

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**KONSERVATUAR PROVA ODALARININ  
AKUSTİK İNCELENMESİ VE AKUSTİK  
TASARIMIN İYİLEŞTİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**YALIN ÖZGENCİL**

**İSTANBUL, 2015**



**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**SES TEKNOLOJİLERİ**

**KONSERVATUAR PROVA ODALARININ**  
**AKUSTİK İNCELENMESİ VE AKUSTİK**  
**TASARIMIN İYİLEŞTİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**YALIN ÖZGENCİL**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. KONCA ŞAHER**

**İSTANBUL, 2015**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**SES TEKNOLOJİLERİ**

Tezin Adı: Konservatuar Prova Odalarının Akustik Olarak İncelenmesi Ve Akustik  
Tasarımın İyileştirilmesi

Öğrencinin Adı Soyadı: Yalın Özgencil

Tez Savunma Tarihi: 22/05/2015

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen  
Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Nafiz ARICA  
Enstitü müdürü  
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu  
onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Yahya Burak Tamer  
Program Koordinatörü  
İmza

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak  
yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Konca ŞAHER

Üye Yard. Doç. Dr. Yahya Burak TAMER

Doç. Dr. Ferdiun ÖZİŞ

İmzalar

.....

.....

.....

*Unutamayacağım dostluklara ve gelecek mutlu günlere...*

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında beni destekleyen, yönlendiren ve yardımcı olan değerli tez danışmanım Konca Şaher'e, akustik ölçümler sırasında bize mekan desteği sağlayan İTÜ MIAM ve İTÜ Türk Müziği Konservatuarı çalışanlarına, ölçümsel çalışmalarda kullandığımız teknik ekipmanı sağlayan Pro-Plan LTD ve ölçümler sırasındaki desteklerinden dolayı Pro-Plan Makina Mühendisi Onur Akaydın'a, yoğun iş tempomuza rağmen tüm iş sorumluluğunu alarak, tez çalışmalarına destek veren dostum ve ortağım Sertaç Toksöz'e, hayatımın bir çok döneminde olduğu gibi bu dönemde de yanımda olan dostlarım Candaş Sual, Ceyda Atay, Çağlar Yalçinkaya, Dilay Kaymak, Nihat Yavuz, Eylül Arslan ve Oğuz Çimen'e ve son olarak her konuda verdikleri destekten ötürü sevgili aileme teşekkür ederim.

İstanbul, 2015

Yalın Özgencil

## ÖZET

### KONSERVATUAR PROVA ODALARININ AKUSTİK İNCELENMESİ VE AKUSTİK TASARIMIN İYİLEŞTİRİLMESİ

Yalın ÖZGENCİL

Ses Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Konca ŞAHER

Mayıs 2015, 122 sayfa

Son yıllarda gittikçe önem kazanan mimari akustik alanının bir konusu olan prova odası akustiği ile ilgili çalışmaların sayısı dünya genelinde oldukça azdır. Ülkemizde ise; bu konuyla ilgili geniş kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmanın, konservatuar prova odalarının akustik olarak incelenmesi ve akustik parametreler dikkate alınarak iyi akustik kaliteye sahip prova odalarının tasarlanması alanındaki eksikleri tamamlaması amaçlanmıştır.

Proje kapsamında; İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde bulunan Türk Müziği Konservatuarı ve Müzik İleri Araştırma Merkezi olmak üzere iki farklı konservatuar seçilmiş ve bu konservatuarlardaki farklı özelliklere sahip altı farklı prova odası incelenmiştir. Prova odalarındaki genel durumu müzisyen perspektifinden görmek ve öznel akustik parametre sonuçlarına ulaşmak amacıyla müzisyenlerle anketler yapılmış ve bu sonuçlar, akustik ölçümler sonucunda ulaşılan nesnel akustik parametre değerleri ile birlikte yorumlanarak seçilen prova odalarındaki akustik kalite değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda; mevcut prova odalarda tasarımsal iyileştirmeler yapılmıştır. Bu tasarımlar yapılırken; bu konuda yapılan araştırmalar ve ilgili standartlara bağlı kalınmış ve müzikal açıdan daha iyi akustik kaliteye sahip prova odası tasarımları hedeflenmiştir. Tasarlanan prova odalarının belirlenen enstrümanlar için dinleme testleri hazırlanmış ve bu dinleme testleri konservatuarlarda eğitim gören

müziyenler tarafından değerlendirilerek, iyi akustik kaliteye sahip olduğu düşünölen prova odası tasarımları, uygun akustik parametre değerleri ile birlikte önerilmiştir.

Tüm bu hedefler doğrultusunda temel mühendislik yaklaşımlarından faydalanırken, mühendislik etiği esaslarına uygun hareket etmek temel amaç olmuştur. Bahçeşehir Üniversitesi Ses Teknolojileri Yüksek Lisans eğitim programı kapsamında yürütölen bu projede, konu hakkında tecrübeli insanların görüşleri alınmış ve bu konuyla ilgili olarak literatür araştırması yapılarak ilgili kaynaklar incelenmiştir. Proje sonunda; incelenen prova odalarının ile önerilen prova odası modellerinin çınlama süresi değerlerine, müzik prova odaları için önerilen oda modelleri için yapılan dinleme testleri sonucundaki müziyen değerlendirmelerine ulaşılmıştır. Ek olarak; farklı akustik özelliklere sahip enstrümanların, modellenen odalar için yapılan dinleme testlerine göre aynı veya farklı akustik özellikteki odalar için müziyen değerlendirmeleri ile tercih edilen çınlama süresi değerlerine ulaşılmıştır. Mimari akustik ve konservatuar prova odası akustik tasarımı alanlarında uygun çözümlere ve faydalı bilgilere ulaşıldığı düşünölmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mimari Akustik, Müzik Prova Odası, Çınlama Süresi, İşitme Testleri



## ABSTRACT

### ACOUSTIC EXAMINATION AND IMPROVING ACOUSTIC DESIGN OF CONSERVATORY REHEARSAL ROOMS

Yalın Özgencil

Audio Technologies

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr Konca ŞAHER

May 2015, 122 page

Musician rehearsal rooms acoustics subject has gained importance in the recent years. As being part of architectural acoustics topic, there has been only a few studies in the world in the field of musician rehearsal rooms acoustics. In Turkey, a comprehensive study on this subject has not been done. This thesis study aims at completing shortcomings in examining conservatory rehearsal rooms' acoustics and designing rehearsal rooms that has fine acoustic quality, while taking acoustic parameters into consideration.

In the scope of this Project, two conservatories have been chosen: Turkish Music Conservatory and Music Advanced Research Center in Istanbul Technical University, and six different rehearsal rooms with various features in these conservatories have been examined. In order to look at the general situation of rehearsal rooms from the musician's perspective and to reach subjective acoustic parameters, surveys with musicians have been completed. The survey results have been interpreted along with subjective acoustic parameter values and acoustic quality in selected rehearsal rooms was evaluated. As the result of these evaluations, design improvement have been made in existing rehearsal rooms and in addition, new room designs in different sizes were completed. While designing the rooms, research about the subject and related standards

were adhered and rehearsal room designs with better acoustic quality from musical perspective were targeted. Simulations for the designed rehearsal rooms were made with selected instruments and these simulations were evaluated by musicians studying in conservatories. The rehearsal room designs thought to have fine acoustic quality were recommended with suitable acoustic parameter values.

The fundamental objective was to conduct research in line with principles of engineering ethics, while utilizing fundamental engineering approaches towards all of these goals. In this Project conducted within Bahçeşehir University Audio Technologies Masters program, expert opinion has been sought about the subject and resources have been examined with literature review of the subject. As a result of this project, musicians' evaluations of listening tests for room models recommended for improving music rehearsal rooms in examination have been reached. Also, resonating time values of chosen rehearsal rooms, recommended rehearsal room models and room models chosen by musicians based on listening tests have been attained. In addition, preferred resonating times values have been reached for instruments with different acoustic features based on listening tests done for modelled rooms or based on musician evaluations in rooms with different acoustic features. It is thought that useful information and suitable solutions have been gained in the areas of architectural acoustic and acoustic design for conservatory rehearsal room.

**Key Words:** Architectural Acoustic, Rehearsal Rooms, Reverberation Time, Hearing Tests

## İÇİNDEKİLER

TABLolar	xiii
ŞEKİLLER	xvi
KISALTMALAR	xx
SEMBOLLER	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1. PROJENİN AMACI	3
1.2. PROJENİN SINIRLARI	4
1.3. AKUSTİK ve AKUSTİK PARAMETRELER	5
1.3.1. Mimari Akustik	6
1.3.1.1. Psikoakustik	7
1.3.2. Akustik Parametreler	7
1.3.2.1. Öznel parametreler	7
1.3.2.1.1. Canlılık	8
1.3.2.1.2. Tonal kalite	8
1.3.2.1.3. Sıcaklık	8
1.3.2.2. Nesnel parametreler	8
1.3.2.2.1. Çınlama süresi	8
2. LİTERATÜR TARAMASI	11
2.1. GENEL BİLGİLER	11
2.1.1. Müzik Prova Odası Akustiği ve Tasarım Kriterleri	12
2.1.2. Müzisyen, Enstrüman ve Oda İlişkisi	14
2.2. AKUSTİK PARAMETRELER ve ÖNERİLEN DEĞERLER	18
2.2.1. Çınlama Süresi	19
3. KONSERVATUAR PROVA ODALARININ AKUSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÇALIŞMADA İZLENEN YÖNTEMLER	20
3.1. PROVA ODALARININ SEÇİLMESİ ve ODA KOŞULLARI	20
3.1.1. MIAM 121 Prova Odası	21
3.1.2. MIAM 224 Prova Odası	22
3.1.3. MIAM Perküsyon Prova Odası	22
3.1.4. İTÜ Trombon Prova Odası	23

3.1.5. İTÜ Perküsyon Prova Odası.....	24
3.1.6. İTÜ Konser Salonu Prova Odası.....	25
3.2. MÜZİSYEN ANKETİ.....	27
3.2.1. Anketin Hazırlanması .....	27
3.2.2. Anketlerin Yapılması.....	27
3.2.3. Anket Sonuçları .....	28
3.3. NESNEL ÖLÇÜMLER.....	34
3.3.1. Ölçüm Metodolojisi .....	35
3.3.1.1. Ses kaynağı .....	35
3.3.1.2. Mikrofon ve ses kartı.....	36
3.3.1.3. Bilgisayar ve yazılım.....	37
3.3.2. Ölçümlerdeki Kaynak ve Alıcı Noktaları .....	39
3.3.2.1. MIAM 121 prova odası kaynak ve alıcı noktaları .....	39
3.3.2.2. MIAM 224 prova odası kaynak ve alıcı noktaları.....	40
3.3.2.3. MIAM perküsyon prova odası kaynak ve alıcı noktaları .....	40
3.3.2.4. İTÜ trombon prova odası kaynak ve alıcı noktaları .....	41
3.3.2.5. İTÜ perküsyon prova odası kaynak ve alıcı noktaları....	42
3.3.2.6. İTÜ konser salonu prova odası kaynak ve alıcı noktaları .....	42
3.3.3. Ölçüm Sonuçları .....	43
3.3.3.1. MIAM 121 prova odası ölçüm sonuçları .....	43
3.3.3.2. MIAM 224 prova odası ölçüm sonuçları .....	44
3.3.3.3. MIAM perküsyon prova odası ölçüm sonuçları .....	45
3.3.3.4. İTÜ trombon prova odası ölçüm sonuçları .....	47
3.3.3.5. İTÜ perküsyon prova odası ölçüm sonuçları.....	48
3.3.3.6. İTÜ konser salonu prova odası ölçüm sonuçları .....	49
3.4. PROVA ODALARINDAKİ GENEL DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	50
3.5. PROVA ODALARININ ÜÇ BOYUTLU MODELİ VE AKUSTİK ANALİZİ .....	51
3.5.1. Prova Odalarının Üç Boyutlu Modellenmesi .....	51

3.5.2. Prova Odalarının Akustik Analizi .....	52
3.5.2.1. MIAM 121 prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması ...	54
3.5.2.2. MIAM 224 prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması .....	55
3.5.2.3. MIAM perküsyon prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması ...	57
3.5.2.4. İTÜ trombon prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması ...	59
3.5.2.5. İTÜ perküsyon prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması ...	60
3.5.2.6. İTÜ konser salonu prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması ...	62
3.5.2.7. Akustik analiz sonuçlarının güvenilirliğinin değerlendirilmesi .....	63
<b>4. PROVA ODALARININ AKUSTİK TASARIM ÖNERİLERİ VE İŞİTSELLEŞTİRME.....</b>	<b>64</b>
<b>4.1. PROVA ODALARININ AKUSTİK TASARIM ÖNERİLERİ .....</b>	<b>64</b>
4.1.1. MIAM 121 Prova Odası için Tasarlanan Modeller .....	65
4.1.1.1. MIAM 121 prova odası model 1 .....	65
4.1.1.2. MIAM 121 prova odası model 2 .....	66
4.1.1.3. MIAM 121 prova odası model 3 .....	67
4.1.1.4. MIAM 121 prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri.....	68
4.1.2. MIAM 224 Prova Odası için Tasarlanan Modeller .....	69
4.1.2.1. MIAM 224 prova odası model 1 .....	69
4.1.2.2. MIAM 224 prova odası model 2 .....	71
4.1.2.3. MIAM 224 prova odası model 3 .....	72
4.1.2.4. MIAM 224 prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri.....	73
4.1.3. MIAM Perküsyon Prova Odası için Tasarlanan Modeller.....	74
4.1.3.1. MIAM perküsyon prova odası model 1 .....	74

4.1.3.2. MIAM perküsyon prova odası model 2.....	75
4.1.3.3. MIAM perküsyon prova odası model 3.....	76
4.1.3.4. MIAM perküsyon prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri .....	76
4.1.4. İTÜ Trombon Prova Odası için Tasarlanan Modeller .....	77
4.1.4.1. İTÜ trombon prova odası model 1.....	78
4.1.4.2. İTÜ trombon prova odası model 2.....	78
4.1.4.3. İTÜ trombon prova odası model 3.....	79
4.1.4.4. İTÜ trombon prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri.....	80
4.1.5. İTÜ Perküsyon Prova Odası için Tasarlanan Modeller .....	81
4.1.5.1. İTÜ perküsyon prova odası model 1.....	82
4.1.5.2. İTÜ perküsyon prova odası model 2.....	83
4.1.5.3. İTÜ perküsyon prova odası model 3.....	84
4.1.5.4. İTÜ perküsyon prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri.....	84
4.1.6. İTÜ Konser Salonu Prova Odası için Tasarlanan Modeller .....	85
4.1.6.1. İTÜ konser salonu prova odası model 1 .....	86
4.1.6.2. İTÜ konser salonu prova odası model 2 .....	86
4.1.6.3. İTÜ konser salonu prova odası model 3 .....	87
4.1.6.4. İTÜ konser salonu prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri .....	87
4.2. İŞİTSELLEŞTİRME .....	88
4.3. DİNLEME TESTLERİ.....	89
5. BULGULAR.....	91
5.1. MIAM 121 PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI .....	91
5.2. MIAM 224 PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI .....	92
5.3. MIAM PERKÜSYON PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI .....	93
5.4. İTÜ TROMBON PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI ....	94
5.5. İTÜ PERKÜSYON ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI .....	95

<b>5.6. İTÜ KONSER SALONU PROVA ODASI DİNLEME TESTİ</b>	
<b>SONUÇLARI .....</b>	<b>96</b>
<b>6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>98</b>
<b>6.1. KONSERVATUAR PROVA ODALARININ AKUSTİK OLARAK</b>	
<b>DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>98</b>
<b>6.2. AKUSTİK TASARIM ÖNERİLERİ ve DİNLEME TESTLERİNİN</b>	
<b>ENSTRÜMANLARA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ .....</b>	<b>99</b>
<b>6.3. ÇALIŞMANIN GELECEK ARAŞTIRMALARDA</b>	
<b>KULLANILABİLİRLİĞİ.....</b>	<b>101</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>102</b>

## **EKLER**

<b>EK 1: MÜZİSYEN ANKETİ .....</b>	<b>107</b>
<b>EK 2: MIAM 121 PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI .....</b>	<b>111</b>
<b>EK 3: MIAM 224 PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI .....</b>	<b>113</b>
<b>EK 4: MIAM PERKÜSYON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI .....</b>	<b>115</b>
<b>EK 5: İTÜ TROMBON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI .....</b>	<b>117</b>
<b>EK 6: İTÜ PERKÜSYON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI .....</b>	<b>119</b>
<b>EK 7: İTÜ KONSER PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI .....</b>	<b>121</b>

## TABLULAR

Tablo 2.1: Müzik Prova Odalar İçin Tavsiye Edilen Taban Alanları .....	13
Tablo 2.2: Oda Tiplerine Göre İlgili Standartlar Tarafından Önerilen Gürültü Seviyeleri.....	16
Tablo 2.3: Çeşitli Enstrümanlar İçin Temsili Spl Değerleri .....	17
Tablo 2.4: Oda Tip Ve Boyutlarına Göre İlgili Standartlar Tarafından Önerilen Çınlama Süreleri.....	19
Tablo 3.1: Prova Odalarının Boyutları.....	26
Tablo 3.2: Prova Odası Anketlerine Katılan Müzisyenlerin Odalara Göre Sayıları Ve Prova Yaptıkları Enstrümanları .....	28
Tablo 3.3: MIAM 121 Prova Odası İçin Canlılık, Sıcaklık, Anlaşılabilirlik Ve Tonal Kalite Anket Sonuçlarının Ayrıntılı Gösterimi.....	29
Tablo 3.4: MIAM 224 Prova Odası İçin Canlılık, Sıcaklık, Anlaşılabilirlik Ve Tonal Kalite Anket Sonuçlarının Ayrıntılı Gösterimi.....	30
Tablo 3.5: MIAM Perküsyon Prova Odası İçin Canlılık, Sıcaklık, Anlaşılabilirlik Ve Tonal Kalite Anket Sonuçlarının Ayrıntılı Gösterimi .....	31
Tablo 3.6: İTÜ Trombon Prova Odası İçin Canlılık, Sıcaklık, Anlaşılabilirlik Ve Tonal Kalite Anket Sonuçlarının Ayrıntılı Gösterimi.....	32
Tablo 3.7: İTÜ Perküsyon Prova Odası İçin Canlılık, Sıcaklık, Anlaşılabilirlik Ve Tonal Kalite Anket Sonuçlarının Ayrıntılı Gösterimi.....	33
Tablo 3.8: İTÜ Konser Prova Odası İçin Canlılık, Sıcaklık, Anlaşılabilirlik Ve Tonal Kalite Anket Sonuçlarının Ayrıntılı Gösterimi.....	34
Tablo 3.9: Ölçümler Sırasında Kullanılan Ekipmanlar Ve Seri Numaraları .....	38
Tablo 3.10: MIAM 121 Prova Odası T30 Ölçüm Sonuçları.....	43
Tablo 3.11: MIAM 224 Prova Odası T30 Ölçüm Sonuçları.....	44
Tablo 3.12: MIAM Perküsyon Prova Odası Edt Ölçüm Sonuçları.....	46
Tablo 3.13: İTÜ Trombon Prova Odası T30 Ölçüm Sonuçları .....	47
Tablo 3.14: İTÜ Perküsyon Prova Odası T30 Ölçüm Sonuçları .....	48
Tablo 3.15: İTÜ Konser Salonu Prova Odası T30 Ölçüm Sonuçları.....	49
Tablo 3.16: MIAM 121 Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Karşılaştırılması .....	54



Tablo 3.17: MIAM 224 Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Karşılaştırılması .....	56
Tablo 3.18: MIAM Perküsyon Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Karşılaştırılması .....	57
Tablo 3.19: İTÜ Trombon Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Karşılaştırılması .....	59
Tablo 3.20: İTÜ Perküsyon Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Karşılaştırılması .....	61
Tablo 3.21: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Karşılaştırılması .....	62
Tablo 4.1: MIAM 121 Prova Odası Modellerinin T30 Değerlerinin Karşılaştırılması ..	68
Tablo 4.2: MIAM 224 Prova Odası Modellerinin T30 Değerlerinin Karşılaştırılması ..	73
Tablo 4.3: MIAM Perküsyon Prova Odası Modellerinin T30 Değerlerinin Karşılaştırılması .....	76
Tablo 4.4: İTÜ Trombon Prova Odası Modellerinin T30 Değerlerinin Karşılaştırılması .....	80
Tablo 4.5: İTÜ Perküsyon Prova Odası Modellerinin T30 Değerlerinin Karşılaştırılması .....	84
Tablo 4.6: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Modellerinin T30 Değerlerinin Karşılaştırılması .....	87
Tablo 5.1: MIAM 121 Prova Odası Anket Sonuçları .....	91
Tablo 5.2: MIAM 121 Dinleme Testleri Sonucunda Seçilen Odaların Çınlama Süreleri .....	92
Tablo 5.3: MIAM 224 Prova Odası Anket Sonuçları .....	92
Tablo 5.4: MIAM 224 Dinleme Testleri Sonucunda Seçilen Odaların Çınlama Süreleri .....	93
Tablo 5.5: MIAM Perküsyon Prova Odası Anket Sonuçları .....	93
Tablo 5.6: MIAM Perküsyon Dinleme Testleri Sonucunda Seçilen Odaların Çınlama Süreleri.....	94
Tablo 5.7: İTÜ Trombon Prova Odası Anket Sonuçları .....	94
Tablo 5.8: İTÜ Trombon Dinleme Testleri Sonucunda Seçilen Odaların Çınlama Süreleri .....	95

Tablo 5.9: İTÜ Perküsyon Prova Odası Anket Sonuçları .....	95
Tablo 5.10: İTÜ Perküsyon Dinleme Testleri Sonucunda Seçilen Odaların Çınlama Süreleri.....	96
Tablo 5.11: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Anket Sonuçları .....	96
Tablo 5.12: İTÜ Konser Salonu Dinleme Testleri Sonucunda Seçilen Odaların Çınlama Süreleri.....	97

## ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Ses Düşüş Diyagramı.....	9
Şekil 1.2: Çınlama Süresinin Optimum Değerleri .....	10
Şekil 2.1: Yaygın Olarak Kullanılan Enstrümanların Frekans Bilgileri .....	14
Şekil 3.1: MIAM 121 Prova Odası Görseli.....	21
Şekil 3.2: MIAM 224 Prova Odası Görseli.....	22
Şekil 3.3: MIAM Perküsyon Prova Odası Görseli.....	23
Şekil 3.4: İTÜ Trombon Prova Odası Görseli .....	24
Şekil 3.5: İTÜ Perküsyon Prova Odası Görseli .....	25
Şekil 3.6: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Görseli.....	26
Şekil 3.7: Odalara Göre Ankete Katılan Müzisyen Oranları .....	28
Şekil 3.8: Ölçümlerde Kullanılan Ses Kaynağı .....	35
Şekil 3.9: Ölçümlerde Kullanılan Amplifikatör.....	35
Şekil 3.10: Ölçümlerde Kullanılan Mikrofon .....	36
Şekil 3.11: Ölçümlerde Kullanılan Kalibrasyon Cihazı.....	36
Şekil 3.12: Ölçümlerde Kullanılan Ses Kartı.....	37
Şekil 3.13: Ölçümlerde Kullanılan Diz Üstü Bilgisayar.....	37
Şekil 3.14: Odeon Ölçüm Ekranı Temsili Gösterim .....	38
Şekil 3.15: MIAM 121 Prova Odası Kaynak Ve Alıcı Noktaları .....	39
Şekil 3.16: MIAM 224 Prova Odası Kaynak Ve Alıcı Noktaları .....	40
Şekil 3.17: MIAM Perküsyon Prova Odası Kaynak Ve Alıcı Noktaları .....	40
Şekil 3.18: İTÜ Trombon Prova Odası Kaynak Ve Alıcı Noktaları .....	41
Şekil 3.19: İTÜ Perküsyon Prova Odası Kaynak Ve Alıcı Noktaları .....	42
Şekil 3.20: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Kaynak Ve Alıcı Noktaları .....	42
Şekil 3.21: MIAM 121 Prova Odası Alıcı Noktalarındaki Çınlama Sürelerinin Ve Ortalamalarının Frekans Oktav Bantlarına Göre Grafiği.....	44
Şekil 3.22: MIAM 224 Prova Odası Alıcı Noktalarındaki Çınlama Sürelerinin ve Ortalamalarının Frekans Oktav Bantlarına Göre Grafiği.....	45
Şekil 3.23: MIAM Perküsyon Prova Odası Alıcı Noktalarındaki Çınlama Sürelerinin Ve Ortalamalarının Frekans Oktav Bantlarına Göre Grafiği ....	46
Şekil 3.24: İTÜ Trombon Prova Odası Alıcı Noktalarındaki Çınlama Sürelerinin Ve Ortalamalarının Frekans Oktav Bantlarına Göre Grafiği.....	48

Şekil 3.25: İTÜ Perküsyon Prova Odası Alıcı Noktalarındaki Çınlama Sürelerinin Ve Ortalamalarının Frekans Oktav Bantlarına Göre Grafiği .....	49
Şekil 3.26: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Alıcı Noktalarındaki Çınlama Sürelerinin Ve Ortalamalarının Frekans Oktav Bantlarına Göre Grafiği ....	50
Şekil 3.27: Prova Odalarının Üç Boyutlu Tasarımlarının Görselleri.....	52
Şekil 3.28: Kullanılan Omnidirectional (Heryöne) Ses Kaynağı Modeli .....	53
Şekil 3.29: MIAM 121 Prova Odası İçin Orta Frekans T30 Analiz Sonuçları .....	54
Şekil 3.30: MIAM 121 Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	55
Şekil 3.31: MIAM 224 Prova Odası İçin Orta Frekans T30 Analiz Sonuçları .....	55
Şekil 3.32: MIAM 224 Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	56
Şekil 3.33: MIAM Perküsyon Prova Odası İçin Orta Frekans T30 Analiz Sonuçları ....	57
Şekil 3.34: MIAM Perküsyon Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	58
Şekil 3.35: İTÜ Trombon Prova Odası İçin Orta Frekans T30 Analiz Sonuçları.....	59
Şekil 3.36: İTÜ Trombon Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	60
Şekil 3.37: İTÜ Perküsyon Prova Odası İçin Orta Frekans T30 Analiz Sonuçları.....	60
Şekil 3.38: İTÜ Perküsyon Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	61
Şekil 3.39: İTÜ Konser Salonu Prova Odası İçin Orta Frekans T30 Analiz Sonuçları ..	62
Şekil 3.40: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Akustik Ölçüm Değerleri Ve Simülasyon Akustik Analiz Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	63
Şekil 4.1: MIAM 121 Prova Odasının Üç Boyutlu Görüntüsü.....	65
Şekil 4.2: MIAM 121 Prova Odası Model 1 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	66
Şekil 4.3: MIAM 121 Prova Odası Model 2 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	66
Şekil 4.4: MIAM 121 Prova Odası Model 3 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	67
Şekil 4.5: MIAM 121 Prova Odası Ve Modellerinin Çınlama Sürelerinin Grafikselleştirilmesi .....	68
Şekil 4.6: MIAM 224 Prova Odası Üç Boyutlu Görüntüsü.....	69
Şekil 4.7: MIAM 224 Prova Odası Model 1 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	70

Şekil 4.8: MIAM 224 Prova Odası Model 2 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	71
Şekil 4.9: MIAM 224 Model 2 İçin Eklenen Malzemelerin Oda İçerisindeki Görüntüsü.....	71
Şekil 4.10: MIAM 224 Prova Odası Model 3 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	72
Şekil 4.11: MIAM 224 Model 3 İçin Eklenen Malzemelerin Oda İçerisindeki Görüntüsü.....	72
Şekil 4.12: MIAM 224 Prova Odası Ve Modellerinin Çınlama Sürelerinin Grafiksel Karşılaştırılması.....	73
Şekil 4.13: MIAM Perküsyon Prova Odası Üç Boyutlu Görüntüsü .....	74
Şekil 4.14: MIAM Perküsyon Prova Odası Model 1 Üç Boyutlu Görüntüsü.....	75
Şekil 4.15: MIAM Perküsyon Prova Odası Model 2 Üç Boyutlu Görüntüsü.....	75
Şekil 4.16: MIAM Perküsyon Prova Odası Model 3 Üç Boyutlu Görüntüsü.....	76
Şekil 4.17: MIAM Perküsyon Prova Odası Ve Modellerinin Çınlama Sürelerinin Grafiksel Karşılaştırılması.....	77
Şekil 4.18: İTÜ Trombon Prova Odası Üç Boyutlu Görüntüsü.....	77
Şekil 4.19: İTÜ Trombon Prova Odası Model 1 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	78
Şekil 4.20: İTÜ Trombon Prova Odası Model 2 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	78
Şekil 4.21: İTÜ Trombon Prova Odası Model 2 Yutucu Ve Yansıtıcı Paneller.....	79
Şekil 4.22: İTÜ Trombon Prova Odası Model 3 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	79
Şekil 4.23: İTÜ Trombon Prova Odasında Kullanılan Bass Trap .....	80
Şekil 4.24: İTÜ Trombon Prova Odası Ve Modellerinin Çınlama Sürelerinin Grafiksel Karşılaştırılması.....	81
Şekil 4.25: İTÜ Perküsyon Prova Odası Üç Boyutlu Görüntüsü.....	81
Şekil 4.26: İTÜ Perküsyon Prova Odası Model 1 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	82
Şekil 4.27: İTÜ Perküsyon Prova Odası Model 1’de Kullanılan Panellerin Görüntüsü.	82
Şekil 4.28: İTÜ Perküsyon Prova Odası Model 2 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	83
Şekil 4.29: Ahşap Yansıtıcının Oda İçindeki Görüntüsü.....	83
Şekil 4.30: İTÜ Perküsyon Prova Odası Model 3 Üç Boyutlu Görüntüsü .....	84
Şekil 4.31: İTÜ Perküsyon Prova Odası Ve Modellerinin Çınlama Sürelerinin Grafiksel Karşılaştırılması.....	85
Şekil 4.32: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Üç Boyutlu Görüntüsü .....	85
Şekil 4.33: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Model 1 Üç Boyutlu Görüntüsü.....	86

Şekil 4.34 İTÜ Konser Salonu Prova Odası Model 2 Üç Boyutlu Görüntüsü.....	86
Şekil 4.35 İTÜ Konser Salonu Prova Odası Model 3 Üç Boyutlu Görüntüsü.....	87
Şekil 4.36: İTÜ Konser Salonu Prova Odası Ve Modellerinin Çınlama Sürelerinin Grafiksel Karşılaştırılması.....	88

## KISALTMALAR

İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
MIAM	: Müzik İleri Araştırma Merkezi
SPL	: Ses Basınç Düzeyi
T	: Çınlama Süresi (Reverberation Time)

## SEMBOLLER

Desibel	: dB
Frekans	: f
Hacim	: V
Hertz	: Hz
Metre	: m
Milisaniye	: ms
Kişi Sayısı	: N
Saniye	: s
Ses Basınç Birimi	: Pa



## 1. GİRİŞ

Müzik prova odaları; dinleyici faktörünün olmadığı ve müzisyenlerin pratik yapması amacıyla tasarlanan hacimlerdir. Bu odalarda, müzisyenin kendisiyle ve diğer müzisyenlerle olan ilişkinin ve de akustik kalitenin en iyi şekilde sağlanması bir zorunluluktur. Müzisyenlerin prova sırasında duydukları ses, kaynaktan gelen direkt ses ve oda içerisinde yansıyan seslerden oluşmaktadır. Ses; birbirinden farklı özelliklere sahiptir ve karakteri ortama göre değişkenlik gösterdiği için müzisyenin kendi duyumuna sebep olan direkt ya da yansiyarak gelen sesin akustik kalitesini ifade etmek kolay değildir. Prova odalarındaki akustik kaliteyi belirlemek, bu odaların küçük hacimli odalar olması nedeniyle zorlaşabilmektedir. Sesin oda içerisindeki hareketi ve yansımalar sonucunda, müzisyenler duydukları sesi daha iyi, daha net ya da tam tersi olarak daha kötü ve daha bulanık duyabilirler.

Oda akustiği düşünüldüğünde; müzisyenlerin icrada bulunduğu konser salonları ile prova odaları büyük farklılık gösterir. Prova odalarında dinleyici etkeni söz konusu olmamaktadır ve bu nedenle sadece müzisyenin kendi duyumu ve kalabalık provalar dikkate alındığında müzisyenlerinin birbirlerini duyumu noktası önem kazanmaktadır. Fakat müzisyenler konser hazırlıklarını genelde prova odalarında yaptıkları için bu iki performans alanını birbirinden tamamen bağımsız düşünmemek gerekmektedir. Konser salonu akustiği hakkında oldukça fazla çalışma yapılmasına rağmen, prova odalarının akustiğiyle ilgili olarak fazla çalışmaya ulaşmak mümkün değildir (Olsson & Soderstrom & Mestre 2010). Konser salonlarının akustiğiyle ilgili yapılan çalışmalar prova odaları araştırılırken yol gösterici olsa da konser salonları için tavsiye edilen parametre değerleri, prova odaları için uygun değerler değildir. Ülkemizde bu alanda yapılan çalışmalar ve uygulamalar az olsa da dünya literatüründe prova odaları için önerilen akustik parametre değerlerine ulaşılabilmektedir.

Akustik kalitenin belirlenebilmesi için bazı akustik parametreler dikkate alınmaktadır. Yapılan araştırmalar dikkate alındığında; bu parametreleri öznel akustik parametreler ve nesnel akustik parametreler olarak iki ana başlık altında toplamak mümkündür. Önceleri bir odanın akustik kalitesini belirlerken nesnel akustik parametreler araştırılırken, yapılan çalışmalar neticesinde nesnel parametreleri, öznel parametrelerden bağımsız

düşünmenin eksik bir yaklaşım olacağı gözlemlenmiştir. (Beranek 1962) (Barron 1993) (Hawkes 1971) (Bayazıt 1999) (Vural 2009).

Bu çalışma kapsamında; müzik prova odaları için ilgili standartlarca önerilen optimum değerlere ulaşılabilen ve de en önemli nesnel akustik parametrelerden biri olarak yorumlanan çınlama süresi (T30) parametresi dikkate alınacak ve bu nesnel parametre ile ilişkili olan öznel parametreler müzisyen perspektifinden yorumlanarak yapılan ölçümler desteklenecektir.

## 1.1. PROJENİN AMACI

Konservatuar prova odaları için yapılan araştırmalar incelendiğinde, odalar için önerilen bazı optimum parametre değerlerine ulaşılabilmekte fakat bu odaların müzisyen perspektifinden değerlendirilmesinin oldukça az olduğu görülmektedir. Ek olarak; önerilen müzik prova odası parametre değerlerinin, farklı akustik özelliğe sahip enstrümanlar için nasıl sonuçlar yarattığı konusunda yapılan araştırmaların sayısı oldukça azdır. Bu proje kapsamında; farklı akustik özelliklere sahip müzik prova odaları seçilecek ve bu odalardaki çınlama süreleri ile tonal kalite, canlılık, sıcaklık, denge ve anlaşılabilirlik gibi öznel parametreler farklı enstrümanları icra eden müzisyenlerin perspektifinden değerlendirilecek. Bu değerlendirmeler sonrasında akustik düzenlemeler yapılarak benzer ya da farklı çınlama sürelerine sahip yeni prova odaları modellenerek, bu odalar farklı enstrümanları icra eden müzisyenlerin perspektifinden değerlendirilecek ve böylece farklı müzik enstrümanları için frekans aralığı ve ses basınç seviyesi değerlerine uygun optimal prova odası akustik tasarım kriterleri belirlenecektir.

Bu amaç doğrultusunda;

- i. İstanbul Teknik Üniversitesi konservatuarlarında bulunan müzik prova odalarının çınlama sürelerinin yerinde ölçülmesi ve odaları kullanan müzisyenlerle anketler yapılarak odalarının öznel olarak değerlendirilmesi yoluyla var olan durumun analizinin çıkarılması.
- ii. Üç boyutlu modellemeleri yapılan odaların, ölçüm değerlerine göre kalibre edilerek var olan durumu yansıtan odaların ODEON yazılımı ile modellenmesi.
- iii. Akustik iyileştirme amacıyla oda içinde akustik düzenlemeler yapılarak, her prova odası için çınlama süreleri benzer ya da farklı olan 3 alternatif model oluşturulması.
- iv. Modellenen tüm prova odalarının, ilgili enstrümanların yansımatsız oda (anechoic) kayıtları kullanılarak simüle edilmesi ve dinleme testleri için işitselleştirilmesi.
- v. Dinleme testleri yapılarak işitselleştirilen modellerin müzisyen perspektifinden değerlendirilmesi.

- vi. Müzisyen perspektifinden değerlendirilen modeller incelenerek; müzik enstrümanlarına göre uygun optimal prova odası akustik tasarım kriterlerinin belirlenmesi temel hedefler olacaktır

Tüm bu aşamalar değerlendirilirken;

Bölüm 2’de, araştırma yapılan konuda Dünya ve Türkiye literatüründeki bilgiler değerlendirilmiş ve araştırma sırasında yol gösterici bilgilere ulaşılmıştır

Bölüm 3’de, seçilen konservatuar prova odalarının mimari özellikleri, konservatuar prova odalarındaki genel durumu değerlendirmek amacıyla yapılan müzisyen anketleri, odalarda gerçekleştirilen akustik ölçümler ve ODEON yazılımı kullanılarak yapılan akustik analizler anlatılarak odalardaki genel durum paylaşılmıştır

Bölüm 4’de, ilgili standartlar, literatürdeki öneriler ve müzisyen anketlerinden yola çıkarak, seçilen prova odalarındaki akustik tasarımların iyileştirme süreci anlatılmıştır ve modellerle ilgili tasarım bilgileri ile bu odaların çınlama süreleri paylaşılmıştır. Ek olarak, ilgili enstrümanlar ve yeni oda modelleri için hazırlanan *auralization*’lar ve müzisyenlerle yapılan dinleme testleri anlatılmıştır.

Bölüm 5’de, müzisyenlerin dinleme testleri sonucunda seçtikleri oda modelleri ilgili enstrümana yönelik olarak karşılaştırmalı olarak paylaşılmış ve müzisyenler tarafından seçilen bu modellerin çınlama süreleri hatırlatılmıştır.

Bölüm 6’da, yapılan araştırma hakkındaki tartışma ve sonuçlar paylaşılmıştır.

Ekler bölümünde ise; çalışmada kullanılan müzisyen anketi örneği ile anket cevapları yazılı olarak ve dinleme testleri için hazırlanan *auralization* ses dosyaları CD olarak paylaşılmıştır.

## **1.2. PROJENİN SINIRLARI**

Proje tasarlanırken İstanbul ili hedef alınmış ve İstanbul Teknik Üniversitesi seçilmiştir. Çalışma; saha anketi, akustik ölçüm ve modelleme gibi ekip çalışması ve de uzun çalışmalar isteyen metotlar içerdiği için tek bir üniversite seçilebilmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi’nin seçilmesinde; bünyesinde Türk Müziği Konservatuvarı ve Müzik

İleri Araştırma Merkezi (MIAM) olmak üzere iki farklı müzik okulunun bulunması, hedef kitle içerisinde olan ve yaşları 18-30 arasında değişen müzisyenlere ulaşılması ve literatür araştırmaları sonucunda belirlenen oda ölçüleri, geometrileri, hacim sınırlarına uygun olarak farklı akustik özelliklere sahip enstrümanlar için kullanılan farklı müzik prova odalarına sahip olmasıdır. İTÜ Türk Müziği Konservatuvarı binalarında bulunan 3 oda ile İTÜ MIAM binasında bulunan 3 oda seçilerek toplam 6 farklı özellikteki prova odası incelenmiştir. Bu odalarla ilgili ayrıntılı bilgiler 3.bölümde paylaşılmıştır.

