

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİTİM MEKANLARININ AKUSTİK KONFOR
KOŞULLARI BAKIMINDAN İRDELENMESİ:
DEÜ MİMARLIK FAKÜLTESİ ÖRNEĞİ

Nilüfer BERBER ÜÇKAYA

Ekim, 2014
İZMİR

**EĞİTİM MEKANLARININ AKUSTİK KONFOR
KOŞULLARI BAKIMINDAN İRDELENMESİ:
DEÜ MİMARLIK FAKÜLTESİ ÖRNEĞİ**

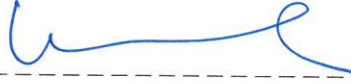
**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı**

Nilüfer BERBER ÜÇKAYA

**Ekim, 2014
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NİLÜFER BERBER ÜÇKAYA tarafından YRD. DOÇ. DR. ÖZGÜL YILMAZ KARAMAN yönetiminde hazırlanan “EĞİTİM MEKANLARININ AKUSTİK KONFOR KOŞULLARI BAKIMINDAN İRDELENMESİ: DEÜ MİMARLIK FAKÜLTESİ ÖRNEĞİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Özgül YILMAZ KARAMAN

Yönetici



Yrd. Doç. Dr. Neslihan GÜZEL

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Feridun ÖZGÜR

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışması sürecimin başından sonuna kadar tüm aşamalarında değerli bilgileri ve yardımları ile bana yol gösteren, desteğini her zaman hissettiğim tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Sayın Özgül Yılmaz Karaman’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Feridun Öziş’e, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü öğretim elemanları ve öğrencilerine çok teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen canım annem Aliye Berber’e, canım babam Zafer Berber’e, canım abim Taner Berber’e ve biricik eşim Ömer Üçkaya’ya sonsuz teşekkür ederim.

Nilüfer BERBER ÜÇKAYA

EĞİTİM MEKANLARININ AKUSTİK KONFOR KOŞULLARI BAKIMINDAN İRDELENMESİ: DEÜ MİMARLIK FAKÜLTESİ ÖRNEĞİ

ÖZ

Mimarlık fakültesi stüdyo ve derslikleri, anlaşılabilirliğin son derece önemli olduğu konuşmaya yönelik mekanlardır. Bu mekanların, klasik eğitimdeki genel bilgi aktarımının yanında, mimarlık eğitiminin getirisi olan farklı çalışma şekillerine de cevap vermesi beklenmektedir. Mimarlık eğitiminin temellerinin atıldığı bu mekanlardan yeterli verimin alınabilmesi, akustik konfor koşulları bakımından iyi tasarlanmış mekanlar olmalarını gerektirmektedir. Tasarım aşamasında bu faktör dikkate alınmadan yapılan bu mekanlar, eğitim kalitesini düşürmektedir. Bu nedenle mevcut stüdyo ve dersliklerin incelenerek hacim akustiği koşullarının tespit edilmesi önemlidir. Bu tez çalışmasında, belirlenen örnek çalışma alanındaki stüdyo ve dersliklerin yeterli işitsel konfor koşullarını sağlayıp sağlamadıklarının belirlenmesi ve yapılan saptamalar doğrultusunda iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi konunun ana hatlarını oluşturmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde konuya giriş yapılarak çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi belirtilmiştir.

İkinci bölümde, mimarlık eğitim yöntemleri ve bu eğitim sisteminin gerektirdiği konfor koşulları ifade edilmiştir.

Üçüncü bölümde, konuşmaya yönelik olan mekanlardaki konuşmanın anlaşılabilirliği ve değerlendirilmesinde kullanılan hacim akustiği parametreleri kabul edilebilir değerleri ile birlikte anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, çalışmada izlenecek öznel ve nesnel yöntemlere karar verilebilmesi için günümüze kadar yapılan yurt içi ve yurt dışındaki benzer çalışmalar incelenmiştir. Örnek çalışma alanı olarak seçilen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi öğrencilerine, derslik ve stüdyoların işitsel konfor

koşullarını belirlemeye yönelik anket çalışması uygulanmış, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Anket çalışmaları sonucunda kusurlu mekanlar olarak belirlenen Stüdyo 2 ve Derslik 4'ün fiziksel tanımları yapılarak, mekanlarda yapılan hacim akustiği ölçüm sonuçları açıklanmış ve değerlendirmesi yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında derslik ve stüdyonun akustik modeli oluşturularak, ölçüm sonuçları ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Beşinci bölümde, bir önceki bölümde yapılan özel ve nesnel çalışmalarda belirlenen hacim akustiği sorunlarının iyileştirilmesi, stüdyo ve derslikte, konuşmanın anlaşılabilirliği değerlerinin yükseltilerek, tüm hacim içerisinde eşit işitsel konfor koşullarının oluşturulabilmesi için geliştirilen çözüm önerileri ve karşılaştırmalı sonuçlarına yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Akustik, hacim akustiği, mimarlık fakültesi stüdyo ve derslikleri, konuşmanın anlaşılabilirliği

EXAMINATION OF LECTURE ROOMS IN TERMS OF ACOUSTIC COMFORT CONDITIONS: CASE OF DEU FACULTY OF ARCHITECTURE

ABSTRACT

Faculty of Architecture studios and classrooms where intelligibility is extremely important are places for conversation. These places are expected to respond different ways of working are return of architectural education along with general knowledge transfer in classical education. Adequate yield can be obtained from these places that the basis of architectural education require them to be well-designed spaces in terms of acoustic comfort conditions. These places which made without considering these factors during the design phase reduce the quality of education. Therefore, it is important to identify conditions of room acoustics by examining the present studio and classrooms. In this thesis, it is that the studios and classrooms where identified in the case study areas to determine that sufficient enough to provide acoustic comfort conditions and determinations made in accordance with the development of solutions to improve the main cause of the issue.

In the first part of the study, the aim, scope and method are explained by making an introduction.

In the second part, teaching methods of architecture and terms of comfort which the educational system is as required are expressed.

In the third section, speech intelligibility in spaces which is for speech and the parameters of room acoustics which are used in evaluating is described along with acceptable values.

In the fourth part, domestic and abroad similar studies which done so far in order to decide subjective and objective methods to be followed in the study have been examined. To students of Dokuz Eylul University Faculty of Architecture which are

selected as a case study was applied questionnaire study to determine auditory comfort conditions in classrooms and studios and results obtained are evaluated. Measurement results of room acoustics which are made at Studios 2 and Classroom 4 are explained and evaluated by making the physical descriptions. In the light of the data obtained by creating classrooms and studio's acoustic models, the measurement results are shown in comparison.

In the fifth part, solution suggestions for improving room acoustics problems which are identified in the previous chapter performed specific and objective studies and in order to be increased speech intelligibility in studio and classroom and be created equal auditory comfort conditions in the whole of volume are improved and comparative results are presented.

Keywords: Acoustic, room acoustics, faculty of architecture studios and classrooms, speech intelligibility

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xv
 BÖLÜM BİR – GİRİŞ	 1
1.1 Amaç	2
1.2 Kapsam ve Yöntem	2
 BÖLÜM İKİ - MİMARLIK EĞİTİMİ YÖNTEMLERİ VE KONFOR GEREKSİNİMLERİ	 3
2.1 Mimarlık Eğitimi Yöntemleri.....	3
2.1.1 Tek Kaynaklı Çalışma Şekilleri.....	3
2.1.2 Çok Kaynaklı Çalışma Şekilleri	4
2.2 Mimarlık Eğitimi Konfor Gereksinimleri	5
2.2.1 Kullanım Gereksinimleri	6
2.2.2 Mekanik Konfor Gereksinimleri	7
2.2.3 Görsel Konfor Gereksinimleri	9
2.2.4 İşitsel Konfor Gereksinimleri	10
2.2.5 Sosyal ve Psikolojik Gereksinimler	11
 BÖLÜM ÜÇ – KONUŞMA AMAÇLI MEKANLARDA KONUŞMANIN ANLAŞILABİLİRLİĞİ VE HACİM AKUSTİĞİ PARAMETRELERİ	 13
3.1 Konuşmanın Anlaşılabilirliği	13

3.2 Konuşmanın Anlaşılabilirliğinin Değerlendirilmesinde Hacim Akustiğine Bağlı Parametreler	15
3.2.1 Arka Plan Gürültü Seviyesi ve Kabul Edilebilir Değerler.....	15
3.2.2 Yansıma Süresi (RT-T10-T15-T20-T30)	16
3.2.3 Erken Düşme Süresi (EDT).....	20
3.2.4 Ayırteşilebilirlik (D_{50}).....	21
3.2.5 Ses Basınç Seviyesi (SPL).....	22
3.2.6 Sinyal-Gürültü Oranı (SNR).....	24
3.2.7 Konuşmanın Anlaşılabilirliği Tahmin Yöntemleri (AI/PSA/STI/RASTI)..	26
3.2.8 Akustik Kusurlar.....	30
3.2.8.1 Maskeleme	30
3.2.8.2 Distorsiyon.....	31
3.2.8.3 Yankı.....	31
3.2.8.4 Vurgusal Yankı	32
3.2.8.5 Odaklanma	32
3.2.8.6 Düzgün Yayınmamışlık	33

BÖLÜM DÖRT – MİMARLIK BÖLÜMÜ STÜDYO VE DERSLİKLERİNDEKİ MEVCUT İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARININ BELİRLENMESİ / DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ..... 34

4.1 Benzer Çalışmalarda İzlenen Yöntemler.....	34
4.1.1 Yurt İçi Örnekleri	35
4.1.2 Yurt Dışı Örnekleri	37
4.2 Belirlenen Mekanlarda Yapılan Öznel Çalışmalar.....	45
4.2.1 Anket Çalışması ve Değerlendirmesi	45
4.2.1.1 Pilot Anket Çalışması Sonuçları ve Değerlendirmesi.....	46
4.2.1.2 Anket Çalışması Soruları, Sonuçları ve Değerlendirmesi	50
4.2.1.3 Anket Çalışması Genel Değerlendirmesi.....	66
4.3 Belirlenen Mekanlarda Yapılan Nesnel Çalışmalar	67
4.3.1 Hacim Akustiği Ölçümleri.....	67

4.3.1.1 Mekanların Fiziksel Tanımı	68
4.3.1.1.1 Stüdyo 2 Fiziksel Tanımı	68
4.3.1.1.2 Derslik 4 Fiziksel Tanımı	70
4.3.1.2 Hacim Akustiği Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirmesi	70
4.3.1.2.1 Stüdyo 2 Ölçeğinde	70
4.3.1.2.2 Derslik 4 Ölçeğinde.....	75
4.3.2 Akustik Modelleme Çalışmaları	78
4.3.2.1 Stüdyo 2'in Odeon Programı İle Akustik Koşullarının Belirlenmesi..	
.....	79
4.3.2.2 Derslik 4'ün Odeon Programı İle Akustik Koşullarının Belirlenmesi.	
.....	83

**BÖLÜM BEŞ – MİMARLIK BÖLÜMÜ STÜDYO VE DERSLİKLERİNDEKİ
İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARININ İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK
ÖNERİLER / DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ 88**

5.1 Stüdyo 2 Ölçeğinde	88
5.1.1 Öneri S1	88
5.1.2 Öneri S1a	92
5.1.3 Öneri S1b.....	95
5.1.4 Öneri S2	98
5.1.5 Öneri S2a	102
5.1.6 Öneri S3.....	105
5.1.7 Öneri S3a	109
5.1.8 Öneri S4.....	112
5.1.9 Öneri S5.....	115
5.2. Derslik 4 Ölçeğinde.....	119
5.2.1 Öneri D1	119
5.2.2 Öneri D2	122
5.2.3 Öneri D3	126
5.2.4 Öneri D4	130
5.3 Geliştirilen Çözüm Önerilerinin Genel Değerlendirmesi.....	134

BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR	144
KAYNAKLAR	147
EKLER.....	153
EK-1 Simgeler ve Kısaltmalar	153
EK-2 Örnek Çalışma Alanında Gerçekleştirilen Anket Çalışması	154

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Stüdyoda farklı etkinliklerden görüntüler	5
Şekil 3.1 Konuşma için optimum yansıma süreleri	19
Şekil 3.2 Konuşmanın anlaşılabilirliği ve ayırtedilebilirlik (D_{50}) arasındaki ilişki .	22
Şekil 3.3 Anlaşılabilirliğin konuşma düzeyi ile ilişkisi	24
Şekil 3.4 Yankılı konuşma sinyali için yansıma süresinin bir fonksiyonu olarak, tahmin edilen etkili sinyal gürültü oranı.....	25
Şekil 3.5 Konuşmanın anlaşılabilirliği ve sinyal gürültü oranının değişik yansıma süresi değerlerine göre değişimi	26
Şekil 3.6 Konuşma iletim göstergesi - konuşmanın anlaşılabilirliği yüzdeleri.....	29
Şekil 3.7 RASTI yönteminde kabul edilen konuşma anlaşılabilirlik oranları	30
Şekil 3.8 Frekanslara göre yansıma süresi değişimi	31
Şekil 4.1 Kişisel sorular bölümü soru ve cevapları (Soru 1 ve 2).....	51
Şekil 4.2 Kişisel sorular bölümü soru ve cevapları (Soru 3 ve 4).....	52
Şekil 4.3 Fakülte binasında akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik sorular ve cevapları (Soru 5)	53
Şekil 4.4 Fakülte binasında akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik sorular ve cevapları (Soru 6, 7 ve 8).....	54
Şekil 4.5 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 9)	55
Şekil 4.6 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 10,11 ve 12).....	56
Şekil 4.7 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 13 ve 14).....	57
Şekil 4.8 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 15, 16 ve 17)	58
Şekil 4.9 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 18)	59
Şekil 4.10 Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soru ve cevapları (Soru 19, 20 ve 21).....	62

Şekil 4.11 Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soru ve cevapları (Soru 22, 23 ve 24)	63
Şekil 4.12 Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soru ve cevapları (Soru 25)	64
Şekil 4.13 Hacim akustiği ölçüm çalışmalarından fotoğraflar	68
Şekil 4.14 Stüdyo 2 planı, kaynak ve alıcı noktaları	71
Şekil 4.15 Stüdyo 2 kesiti, kaynak ve alıcı noktaları	72
Şekil 4.16 Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçüm sonuçları (T30, RT, EDT ve D ₅₀ sonuç grafikleri)	73
Şekil 4.17 Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçüm sonuçları (STI ve RASTI sonuç grafikleri)	74
Şekil 4.18 Derslik 4 planı, kaynak ve alıcı noktaları	75
Şekil 4.19 Derslik 4 kesiti, kaynak ve alıcı noktaları	76
Şekil 4.20 Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçüm sonuçları (T30, RT, EDT ve D ₅₀ sonuç grafikleri)	77
Şekil 4.21 Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçüm sonuçları (STI ve RASTI sonuç grafikleri)	78
Şekil 4.22 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	81
Şekil 4.23 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	85
Şekil 5.1 Stüdyo 2 (ST2) planı “Öneri S1” koşulu	90
Şekil 5.2 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S1 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	91
Şekil 5.3 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S1a koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	93
Şekil 5.4 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S1b koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	97
Şekil 5.5 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S2 koşulu	99
Şekil 5.6 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S2 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	100

Şekil 5.7 Stüdyo 2 (ST2)'nin Öneri S2 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması	101
Şekil 5.8 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S2a koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	104
Şekil 5.9 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S3 koşulu	106
Şekil 5.10 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S3 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	107
Şekil 5.11 Stüdyo 2 (ST2)'nin Öneri S3 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması	108
Şekil 5.12 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S3a koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	111
Şekil 5.13 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S4 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerler	114
Şekil 5.14 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S4 koşulu	115
Şekil 5.15 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S5 koşulu	117
Şekil 5.16 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S5 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	118
Şekil 5.17 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D1 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	121
Şekil 5.18 Derslik 4 (D4) planı Öneri D2 koşulu	123
Şekil 5.19 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D2 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	124
Şekil 5.20 Derslik 4 (D4)'ün Öneri D2 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması	125
Şekil 5.21 Derslik 4 (D4) planı Öneri D3 koşulu	127
Şekil 5.22 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D3 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	128
Şekil 5.23 Derslik 4 (D4)'ün Öneri D3 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması	129
Şekil 5.24 Derslik 4 (D4) planı Öneri D4 koşulu	131
Şekil 5.25 Derslik 4 (D4)'ün Öneri D4 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması	131

Şekil 5.26 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D4 koşulu T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	133
Şekil 5.27 Stüdyo 2 (ST2) farklı önerilerde tasarlanan yansıtıcı panellerin oluşturduğu ilk yansımalar	135
Şekil 5.28 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum ve öneriler T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	137
Şekil 5.29 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” çalışmaları	139
Şekil 5.30 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum ve öneriler T30, EDT, D ₅₀ , STI, SPL ve SPL(A) değerleri	141

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1 Frekanslara göre dersliklerdeki arka plan gürültü seviyeleri.....	16
Tablo 3.2 Derslikler için tavsiye edilen yansım süreleri	20
Tablo 3.3 Normal konuşma düzeyinde, konuşmacının dudaklarından 1 m’de, maksimum SPL değerleri	23
Tablo 3.4 AI ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki	27
Tablo 3.5 PSA ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki	28
Tablo 4.1 Stüdyo 2, fiziksel ve mimari özellikler tablosu	69
Tablo 4.2 Derslik 4, fiziksel ve mimari özellikler tablosu	70
Tablo 4.3 Stüdyo 2 yüzey gereçleri yutuculuk katsayıları	80
Tablo 4.4 Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçümleri ve “Odeon 9” programı mevcut durum ölçümleri, 500-2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, D ₅₀ ve STI değerleri.....	80
Tablo 4.5 Derslik 4 yüzey gereçleri yutuculuk katsayıları	84
Tablo 4.6 Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçümleri ve “Odeon 9” programı mevcut durum ölçümleri, 500-2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, D ₅₀ ve STI değerleri.....	84
Tablo 5.1 Öneri S1’de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	89
Tablo 5.2 Öneri S1a’da kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	92
Tablo 5.3 Öneri S1b’de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	95
Tablo 5.4 Öneri S2’de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	98
Tablo 5.5 Öneri S2a’da kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	102
Tablo 5.6 Öneri S3’te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	105

Tablo 5.7 Öneri S3a'da kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	109
Tablo 5.8 Öneri S4'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	112
Tablo 5.9 Öneri S5'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	116
Tablo 5.10 Öneri D1'de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	120
Tablo 5.11 Öneri D2'de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	123
Tablo 5.12 Öneri D3'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	127
Tablo 5.13 Öneri D4'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri.....	130
Tablo 5.14 Stüdyo 2 (ST2) Mevcut durum ve öneriler, 500 – 2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, EDT, D ₅₀ , SPL, SPL(A) ve STI sonuçları	136
Tablo 5.15 Derslik 4 (D4) Mevcut durum ve öneriler, 500 – 2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, EDT, D ₅₀ , SPL, SPL(A) ve STI sonuçları	140
Tablo 5.16 Stüdyo 2 (ST2) Mevcut durum ve öneriler değerlendirme tablosu	142
Tablo 5.17 Derslik 4 (D4) Mevcut durum ve öneriler değerlendirme tablosu.....	143

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Mimarlık eğitiminin verildiği stüdyo ve derslikler, mimarlık eğitiminin getirisi olarak farklı çalışma şekillerine hizmet edecek nitelikte tasarlanması gereken mekanlardır. Sözel ya da görsel bilgi aktarımlarının yanında, bireysel ya da grup çalışmalarına, karşılıklı tartışma ortamlarına, çizim, maket yapımı gibi eylemleri gerçekleştirebilecek olanaklara sahip olması gereken bu mekânlar, öğrenciler için bir atölyedir.

Mimarlık stüdyosu ya da dersliği tüm bu çalışma şekillerine hizmet ederken, öğrencilerin fiziksel ve psikolojik konforlarının sağlanması gerekmektedir. Stüdyonun ya da dersliğin mimari tasarımı, mekanda kullanılan malzemeler ve bunların konumlanması gibi etkenler bu koşulların sağlanmasında önemlidir. Bir mekân ihtiyaç duyulan fonksiyonları gerçekleştirebilmek için doğru mimari tasarıma sahip olabilir, ancak kullanılan malzemeler doğru seçilmediğinde, olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu durumun tersi de mümkündür. Bu nedenle malzeme seçimi, mekânın tasarımı ile birlikte ele alınmalıdır.

Stüdyo ya da dersliklerde uygun fiziksel koşulları oluşturmak, görsel, işitsel, ısısal, kullanım, sosyal ve psikolojik yönleri açısından ele alınmalıdır. Ülkemizdeki mimarlık fakülteleri açısından bu koşulların ne kadar sağlandığı, daha doğrusu bu koşulların ne kadar dikkate alındığının incelenmesi ve mevcut sorunların tespit edilerek çözümlenmesi, mimarlık mesleğinin çıtasını yükseltecek, eğitim düzeyi daha yüksek bir nesil yetiştirilmesini sağlayacaktır. Özellikle işitsel konfor diğer faktörlere göre göz ardı edilmektedir. İşitsel konforu bulunmayan bir stüdyo/derslik öğrencilerin derse katılımlarını, sosyal, psikolojik ve sağlık koşullarını olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda özellikle mekanlardaki hacim akustiği sorunlarının irdelenmesi önemlidir.

1.1 Amaç

Bu tez çalışmasında, örnek çalışma alanı olarak seçilen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde bir stüdyo ve bir dersliğin öznel ve nesnel yöntemlerle mevcut hacim akustiği koşullarının tespit edilerek, bu koşulların iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece, öğrencilerin derse katılımlarını artırarak, verilen eğitimden alınan verimi daha üst düzeye çıkarmak hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra, yapılan bu çalışmanın, benzer koşullara sahip mekanlarda yapılacak hacim akustiği çalışmaları için faydalı bir örnek olacağı düşünülmektedir.

