyi kriteri 15-25 dir (28-35 dBA 'ya karşılık gelmektedir) [27, 41, 43]. • Radyo, TV ve kayıt stüdyoları (yakın mesafeli mikrofon kullanılan) için NC gürültü düzeyi kriteri 25 (max) dir (35 (max) dBA 'ya karşılık gelmektedir) [42]. • Radyo, kayıt stüdyoları (uzak mesafeli mikrofon kullanılan) için NC gürültü düzeyi kriteri 15 (max) dir (25 (max) dBA 'ya karşılık gelmektedir) [42]. • BBC kriterleri bütün televizyon stüdyoları için arka plan gürültü düzeyini 32 dB olarak belirlemiştir [12].
	Ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı dağıtıcıların dağılımı	• Genişbantlı gözenekli yutucular genelde televizyon stüdyoları için belirlenmiştir [12]. • Mineral yününün cinsi ve nasıl yapılacağı genelde belirlenmiş olur, olmadığı durumda yüksek yoğunluklu 144-176 kg/m³ malzeme önerilir [12]. • Akustik tasarımda en çok kullanılan iki adet perforasyon %0.5 ve %20'dir. Bu da %0.5 boşluk için merkezden merkeze 38 mm olan 3 mm çaplı deliklerle sağlanır, %20 için ise merkezlerden 6 mm mesafe olan 3 mm çaplı delikler kullanılır [12].

3. ÖRNEK ÇALIŞMA: EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BİNASI TELEVİZYON STÜDYOSU

3.1. Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası Televizyon Stüdyosu Genel Bilgileri

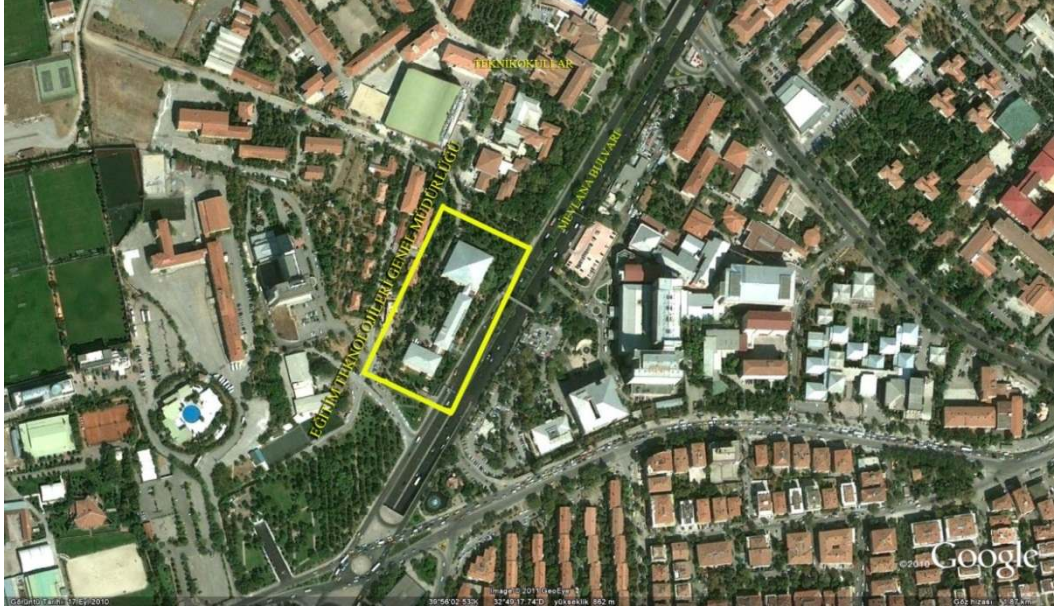
Eğitim Yayınları Daire Başkanlığına bağlı olan Televizyon ve Radyo Programları Şubesi ürettiği video ve radyo programları ile tanınan bir birimdir. Burada, başta açık öğretim kurumları, bakanlık merkez ve taşra teşkilatı birimleri, okullar ve diğer kurumların ihtiyacı olan eğitim ve öğretime yönelik televizyon ve radyo programları üretilmektedir [51].

Görsel olarak hazırlanan televizyon programları veya yardımcı ders programlarını öğrenci ve öğretmenlerin hizmetine sunulur ama üretilen video ve radyo programları sadece derslerle sınırlı değildir. Genel izleyici kitlesine yönelik okul içi ve dışı etkinliklerde eğitimcilerin ve bu alana ilgi duyanların faydalanabileceği programlar, belgeseller de yapılmaktadır [51].

Eğitek 1951 yılında ilk kurulduğunda “ÖFM” Öğretici film ve film şeridi yapımına başlanmıştır. Kameralar 35 mm ve 16 mm olarak adlandırılan sinema kameralarıdır. 1962’de bu merkezde filmlerin seslendirilmesine geçilmiştir. Ardından “Radyo İle Eğitim Ünitesi” kurulur ve “ÖFM” nin adı “Film Radyo Grafik Merkezi (FRGM) ne dönüştürülür. 1968’ de FRGM televizyonla eğitim yayınlarına TRT ile aynı anda başlamıştır. Daha sonra bu bölüm “ Film-Radyo ve Televizyonla Eğitim Merkezi “ olarak değiştirilmiştir ve 1998 yılına gelindiğinde farklı kollardan gelişerek büyüyen FRTEB ile Bilgisayar Hizmetleri ve Eğitimi Genel Müdürlüğü, tek bir kurum çatısı altında birleştirilmiştir. Kurum en son “Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (EĞİTEK)” adını almıştır [51].

Şu anda kullanılan televizyon stüdyoları Türkiye’de mimari olarak televizyon stüdyosu amaçlı yapılan ilk binadır [51].

Eğitim Teknolojileri Genel M¼d¼rl¼đ¼ Binası, Beşevler’de Gazi Üniversitesi Teknikokullar kamp¼s¼ i¼erisinde, Mevlana Bulvarı ¼zerinde bulunmaktadır.



Resim 3.1. Eğitim Teknolojileri Genel M¼d¼rl¼đ¼ Binası ve ¼evresi [Google Earth]



Resim 3.2. Eğitim Teknolojileri Genel M¼d¼rl¼đ¼ Binasının Mevlana Bulvarından g¼r¼n¼ş¼

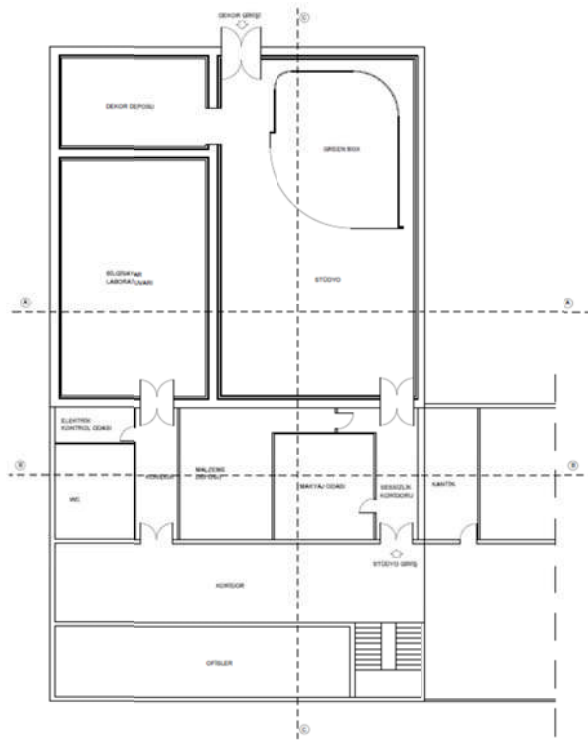
Genellikle konuşma işlevli programların yapıldığı stüdyo içerisinde ‘greenbox’ ortamında canlı ve kayıt yayınları yapılabilmektedir. ‘Greenbox’ iki farklı görüntüyü birbirinin üstüne oturtmaya yarar.



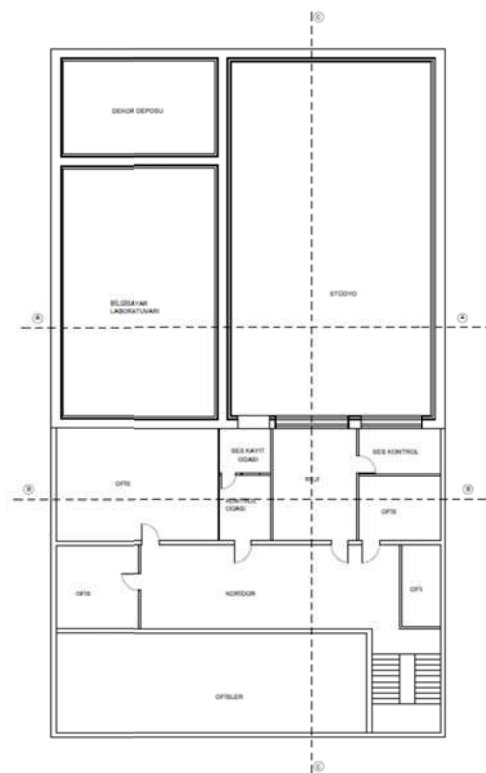
Resim 3.3. Greenbox görünüşü

İncelenecek stüdyo kompleksi ile ilgili ölçekli mimari projeye ulaşılamamıştır. Bu nedenle tez çalışmasında mevcut durum analizleri için öncelikle rölöve çizimleri yapılmıştır. 18.11.2011 tarihinde alınan ölçümler doğrultusunda rölöve çizimleri CAD programı ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Şekil 3.1., Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.’de stüdyo hacminin plan ve kesitleri gösterilmektedir.

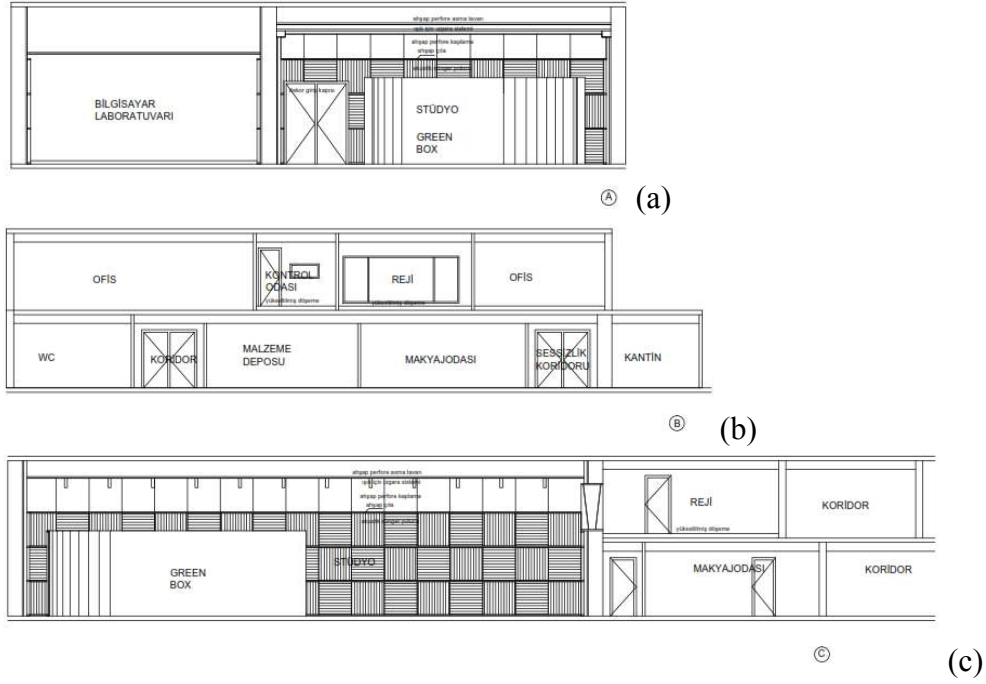
Stüdyo ana hacmi dikdörtgen plan şemasına sahip olup yaklaşık 19.00 x 10.85 x 4.70 m boyutlarındadır. Yapının mimari özelliklerine bakıldığında; stüdyo zemin katta tasarlanmıştır ve girişinde sessizlik koridoru bulunmaktadır. Sessizlik koridoruna açılan makyaj odası ve depo bulunmaktadır. Stüdyo çevresinde de bilgisayar laboratuvarı (şu an kullanılmamakta), dekor deposu (başlangıçta küçük TV stüdyosu olarak tasarlanmış) ve kantin yer almaktadır. Bodrum katta ise stüdyo ortamını için gürültü teşkil edecek bir mahal olmamakla birlikte genellikle bu kat film arşiv ve deposu olarak kullanılmaktadır. Kontrol birimleri ise üst katta konumlanmıştır. Ses odası ve rejinin stüdyo ana hacmi ile görsel iletişim kurması açısından gözlem pencereleri bulunmaktadır. Stüdyo ana hacmi üstünde başka kat bulunmamaktadır ve metal çatı örtüsüne sahiptir.



Şekil 3.1. Stüdyo zemin kat planı



Şekil 3.2. Stüdyo birinci kat planı



Şekil 3.3. Stüdyo kesitleri

Stüdyoyu çevreleyen yapı bileşenleri:

Duvar: Stüdyoyu çevreleyen duvarlar yaklaşık 50 cm kalınlığında dolu tuğladan oluşmuştur. Bu duvarların stüdyoya bakan yüzeyi akustik yutucu malzemelerle kaplanmıştır. Duvar katmanı, 5 cm taş yünü üzerine perfore ahşap panel ve polietilen esaslı ses yutucu malzemeden oluşmaktadır.



(a)



(b)

Resim 3.4. Duvar bitiş yüzeyi

Kapı: Sessizlik koridorundan stüdyo ana hacmine giriş kapısı Resim 3.5. (b)'de görüldüğü gibi ahşap çift kanatlı olup çift kapıdır. Ayrıca stüdyo içerisinde şu an depo olarak kullanılan ilk yapılış amacı küçük TV stüdyosu olan alana geçiş için yaklaşık 200/280 boyutlarında kapı boşluğu bulunmaktadır. Dekorların direk dışarıdan stüdyo ana hacmine ulaşması çift kanatlı çift kapı ile sağlanmaktadır. Bu kapılardan iç kapı akustik kapı olup dış kapı demir kapıdır.



(a)



(b)

Resim 3.5. Stüdyo giriş kapısı



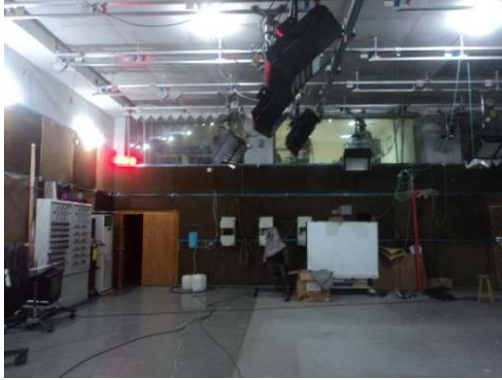
(a)



(b)

Resim 3.6. Dekor giriş kapısı

Pencere: Stüdyo ana hacmi içerisinde dış cepheye açılan pencere bulunmamaktadır. Üst katta bulunan ses odası ve reji ile stüdyo arasında gözlem pencereleri bulunmaktadır. Bu pencerelerin boyutları oldukça büyük olmakla birlikte çift camlıdır. Camlar Resim 3.8.'de görüldüğü gibi açılı olarak monte edilmiştir. Pencere açıklığının çevresi taş yünü üzeri ahşap perfore panel kaplanmıştır.



(a)



(b)

Resim 3.7. Kontrol birimleri için gözlem penceresi



Resim 3.8. Gözlem penceresinin açılı yerleşimi

Döşeme: Döşeme bitiş malzemesi düzgün yüzeyli beton malzemedir. Alt katmanları ise 15-20 cm betonarme döşeme üzeri 10-15 cm tesviye betonu + şap olduğu varsayılmaktadır. Sessizlik koridoru döşemesi laminant parke kaplama, üst kattaki kontrol birimlerinin döşemesi ise yükseltilmiş döşemedir.



Resim 3.9. Stüdyo döşemesi bitiş yüzeyi

Tavan: Stüdyo ana hacmi tavanı taş yünü + perfore ahşap panel asma tavanıdır. Betonarme döşeme ile asma tavan arası yaklaşık 55-60 cm havalandırma boşluğu bulunmaktadır. Stüdyo içerisinde tavan düzleminde– şu an aktif olarak kullanılmamakta olan- yaklaşık 120/240 cm ebadında dört adet havalandırma menfezi vardır. Ayrıca aydınlatma ekipmanlarının asılıp, yayının içeriğine göre hareketinin sağlandığı grid sistemi bulunmaktadır. Sessizlik koridoru ve kontrol birimleri modüler taş yünü asma tavana sahiptirler.



(a)



(b)

Resim 3.10. Stüdyo ve sessizlik koridoru tavanı

3.2. Stüdyonun Yapı Akustiği Kriterleri Açısından Bilgisayar Benzetim ve Ölçüm Yöntemi ile Analizi

3.2.1. Değerlendirmede kullanılan yapı akustiği performans kriterleri

Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosu yapı bileşenlerinin bilgisayar benzetim (simülasyon) ve ölçüm yöntemleri ile mevcut durum analizlerinin değerlendirilmesi için kabul edilen yapı akustiği performans kriterleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

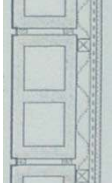
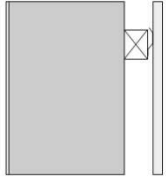
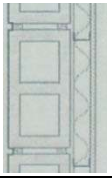
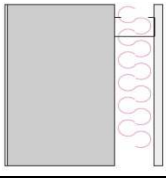
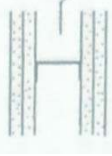
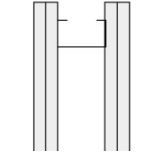
Çizelge 3.1. Değerlendirmede kullanılan yapı akustiği performans kriterleri

	Konu	Değerlendirmede Kullanılan Yapı Akustiği Performans Kriterleri
YAPI AKUSTİĞİ	Yapı bileşeninde sağlanması gereken ses yalıtım değerleri	Duvarlar - Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi, $R'w$: 55 dB'dir [50]. - Haber/Röportaj/İzleyicisiz stüdyo ile - Bütün kontrol odaları arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 54 dB, - Genel ofis arasındaki duvar için ses yalıtım kriteri 55 dB'dir [16]. - Dış duvar için ses yalıtım kriteri 65 dB'dir [16]. - Dış cephe elemanları için havada yayılan ses yalıtım değeri; - Çevresel gürültü düzey aralığı 56 -60 dB ise $R'w,res$ = 30 dB'dir [50].
		Kapılar - Personel kapıları - Stüdyo sessizlik koridoruna sahipse kapının 100 Hz ile 2.5 kHz frekans aralığında ortalama olarak ses basınç farkı değeri 30 dB'i aşmamaktadır. [12]. - Sessizlik koridoru için yeterli alan olmadığı durumlarda, birisi katı esaslı diğeri kurşun katmanlı, ikisinde dışarı açılan, iki adet kapı aralarında yeterli mesafe olacak şekilde duvarın dış yüzeylerine montelendiğinde en uygun ses yalıtımı sağlanır [12].
		Dekor Kapıları Bu kapılar genellikle çelik olmakla beraber 100 Hz – 2,5 kHz aralığında en az 45-50dB ortalama ses yalıtımı sağlaması gerekir [12].
		Pencereler - Televizyon stüdyosu gözlem penceresi - Televizyon stüdyoları ile kontrol birimleri arasındaki gözlem pencereleri genellikle dekorla veya perde ile kapandığı için kullanımı azalmıştır [12]. - Ebatlar için öneriler maksimum cam yüksekliği 0,85 m, genişliği 2,44 m olmalıdır. Parapet yüksekliği 0,9 m'yi, üst açıklığı 1,75m'yi geçmemelidir. BBC'nin üç camlı gözlem penceresi için genel kuralı olarak ortadaki cam 10 mm, dış yüzeydeki camlar 6,5 mm olmalıdır [12]. - Tekrarlanan ekonun sorun yaratmadığı durumlarda camlar dik olarak yerleştirilmiştir. Camlar dik konumda iken birbirine 5'er derecelik açıyla döndürülerek veya bir tanesi 10 derecelik açıyla döndürülerek monte edildiği durumda tekrarlanan eko engellenmiş olur [12].
		Dış cephe penceresi BBC'nin Drama, Müzik, Radyo ve Televizyon stüdyolarında dış cephe penceresi kullanımı yasaktır [12].
		Döşemeler - Sıkıştırılmaz bir malzeme olan kauçuk yayın stüdyolarında yüzer döşemelerde en çok kullanılan malzemedir [12]. 'Kutu içinde kutu' prensibi ile inşa edilmelidir. [12]. - Çoğu stüdyo linolyum döşemeye sahiptir. Bazı durumlarda betonarme döşeme üzerine uygulanan dayanıklı, düzgün, epoksi döşeme de kullanılmaktadır. [9, 12] - Ağırlıklı darbe kaynaklı ses basınç seviyesi, $L'n,w$: 43 dB'dir [50].
		Tavanlar 'Kutu içinde kutu' strüktür sisteminde, ana strüktürden ayrı, havada yayılan ve darbe kaynaklı ses için yeterli ses yalıtımı sağlamak amacıyla iç tavan oluşturulmalıdır [12]. - Ağırlıklı görünen ses azaltma indeksi, $R'w$: 55 dB'dir [50]. - Çatı için ses yalıtım kriteri 70 dB'dir [16].