Proje kapsamında; yeni müzik prova odası tasarımları yapmak değil, incelenen müzik prova odalarının akustik açıdan iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle, akustik iyileştirmeye yönelik yeni müzik prova odaları modellenirken, seçilen 6 prova odasının boyutlarına bağlı kalınacaktır. Asma tavan gibi ek malzemeler yardımı ile hacme müdahale edilebilmektedir fakat bu durum incelenen odalarının boyutlarında değişiklik yapmamakta, oda içinde ek bir malzeme kullanımı ile gerçekleşen bir tasarım müdahalesi olarak yorumlanmaktadır.

Ek olarak, seçilen prova odaları belli enstrüman ya da enstrüman grupları için ayrılan prova odaları olduğu için her oda için belli enstrümanlar incelenecektir.

Bu çalışmada, prova odalarındaki yalıtım ve odalar arası iletim hesapları alınmayacak, sadece hacim akustiği açısından incelenecektir.

### **1.3. AKUSTİK ve AKUSTİK PARAMETRELER**

Katı, sıvı ve gaz gibi titreşim hareketi gösterebilen ortamlarda meydana gelen titreşimler, çevrelerindeki molekülleri hareket ettirerek ortamda yol alırlar. Ses, bu moleküllerin dairesel hareketi sonucunda, kulağın algılayabileceği şekilde oluşan basınç dalgaları olarak ifade edilebilir. Ses dalgaları, enerjilerini ortam aracılığıyla aktardığı için mekanik dalga olarak sınıflandırılırlar ve bir yerden başka bir yere sıkışma ya da genişmeler şeklinde ilerlerler. Farklı titreşimler yayan nesnelere farklı sesler duymamızın nedeni, ses dalgalarının frekansındaki farklılıklardır. Frekans ise; bir dalganın ortam içindeki hareketi sırasında partiküllerin bir saniyedeki titreşim sayısı olarak ifade edilir ve birimi Hertz'dir.

İnsan kulağı 20 Hz - 20000 Hz frekans aralığını işitebilmektedir. Değişik frekanslardaki ses titreşimlerinin yarattığı hava basıncı değişimleri ise ses basıncı olarak ifade edilir. İnsan kulağının algıladığı ses aralığı oldukça geniş olduğundan ses basıncı logaritmik olarak düzenlenmiştir ve bu ölçek desibel (dB) birimiyle ifade edilir. Alexander Graham Bell anısına tanımlanan 'bel' biriminin 10 katı olan desibel (dB), bir oranı veya göreceli bir değeri gösterir. Desibel cinsinden fiziksel bir büyüklüğün şiddetini tanımlarken; bir fiziksel büyüklüğün, aynı cins bir referans büyüklüğe oranının 10 tabanlı logaritması alınır.

Ses ve sesle ilgili konuları inceleyen bilim dalı akustik olarak tanımlanır.

### **1.3.1. Mimari Akustik**

Mimari akustik, insan yaşam alanları ya da faaliyetleri için tasarlanan yapılarda ses ve insan kulağı arasında bağlantıyı düzenlemek amacıyla ortaya çıkan bilim dalıdır. Bu alanlar farklı amaçlarla kullanılabilir ve hedef sesin akustik kalitesini kontrol ederek işitsel bir etki oluşturmak ya da farklı olarak gürültüyü kontrol ederek ortamı istenilen şarta uygun tasarlamak bunlardan bazılarıdır.

Mimari akustik alanındaki en önemli konulardan biri kapalı hacimlerdir ve hacimsel akustik olarak tanımlanır. Sesin açık alandaki hareketi ile kapalı bir hacimdeki hareketi büyük farklar gösterir. Hacimsel akustik alanında araştırma yaparken, kapalı bir hacimde meydana gelen ses olaylarından bahsetmek gerekecektir. Bu ses olaylarını toplam dört başlık altında toplamak mümkündür.

- i. Sesin yansıması
- ii. Sesin yutulması
- iii. Sesin saçılması
- iv. Sesin kırılması

Kapalı hacimlerdeki akustik düzenlemeler için bu dört ses olayını bilmek gerekmektedir.

### **1.3.1.1. Psikoakustik**

Mekansal akustik kavramını anlamaya çalışırken fiziksel akustiği tek başına incelemek eksik bir yaklaşım olacaktır. İlk çalışmaları Helmholtz tarafından yapılan ve akustik kavramına psikolojik boyutu ekleyen psikoakustik kavramını da düşünmek, mimari akustiği araştırırken daha doğru bir yaklaşımdır (Helmholtz, 1971). Bunun sonucu olarak ayrı bölümler olan fiziksel akustik konusu mühendislik alanında incelenirken, psikoakustik konusu psikoloji ve fizyoloji alanında incelenmektedir. Helmholtz'un bu ayrımı günümüzde geçerliliğini halen sürdürmektedir. Gün geçtikçe daha da büyük önem kazanan prova odalarının akustik düzenlemelerinde bu fiziksel ve psikolojik birliktelik göz önüne alınarak psikoakustik konusu gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Prova odalarının incelenmesi sırasında; prova odasının hacminin etkisi ve oluşan yansımaların müzisyen üzerinde oluşturduğu psikoakustik etki büyük önem taşır.

Psikoakustik oldukça kapsamlı bir konudur. Bu çalışma için; prova odalarının hacim ve çeşitli parametreler ile odadaki sese olan etkisinin, insan duyumu ve algısında farklılıklar yarattığının bilinmesi yeterli olacaktır.

### **1.3.2. Akustik Parametreler**

Kapalı bir hacmin akustik kalitesi yorumlanırken incelenen parametreler, kişisel algıya dayalı öznel parametreler ve ölçülebilir nesnel parametreler olacak iki bölüme ayrılmaktadır (Beranek, 1962).

#### **1.3.2.1. Öznel parametreler**

Bir prova odasının akustik kalitesinin değerlendirilmesinde müzisyenin kişisel algıları ve zevkleri oldukça önemlidir. Bu kişisel algı ve duyum zevki ile beraber belli kriterler ortaya çıkmıştır ve son otuz-kırk yıllık süreçte bu konu hakkında yapılan araştırmalara ağırlık verilmiştir. Bu çalışmada incelenecek öznel parametreler; canlılık (liveness), tonal kalite (tonal quality), anlaşılabilirlik, denge ve sıcaklık (warmth) olarak belirlenmiştir.

#### **1.3.2.1.1. Canlılık**

Bu parametre, direkt olarak çınlama süresiyle bağlantılıdır. Kapalı bir hacim içerisindeki bir noktada bu parametre değerlendirilirken, bu noktada yansiyarak oluşan ses yoğunluğunun kaynaktan direkt gelen sese oranı incelenir (Maxfield, ss. 71-79). Eğer çınlama süresi yüksek ise, hacim “canlı” olarak yorumlanırken tam tersi durumda “ölü” ya da “kuru” olarak yorumlanır (Vural, s. 8).

#### **1.3.2.1.2. Tonal kalite**

Bu parametre, hacim içindeki sesin tonundaki güzellik olarak yorumlanabilir (Vural, s13). Oda içerisindeki malzemeler ve dizilişi nedeniyle bu parametrede değişiklik olmaktadır. Çeşitli yankılar, oluşan titreşimler ya da sesin algılanmasını değiştiren herhangi bir etki nedeniyle tondaki kalite düşüş gösterebilmektedir.

#### **1.3.2.1.3. Sıcaklık**

Bu parametre, düşük frekanstaki seslerin orta frekanstaki seslere oranı ile belirlenir. Düşük frekanstaki çınlama süreleri ile orta frekanslardaki çınlama sürelerine bakılarak bu parametre hakkında fikir sahibi olmak mümkündür.

### **1.3.2.2. Nesnel parametreler**

Bir önceki bölümde anlatılan öznel parametrelerden farklı olarak nesnel parametreler kesin sayısal değerler veren parametrelerdir. Bugüne kadar çeşitli araştırmalar sonucunda bu parametreler için tavsiye edilen bazı değerler bulunmuş olsa da bu değerler çalışmalara göre farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, kesin değerler noktasında eksik yaklaşımlara neden olsa da nesnel akustik parametreler, akustik kalite için en büyük yol gösterici olmuştur. Öznel parametreler, nesnel parametrelerle ilişkilendirilebilmektedir. Bu çalışmada; en önemli nesnel parametrelerden biri olan çınlama süresi (Reverberation Time, T) incelenecektir.

#### **1.3.2.2.1. Çınlama süresi**

Çınlama süresi akustik alanının en önemli parametrelerinden biri olarak kabul edilmektedir. 1898 yılında, Wallace Clament Sabine tarafından bulunmuştur ve kapalı bir mekanda oluşmuş bir ses durduktan sonra, sesin 60 dB kadar azalması için geçen



süre olarak tanımlanmıştır (Sabine, 1964). Bunun yanında, ses basınç seviyesinin 60 dB düşmesini beklemek yanlış sonuçlar doğurabilir düşüncesiyle 10, 20 ve 30 dB'lik düşüşlerde geçen sürenin ölçümü de yapılmaktadır. Çınlama süresi için genel denklem aşağıda belirtilmiştir;

$$T_r = 0.161 V / A \quad (1.1)$$

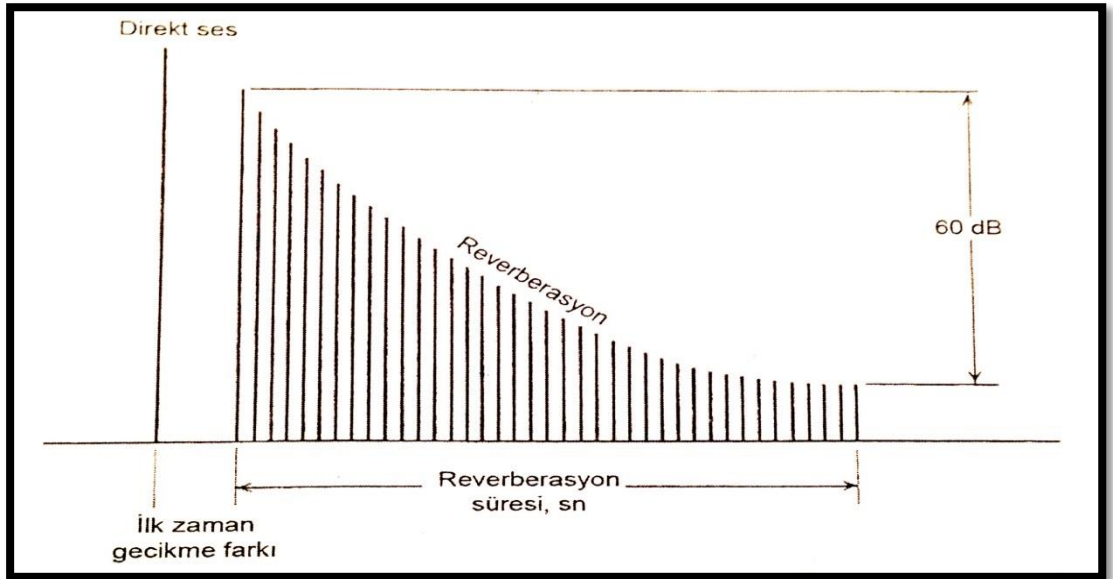
$T_r$  (sn): Çınlama Süresi

$V$  ( $m^3$ ): Odanın Hacmi

$A$  (sabin): Toplam Oda Yutuculuğu

Çınlama süresi bir hacmin farklı noktalarında farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle bu proje kapsamında müzisyenlerin prova yapmayı tercih ettikleri farklı noktalarda ölçüm yapılacaktır ve ortalama değerlere bakılacaktır.

### Şekil 1.1: Ses düşüş diyagramı



*Kaynak:* Vural A., 2009, İstanbul'da Bulunan Dört Konser Salonunun Akustik Açından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

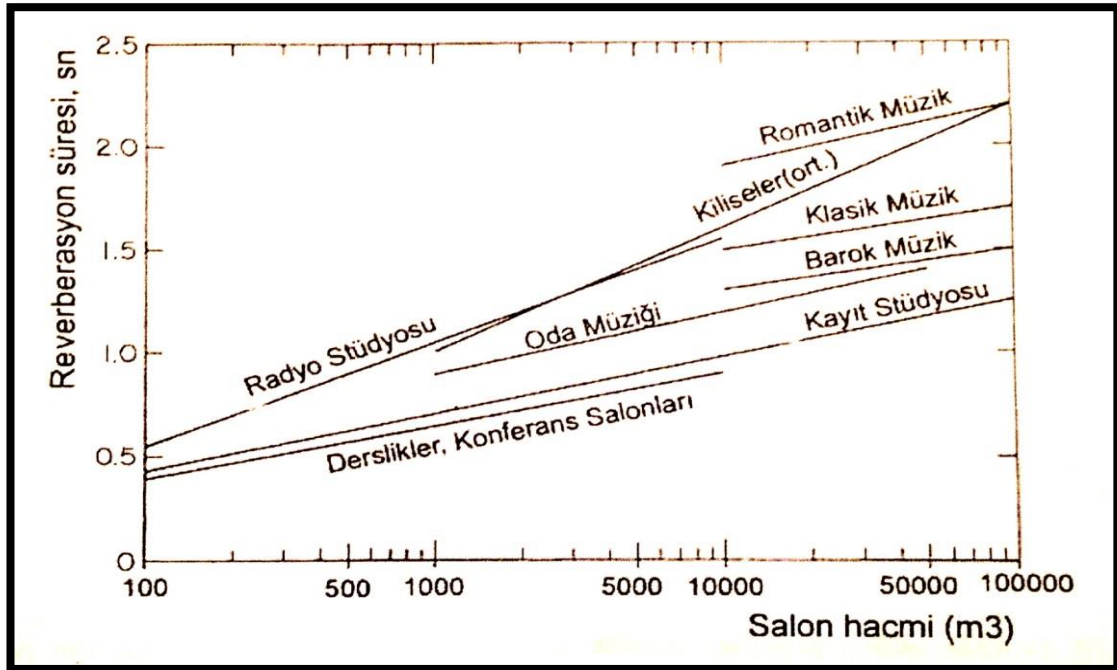
Bir kaynaktan üretilen ses zamanla tamamen kaybolacaktır. Bu ses kapalı mekanların içinde yüzeylere çarparak yansır ve her yansımada biraz daha enerji kaybederek sonunda tamamen kaybolur.

Sesin duyulamayacak kadar azalması için geçen bu süreyi etkileyen bazı kriterler bulunmaktadır ve bu kriterler çınlama süresini de etkilemektedir (Vural, s.17) . Bunlar şu şekilde maddelenebilir;

- i. Sesin öncelikli gücü
- ii. Yutucu yüzeyler veya yansıma boyunca sesin temas ettiği yüzeyle
- iii. Salonun hacmi ve ses yolunun uzunluğu
- iv. Ses dalgaları olgusunun varlığı
- v. Kulağın farklı frekanslara karşı hassasiyeti

Farklı özellik, boyut ve amaçtaki farklı salonlar için tavsiye edilen çınlama süreleri yapılan çalışmalar sonucunda şekillenmeye başlamıştır. Beranek'e göre bu optimum değerler şu şekilde belirtilmiştir (Beranek, 1962).

### Şekil 1.2: Çınlama süresinin optimum değerleri



Kaynak: Beranek, L.L., 1962. Music, Acoustics and Architecture, New York: John Wiley and Sons Inc..

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. GENEL BİLGİLER

Konser salonları, kayıt stüdyoları ve prova odaları gibi kapalı hacimler için akustik konusu müzikal açıdan incelenmekte ve geliştirilmektedir. Bu alanda pek çok farklı araştırma yapılmasına rağmen konservatuar prova odalarının akustiği alanındaki çalışmaların sayısı konser salonu akustiği alanında yapılan çalışmalara kıyasla dünya genelinde azdır (Olsson & Soderstrom & Mestre 2010) (Gunnlugsdottir 2008) (Gade 1981). Ülkemizde ise; bu konuyla ilgili geniş kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır.

Müzikal anlamdaki akustik araştırmalar öncelikle konser salonları için başlamıştır ve çok sayıda araştırmaya ulaşmak mümkündür. Fakat konser salonları ile prova odaları; amaç ve mimari özellikler bakımından farklılık gösterdiği için; konser salonları için yapılan çalışmalar ve önerilen parametre değerlerini referans olarak kullanmak eksik bir yaklaşım olacaktır (Lamberty 1980) (Gunnlugsdottir 2008). Prova odalarında dinleyici etkeni söz konusu olmamaktadır ve bu nedenle sadece müzisyenin kendi duyumu ve kalabalık provalar dikkate alındığında müzisyenlerinin birbirlerini duyumu noktası önem kazanmaktadır (Pieleanu).

Prova odalarını ile performans alanlarının arasındaki farkları 3 ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar; odaların boyutu, odaların kullanım amacı ve odaların kullanım süreleridir.

**Odaların Büyüklüğü:** Prova odaları genelde daha küçük odalardır ve müzisyenin performansı gerçekleştirdiği noktada enstrümandan gelen direkt ses ve yansıyan seslerin arasındaki fark daha az olmaktadır.

**Odaların kullanım amacı:** Prova odaları müzisyenlerin kendilerini duyması için tasarlanan yerlerdir ve dinleyiciye performansı ulaştırma amacı yoktur.

**Odaların kullanım süreleri:** Prova odaları müzisyenlerin neredeyse her gün uzun süreler geçirdiği odalardır. Bu sebeple prova odalarındaki ses müzisyenlerin referansı olmaktadır.

Konser salonlarının akustiğiyle ilgili yapılan çalışmalar prova odaları için yol gösterici olsa da konser salonları için tavsiye edilen parametre değerleri, prova odaları için uygun olmayacaktır.

### **2.1.1. Müzik Prova Odası Akustiği ve Tasarım Kriterleri**

Müzik prova odaları, akustik şartların iyi olma zorunluluğu olan kapalı hacimlere en iyi örneklerden biridir (Gunnlaugsdottir 2008). Bu odalar, mesleki müzik eğitimi boyunca müzisyenlerin en çok vakit geçirdiği alanlardır ve mesleki gelişim sırasında oda içindeki sesin özelliklerinin müzisyen tarafından doğru bir şekilde algılanması hedeflenir (Lamberty 1980). Enstrüman tarafından yaratılan sesin özellikleri hacim içinde korunmalı ve ses odanın cevabıyla bozulmamalıdır. Aksi bir durum müzisyen için yanıltıcı olacak ve oda içinde enstrümanına dair farklı sonuçlar yaratacaktır. Ek olarak, müzik prova odaları için optimal şartlar müzisyen ve enstrümanının özelliklerine göre değişiklik göstermektedir (Rossing 2002) (Şaher 2006) (Gunnlaugsdottir 2008). Bu nedenle, müzik prova odaları tasarlanırken odanın kullanım amacı büyük önem taşımaktadır. Odanın kullanım amacına yönelik olarak; odanın boyutları ve hacmi, ilgili enstrümanın akustik özellikleri ve oda için önerilen akustik parametre değerleri ile oda içindeki malzemelerin seçimi gibi konular müzik prova odalarının tasarımı noktasında önem taşımaktadır.

Müzik prova odası boyutları ve hacmi için, literatürde incelenen çalışmalarda çoğunlukla taban alanı 100 metrekare ve üzeri odalar esas alınmıştır (Fujita & Yamaguchi 1987). Fakat araştırmalar sonucunda görülmüştür ki müzik prova odalarının taban alanları genelde 8 ile 26 metrekare arasında değişmektedir (Olsson & Soderstrom & Mestre 2010). Müzik okulları için tavsiye edilen kişi sayısı ve taban alanları Tablo 2.1'de görülmektedir. (Wenger Corporation 2008).

**Tablo 2.1: Müzik prova odalar için tavsiye edilen taban alanları**

Oda	Kullanım Amacı	Max. Kapasite	Taban Alanı
Küçük Prova	Bireysel çalışma	1 öğrenci	3,3 m <sup>2</sup>
Klavye	Özel dersler, klavye çalışması	2 öğrenci	5,2 m <sup>2</sup>
Küçük grup	Küçük grup çalışmaları ve provalar	4 öğrenci	7,0 m <sup>2</sup>
Orta Grup	Orta Grup çalışmaları ve provalar	6 öğrenci	9,0 m <sup>2</sup>
Topluluk Provası	Grup provaları ve dersleri, bölümler	15 öğrenci	35,0 m <sup>2</sup>

*Kaynak:* Wenger Corporation, 2008. Planning Guide for Secondary School Music Facilities, Minnesota: Wenger Corporation.

Proje kapsamında incelenen müzik prova odalarından MIAM 224 nolu prova odası ve İTÜ trombon prova odası önerilen taban alanı kriterlerine uygundur fakat diğer odaların bu tasarım kriter değer aralıklarından fazla olmadığı görülmektedir. Ülkemizdeki çoğu konservatuarda olduğu gibi proje kapsamında incelenen müzik prova odaları da ilgili tasarım kriterleri dikkate alınmadan tasarlanmıştır odalardır. Bu noktada; müzik prova odalarında akustik paneller ve benzeri malzemeler kullanılarak akustik iyileştirmeye yönelik tasarım müdahaleleri çözüm olabilmektedir. Bu müdahaleler sonucunda akustik kalite artırılabilir fakat ilk tasarım aşamasına göre verimlilik genelde daha düşük olmaktadır.

Prova odalarındaki akustik kaliteyi belirlerken, konser salonlarında olduğu gibi kişisel algıya dayalı parametreler ve ölçülebilir nesnel parametreler incelenmelidir. Ek olarak; bu parametreler sesin özelliği ve müzisyen algısına göre değişiklik göstereceği için enstrümanların akustik özellikleri de önem kazanmaktadır. Bu parametrelerin etkili kullanımı için önerilen optimal değerler mevcuttur ve tasarım aşamasında bu parametrelere önem gösterilmelidir. Bu değerler “2.2 Akustik Parametreler ve Önerilen Değerler” bölümünde paylaşılmıştır.

Bu çalışmada incelenmek üzere için seçilen prova odaları yerine önerilecek yeni oda modellerinde, oda boyutlarına müdahale edilmeyecek ve ilgili enstrümanların özellikleri dikkate alınarak oda içinde akustik düzenlemeler yapılacaktır. Asma tavan ya da benzeri

ek malzemeler ile odanın hacminde değişiklik yapılırsa da bu durum odanın boyutlarının değişmesi olarak değil oda içi düzenlemesi olarak yorumlanacaktır.

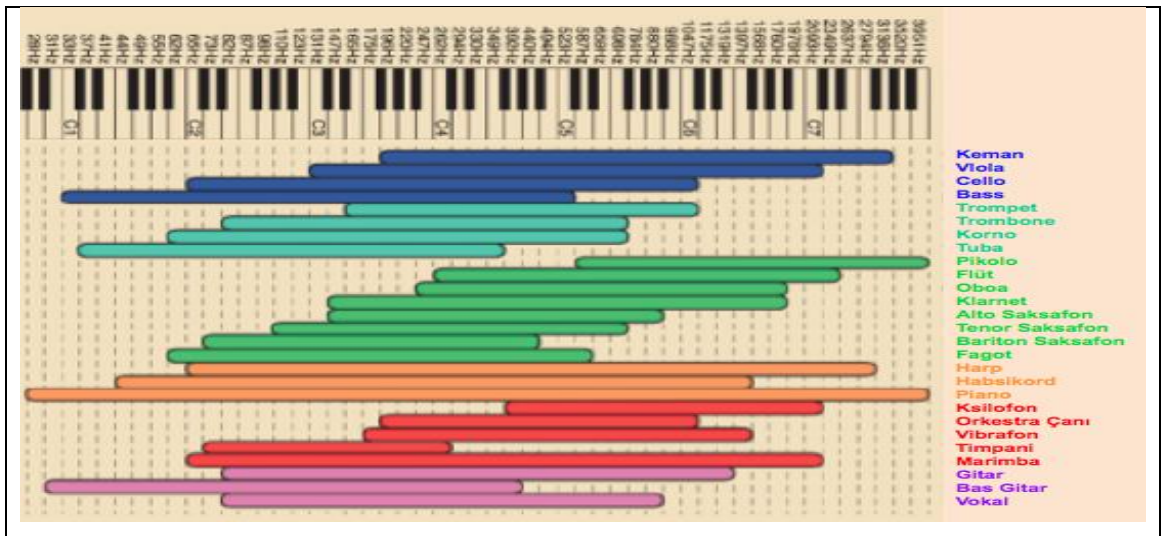
Malzeme seçimi kriteri dikkate alınırken yalıtım önemsenmeyecek, sadece oda içi akustik düzenlemelerine yönelik malzeme kullanımı yapılacaktır.

### 2.1.2. Müzisyen, Enstrüman ve Oda İlişikisi

Ortamdaki sesi konuşurken başlangıç için bir ses kaynağından bahsetmemiz gerekir ve prova odaları incelenirken bu ses kaynağı müzisyenin enstrümanı olmaktadır. Her enstrüman farklı frekans bilgisine ve icraya göre ortalama bir ses basınç seviyesine sahiptir (Egan, 1972). Prova odalarının; her performansa ve her enstrümana cevabı farklı ya da bazı enstrümanlar için benzer olacaktır. Bu bağlamda, müzisyen, enstrüman ve odayı birbirinden bağımsız düşünülmemelidir. Örneğin; odada yansıyan sesin gecikme süresi enstrümana göre değişiklik göstermektedir (Skalevik 2014). Müzisyen, enstrüman ve oda arasındaki bu ilişkiyi sağlamak önemli bir konudur.

Proje kapsamında incelenmek üzere seçilen odalarda; piyano, gitar, flüt, keman, trombon, vibrafon ve timpani provaları yapılmaktadır. Şekil 2.1’de proje kapsamında incelenen enstrümanlar ve ek olarak kullanımı yaygın olan diğer enstrümanlar için frekans bilgileri görülmektedir.

**Şekil 2.1: Yaygın olarak kullanılan enstrümanların frekans bilgileri**



Kaynak: <http://www.har-bal.com/product-information/frequency-chart>

Frekans bilgisinin yanında kullanılan enstrümanların ses basınç seviyeleri de dikkate alınması gereken bir konudur. Enstrüman ses basınç seviyesine göre odanın cevabı ve müzisyen üzerindeki akustik etki değişecektir (Howard & Angus 1996) Bu noktada dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ise; müzisyenlerin prova odalarında bu ses basınç seviyelerine maruz kalma süreleridir. Prova odaları, müzisyenlerin uzun süreler pratik yaptığı odalardır ve yüksek SPL değerlerine maruz kalınan durumlar kalıcı duyum sorunlarına yol açmaktadır.

Bu noktada; arka plan gürültüsü konusu önem kazanmaktadır ve arka plan gürültüsü nedeniyle, prova sırasında müzisyenler daha yüksek ses basınç seviyelerine ulaşabilmektedir (Howard & Angus 1996). Bu çalışmada incelenen prova odalarında ayrıntılı bir yalıtım yapılmamıştır ve gün içerisinde arka plan gürültü seviyesi oldukça yüksektir. Odalarda düşük gürültü seviyeleri genelde yüksek maliyetler gerektirir. Duvarlar, tavan ve havalandırma sistemleri gibi müdahale edilmesi gereken alanlar olmaktadır. Bu nedenle çoğu zaman bu sorun çözümsüz bırakılabilmektedir (Teuber 2010).

Seçilen prova odalarındaki ölçümler konservatuarlarda eğitim olmadığı ve o bölgedeki şartlara göre bina çevresinden gelen gürültünün minimum seviyelerde olduğu saatler seçilerek, gece gerçekleştirilmiştir. Seçilen prova odaları ve akustik iyileştirme amacıyla modellenen alternatif odalar değerlendirilirken Tablo 2.2’de ilgili standartlarca önerilen arka plan gürültüsü değerleri dikkate alınacak ve enstrüman SPL değerlerinin Tablo 2.3’de görülen temsili değerlerde olacağı kabul edilecektir (Sound Advice Note 16 1999).

**Tablo 2.2: Oda tiplerine göre ilgili standartlar tarafından önerilen gürültü seviyeleri**

Oda Tipi	AS107.2000	ANSI.2002	DfES.2002	BB93.2003
Kayıt Stüdyosu	25dBA	-	-	30dBA
Resital Salonu	-	-	25dBA	30dBA
Prova Odası	35dBA	35dBA	30dBA	35dBA
Müzik Odası	40dBA	35dBA	30dBA	35dBA
Grup Prova Odası	45dBA	35dBA	30dBA	30dBA
Bireysel Prova Odası	45dBA	35dBA	30dBA	35dBA
Dinleme Odası	35dBA	35dBA	30dBA	35dBA

*Kaynak: Osman, R., Designing Small Music Practice Rooms for Sound Quality, ICA 2010, Sydney, 2010*

Tablo 2.2’de kısaltmaları kullanılan standartların ayrıntılı bilgisi “Kaynaklar” bölümünde paylaşılmıştır.

Tablo 2.2’ye ek olarak çeşitli odalar için görülen maksimum kabul edilebilir gürültü seviyesi değerlerinin, “*Blatt1: Noise-Rating Curves*” tarafından belirlenen gürültü seviyesi değerleri ile de örtüştüğü görülmektedir (VDI 2081 2001).

- i. Kayıt odaları 15 – 25 dB(A)
- ii. Konser Salonları 25 dB(A)
- iii. Bireysel Prova Odaları 35 dB(A)
- iv. Grup için Prova Odaları 40 dB(A)

Çeşitli enstrüman için temsili SPL değerleri Tablo 2.3’de görülmektedir.



**Tablo 2.3: Çeşitli enstrümanlar için temsili SPL değerleri**

Gürültü Kaynağı	dB
Müzik Öğretisi : Grup Çalışması	
Saksafon - Hoca	93 - 95
Saksafon - Öğrenciler	94 - 96
Müzik Öğretisi: Bireysel Dersler : Hoca Performansı	
Piano vokalli Keman (Küçük çalışma odası)	82
Piano vokalli Keman (Büyük çalışma odası)	76
Keman	84
Flüt	89
Elektronik Gitar	88
Saksafon	95
Trombon	90
Piano	82
Piano Vokali ile Solist	85
Okul Orkestrası	
Öğrenci Trombonu (arka sıra)	94
Öğrenci Perküsyonu	92
Orkestra ile Öğrenci Trompet Solosu	96
Öğrenci Saksafonu (Arka Sıra)	91
Öğrenci Kalrneti (Ön Sıra)	95
Öğrenci Flütü (Ön Sıra)	98
Personel Tuba	92

*Kaynak: Sound Advice Note 16 1999*

Geniş prova odalarında daha düşük seviyelerde performans yapmanın mümkün olduğu gözlenmiştir. Bu odalarda daha yüksek sese sahip olan enstrümanları çalan müzisyenlerin prova yapması önerilmektedir (Sound Advice Note 16, 1999).

Prova odalarının büyüklüğü düşünülürken kişi başına 1.7 metrekareden büyük bir alan önerilmektedir (Karen 1996). Orkestradaki nominal enstrüman sayısı (N);

$$N = V / (100T) \quad (2.1)$$

denklemleri ile bulunmaktadır.

Burada V hacim, T ise çınlama süresidir. Yapılan farklı çalışmalara göre bu hesap (80T) ve (20T) olarak da kullanılmıştır (Skalevik 2012). Prova odalarındaki akustik kaliteyi belirleyen *reverb*, *clarity*, *envelopment* gibi parametrelerin, *Loudness* kontrol altında olmadığına pek bir öneme sahip olmadığı gözlenmiştir (NS 8175:2008 2008).

Müzisyen ve enstrüman özelliğinin tamamen aynı olduğu durumlar için, aynı boyutlu odalarda aynı etkinin olacağını söylemek doğru olmayacaktır. Yapılan araştırmalarda görülmüştür ki; kapalı bir hacim içerisinde performans sergileyen bir müzisyenin aynı boyutlardaki odalarda sergilediği aynı performansın bu odalardaki sesinin farklı ya da farklı boyutlardaki odalarda sergilediği aynı performansın bu odalardaki sesinin aynı duyulması durumu oda boyutlarının akustik parametreleri etkileyen tek oda özelliği olmadığını ortaya koymaktadır (Skalevik 2014). Bu noktada; müzisyen, enstrüman ve oda ilişkisindeki yer alan oda özelliklerinden, sadece oda boyutlarının yeterli bir tasarım kriteri olmayacağı ve odanın akustik özelliklerini belirleyen akustik parametrelerinin önemi görülmektedir.

## 2.2. AKUSTİK PARAMETRELER ve ÖNERİLEN DEĞERLER

Bu parametreleri; öznel akustik parametreler ve nesnel akustik parametreler olarak iki ana başlık altında toplamak mümkündür ve bu parametreler birlikte değerlendirilmelidir. Öznel parametreler için nesnel parametrelerde olduğu gibi kesin sonuçlara ulaşamamakta fakat öznel parametreler, nesnel parametreler ile ilişkilendirilebilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bu parametreleri birbirinden bağımsız ya da sadece birini düşünmek eksik bir yaklaşım olacaktır.

Bu proje kapsamında, bugüne kadar yapılan çeşitli araştırmalarda ve ilgili standartlarda önerilen çınlama süresi değerleri dikkate alınacaktır. Öznel parametreler, kişiye bağlı parametreler olduğu için öneri yapmak doğru olmayacaktır.

### 2.2.1. Çınlama Süresi

Prova odalarının akustik tasarımında müzisyenlerin istekleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bireysel prova odaları düşünüldüğünde, müzisyen performansı sırasındaki her ayrıntıyı duyabiliyor ve gelişim sürecinde yaptığı hataları anlayabiliyor olmalıdır (Pieleanu). Diğer yandan; orkestra provalarının yapıldığı büyük prova odaları düşünüldüğünde müzisyenlerin kendilerini ve birbirlerini doğru duymaları gerekmektedir (Zha & Fuchs & Drotleff 2001). Bu nedenle, müzik prova odasının kullanımına göre önerilen çınlama süresi değerleri farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada; Tablo 2.4’te görülen, müzik okulları ve bu okullardaki prova odaları için ilgili standartlarca verilen çınlama süresi değer aralıkları dikkate alınacaktır. Bu değerler; orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz değerlerinin ortalaması alınarak bulunan değerlerdir.

**Tablo 2.4: Oda tip ve boyutlarına göre ilgili standartlar tarafından önerilen çınlama süreleri**

Oda Tipi	Alan m <sup>2</sup>	Yükseklik m	Hacim m <sup>3</sup>	AS107.20 00	DfES.200 2	BB93.200 3	OCPS.20 03	ANSI S12.60
Müzik Teorisi Odası	50-70	2.4 - 3,0	120 - 210	0.5 - 0.6	0.4 - 0.8	< 1.0	N/A	< 0.6
Grup/Müzik Odası	16-50	2.4 - 3,0	38 - 150	0.7 - 0.9	0.5 - 1.0	0,6 - 1.2	0.5 - 0.7	< 0.6
Resital Odası	50-100	3.0 - 4.4	150 - 400	1.1 - 1.3	1.0 - 1.5	1.0 - 1.5	N/A	N/A
Öğreti / Pratik Odası	6 - 10	2.4 - 3,0	14 - 30	0.7 - 0.9	0.3 - 0.6	< 0.8	< 0.5	< 0.6
Stüdyo kontrol Odası	8 - 20	2.4 - 3,0	19 - 60	0.3 - 0.5	0.3 - 0.5	< 0.5	< 0.6	N/A

*Kaynak: Osman, R., Designing Small Music Practice Rooms for Sound Quality, ICA 2010, Sydney, 2010*

Tablo 2.4’teki ilgili standartların ayrıntılı bilgisi “Kaynaklar” bölümünde paylaşılmıştır.

### **3. KONSERVATUAR PROVA ODALARININ AKUSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÇALIŞMADA İZLENEN YÖNTEMLER**

Önceki bölümlerde incelenen ve günümüze kadar yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda, bir hacmin akustik kalitesini belirlerken öznel ve nesnel parametreler olmak üzere iki ana başlık üzerinden değerlendirme yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda; seçilecek konservatuarlardaki müzisyenlerle anketler yapılarak öznel akustik parametreleri değerlendirmek ve belirlenen prova odalarındaki akustik ölçümler neticesinde istenilen nesnel akustik parametre değerlerine ulaşmak hedeflenmiştir. Gelişen mühendislik yöntemleri ve teknoloji ile beraber, hoparlörler, alıcılar ve yazılımlar yardımıyla yapılacak ölçümler neticesinde prova odalarındaki farklılıkları ve de eksiklikleri ortaya koymak mümkün olsa da, prova odalarında tekrar üretilen bu sesin gerçek deneyimlenen ses ile aynı olmaması durumu söz konusudur. Bu nedenle nesnel ölçümler, yapılacak anketler ile desteklenecektir. Bu sonuçları birbirinden bağımsız düşünmek ya da sadece birini değerlendirmek eksik bir yaklaşım olacaktır.

#### **3.1. PROVA ODALARININ SEÇİLMESİ ve ODA KOŞULLARI**

Anketler ve ölçümlere başlamadan önce gerçekleştirilen alan araştırması sonucunda, farklı boyut ve koşullardaki altı farklı prova odası seçilmiştir. Bu odalar; İTÜ MIAM binasında bulunan 121 numaralı prova odası, 224 numaralı prova odası ve perküsyon prova odası ile İTÜ Türk Müziği Konservatuarı Çalgı Bölümü binasında bulunan trombon odası, perküsyon odası ve konser salonu odalarıdır. Bu odalar seçilirken aşağıda belirtilen kriterler dikkate alınmıştır.

Taban alanı, yükseklik, geometri ve malzeme farklılıklarının oluşu nedeniyle, hacim akustiği değerleri açısından çeşitlilik sağlanıyor olması

- i. Provaların bireysel ya da grup halinde yapılabilir olması
- ii. Odalarda akustik düzenlemenin olup olmaması
- iii. Prova odası boyutlarının literatürde kabul edilebilir olması
- iv. Odaların gün boyunca prova için kullanılabilir olması
- v. Belirli bir enstrüman ya da enstrüman grubu için kullanılıyor olması

### 3.1.1. MIAM 121 Prova Odası

Bu prova odasının seçilmesindeki en önemli etki odanın geometrik yapısı olmuştur. Tavanın yapısı ve tavadaki derin girintilere yerleştirilen pencereler geometrideki farklılığı yaratmıştır. Tavan, beton üzerine sıva + boya ile kısmen ahşap çatıdan oluşmaktadır. Oda duvarları tuğla üzerine sıva + boya, döşemeler ahşap parke ve kapılar ahşaptır. Odada, provalar sırasında duran malzemeler arasında piyanolar, yazı tahtası, dolap, öğrenci sıraları, ışıklandırma ve kalorifer peteği bulunmaktadır.

Şekil 3.1’de gösterilen odanın taban uzunlukları 8.33 metre ve 5.24 metredir. Odanın en yüksek tavan yüksekliği noktası 2.65 metre iken en düşük yükseklik 1.96 metredir. Taban alanı 43.65 metrekare, hacmi ise 137.2 metreküptür.