1.2 Kapsam ve Yöntem

Bu çalışma, mimarlık eğitimi verilen bir stüdyo ve bir dersliğin, mevcut işitsel konfor koşullarının belirlenmesi ve bu koşulların iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi için yapılan öznel ve nesnel çalışmaları kapsamaktadır.

Çalışmada, benzer konuya sahip tezler, makaleler, kitaplar, dergiler, seminer ve bildiriler taranarak bugüne kadar yapılan çalışmalar incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda, bu çalışmalarda izlenen yöntemler ışığında çalışmanın yöntemi belirlenmiştir. Tez kapsamında anket, gözlem, ölçüm, deneycilik, karşılaştırma, yorumlama ve değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmada bilimsel ölçüm ve simülasyon yöntemleri Dirac 5.5, Odeon 9 ve Archicad 15 bilgisayar programları ile desteklenmektedir. Çeşitli ölçüm ve hesaplamalarla elde edilen sonuçlar sınıflandırılmakta ve karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmektedir.

BÖLÜM İKİ

MİMARLIK EĞİTİMİ YÖNTEMLERİ VE KONFOR GEREKSİNİMLERİ

2.1 Mimarlık Eğitimi Yöntemleri

Mimarlık eğitimi, geleneksel ders anlatım sistemi ile birlikte tasarım merkezli ve stüdyo ağırlıklı bir çalışmayı, bir bütün olarak içinde barındırmaktadır. Mimarlık eğitimi içerisinde farklı şekillerde organize edilen stüdyo, zaman zaman değişikliğe uğrayabilen bu organizasyon biçimleri ile eğitimdeki deneyim zenginliğini artırmaktadır. Bu organizasyon biçimleri, farklı sanat dallarının, tasarlama ve üretme için geliştirdiği yöntemleri birleştirerek, kendine özgü yaklaşımları oluşturur. Eğitimciler ve öğrenciler bu yaklaşımları oluşturan aktörlerdir (Gökmen ve Süer, 2003). Farklı içerikteki konular ve tasarım problemleri, ihtiyaçları doğrultusunda eğitim yöntemini ve ortamını şekillendirmektedir. Eğitim yöntemleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde sürdürülen eğitim sistemi ile paralellik gösteren, Özçevik (2005) tarafından yapılan sınıflandırma üzerinden, tez çalışmasının konu için genel yaklaşımı ile tek kaynaklı ve çok kaynaklı çalışma şekilleri olarak iki bölümde incelenmektedir.

2.1.1 Tek Kaynaklı Çalışma Şekilleri

Genel bilgi aktarımı, genel eğitim sistemlerinde uygulanan, eğitimcinin kitap, projeksiyon gibi çeşitli araçlar kullanarak öğrencilere teorik bilgi aktardığı sistemdir. Bu sistemde, konferans ve sunuşlarla konu desteklenerek bilgi alışverişi sağlanır ve problem hakkında tanımlayıcı, belirleyici ve yorumlayıcı yaklaşımlar geliştirilir (Ketizmen, 2003; Özçevik, 2005).

Jüri kritikleri, öğrencinin birden fazla danışman ve öğrenci karşısında tasarım düşünce ve görüşlerini, çizimler ve maketlerle açıklaması ve eleştiri alması yöntemidir. Bu sayede diğer eğitimcilerin fikirlerini de alabilen öğrenci kendine problem çözme ile ilgili olarak farklı çözüm olanaklarının da var olabileceğini

anlamaktadır. Bu yöntem ara jüri olarak adlandırılan bir organizasyonla, proje süreci içerisinde genel olarak tüm proje gruplarında uygulanmaktadır. (Ketizmen, 2003; Özçevik, 2005).

2.1.2 Çok Kaynaklı Çalışma Şekilleri

Bireysel çalışma, öğrencilerin konu ile ilgili örnekleri araştırmak, incelemek ve yorumlamak, kendi düşünce ve görüşlerini anlatan çizimler ve maketler yapmak suretiyle yaptıkları çalışmadır (Özçevik, 2005). Ketizmen (2003) “özellikle proje stüdyolarında eğitimci ve öğrencinin beraber çalışma yapmalarının ardından öğrencinin tasarım problemleri ile ilgili olarak bireysel çözüm getirme becerisi stüdyolarda gerçekleştirilmesi gereken en önemli çalışma yöntemi olarak yorumlanabilir” şeklinde bireysel çalışmanın önemini vurgulamaktadır (s.34).

Masa kritikleri, öğrenci ve danışman arasında tasarıma yönelik bilgi alışverişinin yapıldığı birebir görüşmedir. Bu yöntemde bilgi alışverişi tartışma yolu ile gerçekleştirilir. Bir eleştiri yöntemi olan masa kritiklerinde, tasarım problemi hakkında karşılıklı görüşler ortaya atılır ve öğrencinin problem hakkında başka noktalara dikkatinin çekilmesi sağlanır. Öğrenci için en iyi bilgi alışverişinin bu sistemde sağlandığı söylenebilir (Ketizmen, 2003; Özçevik, 2005).

Grup kritikleri, danışman ve grup arasında tasarım sorunu ile ilgili genel konuların değerlendirildiği ve çözüme yönelik kritiklerin verildiği sistemdir. Bu sistemde, öğrenci proje grubunda bulunan diğer öğrencilerle birlikte, tasarıma yönelik fikirlerini tartışma olanağı bulur ve böylece grup içerisindeki diğer öğrenciler için de farklı bir bakış açısı yakalayabilme fırsatı doğar (Ketizmen, 2003; Özçevik, 2005).

Özçevik (2005) grup çalışmasını, “daha geniş bir çalışma alanı ihtiyacı dışında bireysel çalışma sistemiyle hemen hemen aynıdır. Bir tasarım sorunu hakkında birden fazla öğrencinin işbirliği içerisinde karşılıklı tartışmalarla bilgi ve kritik akışını sağlayarak çalışmasıdır” şeklinde tanımlamıştır (s.15).



Şekil 2.1 Stüdyoda farklı etkinliklerden görüntüler

2.2 Mimarlık Eğitimi Konfor Gereksinimleri

Eğitim, tüm dünyada ve özellikle, gelişmekte olan ülkelerde, büyük önem taşımakta eğitim yapıları da mimari alanda önemli yapı gruplarını oluşturmaktadır. Eğitim yapılarının en önemli ve genel fiziksel mekanı olan derslikler ise, insanların, ilk çocukluktan, gençliğe kadar olan süreçte, yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekanlardır (Şerefhanoglu Sözen, Bostancı Başkan, 2006, s.144).

Klasik eğitim sisteminde büyük bir öneme sahip derslikler, farklı çalışma disiplinlerine sahip mimarlık eğitim sistemi içinde daha da özelleşmektedir.

Tasarım ve yaratıcılık içeren diğer disiplinlerin eğitim programlarında olduğu gibi mimarlık eğitim programlarında da öğrenciye tasarım ve yaratıcılık becerisi kazandırmaya yönelik teorik ve uygulamalı stüdyo (tasarım) derslerinin ağırlığı oldukça fazladır. Bu eğitim sürecinde öğrenciyi mesleğe hazırlayan ve tasarım sürecine odaklanmasını sağlayan en önemli olgu temel tasarım ve mekân kavramlarının verildiği temel eğitim stüdyolarıdır (Dikmen, 2011, s.1509).

Stüdyolar, mimarlık eğitimi gereği, öğrencilerin eğitim sürecinde en çok zaman geçirdikleri, belirli zaman dilimlerinde farklı öğrenme etkinliklerini gerçekleştirdikleri, herkese ait anonim mekanlardır (Dinç, 2007). Eğitim ortamı, bilgi aktarımlarının yanında, katılımcıların birbirleri ile iletişim içinde oldukları, düşünce ve tasarım ürettikleri, şekillendirdikleri, tartıştıkları bir ortamdır. Öğrenciler mimarlık mesleğinin temel prensiplerini ilk olarak bu stüdyolarda öğrenirler ve öğretilerini kişisel tasarım yeteneklerini de kullanarak bu mekanda uygulamaya geçirirler. Öyle ki; eğitim ortamı/stüdyo öğrencilerin mesleki kimliklerini kazanmalarındaki süreçte önemli bir etkidir. Bu nedenle, stüdyoların, mimarlık eğitiminin gerektirdiği tüm çalışma disiplinlerine cevap verebilecek konfor gereksinimlerini sağlaması önemlidir.

Öğrencilerin bulundukları derslik hacimlerinde, yaptıkları işlerin niteliğine göre, olabildiğince yorulmadan, istekli ve verimli bir biçimde çalışmalarının sağlanması; bir başka deyişle, uygun fizik ortam koşullarının oluşturulması gerekmektedir. Fizik ortamı oluşturan, ses, ışık, renk, ısı ve nem gibi öğelerin, insanların gerçekleştirdikleri çeşitli eylemlerin özelliklerine göre, nicel ve nitel yönden en uygun duruma getirilmesi ve korunması, konforun sağlanması açısından önemlidir. (Şerefhanoglu Sözen, Bostancı Baskan, 2006, s.144).

2.2.1 Kullanım Gereksinimleri

Mimarlık eğitiminde ders saati süresi kavramı diğer eğitim sistemlerine göre daha farklıdır. Öğrenci belirli uygulama içeren derslerde, örneğin mimari tasarım derslerinde uzun süre aynı mekan içerisinde kalmaktadır. Bu mekan çoğunlukla stüdyolardır. Stüdyolar, mimarlık eğitiminin getirisi olan farklı çalışma disiplinlerine uygun işlevsel koşullara sahip olmalıdır. Öğrencinin gününün önemli bir kısmını geçirdiği bu mekanın fiziksel konfor koşullarını yeterince karşılaması gerekmektedir. Mekanın doğal ya da yapay olarak yeteri kadar havalandırılabilir olması, oturma rahatlığı ve düzeni, mekanın temizliği, kullanılan donatı elemanlarının konumu, her öğrenci için yeterli kullanım ve depolama alanının bulunması, bu alanların birbirleri

ile olan ilişkisi ve mekandaki sirkülasyonun sağlanması öğrencinin çalışmaya odaklanması üzerinde son derece önemlidir.

Stüdyolarda bulunan çalışma masaları, sadece bilgi aktarımı yapılan sistemlerdeki yazı masası görevinin dışında, uygulamalı eğitim için de gerekli özelliklere sahip olmalıdır. Öğrencinin çizim, maket yapımı gibi uygulamalarda ihtiyacını karşılayacak boyutta, renkte ve dokuda olması gereken masalar, bireysel çalışma dışında grup çalışmalarına da olanak sağlayacak esneklikte kullanılabilmelidir.

Otuma rahatlığı öğrencinin bedensel sağlığını direkt olarak etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Beden sağlığı açısından huzursuz bir öğrencinin stüdyoda yapılan çalışmaya tam motivasyonla katılması beklenemez. Bu nedenle oturma biriminin gerekli ergonomik koşullara sahip olması gerekmektedir.

Stüdyoda bulunan yazı tahtası, pano gibi donatı elemanlarının her öğrencinin görebileceği, kullanımına olanak sağlayacak ve öğrencinin dikkatini dağıtmayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Öğrencilerin çalışma esnasında yeterli çalışma alanına sahip olmalarının yanında yeterli depolama alanına sahip olmaları da önemlidir. Bu koşullar sağlanamadığında, stüdyo içerisinde bir düzenin oluşturulabilmesi mümkün olmayacaktır. Mekanın temizliğine de bu bağlamda dikkat edilmesi gerekmektedir.

Stüdyo içerisinde mimarlık eğitiminin gerektirdiği farklı çalışma şekilleri için mekanın ve donatı elemanlarının esnek kullanımı, bireysel çalışma ya da grup çalışmalarında öğrencilere kullanım özgürlüğü tanıyacak, stüdyoda sağlıklı bir sirkülasyon oluşmasını sağlayarak öğrencilerin birbirleri ile olan iletişimini güçlendirecektir.

2.2.2 Mekanik Konfor Gereksinimleri

Mekanik konfor gereksinimleri mekanda ısıtma, soğutma, doğal ve yapay havalandırma, nem, koku, ışık, gürültü denetimi, akustik gibi alanlarda optimum

seviyeyi yakalamakla ilgilidir. Burada gürültü denetimi, akustik ve ışık, işitsel ve görsel gereksinimler olarak ayrı başlıklarda ele alınacaktır.

BS EN ISO 7730 standartlarına göre, ısısal konfor, kişinin kendisini çevreleyen ortamın daha soğuk ya da daha sıcak olmasını istememesi, ortama göre kendisini nötr hissetmesi ve kendi vücudunun herhangi bir yerinde bölgesel bir ısıtmaya ya da soğutmaya maruz kalmaması şeklinde tanımlanmaktadır (Federation of Environmental Trade Associations, 2013). Bu koşul kişiden kişiye değişebilecek bir özellik olmasından dolayı, mekanın ısısal konforu, mekanı kullanan bireylerin yani öğrencilerin çoğunluğunun vereceği karara yönelik olarak belirlenebilir. Burada önemli olan mekanın çok soğuk ya da çok sıcak olmasının engellenmesidir. Isısal konforda önemli olan diğer bir nokta mekandaki ısısal konforun mekanın her noktasında aynı özellikte olmasının sağlanmasıdır. Burada ışımsal ısı kayıplarının etkisi büyüktür (Şerefhanoglu Sözen, 2001).

Hacmin iç hava sıcaklığına göre yaklaşık ± 3 °C' den fazla ayrım gösteren yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı ortalama ışımsal sıcaklık yönünden konforsuzluk yaratan önemli bir etkidir. Çünkü kişilerle yüzeyler arasında ısınım yolu ile ısı alışverişi doğar. Bu nedenle, ısısal direnci düşük olan kesitlerde, özellikle soğuk hava koşullarında, iç yüzey sıcaklığı düşeceğinden, bu yüzeylere yakın bulunan kişilerde ısınım ile olan ısı kaybı ısısal konforu bozacaktır. Yapı kabuğunda değişik iç yüzey sıcaklığına sahip olan değişik öğeler kişilerde simetrik olmayan bölgesel konforsuzluklara da neden olur (Şerefhanoglu Sözen, 2001, s.75-76).

Bir ortamda nemin hissedilmesi sıcaklıkla ilgilidir. Nem düşük olduğunda, sıcaklığın konfor koşulları üzerinde önemli bir etkisi olmaz. Ancak nem yüksek olduğunda sıcaklık da yükselirse hava doyma noktasına ulaşır ve nemi özümseyemez. Bu durumda mekandaki kişi serinleyemez ve konfor koşulları ciddi anlamda bozulmuş olur (Zorer Gedik, 2014).

Stüdyonun doğal ya da yapay yöntemlerle yeteri kadar havalandırılması da sağlanmalıdır. Aksi halde ortamdaki kirli havanın artması öğrencilerin sağlıklarını ve

ortamın konfor koşullarını olumsuz yönde etkileyecektir. Bu noktada eğitim şekli ne olursa olsun, sağlıklı bir eğitimin yapılabilmesi mümkün olamayacaktır. Stüdyo içerisinde nem, koku gibi etkileri de dengeleyecek olan bu etken öğrencilerin daha sağlıklı bir dikkat düzeyi ile derse katılımlarını sağlayacaktır.

2.2.3 Görsel Konfor Gereksinimleri

Görme olayı öğrenme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve direkt olarak aydınlatma ile ilgilidir (Bostancı Başkan, Şerefhanoğlu Sözen, bt). Aydınlatma terimi, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından çevrenin ve nesnelerin net bir şekilde görülebilmesini sağlamak maksadıyla ışık uygulamak olarak tanımlanmaktadır (Şerefhanoğlu Sözen, bt). Doğal ve/ya da yapay aydınlatma ile bir mekandaki görünürlüğün sağlanabilmesidir. Aydınlatma, yapı içi ve yapı dışı konularını kapsamaktadır, ancak çalışmada yapı içi aydınlatma üzerinde durulacaktır. Doğal aydınlatma gün ışığından yararlanılarak sağlanırken, yapay aydınlatma için, gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda çeşitli ışık kaynakları yardımıyla elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Doğal aydınlatmada mekanda bulunan pencereler, bunların boyutları, yani mekandaki dolu-boş oranının etkisi önemlidir. Bununla birlikte günışığı çarpanı ve aydınlık düzeyleri de dikkat edilmesi gereken noktalardır (Erlalelitepe, Aral, Kazanasmaz, 2011).

Gereği gibi görülebilmeyi sağlayan aydınlatmanın temelde; nicelik ve nitelik olarak iki önemli boyutu vardır. Aydınlatmanın niceliği, sayısal değer olarak gerekli aydınlık düzeyinin saptanmasıdır. Bu saptamada: Yapılan işin özelliği; çalışma süresi, hızı; çevre koşulları; çalışan kişilerin özelliği gibi etkenler önem taşır (Şerefhanoğlu Sözen, bt, s.1).

Aydınlatmanın niteliği ise ışığın rengi, ışığın doğrultusal yapısı ve gölge niteliği, aydınlık düzeyi dağılımları, çevrede yer alan yüzeylerin özellikleri, ışıklılık ve kamaşma ile ilgilidir (Bostancı Başkan, Şerefhanoğlu Sözen, bt). Aydınlatmanın niceliği ile birlikte; görsel algılamının kolaylıkla sağlanması ve uzun süre sürdürülebilmesi, renklerin doğru görülmesi, renk ayrımlarının algılanabilmesi,

yüzeylerin biçim, doku, boyut özelliklerinin doğru algılanması, devinimle ilgili yön, hız gibi özelliklerin kolaylıkla algılanabilmesi, bakılan nesnenin çevre ile ayrımlarının ve görülmesi gereken ayrıntılarının kolaylıkla görülmesinin sağlanması gibi özelliklerle aydınlatmanın niteliği de görsel konforun sağlanmasında önem kazanmaktadır (Şerefhanoglu Sözen, bt).

Mimarlık eğitimi ve eğitim sistemindeki farklı eğitim disiplinleri düşünüldüğünde, öğrencilerin fiziksel konforlarının sağlanmasında görsel konforun etkisi büyüktür. Bu bakımdan yeterli ve kullanım amacına uygun tasarlanmış bir aydınlatma düzeni, eğitimcilerin ve öğrencilerin herhangi bir görsel yorgunluk ve rahatsızlık duymadan çevreyi algılamalarına ve eylemlerini verimli bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak sağlar (Erlalelitepe ve diğer., 2011).

Öğrencilerin koltukları eğitimcinin bulunduğu noktadan bakıldığında 140° ’lik açı içinde kalmalıdır. Bu oturma düzeni, öğrenciler için eğitimci ve yazı tahtalarına karşı açık bir görüş sağlar. Projeksiyon ekranı için dahili açı 125° ’de sınırlı olmalı ya da ekran merkez çizgisinden yaklaşık 60° civarında olmalıdır (Long, 2006).

Büyük düz zeminli bir derslikte 0,3 m yükseklikte bir platform görüş hatlarını önemli ölçüde arttırabilir. 50 kişiden daha az öğrencili küçük dersliklerde platform zorunlu değildir (Long, 2006).

2.2.4 İşitsel Konfor Gereksinimleri

Bir kaynak tarafından üretilen sesin, içinde iletiildiği ortamın koşullarına bağlı olarak değişmesi ve kulağı işitsel duyarlılığı oranında uyarması olaylarını kapsayan süreç, işitsel algılama olarak adlandırılır (Özçevik, 2005). Ses kaynağı, ses iletim ortamı ve işitme sistemi (kulak, sinirler, beyin v.b.) işitsel algılamanın ana öğelerini oluşturur (Yılmaz, 2002).

Yapılarda akustik yönden yeterli işitsel konfor koşullarının sağlanması için, hacim akustiği ve gürültü denetimi konuları üzerinde durulması gerekmektedir. Hacim

akustiği, hacim içindeki sessel olayları kapsamaktadır (Şerefhanoglu Sözen, 2001). Özçevik (2005), hacim akustiğinin amacını “mekanda oluşturulan seslerin (konuşma-müzik) dinleyicilere uygun biçimde iletilmesi” olarak açıklamış, eğitim yapılarında ise bu amacın daha büyük bir önem kazandığını vurgulamıştır (s.54).

Gürültü, kişiye rahatsızlık veren seslerdir. Stüdyolar açısından bakıldığında gürültü yapı içi, yapı dışı gürültüler olarak birbirinden ayrılabilir. Yapı dışı gürültüler dış ortamdan gelen taşıt, inşaat, insan sesi gibi etkenlerden kaynaklanırken, yapı içi gürültüler için tesisat, konuşma, stüdyoda kullanılan araçlardan kaynaklanan gürültüler gibi etkenler sıralanabilir. Bu sorunların önlenmesi mekanın akustiği ile ilgili olduğu kadar mekanı çevreleyen kabuğun ses geçirimsizliği ile de ilişkilidir. Ancak çalışmada hacim akustiği üzerinde durulacaktır.

Stüdyodaki fon gürültüsünün uygun seviyede tutulması ile birlikte, öğrenci-öğrenci ve öğrenci-eğitimci arasında konuşma ve dinlemeye yönelik bir mekan olan stüdyoda konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması ve oluşabilecek akustik kusurların çözülmesi, kullanıcılar için işitsel konforu sağlayacaktır. Eğitime yönelik düzenlenen mekanlarda her türlü kullanım gereksinimleri, mekanik ve görsel gereksinimler karşılanırsa da, işitsel gereksinimlerin sağlanması, hem öğrencilerin sağlığı hem de dersin anlaşılabilirliği açısından son derece önemlidir. İşitsel konforun sağlanamadığı bir stüdyoda/derslikte kullanıcılarda odaklanma problemleri, yorgunluk, baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı, stres, gerginlik gibi yapılan çalışmanın verimini olumsuz etkileyecek sağlık problemlerinin oluşması kaçınılmazdır.