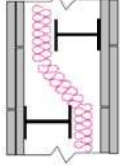
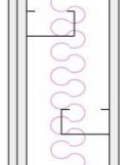
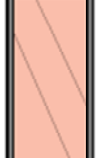
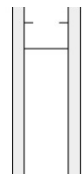
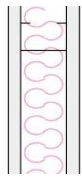
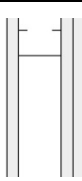
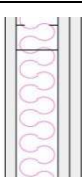
3.2.2. Bilgisayar benzetim yöntemi ile analiz

Literatürde yer alan laboratuvar koşullarında ölçüm sonuçları verilmiş bazı yapı bileşenleri Insul (v 6.4.12) simülasyon programı ile analiz edilmiştir. Çizelge 3.2.'de bu sonuçlar sunulmuştur. Sonuçlara bakıldığında simülasyon verileri ile ölçüm sonuçları arasındaki fark ihmal edilebilir düzeydedir. Böylece Insul (v 6.4.12) simülasyon programının güvenilirliği ortaya konmuştur ve örnek çalışma kapsamında yapı bileşenleri bu yöntemle incelenmiştir.

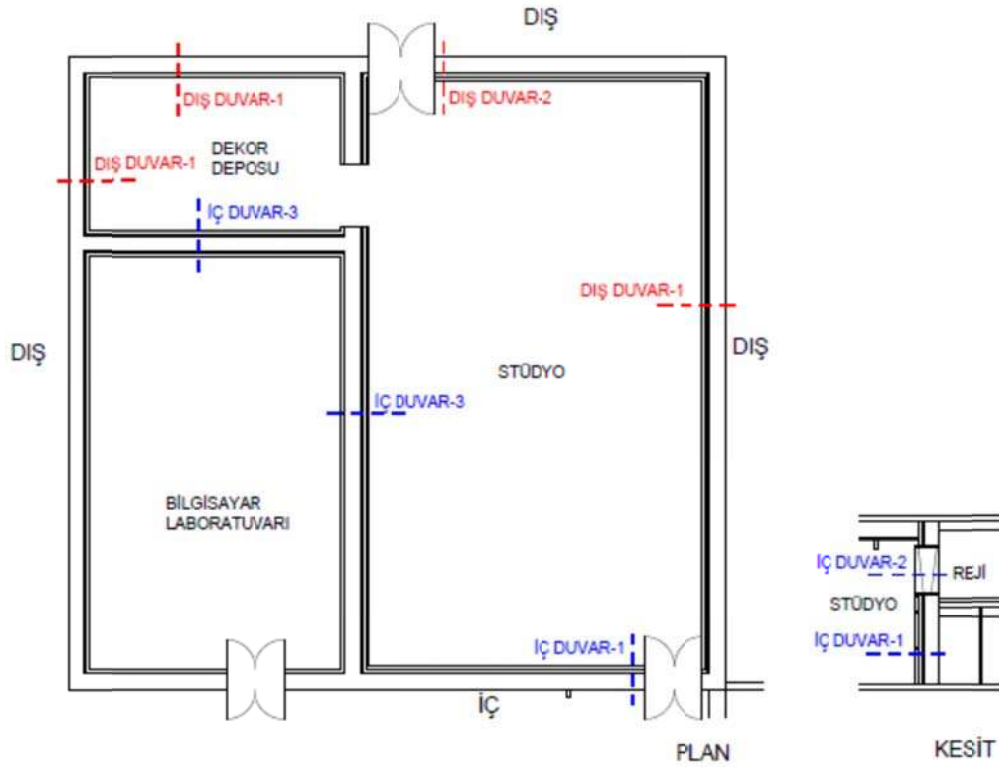
Çizelge 3.2. Insul (v 6.4.12) simülasyon programının güvenilirliği

Kaynak	Yapı Bileşenlerinin Malzeme Bilgisi	Yapı Bileşeninin Detayı	Yapı Bileşeninin Detayı (INSUL 6.4 Simülasyon programı)	Laboratuvar Koşullarındaki Ölçüm Sonuçları (STC- Rw)	INSUL 6.4 Simülasyon Programı Sonuçları (STC- Rw)
Mehta, M. Rocafor, J. Johnson, J. [26]	16 mm alçı panel + Esnek bağlantı elemanı + 50x50 ahşap dikme + 200 mm boyalı hafif blok duvar			STC 56	STC 55
	16 mm alçı panel + 75 mm metal taşıyıcı + 63 mm cam yünü + 200 mm boyalı hafif blok duvar			STC 65	STC 67
	Çift kat 16 mm alçı panel + 63 mm metal taşıyıcı + Çift kat 16 mm alçı panel			STC 49	STC 48

Çizelge 3.2. (Devam) Insul (v 6.4.12) simülasyon programının güvenilirliği

Kaynak	Yapı Bileşenlerinin Malzeme Bilgisi	Yapı Bileşeninin Detayı	Yapı Bileşeninin Detayı (INSUL 6.4 Simülasyon programı)	Laboratuvar Koşullarındaki Ölçüm Sonuçları (STC- Rw)	INSUL 6.4 Simülasyon Programı Sonuçları (STC- Rw)
BB93 [52]	Çift kat 12,5 mm alçı panel + 60 mm metal taşıyıcı (şasırtmalı) + 50 mm cam yünü + Çift kat 12,5 mm alçı panel			Rw 55-60	Rw 56
	12 mm sıva + 115 mm tuğla duvar + 12 mm sıva +			Rw 45-50	Rw 47
Egan, D. [18]	16 mm alçı panel + 60 mm metal taşıyıcı (600 mm aralıkla) + 16 mm alçı panel			STC 39	STC 37
	16 mm alçı panel + 60 mm metal taşıyıcı (600 mm aralıkla) + 50 mm cam yünü + 16 mm alçı panel			STC 45	STC 45
	16 mm alçı panel + 60 mm metal taşıyıcı (600 mm aralıkla) + Çift kat 16 mm alçı panel			STC 44	STC 42
	16 mm alçı panel + 60 mm metal taşıyıcı (600 mm aralıkla) + 50 mm cam yünü + Çift kat 16 mm alçı panel			STC 51	STC 50

İncelenen stüdyo kapsamında yapı bileşenleri (duvar, döşeme, tavan...) için ses yalıtım performansı Insul (v 6.4.12) yazılımı kullanılarak tahmin edilmiştir. Şekil 3.4.'de proje üzerinde gösterildiği gibi duvarlar farklı bileşik cidar oluşturmalarından dolayı *içduvar-1*, *içduvar-2*, *içduvar-3*, *dışduvar-1* ve *dışduvar-2* olmak üzere beş farklı duvar sistemi bu simülasyon programı ile analiz edilmiştir.



Şekil 3.4. Projede analiz edilen farklı duvar tipleri

Proje kapsamında yapı bileşenlerinin analizi için duvarlar iç ve dış duvar olmalarına ve bileşik cidar oluşturmalarına göre sınıflandırılmıştır. Duvar, döşeme ve tavan açılımları bazı varsayımlarla birlikte aşağıdaki gibidir:

İçduvar-1: polietilen esaslı ses yutucu malzeme (10 cm) + perfore ahşap panel (5 mm) + taş yünü (5 cm) + 50 cm dolu tuğla duvar + alçı sıva + boya (bileşik cidar: çift kanatlı ahşap çift kapı 190/200)

İçduvar-2 (Kontrol birimleri ile stüdyo arasındaki duvar): perfore ahşap panel (5 mm) + taş yünü (5 cm) + 50 cm dolu tuğla duvar + alçı sıva + boya (bileşik cidar: 400/162 ve 339/162 ebatlarında çift camlı pencere (6 mm + ortalama 400 mm hava boşluğu + 6 mm) + 169/162 tek camlı pencere (6 mm) arkası MDF panel kaplı ve gözlem penceresi olarak kullanılmamaktadır)

İçduvar-3: polietilen esaslı ses yutucu malzeme (10 cm) + perfore ahşap panel (5 mm) + taş yünü (5 cm) + 50 cm dolu tuğla duvar + taş yünü (5 cm) + perfore ahşap panel (5 mm) + polietilen esaslı ses yutucu malzeme (10 cm)

Dışduvar-1: polietilen esaslı ses yutucu malzeme (10 cm) + perfore ahşap panel (5 mm) + taş yünü (5 cm) + 50 cm dolu tuğla duvar + dış sıva + boya

Dışduvar-2: polietilen esaslı ses yutucu malzeme (10 cm) + perfore ahşap panel (5 mm) + taş yünü (5 cm) + 50 cm dolu tuğla duvar + dış sıva + boya (bileşik cidar: çift kanatlı akustik kapı 220/280)

Döşeme: düzgün beton yüzey + şap/tesviye betonu (10-15 cm) + betonarme döşeme (25 cm) + havalandırma boşluğu (35 cm) + taş yünü asma tavan (60x60 cm)

Tavan: perfore ahşap asma tavan (5 mm) + 5 cm taş yünü + havalandırma boşluğu (55-60 cm) + betonarme döşeme (25 cm) + alüminyum çatı örtüsü

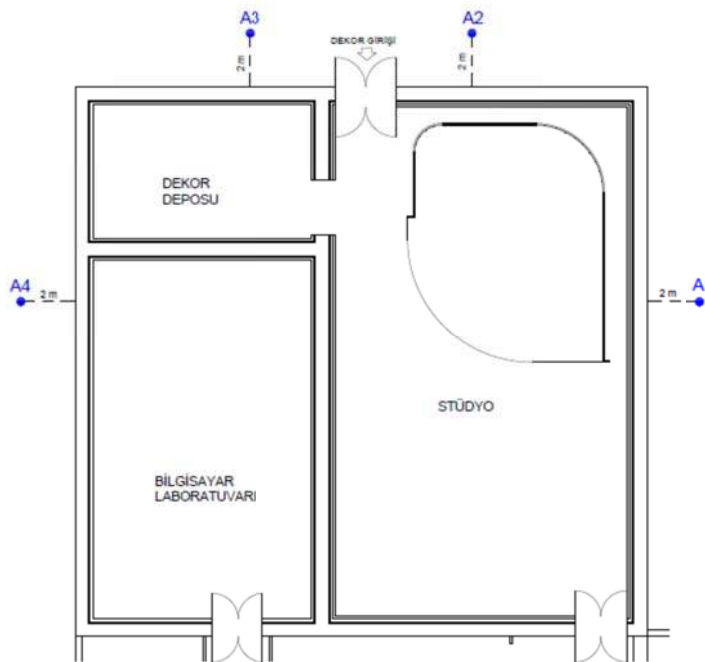
Yapı bileşenlerinin açılımları doğrultusunda Insul (v 6.4.12) simülasyon programı ile analizler yapılmıştır. Fakat programın farklı dört katmandan daha fazla katman içeren yapı bileşeni için analiz yapamaması ve malzeme kütüphanesindeki mevcut malzemeler göz önünde bulundurularak EK-1’de verilen malzeme ve katmanlar doğrultusunda analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

3.2.3. Ölçüm yöntemi ile analiz

Yapı akustiği ölçümleri doğrultusunda çevresel gürültü düzeyi ölçümleri ve yapı bileşenlerinin ses geçiş kaybı ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Insul (v 6.4.12) simülasyon programı analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir.

Çevresel gürültü düzeyi ölçümü

Televizyon stüdyosu yerleşim planına bakıldığında yapı dışı gürültü kaynaklarının büyük bir bölümünü kara yolu trafik gürültüsünün oluşturduğu görülmektedir. Bu doğrultuda stüdyoyu etkileyen çevresel gürültü düzeyi ölçümü binanın dış ortam gürültüsüne maruz kalan cephelerinde yapılmıştır. Şekil 3.5.'de plan düzlemi üzerinde de gösterildiği gibi 5 adet ölçme noktası saptanmıştır.



Şekil 3.5. Çevresel gürültü düzeyi ölçüm noktaları

Ölçümler 05 Ocak 2012 tarihinde, TS ISO 1996-2: Mart 2009 standardına uygun olarak Brüel & Kjær Type 2270 el tipi ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümlere başlanmadan önce ses seviyesi ölçer kalibre edilmiştir. Alıcılar zeminden

1,50 m yükseklikte ve bina cephesine en az 2 m mesafede olacak şekilde yerleştirilmiştir ve belirlenen A1, A2, A3, A4 alıcı noktaları için 1/3 oktav bant frekans aralığında 1 dakikalık ölçümler gerçekleştirilmiştir. Alınan çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları A ağırlıklı olarak Brüel & Kjær Qualifier Type 7830 programı ile değerlendirilerek Çizelge 3.3.'de verilmiştir.



(a)



(b)

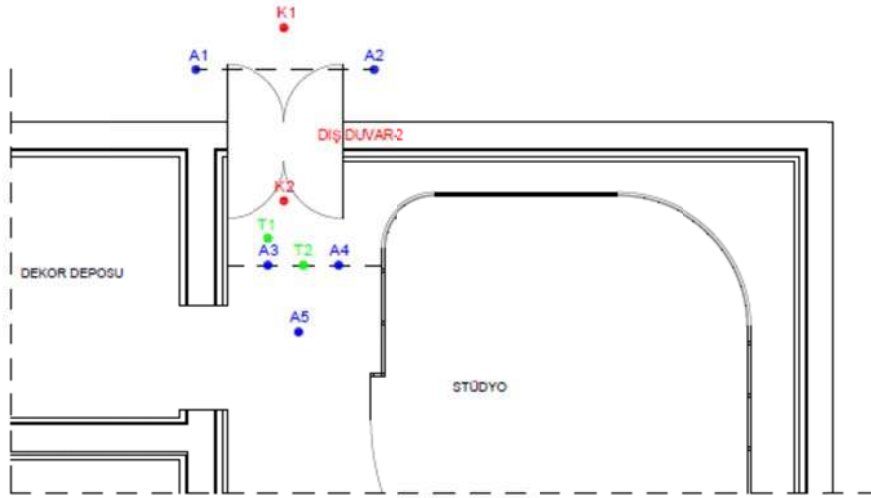
Resim 3.11. Çevresel gürültü düzeyi ölçümleri

Çizelge 3.3. Çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları

Frekans (Hz)	Çevresel gürültü düzeyi, dBA				
	A1	A2	A3	A4	Ortalama
100	33,0	31,7	35,7	41,7	37,4
125	30,6	31,4	33,9	41,6	36,8
160	32,7	30,9	32,8	43,6	38,4
200	34,8	30,7	33,1	44,9	39,7
250	37,9	33,1	35,8	41,9	38,4
315	37,3	33,8	37,4	43,2	39,3
400	38,8	36,2	39,0	43,3	40,1
500	41,6	39,1	41,1	48,2	44,0
630	42,8	40,7	44,1	49,2	45,4
800	43,4	42,1	46,2	51,2	47,3
1000	45,0	43,8	48,3	52,8	49,0
1250	43,6	43,4	47,5	52,7	48,5
1600	41,7	42,2	46,2	51,7	47,4
2000	39,3	39,9	43,2	49,2	44,8
2500	36,3	37,3	39,4	45,8	41,5
3150	33,5	33,0	35,3	42,4	38,0
4000	30,3	28,9	30,6	38,5	34,0
5000	27,5	25,2	26,0	35,5	30,8
6300	23,7	20,5	21,5	32,1	27,2
8000	20,2	16,1	16,6	29,1	24,0
Toplam çevresel gürültü düzeyi= 56,29 dBA					

Yapı elemanları ses geçiş kaybı ölçümü

Ölçümler 05 Ocak 2012 tarihinde, stüdyo boşken TS EN ISO 140/4-5 standartlarına uygun olarak Brüel & Kjær Type 2270 el tipi ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, iç duvar için stüdyo ve sessizlik koridoru arasında (iç duvar-1), dış duvar için dekor giriş kapısının bulunduğu duvarda (dış duvar-2) yapılmıştır. Belirlenen her bir alıcı noktası (Şekil 3.6.) için frekanslara bağlı olarak 15 saniyelik ölçümler yapılmış ve kaynak ve alıcı mekanlarındaki ortalama ses basınç düzeyleri ölçülmüştür. Böylece arka plan gürültü düzeyi ve reverberasyon süresi ölçüm sonuçları ile birlikte alıcı ve kaynak oda hacmi, bölme duvar yüzey alanı gibi fiziksel büyüklükler kullanılarak, yapı elemanlarının havada yayılan ses karşısındaki performansını ölçmek için kullanılan “Ağırlıklı Ses Azaltma İndeksi - R'_w ”, değeri hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı ölçümleri kaynak ve alıcı konumları

Televizyon stüdyosu ile dış mekan arasında dış duvar (dış duvar-2) için K1 kaynağı sabit, kaynak mekanda (dış ortam- L_1) A1, A2 ve alıcı mekanda (stüdyo- L_2) A3, A4, A5 alıcı noktalarında ölçüm yapılmıştır. Ölçüm noktaları standartlara uygun şekilde projede gösterildiği gibi belirlenmiştir. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı, arka plan gürültü düzeyi ve K2 kaynak noktası sabit T1 ve T2 alıcı noktalarında reverberasyon süresi ölçüm sonuçları Çizelge 3.4.’de verilmiştir.

Ağırlıklı Ses Azaltma İndeksi hesapları için kullanılan diğer veriler;

Alıcı oda (stüdyo) hacmi (V): $36,6 \text{ m}^3$,

Bölme duvar yüzey alanı (S): $6,2 \text{ m}^2$,

Alıcı oda (stüdyo) taban alanı (A): $7,8 \text{ m}^2$,

Kaynak oda (sessizlik koridoru) hacmi (V): 40 m^3 ,

Kaynak oda (sessizlik koridoru) taban alanı (A): $8,4 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bütün bu veriler sonucunda stüdyo ile dış ortam arasında bulunan bileşik cidarın ağırlıklı ses azaltma indeksi Brüel & Kjær Qualifier Type 7830 programı ile değerlendirilerek Şekil 3.7.'deki grafikte sunulmuştur.