#### Şekil 3.1: MIAM 121 prova odası görseli



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.1.2. MIAM 224 Prova Odası

Seçilen bu prova odası, MIAM'ın en küçük boyutlu prova odasıdır ve piyano, gitar, yan flüt, keman gibi farklı enstrümanları çalan müzisyenler bu odada prova yapmaktadır. Oda duvarları tuğla üzeri sıva + boya, döşemeler beton üzerine halıfleks, tavan alçıpan asma tavan, pencereler metal doğrama + çift cam, kapılar ise ahşap ve cam malzemeden oluşmaktadır. Odada, provalar sırasında duran malzemeler arasında piyano, ayna, ışıklandırma ve petekler bulunmaktadır.

Şekil 3.2'de gösterilen odanın taban uzunlukları 2.95 metre ve 5.50 metredir. Odanın tavan yüksekliği 2.72 metredir. Taban alanı 16.225 metrekare, hacmi ise 44.13 metreküptür.

### Şekil 3.2: MIAM 224 prova odası görseli



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.1.3. MIAM Perküsyon Prova Odası

Seçilen bu prova odası, sadece perküsyon sınıfındaki enstrümanlar için ayrılan bir odadır ve seçilmesinde en önemli etki belirli bir enstrüman sınıfına ayrılmış olmasıdır. Oda duvarları tuğla üzeri sıva + boya, döşemeler beton üzerine halıfleks, tavan alçıpan asma tavan, pencereler plastik doğrama + çift cam, kapılar ise ahşap malzemeden oluşmaktadır. Odada, provalar sırasında duran malzemeler arasında timpaniler,

ksilofonlar, davul, çeşitli vurmaları, ayna, yazı tahtası, ışıklandırma, akustik paneller, dolaplar ve petekler bulunmaktadır.

Şekil 3.3'de gösterilen odanın taban uzunlukları 5.62 metre ve 8.6 metredir. Odanın tavan yüksekliği 2.86 metredir. Taban alanı 48.33 metrekare, hacmi ise 138.22 metreküptür.

### Şekil 3.3: MIAM perküsyon prova odası görseli



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.1.4. İTÜ Trombon Prova Odası

Seçilen bu prova odası, proje kapsamındaki prova odaları arasında en küçük boyutlu olanıdır. Küçük taban alanı ve yüksek tavan yüksekliği seçilmesindeki en önemli etki olmuştur. Oda duvarları tuğla üzeri sıva + boya, döşemeler ahşap parke, tavan beton üzeri sıva + boya, kapı ise ahşap malzemedir oluşmaktadır. Odada pencere yoktur. Provalar sırasında odada duran malzemeler arasında piyano, ayna, ışıklandırma, akustik paneller ve dolap bulunmaktadır.

Şekil 3.4'te gösterilen odanın taban uzunlukları 2.94 metre ve 3.40 metredir. Odanın tavan yüksekliği 4.26 metredir. Taban alanı 9.96 metrekare, hacmi ise 42.4 metreküptür.

### Şekil 3.4: İTÜ trombon prova odası görseli



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.1.5. İTÜ Perküsyon Prova Odası

Bu prova odasının seçilmesindeki en önemli etki akustik düzenlemeye sahip oluşudur. Ek olarak; belirli bir enstrüman sınıfı için ayrılmış olması da bu odanın proje kapsamında incelenme sebeplerindedir. Oda duvarları tuğla duvar üzeri akustik sünger kaplama, döşemeler ahşap parke, tavan alçıpan asma tavan, kapılar ahşap üzeri sünger kaplama ve pencereler plastik doğrama + çift cam şeklindedir. Provalar sırasında odada duran malzemeler arasında timpaniler, davullar, çeşitli vurmaları, dolaplar, masa, yazı tahtası, ışıklandırma ve petekler bulunmaktadır.

Şekil 3.5'te gösterilen odanın taban uzunlukları 8.12 metre ve 5.71 metredir. Odanın tavan yüksekliği 3.17 metredir. Taban alanı 46.36 metrekare, hacmi ise 147 metreküptür.



### Şekil 3.5: İTÜ perküsyon prova odası görseli



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 3.1.6. İTÜ Konser Salonu Prova Odası

Bu prova odasının seçilme nedeni, diğer odalar ile karşılaştırıldığında en büyük ölçülere sahip oluşu ve müzisyenlerin bireysel provalar dışında grup halinde prova yapıyor olmasıdır. Oda duvarları tuğla üzeri sıva + boya, döşemeler ahşap parke, tavan beton üzeri sıva + boya, kapı ahşap ve pencereler plastik doğrama + çift cam şeklindedir. Provalar sırasında odada duran malzemeler arasında piyano, öğrenci sıraları, yazı tahtası, ışıklandırma ve petekler bulunmaktadır.

Şekil 3.6'da gösterilen odanın taban uzunlukları 11.20 metre ve 6.00 metredir. Odanın tavan yüksekliği 4.41 metredir. Taban alanı 67.2 metrekare, hacmi ise 296.4 metreküptür.

**Şekil 3.6: İTÜ konser salonu prova odası görseli**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Prova odalarının boyutları ayrıntılı olarak Tablo 3.1’de tüm odalar için gösterilmiştir.

**Tablo 3.1: Prova odalarının boyutları**

	Taban Ölçüleri (m)	Yükseklik (m)	Taban Alanı (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )
MIAM 121	5.24 x 8.33 = 43.6	2.65	43.65	137.2
MIAM 224	2.95 x 5.50 = 16.2	2.72	16.225	44.13
MIAM Perküsyon	5.62 x 8.60 = 48.3	2.86	48.33	138.22
İTÜ Trombon	2.94 x 3.60 = 10.6	4.26	9.96	42.4
İTÜ Perküsyon	5.71 x 8.12 = 46.4	3.17	46.36	147
İTÜ Konser Salonu	6.00 x 11.2 = 67.2	4.41	67.2	296.4

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

## **3.2. MÜZİSYEN ANKETİ**

Konservatuvar prova odalarında var olan durumun analizi ve odalarının kullanıcıları olan müzisyen perspektifinin akustik değerlendirme sırasındaki önemi nedeniyle konservatuarlarda eğitim gören müzisyenlerle anketler yapılmıştır. Bu anketler sadece müzisyenler tarafından cevaplandırılacağı için müzisyen anketi olarak isimlendirilmiştir

### **3.2.1. Anketin Hazırlanması**

Anket soruları, mimari akustik alanında daha önce yapılan araştırmalar incelenerek ve konservatuardaki müzisyenlerle yapılan ön görüşmeler dikkate alınarak hazırlanmıştır (Vural 2010) (Cox & Shield 2004).

Akustik parametreler üzerine kurulu olan temsili anketler ön araştırmalar sırasında İTÜ MIAM'da uygulanmış ve müzisyenlerin prova odalarıyla ilgili yorumları ile odalardaki genel durum dikkate alınarak bu ankete ek bölümler gelmiştir. Hazırlanan bu ankette, canlılık, sıcaklık, tonal kalite, anlaşılabilirlik gibi öznel akustik parametreler 1 ile 5 arasında oluşturulan bir ölçek ile değerlendirilmiştir. Bu ölçek içerisinde değerlerin sırasıyla karşılık geldiği durumlar; çok kötü / çok az, kötü / az, kabul edilebilir, iyi ve çok iyi olarak tanımlanmıştır. Anket toplam 8 bölüm ve 25 sorudan oluşmaktadır. Bu bölümler; kişisel bilgiler, prova odası kullanım süresi ve ses yüksekliğine ilişkin sorular, yalıtıma ilişkin sorular, provalar sırasındaki duyuma ilişkin sorular, mimari ve görsel algıya dayalı sorular, akustik parametrelere ilişkin sorular ve son olarak genel değerlendirme bölümleridir.

Anketin bir örneği “Ek1: Müzisyen Anketi” bölümünde verilmiştir.

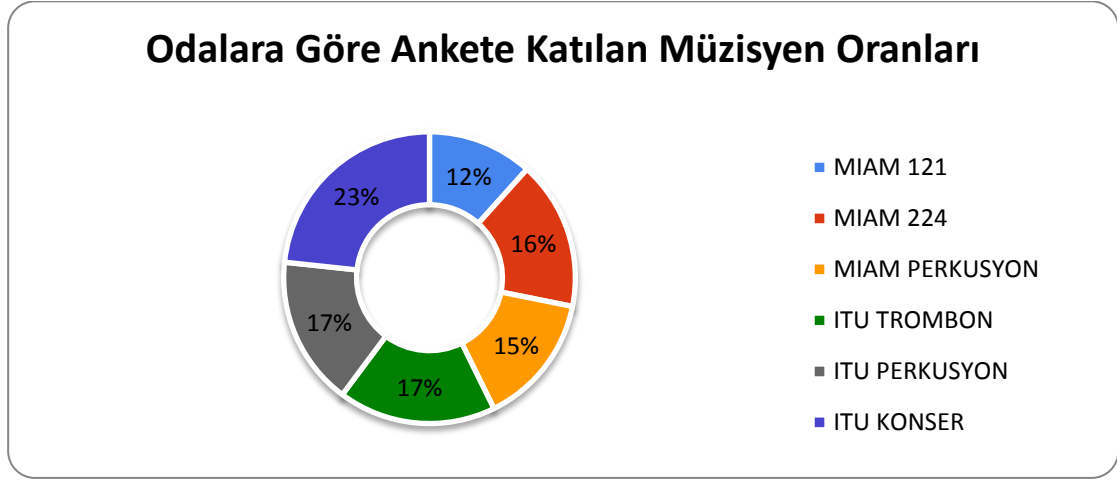
### **3.2.2. Anketlerin Yapılması**

Hazırlanan anketler, herhangi bir yönlendirme söz konusu olmadan müzisyenler ile yüz yüze yapılmış ve anketlerin yapıldığı müzisyenlere ulaşırken, provalarını çoğu zaman proje kapsamında araştırılan odalarda yapan kişiler tercih edilmiştir.

### 3.2.3. Anket Sonuçları

Anketlere toplamda 89 kişi katılmış ve genel durum değerlendirmesi ile beraber her oda için ayrı değerlendirme yapılmıştır. Anketlere katılan müzisyenlerin odalara göre dağılımları Şekil 3.7’de verilmiştir.

Şekil 3.7: Odalara göre ankete katılan müzisyen oranları



Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

İncelenen prova odalarında belli enstrümanları çalan müzisyenler prova yapmaktadır. Odalarda prova yapan müzisyenlerin enstrüman bilgileri ayrıntılı olarak Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Prova odası anketlerine katılan müzisyenlerin odalara göre sayıları ve prova yaptıkları enstrümanları

	MIAM 121	MIAM 224	MIAM Perküsyon	İTÜ Trombon	İTÜ Perküsyon	İTÜ Konser	Toplam
Piyano	7	6	-	6	-	6	25
Gitar	4	4	-	-	-	7	15
Keman	-	-	-	-	-	7	7
Yan Flüt	-	4	-	-	-	-	4
Trombon	-	-	-	9	-	-	9
Timpani	-	-	7	-	8	-	15
Vibrafon	-	-	7	-	7	-	14

Kaynak: Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

MIAM 121 prova odası için anket sonuçları değerlendirildiğinde; odayla ilgili en çok şikayet edilen konunun mimari ve görsel algı olduğu gözlemlenmiştir. Odanın şekli ve oda içindeki düzen müzisyenleri rahatsız etmektedir. Akustik parametrelere ilişkin sorulara verilen cevaplar doğrultusunda ise oda fazla canlı olarak yorumlanmış, karışık bir duyumun olduğu söylenmiş ve tonal kalitenin kabul edilebilir seviyelerde olduğu görülmüştür. Genel değerlendirme sonuçlarına bakıldığında, provaların verimliliği açısından kabul edilebilir bir sonuç gözlemlenirken akustik açıdan değerlendirildiğinde bu sonucun kötü olduğu görülmüştür.

MIAM 121 odası için yapılan anket sonuçlarındaki; canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite parametreleri ve müzisyen sayılarına göre cevapları Tablo 3.3'te görülmektedir.

**Tablo 3.3: MIAM 121 prova odası için canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite anket sonuçlarının ayrıntılı gösterimi**

Canlılık	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı	Sonuç
	-	1	2	7	1	Canlı
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak	Sonuç
	1	-	6	3	1	Orta
Anlaşılabilirlik	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net	Sonuç
	3	6	1	1	-	Karışık
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi	Sonuç
	-	3	7	1	-	Orta

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

MIAM 121 prova odasının anket sonuçları ayrıntılı olarak “Ek 2: MIAM 121 prova odası anket sonuçları” bölümünde paylaşılmıştır.

MIAM 224 prova odası için anket sonuçları değerlendirildiğinde; odada sesin yankılanma süresinin kabul edilebilir olduğu görülmektedir. Müzisyenler tek başına yaptıkları provalar sırasında duyumdan memnun iken toplu provalarda bu sonuç kötü çıkmıştır. Akustik parametrelere verilen cevaplar incelendiğinde, oda sıcak, samimi ve anlaşılabilirlik açısından olumlu değerlendirilmiştir. Odadaki tonal kalite yorumları da aynı şekilde kabul edilebilir seviyelerde çıkmıştır. Müzisyenler odadaki görsel etkiden memnun değildir. Genel değerlendirme sonuçlarına bakıldığında, provaların verimliliği ve de genel akustik değerlendirme müzisyenler açısından kabul edilebilir olarak

yorumlanmıştır.

MIAM 224 odası için yapılan anket sonuçlarındaki; canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite parametreleri ve müzisyen sayılarına göre cevapları Tablo 3.4'te görülmektedir.

**Tablo 3.4: MIAM 224 prova odası için canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite anket sonuçlarının ayrıntılı gösterimi**

Canlılık	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı	Sonuç
	2	3	8	-	1	Orta
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak	Sonuç
	-	-	5	6	3	Sıcak
Anlaşılabilirlik	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net	Sonuç
	-	-	3	7	4	Net
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi	Sonuç
	1	2	7	4	-	Orta

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

MIAM 224 prova odasının anket sonuçları ayrıntılı olarak “Ek 3: MIAM 224 prova odası anket sonuçları” bölümünde paylaşılmıştır.

MIAM Perküsyon prova odası için anket sonuçları değerlendirildiğinde; müzisyenlerin görsel açıdan oldukça rahatsız olduğu görülmüştür. Oda içerisindeki enstrüman kalabalığı ve çalışma şartlarının provaları olumsuz yönde etkilediği bu yorumlara eklenmiştir. Odadaki tonal kalite ve anlaşılabilirlik akustik parametreleri değerlendirildiğinde sonuçların kötü çıktığı görülmektedir. Odadaki yankılanma süresi kabul edilebilir seviyede iken sıcaklık parametresi iyi olarak yorumlanmıştır. Genel değerlendirme sonuçlarına bakıldığında, provaların verimliliği kabul edilebilir seviyelerde iken genel akustik değerlendirme kötü olarak yorumlanmıştır.

MIAM perküsyon odası için yapılan anket sonuçlarındaki; canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite parametreleri ve müzisyen sayılarına göre cevapları Tablo 3.5'te görülmektedir.

**Tablo 3.5: MIAM perküsyon prova odası için canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite anket sonuçlarının ayrıntılı gösterimi**

Canlılık	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı	Sonuç
	1	1	7	5	-	Orta
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak	Sonuç
	-	2	2	8	2	Sıcak
Anlaşılabilirlik	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net	Sonuç
	4	5	3	1	1	Karışık
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi	Sonuç
	5	5	3	1	-	Kötü

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

MIAM perküsyon prova odasının anket sonuçları ayrıntılı olarak “Ek 4: MIAM perküsyon prova odası anket sonuçları” bölümünde paylaşılmıştır.

İTÜ Trombon prova odası için anket sonuçları değerlendirildiğinde; yalıtıma ilişkin memnuniyetsizlik olduğu gözlemlenmiştir. Müzisyenler zaman zaman enstrüman çalım seviyelerini kontrol etme ihtiyacı duysalar da genellikle dışarıdan prova odasına gelen gürültüden şikayet etmektedirler. Odadaki çınlama süresi müzisyenler tarafından yüksek olarak yorumlanırken tonal kalite kötü olarak değerlendirilmiştir. Anlaşılabilirlik ve sıcaklık parametresi kabul edilebilir, samimilik parametresi ise iyi olarak görülmektedir. Genel değerlendirmeler sonucunda, provalarının verimliliği iyi olarak yorumlanırken, genel akustik değerlendirme kötü olarak yorumlanmıştır.

İTÜ trombon odası için yapılan anket sonuçlarındaki; canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite parametreleri ve müzisyen sayılarına göre cevapları Tablo 3.6’da görülmektedir.

**Tablo 3.6: İTÜ trombon prova odası için canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite anket sonuçlarının ayrıntılı gösterimi**

Canlılık	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı	Sonuç
	-	1	4	8	2	Canlı
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak	Sonuç
	2	4	6	3	-	Orta
Anlaşılabilirlik	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net	Sonuç
	1	5	4	1	1	Orta
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi	Sonuç
	1	6	4	4	-	Orta

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

İTÜ trombon prova odasının anket sonuçları ayrıntılı olarak “Ek 5: İTÜ trombon prova odası anket sonuçları” bölümünde paylaşılmıştır.

İTÜ Perküsyon prova odası için anket sonuçları değerlendirildiğinde; yalıtımın kötü olduğu görülmektedir. Müzisyenler dış etkenlerden oluşan gürültüden rahatsız olurken aynı zamanda enstrüman çalım seviyelerini düşük tutma ihtiyacındadır. Odanın yankılanma süresi için verilen cevaplar incelendiğinde oda ölü olarak yorumlanmaktadır. Anlaşılabilirlik ve tonal kalite için kabul edilebilir seviyede bir ortalama çıktığı görülmektedir. Diğer odalarda olduğu gibi bu odada da görsel etki müzisyenleri tatmin etmemektedir. Genel değerlendirmeler sonucunda, provaların verimliliği iyi olarak yorumlanırken, odadaki genel akustik etki kabul edilebilir seviyelerdedir.

İTÜ Perküsyon odası için yapılan anket sonuçlarındaki; canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite parametreleri ve müzisyen sayılarına göre cevapları Tablo 3.7’de görülmektedir.



**Tablo 3.7: İTÜ perküsyon prova odası için canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite anket sonuçlarının ayrıntılı gösterimi**

Canlılık	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı	Sonuç
	1	2	6	5	1	Orta
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak	Sonuç
	3	9	2	1	-	Soğuk
Anlaşılabilirlik	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net	Sonuç
	1	8	5	1	-	Karışık
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi	Sonuç
	6	7	2	-	-	Kötü

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

İTÜ perküsyon prova odasının anket sonuçları ayrıntılı olarak “Ek 6: İTÜ perküsyon prova odası anket sonuçları” bölümünde paylaşılmıştır.

İTÜ Konser Salonu prova odası için anket sonuçları değerlendirildiğinde; müzisyenlerin dış etkenlerden dolayı oluşan gürültüden etkilendiği görülmektedir. Odanın yankılanma süresine verilen cevaplar incelendiğinde oda canlı olarak yorumlanmaktadır. Anlaşılabilirlik, samimilik, sıcaklık ve tonal kalite gibi parametreler bu oda için kötü olarak yorumlanmıştır. Genel değerlendirmeler sonucunda, provaların verimliliği ve genel akustik kalite kabul edilebilir olarak yorumlanmıştır.

İTÜ konser salonu odası için yapılan anket sonuçlarındaki; canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite parametreleri ve müzisyen sayılarına göre cevapları Tablo 3.8’de görülmektedir.

**Tablo 3.8: İTÜ konser prova odası için canlılık, sıcaklık, anlaşılabilirlik ve tonal kalite anket sonuçlarının ayrıntılı gösterimi**

Canlılık	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı	Sonuç
	-	-	2	5	13	Çok Canlı
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak	Sonuç
	-	1	3	9	7	Sıcak
Anlaşılabilirlik	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net	Sonuç
	6	12	1	1	-	Karışık
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi	Sonuç
	5	11	3	1	-	Kötü

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

İTÜ konser salonu prova odasının anket sonuçları ayrıntılı olarak “Ek 7: İTÜ konser salonu prova odası anket sonuçları” bölümünde paylaşılmıştır.

Yapılan anketler sonucunda müzisyenlerin genel olarak prova odalarının akustiğinden memnun olmadığı görülmüştür. En çok memnuniyetsizlik yaratan konunun odaların yalıtımı olduğu gözlemlenmiştir. Bu memnuniyetsizlik, MIAM’da seçilen prova odaları için daha azdır. Müzisyenler genel olarak tek başına yaptıkları provalar sırasında kendilerini rahat duyabilirken, toplu yapılan provalarda tam tersi bir durum söz konusudur. Fakat kendilerini rahat duyuyor olmaları doğru duyuyor anlamına gelmemektedir. Anketler sonucunda öznel akustik parametreler değerlendirildiğinde bu sonuca varmak yanlış olmayacaktır. Odalardaki fiziksel koşullar ve mimari de müzisyenler için büyük oranda tatmin edici değildir.

### **3.3. NESNEL ÖLÇÜMLER**

Proje kapsamında; ISO 3382-1 “Hacim Akustiği Parametreleri Ölçümü” standardı dikkate alınmış ve belirlenen akustik parametrelerin ölçümleri bu standarda uygun ekipmanlarla belirlenen odalarda yapılmıştır.

Prova sırasında odaya ek bir yutuculuk ekleyen müzisyen faktörü ölçümler sırasında göz ardı edilmiştir.

### 3.3.1. Ölçüm Metodolojisi

Ölçümler sırasında kullanılan tüm ekipmanların, deney öncesi ve sonrasında kalibrasyonları yapılmıştır. Ölçümler sırasında kullanılan temel ekipmanlar; diz üstü bilgisayar, ses kartı, ses kaynağı, ölçüm mikrofonu, amplifikatör ve kalibrasyon cihazıdır. Ölçüm ekipmanlarının ayrıntılı bilgisi sırasıyla paylaşılmıştır.

#### 3.3.1.1. Ses kaynağı

Ölçümler sırasında Şekil 3.8’de görülen, Brüel & Kjaer firmasına ait 4292-L modeli, on iki yüzünde hoparlör bulunan küresel (omnidirectional) bir ses kaynağı kullanılmıştır. Bu ses kaynağı, ISO 3382-1 standardına uygun olarak her oktav bant frenkansta ve her yönde sesi yayma özelliğine sahiptir.

#### Şekil 3.8: Ölçümlerde kullanılan ses kaynağı



*Kaynak:* Brüel & Kjaer

Ölçümler sırasında, gereken ses basınç seviyesi değerine ulaşabilmek için, Şekil 3.9’da görülen, Brüel & Kjaer firmasına ait 2734-B model amplifikatör kullanılmıştır.

#### Şekil 3.9: Ölçümlerde kullanılan amplifikatör



*Kaynak:* Brüel & Kjaer

### 3.3.1.2. Mikrofon ve ses kartı

Ses dalgalarını her yönde toplamak için; Şekil 3.10’da görülen, Brüel & Kjaer firmasına ait 2270 tipinde omnidirectional bir mikrofon kullanılmıştır. Bu mikrofon tipi küçük diyaframlıdır ve ölçülecek ses yükseliği değeri için kalibre edilmiştir.

#### Şekil 3.10: Ölçümlerde kullanılan mikrofon



*Kaynak: Brüel & Kjaer*

Mikrofonu kalibre etmek için Şekil 3.11’de görülen, Brüel & Kjaer firmasına ait 4231 modeli kalibrasyon cihazı kullanılmıştır.

#### Şekil 3.11: Ölçümlerde kullanılan kalibrasyon cihazı



*Kaynak: Brüel & Kjaer*

Ölçümler sırasında Şekil 3.12’de görülen MOTU firmasına ait Ultralite MK3 model ses kartı kullanılmıştır. Ultralite MK3 modeli, düz (flat) bir frekans cevabına sahip olup, alanında kabul görmüş bir ses kartıdır.

**Şekil 3.12: Ölçümlerde kullanılan ses kartı**



*Kaynak: MOTU*

### 3.3.1.3. Bilgisayar ve yazılım

Brüel & Kjaer 2270 tipi mikrofon ve Motu Ultralite MK3 ses kartı ile alınan veriler, Şekil 3.13’de görülen, Macbook Pro model bir diz üstü bilgisayardaki Windows işletim sistemine yüklenen Odeon Auditorium v12 yazılımını kullanılarak analiz edilmiş ve akustik parametre değerleri elde edilmiştir.

Ek olarak, bilgisayar ve yazılım yardımıyla ölçülen parametre değerleri aynı noktalarda Brüel & Kjaer BZ-7227 Reverberation Time Software kullanılarak kontrol edilmiş ve güvenilirliği doğrulanmıştır.

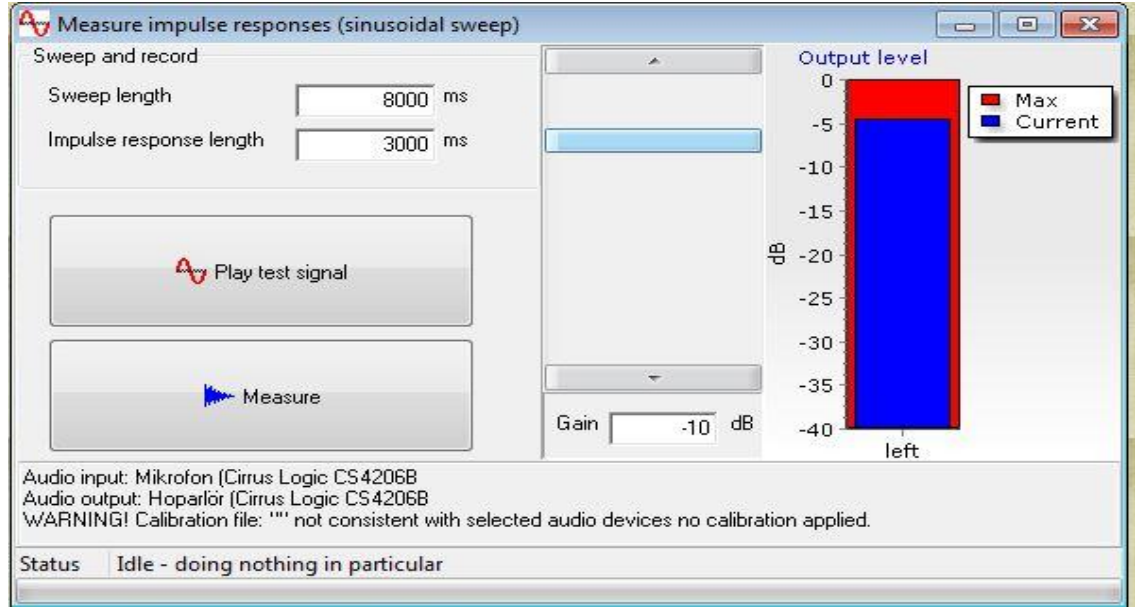
**Şekil 3.13: Ölçümlerde kullanılan diz üstü bilgisayar**



*Kaynak: Apple*

Ölçümler sırasında kullanılan Odeon programının ölçüm ekranı Şekil 3.14’de verilmiştir.

**Şekil 3.14: Odeon ölçüm ekranı temsili gösterim**



Kaynak: Odeon

Odeon yazılımı hakkında ayrıntılı bilgi tezin ilerleyen bölümlerinde verilecektir. Ölçümlerde kullanılan tüm ekipmanların seri numaraları ile birlikte ayrıntılı bilgisi Tablo 3.9’da verilmiştir.

**Tablo 3.9: Ölçümler sırasında kullanılan ekipmanlar ve seri numaraları**

Marka	Model	Açıklama	Seri No
Brüel & Kjaer	2270	Ses Alıcı Sistem	2644591
Brüel & Kjaer	4231	Kalibrasyon Cihazı	3011452
Brüel & Kjaer	4292-L	Omnidirectional Ses Kaynağı	13003
Brüel & Kjaer	2734-B	Amplifikatör	32004
Brüel & Kjaer	BZ-7227	Reverberation Time Software	
MOTU	Ultralite MK3	Ses Kartı	ULM1007303
Apple	Macbook Pro	Laptop	C02F420MDF8X
ODEON A/S	Odeon Auditorium v12	Room Acoustics Software	

Kaynak: Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.2. Ölçümlerdeki Kaynak ve Alıcı Noktaları

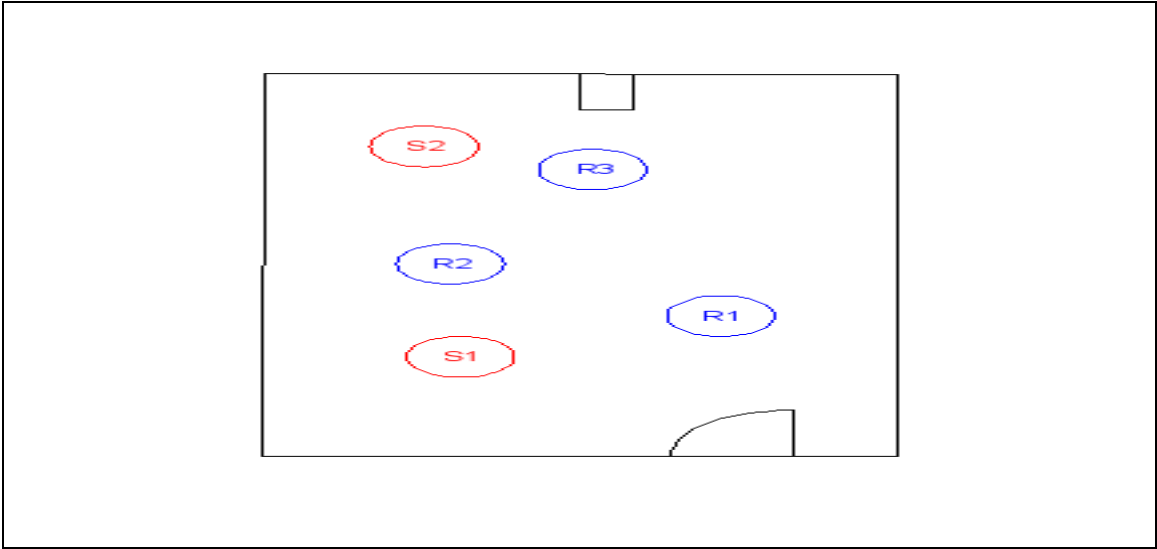
Ölçüm yapılan prova odalarında alıcı ve kaynak noktaları prova odaların büyüklüklerine ve oda içindeki düzene göre belirlenmiştir. Ses kaynağı, ISO 3382-1 standartlarına uygun olarak yerden 1.5 m yüksekliğe koyulmuştur. Aynı şekilde alıcılar da yerden 1.5 m yüksekliğe yerleştirilmiştir.

Prova odalarında seçilen kaynak noktaları ‘S’ harfi ve kırmızı renk, alıcı noktaları ise ‘R’ harfi ve mavi renk ile gösterilmiştir.

#### 3.3.2.1. MIAM 121 prova odası kaynak ve alıcı noktaları

Bu prova odasında, iki kaynak ve üç alıcı noktası Şekil 3.15’teki gibi belirlenmiştir.

**Şekil 3.15: MIAM 121 prova odası kaynak ve alıcı noktaları**

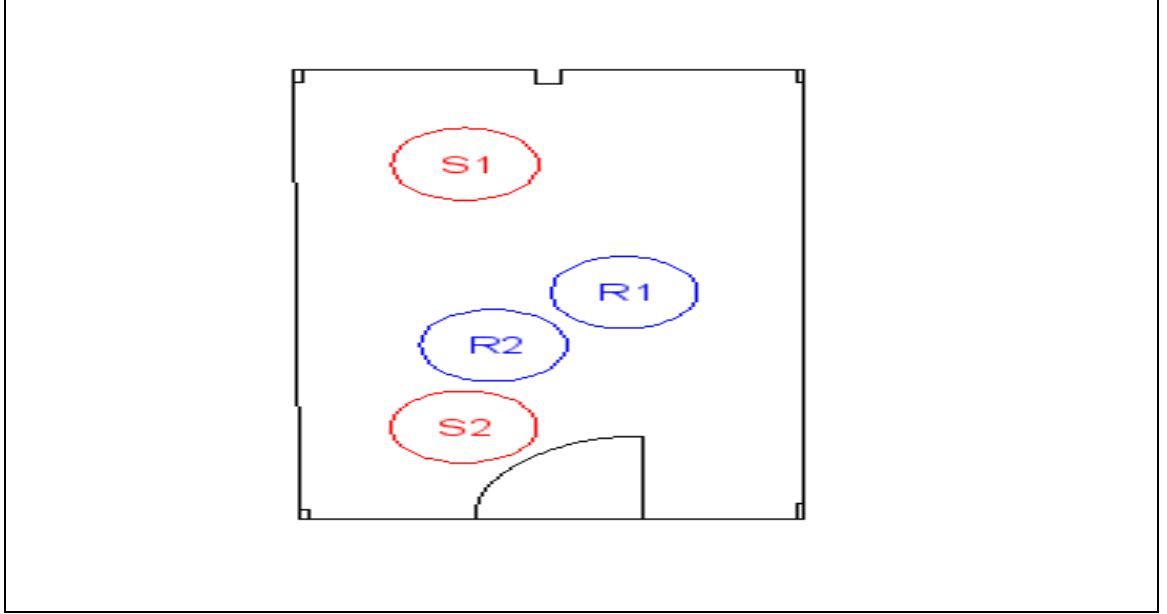


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.2.2. MIAM 224 prova odası kaynak ve alıcı noktaları

Bu prova odasında, iki kaynak ve iki alıcı noktası Şekil 3.16'daki gibi belirlenmiştir.

**Şekil 3.16: MIAM 224 prova odası kaynak ve alıcı noktaları**

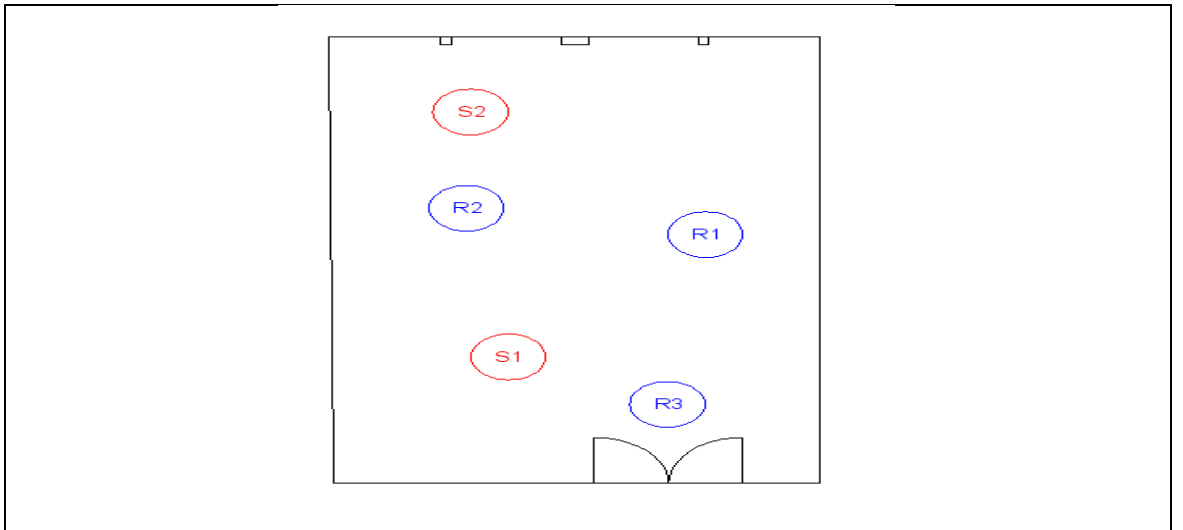


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.2.3. MIAM perküsyon prova odası kaynak ve alıcı noktaları

Bu prova odasında, iki kaynak ve üç alıcı noktası Şekil 3.17'deki gibi belirlenmiştir.

**Şekil 3.17: MIAM perküsyon prova odası kaynak ve alıcı noktaları**



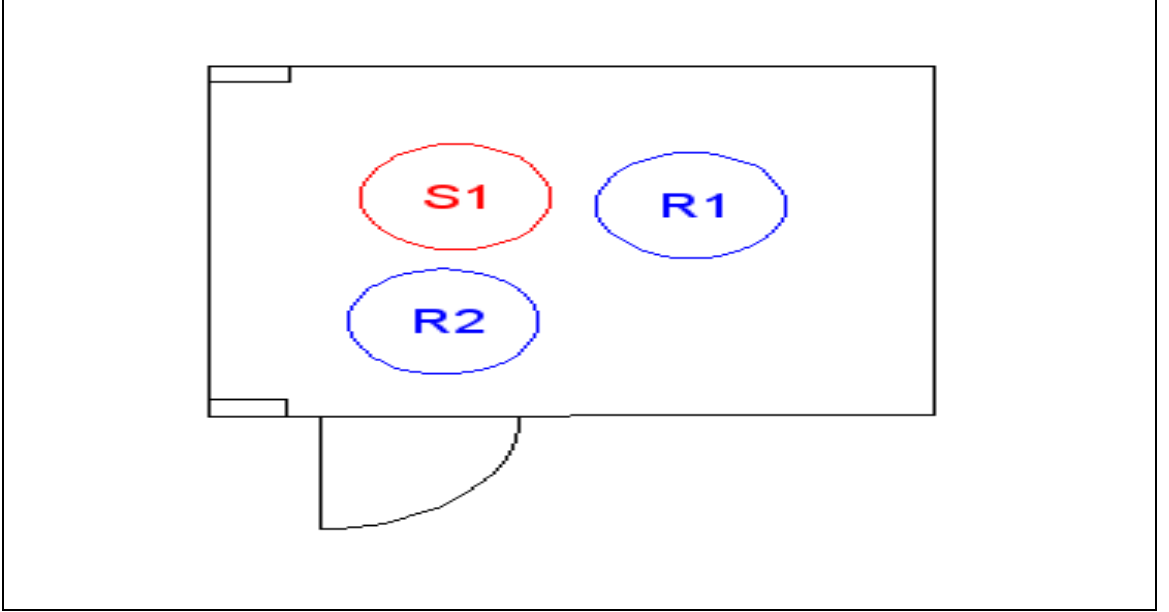
*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.



#### 3.3.2.4. İTÜ trombon prova odası kaynak ve alıcı noktaları

Bu prova odasında, bir kaynak ve iki alıcı noktası Şekil 3.18'deki gibi belirlenmiştir.