2.2.5 Sosyal ve Psikolojik Gereksinimler

Uygulamalı derslerde, özellikle bireysel çalışma esnasında öğrenci yalnız kalma ihtiyacı hisseder ve bu amaçla stüdyo içerisinde sınırlarını belirleyerek kendi alanını oluşturur. Bu amaçla kolon arkası, duvar köşesi, pencere nişi gibi bölümleri kendine mahremiyet alanı olarak belirler. Dinç (2007)’in bu konuda yaptığı çalışmada da buradaki mahremiyet duygusundan bahsedilmiştir. Öğrencinin kendine ait alanını oluşturması mekanda güven ve aidiyet duygularının oluşmasını sağlayacaktır. Bunun

oluşturulabilmesi için mekanın büyüklüğünün ğrenci sayısını karşılayacak ölçülerde olması gerekmektedir. Ayrıca mekanın boyutlarının dersin eğitimci tarafından kontrolünün sağlanması zorlaştırmayacak ölçüde sınırlandırılması önemlidir.

Öğrencilerin bireysel ya da grup çalışmaları esnasında belirledikleri çalışma alanlarının konumları ve mekandaki sirkülasyon, öğrencilerin birbirleri ile olan iletişimlerini şekillendirir. Bu bağlamda sağlıklı bir sosyal alanın oluşturulabilmesi için öğrencilerin mekan içindeki konumları önemlidir. Öğrenci gününün önemli bir kısmını geçirdiği stüdyoda, kendi alanı içerisinde çalışmasını sürdürür ve kontrollü olarak diğer öğrencilerle ve eğitimci ile iletişimini sağlar. Bu alanın her ğrenci için mekanda eşit ölçülere ve özelliklere sahip olması da önemlidir.

BÖLÜM ÜÇ

KONUŞMA AMAÇLI MEKANLARDA KONUŞMANIN ANLAŞILABİLİRLİĞİ VE HACİM AKUSTİĞİ PARAMETRELERİ

3.1 Konuşmanın Anlaşılabilirliği

Konuşma amaçlı hacimlerde uygun işitsel ortamın oluşturulması, yeterli anlaşılabilirlik koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşmanın dinleyiciler tarafından ne kadar iyi anlaşılabilirdiğinin bir ölçüsüdür (Mehta, Johnson, Rocafort, 1999; Şahin, 2007).

İnsanlar arasında iletişim kurmada en önemli etkenlerden biri olan konuşma, düzenli ve düzensiz seslerin tam bir karışımı, bir başka deyişle, zaman içinde birbirini izlemesinden oluşan bir ses biçimidir (White, 1975). Düzenli sesler, notası belirlenebilen, yani, belli bir temel sesi (frekansı) ve uyumluları olan seslerdir. Düzensiz sesler ise, notası belirlenemeyen, akustik erke dağılımı gelişigüzel olan, daha çok gürültü niteliğindeki seslerdir. Konuşmada sesli harfler düzenli, sessiz harfler düzensiz sesler çıkarır ve konuşma süresinde bunlar birbirini izler (Yüğrük, 1995, s.5).

Konuşma, ünlülerin geniş sesleriyle, ünsüzlerin hızlı yüksek frekanslı seslerini bir araya getirir (Long, 2006). Ortalama bir insanın konuşmasının frekans aralığı 50 Hz'den 10000 Hz'e büyümesine rağmen, 200 Hz'in altında ve 6000 Hz'in üstündeki frekanslar konuşmanın anlaşılabilirliğine önemli ölçüde katkıda bulunmazlar. Böylece, konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesinde, konuşma seviyelerinin 250 Hz'den 4000 Hz'e 5 oktav bandı içerisinde ortalandığı düşünülebilir (Mehta ve diğer., 1999).

Konuşmaya yönelik hacimlerde yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabilmesi, çeşitli öznel ve nesnel etkenlere bağlıdır. Eğitime yönelik mekanlar yani derslik ve stüdyolar düşünüldüğünde, eğitimcinin yeterli ses düzeyinde ve hızında, anlaşılabilir bir şekilde konuşması, öğrencilerin ise fiziksel ya da psikolojik bir rahatsızlık

duymadan, dikkatlerini eğitimciye yönlendirerek dersi dinlemeleri öznel etkenler olarak sayılabilirken, hacimlerin mimari bileşenlerinin, büyüklük, şekil, yüzey yönelimi ve malzemelerinin ve bunun yanı sıra uygun arka plan gürültü seviyesinin olması gibi etkenler, nesnel etkenler olarak sıralanabilir (Long, 2006; Özçevik, 2005).

Doelle (1972), konuşma için tasarlanan hacimlerdeki temel gereksinimleri altı maddede sıralamıştır:

1. Yeterli ses seviyesi olmalıdır.
2. Ses seviyesi nispeten homojen olmalıdır.
3. Hacmin yankılanma özellikleri uygun olmalıdır.
4. Yüksek bir sinyal - gürültü oranı olmalıdır.
5. Arka plan gürültü seviyeleri dinleme ortamı ile karışmaması için yeterince düşük olmalıdır.
6. Hacim akustik kusurlardan arınmış olmalıdır (Long, 2006, s.579).

Konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen diğer faktörler işitme mekanizmamızın bağıl duyarlılığıdır. İnsanın işitmesi tüm frekanslarda eşit duyarlılıkta değildir. Sonuç olarak, çeşitli oktav bantları ile konuşmanın anlaşılabilirliğine katkıları da eşit değildir. Ağırlıklı faktör, işitme mekanizmamızın en yüksek verimliliğe sahip olduğu belirtilen 2000 Hz oktav bandında maksimumdur (Mehta ve diğer., 1999).

Derslik ve stüdyolarda konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için eğitimci/konuşmacı ve öğrenci/dinleyiciye bağlı öznel etkenler, kişiden kişiye değişiklik gösterebileceğinden, her koşul için kontrolünün sağlanması mümkün değildir. Ancak hacme bağlı nesnel etkenler, işitsel konforu sağlayacak şekilde düzenlenerek kontrol edilebilir. Bu bağlamda hacme bağlı akustik parametreler değerlendirilerek stüdyolarda gerekli iyileştirmeler yapılabilir. Bu parametreler; Arka plan gürültü seviyesi, Yansıma süresi (RT-T10-T15-T20-T30), Erken düşme süresi (EDT), Ayırdedilebilirlik (D₅₀), Ses basınç seviyesi (SPL), Sinyal-gürültü oranı (SNR), Konuşmanın anlaşılabilirliği tahmin yöntemleri (AI-PSA-STI-RASTI) ve

Akustik kusurlar (Maskeleme – Distorsiyon – Yankı - Vurgusal yankı – Odaklanma - Düzgün yayınmamışlık) olarak sıralanabilir.

3.2. Konuşmanın Anlaşılabilirliğinin Değerlendirilmesinde Hacim Akustiğine Bağlı Parametreler

3.2.1 Arka Plan Gürültü Seviyesi ve Kabul Edilebilir Değerler

Fon gürültüsü olarak da adlandırılan arka plan gürültüsünü Şahin (2007), “hacimde, dinleyicilerin, iç ve dış gürültü kaynaklarının oluşturduğu ses düzeyi” olarak tanımlamıştır (s.19). Arka plan gürültüsü, Türkiye’de 04 Haziran 2010 tarihli, 27601 sayılı resmi gazetede yayınlanan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nde “bir çevrede incelenen sesler bastırıldığında, verilen konumdaki ve verilen durumdaki geriye kalan toplam ses” olarak tanımlanmaktadır. Hacimlerin kullanım amaçlarına göre arka plan gürültü düzeyinin mekan akustiğine etkisi farklıdır. Bu nedenle, hacimlerin kullanım amaçlarına göre sınır kabul edilebilecek değerler belirlenmiştir.

Türkiye’de 4 Haziran 2010 tarihinde 27601 sayılı resmi gazetede, okullardaki derslikler için, kullanım alanında herhangi bir faaliyet olmadığı durumda, pencereler kapalı iken iç ortam gürültü seviyesi 35 dBA, pencereler açık iken 45 dBA olarak belirlenmiştir. Long (2006) küçük derslikler ve konferans salonlarında arka plan gürültü seviyesini maksimum 35 dB olarak belirlemiştir. Cavanaugh ve Wilkes (1999) ise, derslikler için kabul edilebilir arka plan gürültü seviyesinin NC30-40 ve 38-47 dB aralığında olması gerektiğini ifade etmektedir.

Arka plan gürültüsü hacim içi ya da hacim dışı kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Araç trafiği, inşaat gürültüsü, insan sesi gibi etkenler dış kaynaklar olarak, insan sesi, yapı teknik tesisatından gelen sesler (ısıtma, soğutma, aydınlatma vs.), mobilyalardan kaynaklanan sesler gibi etkenler de iç kaynaklar olarak verilebilir. Bir derslikte, arka plan gürültü seviyesi mekan içerisinde eşit olarak dağılmamaktadır. Alıcı bir noktadaki gürültü seviyesi, gürültü kaynağına olan

uzaklığına bağlı olarak değişir. Ancak bir derslikte gürültü kaynaklarının konumlarını tahmin etmek mümkün olmadığından tüm derslikte gürültü düzeylerinin eşit olarak dağıldığı kabul edilmektedir (Meriç, 2009). Tablo 3.1’de frekanslara göre dersliklerdeki arka plan gürültü seviyeleri verilmektedir.

Tablo 3.1 Frekanslara göre dersliklerdeki arka plan gürültü seviyeleri (Meriç, 2009, s.46)

Arka Plan Gürültü Seviyesi (dB)							
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	dBA
NCB 30	47	39	35	32	28	25	38
NCB 35	51	44	40	37	33	30	43
NCB 40	55	49	45	42	38	35	48
NCB 45	59	53	50	47	43	40	53
NCB 50	63	58	55	52	48	45	58
NCB 55	67	62	60	57	53	50	62

Arka plan gürültüsü kabul edilebilir değerlerin üzerine çıktığında konuşmayı maskeleyerek anlaşılabilirliği azaltır. Bu da derslikler için eğitimcinin anlaşılmasını zorlaştırır (Gürel, 2007; Long, 2006; Şahin, 2007).

3.2.2 Yansıma Süresi (RT-T10-T15-T20-T30)

Özellikle konuşma amaçlı mekanlarda, yansıma ve yansıma süresi anlaşılabilirlik için değerlendirilmesi gereken önemli belirleyicilerdendir. Bir hacimde, orijinal ses kaynağı sustuktan sonra sesin, hacmin yüzeylerinden çoklu yansıması ile devam etmesi, yansıma olarak adlandırılır. Mekanlarda, yansımanın doğru kontrolünün önemi nedeniyle yansıma süresi (RT60-t₆₀) olarak adlandırılan ve genellikle saniye olarak ifade edilen standart bir ölçü belirlenmiştir. Bu, belirli bir sesin, ses kaynağı sustuktan sonra işitilemeyecek kadar düşmesi için, yani başlangıçtaki ses basıncının binde birine yavaş yavaş kesilerek yok olması için gerekli olan süredir ki bu ses basınç seviyesinde 60 dB’lik bir düşüş karşılık gelir. Buna göre, eğer ses seviyesi kaynak sonlandırıldığında 90 dB olduğunda ve ses seviyesinin 30 dB’e azalması için 1,6 saniye aldığında, o zaman odanın yansıma süresi 1,6 saniyedir. T10-T15-T20-T30 ise sesin 10-15-20-30 dB’lik düşüş eğimine göre değerlendirilen yansıma

süreleridir. (Bradley, 2012; Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Knudsen, Harris, 1951; Mehta ve diğer., 1999; Vural, 2009; Yüksel Can ve Özçevik, 2013)

Hacim akustiğinde, sesin bozunma oranının önemi yüzyıllardır bilinmesine rağmen, ilk olarak niceliksel bir zemine yerleştirilmesi, yaklaşık yüzyıl önce Harward Üniversitesi'nde bir fizik profesörü olan Wallace Clement Sabine tarafından gerçekleştirilmiştir. Kendi adı ile ifade edilen bu denklem, basitleştirilmiş bir biçimde “ $T=0,16V/A$ ” olarak verilebilir. Burada;

T = Bir saniyedeki yansıma süresi

V = Oda hacmi (m^3)

A = Tüm mobilyaların ve yüzeylerin (hava dahil) ses emilim alanlarının toplamıdır. (Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Mehta ve diğer., 1999)

Yansıma süresi hacim ile doğru, ses emme alanlarının toplamı ile ters orantılıdır. Yansıma hesaplamaları temsili düşük, orta ve yüksek frekans aralıklarında (örneğin, 125 Hz'den 4000 Hz'e kadar ki oktav bantlarında) yapılmalıdır. Daha az kritik hacimler için temsili bir orta frekans aralığında (örneğin, 1000 Hz) tek bir hesaplama yeterli olabilir (Cavanaugh ve Wilkes, 1999).

Kuttruff (2009), hacim akustiğinde belirli bir süre için belirgin olan, ses alanlarının sadece belirli bir yönünü karakterize eden ve ek parametreler ile takviye edilmesi gereken yansıma süresinin, tüm bu özelliklerine rağmen günümüzde de hala en geçerli objektif nicelik olduğunu vurgulamış, yansıma süresinin bu derece önemli olmasını da üç temel sebebe bağlamıştır.

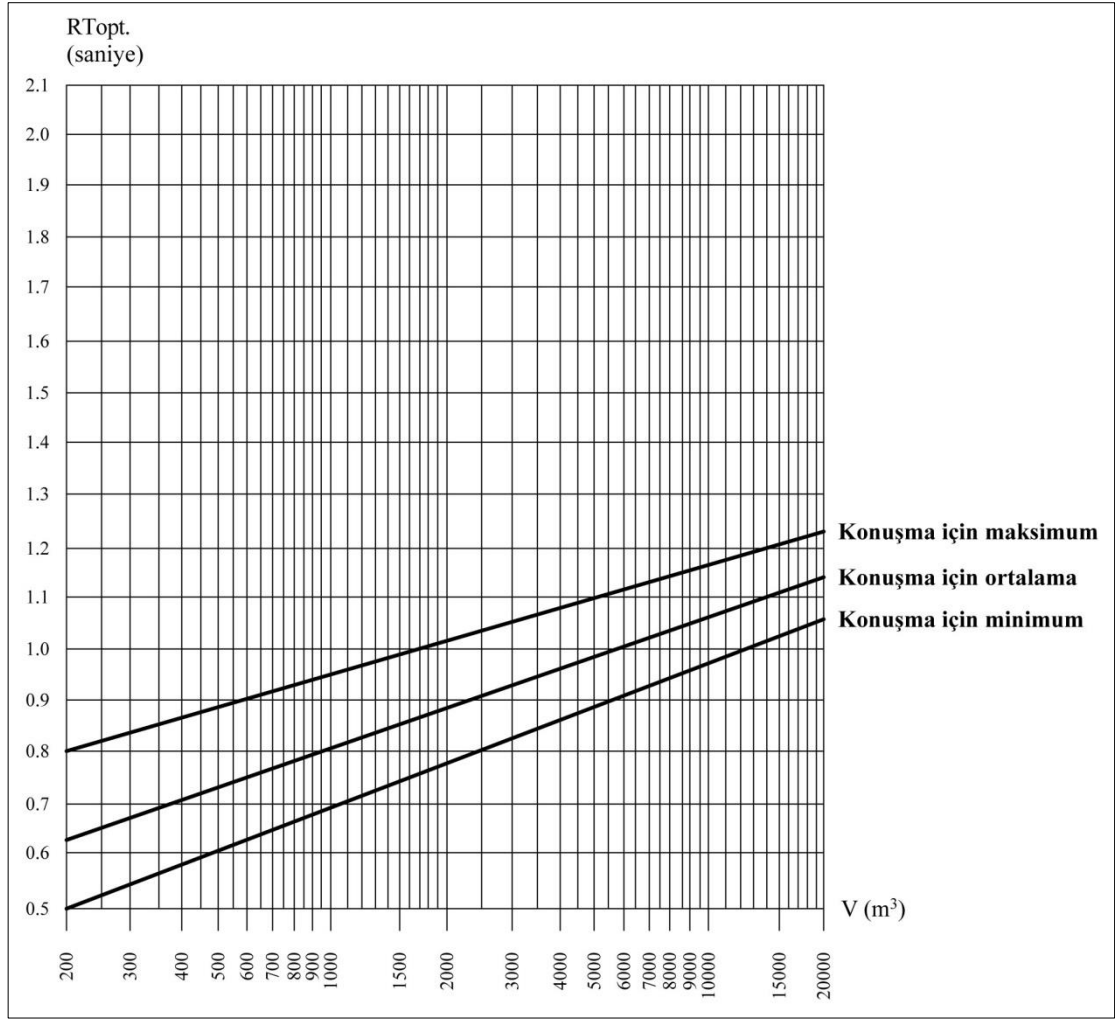
1. Yansıma süresi, uygun hassasiyet ve orta derecede tüketim ile ölçülebilir ve tahmin edilebilir.

2. Bir odanın yansıma süresi, odadaki gözlemcinin konumuna önemli ölçüde bağlı değildir ve basit yapı bir formül ile oda verilerinden hesaplanabilir. Dolayısıyla, bir yerden diğerine değişebilecek ayrıntılar ihmal edildiğinde, bir salonun genel akustik özelliklerini karakterize etmek için uygundur.

3. Mevcut salonların yansışım süresi üzerine bol miktarda veri, frekansa bağı olan değışimler de dahil olmak üzere günümüzde mevcuttur (s.229).

Yansışım süresi sesin düzeyinden ve hacimdeki fon gürültüsünden bağımsızdır. Sesin ilk çıktığı ya da yansışım olayı nedeniyle ulaştığı düzey, yansışım süresini etkilemez. Bir hacmin yansışım süresi, 50 dB'lik bir ses için de 100 dB'lik bir ses için de aynıdır. Değışen yalnızca yansışımın algılanan bölümüdür. Ses düzeyi düşük ya da fon gürültüsü yüksek olduğunda yansışım süresinin algılanan bölümü kısılır. Ancak yansışım süresi, hız türünden bir kavram olduğundan, etkisi değışmez. Büyük ve/ya da yüksek yansıtıcılıkta gereçlerle giydirilmiş hacimlerde yansışım süresi uzundur. Küçük ve/ya da yüksek yutuculukta gereçlerle giydirilmiş hacimlerde yansışım süresi kısadır (Yüksel Can ve Özçevik, 2013).

Hacmin işlevine uygun yansışım süresi, optimum yansışım süresidir. Hacim akustiğinde, yansışım süresinin kısa ya da uzun olması, konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde son derece etkilidir. Konuşmanın heceler halinde olduğu düşünıldüğünde, konuşmanın hızına göre heceler arasındaki süre bilinmektedir. Yansışım süresi uzun olan bir mekanda, bir hecenin aldığı ses şiddetinin düşüşü için geçen süre, sonraki hecenin ara süresinden daha büyük olacağından, ikinci hece birincinin alanında kalmış olur. Bu durum hecelerde bulanıklığa sebep olur ve böylece konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltmaya yönelik eğilim gösterir. Yansışım süresi optimum değerinden daha kısa olduğunda ise, algılanılması istenen seslerin yüksekliğini artıran ve dış mekan iletişimiyle karşılaştırıldığında iç mekanda iletişimin olabildiğince daha kolay olmasını sağlayan yararlı yansımaların oluşumu önlenir ve heceler arasında kopukluklar meydana gelir. Dahası, kapalı bir alanda, herhangi bir akustik yankılanma eksikliği, yankısız bir odaya girildiğinde görülebileceği gibi, doğal olmayan ve rahatsız edici bir his yaratır. Özetle, konuşma amaçlı bir mekan için optimum yansışım süresi, aşırı yankılanma nedeni ile anlaşılabilirliğin kaybı ve yetersiz yankı nedeniyle ses seviyesinin kaybı arasında bir uzlaşmacıdır (Bilal, 2008; Kuttruff, 2009; Mehta ve diğ., 1999; Yüksel Can ve Özçevik, 2013).



Şekil 3.1 Konuşma için optimum yansım süreleri (Özçevik, 2005, s.59)

Konuşma amaçlı mekanlarda iyi anlaşılabilirliğin sağlanabilmesi için, Long (2006), yansım süresinin 0,8 saniyeden az olmasını, Egan (1988) ise 0,6-0,8 sn. aralığında olmasını önermektedir.

Yüksel Can ve Özçevik (2012) yansım süresinin 0,8 saniyeden az olması gerektiğini, bu durumun da tavan yüksekliğinin 2,7-3,6 m arasında olmasını ve en az NRC 0,8 değerine sahip akustik kaplama tavan malzemesi kullanımı gerektirdiğini belirtmiştir. Bununla birlikte hacmi 1000 m³'ten küçük dersliklerde $RT_{opt} < 0.6$ sn., hacmi 1000 ile 2000 m³ arasında olan dersliklerde $RT_{opt} < 0.7$ sn. olması gerektiğini vurgulamaktadır. Tablo 3.2'de farklı ülkelerde derslikler için tavsiye edilen kabul edilebilir yansım süresi değerleri verilmektedir.