(a)

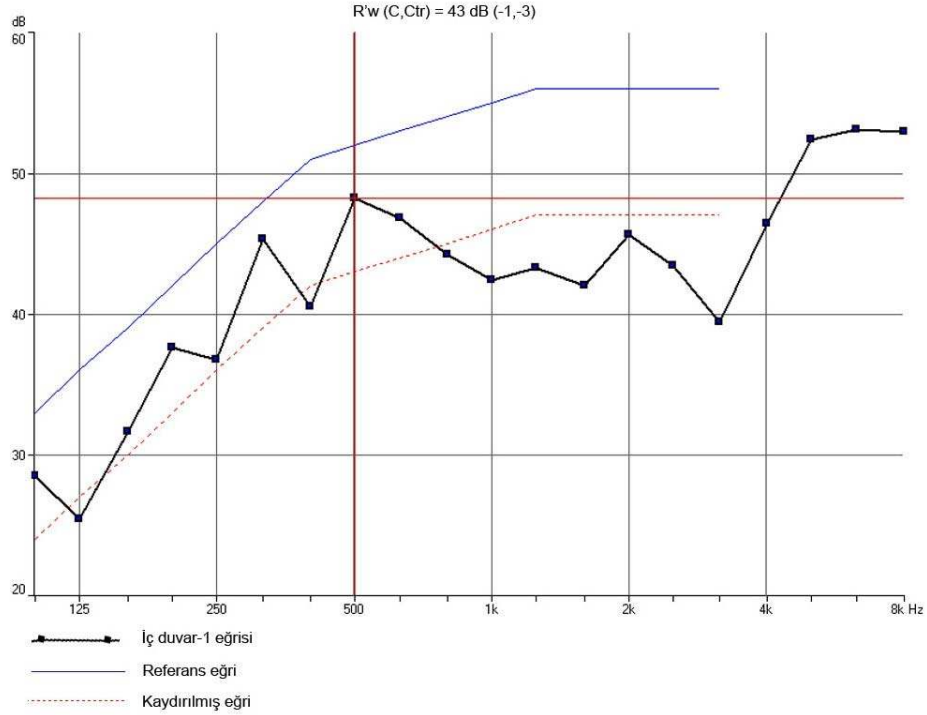


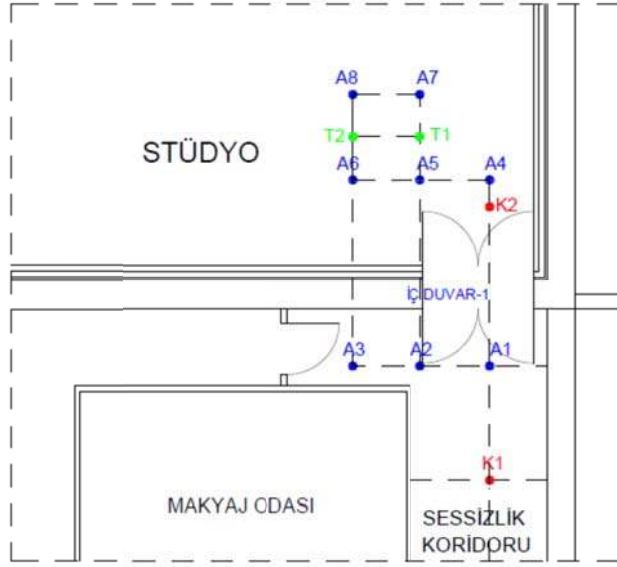
(b)

Resim 3.12. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı ölçümleri

Çizelge 3.4. Dış duvar-2 için ses geçiş kaybı ölçüm sonuçları

Frekans	L_1 (dB)	L_2 (dB)	Arka plan gürültü düzeyi (dB)	T_m (s)	R'_w (dB)
	A1-A2 ortalaması	A3-A4-A5 ortalaması		T1-T2 ortalaması	
100	81,59	49,24	26,63	0,39	28,50
125	84,37	53,26	20,35	0,26	25,40
160	88,68	50,77	19,92	0,22	31,60
200	89,87	45,40	15,98	0,20	37,60
250	92,79	50,24	14,00	0,25	36,70
315	96,14	45,60	12,88	0,28	45,30
400	92,06	46,76	8,72	0,31	40,50
500	96,09	43,28	6,81	0,33	48,20
630	92,99	42,20	5,41	0,38	46,80
800	92,75	44,75	5,10	0,40	44,20
1000	92,73	46,33	7,32	0,38	42,40
1250	93,45	46,60	6,75	0,42	43,30
1600	93,85	48,60	8,19	0,45	42,00
2000	92,44	44,05	6,65	0,50	45,60
2500	91,91	45,42	6,68	0,46	43,40
3150	89,36	47,09	7,03	0,49	39,40
4000	90,65	41,65	7,81	0,52	46,40
5000	93,62	38,29	9,04	0,49	52,40
6300	90,77	34,43	9,42	0,45	53,10
8000	83,37	26,49	9,54	0,38	52,90
Dış duvar-2 için R'_w (C,Ctr) = 43 (-1,-3)					

Şekil 3.7. Dış duvar-2 için ölçülen R'_w değerleri



Şekil 3.8. İç duvar-1 için ses geçiş kaybı ölçümleri kaynak ve alıcı konumları

Televizyon stüdyosu ile sessizlik koridoru arasında iç duvar (iç duvar-1) için K1 kaynağı sabit, kaynak mekanda (sessizlik koridoru- L_1) A1, A2, A3 ve alıcı mekanda (stüdyo- L_2) A4, A5, A6, A7 ve A8 alıcı noktalarında ölçüm yapılmıştır. Ölçüm noktaları standartlara uygun şekilde projede gösterildiği gibi belirlenmiştir (Şekil 3.8.). İç duvar-1 için ses geçiş kaybı, arka plan gürültü düzeyi ve K2 kaynak noktası sabit T1 ve T2 alıcı noktalarında reverberasyon süresi ölçüm sonuçları Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Ağırlıklı Ses Azaltma İndeksi hesapları için kullanılan diğer veriler;

Alıcı oda (stüdyo) hacmi (V): $38,9 \text{ m}^3$,

Bölme duvar yüzey alanı (S): $10,1 \text{ m}^2$,

Alıcı oda (stüdyo) taban alanı (A): $12,5 \text{ m}^2$,

Kaynak oda (sessizlik koridoru) hacmi (V): $40,8 \text{ m}^3$,

Kaynak oda (sessizlik koridoru) taban alanı (A): $18,1 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır.

Bütün bu veriler sonucunda stüdyo ile sessizlik koridoru arasında bulunan bileşik cidarın ağırlıklı ses azaltma indeksi Brüel & Kjær Qualifier Type 7830 programı ile değerlendirilerek Şekil 3.9.'deki grafikte sunulmuştur.



(a)

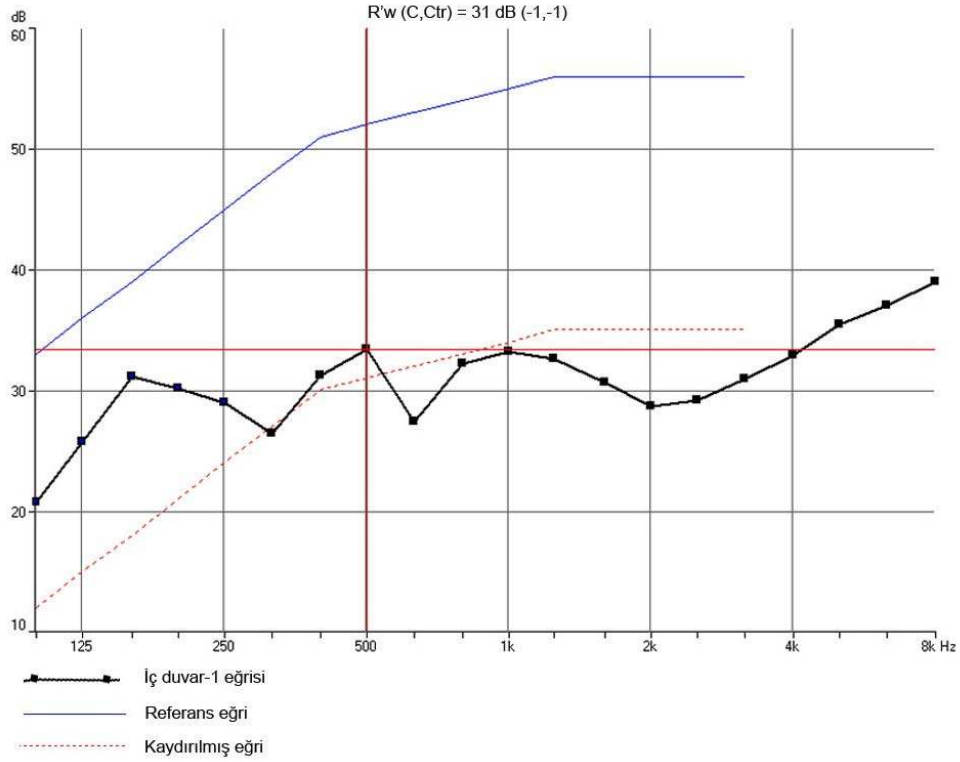


(b)

Resim 3.13. İç duvar-1 için ses geçiş kaybı ölçümleri

Çizelge 3.5. İç duvar-1 için ses geçiş kaybı ölçüm sonuçları

Frekans	L ₁ (dB)	L ₂ (dB)	Arka plan gürültü düzeyi (dB)	T _m (s)	R' _w (dB)
	A1-A2 ortalaması	A3-A4-A5 ortalaması		T1-T2 ortalaması	
100	81,83	60,43	30,97	0,53	20,70
125	79,97	52,47	21,48	0,41	25,70
160	82,97	51,12	20,60	0,52	31,10
200	87,41	56,91	19,51	0,57	30,10
250	91,13	61,70	16,42	0,56	29,00
315	91,12	64,05	13,77	0,53	26,40
400	92,91	60,44	11,63	0,46	31,20
500	93,00	57,69	8,33	0,40	33,40
630	89,42	60,48	3,34	0,44	27,40
800	92,17	58,47	3,24	0,44	32,20
1000	91,98	58,09	3,33	0,53	33,20
1250	92,53	59,20	2,81	0,53	32,60
1600	95,24	64,10	3,62	0,55	30,60
2000	93,73	64,81	4,30	0,59	28,70
2500	94,86	65,57	5,00	0,60	29,20
3150	94,21	63,32	5,82	0,61	30,90
4000	92,87	59,50	6,73	0,56	32,90
5000	94,84	58,62	7,60	0,51	35,40
6300	93,21	55,03	8,68	0,47	37,00
8000	84,61	43,83	9,52	0,41	39,00
İç duvar-1 için R' _w (C,Ctr) = 31 (-1,-1)					



Şekil 3.9. İç duvar-1 için ölçülen $R'w$ değerleri

Televizyon stüdyosunun diğer dış ve iç duvarları için mevcut ölçüm ekipmanları ile belirli mesafeye kadar ölçüm yapılabildiğinden dolayı ses geçiş kaybı ölçümleri yapılamamıştır.

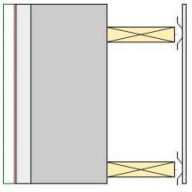
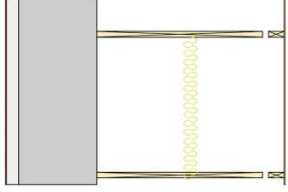
3.2.4. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosu için yapı akustiği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirmesi ve geliştirilen öneriler Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Yapı akustikliği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirilmesi ve geliştirilen öneriler

Yapı Bileşeni	Yapı Bileşeninin Malzeme Bilgileri	Yapı Bileşeninin Detayı	Mevzuat ve literatüre göre sağlaması gereken optimum değerler $R'w - L'n,w$ (dB)	INSUL (v 6.4.12) Simülasyon programı Ses Geçiş Kaybı Değeri $R'w$ (C; Ctr) $L'n,w$ (dB)	Ölçülen Ses Geçiş Kaybı Değeri $R'w$ (C; Ctr) (dB)	Değerlendirme	Öneriler
Dış duvar-1	25 mm sıva+ 50 cm tuğla duvar+ 5 cm taş yünü+ 5 mm MDF		$R'w \geq 65$ [16]	72 (-4; -11) $R'w$ (C; Ctr)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-
Dış duvar-2 (Bileşik cidar)	25 mm sıva+ 50 cm tuğla duvar+ 5 cm taş yünü+ 5 mm MDF+ (220/280 çift kanatlı kapı)		$45 \leq R'w \leq 50$ [12]	42 (-1; 1) $R'w$ (C; Ctr)	43 (-1; -3) $R'w$ (C; Ctr)	Simülasyon ve Ölçüm sonuçlarına göre UYGUN DEĞİL	Çift kanatlı kapı için ses yalıtımı sağlanmış kapı önerimi 58 (-1; -1) $R'w$ (C; Ctr)
İç duvar-1 (Bileşik cidar)	25 mm sıva+ 50 cm tuğla duvar+ 5 cm taş yünü+ 5 mm MDF+ (190/200 çift kanatlı kapı)		$R'w \geq 30$ [12]	37 (-1; 0) $R'w$ (C; Ctr)	31 (-1; -1) $R'w$ (C; Ctr)	Simülasyon ve Ölçüm sonuçlarına göre UYGUN	-
İç duvar-2 (Bileşik cidar)	25 mm sıva+ 50 cm tuğla duvar+ 5 cm taş yünü+ 5 mm MDF+ (çift cam (12 m2)+ tek cam (2.7 m2))		$R'w \geq 54$ [12]	Duvar için 72 (-4; -11) Çift cam için 51 (-2; -4) Tek cam için 35 (-1; -6) Bileşik cidar için 44 (-2; -6) $R'w$ (C; Ctr)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN DEĞİL	Tek cam yerine; 12.5 mm çift kat alçı panel + 40 cm hava boşluğu + 5 cm taş yünü + 12.5 mm çift kat alçı panel için Bileşik cidar 54 (-2; -4)
İç duvar-3	25 mm sıva+ 50 cm tuğla duvar+ 5 cm taş yünü+ 5 mm MDF		$R'w \geq 55$ [DIN]	72 (-4; -11) $R'w$ (C; Ctr)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-

Çizelge 3.6. (Devam)Yapı akustiği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirilmesi ve geliştirilen öneriler

Yapı Bileşeni	Yapı Bileşeninin Malzeme Bilgileri	Yapı Bileşeninin Detayı	Mevzuat ve literatüre göre sağlaması gereken optimum değerler $R'_{w,w} - L'_{n,w}$ (dB)	INSUL (v 6.4.12) Simülasyon programı Ses Geçiş Kaybı Değeri $R'_{w,w}$ (C; Ctr) $L'_{n,w}$ (dB)	Ölçülen Ses Geçiş Kaybı Değeri $R'_{w,w}$ (C; Ctr) (dB)	Değerlendirme	Öneriler
Zemin döşemesi	4 cm düzgün beton+ 10 cm tesviye betonu / şap + 25 cm betonarme döşeme 35 cm hava boşluğu+ Alçı panel asma tavan		$L'_{n,w} \leq 43$ [DIN]	42 $L'_{n,w}$	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-
Tavan döşemesi	4 cm şap+ 25 cm betonarme döşeme+ 60 cm hava boşluğu+ 5 cm taş yünü+ 5 mm MDF		$L'_{n,w} \leq 43$ [DIN] $R'_{w,w} \geq 70$ [12]	42 $L'_{n,w}$ 78 (-2; -8) $R'_{w,w}$ (C; Ctr)	-	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN	-

Yapı akustiği kapsamında yapılan ölçümler ve simülasyon programı ile yapılan analizler sonucunda yapı bileşenlerinin büyük bir kısmının, mevzuat ve literatürün önerdiği optimum değerler aralığında kaldığı görülmüştür. Fakat binanın yapım yılından günümüze kadar geçen süre göz önünde bulundurulduğunda yapılan mevcut durum analizleri sonucu özellikle kapıların performanslarını yitirdiği gözlenmiştir. Stüdyo girişinde sessizlik koridorunun bulunması tampon bölge görevi görmektedir ve stüdyo giriş kapısı için olumlu etkisi vardır. Dış ortama açılan dekor kapısı için ise ses yalıtımlı ve sızdırmaz kapı önerimi ile analiz yapılarak literatür ve mevzuatlara göre uygun hale getirilmiştir. Bunun yanı sıra kontrol birimleri ile stüdyo ana hacmi arasında bulunan gözlem pencereleri içerisinde şu an kullanılmamakta olan pencere için duvar katmanı önerimi ile bu bileşik cidarın ses geçiş kaybı analiz edilerek optimum değere ulaşması sağlanmıştır. Stüdyonun ilk yapılış amacının televizyon stüdyosu olması, televizyon stüdyosu için mimari akustik parametrelerinin göz önünde bulundurularak uygulandığını göstermektedir. Yapı akustiği performans kriterleri çerçevesinde bakıldığında sistem ‘kutu içinde kutu’ prensibiyle yapılmamış olmasına rağmen, mevcut duvar, döşeme ve tavan bileşenlerinin gerekli performansı sağladığı, sadece dekor kapısı ve gözlem penceresinin iyileştirilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

3.3. Stüdyonun Hacim Akustiği Kriterleri Açısından Bilgisayar Benzetim ve Ölçüm Yöntemi ile Analizi

3.3.1. Değerlendirmede kullanılan hacim akustiği performans kriterleri

Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosu hacim akustiği parametrelerinin simülasyon programı ve ölçüm yöntemleri ile mevcut durum analizlerinin değerlendirilmesi için kabul edilen hacim akustiği performans kriterleri Çizelge 3.7.’de verilmiştir.

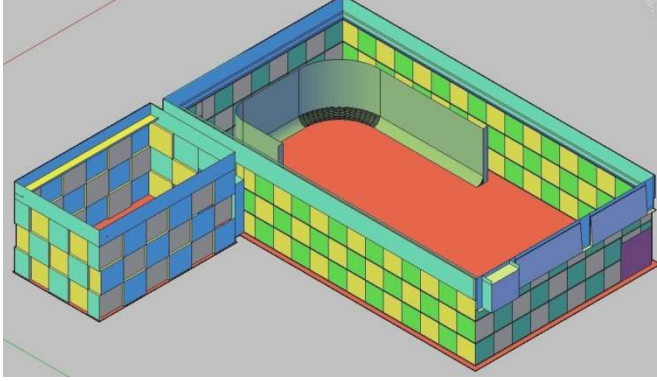
Çizelge 3.7. Değerlendirmede kullanılan hacim akustiği performans kriterleri

	Konu	Değerlendirmede Kullanılan Hacim Akustiği Performans Kriterleri
HACİM AKUSTİĞİ	Hacmin biçimlenişi ve boyutlandırılması	- Dikdörtgen hacimler, akustik açıdan ve maddi olarak da uygun olduğu için en yaygın uygulamadır [26, 27]. - Zaman içerisinde denenmiş “Altın Oran” $1 : 2^{1/3} : 2^{2/3}$ veya yaklaşık $1 : 1.26 : 1.6$’dır. Bu katsayıların herhangi birinin örnek olarak 1:2.52:1.6 gibi bir tam sayı ile çarpılmış hali de geçerlidir [12].
	Reverberasyon süresi	- Televizyon stüdyoları için 250-4000 Hz aralığında 1000 m³ hacimde T_{mid}: 0,35-0,48 sn, 1200 m³ hacimde T_{mid}: 0,45-0,55 sn aralığındadır [30]. 500-1000 Hz aralığında hacme bağlı reverberasyon süresi, konuşma işlevi için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 0,55 sn, 1200 m³ hacimde T_{mid}: 0,6 sn’dir. - Televizyon stüdyoları için 1000 m³ hacimde T_{mid}: 0,4 sn, 1200 m³ hacimde T_{mid}: 0,5 sn’dir [27]. - Konuşma işlevli televizyon stüdyoları için reverberasyon süresi tolerans aralığı; - Alçak frekanslarda (50-200 Hz) $2,5 \times T_{mid}$, - Orta frekanslarda (200-3150 Hz) $0,8 \times T_{mid}$ ile $1,2 \times T_{mid}$ aralığında, - Yüksek frekanslarda (3150-10000 Hz) $0,6 \times T_{mid}$ ile $1,0 \times T_{mid}$ aralığında olması önerilmektedir [30].
	Arka plan gürültü düzeyi	- TV stüdyoları için NCB gürültü düzeyi kriteri 15-25 dir (28-35 dBA’ya karşılık gelmektedir) [27, 41, 43]. - Radyo, TV ve kayıt stüdyoları (yakın mesafeli mikrofon kullanılan) için NC gürültü düzey kriteri 25 (max) dir (35 (max) dBA’ya karşılık gelmektedir) [42]. - BBC kriterleri bütün televizyon stüdyoları için arka plan gürültü düzeyini 32 dB olarak belirlemiştir [12].
	Ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların dağılımı	Akustik tasarımda en çok kullanılan iki adet perforasyon %0.5 ve %20’dir. Bu da %0.5 boşluk için merkezden merkeze 38 mm olan 3 mm çaplı deliklerle sağlanır, %20 için ise merkezlerden 6 mm mesafe olan 3 mm çaplı delikler kullanılır. İki tip perforasyonda standart perforasyonlar olmadıkları için özellikle siparişine göre imal edilmelidir [12].