**Şekil 3.18: İTÜ trombon prova odası kaynak ve alıcı noktaları**

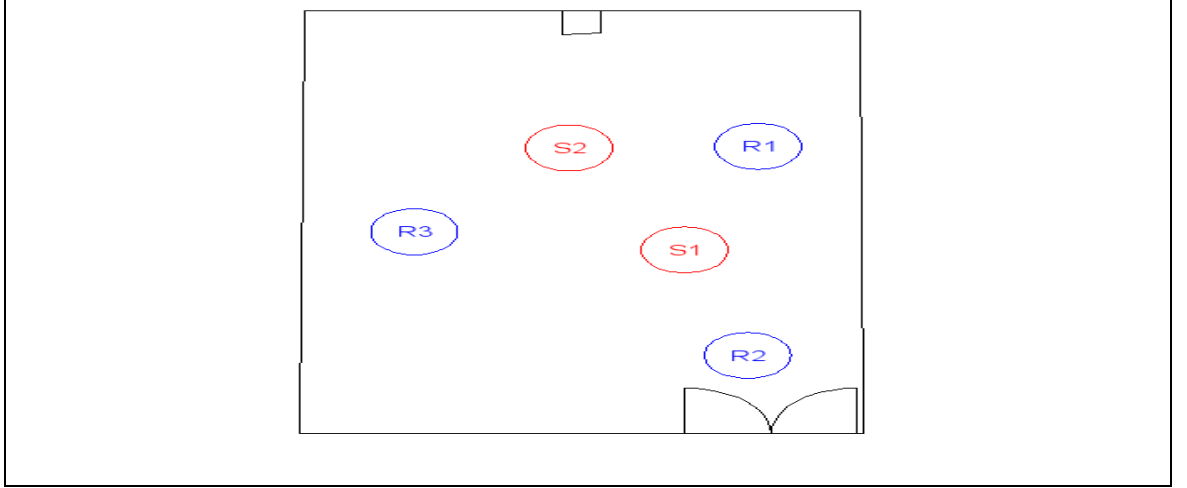


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.2.5. İTÜ perküsyon prova odası kaynak ve alıcı noktaları

Bu prova odasında, iki kaynak ve üç alıcı noktası Şekil 3.19'daki gibi belirlenmiştir.

**Şekil 3.19: İTÜ perküsyon prova odası kaynak ve alıcı noktaları**

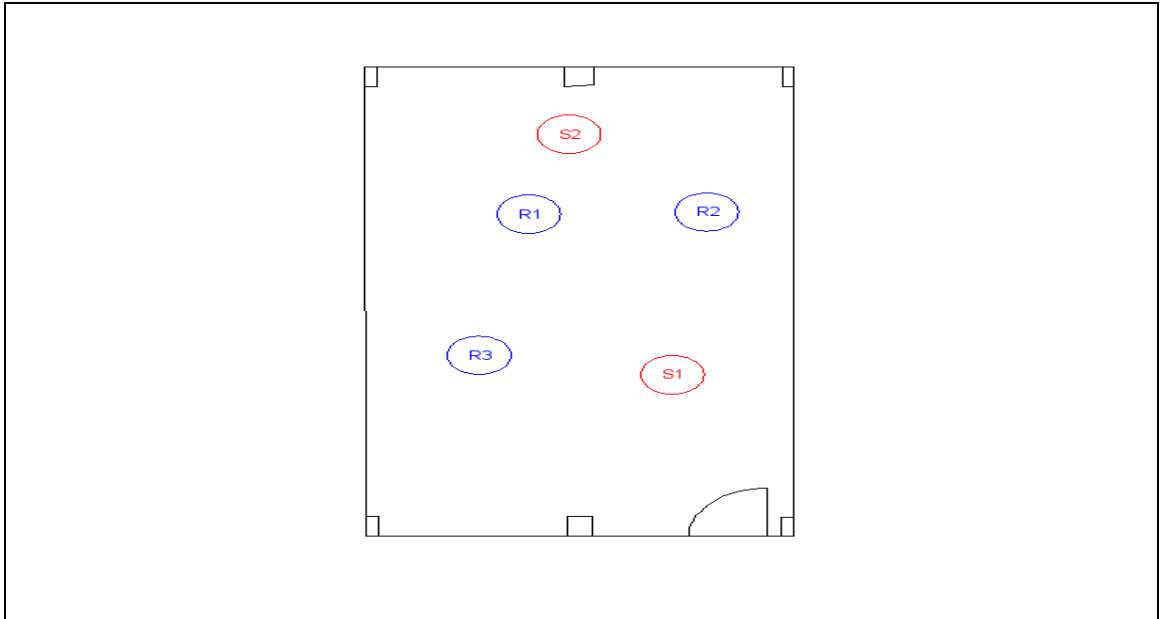


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.2.6. İTÜ konser salonu prova odası kaynak ve alıcı noktaları

Bu prova odasında, iki kaynak ve üç alıcı noktası Şekil 3.20'deki gibi belirlenmiştir.

**Şekil 3.20: İTÜ konser salonu prova odası kaynak ve alıcı noktaları**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.3. Ölçüm Sonuçları

Araştırma kapsamında hedeflenildiği gibi; çınlama süresi (T) parametre değerinin sonuçları, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz ve 8000 Hz oktav bant aralıklarında elde edilmiştir. Çınlama süresi değerleri tüm frekans oktav bantları için yorumlanacak fakat bu çalışma için kabul edilen standartlarda verilen çınlama süresi değerleri orta frekans oktav bantlarındaki çınlama süresi değerlerinin ortalaması olduğu için, çınlama süreleri 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz değerlerinin ortalamasına göre değerlendirilecektir.

Proje kapsamında incelenen parametrelerden T30 değerleri, belirlenen kaynak ve alıcı noktaları için tablolar yardımıyla gösterilmiştir.

#### 3.3.3.1. MIAM 121 prova odası ölçüm sonuçları

Tablo 3.10'da MIAM 121 prova odasında, 2 kaynak ve 3 alıcı için frekanslara göre T30 değerleri ve ortalama değerler görülmektedir.

**Tablo 3.10: MIAM 121 prova odası T30 ölçüm sonuçları**

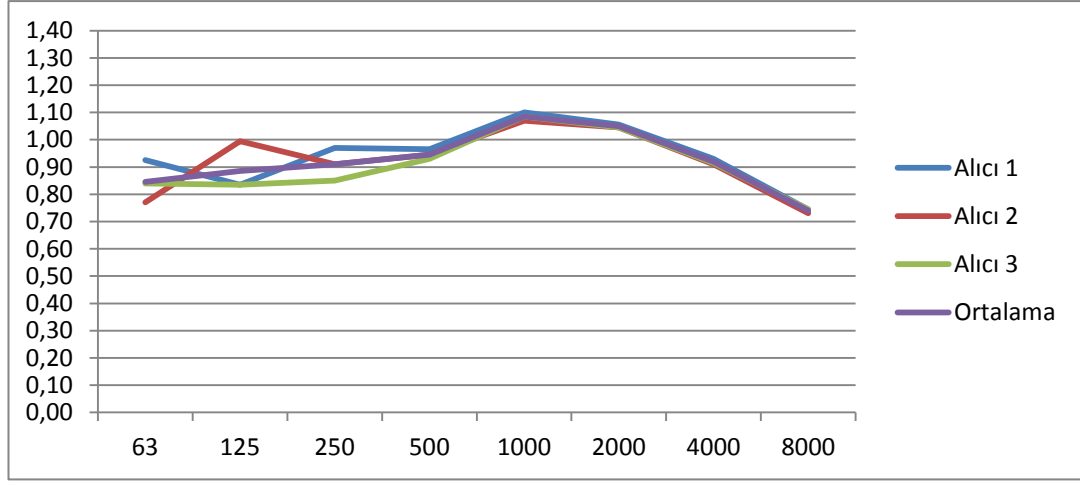
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
f (Hz)	Alıcı 1		Alıcı 2		Alıcı 3		Ortalama	
63	1,01	0,84	0,8	0,74	0,79	0,89	0,87	0,82
125	0,85	0,82	0,96	1,03	0,87	0,8	0,89	0,88
250	0,98	0,96	0,89	0,93	0,89	0,81	0,92	0,9
500	0,96	0,97	0,92	0,97	0,97	0,89	0,95	0,94
1000	1,09	1,11	1,05	1,09	1,06	1,11	1,07	1,1
2000	1,06	1,05	1,05	1,04	1,03	1,06	1,05	1,05
4000	0,94	0,92	0,91	0,91	0,9	0,93	0,92	0,92
8000	0,78	0,71	0,74	0,72	0,75	0,74	0,76	0,72

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Odada seçilen tüm alıcı noktaları için 63 Hz ve 125 Hz frekansların oda içinde değişkenlik görülmektedir. Ortalama değerlerin iki kaynak noktası için de yakın olduğu görülse de 250 Hz ve 500 Hz frekanslarında kaynak noktasının değişime göre homojen olmayan durumlar gözlemlenmiştir. Ölçülen T30 değerleri, ilgili standartlardan sadece BB93 (0,6 – 1,2) 'e göre uygundur. Odadaki en yüksek T30 değerleri orta bölge olan 500, 1000 ve 2000 Hz oktav bantlarındadır.

Her alıcı noktası için ortalama çınlama süresi ile tüm alıcılarının ortalama çınlama süresi Şekil 21’de gösterilmiştir.

**Şekil 3.21: MIAM 121 prova odası alıcı noktalarındaki çınlama sürelerinin ve ortalamalarının frekans oktav bantlarına göre grafiği**



*Kaynak:* Bu Şekil Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

63 Hz ve 125 Hz değerlerindeki oda içi değişkenlik Şekil 3.21’de net bir Şekilde görülmektedir.

### 3.3.3.2. MIAM 224 prova odası ölüm sonuçları

Tablo 3.11’de MIAM 224 prova odasında, 2 kaynak ve 2 alıcı için frekanslara göre T30 değerleri ve ortalama değerler görülmektedir.

**Tablo 3.11: MIAM 224 prova odası T30 lm sonuçları**

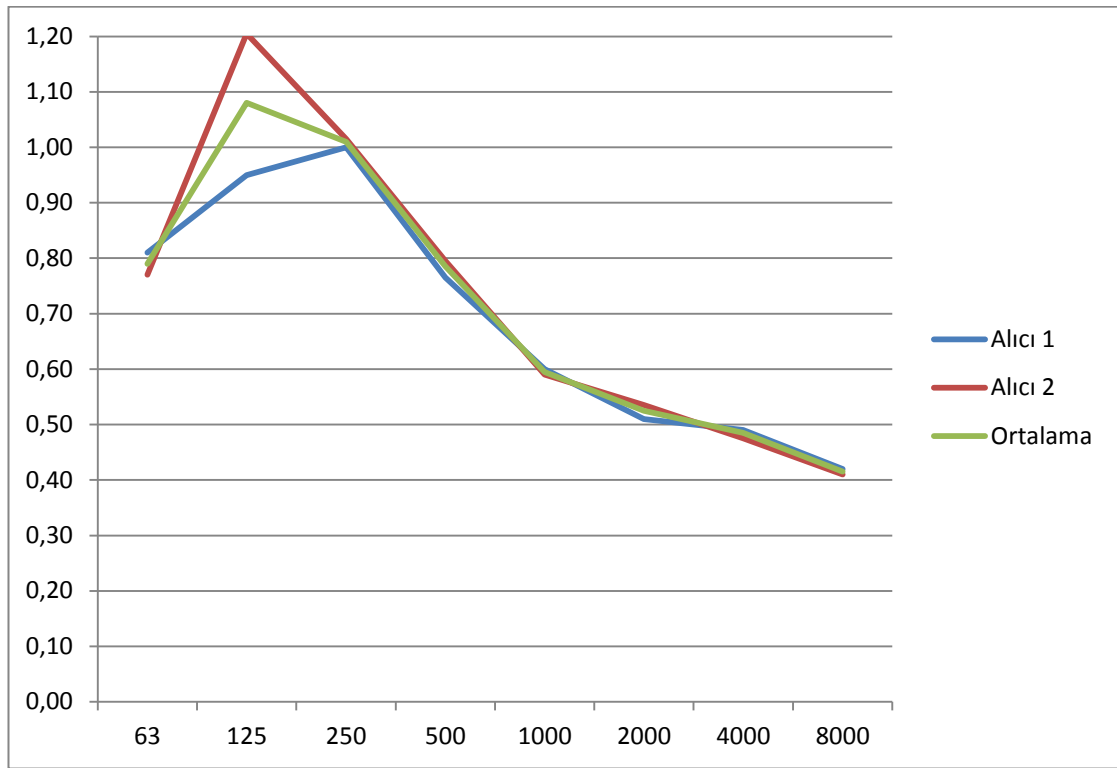
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	S1	S2
f (Hz)	Alıcı 1		Alıcı 2		Ortalama	
63	0,81	0,81	0,75	0,79	0,78	0,8
125	0,89	1,01	1,18	1,23	1,04	1,12
250	0,98	1,02	1	1,03	0,99	1,03
500	0,78	0,75	0,79	0,8	0,79	0,78
1000	0,61	0,59	0,57	0,61	0,59	0,6
2000	0,5	0,52	0,53	0,54	0,52	0,53
4000	0,49	0,49	0,48	0,47	0,49	0,48
8000	0,41	0,43	0,41	0,41	0,41	0,42

*Kaynak:* Bu tablo Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.11'e göre odanın farklı noktalarındaki alıcılar için ölçülen değerlerin 125 Hz dışında birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ölçülen değerlerin, kabul edilen tüm standartlardan sadece ANSI S12.60 (<0,6)'a göre uygun olmadığı görülmektedir fakat bu fark oldukça küçüktür.

Her alıcı noktası için ortalama çınlama süresi ile tüm alıcılarının ortalama çınlama süresi Şekil 3.22'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.22: MIAM 224 prova odası alıcı noktalarındaki çınlama sürelerinin ve ortalamalarının frekans oktav bantlarına göre grafiği**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

125 Hz değerindeki oda içi değişkenlik Şekil 3.22'de net şekilde görülmektedir.

### 3.3.3.3. MIAM perküsyon prova odası ölçüm sonuçları

Tablo 3.12'de MIAM Perküsyon prova odasında, 2 kaynak ve 3 alıcı için frekanslara göre T30 değerleri ve ortalama değerler görülmektedir.

**Tablo 3.12: MIAM perküsyon prova odası EDT ölçüm sonuçları**

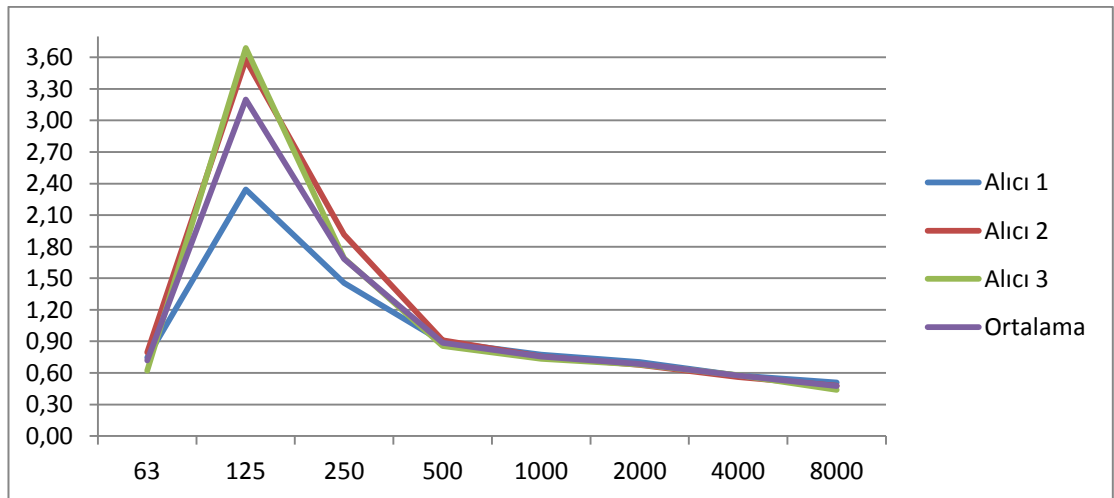
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
f (Hz)	Alıcı 1		Alıcı 2		Alıcı 3		Ortalama	
63	0,65	0,84	0,59	1	0,52	0,72	0,59	0,85
125	2,43	2,26	2,97	4,18	3,07	4,31	2,82	3,58
250	1,36	1,55	1,96	1,87	1,42	1,96	1,58	1,79
500	0,82	0,97	0,87	0,95	0,8	0,91	0,83	0,94
1000	0,76	0,79	0,76	0,75	0,71	0,76	0,74	0,77
2000	0,7	0,71	0,68	0,67	0,67	0,69	0,68	0,69
4000	0,57	0,58	0,56	0,56	0,57	0,59	0,57	0,58
8000	0,51	0,51	0,48	0,48	0,49	0,39	0,49	0,46

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.12’de özellikle 125 Hz olmak üzere oda düşük frekanslarda istenilen değerlerden uzak sonuçlar elde edilmiştir. Odadaki bas ve düşük-orta frekanslarda farklı kaynak ve alıcı noktaları için homojen olmayan sonuçlar elde edilmiş fakat yüksek frekans aralıklarında bu durum gözlenmemiştir. Standartlara göre orta frekans aralıklarındaki ortalama değerler incelendiğinde ölçülen değerlerin istenilen aralıklarla olduğu gözlemlenmiştir.

Her alıcı noktası için ortalama çınlama süresi ile tüm alıcılarının ortalama çınlama süresi Şekil 23’te gösterilmiştir.

**Şekil 3.23: MIAM perküsyon prova odası alıcı noktalarındaki çınlama sürelerinin ve ortalamalarının frekans oktav bantlarına göre grafiği**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

125 Hz değerinin diğer oktav bantlarından farklılığı ve oda içi değişkenlik Şekil 3.22’de net Şekilde görülmektedir. 63 Hz ile 125 Hz oktav bantlarındaki çınlama süresi değerleri oldukça büyük bir fark göstermektedir.

#### 3.3.3.4. İT trombon prova odası ölüm sonuçları

Tablo 3.13’te İT Trombon prova odasında, 2 kaynak ve 2 alıcı için frekanslara göre T30 değerleri ve ortalama değerler görülmektedir.

**Tablo 3.13: İT trombon prova odası T30 lm sonuçları**

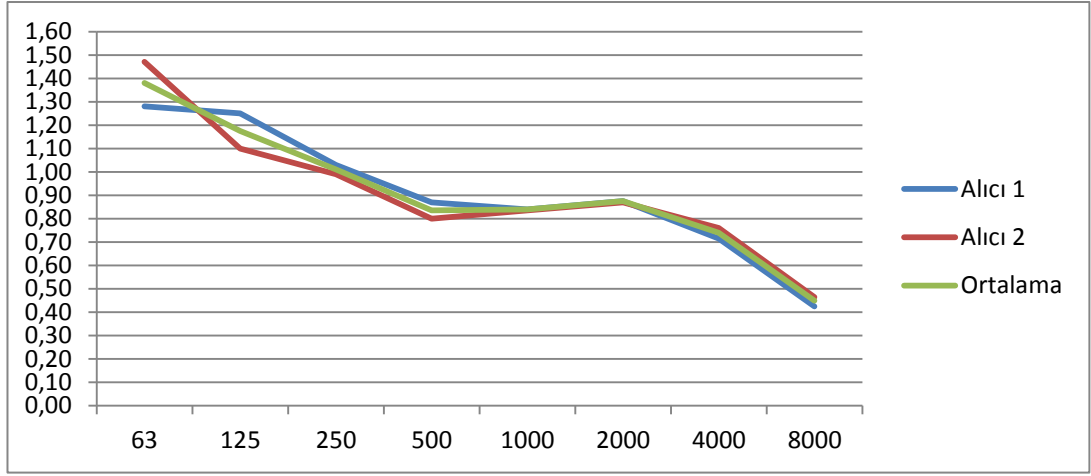
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	S1	S2
f (Hz)	Alıcı 1		Alıcı 2		Ortalama	
63	1,31	1,25	1,14	1,8	1,23	1,53
125	1,28	1,22	1,12	1,08	1,2	1,15
250	1,02	1,04	1,06	0,92	1,04	0,98
500	0,89	0,85	0,79	0,81	0,84	0,83
1000	0,87	0,81	0,85	0,82	0,86	0,82
2000	0,92	0,83	0,88	0,86	0,9	0,85
4000	0,7	0,73	0,77	0,75	0,74	0,74
8000	0,4	0,45	0,45	0,48	0,43	0,47

*Kaynak:* Bu tablo Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen en küçük taban alanı ve hacme sahip oda olmasına rağmen çınlama süresi beklenenin üstünde çıkmıştır. Bu durumun yüksek tavan sebebiyle olduğu dşnlmektedir. Bas ve düşük-orta frekans aralıkları için daha fazla olmak üzere tüm frekans aralıkları için homojen olmayan bir durum söz konusudur. llen değerlerin AS2107 (0,7-0,9) dışındaki hiçbir standarda uygun olmadığı gözlenmiştir.

Her alıcı noktası için ortalama çınlama süresi ile tüm alıcılarının ortalama çınlama süresi Şekil 24’te gösterilmiştir.

**Şekil 3.24: İTÜ trombon prova odası alıcı noktalarındaki çınlama sürelerinin ve ortalamalarının frekans oktav bantlarına göre grafiği**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.3.3.5. İTÜ perküsyon prova odası ölçüm sonuçları

Tablo 3.14'te MIAM Perküsyon prova odasında, 2 kaynak ve 3 alıcı için frekanslara göre T30 değerleri ve ortalama değerler görülmektedir.

**Tablo 3.14: İTÜ perküsyon prova odası T30 ölçüm sonuçları**

T30 (s)	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
f (Hz)	Alıcı 1		Alıcı 2		Alıcı 3		Ortalama	
63	0,72	0,69	0,96	0,76	0,85	0,93	0,84	0,79
125	0,29	0,34	0,3	0,33	0,84	0,38	0,48	0,35
250	0,5	0,44	0,73	0,63	0,58	0,69	0,6	0,59
500	0,44	0,34	0,36	0,51	0,43	0,61	0,41	0,49
1000	0,43	0,38	0,39	0,39	0,4	0,35	0,41	0,37
2000	0,39	0,41	0,45	0,42	0,51	0,36	0,45	0,4
4000	0,39	0,45	0,48	0,45	0,5	0,36	0,46	0,42
8000	0,28	0,38	0,36	0,39	0,45	0,29	0,36	0,35

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

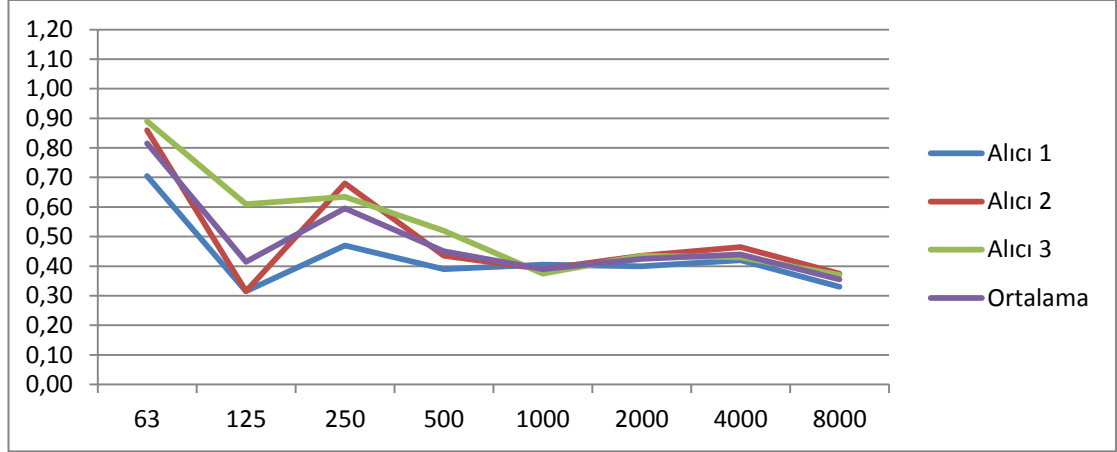
Oda içerisinde farklı kaynak ve alıcı noktaları için tüm frekanslarda değişken sonuçlar elde edilmiş ve ortalama ölçüm değerlerinin ANSI S12.60 dışındaki standartlara göre önerilenin altında değerler olduğu gözlemlenmiştir. Bu odanın diğer incelenen odalardan daha düşük T30 değerleri vermesi tüm yüzeylerin emici süngerler ile kapatılmış olması nedeniyle beklenen bir sonuçtur fakat oda içindeki çınlama süresi



kontrolü ilgili standartlara göre istenilen seviyenin altında kalmıştır..

Her alıcı noktası için ortalama çınlama süresi ile tüm alıcılarının ortalama çınlama süresi Şekil 25’te gösterilmiştir.

**Şekil 3.25: İTÜ perküsyon prova odası alıcı noktalarındaki çınlama sürelerinin ve ortalamalarının frekans oktav bantlarına göre grafiği**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Düşük frekanslarda oda içinde düzensizlik olduğu Şekil 3.25’te görölmektedir.

### 3.3.3.6. İTÜ konser salonu prova odası ölçüm sonuçları

Tablo 3.15’de İTÜ Konser Salonu prova odasında, 2 kaynak ve 3 alıcı için frekanslara göre T30 değeri ve ortalama değeri görölmektedir.

**Tablo 3.15: İTÜ konser salonu prova odası T30 ölçüm sonuçları**

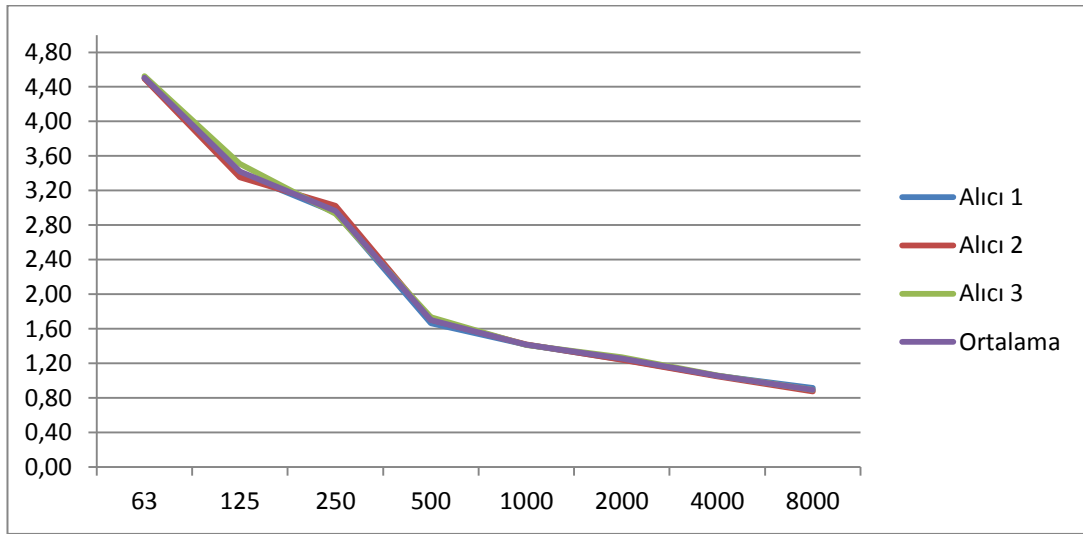
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
f (Hz)	Alıcı 1		Alıcı 2		Alıcı 3		Ortalama	
63	4,49	4,51	4,51	4,48	4,33	4,72	4,44	4,57
125	3,39	3,41	3,29	3,42	3,62	3,4	3,43	3,41
250	2,98	2,91	2,81	3,24	3	2,86	2,93	3
500	1,62	1,71	1,69	1,72	1,85	1,62	1,72	1,68
1000	1,41	1,42	1,41	1,43	1,42	1,4	1,41	1,42
2000	1,24	1,25	1,25	1,23	1,25	1,29	1,25	1,26
4000	1,09	1,02	1,03	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05
8000	0,85	0,98	0,79	0,96	0,82	0,97	0,82	0,97

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Yapılan ölçümlere göre düşük frekanslarda oldukça yüksek T30 değerleri görülmektedir. Orta frekans oktav bantlarında ise oda boyutları ve oda kullanımına göre ilgili standartlarca verilen çınlama süresi değerlerine uygunluk görülmektedir.

Her alıcı noktası için ortalama çınlama süresi ile tüm alıcılarının ortalama çınlama süresi Şekil 26’te gösterilmiştir.

**Şekil 3.26: İTÜ konser salonu prova odası alıcı noktalarındaki çınlama sürelerinin ve ortalamalarının frekans oktav bantlarına göre grafiği**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.4. PROVA ODALARINDAKİ GENEL DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan anketler, ölçümler ve akustik analizler sonucunda görülmüştür ki seçilen prova odalarından MIAM perküsyon ve İTÜ konser salonu prova odaları ilgili standartların tümüne uygunluk sağlamaktadır. Ek olarak; MIAM 224 prova odası ise ANSI S12.60 dışındaki tüm standartlara göre uygun çınlama süresi değerlerine sahiptir. Yapılan anketlerde görülmektedir ki bu odalar ilgili standartlara göre uygun çınlama süresi değerlerine sahip olsa da müzisyen perspektifinden değerlendirildiğinde akustik açıdan yetersiz bulunmuştur. Ek olarak; müzisyenlerin performansları olumsuz yönde etkileyen dış etmenlerden doğan gürültü de dikkate alınması gereken başka önemli bir konu olarak tüm odaların anket sonuçlarında görülmüştür.

### **3.5. PROVA ODALARININ ÜÇ BOYUTLU MODELİ VE AKUSTİK ANALİZİ**

Seçilen prova odalarındaki genel durumu incelemek için yapılan anketler ve akustik ölçümlerin ardından bu odaların üç boyutlu tasarımları yapılarak Odeon yazılımı yardımıyla araştırılan akustik parametre değerleri incelenmiştir. Bunda amaç; yapılan ölçümler sonucunda elde edilen parametre değerleri ile Odeon yazılımı kullanılarak elde edilen parametre değerlerini karşılaştırmaktır.

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, proje kapsamında hedeflenen yeni prova odalarının tasarımı ve bu odaların Odeon yazılımı yardımıyla ilgili enstrüman için simüle edilerek müzisyenler tarafından değerlendirilmesi aşamasından önce, gerçek ölçüm değerleri ile ODEON modellerinin değerleri karşılaştırılmış ve ölçüm değerleri baz alınarak ODEON modelleri kalibre edilmiştir.

Bu proje kapsamında incelenen prova odalarında bulunan malzemelerin yutuculuk katsayılarının doğru tahmininde yaşanılacak zorluklar, oda içerisindeki kullanımları ve düzensiz dağılımları nedeniyle, gerçek ölçüm sonuçları ve bilgisayar ortamında yapılan akustik analizler değerlendirilirken yüzde 10'a kadar olan hata oranı kabul edilebilir olacaktır.

#### **3.5.1. Prova Odalarının Üç Boyutlu Modellenmesi**

İncelenecek prova odalarının seçimi tamamlandıktan sonra, tüm bu odaların röleveleri alınmış ve oda içerisinde bulunan her malzemenin boyutlarıyla malzeme tipi not edilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda prova odalarının üç boyutlu tasarımı için 3DStudio Max programı kullanılmıştır.

Odaların üç boyutlu tasarım süreci tez kapsamında ayrıntılı olarak anlatılmayacaktır. Bu tasarımlar, seçilen prova odalarının bilgisayar ortamında akustik analizinin yapılabilmesi için zorunludur ve ihtiyaç duyulan tasarım ayrıntıları akustik analizler anlatılırken belirtilecektir. Bu aşamayla ilgili olarak bilinmesi gereken önemli konulardan biri, çizimlerin 3D surfaces (3DFACE) olarak çizilmesi gerektiğidir. Akustik analizler sırasındaki format uyumluluğu nedeniyle bu tasarımların 'export' aşamasında '.3ds' uzantısı seçilmiştir. Prova odalarından İTÜ Perküsyon prova odası

için temsili olarak “Vray Render” işlemi gerçekleştirilmiş ve üç boyutlu görseli Şekil 3.27’de paylaşılmıştır. Bu işlem diğer odalar için yapılmayacaktır.

### Şekil 3.27: İTÜ perküsyon prova odasının üç boyutlu tasarım görseli



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 3.5.2. Prova Odalarının Akustik Analizi

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, ölçüleri alınan ve üç boyutlu çizimleri yapılan prova odalarının akustik analizleri için Odeon Auditorium v12 programı tercih edilmiştir. Odeon, hem akademik hem de ticari alanda tercih edilen bir akustik analiz programı olarak uzun yıllardır alanında kabul görmüştür.

Odaların akustik analiz sonuçları verilmeden önce Odeon yazılımının kullanımına dair bilgiler verilecektir. Bu aşamalar seçilen tüm prova odaları için aynı şekilde uygulanmıştır. Bu nedenle, bu aşamalar tüm odaları kapsayan bir şekilde yol göstermesi için anlatılacak ve prova odalarının direkt olarak akustik analiz sonuçları verilecektir. Bu aşamalar sırasıyla şu şekildedir;

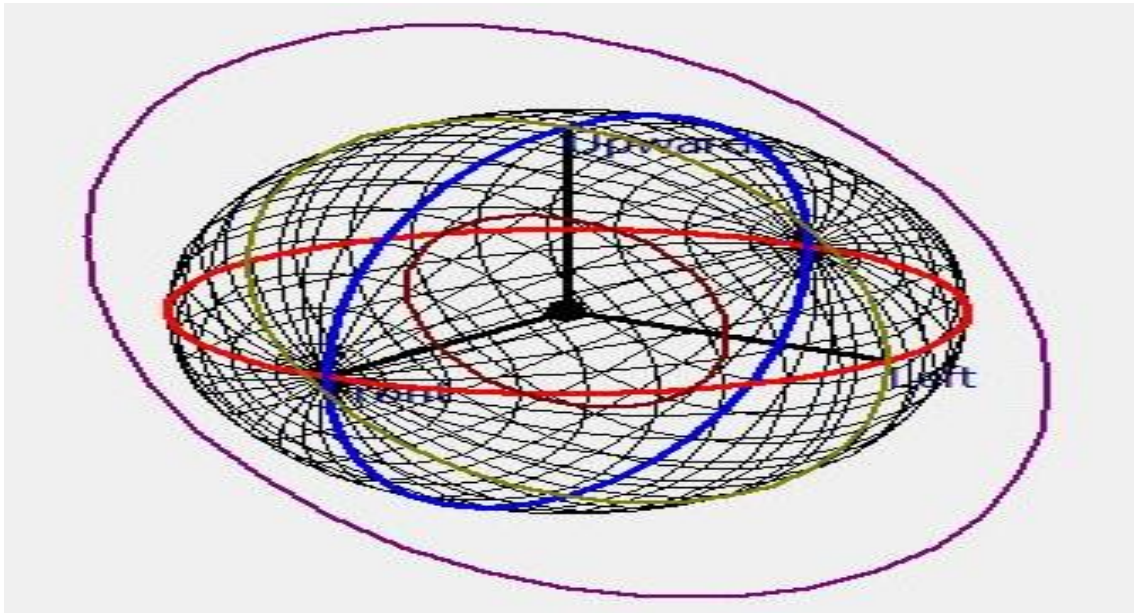
- i. Analiz yapılacak odanın üç boyutlu tasarımı ‘.3ds’ uzantılı olarak Odeon programına ‘import’ edilmiştir.
- ii. ‘Set Materials’ bölümüne girilerek tüm yüzeyler için istenilen malzeme ataması yapılmıştır.

- iii. 'Source and Receivers' bölümüne girilerek uygun tiplerde kaynak ve alıcılar daha önce belirtilen ölçüm noktalarına yerleştirilmiştir.
- iv. Üç boyutlu tasarımlarda herhangi bir sorun olma ihtimaline karşı '3D Investigate Rays' aracı kullanılarak oda içinden dışarıya herhangi bir kaçak olup olmadığı kontrol edilmiş ve '3D Billard' aracı kullanılarak oda içindeki yansımalar incelenmiştir.
- v. 'Job List' aracı kullanılarak, her kaynak ve alıcı noktası için ayrı iş tanımları yapılmış ve her biri analiz edilerek ölçüm sonuçlarına ulaşılmıştır.

Odaların üç boyutlu tasarımları yapılırken, aynı malzemeden oluşan yüzeyler gruplanarak layerlar oluşturulmuştur. Örneğin; tüm duvarların 'Duvar' olarak isimlendirilerek 'Duvar' layerı oluşturmak gibi. Bu durum, Odeon yazılımına 'import' edilen modeldeki yüzeylere malzeme ataması yapılırken, 'Set Layer' aracı kullanılarak sadece duvarların seçilmesini ve istenilen malzemenin bu yüzeylerin hepsine atanabilmesini sağlamaktadır.

Akustik analizler yapılırken ses kaynağı olarak gerçek ölçümler sırasında kullanılan ve standartlara uygun olarak Şekil 3.28'de görüldüğü gibi omnidirectional bir kaynak seçilmiştir.

**Şekil 3.28: Kullanılan omnidirectional (her yöne) ses kaynağı modeli**



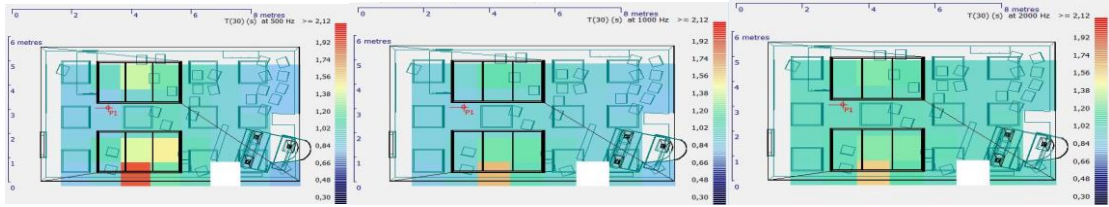
Kaynak: Odeon

Akustik analiz sonuçları tüm kaynak ve alıcı noktalarında incelenen tüm parameteler için ekler bölümünde ayrıntılı olarak paylaşılmıştır. Bu bölümde; 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz orta frekans değerleri için grid yöntemi kullanılarak T30 değerleri verilmiş ve ek olarak tüm frekanslar için gerçek ölçüm değerleri ile karşılaştırma tabloları paylaşılmıştır.

### 3.5.2.1. MIAM 121 prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması

Şekil 3.29'da orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için oda içindeki durum görülmektedir.

**Şekil 3.29: MIAM 121 prova odası için orta frekans T30 analiz sonuçları**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Odanın geometrisinden kaynaklı olarak beklenildiği gibi tavadaki girintilerin olduğu bölgelerde oda içindeki genel durumdan farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu bölgeler dışında genel olarak homojen bir dağılım olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.16: MIAM 121 prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin karşılaştırılması**

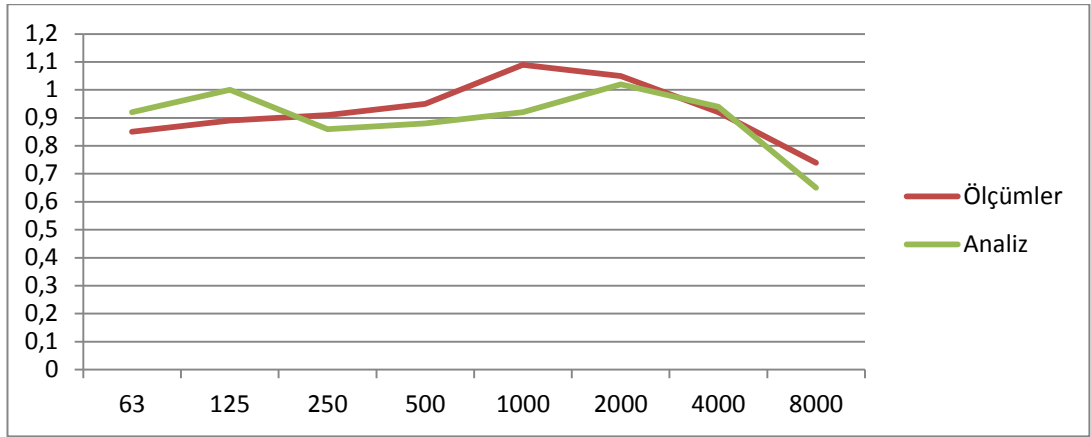
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	Ortalama	
f (Hz)	Ölçümler		Analiz		Ölçümler	Analiz
63	0,87	0,82	0,92	0,92	0,85	0,92
125	0,89	0,88	1,01	0,99	0,89	1
250	0,92	0,9	0,86	0,86	0,91	0,86
500	0,95	0,94	0,88	0,88	0,95	0,88
1000	1,07	1,1	0,9	0,93	1,09	0,92
2000	1,05	1,05	1,02	1,02	1,05	1,02
4000	0,92	0,92	0,94	0,94	0,92	0,94
8000	0,76	0,72	0,65	0,65	0,74	0,65

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.16 incelendiğinde ölçüm ve akustik analiz sonuçlarının 125 Hz, 1000 Hz ve 8000 Hz dışında belirlenen yüzde 10'luk hata payı sınırları içinde olduğu görülmektedir.