Tablo 3.2 Derslikler için tavsiye edilen yansışım süreleri (Pavčeková, Rychtárková ve Tomašovič 2009, s.18; Zannin, Fiedler ve Bunn, 2013, s.507)

Ülke	Yansışım Süresi (RT,sn.)	Hacim (V,m ³)
Brezilya	0,6-0,7	270≤V≤600
Fransa	0,4<RT<0,8	V≤250
	0,6<RT≤1,2	V>250
Almanya	0,6	V=250
	0,7	V=500
	0,8	V=750
Japonya	0,6	V~200
	0,7	V~300
USA	0,6	V≤283
	0,7	283<V≤566
WHO	0,6	-
Finlandiya	0,6-0,9	-
Slovakya	0,6-0,8	<250
Kanada	0,4-0,5	-

3.2.3 Erken Düşme Süresi (EDT)

Erken düşme süresi, yansışım süresi gibi sesin sönümlenme bölümü ile ilgili bir parametredir ve kısaca yansışımın ilk 10 dB’lik düşüş eğimine göre değerlendirilmektedir (Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Gade, 2007).

$$EDT = 6(t_{-10}) \text{ ya da } EDT = \frac{60}{A_{(0 \text{ dB} \rightarrow -10 \text{ dB})}} \text{ s} \quad (\text{Gade, 2007, s.307}) \quad (3.1)$$

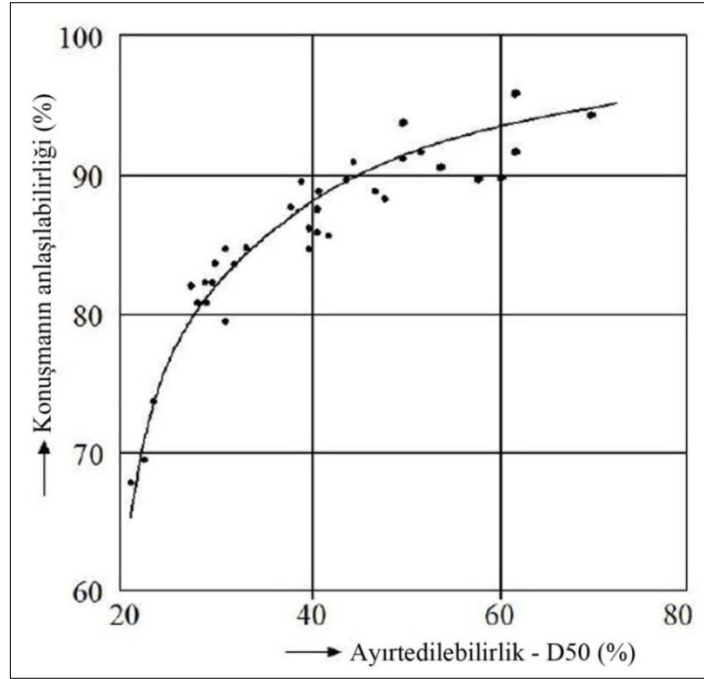
Hacmin akustik durumu konusunda, erken düşme süresinin (EDT), yansışım süresinden (RT), işitsel açıdan daha doğru sonuçlar verdiği, daha iyi bir yansışım tanımlayıcısı olduğu öngörülmesine rağmen, RT hala temel ve en önemli objektif parametre olarak kabul edilmektedir. Hacimlerde EDT’nin RT ile paralellik göstermesi, düzgün yayınlılığın göstergesi olarak kabul edilir. Yansımlılık, canlılık

ve açıklık, EDT'nin algılanan öznel etkileri olarak verilebilir. EDT, hacim yüzeylerinden gelen erken yansımalarla ilişkilidir ve bu nedenle hacim geometrisinin etkilerini detaylı olarak analiz etmektedir. RT ise hacmin tüm yüzeylerinden gelen yansımalarla ilişkili olduğu için hacim geometrisinden etkilenmez. Tam yayınlık ses alanının sağlanabildiği hacimler için RT ve EDT değerlerinin aynı olacağı söylenebilir. Konuşma amaçlı mekanlar için, EDT'nin, RT'den yaklaşık %10 eksik olduğu değerleri optimum olarak kabul edilir (Gade, 2007; Mehta ve diğer., 1999; Özçevik, 2005; Türk, 2011; Vural, 2009).

3.2.4 Ayırtedilebilirlik (D_{50})

Konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen önemli nesnel parametrelerden biri ayırtedilebilirlik (D_{50}) parametresidir. Daha çok sesin kalitesini değerlendirmektedir. Thiele tarafından 1953 yılında ortaya koyulan D_{50} , hacmin impuls yanıtından türetilmektedir. Dinleyiciye dolaysız gelen sestten sonra, ilk 50 milisaniyelik bölümde ulaşan sesler, doğrudan gelen sesi pekiştirerek, genişlemiş bir ses görüntüsüne ve iyi bir ses seviyesi güçlendirmesine katkıda bulunacağından, yararlı yansımaları oluşturur. Bu yararlı yansımaların enerjisinin toplamının, yararlı-yararsız tüm yansımaların enerjilerinin toplamına oranı ayırtedilebilirlik olarak ifade edilmektedir. (Kurtulan, 2009; Long, 2006; Mehta ve diğer., 1999; Yügrük, 1995).

Konuşmanın anlaşılabilirliği ile D_{50} değerinin arasındaki ilişki incelendiğinde, D_{50} değerinin %50'nin üzerine çıktığı durumda, anlaşılabilirliğin de %90'ın üzerine çıktığı görülmektedir (Şekil 3.2). Bu durumda D_{50} 'nin iyi anlaşılabilirlik için %50'nin üzerinde olması gerektiği söylenebilir. D_{50} , hacmin yansıma süresi ile ters orantılıdır. Bunun yanı sıra kaynak-alıcı arasındaki mesafenin D_{50} ile ilişkisi de önemlidir. D_{50} parametresi alıcıya ilk 50 milisaniye içerisinde ulaşan seslerin enerjisi ile ilişkili olduğundan, kaynak-alıcı arasındaki mesafe fazla olduğunda, bu süre içerisinde alıcıya ulaşan dolaysız seslere eklenen gecikmeli yansımalar konuşmada sesin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir başka deyişle bu durum D_{50} değerini ve konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltır (Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Kurtulan, 2009; Kuttruff, 2009; Özçevik, 2005).



Şekil 3.2 Konuşmanın anlaşılabilirliği ve ayırtedilebilirlik (D₅₀) arasındaki ilişki (Kuttruff, 2009, s.224).

3.2.5 Ses Basınç Seviyesi (SPL)

Ses düzeyi, konuşmanın anlaşılabilirliğinde önem taşıyan belirleyicilerden biridir. Yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabilmesi için, ses düzeyi ile ilgili gerekli koşulların oluşturulması gerekmektedir. Kapalı bir hacimde, belirli bir noktadaki toplam ses düzeyi, yayınık ses düzeyi ile o noktadaki dolaysız ses düzeyi toplamı olarak tanımlanmaktadır. Konuşmanın anlaşılabilirliği açısından, hacimdeki toplam ses düzeyinin, tüm dinleyici konumlarında yeterli işitsel duyulanmayı sağlayacak düzeyde olması önemlidir. (Türk, 2011; Yüğrük, 1995).

Belli bir noktadaki SPL değeri sürekli sabit bir değerde kalmaz. Eko olmayan bir odada, normal sesle konuşan bir konuşmacının dudaklarından 1 metre mesafede ölçülen uzun vadeli ortalama SPL (5 saniye ya da daha fazla süreli ölçümle bulunan değer) yaklaşık olarak 65 dB'dir. Bu değer mevcut bir arka plan gürültüsünün var olduğu koşullar için geçerlidir. Arka plan gürültüsünün olmadığı varsayılırsa, 50 dB'lik bir konuşma düzeyi yeterli olacaktır. Kişi eğer yükseltilmiş bir ses ile konuşursa bu değer yaklaşık olarak 75 dB olacaktır. Kişinin bastırılmış bir ses ile ya

da bağırarak konuşması ise ± 6 dB’lik bir fark yaratacaktır. (Mehta ve diğer., 1999; Yüğrük, 1995)

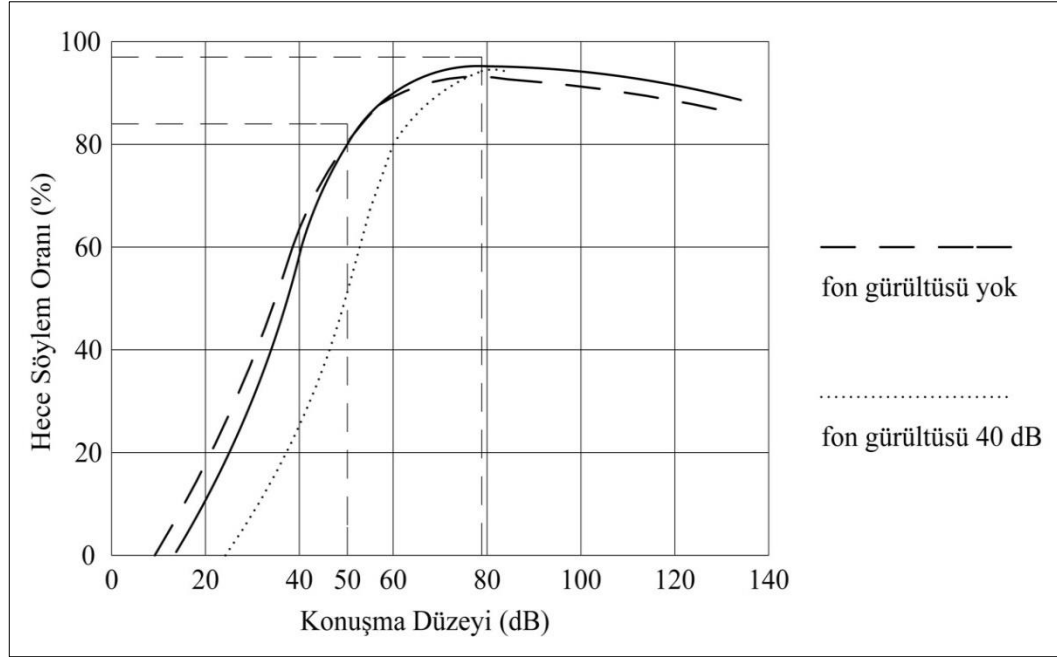
Tablo 3.3 Normal konuşma düzeyinde, konuşmacının dudaklarından 1 m’de, maksimum SPL değerleri (ortalama SPL + 12 dB) (Mehta ve diğer., 1999, s. 308).

Frekans (Hz)	Konuşmacıdan 1 metrede zirve SPL
250	72,5
500	74,0
1000	68,0
2000	62,0
4000	57,0

Konuşmanın anlaşılabilirliği, uzun vadeli ortalama SPL tarafından belirlenemez, ancak ses basınç düzeyi konuşmanın anlaşılabilirliğini etkiler. Bir hacimde, dinleyici konumunda yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabilmesi, konuşmacı ile dinleyici arasında dolaysız bir sessel iletişimin kurulmasına bağlıdır. Bu nedenle konuşmacıdan dinleyicilere gelen dolaysız ses, yansımış sese oranla belli bir değerin altına düşmemelidir. Yapılan araştırmalara göre, yansımış ses - dolaysız ses ayrımı 11 dBA’yı aşmadığı takdirde, yeterli anlaşılabilirlik sağlanabilir. Konuşma düzeyi ile anlaşılabilirlik arasındaki ilişki incelendiğinde, konuşma düzeyi arttıkça anlaşılabilirliğin de arttığı söylenebilir, ancak konuşma düzeyi yaklaşık 80 dB’e ulaştığında maksimum değerine ulaşmakta, daha yüksek değerlerde ise düşme eğilimi göstermektedir. Bu durum 80 dB’in üstündeki konuşma düzeylerinin anlaşılabilirliği artırmayacağı şeklinde yorumlanabilir (Mehta ve diğer., 1999; Özçevik, 2005; Türk, 2011; Yüğrük, 1995).

Konuşma üzerinde ağırlıklı olarak sessiz harflerin algılanabilirliğini azaltan maskeleye neden olan fon gürültüsünün (arka plan gürültüsü) konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde olumsuz bir etkisi vardır. Şekil 3.3 incelendiğinde, anlaşılabilirlik, arka plan gürültüsünün olmadığı duruma oranla yaklaşık %20-%30 daha düşüktür. Dolaysız ses düzeyinin, arka plan gürültüsüne oranla, belli bir değerin altına düşmemesi, dolaysız ses-arka plan gürültüsü farkının minimum 5 dBA olması

gerekmektedir. Frekanslara göre arka plan gürültüsünün değişimini göz önüne alan NR değeri derslikler için NR30 ve buna denk gelen tayfsal toplam ses düzeyi 49 dBA olduğuna göre, her bir dinleyici noktasındaki dolaysız ses düzeyinin en az 54 dBA olması gerektiği söylenebilir (Özçevik, 2005; Yügrük, 1995).



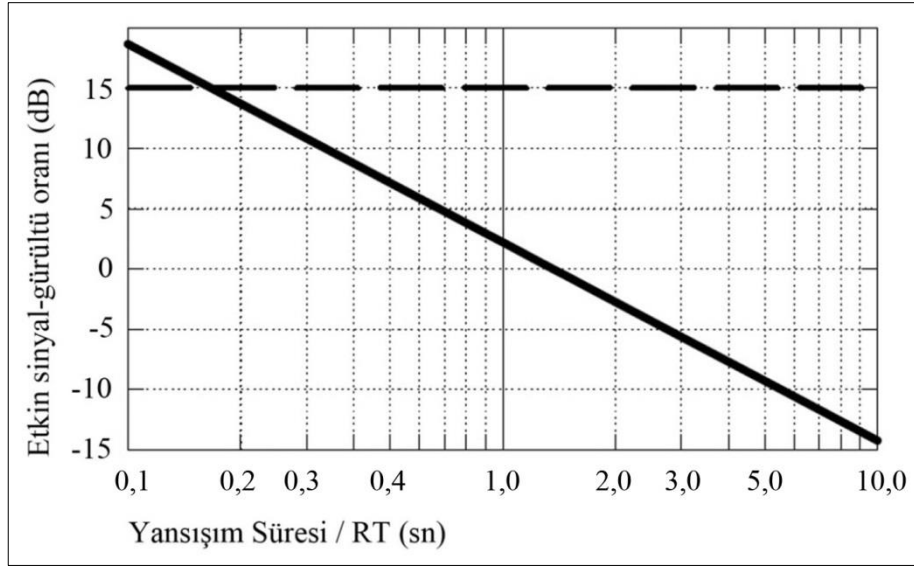
Şekil 3.3 Anlaşılabilirliğin konuşma düzeyi ile ilişkisi (Yügrük, 1995, s.27).

3.2.6 Sinyal-Gürültü Oranı (SNR)

Konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşma seviyesi ve gürültü düzeyi arasındaki farkın bir fonksiyonu olarak ifade edilmekte, iki seviye arasındaki fark, sinyal-gürültü oranı (SNR, S/N) olarak adlandırılmaktadır. Konuşma seviyesi ve gürültü düzeyi, her ikisi de desibel (dB) olarak ifade edildiğinden, SNR oranı da desibel olarak ifade edilir. Konuşmanın anlaşılabilirliği SNR oranı yükseltilerek artırılabilir. Bu, konuşmanın ses seviyesi artırılarak ve ortamın gürültü düzeyi azaltılarak sağlanır (Mehta ve diğer., 1999).

Konuşma-gürültü oranı olarak da adlandırılan SNR oranını hesaplamak için;

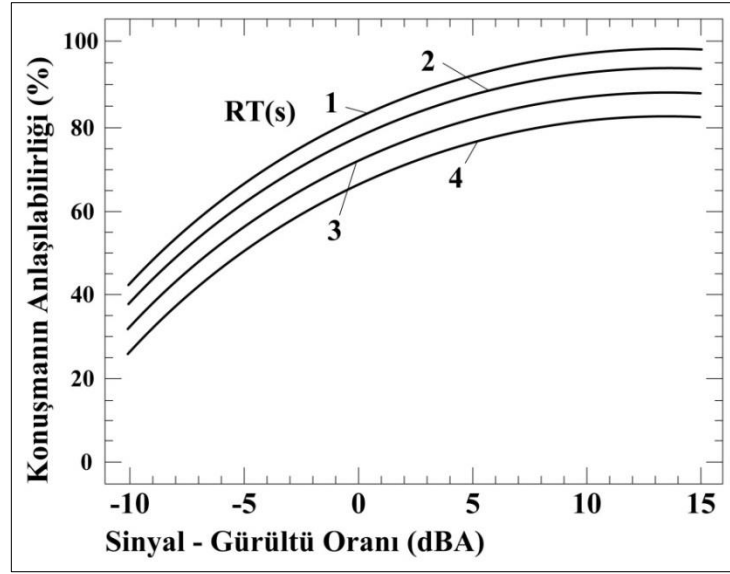
$$SNR = L_{sinyal} - L_{gürültü} \text{ formülü kullanılır (Meriç, 2009, s.10).} \quad (3.2)$$



Şekil 3.4 Yankılı konuşma sinyali için yansıma süresinin bir fonksiyonu olarak, tahmin edilen etkili sinyal gürültü oranı (direkt konuşma sinyalinin hiçbir katkısı yokken). Kesikli çizgi, faydalı akustik bilgiye tam erişim için sinyal-gürültü ölçütünü gösterir (Boothroyd, 2002).

Alıcı noktadaki sinyal seviyesi konuşmacının ses gücü ile ilgilidir. Dersliklerde, arka plan gürültüsünden kaynaklanan maskeleyi aşmak için eğitimcinin doğal eğilimi, ses seviyesini yükseltmek olacaktır. Bu etki “Lombard Etkisi” olarak adlandırılır. Eğitimcinin ses gücü belli bir sınıra kadar yardımcı olur. Konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması için, hacimde dinleyicilerin, iç ve dış gürültü kaynaklarının oluşturduğu ses düzeyi olarak tanımlanan arka plan gürültü seviyesinin, SNR oranının kabul edilebilir koşullarını sağlayacak değerinin altında kalması gerekir. Peutz ve Klein (1974) yeterli anlaşılabilirlik için alınan ses seviyesinin arka plan gürültü seviyesinden en az 25 dB daha fazla olmasını önermektedir. Bradley (1986) ise 10-15 dB’lik bir toleransın daha makul bir seçim olduğunu belirtmektedir (Long, 2006; Meriç, 2009; Şahin, 2007).

Naxon (2002), bir hacimde hesaplanan SNR oranına göre anlaşılabilirliği dört derecede nitelendirmiştir. Buna göre, SNR oranı 5 dB olduğunda “zayıf”, 10 dB olduğunda “kabul edilebilir”, 15 dB olduğunda “iyi” ve 20 dB olduğunda ise “mükemmel” olarak değerlendirmiştir (Şahin, 2007).



Şekil 3.5 Konuşmanın anlaşılabilirliği ve sinyal gürültü oranının değişik yansısim süresi değerlerine göre değişimi (Şahin, 2007, s.11).

SNR oranı, ülkelere, toplumdaki kişilerin alışkanlıkları, kültürel ve sosyo-ekonomik yapılarına göre değişmekte, optimum 10 – 15 dB arasında çeşitlenmektedir. Bununla birlikte, genel olarak, hacim içerisinde her bir dinleyici noktasındaki ortalama konuşma düzeyinin, ortalama arka plan gürültü düzeyinden en az 15 dB fazla olması istenmektedir (Özçevik, 2005).

Yansısim süresi, SNR(A) oranı ilişkisine bakıldığında, Bradley (1986) konuşmanın anlaşılabilirlik oranının %80 olması için SNR oranının, RT 1 saniye olduğunda -1.5 dBA, 3 saniye olduğunda 3.5 dBA, 4 saniye olduğunda 7.5 dBA olarak belirlemiştir (Şahin, 2007).

3.2.7 Konuşmanın Anlaşılabilirliği Tahmin Yöntemleri (AI/PSA/STI/RASTI)

Hacimlerin konuşmanın anlaşılabilirliği tahmininde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Günümüzde bu yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılanlar Söylem Göstergesi (AI), Hece Söylem Testleri (PSA), Konuşma İletim Göstergesi (STI) ve Hızlandırılmış Konuşma İletim Göstergesi (RASTI)'dir.

Söylem Göstergesi (AI), gürültülü hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan bir tahmin yöntemidir. 0 ile 1 arasında değerler alan AI, konuşma düzeyi ile 200 Hz – 5000 Hz oktav bandı aralığında maskelenen gürültü düzeylerinin karşılaştırılmasında kullanılır. Değerler 0'a yaklaştığında anlaşılabilirlik düşmekte, 1'e yaklaştığında yükselmektedir. Buna göre, 0,7 ve üzerindeki değerler yaklaşık %90 oranında konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabildiğini göstermektedir (Özçevik, 2005; Şahin, 2007).

AI, konuşmanın anlaşılabilirliğinin subjektif bir ölçüsüdür. Bu yöntemde konuşmacı, seçilen bir dizi kelime ya da cümleyi söylerken, bir grup tecrübeli dinleyici, duyduklarını kaydederler. Burada, test malzemesi olarak kullanılan kelime ya da cümlelerin listesi, tüm kritik konuşma seslerini içermeli ve yeterli güvenilirliği ispat edilmiş olmalıdır. Sonuç olarak, doğru olarak kaydedilen yanıtların yüzdesi odanın konuşmanın anlaşılabilirliği oranını verir (Egan, 1988; Mehta ve diğer., 1999). AI, yankılı gürültü için yerleşik bir hesaplama metoduna sahip olmadığından, bir anlaşılabilirlik tahmin yöntemi olarak kullanılmak için zordur (Long, 2006).

Tablo 3.4 AI ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki (Mehta ve diğer., 1999, s. 310).

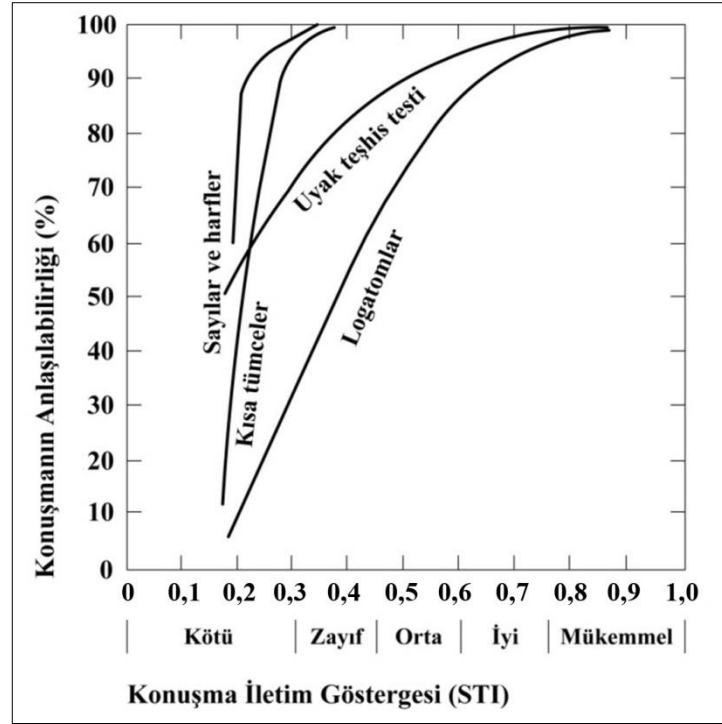
AI	Konuşmanın Anlaşılabilirliği
$\geq 0,7$	Çok İyi
0,5 – 0,7	İyi
0,3 – 0,5	Sınırdan
$< 0,3$	Zayıf

Hece Söylem Testleri (PSA), hacimlerde, konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan öznel bir yöntem olarak, dinleyiciler tarafından doğru algılanan hece oranı şeklinde tanımlanır. Bu yöntemde, her dilde ayrı ayrı belirlenmiş olan o dildeki kişiler için hiçbir anlamı olmayan sözcükler çok sayıda deneyimli kişilere dinletilerek, bu sözcükleri ne oranda anladıkları belirlenir. Ölçülen PSA değerlerinin değerlendirmesi Tablo 3.5 'te verilmiştir (Özçevik, 2005; Şahin, 2007).