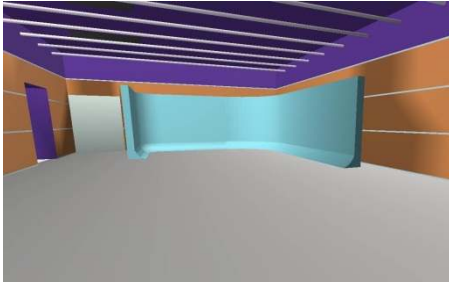
3.3.2. Bilgisayar benzetim yöntemi ile analiz

Odeon (v 10.02) simülasyon programı ile analiz için TS EN ISO 3382-1: Ocak 2010 standardına uygun stüdyoyu temsil edecek şekilde farklı kaynak ve alıcı konumlarını içeren üç adet yerleşim düzeni hazırlanmıştır (Şekil 3.12., Şekil 3.14. ve Şekil 3.16.). Aynı şekilde, tanımlanan alıcı ve kaynak noktaları için yerinde reverberasyon süresi ölçümleri yapılmıştır.

Öncelikle televizyon stüdyosu ve dekor deposunun bilgisayar ortamında 3 boyutlu modellemesi yapılmıştır (Şekil 3.10.). Bütün yüzeyler Odeon (v 10.02) simülasyon programında kullanılacak malzemelere göre modellenmiştir. Odeon (v 10.02) simülasyon programı dahilinde stüdyonun mevcut durumundaki yüzey bitiş malzemeleri ses yutma katsayıları dikkate alınarak kullanılmıştır. Daha sonra her kaynak ve alıcı konumu için hacim akustiği parametreleri analiz edilmiştir.



Şekil 3.10. Televizyon stüdyosu ve dekor deposunun 3 boyutlu modeli



(a)

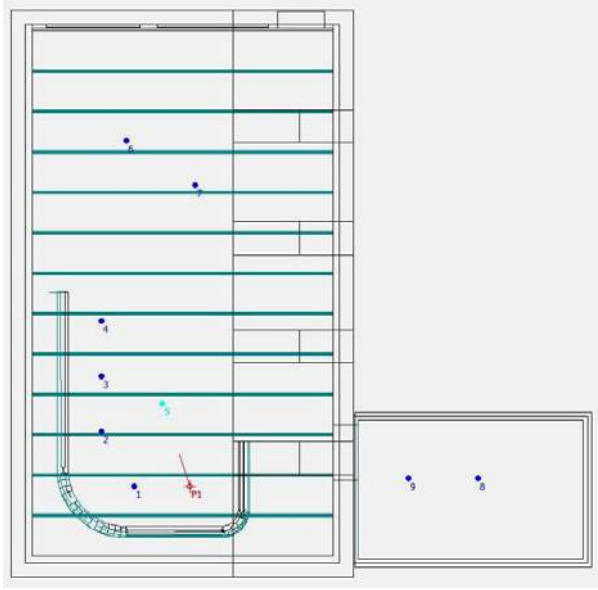


(b)

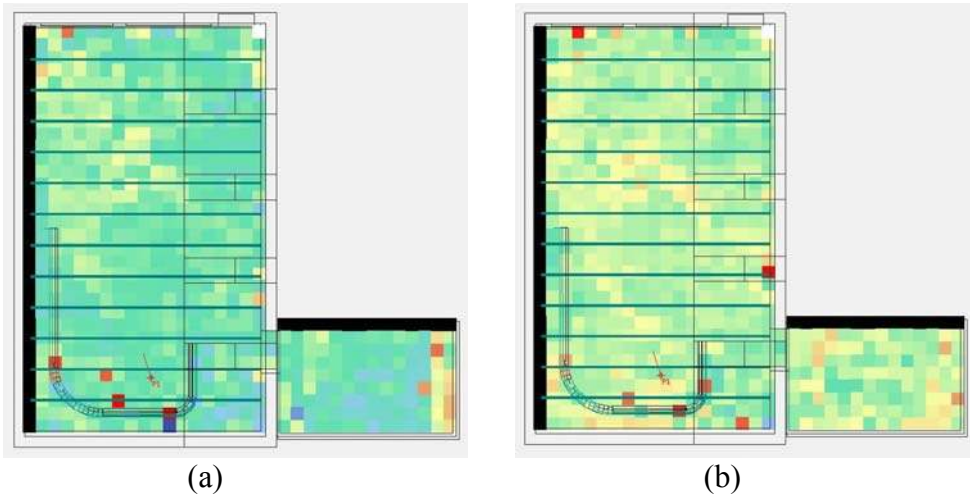
Şekil 3.11. Televizyon stüdyosunun Odeon simülasyon programı iç görünüşleri

1. kaynak ve alıcı konumu

1. kaynak ve alıcı konumu yerleşim düzeni stüdyo çekim alanını ve kamera arkasını temsil edecek şekilde Şekil 3.12.'de gösterilmiştir. Şekil 3.13. hacim içerisinde 1. kaynak ve alıcı konumları için 500 ve 1000 Hz'de reverberasyon süresi dağılımını göstermektedir. Bu koşullar için frekanslara göre reverberasyon süreleri Çizelge 3.8.'de verilmiştir.



Şekil 3.12. 1. kaynak ve alıcı konumu



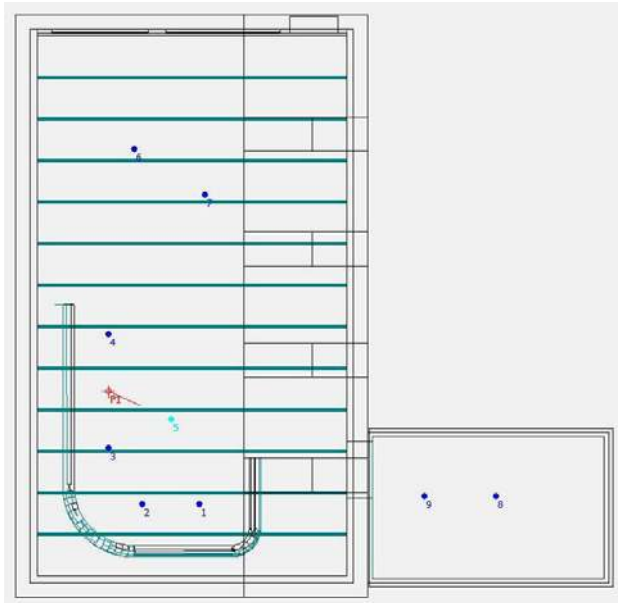
Şekil 3.13. 1. kaynak ve alıcı konumu için 500 ve 1000 Hz’de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı

Çizelge 3.8. 1. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi analiz sonuçları

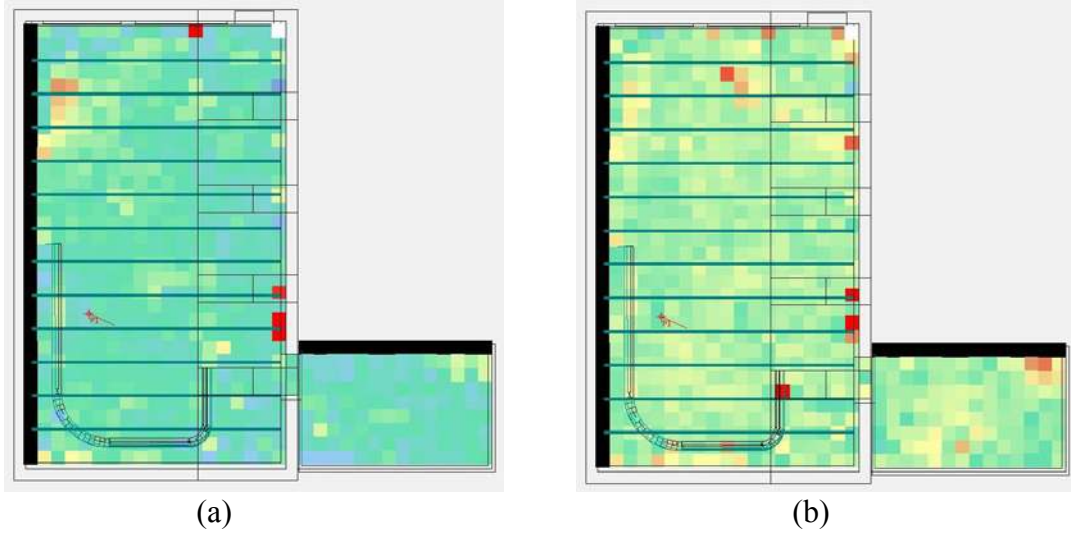
Frekans	1. Kaynak ve alıcı konumu için Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30\text{mid}}$)									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Ortalama
63	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,73	0,80	0,69	0,73
125	0,80	0,81	0,79	0,78	0,80	0,78	0,84	0,87	0,77	0,81
250	0,53	0,56	0,63	0,61	0,61	0,59	0,57	0,69	0,68	0,61
500	0,54	0,52	0,55	0,53	0,52	0,52	0,51	0,64	0,70	0,56
1000	0,57	0,59	0,60	0,62	0,62	0,59	0,59	0,61	0,56	0,60
2000	0,63	0,67	0,65	0,66	0,66	0,65	0,64	0,65	0,60	0,64
4000	0,61	0,61	0,65	0,65	0,65	0,66	0,60	0,66	0,64	0,64
8000	0,49	0,50	0,51	0,51	0,51	0,45	0,50	0,51	0,51	0,50
500 ve 1000 Hz'deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30\text{mid}}$: 0,58 sn										

2. kaynak ve alıcı konumu

2. kaynak ve alıcı konumu yerleşim düzeni stüdyo çekim alanını ve kamera arkasını temsil edecek şekilde Şekil 3.14.'de gösterilmiştir. Şekil 3.15. hacim içerisinde 2. kaynak ve alıcı konumları için 500 ve 1000 Hz'de reverberasyon süresi dağılımını göstermektedir. Bu koşullar için frekanslara göre reverberasyon süreleri Çizelge 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.14. 2. kaynak ve alıcı konumu



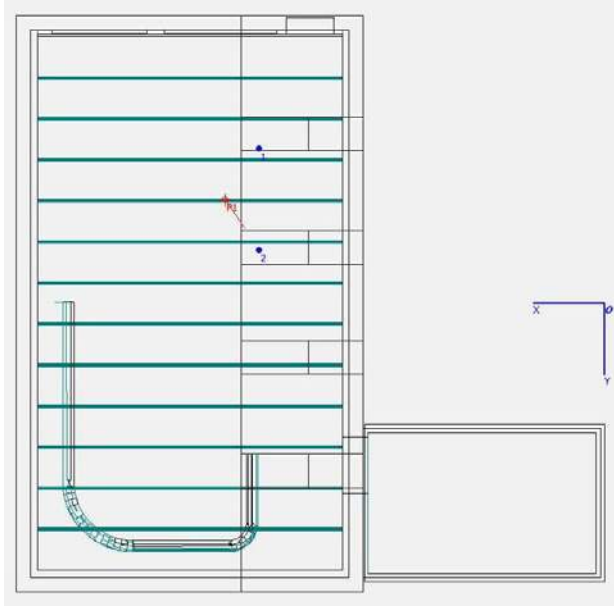
Şekil 3.15. 2. kaynak ve alıcı konumu için 500 ve 1000 Hz’de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı

Çizelge 3.9. 2. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi analiz sonuçları

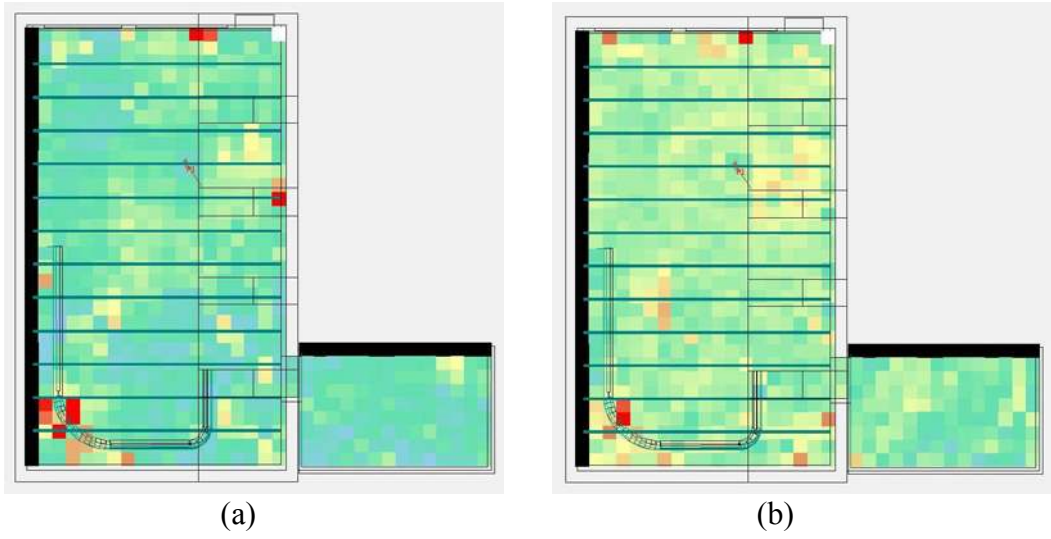
Frekans	2. Kaynak ve alıcı konumu için Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30, mid}$)									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Ortalama
63	0,71	0,68	0,71	0,71	0,70	0,71	0,68	0,73	0,72	0,71
125	0,78	0,79	0,80	0,79	0,80	0,81	0,80	0,76	0,78	0,79
250	0,53	0,53	0,55	0,56	0,55	0,61	0,59	0,38	0,49	0,53
500	0,49	0,48	0,52	0,51	0,50	0,51	0,52	0,43	0,51	0,50
1000	0,55	0,56	0,60	0,60	0,61	0,56	0,57	0,57	0,57	0,58
2000	0,62	0,63	0,66	0,66	0,62	0,60	0,63	0,61	0,63	0,63
4000	0,60	0,60	0,64	0,65	0,62	0,62	0,65	0,63	0,66	0,63
8000	0,49	0,47	0,49	0,50	0,52	0,49	0,49	0,48	0,50	0,49
500 ve 1000 Hz’deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30, mid}$: 0,54 sn										

3. kaynak ve alıcı konumu

3. kaynak ve alıcı konumu yerleşim düzeni stüdyo çekim alanını ve kamera arkasını temsil edecek şekilde Şekil 3.16.’da gösterilmiştir. Şekil 3.17. hacim içerisinde 3. kaynak ve alıcı konumları için 500 ve 1000 Hz’de reverberasyon süresi dağılımını göstermektedir. Bu koşullar için frekanslara göre reverberasyon süreleri Çizelge 3.10.’da verilmiştir.



Şekil 3.16. 3. kaynak ve alıcı konumu



Şekil 3.17. 3. kaynak ve alıcı konumu için 500 ve 1000 Hz'de reverberasyon süresi dağılımı

Çizelge 3.10. 3. Kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi analiz sonuçları

Frekans	3. Kaynak ve alıcı konumu için Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30, mid}$)		
	A1	A2	Ortalama
63	0,72	0,72	0,72
125	0,82	0,80	0,81
250	0,56	0,53	0,55
500	0,49	0,50	0,49
1000	0,60	0,62	0,61
2000	0,64	0,64	0,64
4000	0,64	0,65	0,64
8000	0,47	0,48	0,48
500 ve 1000 Hz'deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30, mid}$: 0,55 sn			

3.3.3. Ölçüm yöntemi ile analiz

Arka plan gürültü düzeyi ölçümü

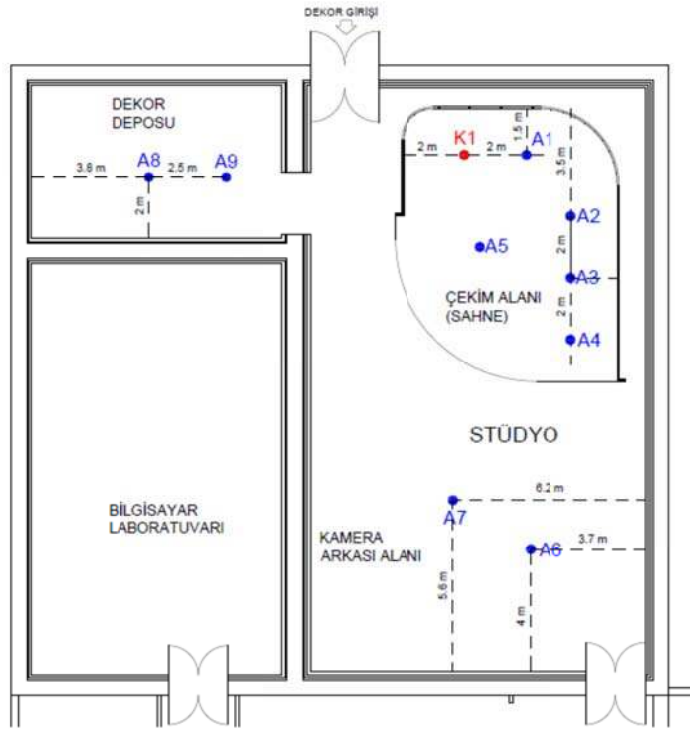
Arka plan gürültü düzeyi ölçümleri 05 Ocak 2012 tarihinde, Brüel & Kjær Type 2270 el tipi ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Televizyon stüdyosu hacminin boyutlarına, çekim alanı ve kamera arkası bölümlerine göre alıcı noktaları belirlenmiştir (Şekil 3.18.). Ölçümlere başlanmadan önce mikrofonlar kalibre edilmiştir. Belirlenen her bir alıcı noktası için 1/3 oktav bant frekans aralığında 15 saniyelik ölçümler yapılmıştır. Belirlenen alıcı noktalarında ölçülen arka plan gürültü düzeyi değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.11.'de verilmiştir. Televizyon stüdyoları için NCB gürültü düzeyi kriteri için 15-25 (28-35 dBA'ya karşılık gelmektedir)'dır ve bu örnek kapsamında sağlanmıştır.