Akustik analiz sonuçları ile gerçek ölçüm değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 3.30'da gösterilmiştir.

**Şekil 3.30: MIAM 121 prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin grafiksel karşılaştırılması**

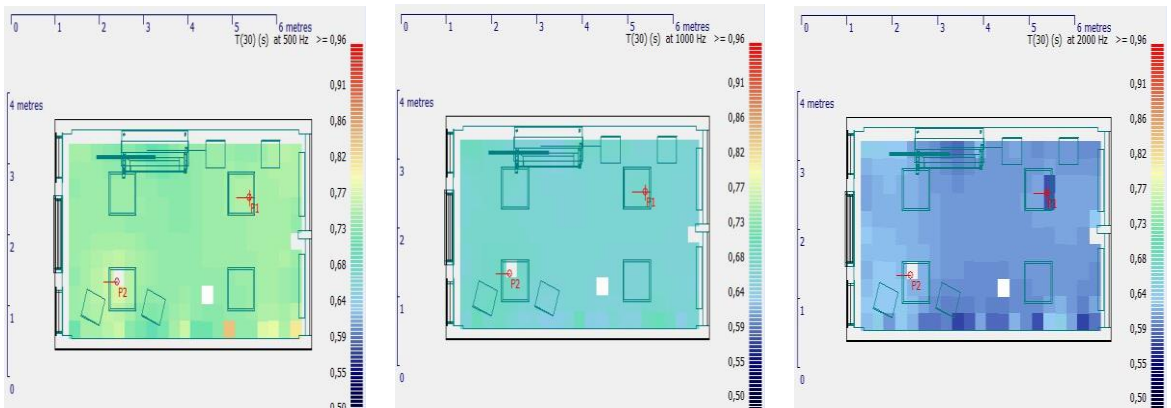


Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.5.2.2. MIAM 224 prova odası simülasyonun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması

Şekil 3.31'de, orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için oda içindeki durum görülmektedir.

**Şekil 3.31: MIAM 224 prova odası için orta frekans T30 analiz sonuçları**

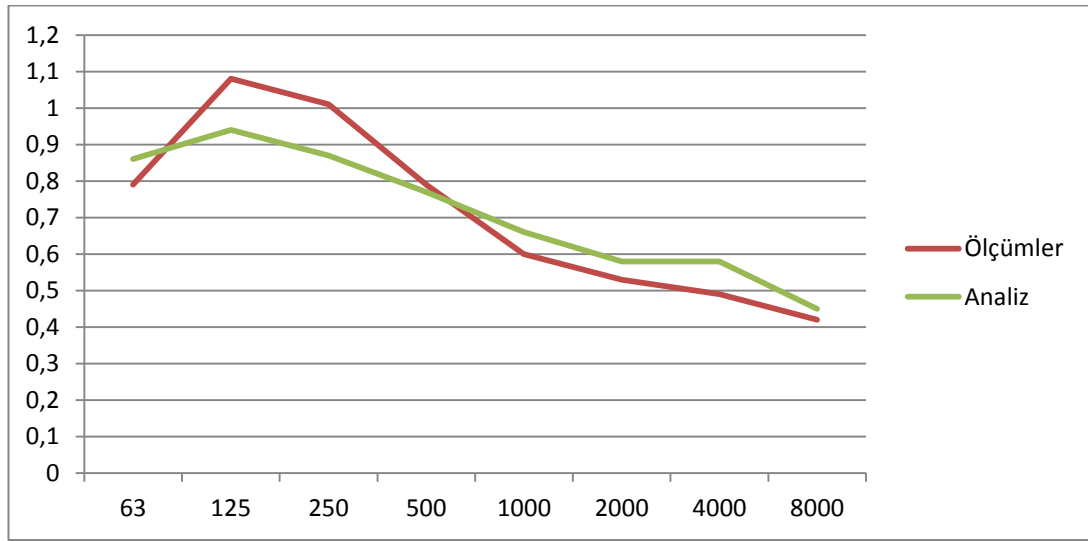


Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

1000 Hz frekans değeri için oda içinde homojen bir durum gözlemlenirken 500 Hz ve 2000 Hz frekanslarındaki analiz sonuçlarında ufak da olsa odanın değişik bölgelerinde farklılıklar söz konusudur.

Akustik analiz sonuçları ile gerçek ölçüm değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 3.32'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.32: MIAM 224 prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 3.17: MIAM 224 prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin karşılaştırılması**

T30 (s)	S1	S2	S1	S2	Ortalama	
f (Hz)	Ölçümler		Analiz		Ölçümler	Analiz
63	0,78	0,8	0,86	0,85	0,79	0,86
125	1,04	1,12	0,93	0,94	1,08	0,94
250	0,99	1,03	0,83	0,91	1,01	0,87
500	0,79	0,78	0,74	0,79	0,79	0,77
1000	0,59	0,6	0,67	0,64	0,6	0,66
2000	0,52	0,53	0,61	0,55	0,53	0,58
4000	0,49	0,48	0,55	0,6	0,49	0,58
8000	0,41	0,42	0,45	0,45	0,42	0,45

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

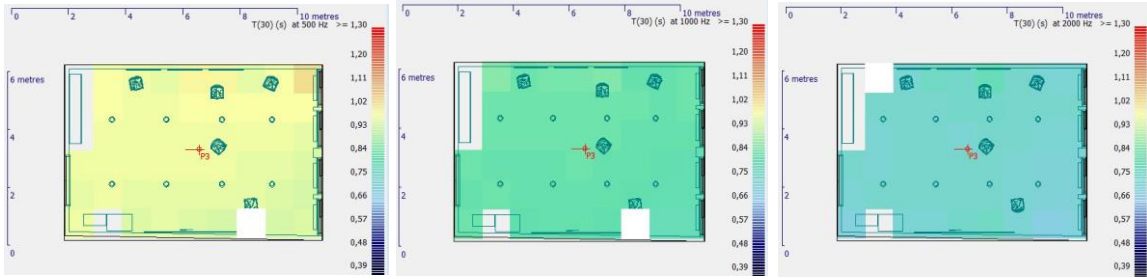


Ölçümler ve akustik analiz sonuçları Tablo 3.17’de incelendiğinde 125 Hz, 250 Hz ve 4000 Hz frekans değerlerinde belirlenen hata payının geçildiği görülmektedir fakat fark oldukça azdır.

### 3.5.2.3. MIAM perküsyon prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması

Şekil 3.33’te orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için oda içindeki durum görülmektedir.

**Şekil 3.33: MIAM perküsyon prova odası için orta frekans T30 analiz sonuçları**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Oda içerisinde T30 analiz sonuçlarında genel olarak homojen bir dağılım olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 3.18: MIAM perküsyon prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin karşılaştırılması**

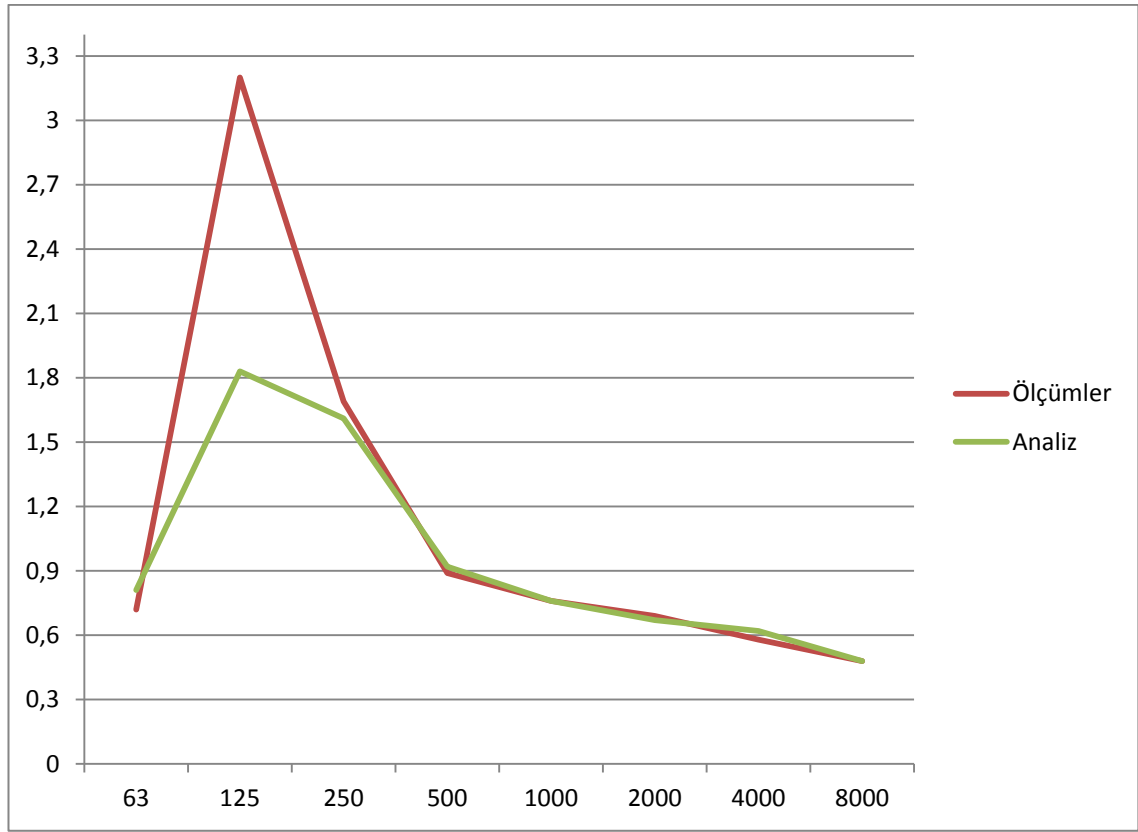
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	Ortalama	
					Ölçümler	Analiz
f (Hz)	Ölçümler		Analiz		Ölçümler	Analiz
63	0,59	0,85	0,78	0,84	0,72	0,81
125	2,82	3,58	1,78	1,87	3,2	1,83
250	1,58	1,79	1,55	1,67	1,69	1,61
500	0,83	0,94	0,91	0,93	0,89	0,92
1000	0,74	0,77	0,77	0,74	0,76	0,76
2000	0,68	0,69	0,66	0,67	0,69	0,67
4000	0,57	0,58	0,61	0,62	0,58	0,62
8000	0,49	0,46	0,48	0,47	0,48	0,48

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.18 incelendiğinde 125 Hz dışındaki tüm frekanslar için oldukça yakın değerler elde edilirken 125 Hz için oldukça büyük bir fark görülmektedir. Oda içindeki enstrüman yoğunluğu ve deri kullanılan perküsyon sınıfı müzik aletlerinin bu frekansı rezonans etmesi nedeniyle bu durumun gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu frekansta oluşan büyük fark dışında oldukça tutarlı bir sonuç alınmıştır.

Akustik analiz sonuçları ile gerçek ölçüm değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 3.34'te gösterilmiştir.

**Şekil 3.34: MIAM perküsyon prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin grafiksel karşılaştırılması**

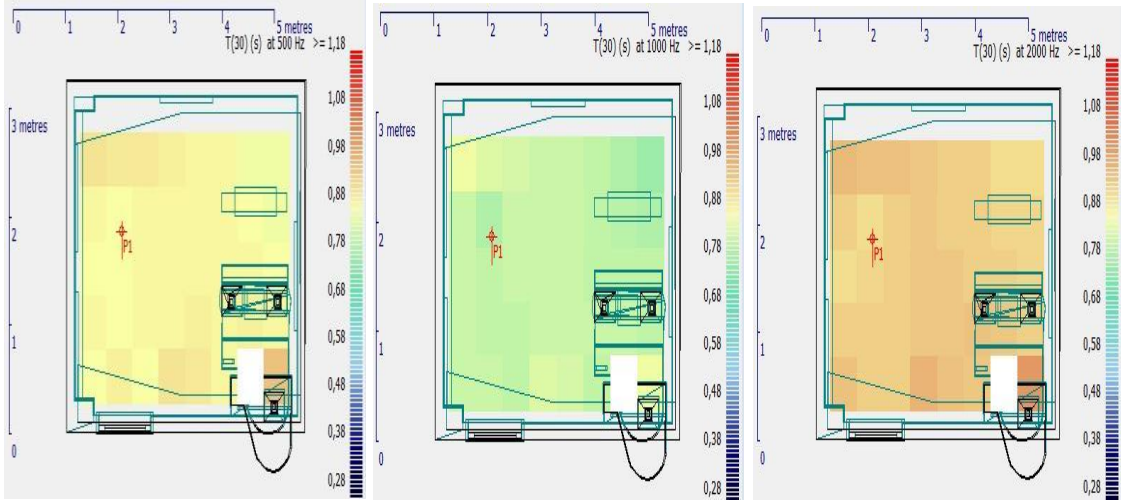


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.5.2.4. İTÜ trombon prova odası simülasyonunun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması

Şekil 3.35'te orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için oda içindeki durum görülmektedir.

**Şekil 3.35: İTÜ trombon prova odası için orta frekans T30 analiz sonuçları**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 3.19: İTÜ trombon prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin karşılaştırılması**

T30 (s)	S1	S2	S1	S2	Ortalama	
f (Hz)	Ölçümler		Analiz		Ölçümler	Analiz
63	1,23	1,53	1,21	1,38	1,38	1,3
125	1,2	1,15	1,15	1,09	1,18	1,12
250	1,04	0,98	0,98	0,94	1,01	0,96
500	0,84	0,83	0,85	0,83	0,84	0,84
1000	0,86	0,82	0,85	0,82	0,84	0,84
2000	0,9	0,85	0,93	0,96	0,88	0,95
4000	0,74	0,74	0,75	0,77	0,74	0,76
8000	0,43	0,47	0,54	0,54	0,45	0,54

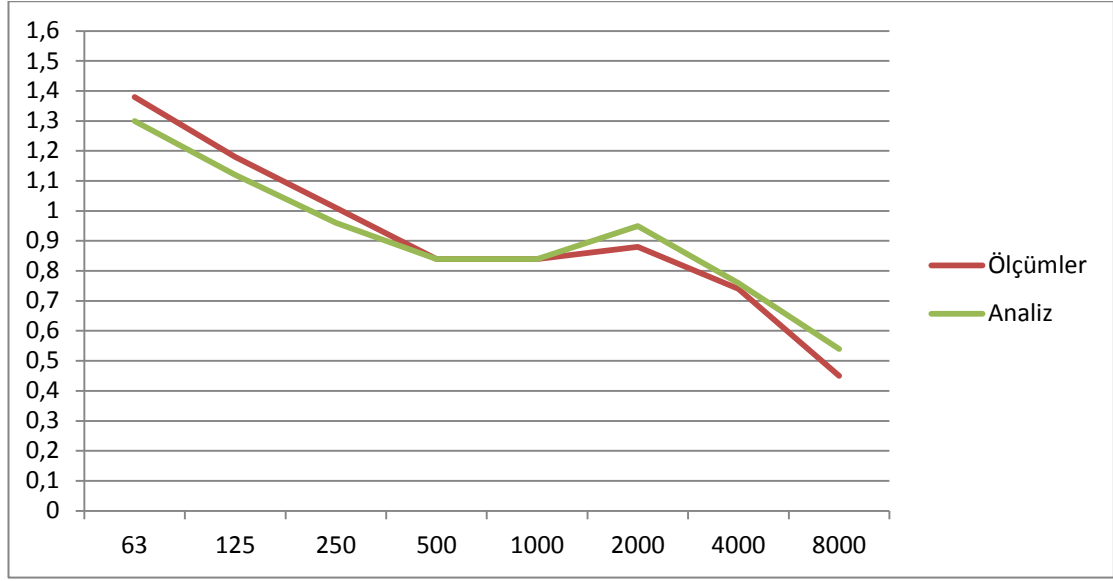
*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.19 incelendiğinde bu odanın gerçeğe en yakın değerleri veren oda olduğu görülmektedir ve 8000 Hz dışındaki tüm değerler belirlenen hata pay sınırlarının içindedir. Oda içerisinde akustiği etkileyen malzemenin az oluşu ve düzenli yerleşimi

nedeniyle gerçek ölçümler ile analiz sonuçları arasında büyük farklar oluşmadığı düşünülmektedir.

Akustik analiz sonuçları ile gerçek ölçüm değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 3.36'da gösterilmiştir.

**Şekil 3.36: İTÜ trombon prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin grafiksel karşılaştırılması**

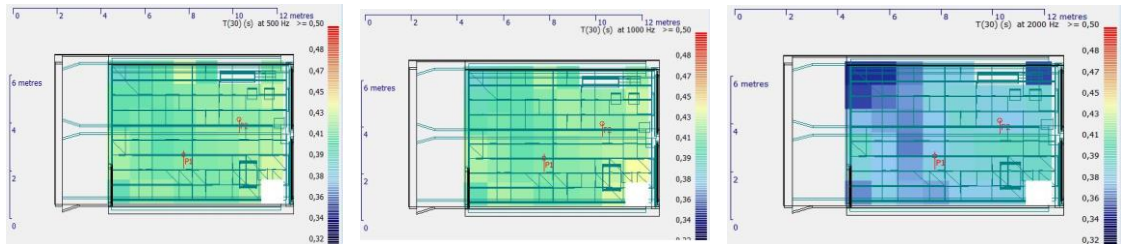


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.5.2.5. İTÜ perküsyon prova odası simülasyonun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması

Şekil Şekil 3.37'de orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için oda içindeki durum görülmektedir.

**Şekil 3.37: İTÜ perküsyon prova odası için orta frekans T30 analiz sonuçları**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 3.20: İTÜ perküsyon prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin karşılaştırılması**

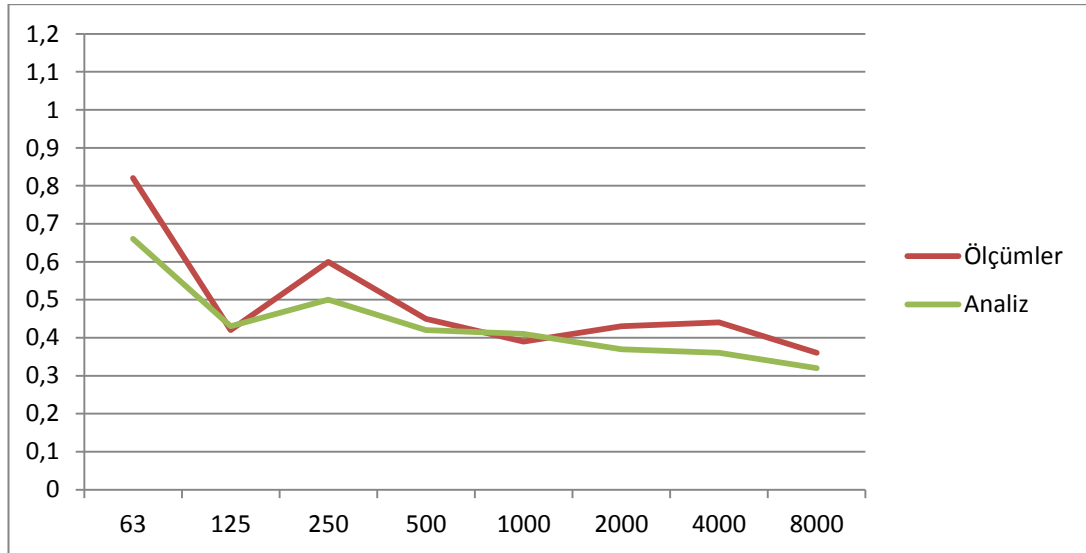
T30 (s)	S1	S2	S1	S2	Ortalama	
f (Hz)	Ölçümler		Analiz		Ölçümler	Analiz
63	0,84	0,79	0,68	0,63	0,82	0,66
125	0,48	0,35	0,43	0,43	0,42	0,43
250	0,6	0,59	0,5	0,49	0,6	0,5
500	0,41	0,49	0,41	0,43	0,45	0,42
1000	0,41	0,37	0,41	0,41	0,39	0,41
2000	0,45	0,4	0,37	0,36	0,43	0,37
4000	0,46	0,42	0,36	0,35	0,44	0,36
8000	0,36	0,35	0,31	0,32	0,36	0,32

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 3.20 incelendiğinde 63 Hz ve 250 Hz dışındaki frekans değerleri için hata pay sınırlarının içinde değerler görülmektedir.

Akustik analiz sonuçları ile gerçek ölçüm değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 3.38'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.38: İTÜ perküsyon prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin grafiksel karşılaştırılması**

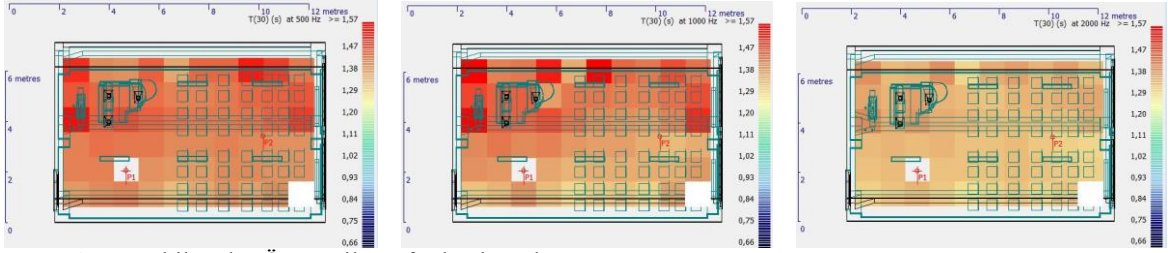


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.5.2.6. İTÜ konser salonu prova odası simülasyonun akustik analizi ve akustik ölçüm değerleri ile karşılaştırılması

Şekil 3.39'da orta frekans oktav bantları olan 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için oda içindeki durum görülmektedir.

Şekil 3.39: İTÜ konser salonu prova odası için orta frekans T30 analiz sonuçları



Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

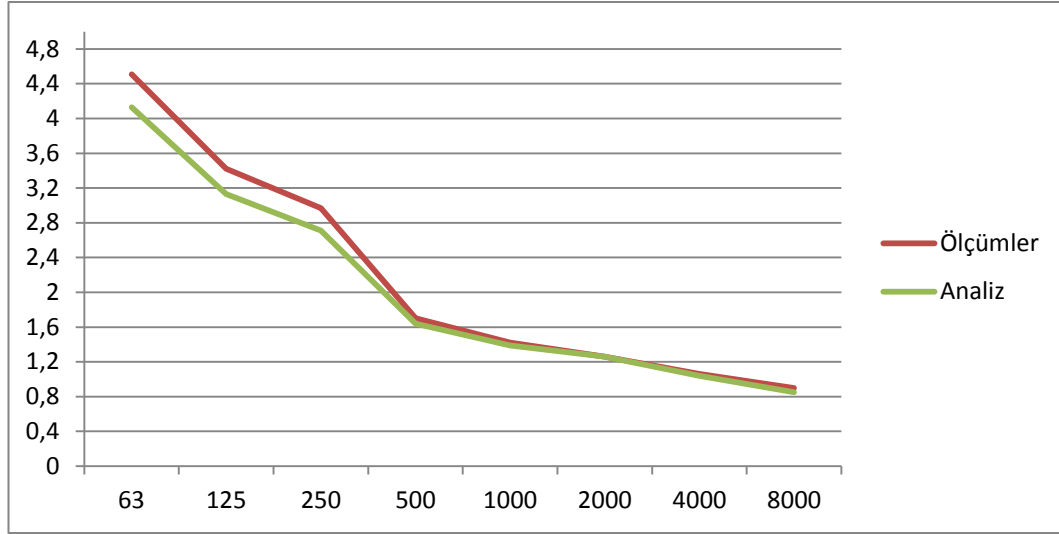
Tablo 3.21: İTÜ konser salonu prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin karşılaştırılması

T30 (s)	S1	S2	S1	S2	Ortalama	
f (Hz)	Ölçümler		Analiz		Ölçümler	Analiz
63	4,44	4,57	4,12	4,14	4,51	4,13
125	3,43	3,41	3,16	3,09	3,42	3,13
250	2,93	3	2,51	2,91	2,97	2,71
500	1,72	1,68	1,63	1,65	1,7	1,64
1000	1,41	1,42	1,35	1,43	1,42	1,39
2000	1,25	1,26	1,26	1,25	1,26	1,26
4000	1,06	1,05	1,04	1,04	1,06	1,04
8000	0,82	0,97	0,81	0,89	0,9	0,85

Kaynak: Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Akustik analiz sonuçları ile gerçek ölçüm değerlerinin grafiksel karşılaştırılması Şekil 3.40'ta gösterilmiştir.

**Şekil 3.40: İTÜ konser salonu prova odası akustik ölçüm değerleri ve simülasyon akustik analiz değerlerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 3.5.2.7. Akustik analiz sonuçlarının güvenilirliğinin değerlendirilmesi

Önceki bölümlerde belirtildiği gibi, kalibrasyonların doğru bir şekilde yapılan ve belirlenen standartlara uygun biçimde gerçekleşen akustik ölçümler sonucunda nesnel akustik parametre değerlerine ulaşılmıştır. Odaların üç boyutlu tasarımları birebir boyutlarda ve mümkün olan sınırlar içinde odadaki malzemelerle birlikte yapılmıştır. Akustik analizler sonucunda ulaşılan parametre değerleri incelendiğinde gerçek ölçüm değerlerine oldukça yakın değerlerin elde edildiği görülmüştür. Frekans bazında inceleme yapıldığında bazı prova odalarında belirlenen yüzde 10'luk hata payı sınırının dışına çıktığı gözlemlenmiştir fakat bu durumun, prova odaları içinde çok sayıda malzeme oluşunun ve bu malzemelerin düzensiz dizilişinin kusursuz simüle edilememesinden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Ek olarak; malzemelerin konstrüksiyon detayları tamamen bilinmemektedir ve bu durum belirlenen yutuculuk değerlerini etkilemektedir.

Proje kapsamında tasarımları gerçekleşecek ve Odeon programı kullanılarak simüle edilecek yeni prova odalarının, bu veriler doğrultusunda güvenilir olduğu doğrulanmaktadır.

## **4. PROVA ODALARININ AKUSTİK TASARIM ÖNERİLERİ VE İŞİTSELLEŞTİRME**

Proje kapsamında seçilen prova odalarını akustik açıdan nesnel ve öznel olarak incelemek amacıyla yapılan akustik ölçümler, analizler ve müzisyen anketleri sonucunda prova odalarının istenilen akustik şartları sağlamadığı görülmüştür. İncelenen prova odalarının bazıları ilgili standartlar tarafından belirlenen çınlama süresi değer aralıklarına sahip olmasına rağmen müzisyen perspektifinden değerlendirildiğinde tüm odalardan memnun olunmadığı görülmüştür. Hedeflendiği gibi seçilen odalar için akustik tasarım önerileri geliştirilerek, farklı akustik özelliğe sahip odalar modelleneyecektir. Ardından tasarlanan odaların akustik analizleri yapılacak ve ilgili enstrümanlar ile bu odalar işitselleştirilerek müzisyenler için dinleme testleri hazırlanacaktır.

### **4.1. PROVA ODALARININ AKUSTİK TASARIM ÖNERİLERİ**

Projenin bu aşamasında, tezin giriş bölümünde anlatılan ve bir hacim içindeki ses olaylarını oluşturan; yansıma, yutulma, saçılma ve kırılma olaylarından faydalanılmıştır. Uygulanabilir olması amacıyla, incelenen prova odalarının boyutlarına sadık kalınarak sadece oda içindeki sese müdahale etmek için tasarım iyileştirmeleri yapılmıştır. Bu tasarım iyileştirmeleri aşağıdaki başlıklar altında tanımlanabilir;

- i. Malzeme değişikliği
- ii. Hacimsel değişiklik
- iii. Odaya yutucu özellikli malzeme ekleme
- iv. Odaya yansıtıcı ve saçıcı özellikte malzeme ekleme

Akustik tasarım iyileştirmeleri yapılırken kullanım kolaylığı ve ‘3D Warehouse’ 3D model platformu üzerinden gerçek modellerin paylaşımı nedeniyle ‘SkeethUp’ çizim programı kullanılmıştır. Kullanılan yutucu, yansıtıcı ve saçıcı malzemeler akustik alanında uygulamaları yapılan gerçek malzemeler arasından seçilmiştir.

İncelenen 6 odanın her biri için 3 farklı model oluşturularak, toplamda 18 oda modellenmiştir.



#### 4.1.1. MIAM 121 Prova Odası için Tasarlanan Modeller

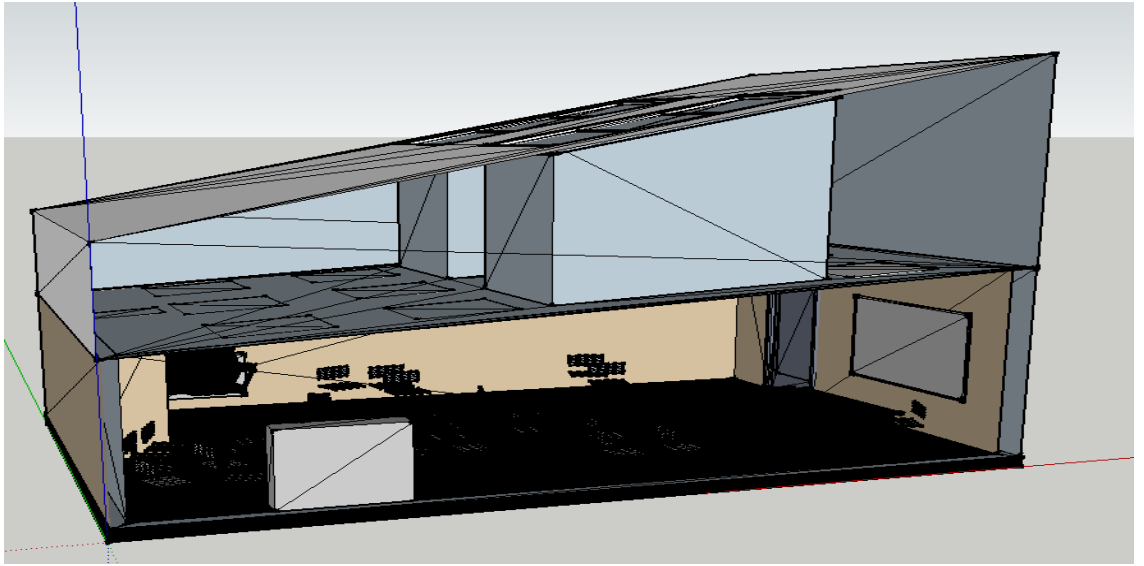
Bu oda için yapılan anket sonuçları göre oda fazla canlı bulunmuş, karışık bir duyum yorumu yapılmış ve tonal kalitenin kabul edilebilir seviyelerde olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Yapılan akustik ölçümler sonucunda ölçülen parametre değerlerinin ilgili standart aralıklarının dışında olduğu görülmüştür.

Bu odada piyano ve gitar provaları yapılmaktadır.

Şekil 4.1’de üç boyutlu tasarımı görülen MIAM 121 prova odasındaki akustik tasarım önerileri bu bilgiler ışığında yapılarak yeni oda modelleri oluşturulacaktır.

#### Şekil 4.1: MIAM 121 prova odasının üç boyutlu görüntüsü



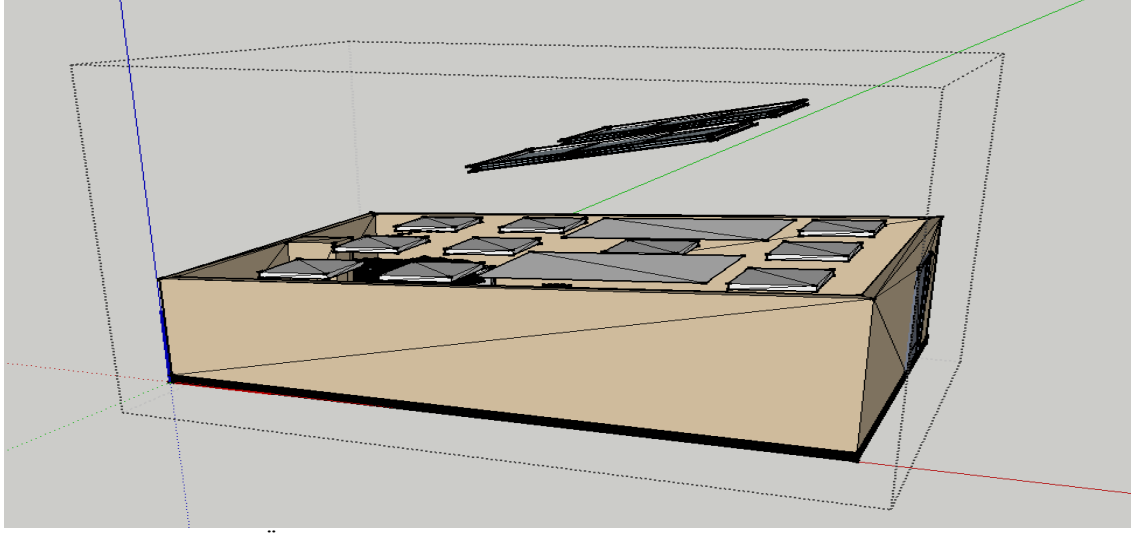
*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.1.1. MIAM 121 prova odası model 1

Bu model için akustik parametre değerlerinden özellikle çınlama süresini düşürmek ve standartlarda verilen aralıklara uygun hale getirmek için hacme müdahale edilmiştir. Bu müdahale odanın geometrisinden kaynaklı olan tavan girintilerinin kapatılması yönünde olmuştur. Bu bölüm için ışığı geçirmeyen bir malzeme kullanımı yapılmadığı için oda içine güneş ışığı girmesinin engellenmesine neden olacaktır. Oda içinde yutuculuk ve yansımaya etkileyecek malzeme değişiklikleri yapılmamıştır.

Oda içindeki düzenlemeler Şekil 4.2’de görülmektedir.

#### Şekil 4.2: MIAM 121 prova odası model 1 üç boyutlu görüntüsü



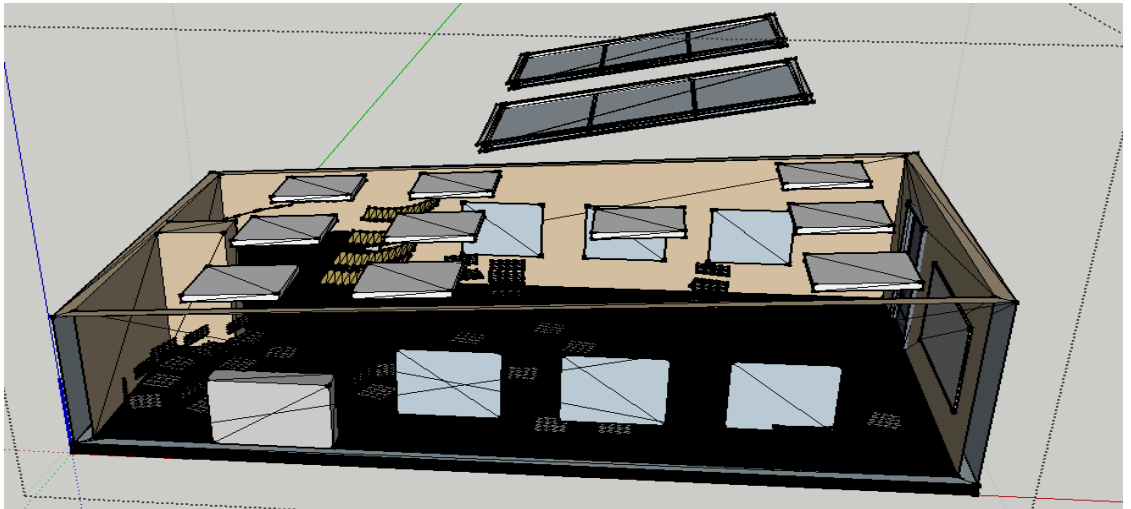
*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.1.2. MIAM 121 prova odası model 2

Odadaki yüksek çınlama süresini kontrol altına almak amacıyla yan duvarlara 6 adet yutucu panel eklenmiş ve ek olarak enstrümanlardan yayılan sesin dağılımını etkilemek için tavana 4 adet yansıtıcı eğik panel asılmıştır.

Oda içindeki düzenlemeler Şekil 4.3’te görülmektedir.

#### Şekil 4.3: MIAM 121 prova odası model 2 üç boyutlu görüntüsü



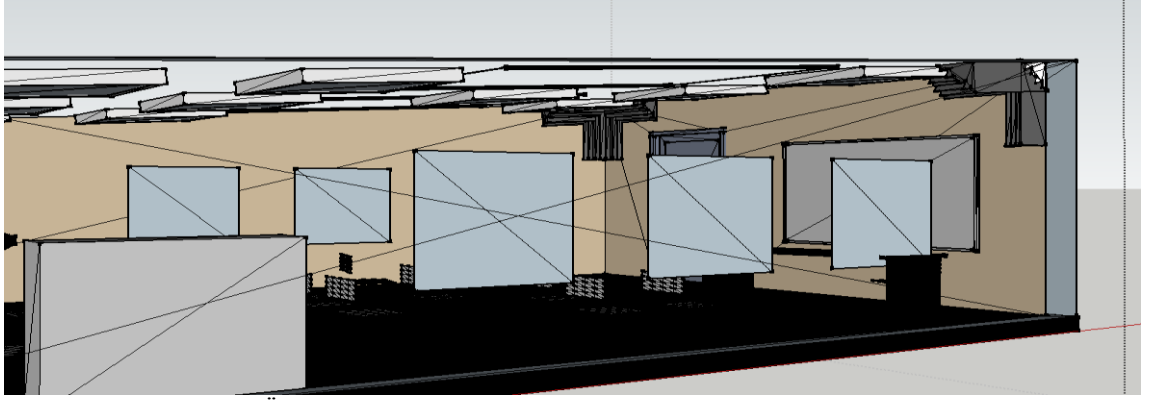
*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.1.3. MIAM 121 prova odası model 3

Bu modelde ikinci modelde eklenen yan duvarlardaki yutucu paneller kaldırılmamış ve düşük frekansları kontrol altında tutmak amacıyla üst köşelere *bass trap* eklenmiştir.

Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.4'te görülmektedir.