Tablo 3.5 PSA ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki (Şahin, 2007).

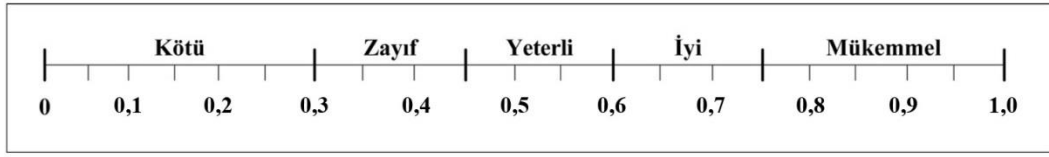
PSA	Konuşmanın anlaşılabilirliği
$\geq\%85$	Çok iyi
$=\%75$	İyi (Ancak dinleyici belli oranda güç sarfeder.)
$=\%65$	Sınırdadır (Zor anlaşılır ve dinleme yorucu olur.)
$\leq\%65$	Yetersiz

Konuşma İletim Göstergesi (STI), konuşmanın anlaşılabilirliğini nesnel olarak değerlendirmek için kullanılan en yaygın yöntemdir. STI yöntemi Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) standardında “IEC 286-16” tarif edilmiştir. STI, konuşmanın dinleyiciler tarafından ne oranda anlaşıldığını belirlemeye yönelik bir parametredir. 1973 yılında Hollandalı iki bilim adamı Steeneken ve Houtgast, insan sesinin pek çok özelliğini taklit eden bir ölçüm metodu geliştirmişlerdir. Modülasyon İletim Fonksiyonu (MTF) olarak tanımladıkları bu yöntemle elde edilen değerlerin, konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilişkisini, STI kurmaktadır. STI, kaynaktan çıkan ses sinyalinin dinleyiciye ulaşana kadar aldığı iletim yolu boyunca, enerjisindeki düşüşün analizi yöntemiyle, ses iletiminin konuşmanın anlaşılabilirliği üzerindeki etkilerini belirler. Dolaysız ses, yansımış sesler ve arka plan gürültü düzeyi ile ilgili önemli bir ölçüt olan STI, ses iletiminin iyi olması durumunda 1’e, kötü olması durumunda 0’a yakın değerler alırken, iletilen ses sinyalinin tanınamaması durumunda 0 değerini alır. Şekil 3.6’da konuşmanın anlaşılabilirliği yüzdesi ile STI arasındaki ilişki verilmektedir (Gade, 2007, Long, 2006; Kara, 2009; Kurtulan, 2009; Şahin, 2007; Türk, 2011).



Şekil 3.6 Konuşma iletim göstergesi - konuşmanın anlaşılabilirliği yüzdeleri (Long, 2006, s.152).

Hızlandırılmış Konuşma İletim Göstergesi (RASTI), Brüel ve Kjaer tarafından geliştirilen, konuşmanın anlaşılabilirliğini mekanik olarak test eden STI'ya benzer bir yöntemdir. STI parametresinin karmaşık ve ayrıntılı bir hesaplama yöntemine sahip olmasından dolayı, hızlı STI anlamına gelen RASTI parametresi üretilmiştir. RASTI parametresi, yansıma süresi, yansıtıcı yüzeylerin düzeni gibi hacmin akustik yapısına göre değişim gösterdiğinden, bu yöntemle hacimlerin farklı noktalarındaki anlaşılabilirlik değerleri kolaylıkla ve kısa sürede belirlenebilmektedir. RASTI yöntemi "Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC)" standardında "IEC 286-16" tarif edilmiştir. RASTI, sadece 500 Hz ve 2000 Hz oktav bantlarında yapılan ölçümleri temel alır. 500 Hz'de, 1,2,4,ve 8 Hz dört modülasyon frekansında, 2000 Hz'de, 0,7, 1,4, 2,8, 5,6 ve 11,2 Hz beş modülasyon frekansında değerler ölçülür. Şekil 3.7 RASTI yönteminde kabul edilen konuşma anlaşılabilirlik oranları ile ilgili cetveli göstermektedir. 0,45 ve üzerindeki değerler, konuşmaya yönelik bir hacmin anlaşılabilirliği için kabul edilebilir değerlerdir. (Gade, 2007; Gürel, 2007; Kurtulan, 2009; Long, 2006; Şahin, 2007; Türk, 2011).



Şekil 3.7 RASTI yönteminde kabul edilen konuşma anlaşılabilirlik oranları (Gürel, 2007, s.37).

3.2.8 Akustik Kusurlar

Konuşmaya yönelik hacimlerde düşük anlaşılabilirliğe ve genel rahatsızlığa sebep olan akustik kusurlar, anlaşılabilirlik için sağlanması gereken diğer kriterlere bağlı olarak ortaya çıkmakla birlikte, başka nedenlerden de kaynaklanabilirler. Ses kaynağının konumunun algılanamaması, sesin mekan içerisinde gelişmesinde ve sönümlenmesindeki düzensizlikler, iç mekanın ses düzeyine, frekanslara göre farklı davranışlar göstermesi, sessiz harflerin algılanamaması, hecelerin birbirini örtmesi ve ses düzeyi-arka plan gürültüsü ilişkisinin uygun olamaması gibi etkenler konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanmasını olumsuz etkilemektedir. Bu sorunlar, maskeleme, distorsiyon, yankı, vurgusal yankı, odaklanma ve düzgün yayınmamışlık başlıkları altında incelenebilir (Long, 2006; Özçevik, 2005).

3.2.8.1 Maskeleme

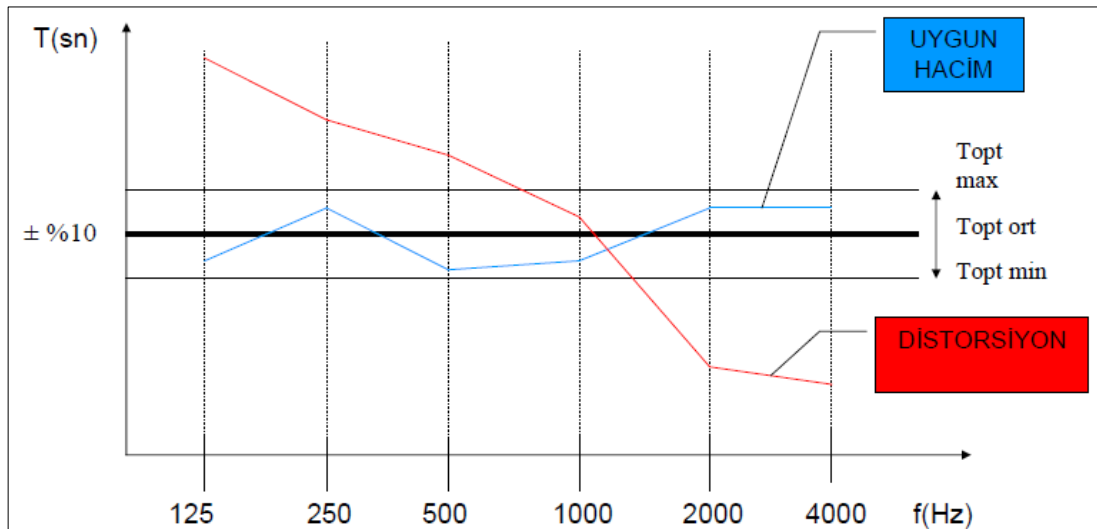
Konuşma, ünlülerin geniş sesleriyle, ünsüzlerin hızlı yüksek frekanslı seslerini bir araya getirir. Konuşmaya yönelik bir hacimde, özellikle yansıma süresi uzun olan hacimlerde anlaşılabilirliğin azalması, maskelenmiş bir sesin olması anlamına gelir. Bir konuşmada bir hecenin duraklatıldığı esnada ses şiddeti azalırken, daha sonraki hecenin sesini maskeleme ve gizleme eğilimi gösterir. Bu durum konuşmacının yavaş yavaş konuşma ihtiyacı duymasına neden olur. (Long, 2006; Mehta, ve diğer., 1999; Yüçük, 1995).

Maskeleme akustik kusuru, yüksek düzeyli arka plan gürültüsü ya da başka kaynaklardan gelen gürültüler nedeniyle oluşabileceği gibi, hacimdeki yansıma olayı da maskelemeye neden olabilir. Maskeleme akustik kusuru özellikle konuşmanın

anlaşılabilirliğinde önemli olan yüksek frekanslı seslerin algılanabilirliğini engellediği için önlenmesi gereken bir akustik kusurdur (Long, 2006; Yüğrük, 1995).

3.2.8.2 Distorsiyon

Bir hacmin belli frekanslarda farklı yutuculuk göstermesiyle sesin tayfsal yapısının değişmesi ve ses kalitesinin bozulması distorsiyon olayı olarak adlandırılır. Bir hacimde kullanılan yüzey gereçleri, sesin frekanslarına göre farklı davranışlar gösterebilir. Kullanılan malzemeler ile mekan içerisinde, farklı frekanslarda istenen yansıma ve yutulmalar gerçekleşmeyebilir. Bu durumda frekansa göre yansıma süreleri değişir ve distorsiyon olayı meydana gelir. Distorsiyon akustik kusurunun oluşmaması için, frekanslara göre yansıma süreleri değişimlerinin belirli sınırlar içerisinde kalması gerekmektedir (Erol, 2006; Kurtulan, 2009; Yüğrük, 1995; Yüksel Can ve Özçevik, 2013).



Şekil 3.8 Frekanslara göre yansıma süresi değişimi (Yüksel Can ve Özçevik, 2013).

3.2.8.3 Yankı

Yüğrük (1995) yankıyı, “dolaysız sese oranla, dinleyicileri rahatsız edecek derecede yüksek düzeyde, gecikmiş yansımadır” şeklinde tanımlamıştır. Dolaysız ses ile ilk yansımalar arasındaki düzey farkı ve gecikme süresi belli sınırları aştığında,

yani dolaysız ses ile yansiyarak gelen seslerin aldıkları yollar arasındaki fark 22 metreden fazla olduğunda yankı meydana gelir. Bu durum, genel olarak 11 m'den uzun kenarı bulunan hacimlerde yankı tehlikesi olduğunu gösterir. Alıcıya ulaşan dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki düzey ve süre farkı az ise olay ses uzaması olarak adlandırılır. Ses uzaması yararlı bir etki iken, yankı konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltan, istenmeyen bir etkidir (Kutulan, 2009; Türk, 2011; Yügrük, 1995; Yüksel Can ve Özçevik, 2012).

Yankı ses kaynağının konumu, hacmin biçimlenişi ve yüzey özellikleri ile ilgilidir. Yankıyı önlemek için, hacimde yansıma mesafesi kısaltılmalı, yansımaya sebep olan yüzey yutucu yapılarak yansıyan sesin düzeyi azaltılmalı ve yansıtıcı yüzey, sesi yansımaya sebep olamayacak şekilde yeniden düzenlenmelidir (Türk, 2011; Yüksel Can ve Özçevik, 2012).

3.2.8.4 Vurgusal Yankı

Karşılıklı iki duvarı birbirine paralel ve yansıtıcı yüzeylere sahip hacimlerde sesin faz farkından kaynaklanan, ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanan akustik kusur vurgusal yankıdır. Karşılıklı büyük paralel duvarlardan kaçınmak, yüzeylerden en az birini çok yutucu malzemelerle kaplamak ya da yüzeyler üzerinde dışbükey elemanlar kullanmak vurgusal yansımanın oluşmasını önler (Türk, 2011; Yügrük, 1995; Yüksel Can ve Özçevik, 2012).

3.2.8.5 Odaklanma

Odaklanma, konkav yüzeyler nedeniyle, bir hacmin belirli bölgelerinde ses enerjisi birikimidir. Bu bölgede ses enerjisi yoğunlaşarak, ses yenginliği artar ve ses kaynağının düzeyine yaklaşarak hacimde ikincil ses kaynağı yaratır. Bu bölge hacmin yeterince dışında olduğunda zararlı değildir. Ancak hacim içinde oluşan ikincil kaynak, ses kaynağının yerinde belirsizlik yaratarak, ses alanlarının düzgün yayılmasına ve ses düzeylerinin düzgün dağılımına engel olur. Bu akustik kusuru önlemek için, hacimlerde iç bükey yüzeyler kullanmaktan kaçınılmalıdır. İç bükey

yüzeylerin yarıçapları, yüzeylerin konumuna göre, hacim yükseklik ya da genişliğinin en az iki katı olduğunda, iç bükey yüzeyler, odaklanma problemi yaşanmadan kullanılabilir (Long, 2006; Özçevik, 2005; Türk, 2011; Yüğrük, 1995; Yüksel Can ve Özçevik, 2012).

3.2.8.6 Düzgün Yayınmamlık

Hacmin içerisinde farklı bölgelerde ses düzeyi açısından ciddi ayrımların bulunması, sesin düzgün yayınmadığı anlamına gelmektedir. Bu sorunun önlenmesi için hacim içerisindeki yüzeyler, sesi dinleyici oturma alanına yönlendirecek şekilde yutucu ve yansıtıcı gereçlerle kaplanmalı ve ses kayağının bulunduğu alanın ses tuzağı gibi akustik kusurlara sebep olmayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir (Kurtulan, 2009; Özçevik, 2005; Yüğrük, 1995).

BÖLÜM DÖRT
MİMARLIK BÖLÜMÜ STÜDYO VE DERSLİKLERİNDEKİ MEVCUT
İŞİTSEL KONFOR KOŞULLARININ BELİRLENMESİ / DOKUZ EYLÜL
ÜNİVERSİTESİ

Bu bölümde Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Bölümünde yer alan derslik ve stüdyolarda akustik koşulların belirlenmesi amacıyla yürütülen öznel ve nesnel değerlendirme çalışmaları aktarılmaktadır. Öznel değerlendirme amacıyla öğrenciler tarafından cevaplanan bir anket çalışması yürütülmüş ve çalışma sonuçlarına göre akustik açıdan rahatsızlık durumu saptanan bir derslik ve stüdyoda akustik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ancak anket ve ölçüm sonuçlarının irdelenmesinden önce literatürde dersliklerdeki akustik konforun belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar ve izlenen yöntemlerin bir özeti aktarılmaktadır.

4.1 Benzer Çalışmalarda İzlenen Yöntemler

Tasarım stüdyoları, öğrencilerin bireysel ya da gruplar halinde uygulamalı çalışmalar yaptıkları, eğitimci ile birebir iletişim halinde oldukları, eğimsiz, oldukça büyük mekanlardır. Çalışma biçimleri ve masa boyutları nedeniyle boyutları genişleyen stüdyoların sadece bu etken nedeniyle işitsel açıdan sorunlu oldukları söylenemez. Ancak bu mekanlarda, hacmin tamamında, işitsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için, hacim akustiği açısından iyi tasarlanmış olmaları önemlidir. Küçük hacme sahip dersliklerde de ciddi akustik sorunlar var olabilir. Burada önemli olan hacmi ne olursa olsun, eğitim mekanı içerisindeki tüm öğrencilere eşit işitsel konfor koşullarının oluşturulabilmesidir. Çalışmada belirlenen farklı boyutlardaki iki eğitim mekanının mevcut durumlarının tespit edilerek, saptanan sorunların iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla günümüze kadar benzer kullanıma sahip yurt içi ve yurt dışında yapılan çalışmalar incelenerek, genel bir değerlendirme yapılması ve yapılacak çalışmada izlenecek yöntemlerin belirlenmesine karar verilmiştir.

4.1.1 Yurt İçi Örnekleri

- Özçevik (2005), Anadolu Üniversitesi bazında yaptığı çalışmada, mimarlık fakültesi stüdyolarını, mekan değişkenleri, işitsel konfor ve mimari gereksinimleri göz önüne alarak, açık planlı bürolar, geleneksel derslikler ve açık planlı dersliklerle karşılaştırmış ve mimari tasarım stüdyoları için hacim akustiği parametrelerinin optimum değerlerini belirlemiştir. Bu çalışmanın mimari tasarım stüdyoları için yapılacak benzer çalışmalar için de yardımcı veriler içermesini hedeflemiştir.

Çalışmada temel ilke olarak mimari tasarım stüdyoları, açık planlı bürolar ve açık planlı dersliklere benzetilmiştir. Esneklik, mimarlık eğitiminin temel öğretisinde yer almaktadır. Açık planlı bürolarda işitsel, görsel ve bilgisel mahremiyet beklenirken, mimari tasarım stüdyolarında ve açık planlı dersliklerde sadece işitsel mahremiyet beklenmektedir. Bu bağlamda mimari tasarım stüdyoları açık planlı bürolardan ayrılmaktadır. Tasarım sorunları açısından incelendiğinde ise geleneksel derslikler, açık planlı derslikler ve mimari tasarım stüdyolarında hemen hemen benzer sorunlar yaşanmaktadır.

İşitsel konfor koşullarının belirlenen mekanlarda mevcut durumunun ortaya konulabilmesi için anket çalışması (öznel değerlendirme), gürültü denetimi ve hacim akustiği ölçmeleri (nesnel değerlendirme) gerçekleştirilmiştir. Yapılan incelemede; yapı dışı gürültü düzeyi eğitim amaçlı mekanlarda “40-60 dB (LAeq)”, yapı içi-fon gürültü düzeyi mekansal varlık konseptinin eğitime dayalı olması ve esneklik temel ilkesi göz önüne alınarak geleneksel derslikler ve açık planlı derslikler üzerinden yapılan değerlendirme ile “NC 35-40 / 45-48 dBA”, mekanın hacmine ve mekandaki yutuculuğa bağlı olan yansıma süresi (RT) değeri, değerlendirmeye alınan açık planlı büro, açık planlı derslik ve geleneksel dersliklerde aranan yutuculuk özelliği dikkate alınarak, tüm mekanlar için kısa tutulması gerekliliği ile alt sınır olarak “0,4 saniye”, üst sınır olarak “0,9 saniye”, D_{50} değeri, esneklik ilkesi dikkate alınarak açık planlı derslikler için kabul edilen değer “ ≥ 65 ”, S/N değeri, eğitim amaçlı mekanlar olmalarından dolayı geleneksel ve açık planlı derslikler üzerinden “ ≥ 15 dB”, RASTI değeri

ise, yine eğitim amaçlı mekanlar olmalarından dolayı geleneksel ve açık planlı derslikler dikkate alınarak “>0.60” olarak belirlenmiştir.

- Gürel (2007), ilköğretim okullarının akustik performans kriterlerinin ortaya konması amacıyla yaptığı yüksek lisans tezi çalışmasında, İstanbul’da bulunan bir ilköğretim okulunu örnek çalışma alanı olarak seçmiştir. Seçilen Oruç Gazi İlköğretim Okulu’nu bina ve yapı elmanı ölçeğinde incelemiş, dersliklerdeki mevcut işitsel konfor koşullarını belirlemek için, anket çalışması ve hacim akustiği ölçümleri ile öznel ve nesnel olarak değerlendirmiştir.

Çalışmada hacim akustiği ölçümleri okulun her iki bloğunda dörder sınıfta gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde bir adet ses kaynağı, hoparlör kablosu, bir adet hafif tripod, güç yükseltici, ses alıcı sistem olarak ses, frekans ve bina akustiği analizörü, bir adet mikrofon ve analiz sistemi olarak DIRAC hacim akustiği yazılımı kullanılmıştır. Erken düşme süresi (EDT), yansıma süresi (RT), açıklık (C_{80}), ayırtedilebilirlik (D_{50}), sinyal gürültü oranı (SNR) ve hızlandırılmış konuşma iletim göstergesi (RASTI) parametreleri, özellikle 500-2000 Hz oktav bantları dikkate alınarak incelenmiştir. Ses kaynağı eğitimcinin ayakta ders anlattığı düşünülerek yerden 1,50 m yükseklikte, alıcı noktaları ise 1,20 m yükseklikte yerleştirilmiştir. Çalışmada bir adet kaynak ve beş adet alıcı noktası belirlenmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda RT değerlerinin, kabul edilebilir değer aralığı olarak belirlenen 0,6-0,8 sn. aralığının, EDT değerlerinin kabul edilebilir değer aralığı 0,5-0,7 sn. aralığının üzerinde olduğu görülmüştür. C_{80} parametresi de bu sonuçtan olumsuz etkilenmektedir. Bu durum müzik derslerinde sorun yaratmaktadır. EDT parametresinin uygun olmaması, dersliklerin yaygın bir ses alanına sahip olmadığını ve mekan geometrisinin uygun seçilmediğini göstermektedir. D_{50} ve SNR değerlerine bakıldığında sonuçlar yeterli düzeydedir. RASTI değerleri ise kabul edilebilir düzeyin altındadır.

Çalışma sonucunda anket çalışmaları ile hacim akustiği ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak incelenen mekanların yeterli akustik performans kriterlerini karşılamadığı tespit edilmiştir.