Reverberasyon süresi ölçümü

Televizyon stüdyosunda reverberasyon süresinin ölçümü 05 Ocak 2012 tarihinde, TS EN ISO 3382-1: Ocak 2010 standardına uygun olarak Brüel & Kjær Type 2270 el tipi ses seviyesi ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Alıcılar zeminden 1,20 m yükseklikte, en yakın yansıtıcı yüzeye en az 1 m mesafede ve alıcı konumları arasındaki mesafe en az 2 m olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kaynak ise zeminden 1,50 m yükseklikte ve kaynak ile alıcı arasındaki mesafe en az 1,5 m olacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu doğrultuda stüdyoyu temsil edecek şekilde hazırlanan üç farklı kaynak ve alıcı konumları için (Şekil 3.19., Şekil 3.21. ve Şekil 3.23) için her alıcı noktasında 1/3 oktav bant frekans aralığında üçer ölçüm alınarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları çizelge ve grafik olarak sunulmuştur.



Resim 3.15. Ölçüm ekipmanları



Şekil 3.19. 1. Kaynak ve alıcı konumu



(a)

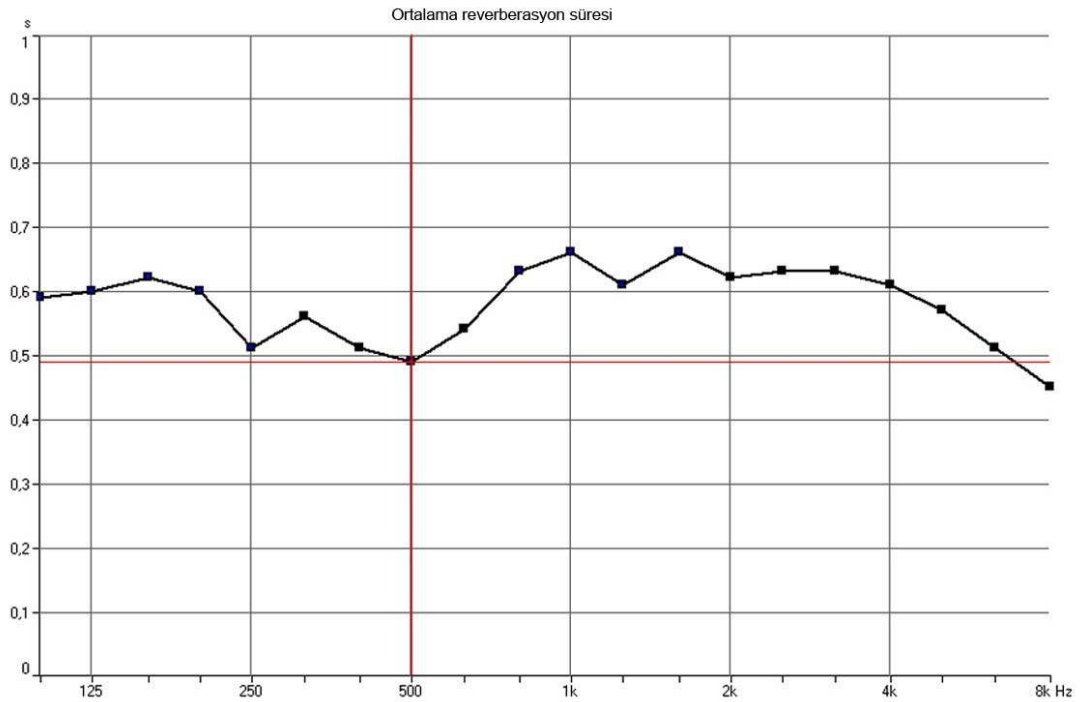


(b)

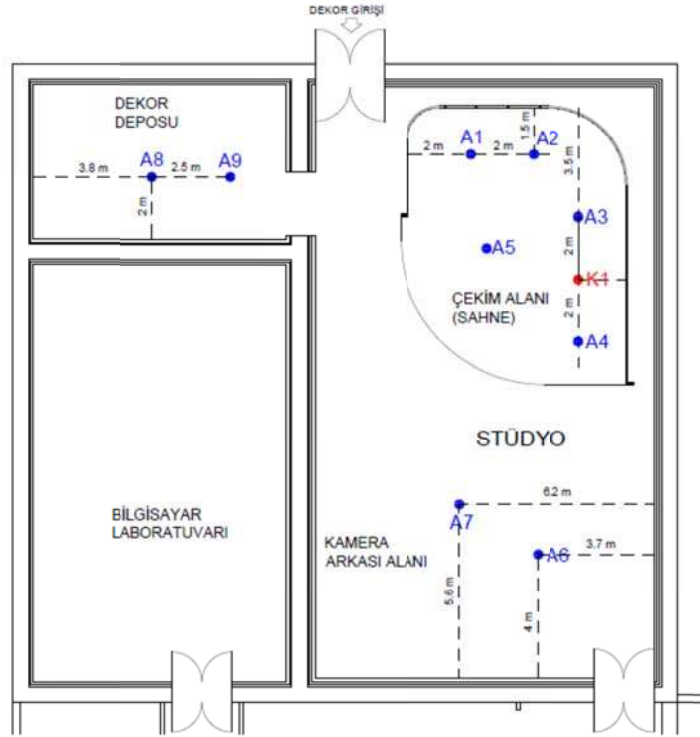
Resim 3.16. 1. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçümleri

Çizelge 3.12. 1. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçüm sonuçları

Frekans	1. kaynak ve alıcı konumu için Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30, mid}$)									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Ortalama
100	0,57	0,57	0,64	0,60	0,41	0,59	0,49	0,76	0,66	0,59
125	0,64	0,60	0,49	0,42	0,55	0,65	0,70	0,60	0,74	0,60
160	0,69	0,63	0,52	0,49	0,69	0,72	0,72	0,46	0,70	0,62
200	0,70	0,65	0,58	0,56	0,64	0,54	0,60	0,47	0,66	0,60
250	0,56	0,51	0,43	0,57	0,43	0,45	0,55	0,53	0,55	0,51
315	0,47	0,58	0,59	0,54	0,55	0,46	0,63	0,56	0,66	0,56
400	0,49	0,54	0,52	0,53	0,54	0,58	0,45	0,56	0,42	0,51
500	0,50	0,52	0,45	0,47	0,48	0,49	0,55	0,44	0,49	0,49
630	0,64	0,55	0,49	0,55	0,48	0,54	0,52	0,51	0,61	0,54
800	0,66	0,65	0,60	0,55	0,58	0,67	0,67	0,70	0,59	0,63
1000	0,57	0,66	0,58	0,72	0,65	0,64	0,63	0,69	0,76	0,66
1250	0,64	0,68	0,51	0,55	0,58	0,63	0,57	0,67	0,63	0,61
1600	0,72	0,76	0,58	0,59	0,68	0,67	0,62	0,71	0,59	0,66
2000	0,61	0,64	0,57	0,70	0,63	0,60	0,65	0,62	0,58	0,62
2500	0,65	0,60	0,64	0,62	0,67	0,61	0,65	0,66	0,59	0,63
3150	0,61	0,62	0,61	0,60	0,67	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63
4000	0,56	0,65	0,62	0,60	0,63	0,65	0,63	0,56	0,56	0,61
5000	0,51	0,62	0,55	0,58	0,55	0,59	0,58	0,57	0,54	0,57
6300	0,49	0,54	0,53	0,51	0,47	0,52	0,50	0,53	0,54	0,51
8000	0,44	0,44	0,45	0,46	0,42	0,45	0,44	0,51	0,47	0,45
500 ve 1000 Hz'deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30, mid}$: 0,57 sn										



Şekil 3.20. 1. kaynak ve alıcı konumu için ölçülen ortalama reverberasyon süresi grafiği



Şekil 3.21. 2. kaynak ve alıcı konumu



(a)

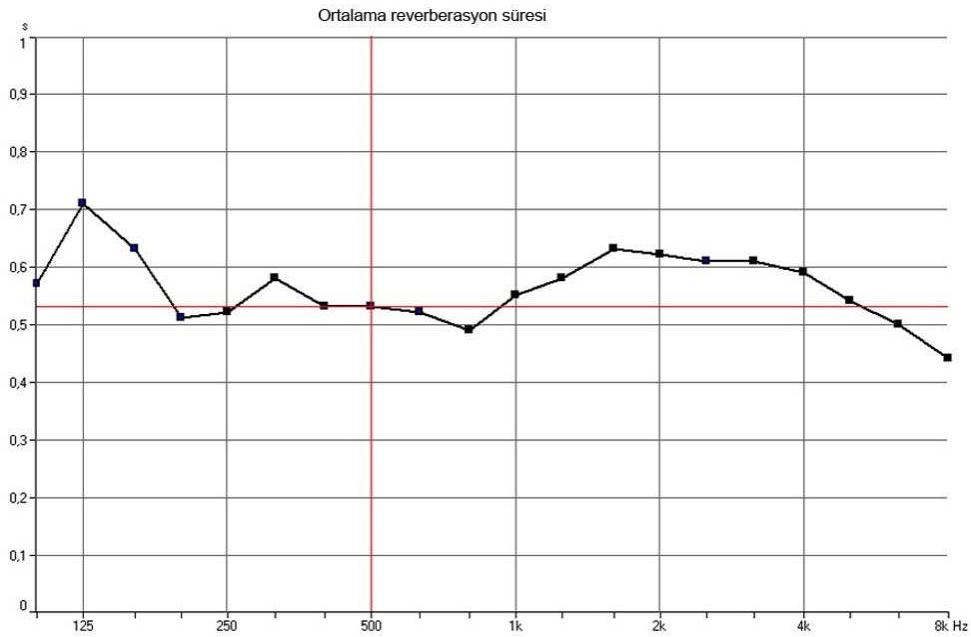


(b)

Resim 3.17. 2. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçümleri

Çizelge 3.13. 2. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçüm sonuçları

Frekans	2. kaynak ve alıcı konumu için Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30, mid}$)									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Ortalama
100	0,58	0,58	0,48	0,57	0,62	0,53	0,51	0,51	0,71	0,57
125	0,81	0,72	0,56	0,74	0,73	0,77	0,65	0,71	0,66	0,71
160	0,74	0,75	0,62	0,65	0,56	0,58	0,73	0,51	0,53	0,63
200	0,67	0,58	0,40	0,42	0,39	0,59	0,44	0,60	0,46	0,51
250	0,51	0,62	0,48	0,43	0,44	0,68	0,48	0,57	0,45	0,52
315	0,63	0,48	0,52	0,58	0,65	0,53	0,58	0,68	0,57	0,58
400	0,60	0,64	0,54	0,45	0,50	0,60	0,49	0,49	0,44	0,53
500	0,59	0,45	0,56	0,54	0,54	0,50	0,53	0,53	0,51	0,53
630	0,51	0,47	0,53	0,51	0,60	0,53	0,53	0,49	0,51	0,52
800	0,50	0,53	0,47	0,49	0,50	0,48	0,46	0,52	0,50	0,49
1000	0,53	0,52	0,63	0,56	0,50	0,56	0,46	0,55	0,64	0,55
1250	0,70	0,58	0,59	0,65	0,49	0,61	0,63	0,46	0,51	0,58
1600	0,68	0,70	0,62	0,66	0,56	0,54	0,70	0,58	0,65	0,63
2000	0,58	0,60	0,60	0,58	0,57	0,70	0,68	0,62	0,63	0,62
2500	0,67	0,59	0,62	0,59	0,60	0,62	0,60	0,63	0,59	0,61
3150	0,69	0,58	0,59	0,62	0,58	0,59	0,62	0,60	0,58	0,61
4000	0,60	0,61	0,60	0,64	0,58	0,63	0,61	0,54	0,54	0,59
5000	0,56	0,53	0,54	0,55	0,54	0,58	0,55	0,48	0,55	0,54
6300	0,53	0,45	0,50	0,48	0,50	0,52	0,53	0,47	0,53	0,50
8000	0,42	0,41	0,45	0,42	0,42	0,50	0,48	0,41	0,48	0,44
500 ve 1000 Hz'deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30, mid}$: 0,54 sn										



Şekil 3.22. 2. kaynak ve alıcı konumu için ölçülen ortalama reverberasyon süresi grafiği



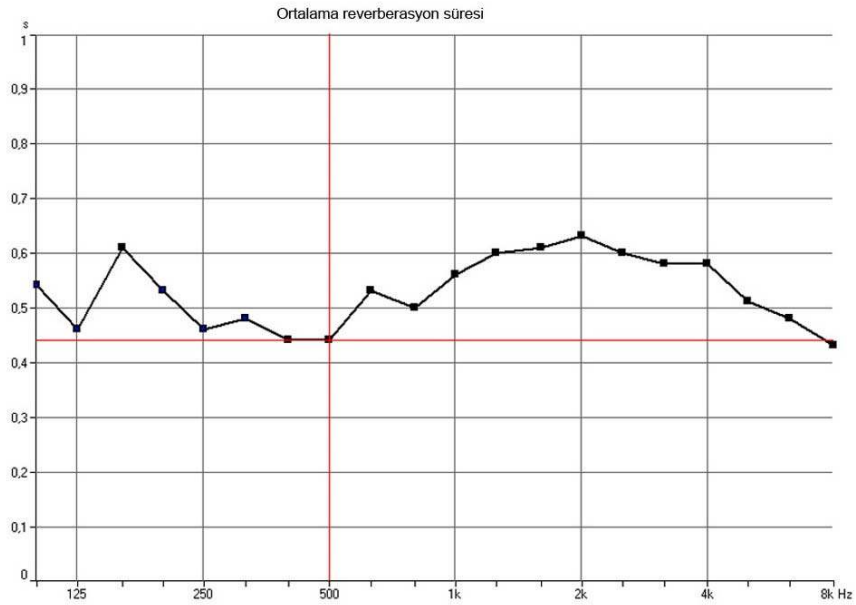
Şekil 3.23. 3. kaynak ve alıcı konumu



Resim 3.18. 3. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçümü

Çizelge 3.14. 3. kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi ölçüm sonuçları

Frekans	Alternatif-3 için Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30, mid}$)		
	A1	A2	Ortalama
100	0,52	0,52	0,54
125	0,45	0,45	0,46
160	0,59	0,59	0,61
200	0,54	0,54	0,53
250	0,46	0,46	0,46
315	0,44	0,44	0,48
400	0,43	0,43	0,44
500	0,40	0,40	0,44
630	0,50	0,50	0,53
800	0,50	0,50	0,50
1000	0,57	0,57	0,56
1250	0,55	0,55	0,60
1600	0,60	0,60	0,61
2000	0,64	0,64	0,63
2500	0,59	0,59	0,60
3150	0,55	0,55	0,58
4000	0,54	0,54	0,58
5000	0,52	0,52	0,51
6300	0,46	0,46	0,48
8000	0,44	0,44	0,43
500 ve 1000 Hz'deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30, mid}$: 0,50 sn			



Şekil 3.24. 3. kaynak ve alıcı konumu için ölçülen ortalama reverberasyon süresi grafiği

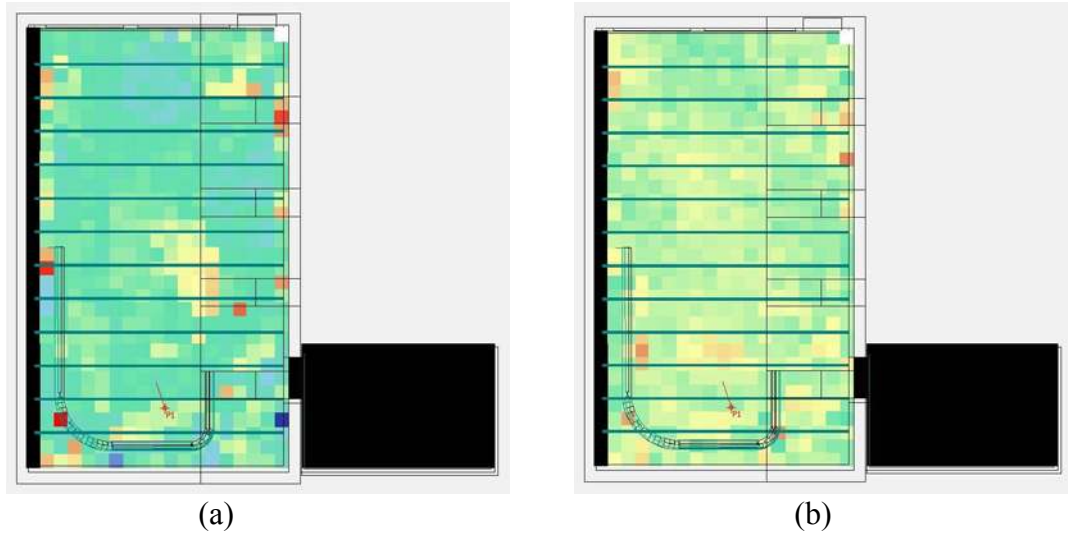
3.3.4. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosu için hacim akustiği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirmesi Çizelge 3.11.'de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Hacim akustiği kapsamında simülasyon ve ölçüm yöntemleri ile yapılan mevcut durum analizlerinin değerlendirmesi

	Literatüre göre sağlanması gereken Reverberasyon Süresi (T_{mid} , sn)	ODEON 10.02 Simülasyon programı ile elde edilen Reverberasyon Süresi ($T_{30, mid}$, sn)	Ölçülen Reverberasyon Süresi ($T_{30, mid}$, sn)	Değerlendirme	Öneriler
Mevcut Durum	0,45-0,60 [12, 27, 31]	0,56	0,54	Simülasyon ve Ölçüm sonuçlarına göre UYGUN	-

Ölçüm ve simülasyon yöntemi ile mevcut durum analizleri sonucu literatürde önerilen optimum reverberasyon süresi aralığında olduğu fakat hedeflenen üst limite yakın olduğu görülmüştür. Dekor deposu hacmi TV stüdyosunun hava hacmini gereksiz yere arttırmakta ve dolayısıyla reverberasyon süresi artmaktadır. Bu olumsuz durumu iyileştirmek için depo hacminin ses yalıtımlı kapı ile ayrılması önerisi geliştirilmiştir. Dolayısıyla TV stüdyosunun hava hacmi düşürülmüştür. İyileştirilmiş durumda reverberasyon süresi parametresi için TV stüdyosunda homojen bir dağılım sağlanmıştır (Şekil 3.25.) ve simülasyon analiz sonuçları Çizelge 3.16.'da sunulmuştur. Böylece literatürünün önerdiği şekilde televizyon stüdyoları için doğal akustiğin ölü ve reverberasyon süresi parametresinin düşük olması sağlanmıştır (Çizelge 3.17.).



Şekil 3.25. Geliştirilen öneri için hacim içerisinde 500 ve 1000 Hz’de reverberasyon süresi parametresinin dağılımı

Çizelge 3.16. Geliştirilen öneri için simülasyon programı ile analiz sonuçları

Frekans	Reverberasyon Süresi, sn ($T_{30, mid}$)		
	1.kaynak ve alıcı konumu	2.kaynak ve alıcı konumu	Ortalama
63	0,54	0,55	0,55
125	0,61	0,64	0,62
250	0,44	0,44	0,44
500	0,40	0,40	0,40
1000	0,47	0,45	0,46
2000	0,50	0,50	0,50
4000	0,48	0,49	0,49
8000	0,39	0,38	0,39
500 ve 1000 Hz’deki ortalama Reverberasyon Süresi $T_{30, mid}$: 0,43 sn			

Çizelge 3.17. Geliştirilen öneri için simülasyon programı ile analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

	Literatüre göre sağlanması gereken Reverberasyon Süresi (T_{mid} , sn)	ODEON 10.02 Simülasyon programı ile elde edilen Reverberasyon Süresi ($T_{30, mid}$, sn)	Değerlendirme
Öneri	$0,35 \leq T_{mid} \leq 0,50$ [12, 27, 31]	0,43	Simülasyon sonuçlarına göre UYGUN

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, televizyon stüdyoları ile ilgili literatür çalışması yapılarak stüdyolar hakkında genel bilgilere değinilmiştir. Sesin kontrol edilmesi ve düzenlenmesinin önemli olduğu televizyon stüdyoları için hem yapı akustiği hem de hacim akustiği açısından performans kriterleri oluşturulmuştur. Bu kriterler doğrultusunda Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosu incelenmiştir.