#### Şekil 4.4: MIAM 121 prova odası model 3 üç boyutlu görüntüsü



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

MIAM 121 prova odası için yapılan akustik düzenlemeler sonucunda modellenen 3 odadan model 2 ve model 3'ün T30 değerleri ilgili standartlar tarafından belirlenen değer aralıkları içindedir. Model 1 için T30 değerleri hacmin küçülmesiyle beraber azalsa da halen standartlara göre istenilen değer aralıklarında değildir. Tüm frekans oktav bantları için sonuçlar Tablo 4.1'de görülmektedir.

#### 4.1.1.4. MIAM 121 prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri

MIAM 121 prova odası çınlama süresi değerleri Tablo 4.1’de görülmektedir.

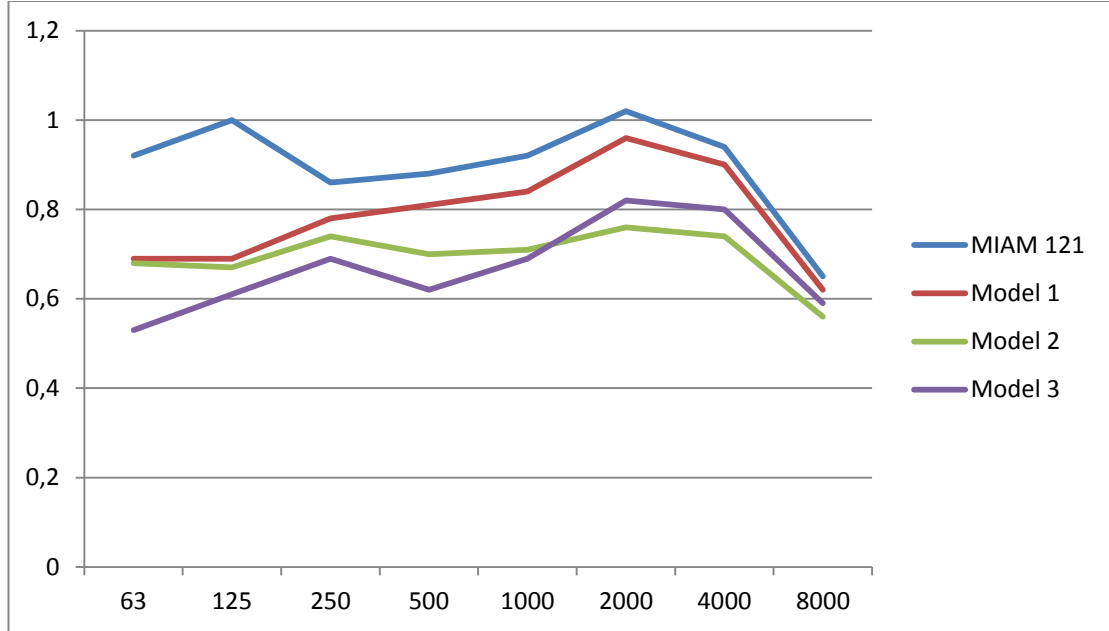
**Tablo 4.1: MIAM 121 prova odası modellerinin T30 değerlerinin karşılaştırılması**

f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	0,69	0,68	0,53
125	0,69	0,67	0,61
250	0,78	0,74	0,69
500	0,81	0,7	0,62
1000	0,84	0,71	0,69
2000	0,96	0,76	0,82
4000	0,9	0,74	0,8
8000	0,62	0,56	0,59

*Kaynak:* Bu tablo Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

Gerçek model ile yeni modellerin çınlama süreleri Şekil 4.5’te grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4.5: MIAM 121 prova odası ve modellerinin çınlama sürelerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu Şekil Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.2. MIAM 224 Prova Odası için Tasarlanan Modeller

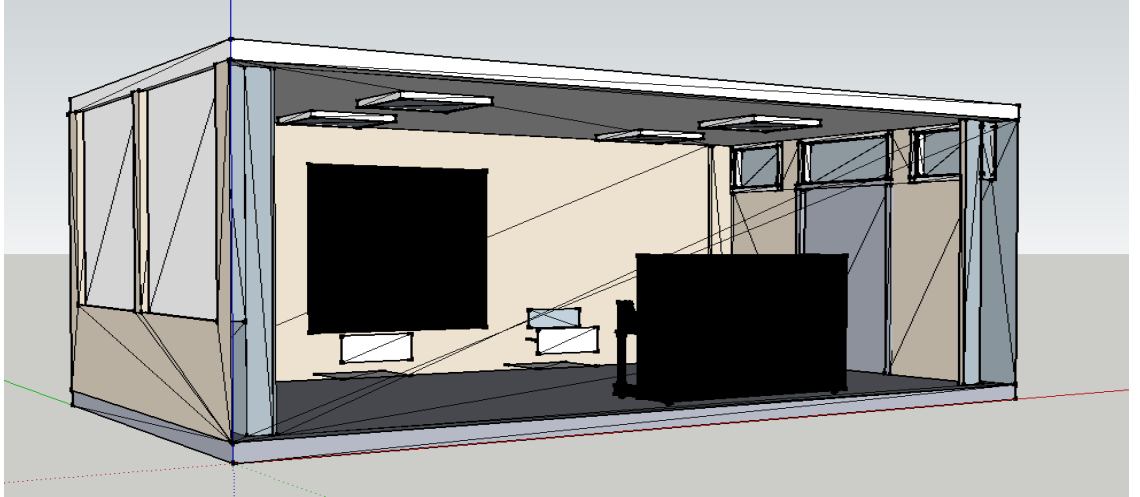
Bu odadaki çınlama süresi, yapılan anket sonuçları göre orta seviyelerde bulunmuş, karışık bir duyum yorumu yapılmış ve tonal kalitenin kabul edilebilir seviyelerde olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Odadaki çınlama süresinin ilgili standartlara istenilen aralıklarla olduğu görülmüştür.

Bu odada piyano, yan flüt ve gitar provaları yapılmaktadır.

Şekil 4.6'da üç boyutlu tasarımı görülen MIAM 224 prova odasındaki akustik tasarım önerileri bu bilgiler ışığında yapılarak yeni oda modelleri oluşturulacaktır.

#### Şekil 4.6: MIAM 224 prova odası üç boyutlu görüntüsü

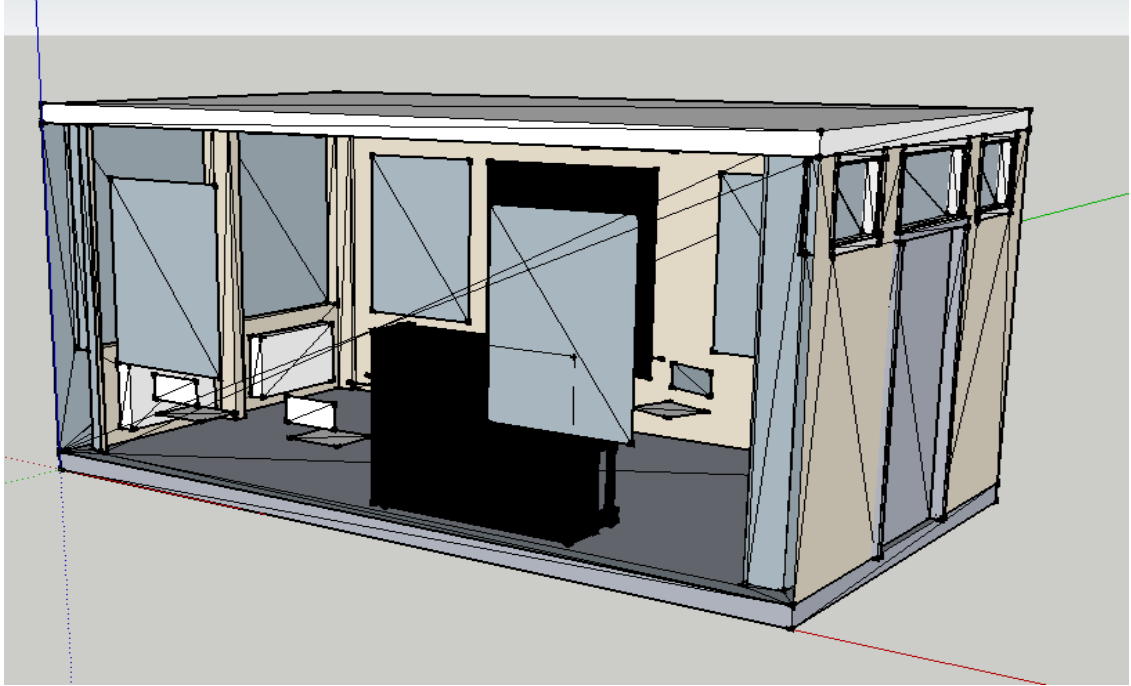


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.2.1. MIAM 224 prova odası model 1

Çınlama süresi ve diğer parametre değerlerini kontrol altında tutmak amacıyla yan duvarlara toplam 4 adet yutucu panel eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler Şekil 4.7'de görülmektedir.

**Şekil 4.7: MIAM 224 prova odası model 1 üç boyutlu görüntüsü**

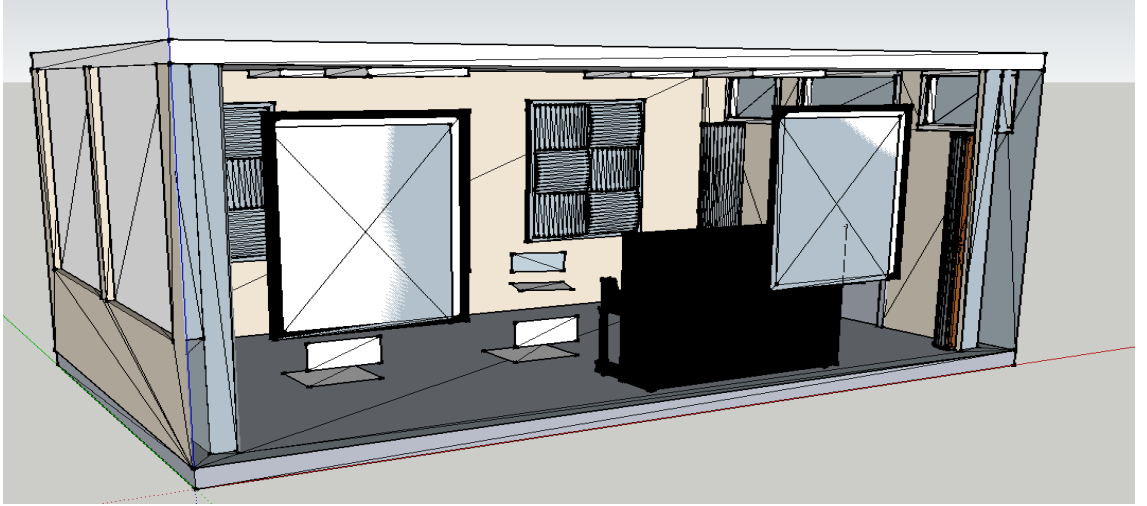


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.2.2. MIAM 224 prova odası model 2

Odadaki düşük frekansları kontrol altında tutmak amacıyla köşelere 2 adet bass trap yerleştirilmiş ve ek olarak yan duvarlara 4 adet yansıtıcı paneller koyulmuştur. Oda içindeki düzenlemeler ve malzemelerin yerleşimleri Şekil 4.8’de görülmektedir.

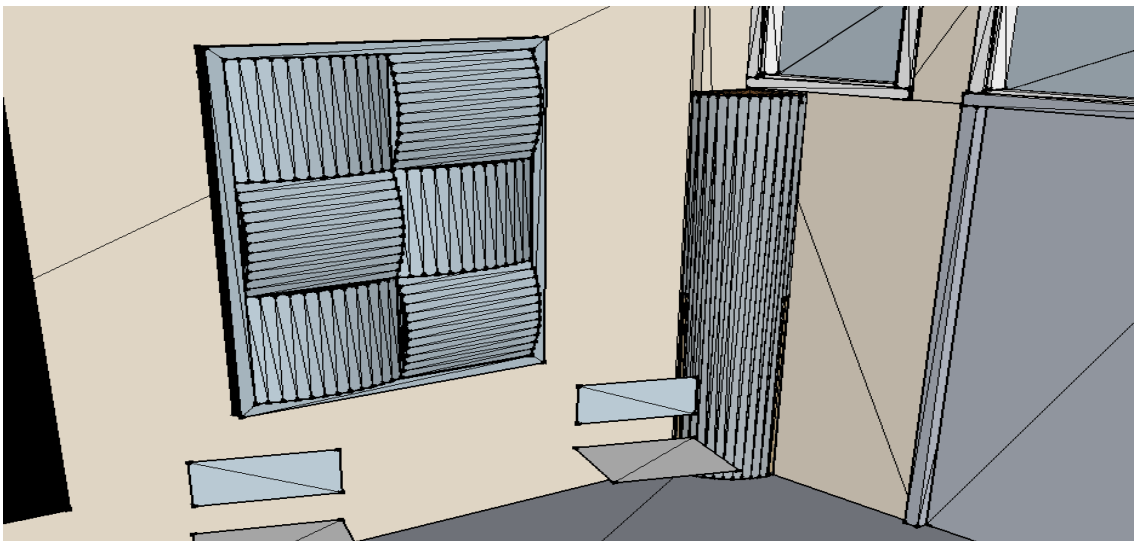
**Şekil 4.8: MIAM 224 prova odası model 2 üç boyutlu görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Eklenen malzemelerin ayrıntılı görüntüsü Şekil 4.9’da görülmektedir.

**Şekil 4.9: MIAM 224 model 2 için eklenen malzemelerin oda içerisindeki görüntüsü**

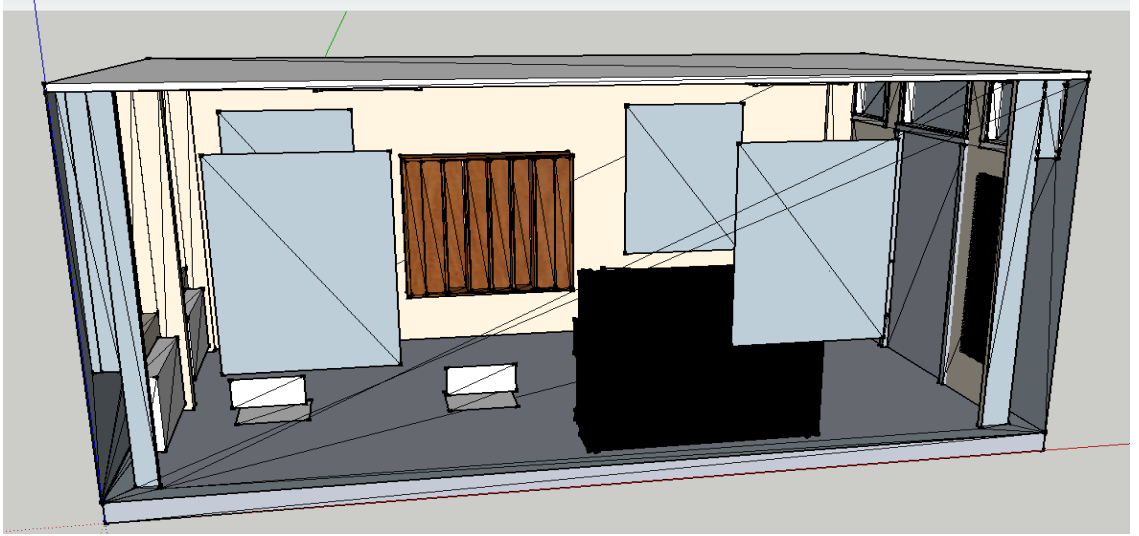


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### 4.1.2.3. MIAM 224 prova odası model 3

Odadaki çınlama süresi ve bağlantılı parametreleri azaltmak amacıyla yan duvarlara 4 adet yutucu panel eklenmiş ve ek olarak enstrümanın çalınacağı bölgenin tam karşısına yansıtıcı ahşap koyulmuştur. Oda içindeki düzenlemeler ve malzemelerin yerleşimleri Şekil 4.10'da görülmektedir.

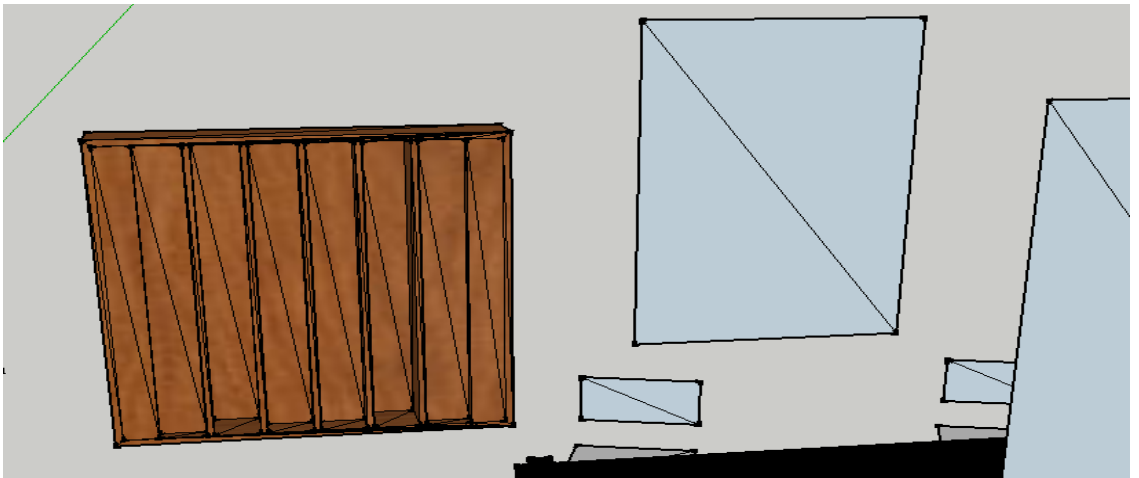
**Şekil 4.10: MIAM 224 prova odası model 3 üç boyutlu görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Eklenen malzemelerin ayrıntılı görüntüsü Şekil 4.11'de görülmektedir.

**Şekil 4.11: MIAM 224 model 3 için eklenen malzemelerin oda içerisindeki görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.



#### 4.1.2.4. MIAM 224 prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri

MIAM 224 prova odası için yapılan akustik iyileştirmeler sonucunda yapılan 3 modelden sadece Model 1 ve Model 2'nin T30 değerleri ilgili standartlar tarafından belirlenen değer aralıkları içindedir ve tüm frekans oktav bantları için sonuçlar Tablo 4.2'de görülmektedir.

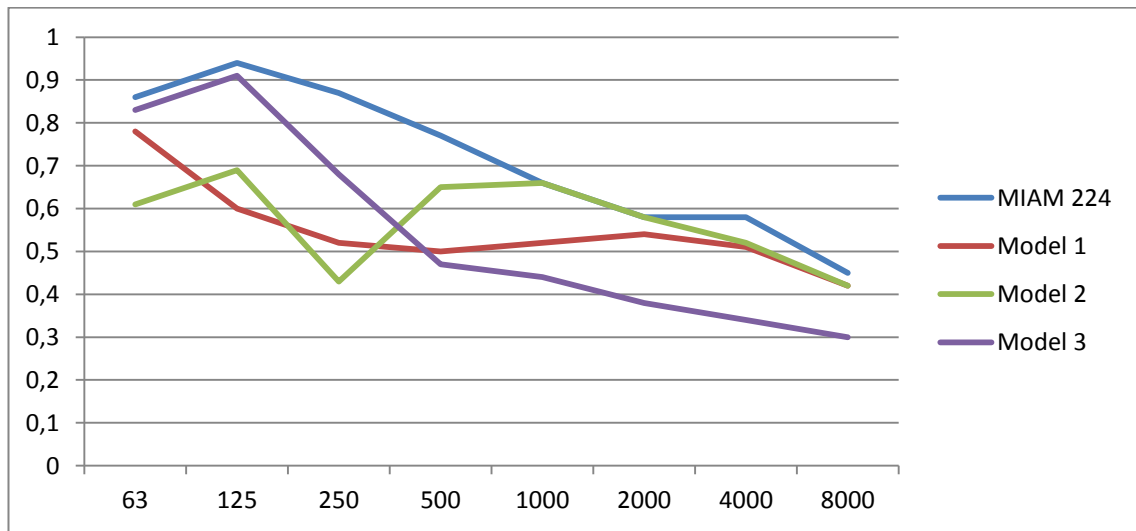
**Tablo 4.2: MIAM 224 prova odası modellerinin T30 değerlerinin karşılaştırılması**

f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	0,78	0,61	0,83
125	0,6	0,69	0,91
250	0,52	0,43	0,68
500	0,5	0,65	0,47
1000	0,52	0,66	0,44
2000	0,54	0,58	0,38
4000	0,51	0,52	0,34
8000	0,42	0,42	0,3

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Gerçek model ile yeni modellerin çınlama süreleri Şekil 4.12'de grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4.12: MIAM 224 prova odası ve modellerinin çınlama sürelerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

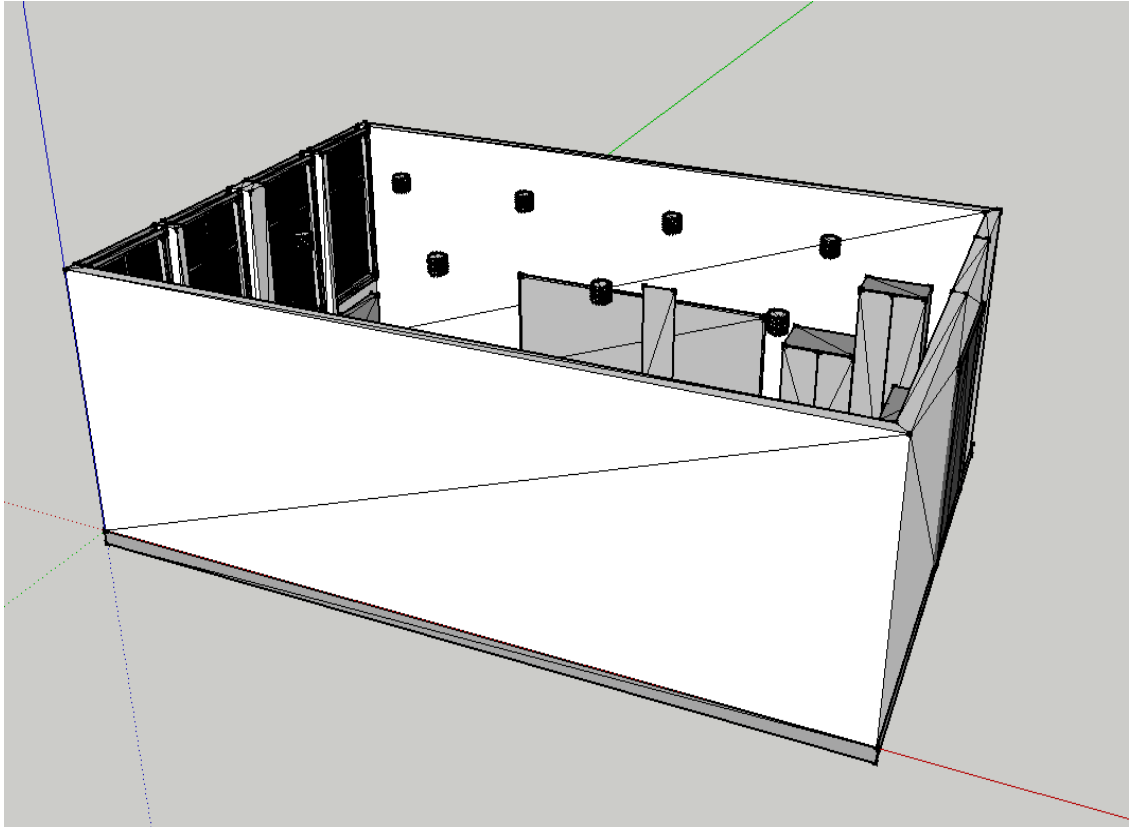
### 4.1.3. MIAM Perküsyon Prova Odası için Tasarlanan Modeller

Bu odadaki çınlama süresi, yapılan anket sonuçları göre orta seviyelerde bulunmuş, odada karışık bir duyum olduğu yorumu yapılmış ve tonal kalite kötü olarak belirlenmiştir.

Bu odada timpani ve vibrafon provaları yapılmaktadır.

Şekil 4.13'te üç boyutlu tasarımı görülen MIAM Perküsyon prova odasındaki akustik tasarım önerileri bu bilgiler ışığında yapılarak yeni oda modelleri oluşturulacaktır.

#### Şekil 4.13: MIAM perküsyon prova odası üç boyutlu görüntüsü

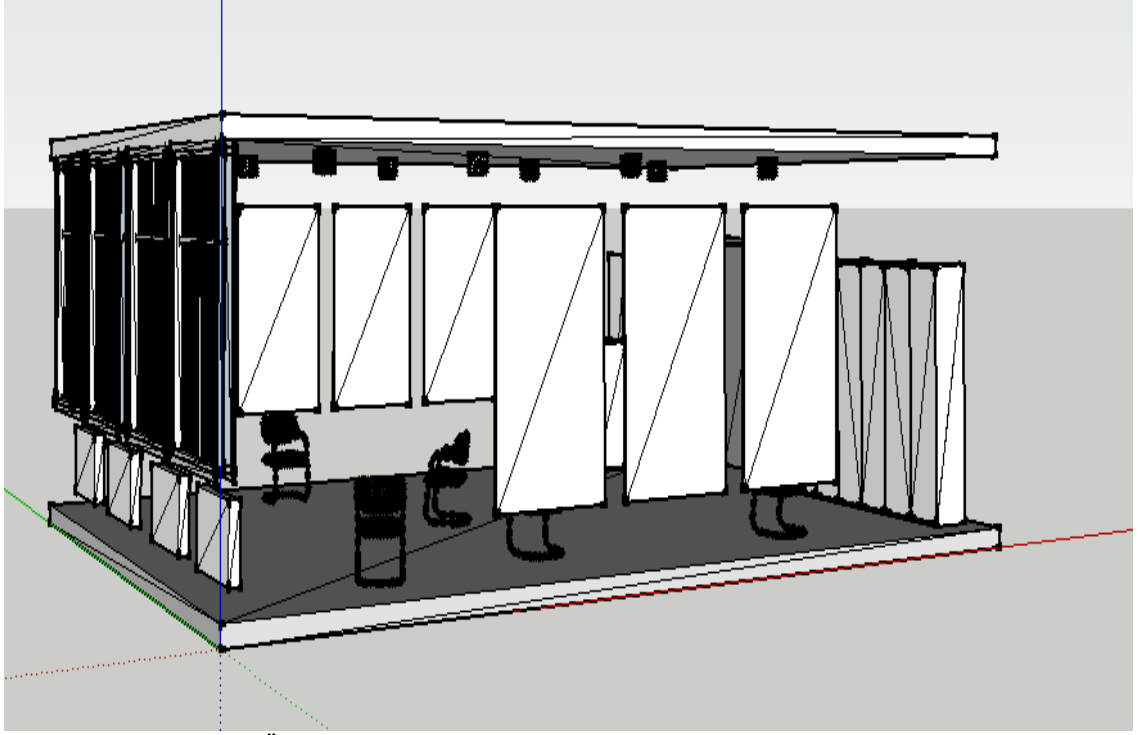


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.3.1. MIAM perküsyon prova odası model 1

Çınlama süresi ve diğer parametre değerlerini kontrol altında tutmak amacıyla yan duvarlara odada bulunan 3 adet panele ek olarak 3 adet daha yutucu panel eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler Şekil 4.14'te görülmektedir.

**Şekil 4.14: MIAM perküsyon prova odası Model 1 üç boyutlu görüntüsü**

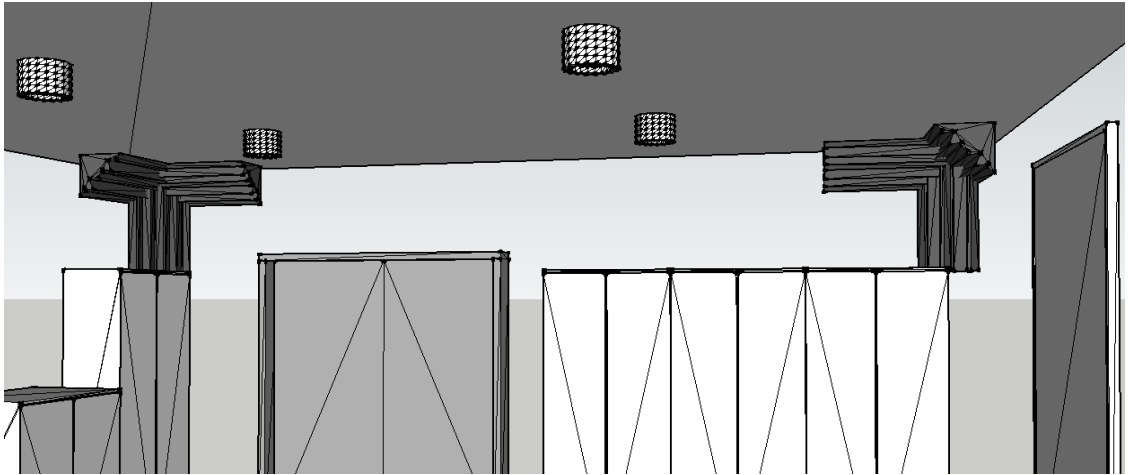


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### **4.1.3.2. MIAM perküsyon prova odası model 2**

Model 1’de duvarlara koyulan panellerin yerine yutuculuk katsayısı daha yüksek paneller eklenmiş ve köşelere bass trap eklenerek oda içinde alt frekansların daha kontrollü olması hedeflenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler Şekil 4.15’te görülmektedir.

**Şekil 4.15: MIAM perküsyon prova odası model 2 üç boyutlu görüntüsü**

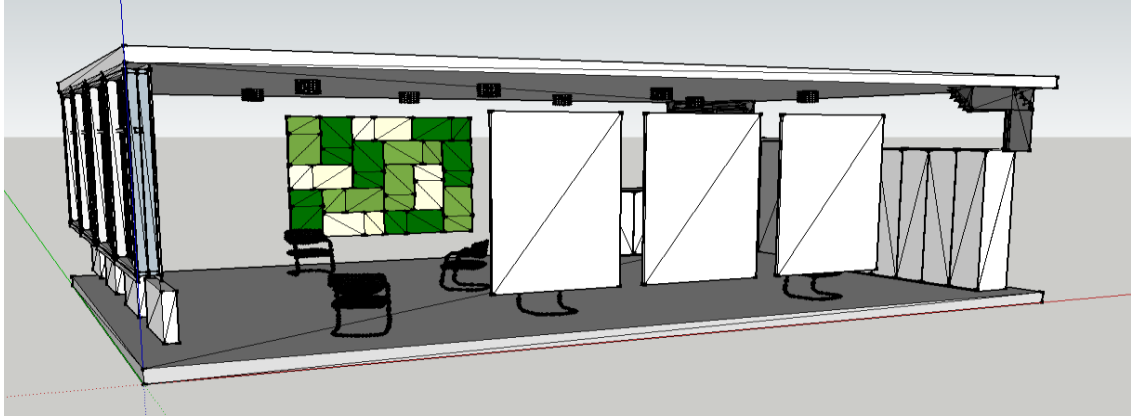


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.3.3. MIAM perküsyon prova odası model 3

Model 2 için yapılan bass trap uygulaması tutulmuş ve boş olan duvara farklı geometri ve açılara sahip yüzeylerden oluşan bir yansıtıcı panel eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.16’da görülmektedir.

**Şekil 4.16: MIAM perküsyon prova odası model 3 üç boyutlu görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.3.4. MIAM perküsyon prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri

MIAM perküsyon prova odası için yapılan akustik iyileştirmeler sonucunda yapılan 3 modelden sadece Model 2’nin T30 değerleri ilgili standartlar tarafından belirlenen değer aralıkları içindedir ve tüm frekans oktav bantları için sonuçlar Tablo 4.3’te görülmektedir.

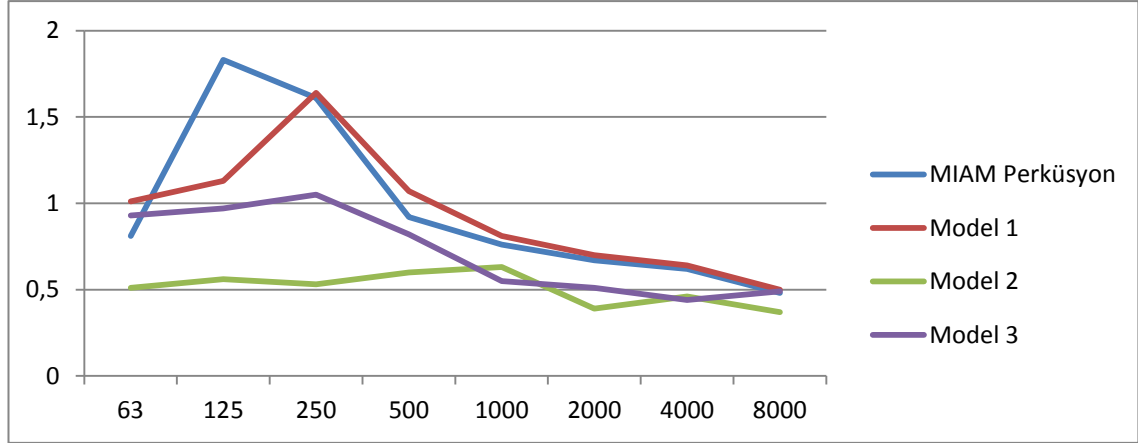
**Tablo 4.3: MIAM perküsyon prova odası modellerinin T30 değerlerinin karşılaştırılması**

f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	1,01	0,51	0,93
125	1,13	0,56	0,97
250	1,64	0,53	1,05
500	1,07	0,6	0,82
1000	0,81	0,63	0,55
2000	0,7	0,39	0,51
4000	0,64	0,46	0,44
8000	0,5	0,37	0,49

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Gerçek model ile yeni modellerin çnlama süreleri Şekil 4.17’de grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4.17: MIAM perküsyon prova odası ve modellerinin çnlama sürelerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

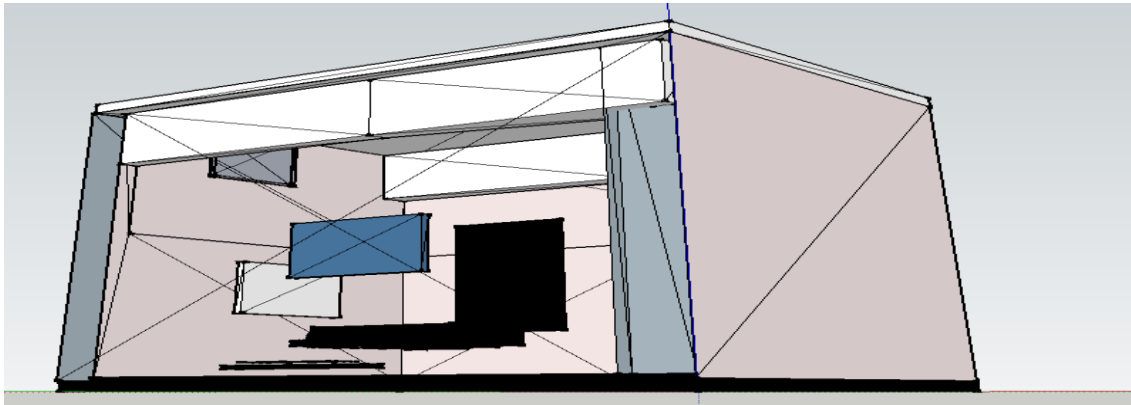
#### 4.1.4. İTÜ Trombon Prova Odası için Tasarlanan Modeller

Bu oda için yapılan anket sonuçlarına göre oda fazla canlı bulunmuş ve tonal kalitenin kötü olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Bu odada trombon provaları yapılmaktadır.

Şekil 4.18’te üç boyutlu tasarımı görülen İTÜ Trombon prova odasındaki akustik tasarım önerileri bu bilgiler ışığında yapılarak yeni oda modelleri oluşturulacaktır.

**Şekil 4.18: İTÜ trombon prova odası üç boyutlu görüntüsü**

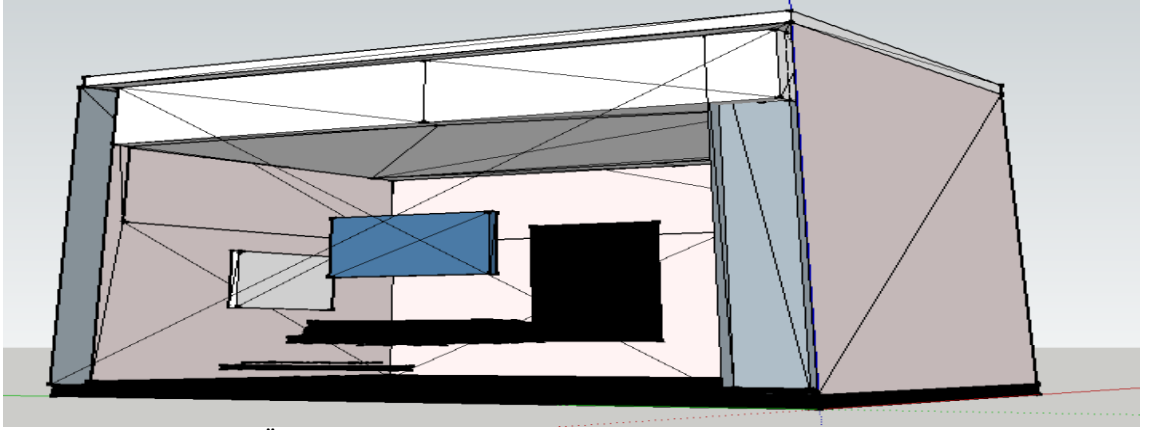


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.4.1. İTÜ trombon prova odası model 1

Çınlama süresi ve diğer parametre değerlerini kontrol altında tutmak hacme müdahale edilerek asma tavan asılmıştır. Oda içindeki düzenleme Şekil 4.19’da görülmektedir.

Şekil 4.19: İTÜ trombon prova odası model 1 üç boyutlu görüntüsü

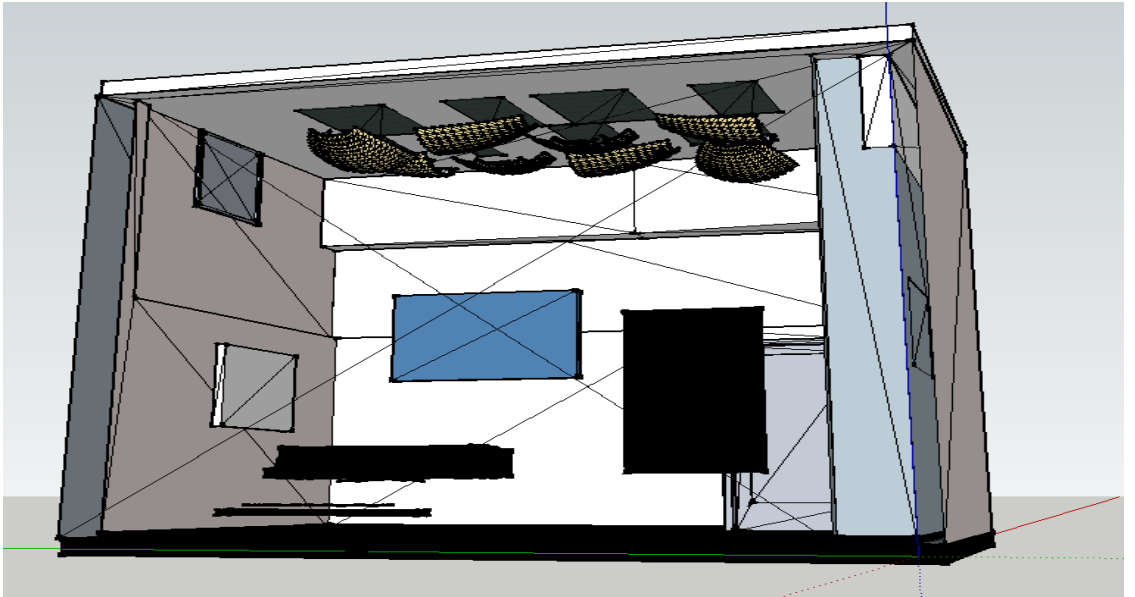


Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.4.2. İTÜ trombon prova odası model 2

Odanın tavanına yutucu paneller ve yansıtıcı eğimli paneller eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.20’de görülmektedir.