4.1.2 Yurt Dışı Örnekleri

- Knudsen ve Harris (1951, s.333-335) tarafından yapılan çalışmada, 8,23 m x 9,75 m x 3,66 m ölçülerinde ve 40 sıraya sahip tipik bir derslik belirlenmiştir. Dersliğin akustiğinde en önemli faktör yankılanma kontrolüdür. Uygun yansıma süresi küçük bir okuma odasında, 512-2048 Hz aralığı frekanslarda 0,75 saniye ve 128 frekansta yaklaşık 1,0 saniyedir. Yansıma süresini elde etmek için emici malzeme miktarı gerekmektedir. Odada ortalama 32 öğrenci bulunduğu varsayılarak, tüm mobilyaların ve yüzeylerin ses emme katsayıları ile hacmin toplam emiciliği belirlenmiştir. Her bir kişi için emme, masası da dahil olmak üzere, 128 Hz’de 2,6 sabin, 512 Hz’de 4,2 sabin, ve 2048 Hz’de 4,6 sabindir. Boş ahşap sıralar için ise her biri üç frekansta da 0,4 sabin emme olarak tahmin edilir. İstenen emmenin kalanını duvarlar ve tavan sağlamalıdır. Bu nedenle istenen yansıma süresinin elde edilebilmesi için, yüzeylere emici malzemeler uygulanarak iyileştirme yapılmıştır. Belirlenen uygun yansıma süresinden 0,1 saniyelik sapmalar kabul edilerek, dikkate değer bir toleransa emici malzemenin seçimine izin verilmiştir.

- Hodgson (1999) tarafından üniversite dersliklerinde yapılan çalışmada, iki kategoride inceleme yapılmıştır. İlk olarak, rastgele 30 boş derslik seçilmiştir. Boş dersliklerdeki test sonuçlarında, sesi emen ve dağıtan öğrenciler hesaba katılmamıştır. Ancak boş dersliklerdeki testler, dolu dersliklere göre daha kolay gerçekleştirilmiştir. 30 derslikte ortalama uzunluk 10,6 m, ortalama genişlik 10,4 m, ortalama tavan yüksekliği 3,4 m, ortalama hacim 518,2 m³, ortalama yüzey alanı 404,5 m², hacim-yüzey alanı oranı 1 m ve ortalama koltuk sayısı 108’dir. Bu derslikler en az 20 koltuk ve 100 m³ hacme sahip dersliklerle, en fazla 500 koltuk ve 3000 m³ hacme sahip oditoryumlar arasından seçilmiştir. Hacim-yüzey alanı oranı 0,7 ile 2,4 m arasındadır. Derslik şekilleri de önemli ölçüde değişmiştir, ancak

mekanlar çoğunlukla dikdörtgendir. Öğrencilerin varlığının etkilerini belirlemek amacıyla, seçilen 10 derslikte hem boş hem de dolu ölçümler yapılmıştır.

Yapılan tüm testler sırasında havalandırma sistemi normal çalışma durumundadır. Bununla birlikte bir sınıftaki yaygın arka plan gürültü kaynağı olarak görülen tepegöz, slayt projektörleri ve bazı dersliklerde bulunan ses güçlendirme sistemleri çalışır durumda değildir. Dersliklerin dışındaki gürültü önemsenecek bir faktör değildir. Dolu derslik testleri durumunda, öğrencilerin sessiz kalması istenmiş, bu nedenle öğrencilerin aktivitelerinden kaynaklanan arka plan gürültüsü ölçülmemiştir.

Her bir derslikte, ölçümler bir kaynak ve 3 ila 8 alıcı konumunda, maksimum uzunluk dizi sistem analizi (MLSSA) kullanılarak, impuls yanıtlarından türetilmiştir. Ses kaynağı, ön ve arka duvardan 1-3 m mesafede ve yerden 1,4 m yükseklikte, öğrenci oturma alanına yönlendirilerek konumlandırılmıştır. Alıcılar normal kulak yüksekliğinde, koltuktan 0,6 m, yerden 1,1 m yükseklikte konumlandırılmıştır. Odaların çoğu simetrik olduğundan, ölçümler dersliğin sadece bir yarısında ön, orta ve arka koltuklardan temsili belirlenen alıcı noktalarında gerçekleştirilmiştir. Testlerde kaynak-alıcı arasındaki mesafe 0,6-20,3 m aralığındadır. Tipik olarak, eğitimci öğrenciye en yakın mesafede, küçük, orta ve büyük dersliklerde sırasıyla 1, 2 ve 4 m mesafededir. En uzak alıcı da sırasıyla yaklaşık olarak 4, 8 ve 16 m mesafededir. Ölçümler, her bir pozisyonda ve 250-8000 Hz oktav bandı aralığında ölçülen impuls yanıtlarından türetilmiştir. Çalışmada SP (Odanın nasıl olduğunu ve içeriğini tanımlayan faydalı bir ölçüdür.), EDT, RT ve STI parametreleri ölçülmüştür.

Test sonuçları 4 derslik için örneklenmiştir. Bu dört derslik, farklı boyut ve ses emiliminin varyasyonlarını, yani, ölçülen STI, EDT, RT ve SLA değerlerinin farklı durumlarını temsil etmektedir. Öğrencilerin varlığı durumunun incelenmesi için temsilen orta büyüklükte bir derslik ve orta emiciliğe sahip, düzensiz şekilli çok geniş bir oditoryum seçilmiştir.

Boş dersliklerde yapılan incelemede, özellikle önemli ses emici içeren dersliklerde, genel olarak STI frekanslarla yükselmiştir. STI, toplam emicilikle ters orantılı olan yankılanma ile ters orantılı olduğundan, toplam emicilikle doğru orantılıdır. Arka plan gürültü seviyesi bir derslik (45 dB) dışında 35 dB olarak ölçülmüştür. Öğrencilerin toplam emiciliğe katkısı incelendiğinde, emilim, bir sınıftaki bir öğrenci tarafından, 1,1 m² için, 0,4'ten frekanslarla paralel olarak yükselir.

Çalışmada sonuçlar, boş dersliklerin optimum akustik kaliteden uzak olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, dolu derslikler için, en azından yankılanma ile ilgili olarak daha iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Bu, dersliklerdeki akustik koşullar üzerinde öğrencilerin varlığının önemli bir etkisi olduğunu gösterir. Bu nedenle derslik tasarımında öğrencilerin varlığının da hesaplanması gerektiği vurgulanmaktadır. Dersliklerin çoğunda aşırı yankılanma mevcuttur. Havalandırma sistemi ve diğer kaynaklar nedeniyle yüksek arka plan gürültü seviyeleri vardır. Konuşma seviyesi mekanın önünden arkasına doğru önemli ölçüde azalmaktadır. Dolu bir derslikteki akustik koşullar öğrenci sayısına bağlı olduğundan, düzeltmeler 30 dersliğin tam ve yarı dolu olduğu durumlar için yapılmıştır. 30 dersliğin her biri için ortalama değerler dikkate alınmıştır. STI ile ilgili olarak, öğrencilerin yansımaları azaltılması ile doğrudan ilişkili olarak bu değer yükselmiştir. Öğrenci aktiviteleri nedeniyle gürültüdeki artış ve ses seviyesindeki azalmanın negatif etkisi, azalan yankılanmanın pozitif etkisini dengelemiştir.

- Hodgson (2004) tarafından Britanya Kolombiya Üniversitesi'nde 14 üniversite dersliğinin akustik özellikleri yenileme öncesi ve yenileme sonrası olarak incelenmiştir. Kriterler için, dersliklerdeki sözlü iletişimin kalitesi üzerinde odaklanılmıştır. Oda ortalama konuşmanın anlaşılabilirliği (SI) ve onun fiziksel bağı, konuşma iletim göstergesi (STI), sözel iletişim kalitesini ölçmek için kullanılmıştır. Basitleştirilmiş bir STI hesaplama prosedürü uygulanmıştır. Sonuçlar bazı yenilemelerin faydalı olduğunu göstermiştir. Sözel iletişim kalitesi “iyi” ve “kötü” arasında çeşitlenmektedir. Bir yenilemenin etkisi, ses emilimi ve kaynak çıkışları tarafından etkilendiğinden, yankılanmadaki ve sinyal-gürültü seviyesi farkındaki,

karmaşık bir karşılıklı etkileşime bağlıdır. Gürültüyü azaltan yenilemeler yararlıdır. Yenilemeler, çoğu kez, düşük konuşma seviyeleri verildiğinde, özellikle dersliklerin arkalarında, yankılanmayı kontrol etmek için eklenen ses emilimi üzerine vurgu yapmaktadır. Öğrenciler tarafından katkıda bulunulan emilim ve gürültü genellikle ihmal edilmiştir.

Projenin amacı ölçüm verilerini ve kuramsal yaklaşımları kullanarak dersliklerin akustik kalitesini değerlendirmektir. Çalışmada yenilenen 14 derslikten 7'si boş konumda iken incelenmiştir. Testler esnasında, konuşma güçlendirme sistemleri ve derslik ekipmanları çalışmaz konumdadır. Derslik impuls yanıtı ölçümleri, maksimum uzunluk dizi sistem analizi (MLSSA), insan sesine benzeyen bir ses kaynağı ve RION NA29E oktav bandı ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Alıcılar 1,4 m yüksekliktedir. Çalışmada yansıma süresi (RT), ortalama yüzey emilim katsayısı (α_u), ağırlıklı ses seviyesi (SLA), arka plan gürültü seviyesi, ağırlıklı konuşma sinyali – arka plan gürültü seviyesi farkı (SNA), konuşma iletim göstergesi (STI), konuşmanın anlaşılabilirliği (SI) ve öznel kalite değerlendirmesi incelenmiştir.

Sözlü iletişim kalitesi, genel olarak derslik büyüklüğü ile ilgili değildir ve eğer doğru tasarlanmış ise, yüksek kaliteye sahip olabilir. Özellikle dersliklerin arka tarafına dolaysız ses enerjisini yönlendirmek için, eğitimci için alan yansıtıcıları ya da bir tavan yansıtıcısı kullanılması gerekmektedir.

- Tang (2007) tarafından yapılan çalışmada, Hong Kong'da yer alan ilk ve ortaokul derslikleri değerlendirmeye alınmış, üniversite derslikleri konunun dışında bırakılmıştır. Hong Kong'da sınıfların mimari düzenleri ve temel mobilyaları yerel otoriteler tarafından standardize edilmiştir. Bu nedenle sponsorlarla özel destek alan okullar dışında, okulların derslikleri arasında çok fazla farklılık yoktur.

Çalışmada genel öğretim sınıfları ve laboratuvarlar üzerinde odaklanılmıştır. Ancak çalışma konumuzla bağlantılı olarak derslikler üzerindeki çalışmalar incelenecektir. Ele alınan genel derslik 7m x 9m boyutlarındadır ve 63 m² alana, 189 m³ hacme sahiptir. Mekanda tavan ve duvarlar genel olarak yansıtıcıdır. Döşeme çok

sınırlı ses emme kapasitesine sahip plastik fayanslarla örtülmüştür. Duyuru panoları ve tefriş elemanları kısmen ses yutucu özellik gösterebilir. Araştırmadaki tüm hacimlerde kat yüksekliği 3 m'dir ve sınıf kapasitesi 40 kişidir.

Akustik parametrelerin ölçümleri ve hesaplamaları DIRAC sistemi kullanılarak yapılmıştır. Ses kaynağı yerden 1,40 m yüksekliğe yerleştirilerek, arka plan gürültü seviyeleri de dikkate alınarak 6 ya da 8 alıcı noktasında yaklaşık 2,5 saniyelik ölçümler yapılmıştır.

Ölçümlerde sınıflar farklı koşullarda ele alınmıştır. Öğrencilerin olmadığı zamanlarda yapılan ölçümlerde ilk aşamada pencereler ve klimalar kapatılmıştır. Bu ayar sınıfların temel akustik özellikleri üzerinde bir anlayış oluşmasını sağlamıştır. İkinci durumda pencereler kapalı iken klimalar açılmış, son durumda ise klimalar kapalı iken pencereler açılmıştır. Bu son ayar sınıfların akustik özelliklerini değiştirmiş ve arka plan gürültüsü diğer durumlardan daha az sürekli olmuştur.

Çalışmaya dahil edilen akustik parametreler hacim impuls yanıtından türeyen, erken-geç enerji oranı, ayırdedilebilirlik (D_{50}), zamansal ağırlık merkezi (t_s), yansıma süresi (RT) ve konuşma iletim indeksi (STI)'dir. Bu parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiş, parametreler farklı oktav bantları arasında birbirleri ile ilişkilendirilmiştir. Aynı zamanda farklı türdeki akustik parametreler (D , C80, RT, t_s) arasındaki ilişkilerin frekans bantlarına bağlı olmadığı bulunmuştur.

Cremer tarafından geliştirilen zamansal ağırlık merkezi parametresi, hacim içerisindeki belirli bir noktada elde edilen seslerin erken ya da gecikmiş olup olmadığını belirlemektedir. Bu nedenle, ayırdedilebilirlik (D_{50}), açıklık (C80) ve erken düşme süresi (EDT) ile oldukça ilişkilidir (Yaşaroğlu, 2006).

Mevcut araştırmada elde edilen impuls bozunması hacim içerisinde daha hızlı başlangıç ses enerjisi bozunması olduğunu desteklemektedir. Bu bozunma hacim yankılı olduğunda önemli değildir. Daha az yankılı hacimlerin içinde, erken varış akustik enerjisi başlangıçta çok hızlı bozunur. Bu, oldukça yüksek bir akustik enerji

yoğunlaşmasında, sonraki zamanda ses impulsının gelişinden sonra ilk 50 milisaniye içerisinde sonuçlanır. Belirtilen kaydedilmiş kısa merkezi zaman, yüksek açıklık ve ayırtedilebilirlikten (özellikle ikincisi), konvansiyonel üstel ses bozunma modeli tarafından tahmin edilir.

- Pavčeková ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmada, iki eğitimcinin öğrenci grupları ile birlikte aynı anda bulundukları iki farklı sınıfta, konuşmanın anlaşılabilirliğinin hesaplanması üzerine odaklanılmıştır. Çeşitli öneriler, farklı malzemelere ve mimari ayarlamalara bağlı olarak modellemiş, değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu mekanlar çok kaynaklı ortamlar olarak değerlendirildiğinden, hacimlerdeki akustik konfor değerlendirmesi tek bir kaynağın bulunduğu klasik yaklaşımlardan farklıdır. Çok kaynaklı ortamlardaki temel zorluk konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşmanın gizliliği ve arka plan gürültü seviyesi arasındaki dengedir. İki grubun aynı anda aynı mekanda bulunması, birbirlerine gürültü kaynağı haline gelmelerine sebep olmaktadır. Bu nedenle dersliklerde, her iki grup için uygun akustik koşulların sağlanması, bazı akustik iyileştirmeler yapılmasını gerektirmektedir.

Sınıflardaki, yüksek arka plan gürültü seviyesi ya da aşırı yankılanma nedeniyle bozulan akustik koşulları değerlendirirken, temel ve en önemli ölçüt konuşmanın anlaşılabilirliğidir. Çalışmada, hacimlerdeki konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenebilmesi için “MLaus 63” yazılımı kullanılarak, hacim akustiği ölçümleri yapılmış ve mekanların simülasyonu üzerinden “CATT-Acoustic v8.0e” akustik hesaplama programı ile çözüm önerileri geliştirilmiştir. Ölçümler dersliklerin boş ve dolu durumlarının her ikisi için de yapılmıştır. Ses kaynağı yerden 1,4 m yüksekliğe, yaklaşık olarak sınıf genişliğinin ortasına, alıcı noktaları ise yerden 1,2 m yüksekliğe yerleştirilmiştir. Model üzerinde yapılan çalışmalarda ise, aynı konumlarına yerleştirilen insan sesine benzer bir kaynak ve alıcılarla, dersliklerin her ikisi için de birkaç öneri geliştirilmiştir. Yapılan ölçüm ve analizlerde yansıma süresi (T30), sinyal-gürültü oranı (SNR) ve konuşma iletim göstergesi (STI) parametreleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Önerilerdeki farklı akustik çözümlerde, bir perde ile birlikte emici bir tavanla STI’nın en yüksek değerinde olduğu görülmüştür.

Konuşmanın anlaşılabilirliğinin en mükemmel değeri, bir perde ile birlikte kullanılan emici tavan ve arka duvar ile elde edilmiştir. Ancak bu durumda yansıma süresinin 0,3 sn.'ye kadar indiği görülmüştür. Bu nedenle öneri, hacmin akustik canlılığını kaybetmesine, akustik konforun düşmesine neden olmuştur. Buradan elde edilen sonuç, aşırı sönümlenme olmaksızın fiili bir derslikte STI değerinin %100 olması imkansızdır. Benzer hacimlerdeki akustiği çözerken, yansıma süresi ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasında bir uzlaşma sağlanması zorunludur. Çalışma, aynı anda iki aktivitenin gerçekleştiği dersliklerde akustik sorunları çözerken, çeşitli parametrelerin önemini göstermektedir. İlk önemli parametre dersliklerin boyutlarıdır. Derslik, grupların birbirlerinden en az 6-7 m mesafe uzakta yerleşmelerine olanak tanımalıdır. Eğer bir hacim çok küçükse, tavan ya da duvar iyileştirmeleri ile akustik konfor sorunlarının çözülmesi imkansızdır. İkinci çok önemli parametre, hacimde en azından bütün tavan yüzeyine uygulanan yeterli bir ses emme seviyesidir. Emici malzemelerin duvarlardan birine uygulanması da durumun iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte yansıma süresinin 0,4 sn.'den daha aşağıya düşürülmesi önlenmelidir. Son olarak, yerleştirilen geçici bir perde, sadece emilim ile birlikte akustik koşulların iyileştirilmesine yardımcı olur. Ancak bu öneri geleneksel eğitim için kullanılan dersliklerde pratik bir çözüm olarak görülmez.

- Zannin ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışma, bir devlet üniversitesindeki dersliklerin, yansıma süresi parametresi (RT) ile ilgili akustik kalitesi üzerinedir. Yansıma süresi (RT) hacimlerin akustik kalitesini etkileyen önemli bir parametredir. "ISO 3382-1"e göre RT, ses kesilmesi yöntemi ile ölçülebilir. Çalışmada ölçümler bir çok yönlü kaynak, bir ses gücü amplifikatörü ve bir BK 2260 analizörü ile alınmıştır. Değerlendirme, Brezilya Parana Bölge Üniversitesi'nde, Politeknik Merkezi'nde, 1960'larda inşa edilmiş dört derslik modelini içermektedir. Dersliklerden ikisi oditoryum olarak tasarlanmış, 294,74 m³ hacme sahip mekanlardır. Diğer derslik 367,18 m³ hacme, %79'u 3,41 m, %21'i 2,49 m iki farklı tavan yüksekliğine sahiptir. Bir diğeri ise 330,53 m³ hacme sahiptir. Dersliklerdeki tavan malzemesi akustik özelliğe sahip bir malzeme iken, 2007 yılında ses emme katsayısı çok düşük olan yansıtıcı bir PVC malzeme ile

değiştirilmiştir. Dersliklerin RT değerleri her iki malzeme için de ölçüldüğünde, PVC malzemenin RT değerlerini oldukça yükselttiği görülmüştür. Sonuçlar ulusal ve uluslar arası standartlarda, derslikler için kabul edilen RT değerleri ile karşılaştırılmış, genel olarak mekanların akustik kalitesinin yetersiz olduğu saptanmıştır.

- Abdelouahab ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışma, eğitim mekanlarındaki, arka plan gürültüsü ve yansıma süresi gibi akustik konfor değerlendirme sonuçlarını içermektedir. Çalışmada “Teknik Belge Yönetmeliği (DTR C3.1.1)” emilim akustik değerlerine bağlı olarak, hacimlerde yüzeylere emici paneller uygulayarak yansıma süresini azaltmak ve akustik konforu iyileştirmek için “FORTRAN 6.0” bilgisayar dili üzerinden bir program geliştirilmiştir.

Çalışmada bir konferans salonu, bir amfi tiyatro ve iki tane derslik incelenmiştir. 70 koltuk kapasitesine ve 740 m³ hacme sahip derslik, sekizgen planlı, iç yüzeyleri ağırlıklı olarak tuğla ve beton gibi sert, yansıtıcı malzemeli bir mekandır. 40 koltuk kapasitesine ve 190 m³ hacme sahip diğer derslik ise, 3,3 m tavan yüksekliğine sahip, iç kısımları sıva ile kaplı delikli tuğla duvar, paralelkenar dikdörtgen bir mekandır. Dersliklerin pencerelerinde yutucu özellikteki perdeler yoktur.

Hacim akustiği biliminde, eğitim mekanlarındaki konuşma ses kalitesini nitelendirmek için kullanılan ana kriter yansıma süresidir. Dersliklerin akustik kalitesi, hacim içerisindeki ses basınç seviyesi ve yansıma süresi ölçümlerine bağlı olarak analiz edilmiştir. Ölçümlerde ses kaynağı ve alıcı noktaları, oturma pozisyonundaki ağız seviyesi dikkate alınarak yerden 1,20 m yüksekliğe yerleştirilmiştir. Daha doğru sonuçlar elde etmek için, tekrar sayılarında ve sinyal yoğunluğunda değişiklikler yapılmıştır. Tüm pencere ve kapılar kapalı, klimalar açık konumda iken boş dersliklerde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede özellikle 500 ve 1000 Hz oktav bantları dikkate alınmıştır.

Ölçümlerde arka plan gürültü seviyeleri 40 dB dolaylarındadır ve Cezayir için belirlenen kabul edilebilir arka plan gürültü seviyesinin altındadır. RT sonuçları her iki mekan için küçük frekanslarda yüksek, yüksek frekanslarda düşüktür. Cezayir

standartlarına göre kabul edilebilir değerlerin oldukça üzerinde çıkan RT sonuçlarının düşürülerek, mekanlardaki konuşmanın anlaşılabilirliğini yükseltmek için iyileştirmeler yapılmasına karar verilmiştir.