Örnek çalışma olarak seçilen Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası televizyon stüdyosunun, yapı akustiği kapsamında Insul 6.4.12, hacim akustiği kapsamında Odeon 10.02 simülasyon programlarıyla mevcut durum analizi yapılmıştır. Yerinde yapılan akustik ölçüm sonuçları ile birlikte karşılaştırmalı değerlendirme yapılarak iyileştirmeye yönelik öneriler sunulmuştur.

Bu çalışma sonucunda, ses kayıt ve yayın yapılan televizyon stüdyoları için uygun alan, ekipman ve maddi kaynaklar sağlandığı takdirde, mimari akustik tasarım kriterleri kapsamında;

Yapı akustiği açısından,

- Duvar ve tavan için ‘kutu içinde kutu’ prensibi,
- Yüzer döşeme sistemi,
- Sessizlik koridoru kurgulanması,
- Personel ve dekor kapılarının çift kapı ve ses yalıtımlı olarak tasarlanması,
- Kontrol birimleri için minimum gözlem pencerelerinin tasarlanması,

Hacim akustiği açısından,

- Reverberasyon süresinin hacmin boyutlarına ve işlevine göre değişkenlik göstermesiyle birlikte düşük olmasının sağlanması,
- Ses yansıtıcı, yutucu ve saçıcı-dağıtıcıların hacmin doğal akustiğinin ölü olmasını sağlayacak şekilde (dead room) yerleştirilmesi
- Arka plan gürültü düzeyinin maksimum NC 25 kriterine uygun olması önerilmiştir.

Uluslararası mevzuatlarda televizyon stüdyoları için mimari akustik tasarım kriterlerine yer verilmektedir. Özellikle uluslararası yabancı televizyon kanalları bu anlamda ciddi çalışmalar yaparak kendi kriter ve sistemlerini oluşturmuşlardır. Benzer çalışmalar ülkemizde çok yetersizdir ve gelişen teknolojiyle birlikte daha da önem kazanan stüdyolar için de bu tür çalışmalara yer verilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Esin, T., ‘Eğitim yapılarında konfor koşullarının sağlanması ve yalıtım’, **İzolasyon Dünyası Dergisi**, 66: 71 (2007).
2. Bayazıt, N., Aşcıgil, M., ‘Sağlıklı ve yaşanabilir çevreler için akustiğin önemi’, **8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi**, 289 (2007).
3. Yıldız, P., “Televizyon Stüdyolarında hazırlanan programların zaman ve mekan entegrasyonu ve Türkiye’den bir stüdyo olan TV8 örneği ile analiz çalışması”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 8 (1): 274 (2006).
4. Kaya, S., ‘Televizyon Stüdyoları’, Lisans Mezuniyet Tezi, **Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi**, Ankara, 1 (2002).
5. Weitzel, P., “Television studio centers”, Broadcast Engineers Reference Book, E. P. J. Tozer, **Elsevier Inc.**, USA, 495-499 (2004).
6. Millerson, G., Owens, J., “Television Production 14th ed.”, **Elsevier Ltd.**, USA, 30-32 (2009).
7. Legault, J. P., “Architectural acoustics in broadcasting”, Yüksek Lisans Tezi, **School of Architecture McGill University**, Canada, 155-160 (1975).
8. MEB, “Radyo televizyon alanı stüdyo çekimi”, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, **MEB**, Ankara, 10,19 (2008).
9. Zettl, H., “Television Production Handbook 9th ed.”, **Thomson Wadsworth**, USA, 18-25 (2006).
10. Cury, I., “Directing and Producing for Television 4th ed.”, **Elsevier Inc.**, USA, 17-18 (2011).
11. Utterback, A. H., “Studio-based television production and directing”, **Elsevier Inc.**, USA, 4 (2007).
12. BBC Engineering, “Guide to acoustic practice 2nd ed.”, **BBC**, London, 33-53, 58-79, 87-102, 112-122 (1990).
13. Aknesil, A. E., “Salonlarda Akustik Tasarım”, **Brk Reklam Yayını**, Ev ve Kültür Sanat Dergisi, 6 (2001).
14. Demirkale, S.Y., “Çevre ve Yapı Akustiği”, **Birsan Yayınevi**, İstanbul, 215-226, 287-288, 474-477 (2007).

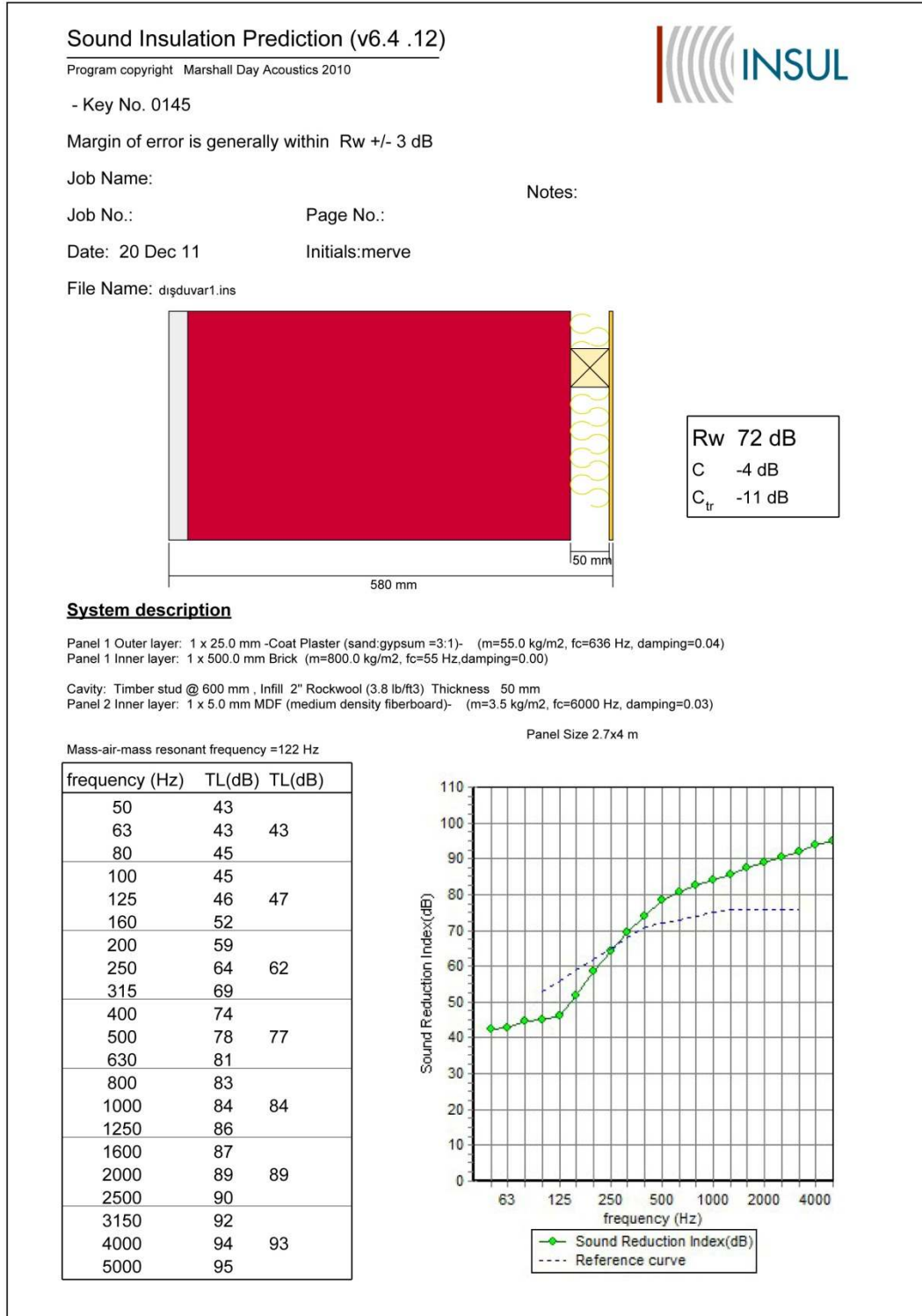
15. Sirel, Ş., “Yapı Fiziği Konuları II”, *YFU Yön. Kur. Bşk. Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü*, Kitapçık No 6: 2 (1994).
16. Smith, T. J. B. And Gilford, C. L. S., “Airborne sound insulation requirements in studio centres”, *BBC Research Report PH-21*, 3-4 (1968).
17. Yavuz, A., “Ses Kayıt Stüdyosu Tasarımı ve Mimari Akustik”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı*, 37, 75-77, 96 (2007).
18. Egan, D., “Architectural Acoustics”, *McGraw Hill*, New York, 188, 208, 235-248 (2007).
19. Aknesil, A. E., “Bileşik Cidar Ses Geçirmezliğinde Cam Elemanların Önemi ve Konut Dış Cephe Malzemelerinden Örnekler”, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, Yalıtım Kongresi, 1-2 (2001).
20. Bottom, J. J., Marks, B., “The studio”, *EBU*, EBU Technical Review, 9-10 (2005).
21. Özer, M., “Yapı Akustiği ve Ses Yalıtımı”, *Özer Yayınları*, 52-53, 222-223 (1979).
22. Plumb, G. D. And Clark, R., “The sound insulations of studio doors: Part 2: Door seals”, *BBC Research and Development Report BBC RD 1994/15*, 3-6 (2004).
23. Plumb, G. D. And Clark, R., “The sound insulations of studio doors: Part 1: Door blanks”, *BBC Research and Development Report BBC RD 1994/14*, 10 (2004).
24. Erol, B. H., “İç Mekanda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği ve Malzemesi*, İstanbul, 30 (2006).
25. Newell, P., “Sound Isolation: Recording Studio Design by Philip Newell” Audio Engineering Explained for professional audio recording, Edited by Douglas Self, *Elsevier Inc.*, 585-588 (2010).
26. Mehta, M., Johnson, J., Rocafort, J., “Architectural Acoustics Principles and Design” *Merrill Prentice Hall*, 301-306 (1999).
27. Everest, F. A., Pohlmann, K. C., “Master Handbook of Acoustics” *McGraw Hill*, 172, 247, 314 (2009).
28. Cowan, J., “Building acoustics”, Springer Handbook of Acoustics, Rossing Editor, *Springer Science+Business Media.*, New York, 394 (2007).
29. Vigran, T. E., “Building Acoustics”, *Taylor & Francis Routledge*, USA, 107 (2008).

30. Walker, R., "Acoustic criteria and specification", **BBC Research and Development Report WHP 021**, 15 (2002).
31. Long, M., "Architectural Acoustics", **Elsevier Academic Press**, USA, 754 (2006).
32. Alten, S. R., "Audio in Media 9th ed.", **Wadsworth, Cengage Learning**, USA, 24 (2011).
33. Kuttruff, H., "Room acoustics 5th ed.", **Spon Press**, USA, 308 (2009).
34. Schwenke, R. W., Duty, J. R., "Electroacoustic Architecture: Is it Green?", **Noise-Con 2010**, Baltimore, 2 (2010).
35. Kurra, S., "Çevre Gürültüsü ve Yönetimi I-II-III", **Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları**, 85-97, 406 (2009).
36. Özçevik, A., "Mimari Tasarım Stüdyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek", Yüksek Lisans Tezi, **Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı**, 50-51(2005).
37. Marshall Day Acoustics, "Acoustic Design - Rooms For Speech", **Report of the Marshall Day Acoustics**, Wellington, 2 (2003).
38. Akdağ, N. Y., "Ses Yalıtımı Açısından İç Duvarların Değerlendirilmesi", **TMMOB Makina Mühendisleri Odası**, Yalıtım Kongresi, 109 (2001).
39. Çevre ve Orman Bakanlığı, "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği", **Çevre ve Orman Bakanlığı Raporu**, Ankara, 1-27 (2010).
40. Meares, D. J., "Revised background noise criteria for broadcasting studios", **BBC Research Department Report BBC RD 1980/8**, 1-2 (2006).
41. Saflex, "Acoustical guide", **Solutia Inc.**, U.S., 39-42, www.saflex.com (2009).
42. Cavanaugh, W. J., "Introduction to Architectural Acoustics and Basic Principles" Architectural Acoustics: Principles and Practice, Cavanaugh, W. J., **John Wiley and Sons**, 24-27 (1999).
43. ANSI, "Criteria for Evaluating Room Noise", **American National Standart**, S12.2-1995.
44. Cox, T. J., D'Antonio, P., "Acoustic absorbers and diffusers 2nd ed.", **Taylor & Francis**, USA, 3 (2009).

45. Fletcher, J. A., “The design of a modular sound absorber for very low frequencies”, **BBC Research Department Report BBC RD 1992/10**, UK, 1 (2004).
46. Baird, M. D. M., “A wideband absorber for television studios”, **BBC Research Department Report BBC RD 1994/12**, UK, 9-10, (2002).
47. Lord, P., Templeton, D., “Detailing for acoustics 3rd ed.”, **E&FN Spon**, New York, 1996.
48. İnternet: American National Standart Institute “Criteria for Evaluating Room Noise” <http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ANSI/ASA+S12.2-2008> (2008).
49. Beranek, L. L., “Comments on draft ANSI S12.2, American National standard on criteria for evaluating room noise”, Architectural Acoustics, NOISE-CON and Noise: Indoor Noise Criteria, **J. Acoust. Soc. Am.**, 118 (3): 2, 1843 (2005).
50. DIN 4109, “Sound insulation in buildings”, Almanya, 2-11 (1989).
51. EĞİTEK, “Departman Tanıtımı”, **EĞİTEK**, Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Elektronik Dergisi, Ankara, 2: 35-37 (2011).
52. Building Bulletin 93, “Acoustic design of schools a design guide”, **Department for Education and Skills The Stationary Office**, London, 39 (2003).

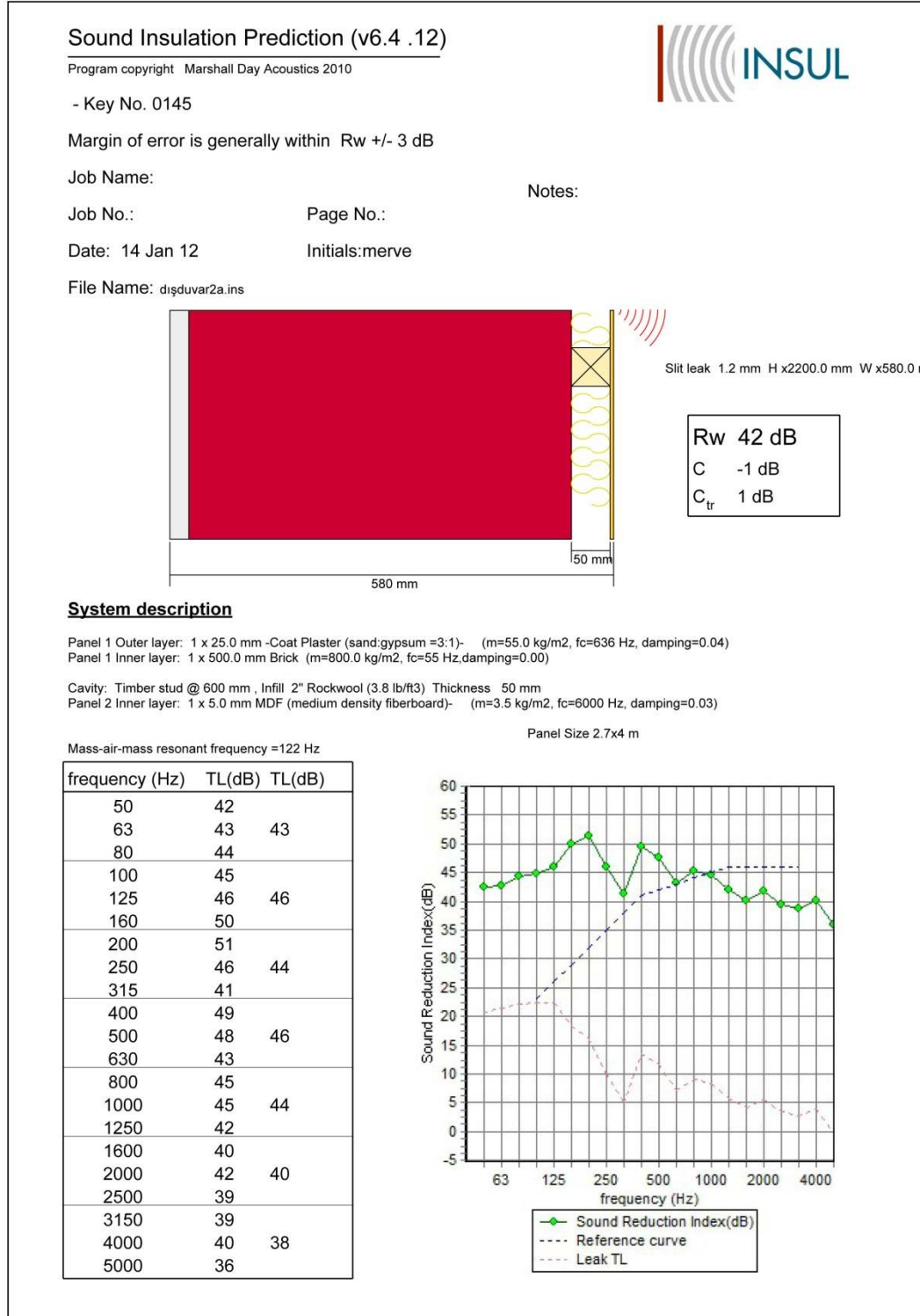
EKLER

EK-1 Insul ile yapılan analizler



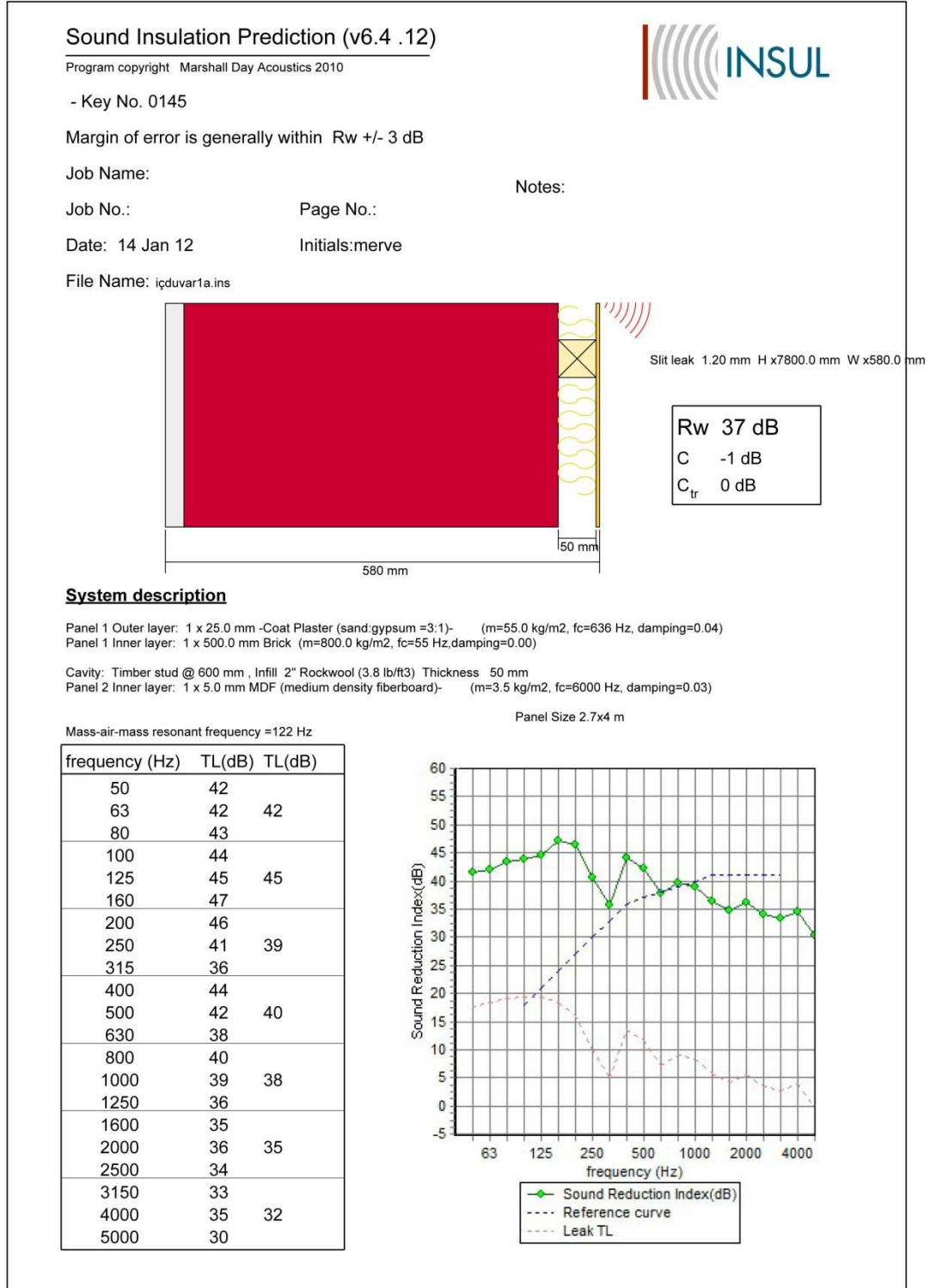
Dış duvar-1

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



Dış duvar-2

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



İç duvar-1

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler

Sound Insulation Prediction (v6.4 .12)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2010