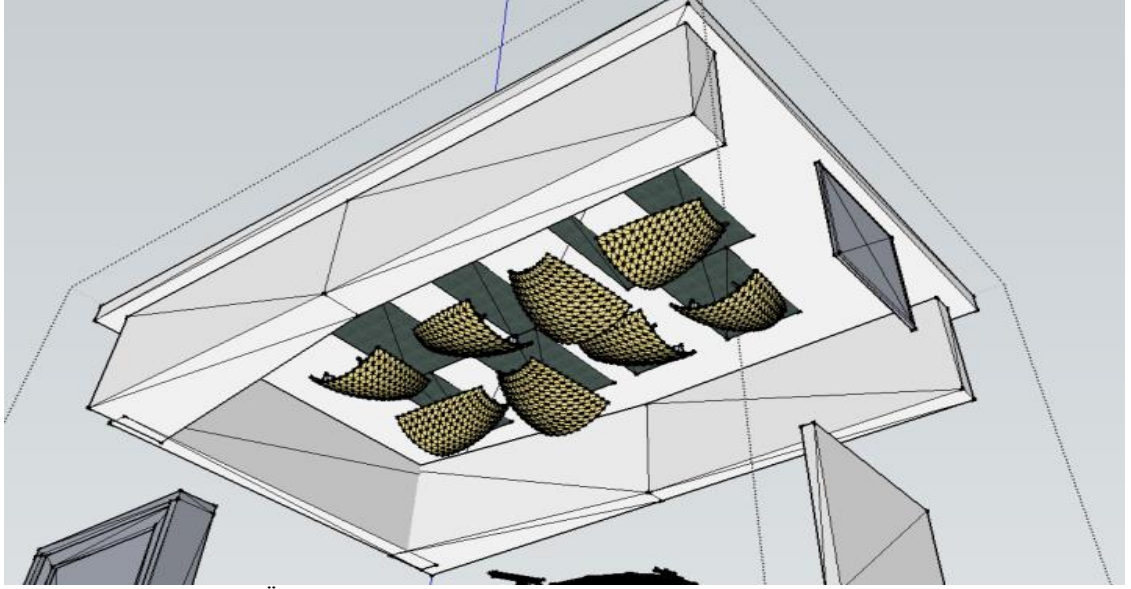
Şekil 4.20: İTÜ trombon prova odası model 2 üç boyutlu görüntüsü



Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Yutucu ve yansıtıcı paneller ayrıntılı olarak Şekil 4.21’de görülmektedir.

#### Şekil 4.21: İTÜ trombon prova odası model 2 yutucu ve yansıtıcı paneller

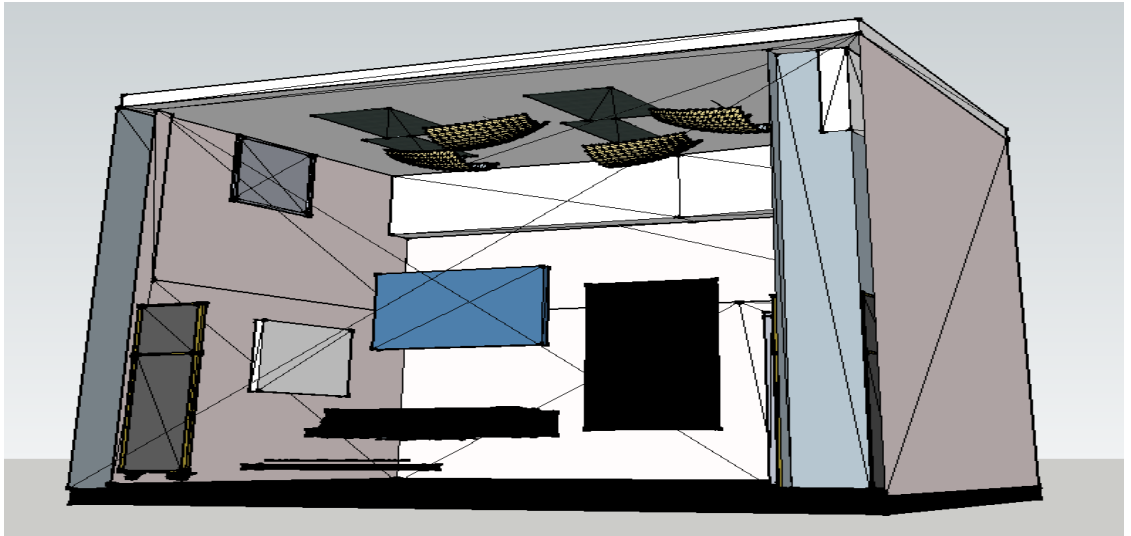


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.4.3. İTÜ trombon prova odası model 3

Model 2’ye ek olarak köşelere bass trap eklenmiş, tavadaki yutucu ve yansıtıcı panellerin sayısı yarıya indirilmiştir, daha yüksek yutuculuk katsayılarına sahip paneller kullanılmıştır. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.22’de görülmektedir.

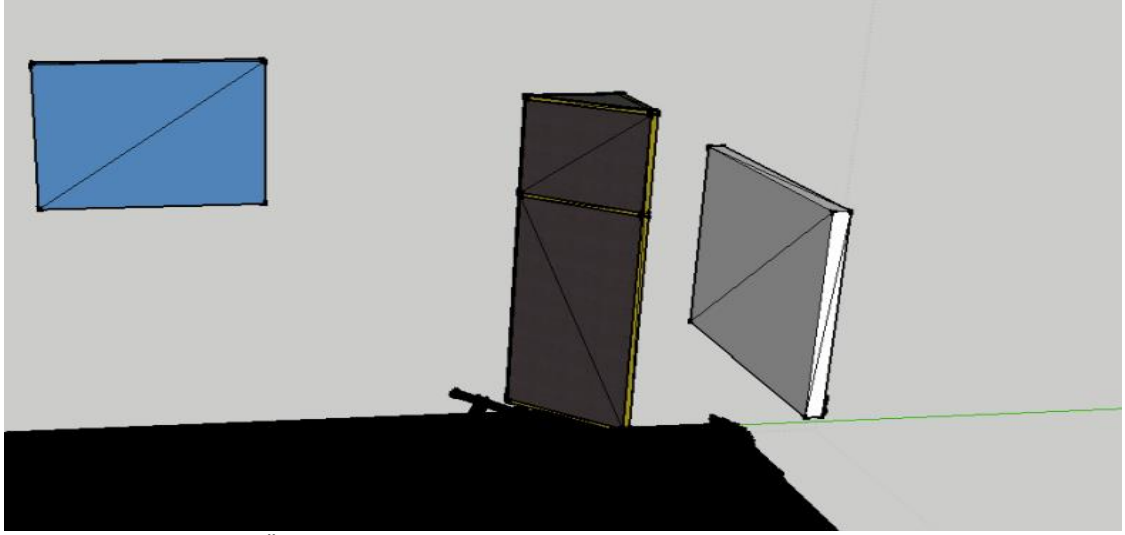
#### Şekil 4.22: İTÜ trombon prova odası model 3 üç boyutlu görüntüsü



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Köşelere eklenen *bass trap* Şekil 4.23'te görülmektedir.

#### Şekil 4.23: İTÜ trombon prova odasında kullanılan bass trap



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.4.4. İTÜ trombon prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri

İTÜ trombon prova odası için yapılan akustik iyileştirmeler sonucunda yapılan 3 modelden sadece Model 1'in T30 değerleri ilgili standartlar tarafından belirlenen değer aralıkları içindedir ve tüm frekans oktav bantları için sonuçlar Tablo 4.4'te görülmektedir.

**Tablo 4.4: İTÜ trombon prova odası modellerinin T30 değerlerinin karşılaştırılması**

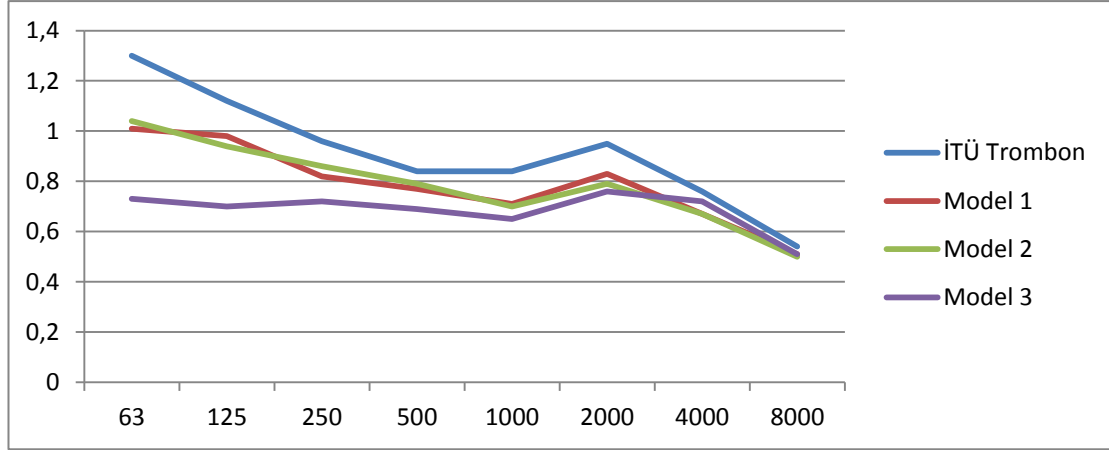
f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	1,01	1,04	0,73
125	0,98	0,94	0,7
250	0,82	0,86	0,72
500	0,77	0,79	0,69
1000	0,71	0,7	0,65
2000	0,83	0,79	0,76
4000	0,67	0,67	0,72
8000	0,51	0,5	0,51

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.



Gerçek model ile yeni modellerin çnlama süreleri Şekil 4.24'te grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4.24: İTÜ trombon prova odası ve modellerinin çnlama sürelerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

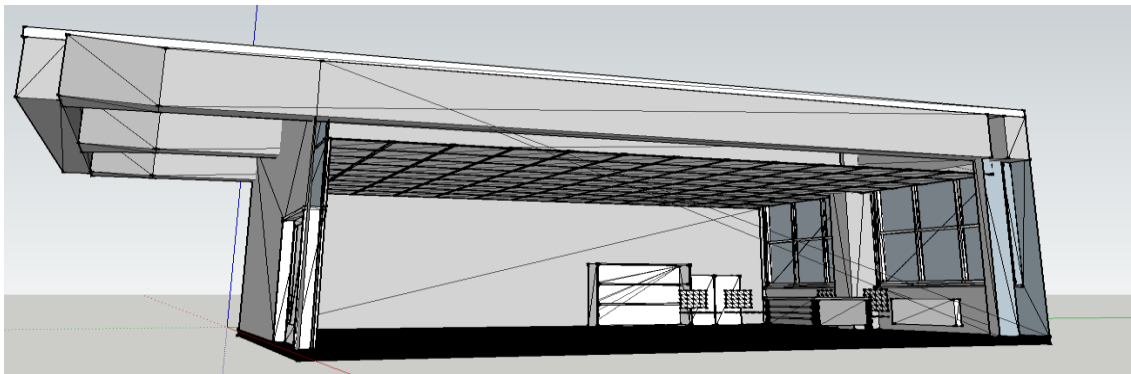
#### 4.1.5. İTÜ Perküsyon Prova Odası için Tasarlanan Modeller

Bu oda için yapılan anket sonuçları göre oda ölü olarak yorumlanmış ve tonal kalitenin kabul edilebilir seviyelerde olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Bu odada timpani ve vibrafon provaları yapılmaktadır.

Şekil 4.25'te üç boyutlu tasarımı görülen İTÜ Perküsyon prova odasındaki akustik tasarım önerileri bu bilgiler ışığında yapılarak yeni oda modelleri oluşturulacaktır.

**Şekil 4.25: İTÜ perküsyon prova odası üç boyutlu görüntüsü**

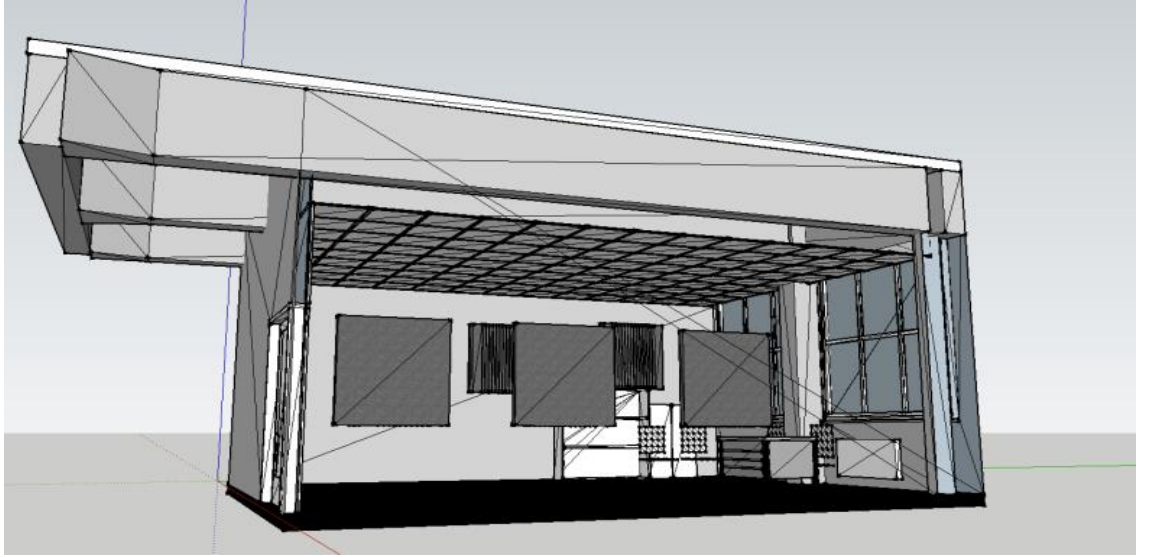


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.5.1. İTÜ perküsyon prova odası model 1

Yan yüzeylere 6 adet yutucu panel eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.26’da görülmektedir.

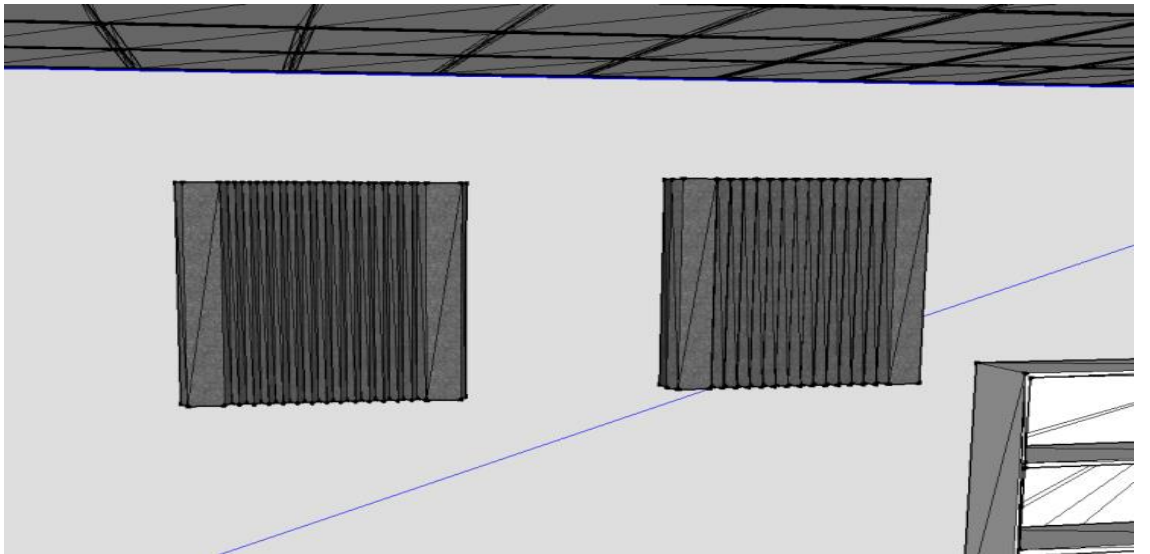
#### Şekil 4.26: İTÜ perküsyon prova odası model 1 üç boyutlu görüntüsü



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Bu panel diğer odalarda kullanılan panellerden farklı olarak girintili bir yapıya sahiptir. Panellerin ayrıntılı görüntüsü Şekil 4.27’de görülmektedir.

#### Şekil 4.27: İTÜ perküsyon prova odası model 1’de kullanılan panellerin görüntüsü

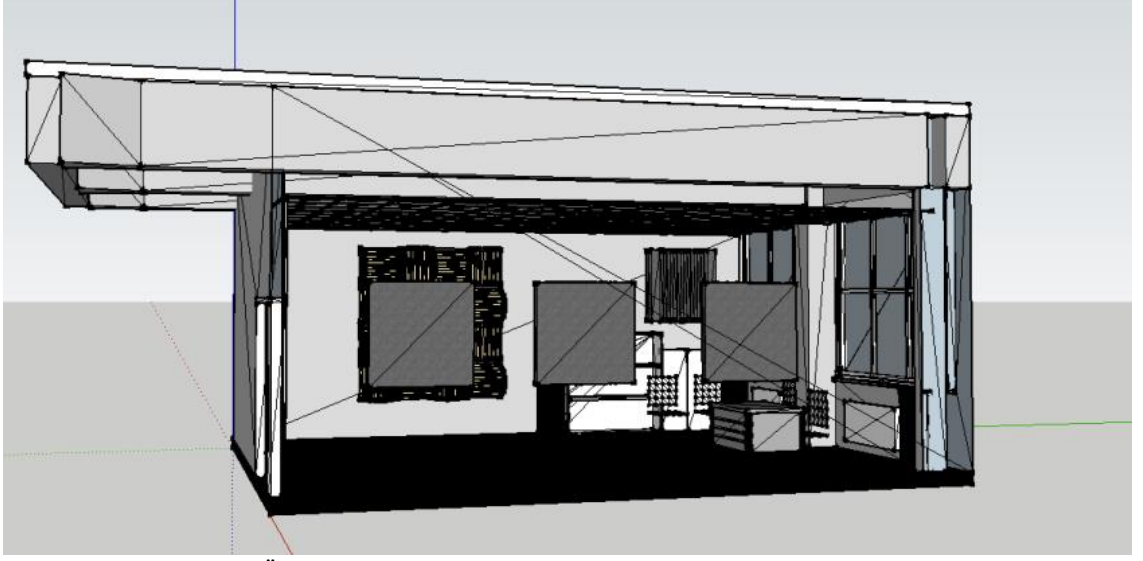


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.5.2. İTÜ perküsyon prova odası model 2

Yan yüzeylerdeki panellere ek olarak enstrümanın arka duvarına yutucu ve yansıtıcı özelliğe sahip ahşap eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.28’de görülmektedir.

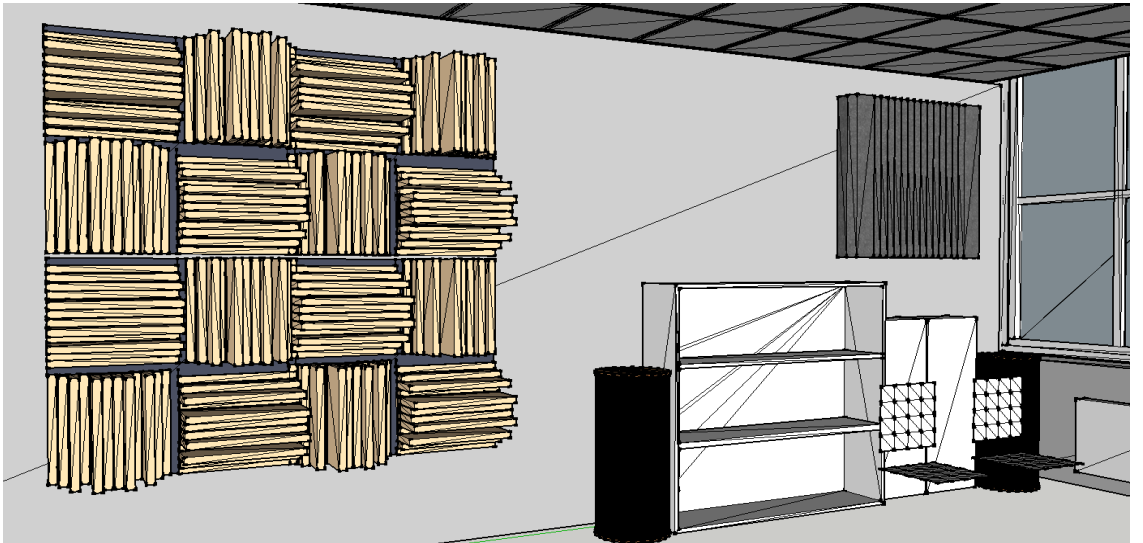
**Şekil 4.28: İTÜ perküsyon prova odası model 2 üç boyutlu görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Ahşap yutucu ve yansıtıcı ayrıntılı olarak Şekil 4.29’da görülmektedir.

**Şekil 4.29: Ahşap yansıtıcının oda içindeki görüntüsü**

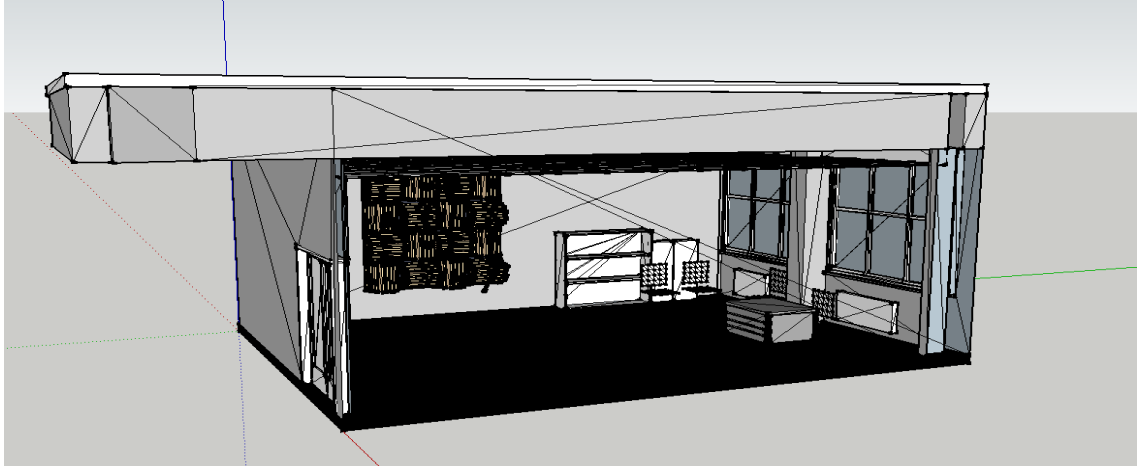


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.5.3. İTÜ perküsyon prova odası model 3

Odada sadece yutucu ve yansıtıcı özellikteki ahşap panel tutulmuş ve diğer düzenlemeler iptal edilmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.30'da görülmektedir.

**Şekil 4.30: İTÜ perküsyon prova odası model 3 üç boyutlu görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.5.4. İTÜ perküsyon prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri

İTÜ perküsyon prova odası için yapılan akustik iyileştirmeler sonucunda yapılan 3 modelin de T30 değerleri ilgili standartlar tarafından belirlenen değer aralıkları içindedir ve tüm frekans oktav bantları için sonuçlar Tablo 4.5'te görülmektedir.

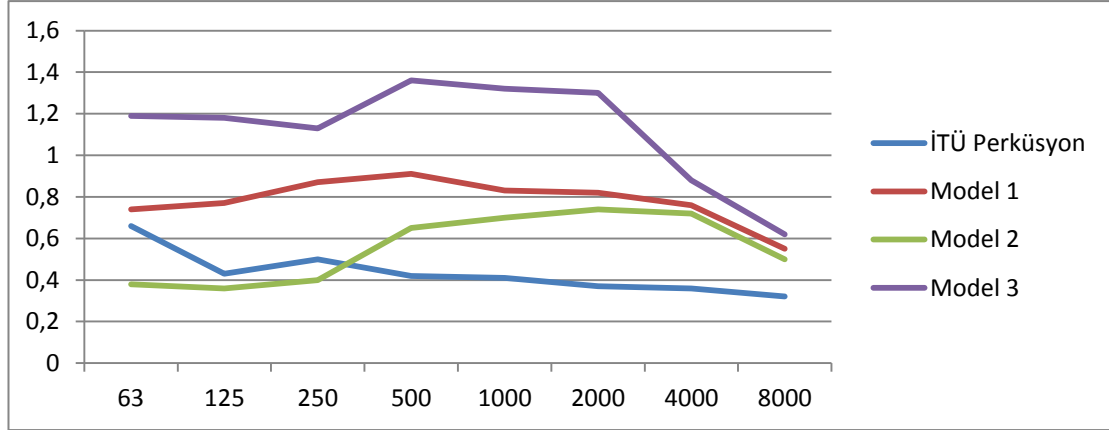
**Tablo 4.5: İTÜ Perküsyon prova odası modellerinin T30 değerlerinin karşılaştırılması**

f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	0,74	0,38	1,19
125	0,77	0,36	1,18
250	0,87	0,4	1,13
500	0,91	0,65	1,36
1000	0,83	0,7	1,32
2000	0,82	0,74	1,3
4000	0,76	0,72	0,88
8000	0,55	0,5	0,62

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Gerçek model ile yeni modellerin çnlama süreleri Şekil 4.31’de grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4.31: İTÜ perküsyon prova odası ve modellerinin çnlama sürelerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

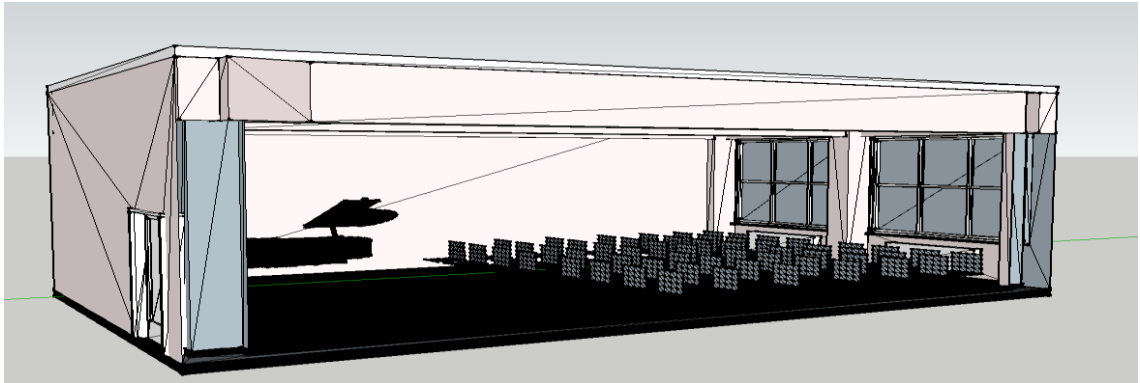
#### 4.1.6. İTÜ Konser Salonu Prova Odası için Tasarlanan Modeller

Bu oda için yapılan anket sonuçları göre oda canlı bulunmuş, karışık bir duyum yorumu yapılmış ve anlaşılabilirlik, sıcaklık ve de tonal kalitenin kötü olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Bu odada piyano, keman ve gitar provaları yapılmaktadır.

Şekil 4.32’de üç boyutlu tasarımı görülen İTÜ konser salonu prova odasındaki akustik tasarım önerileri bu bilgiler ışığında yapılarak yeni oda modelleri oluşturulacaktır.

**Şekil 4.32: İTÜ konser salonu prova odası üç boyutlu görüntüsü**

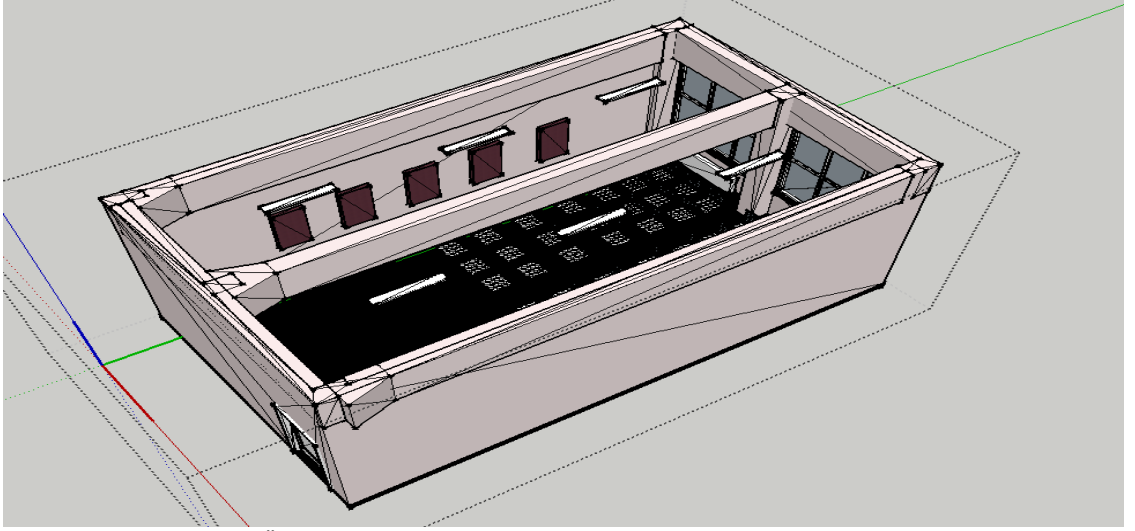


*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.6.1. İTÜ konser salonu prova odası model 1

Yan yüzeylere yutucu paneller eklenmiştir. Panellerin toplam sayısı 10 adettir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.33'te görülmektedir.

Şekil 4.33: İTÜ konser salonu prova odası model 1 üç boyutlu görüntüsü

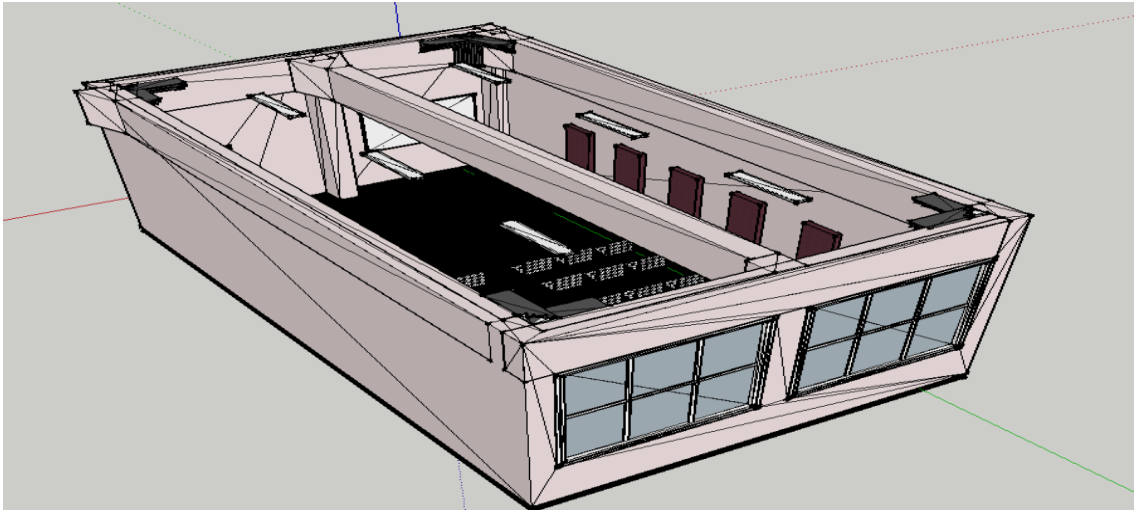


Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.6.2. İTÜ konser salonu prova odası model 2

Model 1 için koyulan paneller tutulmuş ve ek olarak üst köşelere bass trap eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.34'te görülmektedir.

Şekil 4.34 İTÜ konser salonu prova odası model 2 üç boyutlu görüntüsü

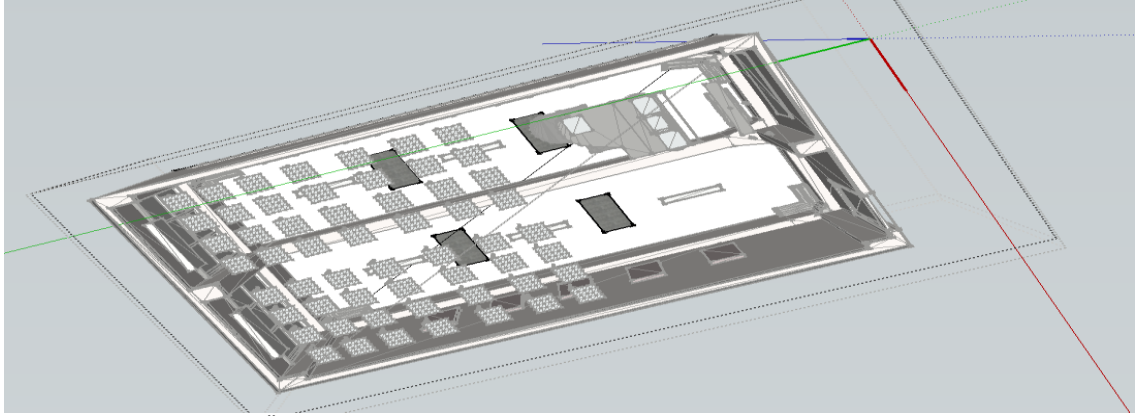


Kaynak: Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.6.3. İTÜ konser salonu prova odası model 3

Yan duvarlardaki yutucu paneller ve köşelere bas trapler tutulmuş, ek olarak tavana 4 adet yutucu panel eklenmiştir. Oda içindeki düzenlemeler ve yerleşim Şekil 4.35’te görülmektedir.

**Şekil 4.35 İTÜ konser salonu prova odası model 3 üç boyutlu görüntüsü**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### 4.1.6.4. İTÜ konser salonu prova odası modellerinin çınlama süresi değerleri

İTÜ konser salonu prova odası için yapılan akustik iyileştirmeler sonucunda yapılan 3 modelden sadece Model 3’ün T30 değerleri ilgili standartlar tarafından belirlenen değer aralıkları içindedir ve tüm frekans oktav bantları için sonuçlar Tablo 4.6’da görülmektedir.

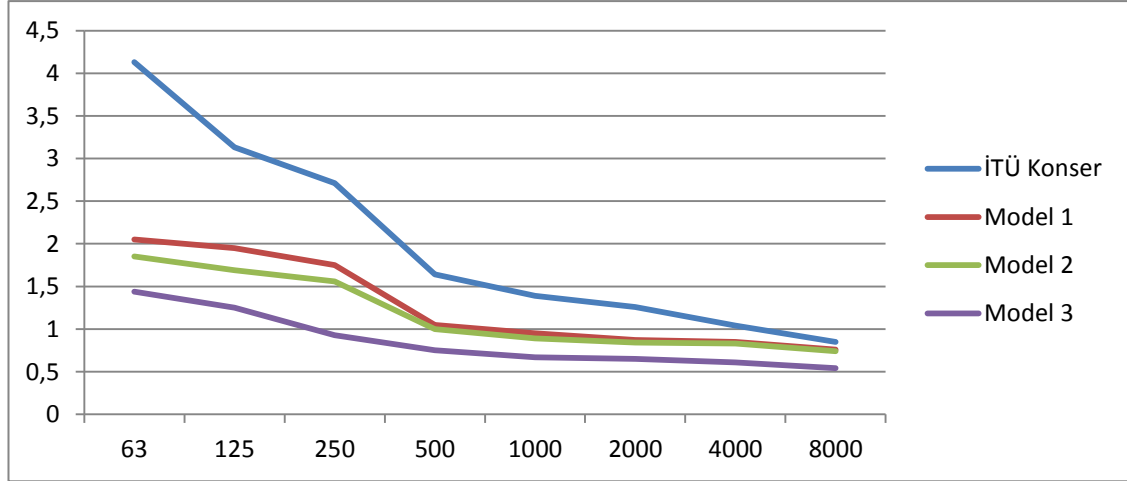
**Tablo 4.6: İTÜ konser salonu prova odası modellerinin T30 değerlerinin karşılaştırılması**

f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	2,05	1,85	1,44
125	1,95	1,69	1,25
250	1,75	1,56	0,93
500	1,05	1	0,75
1000	0,95	0,89	0,67
2000	0,87	0,84	0,65
4000	0,85	0,83	0,61
8000	0,76	0,74	0,54

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Gerçek model ile yeni modellerin çnlama süreleri Şekil 4.36’da grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

**Şekil 4.36: İTÜ konser salonu prova odası ve modellerinin çnlama sürelerinin grafiksel karşılaştırılması**



*Kaynak:* Bu şekil Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

## 4.2. İŞİTSELLEŞTİRME

Yapılan anketler, akustik ölçümler ve akustik analizler sonucunda belirlenen eksikliklerden yola çıkarak seçilen prova odalarında akustik tasarım önerileri yapılmış ve toplam 18 farklı model oluşturulmuştur. Bu odaların müzisyenler tarafından yorumlanabilmesi için ilgili enstrümanlar için odaların şimdiki halleri de dahil olmak üzere her enstrüman için 4 işitselleştirme yapılmıştır. Bu işitselleştirmeler yapılırken ilgili enstrümanların yansız (anechoic) oda kayıtları kullanılmıştır. Bu kayıtlar ODEON yazılımı ile birlikte gelen yansız oda kayıtları arasından ilgili enstrüman için seçilmiştir. Bu bölüme kadarki aşamalarda olduğu gibi bu aşamada da ODEON yazılımı kullanılmıştır.

İşitselleştirme için ODEON yazılımında izlenen yol sırasıyla aşağıdaki gibidir;

- i. Analiz yapılacak odanın üç boyutlu tasarımı ‘.3ds’ uzantılı olarak Odeon programına ‘import’ edilmiştir.
- ii. ‘Set Materials’ bölümüne girilerek tüm yüzeyler için istenilen malzeme ataması yapılmıştır.



- iii. ‘Source and Receivers’ bölümüne girilerek uygun tiplerde kaynak ve alıcılar daha önce belirtilen ölçüm noktalarına yerleştirilmiştir.
- iv. Üç boyutlu tasarımlarda herhangi bir sorun olma ihtimaline karşı ‘3D Investigate Rays’ aracı kullanılarak oda içinden dışarıya herhangi bir kaçak olup olmadığı kontrol edilmiş ve ‘3D Billard’ aracı kullanılarak oda içindeki yansımalar incelenmiştir.
- v. ‘Auralization Setup’ bölümüne girilerek tüm ayarlar yapılmıştır.
- vi. ‘Streaming Convolution’ aracı kullanılarak *anechoic* kayıtlar dinlenmiş ve odadaki duruma bakılmıştır.
- vii. ‘Job List’ aracı kullanılarak, her kaynak ve alıcı noktası için ayrı iş tanımları yapılmış ve işitselleştirmeler oluşturulmuştur.