Yankılanma süresini düşürmek için üç yöntem geliştirilmiştir. İyileştirmeler tavanda, bir yan duvar ve arka duvar yüzeyinde yapılmıştır. İlk öneride gözenekli ve lifli paneller, ikincisinde rezonatörler, üçüncüsünde ise membranlar önerilmiştir. Kullanılan gözenekli ve lifli paneller yansıma süresini düşürmüş ve kabul edilebilir değerler sağlamıştır. Eski bir metot olan rezonatörler dersliklerin tavanına yerleştirilmiştir. Paneller ve membranların davranışı, membranla duvar arasındaki boşlukta ses dalgalarının davranışı yönünden rezonatörlerle aynıdır. Bu sistemin yüksek emilimi düşük frekanslardadır. Geniş frekans aralığında yüksek emilim sağlamak için, listelenen metotlar birbirleriyle birlikte kullanılabilir.

4.2 Belirlenen Mekanlarda Yapılan Özel Çalışmalar

4.2.1 Anket Çalışması ve Değerlendirmesi

Bir hacmin akustik kalitesinin anlaşılmasında istatistiki analizler yardımıyla kullanıcılarının düşüncelerinin alınması o mekanın işitsel konfor gereksinimlerinin ortaya konulabilmesi açısından, büyük önem taşır. Bir sınıfın ya da başka bir mekanın akustik değerlendirmesini yapmak için, mekanın özelliklerinin ölçümle ya da hesaplamayla belirlenmesi kadar önem taşıyan subjektif değerlendirmeler aracılığı ile, mekanların akustik problemlerinin ortaya konulması ve çözülmesi mümkün olmaktadır (Güremen, 2012, s.583).

Anket çalışması nesnel veriler elde etmemizi sağlamasa da mekan kullanıcılarının kişisel düşüncelerini tespit edebilmenin en kolay yoludur. İlk aşamada öğrencilerin stüdyolarda ve dersliklerde mevcut konfor koşullarını belirlemeleri istenmiş, bu amaçla bilimsel tekniklerden de yararlanılarak öğrenciler için bir anket çalışması hazırlanmıştır. Anketin öznel bir veri olmasına rağmen mümkün olduğunca doğru sonuçları belirleyebilmesi için öncelikle anketin en sağlıklı formuna ulaşması

amaçlanmıştır. Bu nedenle pilot bir anket çalışması uygulanmış ve sonuçları değerlendirilerek çalışma tekrar revize edilmiştir.

4.2.1.1 Pilot Anket Çalışması Sonuçları ve Değerlendirmesi

Hazırlanan pilot anket çalışması, genel bilgi, gürültü denetimi ve hacim akustiği konularında belirlemeler yapmak amacını içeren sorular barındırmaktadır. 2011-2012 Akademik Yılı Yaz Dönemi'nde, Mimarlık Bölümü lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencisi arasında, gönüllülük esasına dayanarak yapılan anket çalışmasında, 112 kişi anketi değerlendirmiştir. Çalışma toplamda 23 soru içermektedir ve yaklaşık 10-15 dk.'lık bir süre almaktadır.

Çalışmada, yalın ve anlaşılabilir cümleler kullanılmasına özen gösterilmiştir. Sorular “Kişisel Sorular”, “Fakülte Binasında Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Sorular”, “Stüdyo Çalışmaları Sürecinde Akustik Konfor Değerlendirmesi” ve “Teorik Ders Anlatımı Sürecinde Akustik Konfor Değerlendirmesi” başlıkları altında gruplandırılmıştır. Genelden özele giden bir soru sıralaması vardır. Ankette hem açık uçlu, hem de kapalı uçlu sorular kullanılmıştır. Açık uçlu sorular, sınır getirmeden cevap verme imkânı tanımaktadır. Bu sorularda cevapları anketi değerlendirenler verir. Seçeneklerdeki “Diğer” seçeneği bu olanağı sağlamaktadır. Kapalı uçlu sorular ise belirli alternatifler arasından bir şık ya da şıkları seçme şeklindedir.

Ankette bulunan sorular çoktan seçmeli, derecelendirmeli (A: Evet, katılıyorum. B: Katılıyorum. ... gibi.), sıralamalı (1'den 5'e kadar sıralayınız. gibi.), yorumlamalı, (E: Diğer gibi.) ve demografik (sınıf, yaş, eğitim seçenekleri soruları gibi.) sorulardan oluşmaktadır.

İsteğe bağlı yapılan anket çalışmasında, kişisel sorular bölümünde, 112 kişiden, 7 kişi (%6) yüksek lisans, 20 kişi (%18) lisans 1, 31 kişi (%28) lisans 2, 24 kişi (%21) lisans 3 ve 30 kişi (%27) lisans 4 öğrencisidir. Çalışmanın daha doğru değerlendirilebilmesi için, öncelikle anketi cevaplayanların işitsel sağlık durumları

tespit edilmiştir. Buna göre 112 kişiden 5 kişinin (%4) duyma problemleri olduğu belirlenmiştir. Kalan 107 kişide (%96) herhangi bir duyma problemi yoktur.

Günümüzde gençler arasında yaygın olan odaklanma probleminin belirlenmesi, anketin değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir. Anketi değerlendirenlerden 40 kişi (%36) günlük yaşamında odaklanma problemi yaşadığını, 54 kişi (%48) yaşamadığını, 18 kişi (%16) ise bu durumun farkında olmadığını söylemiştir. Günlük yaşantılarında, bulundukları ortam koşullarında en çok rahatsız oldukları faktörler sorulduğunda ise soruyu cevaplayanlar tarafından 35 adet (%36) gürültü, 22 adet (%22) görsel konfor, 20 adet (%20) ortam sıcaklığı, 11 adet (%11) hava kalitesi, 10 adet (%10) rutubet etkisi, 1 adet (% 1) diğer seçeneği seçilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde en çok rahatsızlık veren konfor koşullarının başta gürültü olmak üzere, görsel konfor ve ortam sıcaklığı olduğu söylenebilir.

Fakülte binasında akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik sorularda, 34 kişi (%30) bölüm binasının bulunduğu çevrede gürültü sorunu yaşadığını, 78 kişi (%70) ise yaşamadığını belirtmiştir. Bu gürültülerin kaynağı olarak, 13 kişi (%12) karayolu gürültüsünü, 15 kişi (%13) inşaat gürültüsünü, 18 kişi (% 16) insan sesini, 3 kişi (%3) verilen boşluk içerisinde farklı sebepleri belirtmiş, 63 kişi (%56) ise soruyu boş bırakmıştır. Bu sonuçlara göre bölüm binasının bulunduğu çevreden kaynaklanan ciddi bir gürültü sorunu olmadığı söylenebilir.

Bölüm binası içerisinde gürültü sorunu yaşayıp yaşamadıkları sorusuna, 49 kişi (%44) gürültü sorunu yaşadığını, 63 kişi (%56) yaşamadığını belirtmiştir. Bu sorunun en çok yaşandığı mekânlar belirlenmek istendiğinde, 13 kişi (%12) stüdyoyu, 5 kişi (%5) dersliği, 14 kişi (%13) koridoru, 39 kişi (%35) kantini işaret etmiş, 1 kişi (%1) verilen boşluk içerisinde farklı mekanları belirtmiş, 40 kişi (%36) ise soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlara göre anketi değerlendiren öğrencilerin yarıya yakını bölüm binası içerisinde gürültü problemi varlığını belirtmektedir. Bölüm binası içerisinde en çok sorun yaşanan mekanlara bakıldığında başta kantin olmak üzere stüdyo ve koridorlar ağırlıklı olarak belirlenmiştir.

Stüdyo çalışmaları sürecindeki akustik konfor koşullarının değerlendirilmesine yönelik sorularda, stüdyo çalışmaları sırasında gürültü ya da hacim akustiği bakımından sorun yaşıyıp yaşamadıkları sorusuna, 87 kişi (%78) sorun yaşadığını, 25 kişi (%22) ise sorun yaşamadığını belirtmiştir. Sorunun kaynağını tespit etmek amaçlı sorulan bir sonraki soruda, 5 kişi (%4) yapı dışı gürültülerden, 9 kişi (% 8) yapı içi, stüdyo dışı gürültülerden, 47 kişi (%42) stüdyo içi gürültülerden, 22 kişi (% 20) ses düzeyinin yetersiz olmasından şikayet ederken, 2 kişi (% 1) verilen boşluk içerisinde farklı kaynakları belirtmiş, 27 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, öğrencilerin büyük bir kısmının, özellikle stüdyo içerisinde, gürültü ya da hacim akustiğine bağlı sorunlar yaşadığı tespit edilmiştir.

Sorunun kaynağına doğru yaklaşırken, stüdyo içi gürültülerden en çok rahatsız eden etkenin belirlenmesine yönelik soruda, anketi cevaplayanlardan 1 kişi (%1) yapı teknik tesisatından gelen gürültüleri, 14 kişi (%12) stüdyoda kullanılan araçlardan / mobilyalardan kaynaklanan gürültüleri, 68 kişi (%61) insan sesini işaret etmiş, 1 kişi (%1) ise verilen boşluk içerisinde farklı sebepleri belirtmiştir. 28 kişi soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlara göre stüdyo içerisinde en çok rahatsızlık veren etkenin insan sesi olduğu belirlenmiştir.

Çalışma şekilleri bakımından en çok işitsel sorun yaşanan çalışma şeklinin belirlenmesi istendiğinde, 7 kişi (%6) bireysel çalışmaları, 36 kişi (%32) grup çalışmalarını, 3 kişi (%2) masa kritiklerini, 45 kişi (%40) grup kritiklerini işaret etmiş, 20 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Bundan sonraki sorularda her bir çalışma şekli için ayrı ayrı öğrencilere rahatsızlık duyup duymadıkları sorulmuştur. Bireysel çalışma esnasında, stüdyo içindeki akustik koşulları belirlemek amacıyla hazırlanan soruda, anketi cevaplayan 112 kişiden, 82 kişi (%73) rahatsızlık duyduğunu, 30 kişi (%27) rahatsızlık duymadığını belirten seçeneği seçmiştir. Grup çalışması sırasında, diğer grupların neden olduğu gürültünün, grup içindeki iletişimi etkileyip etkilemediğine yönelik soruya, 34 kişi (%30) etkilediğini, 52 kişi (%47) daha yüksek sesle konuşarak iletişim kurabildiğini, 8 kişi (%7) etkilemediğini belirten seçeneği seçmiştir. 18 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Masa kritiği (danışman-öğrenci birebir görüşme) esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyup

duymadıklarını belirlemek amacıyla sorulan soruya, 62 kişi (%55) rahatsızlık duyduğunu belirten seçeneği seçerken, 50 kişi (%45) rahatsızlık duymadığını belirten seçeneği seçmiştir. Masa kritiği esnasında, işitsel açıdan, danışman ile rahat iletişim kurup kuramadıklarını sorduğumuzda, 90 kişi (%80) iletişim kurabildiğini, 22 kişi (%20) ise iletişim kuramadığını belirtmiştir. Grup kritiği esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyup duymadıklarını belirlemeye yönelik olan soruda ise 77 kişi (%69) rahatsızlık duyduğunu belirtirken, 35 kişi (%31) rahatsızlık duymadığını belirtmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, çalışma şekilleri arasında en çok işitsel sorunun, bireysel çalışma ve grup kritikleri esnasında yaşandığı, grup çalışmaları ya da masa kritikleri esnasında ise öğrencilerin işitsel sorun yaşamalarına rağmen, daha yüksek sesle konuşarak iletişim sağlayabildiği söylenebilir.

Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor koşullarının belirlenmesi başlığı altında, öğrencilerin eğitimcinin sesini nasıl duyduklarını belirlemeye yönelik soruya, anketi cevaplayanlar tarafından 21 adet (%19) “Eğitimciyi net olarak duyabiliyorum.”, 21 adet (%19) “Eğitimcinin kelimelerini net olarak seçemiyorum.” 35 adet (%31) “Kelimelerin stüdyo içinde yankılandığını düşünüyorum.”, 30 adet (%27) “Eğitimci ile aramızdaki mesafe çok fazla duyamıyorum.” şıkları seçilmiştir.

Bir sonraki soruda, öğrencinin eğitimci ile arasındaki iletişimi görsel ve işitsel bakımdan tanımlaması istenmiştir. Burada amaç stüdyonun mimari açıdan işlevine uygun olup olmadığını belirlemektir. Buna göre, 13 kişi (%11) eğitimciyi görebildiğini ve net olarak duyabildiğini, 77 kişi (%69) eğitimciyi görebildiğini, ancak net olarak duyamadığını, 9 kişi (%8) eğitimciyi göremediğini, ancak net olarak duyabildiğini, 12 kişi (%11) eğitimciyi hem göremediğini hem de duyamadığını belirten seçeneği seçmiştir. 1 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Buna göre, stüdyolarda, öğrencilerin eğitimci ile iletişiminde özellikle işitsel yönden ciddi problemler olduğu, bunun yanında öğrenci-eğitimci arasında görsel iletişim kurulmasında da belirli noktalarda sorunlar yaşandığı söylenebilir.

Bir sonraki soruda, tahtanın bulunduğu yönü ön kabul edersek ve stüdyoyu ön, arka, sağ yan ve sol yan olarak bölümlere ayırırsak, stüdyo içinde farklı bölümlerde akustik konfor koşullarının değişip değişmediğini sordüğümüzda, 84 kişi (%75) değiştiğini düşünürken, 28 kişi (%25) değiştiğini düşünmediğini belirtmiştir. Akustik koşulların en kötü olduğu bölümü belirlemeleri istendiğinde, 4 kişi (%3) ön bölümün, 78 kişi (%70) arka bölümün, 1 kişi (%1) sağ yan bölümün, 4 kişi (%3) sol yan bölümün akustik açıdan en kötü koşullara sahip olduğunu belirtmiştir. 25 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Bu durum karşısında öğrencilerin tutumlarını belirlemeye yönelik soruda ise, 62 kişinin (% 55) ön sıralara geçtiği, 18 kişinin (%16) sınıfın kalabalık olmasından dolayı yer bulamadığı, 3 kişinin (%2) mekânın boyutunun öğrenci sayısına göre küçük olmasından dolayı hiçbir şey yapmayıp, durumu kabullendiği, 4 kişinin (%3) durumun farkında olmadığı belirlenmiştir. 25 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, stüdyoyu ön, sağ yan, sol yan ve arka olarak bölümlere ayırdığımızda, farklı bölümlerde akustik koşulların değiştiği görülmektedir. Özellikle arka bölümde akustik yönden ciddi sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Bu koşullar altında öğrencilerin tutumunun ise daha çok ön sıralara geçmek olduğu belirlenmiştir.

Stüdyo ve dersliklerdeki akustik koşulların öğrenciler üzerindeki etkileri araştırıldığında, anketi cevaplayanlar tarafından 19 adet (%17) konsantrasyon bozukluğu yaşandığını, 1 adet (%1) çabuk yorulmaya sebep olduğunu, 26 adet (%23) baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı ve gerginlik yaşattığını, 18 adet (%16) konuşulanların anlaşılmasına engel olduğunu, 3 adet (%2) ise gürültünün herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını belirten seçenekler seçilmiştir. Sonuçlara göre, mevcut olumsuz akustik koşullar sebebiyle, öğrencilerde konsantrasyon bozukluğu, baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı, gerginlik gibi psikolojik ve fiziksel olumsuzlukların oluştuğu ve bunun dersin anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

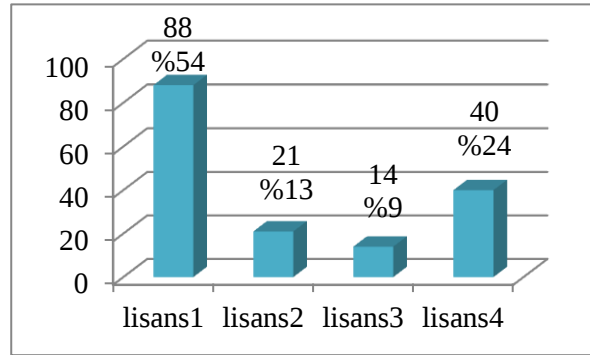
4.2.1.2 Anket Çalışması Soruları, Sonuçları ve Değerlendirmesi

Anketin daha sağlıklı sonuçlara ulaşabilmesi için, pilot anket çalışmasında, anketin sonuçlara ulaşmadaki eksikleri tespit edilmiş ve tamamlanmıştır. Bu noktada

anketi cevaplayanlar tarafından göz ardı edilen stüdyo ve derslikleri belirlemeye yönelik oluşturulan boşluklar yerine, sorunlu stüdyo ve dersliklerin hangileri olduğu soru olarak katılımcılara yöneltilmiştir. Ayrıca derecelendirmeli sorulardaki eksikler tamamlanmış, anlaşılamayan noktalarda açıklamalar yapılmış, daha bilimsel bir anket ile katılımcılara ulaşılmıştır. Katılımda herhangi bir mecburiyet bulunmadığı için, anket isteğe bağlı olarak öğrencilere sunulmuştur. Bu nedenle her bir sınıf düzeyinden eşit sayıda öğrenciye ulaşılammıştır. 2012-2013 Akademik Yılı Güz Dönemi'nde, toplam 450 Mimarlık Bölümü lisans öğrencisi arasında 163 kişi anketi değerlendirmiştir. Çalışma toplamda 25 soru içermektedir ve yaklaşık 10-15 dk.'lık bir süre almaktadır.

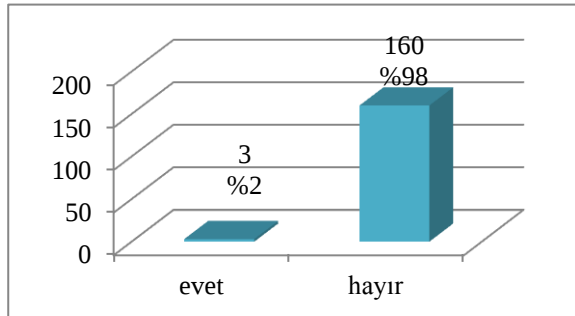
Soru 1: Hangi seviyede eğitim yapmaktasınız?

- ☐ Lisans (.....)
- ☐ Yüksek Lisans
- ☐ Doktora



Soru 2: Herhangi bir kulak rahatsızlığınız / işitme sorunuz var mı?

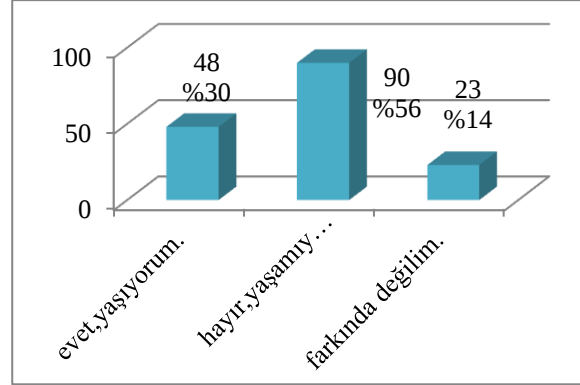
- ☐ Evet var.
- ☐ Hayır yok.



Şekil 4.1 Kişisel sorular bölümü soru ve cevapları (Soru 1 ve 2)

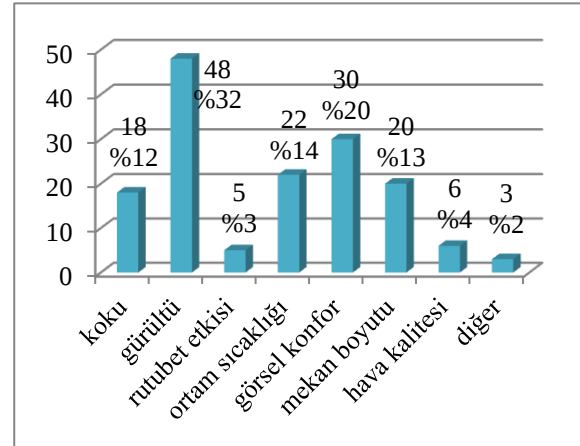
Soru 3: Okul dışındaki sosyal hayatınızda, kaldığınız ev ya da yurttaki çalışmanız esnasında, hiçbir dış etken olmaksızın odaklanma problemi yaşıyor musunuz?

- ☐ Evet, yaşıyorum.
- ☐ Hayır, yaşamıyorum.
- ☐ Farkında değilim.



Soru 4: Günlük yaşamınızda bulunduğunuz ortam koşullarında sizi en çok rahatsız eden faktörleri sıralayınız. (1 en çok rahatsızlık veren faktör olmak üzere)

- ☐ Gürültü
- ☐ Ortam sıcaklığı
- ☐ Rutubet etkisi
- ☐ Görsel konfor (ortamın aydınlık düzeyi v.b)
- ☐ Hava kalitesi
- ☐ Koku ()
- ☐ Mekan Boyutu
- ☐ Diğer,



Şekil 4.2 Kişisel sorular bölümü soru ve cevapları (Soru 3 ve 4)

Anketi değerlendiren 163 kişiden, 88 kişi (%54) “lisans 1”, 21 kişi (%13) “lisans 2”, 14 kişi (%9) “lisans 3”, 40 kişi (%24) ise “lisans 4” düzeyindedir. Katılımcıların her bir lisans seviyesinde eşit sayıda olmadığı göz önüne alınarak, incelenmek üzere seçilen stüdyo ve dersliklerin seçiminde bu faktör göz önüne alınmıştır.

Çalışmaya katılan 163 kişiden 3 kişi (%2) işitme sorunu olduğunu, 160 kişi (%98) herhangi bir işitme sorununun bulunmadığını belirtmiştir. Anket çalışması katılımcıların sağlıklı bireyler olduğu düşünülerek hazırlanmıştır. Duyuma problemi

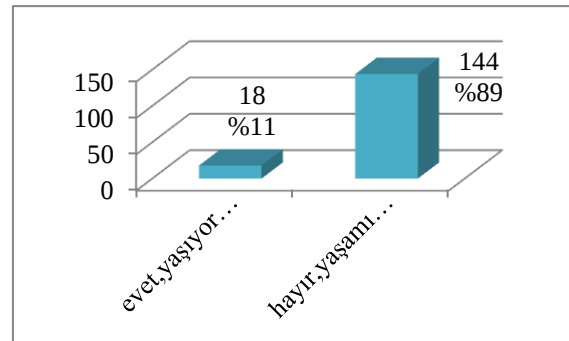
yaşayan 3 kişi, genele bakıldığında önemsenecek bir rakam değildir. Bu nedenle soruların değerlendirilmesinde göz ardı edilmiştir.