- Key No. 0145

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

Job Name:

Notes:

Job No.:

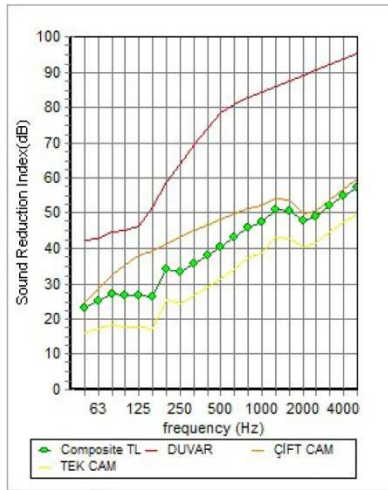
Page No.:

Date: 25 Jan 12

Initials: merve

File Name: içduvar2.ins

Composite Transmission Loss Calculation



Rw 44 dB

C -2 dB

C_{tr} -6 dB

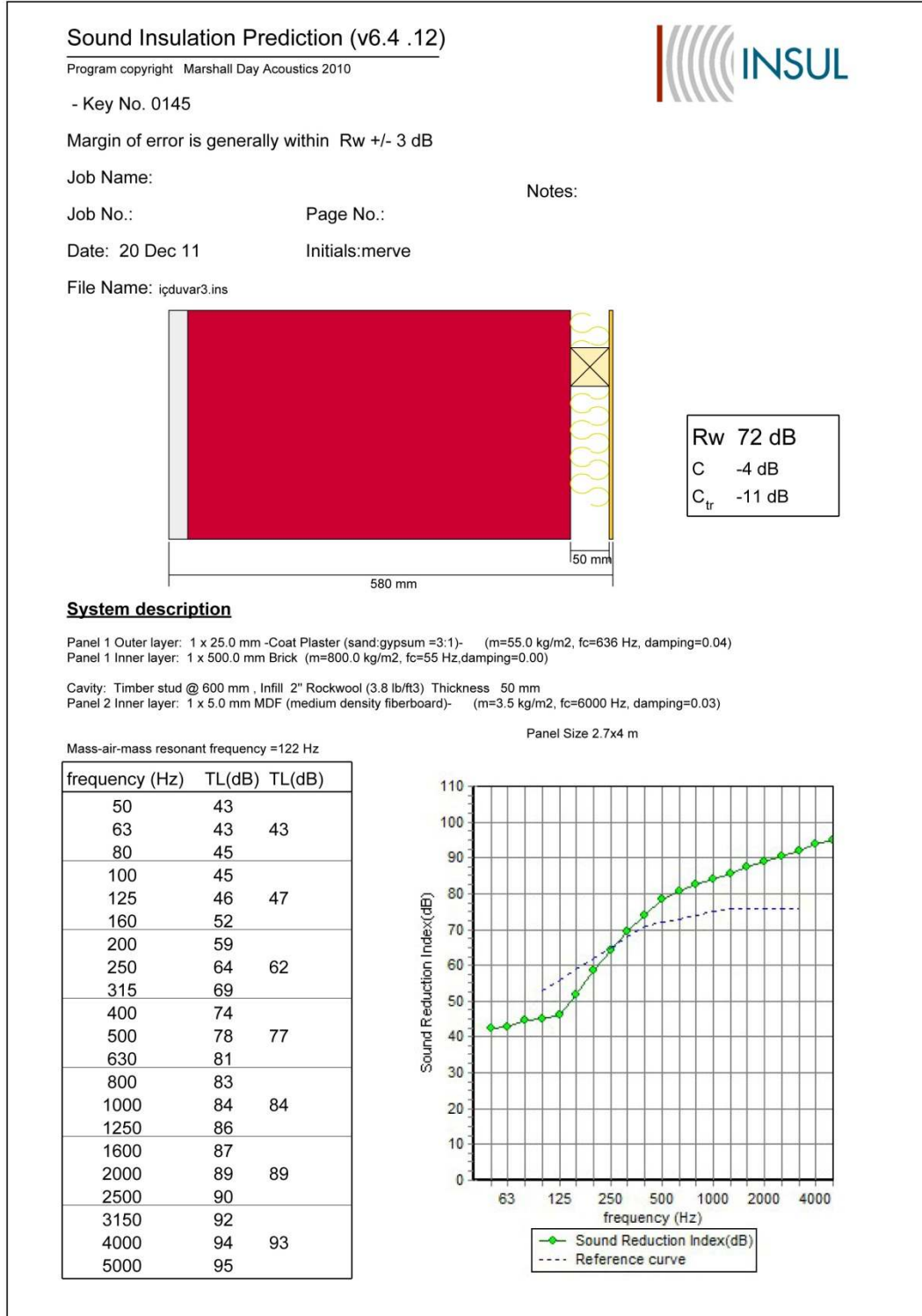
Composite TL per Frequency(Hz))

63	125	250	500	1k	2k	4k
25	26	34	40	48	49	54

Element	Area	Third Octave Band Centre Frequency (Hz)																							Rw	C;Ctr
		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1k25	1k6	2k	2k5	3k15	4k	5k				
DUVAR	8.0	43	43	45	45	46	52	59	64	69	74	78	81	83	84	86	87	89	90	92	94	95	72	-4;-11		
ÇİFT CAM	12.0	25	29	32	35	38	39	41	43	45	47	48	50	51	52	54	54	50	51	54	57	60	51	-1;-4		
TEK CAM	2.7	16	17	18	18	18	17	25	24	27	29	32	34	37	39	43	43	41	42	45	48	50	35	-1;-6		
	22.7	23	25	27	27	27	26	34	33	36	38	40	43	46	47	51	51	48	49	52	55	57	44	-2;-6		