Bu işitselleştirmeler için kaynakların ataması yapılırken kaynak tipi ve kaynağın yönselliği uygun seçilmelidir. Proje kapsamında incelenen enstrümanların ses yayma özelliklerini içeren kaynak dosyaları bulunmuş ve kaynak olarak ODEON programına tanıtılmıştır. Alıcı noktaları ise müzisyenler olarak düşünülmektedir ve yapılan işitselleştirmelerde tüm enstrümanlar için, enstrüman ile müzisyen kulağının arası 50 cm olarak düşünülmüştür.

İşitselleştirmeler 24 bit olarak ve “*binaural room impulse response*” özelliği seçilerek Beyerdynamic DT990 kulaklık modeli için hazırlanmıştır. Dinleme testleri bu kulaklıkla yapılmıştır.

Dinleme testleri için hazırlanan işitselleştirmeler, “Ekler” bölümündeki “CD”de “wav” formatında paylaşılmıştır.

### **4.3. DİNLEME TESTLERİ**

Proje kapsamında incelenen enstrümanlar için ilgili prova odalarındaki işitselleştirmelerle oluşturulan ses dosyaları Protools yazılımı kullanılarak 20 saniyelik eşit sürelerle çekilmiştir. Dinleme testlerinin hepsi kulaklık kullanılarak ve her model ikişer defa dinletilerek tamamlanmıştır. Dinleme testleri sırasında odalar hakkında herhangi bir bilgi verilmemiş, sadece müzisyenlerden akustik açıdan en beğendikleri odayı işaretlemeleri istenmiştir.

Dinleme testlerinin, prova odalarının müzisyen perspektifinden değerlendirilmesi aşamasında müzisyen anketlerini cevaplayan kişilerin tamamıyla yapılması hedeflenmiş fakat MIAM 224, İTÜ Perküsyon ve İTÜ Konser Salonu prova odaları için bu durum sağlanamamıştır. Herhangi bir oda için müzisyen anketi sayısına göre daha fazla ya da daha az dinleme testi değerlendirme yapılmaması amacıyla, belirtilen odalardaki eksikler aynı enstrümanla bu odalarda prova yapan müzisyenler ile tamamlanmıştır.

Dinleme testlerinin yapılacağı müzisyenlerin sayısına prova yaptığı enstrümanla birlikte, daha önce “3.2.1 Anket Sonuçları” bölümünde paylaşılan “Tablo 3.2: Prova odası anketlerine katılan müzisyenlerin odalara göre sayıları ve prova yaptıkları enstrümanları” tablosundan ulaşılabilir.

Prova odalarının şimdiki halini yansıtan gerçek modeller, tüm odalar için “Model 4” adıyla dinleme testlerine eklenmiştir.

Dinleme testlerinin sonuçları bulgular bölümünde paylaşılmıştır.

## 5. BULGULAR

Dinleme testleri aşamasına kadar izlenen yollarda proje kapsamında ulaşılması amaçlanan bulgulara ulaşılmış ve bu bulgular önceki bölümlerdeki ilgili konu içerisinde ayrıntılı olarak paylaşılmıştır. Bu bulgular özetle; seçilen müzik prova odalarının çınlama sürelerinin ölçülmesi ve odalarda prova yapan müzisyenlerle anketler yapılarak odaların öznel olarak değerlendirilmesi yoluyla var olan duruma dair analizler, üç boyutlu modellerin ODEON kalibrasyonları sonrasında modeller için elde edilen çınlama süresi değerleri ve akustik iyileştirme amacıyla odalar içerisinde akustik düzenlemeler yapılarak modellenen yeni odaların çınlama süresi değerleridir. Bu değerler bu bölümde ayrıntılı olarak yeniden paylaşılmayacaktır.

Bu bölümde; akustik iyileştirme amacıyla önerilen modeller için müzisyenlerle yapılan dinleme testleri sonuçları ve bu testler sonucunda seçilen modellerin çınlama süresi değerleri sadece paylaşılacak, dinleme testleri sonuçlarının yorumlanması ‘6. Tartışma ve Sonuç’ bölümünde yapılacaktır.

Dinleme testlerinin sonuçları seçilen her oda için ayrı olarak paylaşılmış ve bu paylaşımlar odalardaki ilgili enstrümanlara göre yapılmıştır.

### 5.1. MIAM 121 PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi MIAM 121 prova odasında piyano ve gitar provaları yapılmaktadır ve dinleme testleri bu enstrümanlar için yapılmıştır.

Modellenen odalarının ilgili enstrüman için tercih edilme sayıları Tablo 5.1’de görülmektedir.

**Tablo 5.1: MIAM 121 prova odası anket sonuçları**

Dinleme Testi	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Piyano	2	-	1	4
Gitar	1	3	-	-

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Dinleme testleri sonucunda piyano için ‘Model 4’ seçilirken, gitar için ‘Model 2’ seçilmiştir.

Bu modellerin çınlama süreleri Tablo 5.2’de görülmektedir.

**Tablo 5.2: MIAM 121 dinleme testleri sonucunda seçilen odaların çınlama süreleri**

f (Hz)	Model 2	Model 4
63	0,68	0,92
125	0,67	1
250	0,74	0,86
500	0,7	0,88
1000	0,71	0,92
2000	0,76	1,02
4000	0,74	0,94
8000	0,56	0,65

*Kaynak:* Bu tablo Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

## 5.2. MIAM 224 PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI

Daha nceki bölümlerde belirtildiği gibi MIAM 224 prova odasında piyano, yan flüt ve gitar provaları yapılmaktadır ve dinleme testleri bu enstrümanlar için yapılmıştır.

Modellenen odalarının ilgili enstrüman için tercih edilme sayıları Tablo 5.3’de görülmektedir.

**Tablo 5.3: MIAM 224 prova odası anket sonuçları**

Dinleme Testi	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Piyano	1	1	1	3
Gitar	-	1	3	-
Yan Flüt	-	3	-	1

*Kaynak:* Bu tablo Yalın zgencil tarafından hazırlanmıştır.

Dinleme testleri sonucunda piyano için ‘Model 4’, gitar için ‘Model 3’ ve yan flüt için ‘Model 2’ seçilmiştir.

Bu modellerin çınlama süreleri Tablo 5.4’te görülmektedir.

**Tablo 5.4: MIAM 224 dinleme testleri sonucunda seçilen odaların çınlama süreleri**

f (Hz)	Model 2	Model 3	Model 4
63	0,61	0,83	0,86
125	0,69	0,91	0,94
250	0,43	0,68	0,87
500	0,65	0,47	0,77
1000	0,66	0,44	0,66
2000	0,58	0,38	0,58
4000	0,52	0,34	0,58
8000	0,42	0,3	0,45

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### **5.3. MIAM PERKÜSYON PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI**

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi MIAM perküsyon prova odasında timpani ve vibrafon provaları yapılmaktadır ve dinleme testleri bu enstrümanlar için yapılmıştır.

Modellenen odalarının ilgili enstrüman için tercih edilme sayıları Tablo 5.5’de görülmektedir.

**Tablo 5.5: MIAM perküsyon prova odası anket sonuçları**

Dinleme Testi	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Timpani	-	4	2	1
Vibrafon	2	3	1	1

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Dinleme testleri sonucunda hem timpani hem de vibrafon için ‘Model 2’ seçilmiştir.

Bu modelin çınlama süreleri Tablo 5.6’da görülmektedir.

**Tablo 5.6: MIAM Perküsyon dinleme testleri sonucunda seçilen odaların çınlama süreleri**

f (Hz)	Model 2
63	0,51
125	0,56
250	0,53
500	0,6
1000	0,63
2000	0,39
4000	0,46
8000	0,37

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

#### **5.4. İTÜ TROMBON PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI**

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi İTÜ trombon prova odasında trombon ve piyano provaları yapılmaktadır ve dinleme testleri bu enstrümanlar için yapılmıştır.

Modellenen odalarının ilgili enstrüman için tercih edilme sayıları Tablo 5.7’de görülmektedir.

**Tablo 5.7: İTÜ trombon prova odası anket sonuçları**

Dinleme Testi	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Trombon	2	3	1	3
Piyano	1	3	-	2

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Dinleme testleri sonucunda trombon için ‘Model 2’ ve ‘Model 4’ seçilirken, piyano için ‘Model 2’ seçilmiştir.

Bu modellerin çınlama süreleri Tablo 5.8’de görülmektedir.

**Tablo 5.8: İTÜ trombon dinleme testleri sonucunda seçilen odaların çınlama süreleri**

f (Hz)	Model 2	Model 4
63	1,04	1,3
125	0,94	1,12
250	0,86	0,96
500	0,79	0,84
1000	0,7	0,84
2000	0,79	0,95
4000	0,67	0,76
8000	0,5	0,54

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

### **5.5. İTÜ PERKÜSYON ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI**

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi İTÜ perküsyon prova odasında timpani ve vibrafon provaları yapılmaktadır ve dinleme testleri bu enstrümanlar için yapılmıştır.

Modellenen odalarının ilgili enstrüman için tercih edilme sayıları Tablo 5.9’de görülmektedir.

**Tablo 5.9: İTÜ perküsyon prova odası anket sonuçları**

Dinleme Testi	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Timpani	1	4	-	3
Vibrafon	3	2	-	2

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Dinleme testleri sonucunda timpani için ‘Model 2’, vibrafon için ‘Model 1’ seçilmiştir.

Bu modellerin çınlama süreleri Tablo 5.10’da görülmektedir.

**Tablo 5.10: İTÜ perküsyon dinleme testleri sonucunda seçilen odaların çınlama süreleri**

f (Hz)	Model 1	Model 2
63	0,74	0,38
125	0,77	0,36
250	0,87	0,4
500	0,91	0,65
1000	0,83	0,7
2000	0,82	0,74
4000	0,76	0,72
8000	0,55	0,5

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

## 5.6. İTÜ KONSER SALONU PROVA ODASI DİNLEME TESTİ SONUÇLARI

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi İTÜ konser salonu prova odasında piyano, gitar ve keman provaları yapılmaktadır ve dinleme testleri bu enstrümanlar için yapılmıştır.

Modellenen odalarının ilgili enstrüman için tercih edilme sayıları Tablo 5.11’de görülmektedir.

**Tablo 5.11: İTÜ konser salonu prova odası anket sonuçları**

Dinleme Testi	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Piyano	-	4	1	1
Gitar	1	2	4	-
Keman	3	1	3	-

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

Dinleme testleri sonucunda piyano için ‘Model 2’, gitar için ‘Model 3’ ve keman için ‘Model 1’ ile ‘Model 3’ seçilmiştir.

Bu modellerin çınlama süreleri Tablo 5.12’de görülmektedir.



**Tablo 5.12: İTÜ konser salonu dinleme testleri sonucunda seçilen odaların çınlama süreleri**

f (Hz)	Model 1	Model 2	Model 3
63	2,05	1,85	1,44
125	1,95	1,69	1,25
250	1,75	1,56	0,93
500	1,05	1	0,75
1000	0,95	0,89	0,67
2000	0,87	0,84	0,65
4000	0,85	0,83	0,61

*Kaynak:* Bu tablo Yalın Özgencil tarafından hazırlanmıştır.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Önceki bölümlerde bugüne kadar yapılan çeşitli araştırmalardan yola çıkılarak sistematik bir inceleme yapılmış ve müzik prova odalarındaki müzisyen, enstrüman ve oda ilişkisi ilgili akustik parametreler için akustik ölçümler, anketler, modellemeler ve dinleme testleri yardımıyla incelenmiştir.

Bu bölümde; projenin amacına dair konular tartışılacak ve projenin gelecek projeler için kullanılabilirliği konusu değerlendirilecektir.

### 6.1. KONSERVATUAR PROVA ODALARININ AKUSTİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan müzisyenler anketleri sonucunda; seçilen tüm prova odaları için mimari ve akustik özelliklerin olumsuz olarak değerlendirildiği görülmüştür. Odalarda herhangi bir akustik düzenleme olmayışı ve bu odaların bina tasarım aşamasında müzik prova odaları düşünülerek tasarlanmayışının bu durumda önemli bir paya sahip olduğu söylenebilir. Seçilen müzik prova odalarında yapılan akustik ölçümler sonucunda görüldüğü gibi, bu odaların çınlama sürelerinin ilgili standartlarca belirlenen değer aralıklarında olmayışı bu durumu desteklemektedir.

Müzisyenlerin çoğunluğunun prova odalarındaki akustik konusunun önemi hakkında fikir sahibi olduğu görülse de bu konuya önem vermeyen müzisyenlerin olduğu da gözlemlenmiştir. Bu durumun varoluşunun, yapılan anketlerdeki akustik parametre sorularının cevaplarını olumsuz yönde etkileme ihtimali olsa da; müzisyen, enstrüman ve oda ilişkisi incelendiği için, anketlerin seçilen prova odalarını kullanan tüm müzisyenler tarafından cevaplanması bu odalar hakkında doğru analiz sonuçlarına ulaştırmıştır.

Tüm bu durumlar değerlendirildiğinde; konservatuar prova odalarının müzisyen perspektifinden akustik olarak istenilen kaliteyi sağlamadığı görülmüştür.

## 6.2. AKUSTİK TASARIM ÖNERİLERİ ve DİNLEME TESTLERİNİN ENSTRÜMANLARA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Akustik tasarım önerileri yapılırken literatür araştırmaları sonucunda ulaşılan ve önceki bölümlerde paylaşılan çınlama süresi değerleri dikkate alınmış ve oda modellemeleri buna göre yapılmıştır.

Çınlama süreleri değerlendirilirken orta frekans bantlarından 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekans oktav bantları dikkate alınacaktır.

Yapılan dinleme testleri sonucunda görülmüştür ki enstrümanı piyano olan müzisyenler, genelde yüksek çınlama süreli modelleri seçmiştir. MIAM 121 ve MIAM 224 prova odaları için yapılan dinleme testlerinde önerilen modellerin seçilmediği, odanın gerçek modelinin seçildiği görülmüştür. İTÜ trombon ve İTÜ konser salonu prova odalarında ise tasarım önerilerinden seçimler yapılmıştır. Tüm odalar değerlendirildiğinde piyano için tercih edilen çınlama süresi aralığının 0,6 ile 1,0 arasında olduğu görülmektedir.

Gitar provaları, seçilen müzik prova odalarından MIAM 121, MIAM 224 ve İTÜ konser salonu prova odalarında yapılmaktadır ve enstrümanı gitar olan müzisyenlerin dinleme testi sonuçları incelendiğinde; modeller arasında daha düşük çınlama süresine sahip modellerin tercih edildiği görülmektedir. Üç oda için seçilen modellerin çınlama süreleri incelendiğinde bu süre 0,4 ile 0,7 arasında değişkenlik göstermektedir.

Yan flüt provaları sadece MIAM 224 prova odasında yapılmaktadır ve tercih edilen modelin çınlama süresi değerleri incelendiğinde 0,6 ile 0,7 arasında çınlama süresi değerleri görülmektedir. Seçilen modelin, gerçek modele oldukça yakın çınlama süresi değerlerine sahip olduğu görülmektedir fakat gerçek model değil bu model seçilmiştir. Seçilen modelin çınlama süresi değerleri gerçek model dışındaki diğer modellere göre daha yüksektir.

Trombon provaları sadece İTÜ trombon odasında yapılmaktadır ve bu enstrüman için iki farklı model tercih edilmiştir. Bunlardan biri gerçek oda modelidir Gerçek modelden farklı olarak seçilen modelin çınlama süreleri diğer modellere göre orta seviyelerdedir ve prova odaları arasında bulunan benzer çınlama süresi değerlerine sahip model seçilmeyerek bu model tercih edilmiştir. Buna benzer bir durum yan flüt dinleme testi

sonuçlarında da görülmektedir. Seçilen modelin çınlama süreleri 0,7 ile 0,9 arasında değişmektedir.

Timpani provaları, iki konservatuarda bulunan farklı iki özellikteki perküsyon odasında yapılmaktadır. Seçilen modellerin çınlama sürelerinin diğer modellere kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu değerler 0,5 ile 0,7 arasında değişmektedir.

Vibrafon provaları da timpani de olduğu gibi iki konservatuarda bulunan farklı iki özellikteki perküsyon odasında yapılmaktadır. MIAM perküsyon odası için önerilen modeller arasından yapılan seçim timpani ile aynı olurken bu durum İTÜ perküsyon odası dinleme testlerinde değişmiştir. Diğer modellere kıyasla yüksek çınlama sürelerine sahip modeller seçilmiştir ve bu değerler 0,5 ile 0,9 arasında değişmektedir.

Son olarak keman enstrümanı için dinleme testleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu enstrüman sadece İTÜ konser salonu prova odasında kullanılmaktadır ve önerilen modeller arasından iki model seçilmiştir. Bu modellerin çınlama süreleri birbirlerine göre farklılık göstermekte ve 0,6 ile 1,0 arasında değişmektedir.

Yapılan çalışmada; müzisyen, enstrüman ve oda ilişkisi içerisinde akustik tasarımın iyileştirilmesi için çınlama süresi parametresinin tek başına yeterli olmadığı görülmüştür. Müzik prova odaları için önerilen modellerde, benzer çınlama süresi değerlerine sahip modeller için yapılan dinleme sonucunda bu odaların farklı yorumlandığı görülmektedir. Oda içine yutucu ve yansıtıcı özellikli malzemeler ekleyerek yapılan akustik düzenlemeler ile sese müdahale edilmesi sırasında sesin karakterinin değişerek başka parametrelerin etkilendiği ve bu nedenle böyle bir durumun oluştuğu düşünülmektedir.

Farklı enstrümanlar için benzer ya da farklı çınlama süresi değerleri tercih edilmiş ve farklı enstrümanlara sahip müzisyenlerin aynı odalar için seçimleri farklı olmuştur. Bu noktada; çınlama süresinin tek başına yeterli bir kriter olamayacağı ve sesin oda içerisindeki karakterinin dikkate alınması gerektiği söylenebilir. Literatür araştırmaları sonucunda enstrümanların farklı temel frekans değer aralıklarına, doğuşkanlara ve temel olarak farklı akustik özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle; müzik prova odaları değerlendirilirken bu akustik özelliklerin frekans bazında değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu proje kapsamında bu hedefe yönelik bir çalışma

yapılmamış, sadece farklı akustik özelliklere sahip enstrümanların müzik prova odaları ile olan ilişkileri incelenmiştir.

Proje sonunda seçilen enstrümanlar için ulaşılan çınlama süresi değerleri, müzik prova odaları için ilgili standartlar tarafından önerilen değerler arasında olsa da, belirtilen sebepler nedeniyle net bir tasarım önerisi olamamakta fakat tasarımlar için yol gösterici olarak yorumlanmaktadır.

### **6.3. ÇALIŞMANIN GELECEK ARAŞTIRMALARDA KULLANILABİLİRLİĞİ**

Yapılan çalışmalar iki farklı konservatuarda bulunan altı farklı müzik prova odası için yapılmıştır ve sınırlı sayıda müzik prova odası değerlendirildiği için sonuçlar genişletilememiştir. Bu durum; mevcut bulguların tüm prova odaları için genelleştirilmesini kısıtlamaktadır. Sonuçların tüm prova odaları için genişletilebilmesi için, farklı konservatuarlarda bulunan farklı akustik özellikteki müzik prova odalarının da incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışma, bu alanda yapılacak çalışmalar için bir örnek teşkil etmekte fakat belirtilen nedenden dolayı ilgili enstrümanlar ve tüm prova odaları için genelleştirilememektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür ki; proje kapsamında incelenmek üzere seçilen nesnel ve öznel akustik parametrelere eklemeler yapılarak daha fazla sayıda akustik parametrenin değerlendirilmesinin, konservatuar prova odaları akustik olarak incelenirken; müzisyen, enstrüman ve oda ilişkisine yönelik tasarım önerileri noktasında daha kapsamlı çözümler sunacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

### *Kitaplar*

Benade, A.H., 1976. *Fundamentals of Musical Acoustics*, ABD: Virginia Benade.

Beranek, L.L., 1962. *Music, Acoustics and Architecture*, New York: John Wiley and Sons Inc..

Cox T.J., D'Antonio P., 2004. *Acoustic Absorbers and Diffusers. Theory, Design and Application*, London: Spon Press.

David Howard and James Angus, 1996 , “*Acoustics and Psychoacoustics*” Oxford

Egan, D., 1972. *Concepts in Architectural Acoustics* New York: Mc-Graw Hill.

Everest, A., 1976. *Master Handbook of Acoustics*, United States: Mc-Graw Hill.

Kuhl W., 1954. Über Versuche zur Ermittlung der günstigsten Nachhallzeit grober Musikstudios, *Acoustics* Vol.4, p618.

Maekawa, Z., Rindel, J.H., Lord, P., 2011. *Environmental and Architectural Acoustics*, London: Spon Press.

Mehta, M., James, J., Rocafort J., 1999. *Architectural Acoustics: Principles and Design*, New Jersey: Prentice Hall.

Rossing, T., D., Moore, F.,R., Wheeler, P. A., 2002. *The Science of Sound*, 3rd Edition, SanFrancisco: Pearson Education.

### *Süreli Yayınlar*

- Cox, T.J., Shield, B.M., 1999. *Audience Questionnaire Survey of the Acoustics of the Royal Festival Hall*, London, England, *Acoustics*, 85, 547-559.
- Fujita, T., Yamaguchi, K., 2010. A Study on the Acoustical characteristics of a Piano Practice Room, *Acoustica*, 63, 211-221.
- Helmholtz, H. V., 1971. *The Conservation of Force: A Physical Memoir*, Wesleyan University Press, 3, 55.
- Gade, A. C., 1981. *Musicians' Ideas About Room Acoustical Qualities, An interview survey and a derivation of subjective room acoustical parameters.*, The Acoustics Laboratory, Technical University of Denmark, Report No. 31.
- Gunnlaugsdottir, G., 2008. *Optimization of Acoustic Conditions in Music Practice Rooms*, Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2008, Iceland..
- Kraus, N., Chandrasekaran, B., *Music Training for the Development of Auditory Skills*, Nature Reviews, Neuroscience, 11, 599-605.
- Kemp W., 2009. *Music Education Suites*, National Clearinghouse for Educational Facilities, Washington DC, USA.
- Lamberty, D.C., 1980. *Musical Practice Rooms*, *Journal of Sound and Vibrations*, 1980, 69(1), 149-155.
- Maxfield, J.P., Albersheim, W.F., 1947. *An Acoustic Constant of Enclosed Spaces Correlatable with their Apparent Liveness*, *Journal of the Acoustical Society of America*, 19(1), 71-79.
- Osman, R., 2010, *Designing Small Practice Rooms for Sound Quality*, Proceedings of 20<sup>th</sup> International Congress on Acoustics, ICA 2010.
- Rindel, J. H., 2014. *Rooms for Music – Acoustical Needs and Requirements*, BNAM.
- Skalevik, M., 2012, *Music Room Acoustics – Critical Parameters*, BNAM 2012, Odense.

- Skalevik, M., 2012. Rehearsal Room Acoustics for the Orchestra Musician, Baltic-Nordic Acoustical Meeting BNAM, Tallinn.
- Şaher, K., Öziş, F., 2007. *Assessment of Musical Instrument Performances For Practice Rooms by Musicians*, 19<sup>th</sup> International Congress on Acoustics, 19, 5572-5578.
- Şaher, K., Rindel, J.H., 2006. *How Does Architecture Sound for Different Musical Instrument Performances*, Proceedings of the Architecture, Music, Acoustics, International Cross-Disciplinary Conference, Ryerson Embodied Architecture Lab., Toronto, Canada.
- Teuber, W., Veolker, E.J., 2010. *Acoustical Requirements and Results for Music Rehearsal Rooms*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 16, 93-96.
- Tsuchikura, R., Kamekawa, T., 2012. *Acoustics Properties of Practice Rooms Where Musicians Can Practice Contentedly: Effect of Reverberation on Practice*.
- Zha, X., Fuchs, H. V., 2002. *Improving The Acoustics Working Conditions for Musicians in Small Rooms*, Applied Acoustics, 63, 203-221.



### ***Diğer Yayınlar***

ANSI S12.60-2002, 2002. *American National Standard Acoustical Performances Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools*, America.

Bayazıt Tamer, N., 1999. Dikdörtgen Kesitli Konser Salonlarının Akustik Değerlendirmesi için Bir Tasarım Yöntemi, *Doktora Tezi*, İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

DfES (Dept. for Education and Skills), 2003. *Acoustics Design of Schools: A Design Guide-Building Bulletin 93*, The Stationary Office, London.

DfES (Dept. for Education and Skills), 2003. *Draft Building Bulletin 93-Acoustics Design of Schools*, United Kingdom.

ISO-3382-1, 2009. *Acoustics – Measurements of Room Acoustics Parameters*, International Standardization Organization, Switzerland.

NS 8178, 2014, *Acoustics Criteria for Rooms and Spaces for Music Rehearsal and Performance*, Standar Norge, Oslo.

NS 8175:2008, 2008. *Acoustics conditions in buildings, sound classification of various types of buildings*, Oslo.

OCPS (Orange County Public Schools Standarts), 2003. *Music Suite Acoustics*, Design Guidelines Manual, Facilities and Environmental Services, California: Orange County.

Pieleanu, I., *Where Musicians Hone Their Craft: Acoustical Designs of Practice and Rehearsal Rooms*, Acentech.

Sabine W.,C., 1964 *Collected Papers on Acoustics*, Reprinted by Dover Publications, Inc.

SINTEF Byggforsk (National Building Research Institute), Byggdetaljblad 527.300 Romakustikk. Guidelines for room acoustics in rooms for speech, music and sound reproduction, by Jens Holger, Rindel, Oslo, 1998.

Vural A., 2009, İstanbul'da Bulunan Dört Konser Salonunun Akustik Açından Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

VDI 2081, 2001. *Blatt1: Noise-Rating Curves*, Berlin

Wenger Corporation, 2008. *Planning Guide for Secondary School Music Facilities*,  
Minnesota: Wenger Corporation.

## EKLER

## EK 1: Müzisyen Anketi

MÜZİSYEN ANKETİ																				
Prova odası adı:																				
<b>A.KİŞİSEL BİLGİLER</b>																				
1. Yaşınız: .....																				
2. Cinsiyetiniz: .....																				
3. Okuduğunuz Bölüm: .....																				
4. Çaldığınız Enstrüman: .....																				
<b>B.PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>																				
1. Gün içerisinde ne sıklıkla (saat) prova yapıyorsunuz.																				
<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5+</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>							0	1	2	3	4	5	5+	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	1	2	3	4	5	5+														
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>														
2. Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?																				
<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>Asla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Herzaman</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>							Asla						Herzaman	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Asla						Herzaman														
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>														
3.Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?																				
<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>Çok Az</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Çok Yüksek</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>							Çok Az						Çok Yüksek	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Çok Az						Çok Yüksek														
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>														
4.Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?																				
<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>Çok Az</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Çok Yüksek</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>							Çok Az						Çok Yüksek	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Çok Az						Çok Yüksek														
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>														
<b>C. YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>																				
1.Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?																				
<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>Çok Etkileniyorum</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Hiç Etkilenmiyorum</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>							Çok Etkileniyorum						Hiç Etkilenmiyorum	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Çok Etkileniyorum						Hiç Etkilenmiyorum														
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>														

## EK

2.Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?

Asla					Herzaman
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

### D. PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR

1.Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?

Çok Az					Çok İyi
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?

Çok Az					Çok İyi
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

### E. MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR

1.Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?

Hiç Beğenmiyorum					Çok Beğeniyorum
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini etkiliyor mu?

Çok Az					Çok Fazla
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

### F. AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR

Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz

1.Çınlama Süresi.  
(Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)

Ölü					Canlı
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.Tonal Kalite.

Kötü					İyi
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## EK

<p>3.Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)</p> <p>Soğuk <span style="float: right;">Sıcak</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p>4. Samimilik Gayrisamimi <span style="float: right;">Samimi</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p>5.Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)</p> <p>Karışık <span style="float: right;">Net</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p>6.Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)</p> <p>Sessiz <span style="float: right;">Yüksek</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p>7.Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)</p> <p>Zor <span style="float: right;">Kolay</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p>8.Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)</p> <p>8.1.Tiz Orta Frekanslarda</p> <p>Zayıf <span style="float: right;">Yüksek</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table> <p>8.2.Bas Orta Frekanslarda</p> <p>Zayıf <span style="float: right;">Yüksek</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p>9.Arkaplan Gürültüsü</p> <p>Düşük <span style="float: right;">Yüksek</span></p> <table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr></table>										
<p><b>F. GENEL DEĞERLENDİRME</b></p> <p>1.Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?</p>										

## EK

Çok Kötü					Çok İyi
2.Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?					
Çok Kötü					Çok İyi

## EK

### EK 2: MIAM 121 prova odası anket sonuçları

MIAM 121 PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI	MÜZİSYEN YORUMLARI				
	Çok Kötü Çok Az	Kötü Az	Orta	İyi Yüksek	Çok iyi Çok Yüksek
<b>SORULAR</b>					
<b>PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?				X	
Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?				X	
Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?					X
<b>YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?		X			
Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?			X		
<b>PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?				X	
Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?			X		
<b>MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?	X				
Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini olumsuz yönde etkiliyor mu?				X	
<b>AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz					
Çınlama Süresi. (Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı
				X	
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
			X		
Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak
			X		
Samimilik	Çok Gayrisamimi	Gayrisamimi	Orta	Samimi	Çok Samimi

## EK

		X			
Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net
		X			
Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)	Çok Sessiz	Sessiz	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)	Çok Zor	Zor	Orta	Kolay	Çok Kolay
		X			
Tiz Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Bas Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Görsel Etki	Çok Rahatsız Edici	Rahatsız Edici	Orta	Estetik	Çok Estetik
		X			
Arka Plan Gürültüsü	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
		X			
<b>GENEL DEĞERLENDİRME</b>	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?			X		
Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?		X			



**EK****EK 3: MIAM 224 prova odası anket sonuçları**

MIAM 224 PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI	MÜZİSYEN YORUMLARI				
	Çok Kötü Çok Az	Kötü Az	Orta	İyi Yüksek	Çok iyi Çok Yüksek
<b>PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?			X		
Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?				X	
Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?					X
<b>YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?		X			
Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?			X		
<b>PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?			X		
Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?		X			
<b>MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?		X			
Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini olumsuz yönde etkiliyor mu?		X			
<b>AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz					
Çınlama Süresi. (Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı
			X		
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
			X		
Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak
				X	
Samimilik	Çok Gayrisamimi	Gayrisamimi	Orta	Samimi	Çok Samimi

## EK

				X	
Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net
				X	
Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)	Çok Sessiz	Sessiz	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)	Çok Zor	Zor	Orta	Kolay	Çok Kolay
			X		
Tiz Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
		X			
Bas Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Görsel Etki	Çok Rahatsız Edici	Rahatsız Edici	Orta	Estetik	Çok Estetik
		X			
Arka Plan Gürültüsü	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
<b>GENEL DEĞERLENDİRME</b>	<b>Çok Kötü</b>	<b>Kötü</b>	<b>Orta</b>	<b>İyi</b>	<b>Çok İyi</b>
Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?			X		
Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?			X		

**EK****EK 4: MIAM perküsyon prova odası anket sonuçları**

<b>MIAM PERKÜSYON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI</b>	<b>MÜZİSYEN YORUMLARI</b>				
	<b>Çok Kötü Çok Az</b>	<b>Kötü Az</b>	<b>Orta</b>	<b>İyi Yüksek</b>	<b>Çok iyi Çok Yüksek</b>
<b>PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?			X		
Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?			X		
Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?				X	
<b>YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?		X			
Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?			X		
<b>PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?			X		
Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?			X		
<b>MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?	X				
Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini olumsuz yönde etkiliyor mu?					X
<b>AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz					
Çınlama Süresi. (Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)	<b>Çok Ölü</b>	<b>Ölü</b>	<b>Orta</b>	<b>Canlı</b>	<b>Çok Canlı</b>
			X		
Tonal Kalite	<b>Çok Kötü</b>	<b>Kötü</b>	<b>Orta</b>	<b>İyi</b>	<b>Çok İyi</b>
		X			
Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)	<b>Çok Soğuk</b>	<b>Soğuk</b>	<b>Orta</b>	<b>Sıcak</b>	<b>Çok Sıcak</b>
				X	
Samimilik	<b>Çok Gayrisamimi</b>	<b>Gayrisamimi</b>	<b>Orta</b>	<b>Samimi</b>	<b>Çok Samimi</b>

## EK

			X		
Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net
		X			
Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)	Çok Sessiz	Sessiz	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)	Çok Zor	Zor	Orta	Kolay	Çok Kolay
		X			
Tiz Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
Bas Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
		X			
Görsel Etki	Çok Rahatsız Edici	Rahatsız Edici	Orta	Estetik	Çok Estetik
	X				
Arka Plan Gürültüsü	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
<b>GENEL DEĞERLENDİRME</b>	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?			X		
Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?		X			

**EK****EK 5: İTÜ trombon prova odası anket sonuçları**

İTÜ TROMBON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI	MÜZİSYEN YORUMLARI				
	Çok Kötü Çok Az	Kötü Az	Orta	İyi Yüksek	Çok iyi Çok Yüksek
<b>SORULAR</b>					
<b>PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?			X		
Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?			X		
Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?				X	
<b>YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?	X				
Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?				X	
<b>PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?			X		
Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?		X			
<b>MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?		X			
Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini olumsuz yönde etkiliyor mu?			X		
<b>AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz					
Çınlama Süresi. (Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı
				X	
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
			X		
Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak
			X		
Samimilik	Çok Gayrisamimi	Gayrisamimi	Orta	Samimi	Çok Samimi

## EK

				X	
Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net
			X		
Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)	Çok Sessiz	Sessiz	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)	Çok Zor	Zor	Orta	Kolay	Çok Kolay
			X		
Tiz Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Bas Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Görsel Etki	Çok Rahatsız Edici	Rahatsız Edici	Orta	Estetik	Çok Estetik
		X			
Arka Plan Gürültüsü	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
<b>GENEL DEĞERLENDİRME</b>	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?				X	
Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?		X			

**EK****EK 6: İTÜ PERKÜSYON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI**

<b>İTÜ PERKÜSYON PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI</b>	<b>MÜZİSYEN YORUMLARI</b>				
	<b>Çok Kötü Çok Az</b>	<b>Kötü Az</b>	<b>Orta</b>	<b>İyi Yüksek</b>	<b>Çok iyi Çok Yüksek</b>
<b>PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?				X	
Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?				X	
Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?					X
<b>YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?				X	
Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?			X		
<b>PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?		X			
Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?				X	
<b>MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?			X		
Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini olumsuz yönde etkiliyor mu?			X		
<b>AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz					
Çınlama Süresi. (Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)	<b>Çok Ölü</b>	<b>Ölü</b>	<b>Orta</b>	<b>Canlı</b>	<b>Çok Canlı</b>
			X		
Tonal Kalite	<b>Çok Kötü</b>	<b>Kötü</b>	<b>Orta</b>	<b>İyi</b>	<b>Çok İyi</b>
		X			
Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)	<b>Çok Soğuk</b>	<b>Soğuk</b>	<b>Orta</b>	<b>Sıcak</b>	<b>Çok Sıcak</b>
		X			
Samimilik	<b>Çok Gayrisamimi</b>	<b>Gayrisamimi</b>	<b>Orta</b>	<b>Samimi</b>	<b>Çok Samimi</b>

## EK

		X			
Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net
		X			
Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)	Çok Sessiz	Sessiz	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
					X
Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)	Çok Zor	Zor	Orta	Kolay	Çok Kolay
		X			
Tiz Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
		X			
Bas Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Görsel Etki	Çok Rahatsız Edici	Rahatsız Edici	Orta	Estetik	Çok Estetik
			X		
Arka Plan Gürültüsü	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
					X
<b>GENEL DEĞERLENDİRME</b>	<b>Çok Kötü</b>	<b>Kötü</b>	<b>Orta</b>	<b>İyi</b>	<b>Çok İyi</b>
Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?			X		
Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?			X		



**EK****EK 7: İTÜ KONSER PROVA ODASI ANKET SONUÇLARI**

SORULAR	MÜZİSYEN YORUMLARI				
	Çok Kötü Çok Az	Kötü Az	Orta	İyi Yüksek	Çok iyi Çok Yüksek
<b>PROVA ODASI KULLANIM SÜRESİNE VE SES YÜKSEKLİĞİNE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını talep ettiğiniz süre kadar kullanabiliyor musunuz?				X	
Tek başınıza yaptığınız provalar sırasında ses seviyeniz ne kadar yüksek?			X		
Grup halinde yapılan provalar sırasında toplam ses seviyesi ne kadar yüksek?				X	
<b>YALITIMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odası dışındaki gürültü etkenleri prova sırasında sizi etkiliyor mu?		X			
Dış mekana yüksek ses gitmemesi için enstrüman çalım seviyenizi kontrol altında tutma ihtiyacı duyuyor musunuz?			X		
<b>PROVALAR SIRASINDAKİ DUYUMA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Provalarda kendinizi ne kadar iyi duyuyorsunuz?		X			
Provalarda diğer müzisyenleri ne kadar iyi duyuyorsunuz?		X			
<b>MİMARİ VE GÖRSEL ALGIYA İLİŞKİN SORULAR</b>					
Prova odasını mimari olarak ne kadar beğeniyorsunuz?		X			
Prova odasının fiziksel koşulları prova verimliliğini olumsuz yönde etkiliyor mu?				X	
<b>AKUSTİK PARAMETRELERE İLİŞKİN SORULAR</b>					
Lütfen prova odasının akustik özellikleri ile ilgili aşağıda verilen parametreleri değerlendiriniz					
Çınlama Süresi. (Sesin yankılanma süresi, Canlılık.)	Çok Ölü	Ölü	Orta	Canlı	Çok Canlı
					X
Tonal Kalite	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
		X			
Sıcaklık (Bas frekanstaki seslerin orta frekanslara seslere oranla yoğunluğu.)	Çok Soğuk	Soğuk	Orta	Sıcak	Çok Sıcak
				X	
Samimilik	Çok Gayrisamimi	Gayrisamimi	Orta	Samimi	Çok Samimi

## EK

		X			
Anlaşılabilirlik (Farklı müzikal tonların kolayca anlaşılabilmesi.)	Çok Karışık	Karışık	Orta	Net	Çok Net
		X			
Yükseklik (Sesin duyum seviyesi.)	Çok Sessiz	Sessiz	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
Adaptasyon (Prova odasına adaptasyon.)	Çok Zor	Zor	Orta	Kolay	Çok Kolay
	X				
Tiz Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
			X		
Bas Orta Frekanslarda Denge (Odanın çalınan müziğe tepkisi ve farklı frekanstaki seslerin uyumlu duyulabilmesi.)	Çok Zayıf	Zayıf	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
		X			
Görsel Etki	Çok Rahatsız Edici	Rahatsız Edici	Orta	Estetik	Çok Estetik
			X		
Arka Plan Gürültüsü	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
				X	
<b>GENEL DEĞERLENDİRME</b>	Çok Kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok İyi
Prova sırasında sürecin sizin adınıza verimli geçtiğini düşünüyor musunuz?			X		
Genel anlamda prova odalarının akustiğini nasıl değerlendiriyorsunuz?		X			