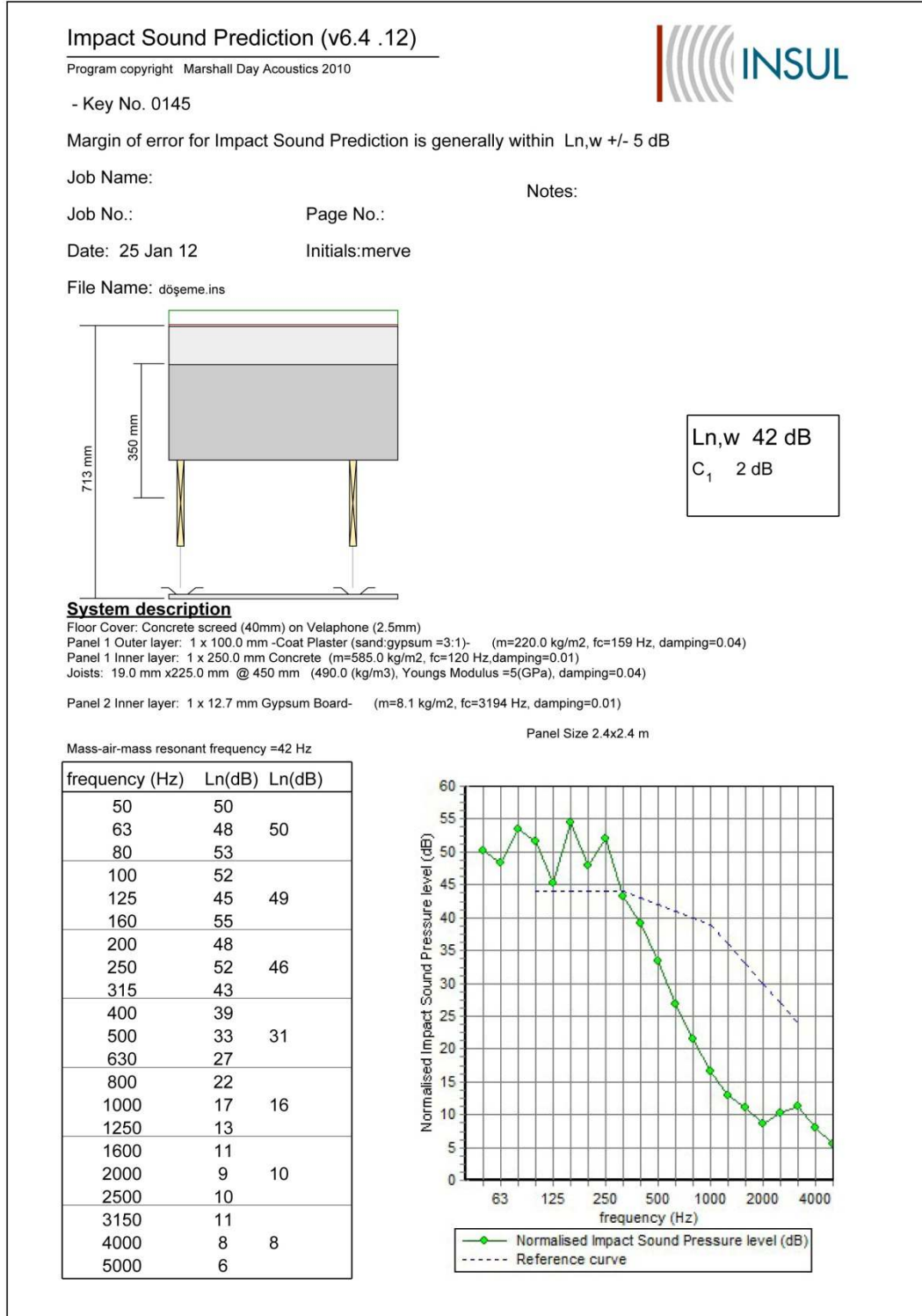
İç duvar-2

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



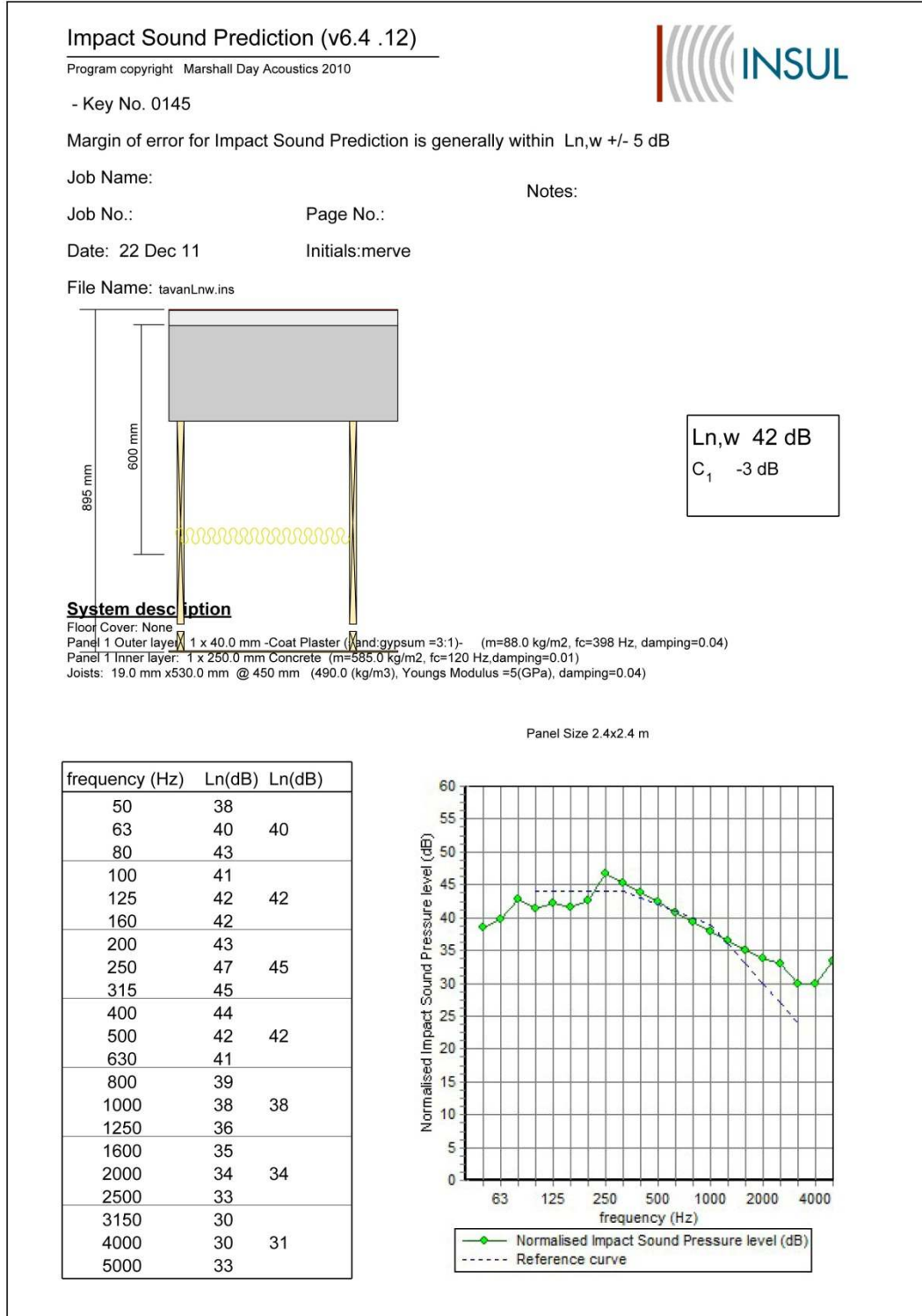
İç duvar-3

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



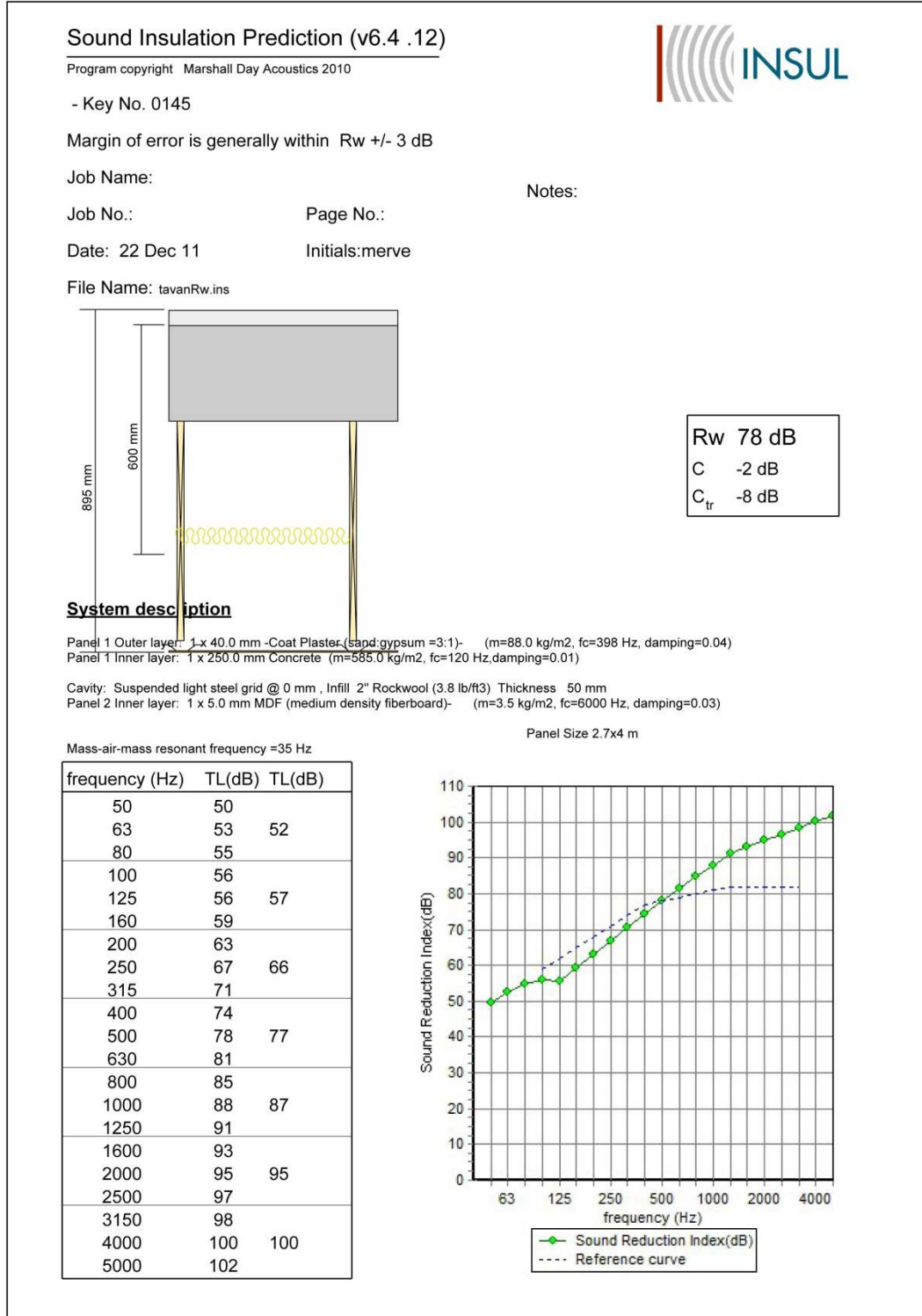
Zemin döşemesi

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



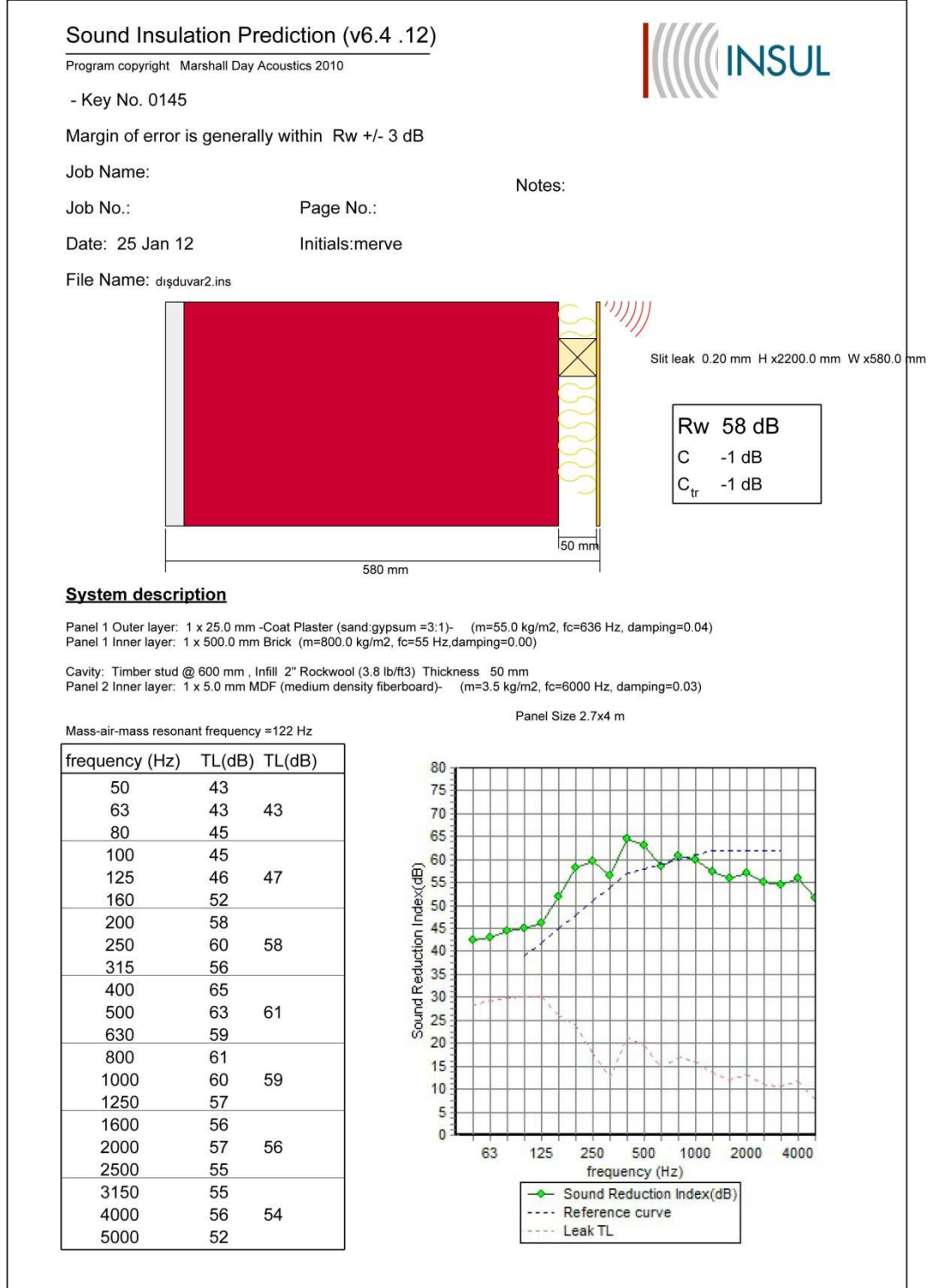
Tavan döşemesi $L'_{n,w}$

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



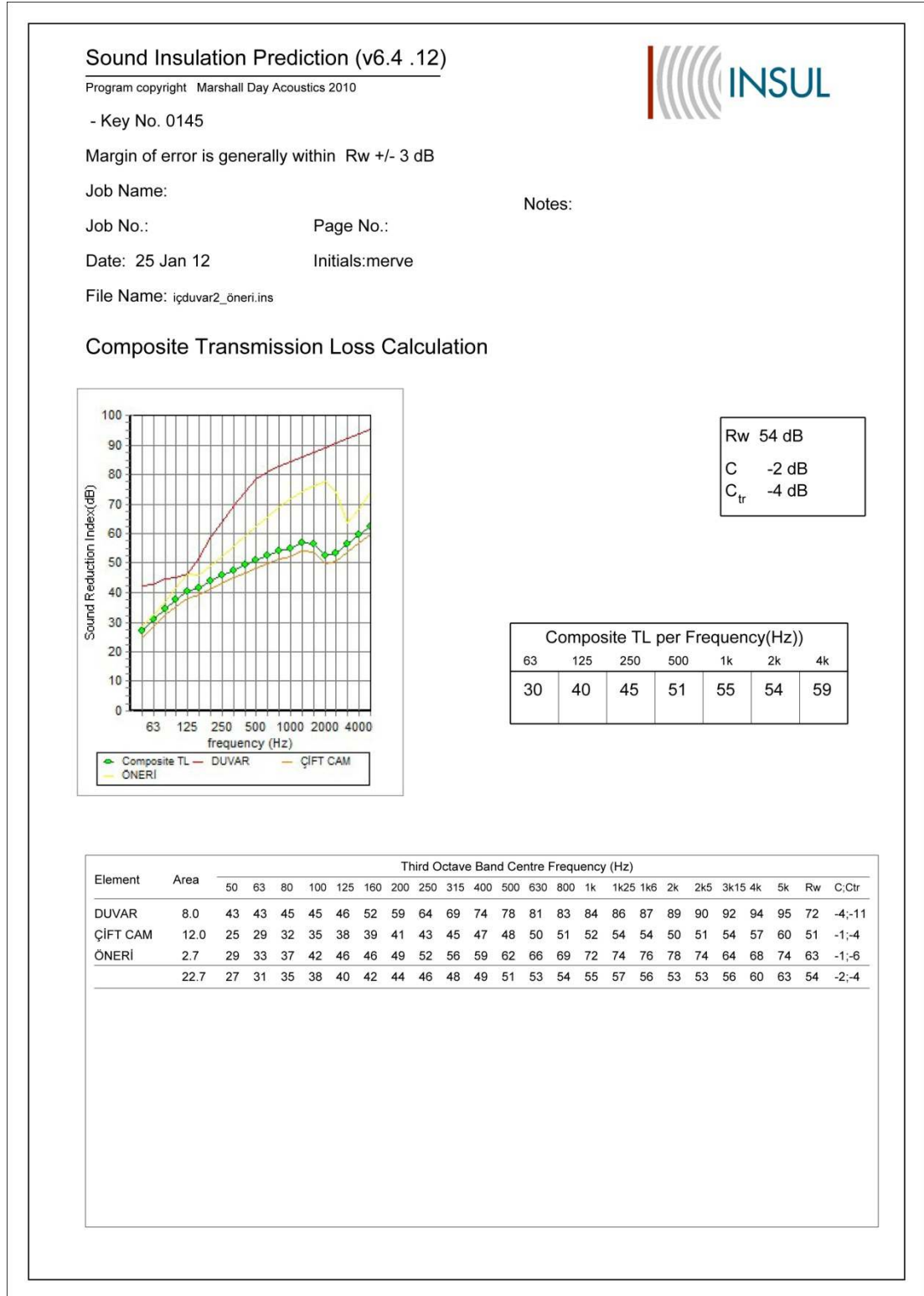
Tavan döşemesi R'_w

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler



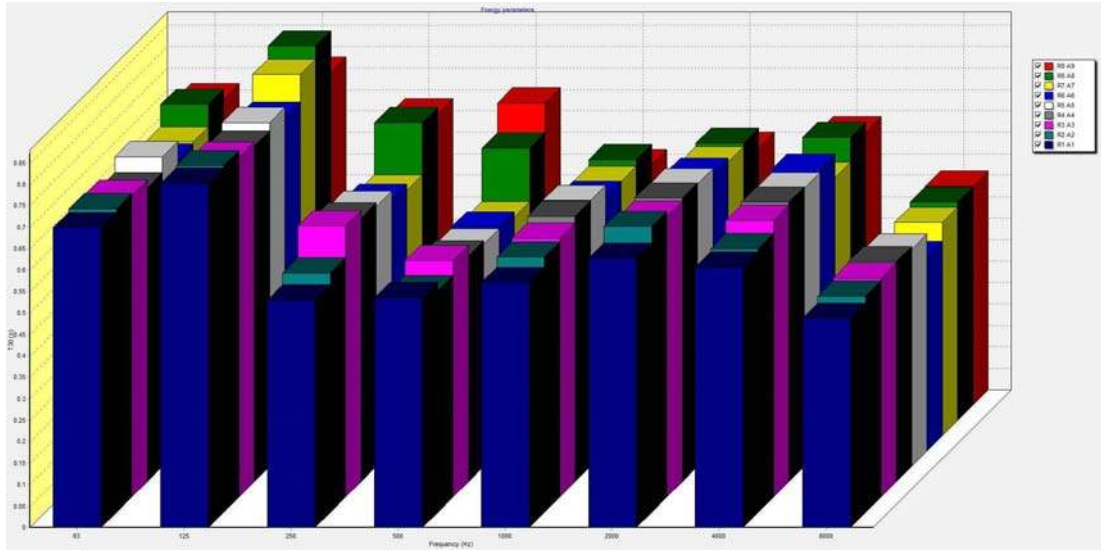
Dış duvar-2 öneri

EK-1 (Devam) Insul ile yapılan analizler

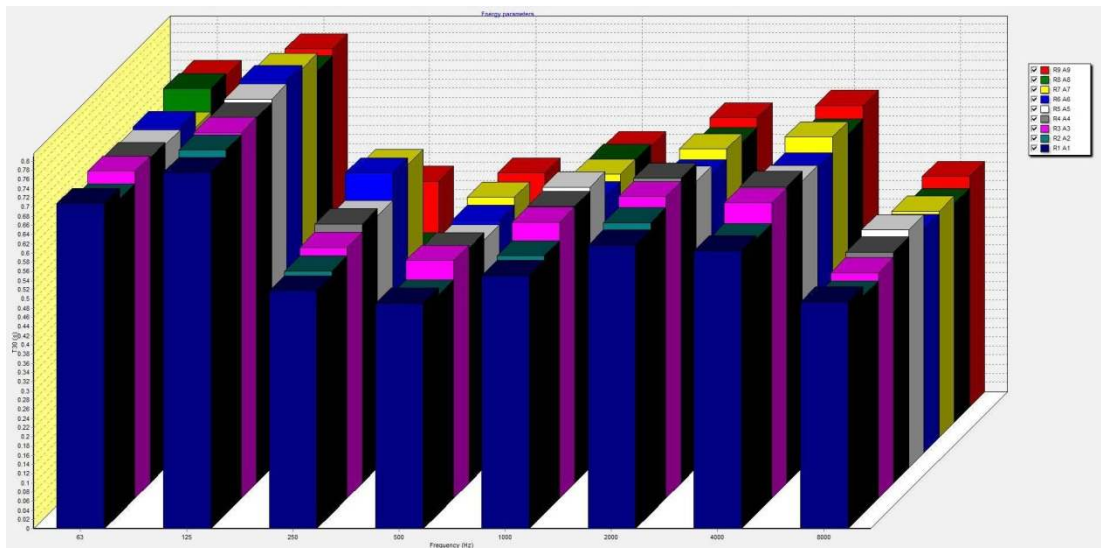


İç duvar-2 öneri

EK-2 Odeon ile yapılan analizler

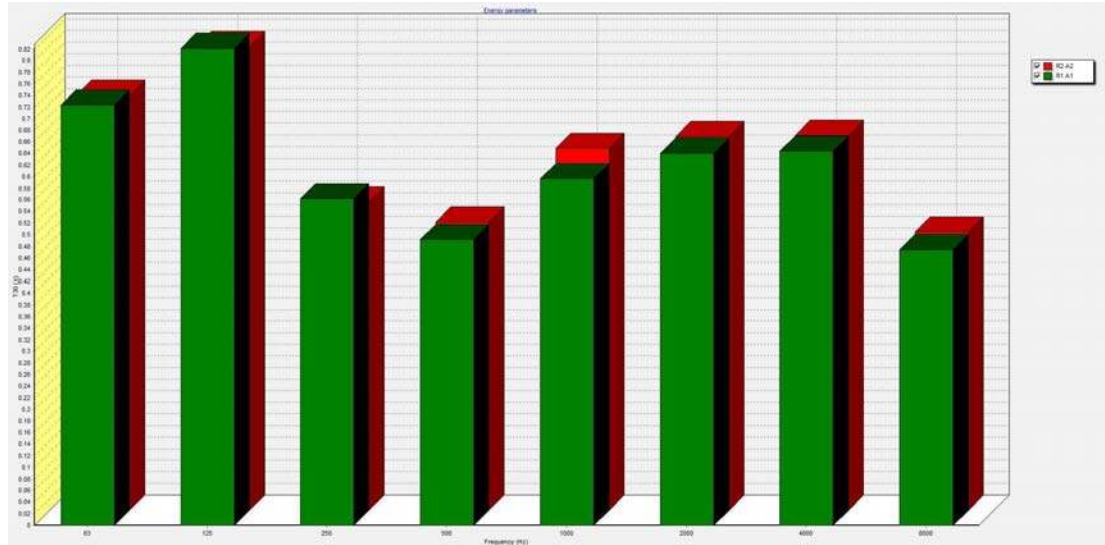


1.kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi grafiği (Mevcut durum)



2.kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi grafiği (Mevcut durum)

EK-2 (Devam) Odeon ile yapılan analizler



3.kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi grafiği (Mevcut durum)

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 23/01/2012 13:56:
Room: C:\...İstüdyo :
Geometry/Material/Source version: 2/

Restricted version - research and teaching only!

Material Library for room

Mat No	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Material description
102	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	Smooth concrete, painted or glazed (Ref. 15)
306!	0.190	0.190	0.140	0.090	0.060	0.060	0.050	0.050	Wood, 25 mm with air space (Ref. Dalenbäck, CATT)
1000!	0.140	0.140	0.100	0.060	0.080	0.100	0.100	0.100	Solid wooden door (Ref. 15)
1000-	0.150	0.150	0.050	0.030	0.030	0.020	0.020	0.020	Double glazing, 2-3 mm glass, >30 mm gap (Ref. 19)
1000	0.180	0.180	0.060	0.040	0.030	0.020	0.020	0.020	single pane of glass (Ref. Multiconsult, Norway)
1000!	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	Ventilation grille (approx. per sq. m.) (Ref. SBI/13)
306:	0.420	0.420	0.210	0.100	0.080	0.060	0.060	0.060	Thin plywood paneling (Ref. Dalenbäck, CATT)
1431:	0.170	0.140	0.170	0.360	0.470	0.510	0.610	0.610	Acoustic foam- wedge (http://www.thefoamfactory.com)
1431-	0.400	0.400	0.900	0.800	0.500	0.400	0.300	0.300	12 mm perforated wood panel + 6 cm fiberglass (Egan, D.)
1431!	0.050	0.050	0.100	0.100	0.100	0.070	0.020	0.020	Steel (Egan, D.)

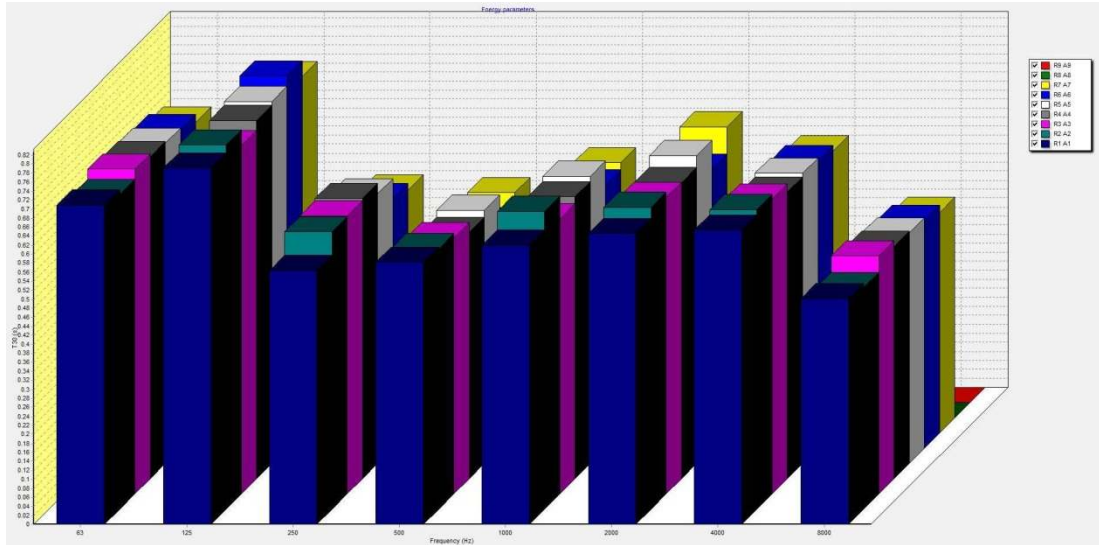
Odeon A/S, Denmark, ©1985-2006.

Restricted version - research and teaching only!

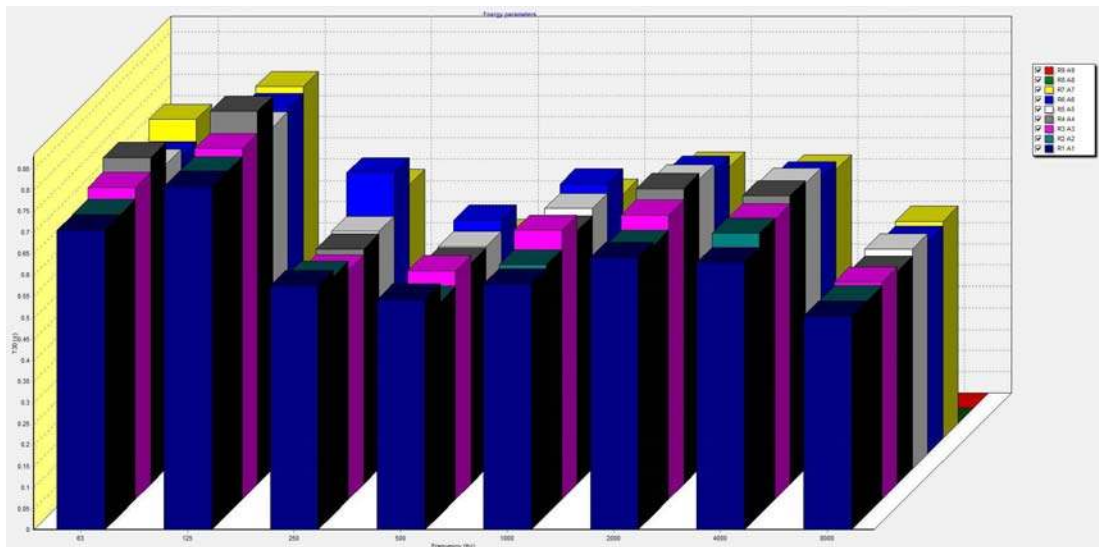
Page 17

Malzeme listesi

EK-2 (Devam) Odeon ile yapılan analizler



1.kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi grafiği (Öneri)



2.kaynak ve alıcı konumu için reverberasyon süresi grafiği (Öneri)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DOĞAN, Merve
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 26.03.1984 Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0506 580 40 95
 Faks : -
 e-mail : doganmerwe@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	2007
Lise	Aksaray Anadolu Öğretmen Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-	Profem Mimarlık Ltd. Şti	Mimar/Büro Şefi
2006	Korucuoğlu Mimarlık (Büro Stajı)	Mimar
2005	Türkerler İnşaat (Şantiye Stajı)	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce (iyi derecede)

Hobiler

Seyahat etmek, bilgisayar teknolojisi, spor yapmak