Günümüzde gençler arasında yaygın olan odaklanma probleminin belirlenmesi, anketin değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir. Anketi cevaplayan 161 kişiden 48 kişi (%30) okul dışındaki sosyal hayatında, kaldığı ev ya da yurttan çalışması esnasında odaklanma problemi yaşadığını, 90 kişi (%56) yaşamadığını, 23 kişi (%14) ise bu durumun farkında olmadığını belirten seçenekleri seçmiştir. 2 kişi soruyu boş bırakmıştır.

Günlük yaşantılarında bulundukları ortamda kendilerini en çok rahatsız eden faktörler sorulduğunda, 18 adet koku (%12), 48 adet (%32) gürültü, 5 adet (%3) rutubet etkisi, 22 adet (%14) ortam sıcaklığı, 30 adet (%20) görsel konfor, 20 adet (%13) mekan boyutu, 6 adet (%4) hava kalitesi faktörleri işaret edilmiş, 3 adet (%2) verilen boşlukta seçeneklerde olmayan farklı etkenler işaret edilmiştir. Bu soruda bir kişinin birden fazla şıkkı seçebilme olanağı bulunmaktadır. Bu nedenle şıkların seçilme miktarına göre bir oranlama yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, öğrencilerin günlük yaşantılarında bulundukları ortam koşullarında da gürültü sorunu yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu durum okul dışında yaşadıkları mekanlarda da akustik konforun sağlanmasının dikkate alınmadığını göstermektedir.

Soru 5: Bölüm binasının bulunduğu çevrede gürültü sorunu yaşıyor musunuz?

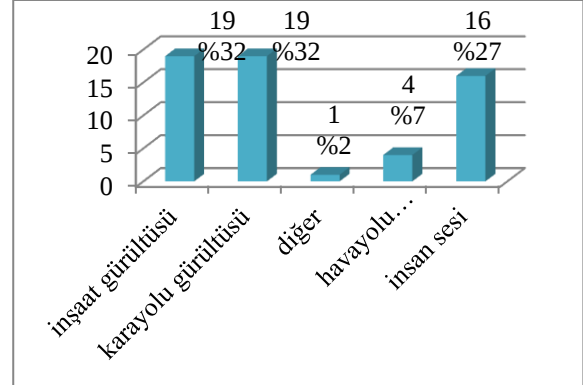
- ☐ Evet, yaşıyorum.
☐ Hayır, yaşamıyorum.
(5. Soruda “Evet yaşıyorum.”
Seçeneğini seçtiyseniz 6. soruyu
cevaplayınız.)



Şekil 4.3 Fakülte binasında akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik sorular ve cevapları (Soru 5)

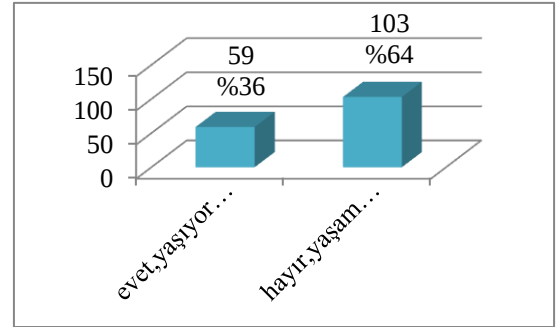
Soru 6: Yapı dışı gürültülerden sizi en çok etkileyen hangisidir?

- ☐ Karayolu gürültüsü
- ☐ Havayolu gürültüsü
- ☐ İnşaat gürültüsü
- ☐ İnsan Sesi
- ☐ Diğer



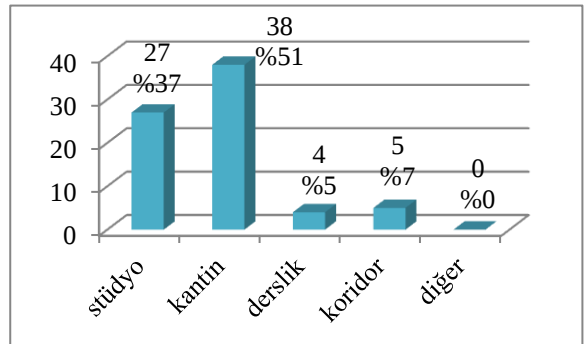
Soru 7: Bölüm binası içerisinde gürültü problemi yaşıyor musunuz?

- ☐ Evet, yaşıyorum.
 - ☐ Hayır, yaşamıyorum.
- (7. Soruda “Evet Yaşıyorum.” seçeneğini seçtiyseniz 8. soruyu cevaplayınız.)



Soru 8: Bölüm binası içerisinde gürültünün sizi rahatsız ettiği ortamları 1 (en çok) olmak şartıyla sıralayınız.

- ☐ Stüdyo ()
- ☐ Derslik ()
- ☐ Koridor ()
- ☐ Kantin ()
- ☐ Diğer ()



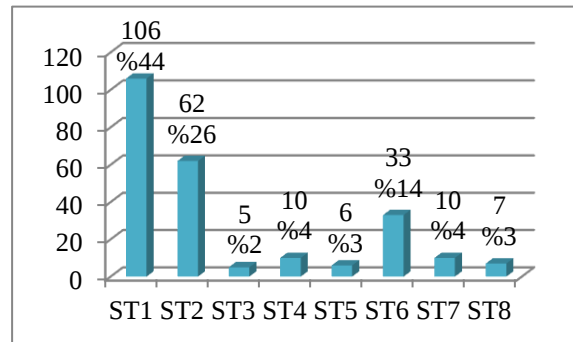
Şekil 4.4 Fakülte binasında akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik sorular ve cevapları (Soru 6, 7 ve 8)

Fakülte binasının akustik konfor koşullarını belirlemeye yönelik sorularda, 162 kişiden 18 kişi (%11) bölüm binası çevresinde gürültü sorunu yaşadığını, 144 kişi (%89) yaşamadığını belirtmiş, 1 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Bu sonuçlara göre bölüm binası dışında ciddi bir gürültü sorunu olmadığı söylenebilir. Bölüm binası dışındaki gürültünün kaynağı olarak, 59 kişiden 19 kişi (%32) inşaat gürültüsünü, 19 kişi (%32) karayolu gürültüsünü, 4 kişi (%7) havayolu gürültüsünü, 16 kişi (%27) insan sesini belirtmiş, 1 kişi (%2) ise soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, yapı dışından kaynaklanan ciddi bir gürültü problemi bulunmasa da, bu durumdan rahatsızlık duyan az sayıda kişi ağırlıklı olarak inşaat ve karayolu gürültüsünü sebep göstermektedir.

Anketi değerlendiren 162 kişiden, 59 kişi (%36) bölüm binası içerisinde gürültü problemi yaşadığını, 103 kişi (%64) yaşamadığını belirtmiş, 1 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Buna göre, öğrencilerin büyük bir kısmı bölüm binası içerisinde gürültü problemi yaşamadığını belirtse de, sonraki sorularda konunun detaylarına girildiğinde, öğrencilerin yaklaşımının değiştiği, mevcut sorunların farkına vararak daha bilinçli cevaplar verdikleri görülmektedir. Bölüm binası içerisinde gürültünün en çok rahatsız ettiği ortamlar olarak, 74 kişiden 27 kişi (%37) stüdyoyu, 38 kişi (%51) kantini, 4 kişi (%5) dersliği, 5 kişi (%7) koridoru işaret etmektedir. 89 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Bu sonuçlardan akustik açıdan en sorunlu bölümlerin stüdyolar ve kantin olduğu görülmektedir.

Soru 9: Uygulamalı derslerinizde (yapı bilgisi, proje) hangi stüdyoları kullanıyorsunuz?

- ☐ST1 ☐ST2
☐ST3 ☐ST4
☐ST5 ☐ST6
☐ST7 ☐ST8

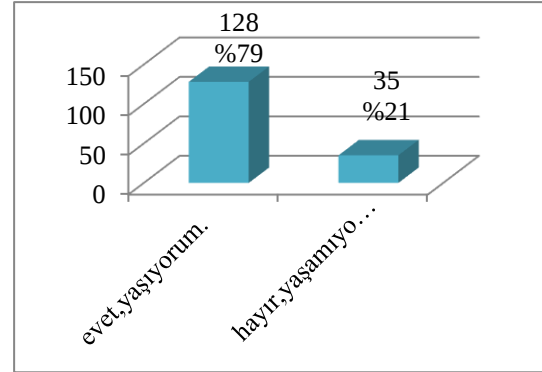


Şekil 4.5 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 9)

Soru 10: Stüdyo çalışmaları sırasında gürültü ya da hacim akustiği bakımından sorun yaşıyor musunuz?

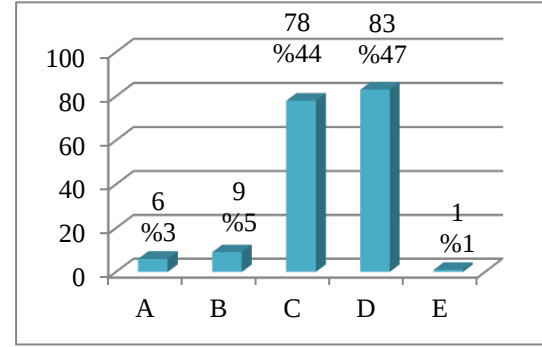
- ☐ Evet, yaşıyorum.
☐ Hayır, yaşamıyorum.

(10. Soruda “Evet, yaşıyorum.” seçeneğini seçtiyseniz 11 - 18 aralıktaki soruları cevaplayınız.)



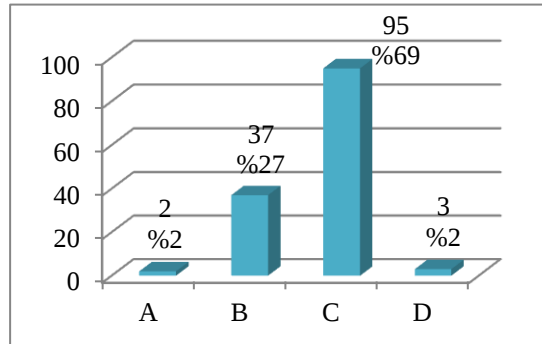
Soru 11: Stüdyo çalışması süresince aşağıdaki seçeneklerden sizi en fazla rahatsız eden hangisidir?

- (A) Yapı dışı gürültüler
 (Taşıt, inşaat, insan sesi vs.)
 (B) Yapı içi, stüdyo dışı gürültüler
 (Koridordan gelen sesler)
 (C) Stüdyo içi gürültüler
 (Tesisat, konuşma vb.)
 (D) Ses düzeyinin yetersiz olması
 (E) Diğer,



Soru 12: Eğer rahatsızlık hissediyorsanız stüdyo içi gürültülerden sizi en çok rahatsız eden hangisidir?

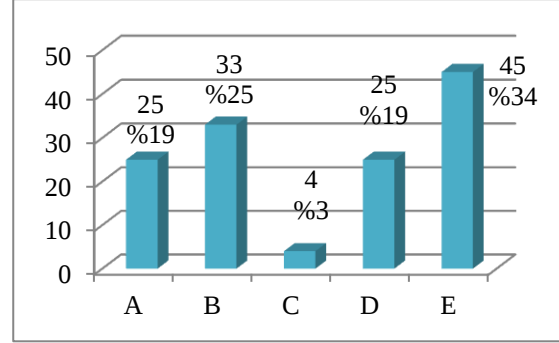
- ☐ Yapı teknik tesisatından gelen gürültüler (A)
☐ Stüdyoda kullanılan araçlardan / mobilyalardan kaynaklanan gürültüler (B)
☐ İnsan sesi (C) ☐ Diğer, (D)



Şekil 4.6 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 10,11 ve 12)

Soru 13: Akustik konfor açısından değerlendirdiğinizde stüdyolarda en fazla rahatsız hissettiğiniz çalışma şekli hangisidir? En çok rahatsız eden sistemi 1’den başlayarak 5’e kadar numaralandırınız.

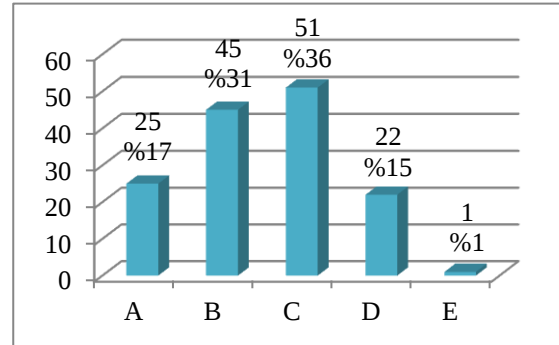
- ☐ Bireysel çalışmalar ()
- ☐ Grup çalışmaları ()
- ☐ Masa kritikleri ()
- ☐ Grup kritikleri ()
- ☐ Jüri kritikleri ()



- A) Bireysel çalışmalar () (Konu ile ilgili örnekleri araştırmak, incelemek ve yorumlamak, kendi düşünce ve görüşlerini anlatan çizimler ve maketler yapmak.)
- B) Grup çalışmaları () (Bir tasarım sorunu hakkında birden fazla öğrencinin karşılıklı tartışmalarla bilgi ve kritik akışını sağlayarak çalışması.)
- C) Masa kritikleri () (Öğrenci ve danışman arasında özel tasarım kritiklerinin yapıldığı birebir görüşme.)
- D) Grup kritikleri () (Danışman ve grup arasında tasarım sorunu hakkında genel konuların değerlendirilip kritik verilmesi.)
- E) Jüri kritikleri () (Öğrencinin birden fazla danışman ve öğrenci karşısında tasarım düşünce ve görüşlerini, çizimler ve maketlerle açıklaması.)

Soru 14: Bireysel çalışma esnasında, stüdyo içinde oluşan gürültü (uğultu) sizi rahatsız ediyor mu?

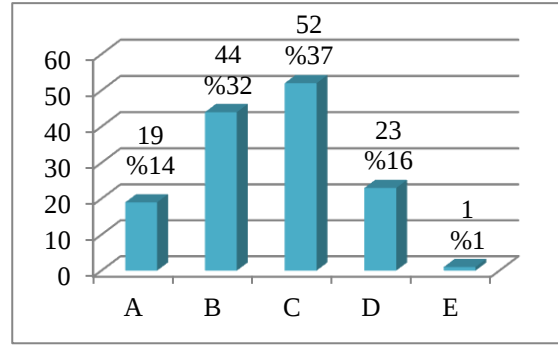
- ☐ Evet, çok rahatsız ediyor. (A)
- ☐ Evet, rahatsız ediyor. (B)
- ☐ Zaman zaman rahatsız ediyor. (C)
- ☐ Hayır, rahatsız etmiyor. (D)
- ☐ Kesinlikle rahatsız etmiyor. (E)



Şekil 4.7 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 13 ve 14)

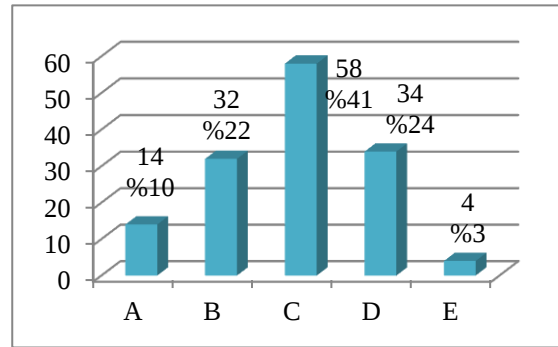
Soru 15: Grup çalışması sırasında, diğer grupların neden olduğu gürültü, çalışma arkadaşlarınızla iletişim kumanızı olumsuz etkiliyor mu?

- (A) Evet, çok olumsuz etkiliyor.
- (B) Evet, etkiliyor.
- (C) Zaman zaman olumsuz etkiliyor.
- (D) Hayır, etkilemiyor.
- (E) Hayır, kesinlikle etkilemiyor.



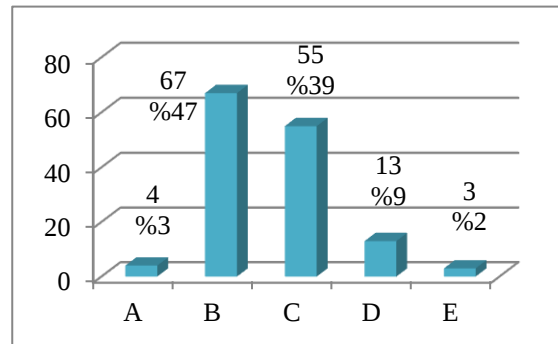
Soru 16: Masa kritiği (danışman-öğrenci birebir görüşme) esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyuyor musunuz?

- (A) Evet, çok rahatsızlık duyuyorum.
- (B) Evet, rahatsızlık duyuyorum.
- (C) Zaman zaman rahatsızlık duyuyorum.
- (D) Hayır, rahatsızlık duymuyorum.
- (E) Kesinlikle hiç rahatsızlık duymuyorum.



Soru 17: Masa kritiği esnasında, işitsel açıdan, danışmanınız ile rahat iletişim kurabiliyor musunuz?

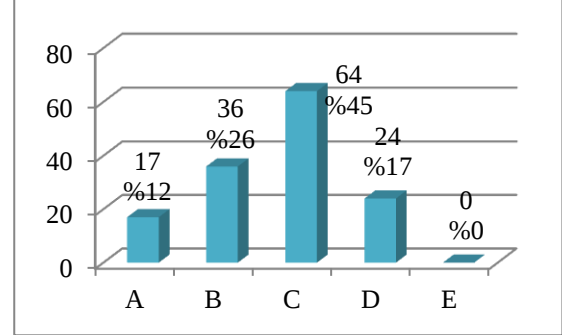
- (A) Evet, çok iyi iletişim kurabiliyorum.
- (B) Evet, kurabiliyorum.
- (C) Zaman zaman kuramıyorum.
- (D) Hayır, kuramıyorum.
- (E) Kesinlikle iletişim kuramıyorum.



Şekil 4.8 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 15, 16 ve 17)

Soru 18: Grup kritiği esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyuyor musunuz?

- (A) Evet, çok rahatsızlık duyuyorum.
- (B) Evet, rahatsızlık duyuyorum.
- (C) Zaman zaman rahatsızlık duyuyorum.
- (D) Hayır, rahatsızlık duymuyorum.
- (E) Kesinlikle rahatsızlık duymuyorum.



Şekil 4.9 Stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soruları ve cevapları (Soru 18)

Anketi cevaplayanların uygulamalı derslerinde en çok kullandıkları sınıflar sorulduğunda, 106 adet (%44) “Stüdyo 1”, 62 adet (%26) “Stüdyo 2”, 5 adet (%2) “Stüdyo 3”, 10 adet (%4) “Stüdyo 4”, 6 adet (%3) “Stüdyo 5”, 33 adet (%14) “Stüdyo 6”, 10 adet (%4) “Stüdyo 7”, 7 adet (%3) “Stüdyo 8” seçeneği seçilmiştir. Aynı lisans düzeyinde olan öğrenciler bile farklı stüdyolarda eğitim yapabildiği için, her bir katılımcının birden fazla şık seçebilmesine olanak verilmiştir. Bu nedenle kişi sayısı üzerinden değil, şıkların seçim sayısı üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu aşamada, katılımcıların her bir lisans düzeyinden eşit sayıda olmadığı, bu durumdan sonuçların etkilenebileceği de dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte, en çok sorun yaşanan stüdyoların ST1 ve ST2 olduğu görülmektedir.

Anketi değerlendiren 163 kişiden 128 kişi (%79) stüdyo çalışmaları sırasında gürültü ya da hacim akustiği bakımından sorun yaşadığını, 35 kişi (%21) ise sorun yaşamadığını belirtmiştir. Buna göre stüdyolarda işitsel konfor açısından ciddi problemler olduğu söylenebilir. Stüdyo çalışmaları sürecinde en çok rahatsız eden faktörü sordumuzda, soruyu değerlendiren 177 kişiden 6 kişi (%3) yapı dışı gürültüleri (taşıt, inşaat, insan sesi vs.), 9 kişi (%5) yapı içi, stüdyo dışı gürültüleri (koridordan gelen sesler), 78 kişi (%44) stüdyo içi gürültüleri (tesisat, konuşma vb.), 83 kişi (%47) ses düzeyinin yetersiz olmasını belirtmiş, 1 kişi (%1) ise verilen

boşlukta farklı etkenleri işaret etmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, stüdyolardaki ses düzeyi yetersizliği ve stüdyo içi gürültülerin varlığının, yani önemli hacim akustiği sorunlarının olduğu görülmektedir.

Stüdyo içi gürültülerden en çok rahatsız eden faktör sorulduğunda, 137 kişiden 2 kişi (%2) yapı teknik tesisatından gelen gürültüleri (ısıtma, soğutma, aydınlatma vs.), 37 kişi (%27) stüdyoda kullanılan araçlardan / mobilyalardan kaynaklanan gürültüleri, 95 kişi (%69) insan sesini işaret etmiş, 3 kişi ise verilen boşlukta farklı etkenleri belirtmiştir. 26 kişi soruyu boş bırakmıştır. Buna göre özellikle insan sesi ve stüdyo araçlarından/mobilyalarından kaynaklanan gürültüler stüdyo içerisinde en çok rahatsızlık veren etkenlerdir.

Stüdyolardaki çalışma şekilleri bakımından, mekânların akustik performansını değerlendirmeye yönelik soruda, soruyu cevaplayan 132 kişiden 25 kişi (%19) bireysel çalışmalar esnasında, 33 kişi (%25) grup çalışmaları esnasında, 4 kişi (%3) masa kritikleri esnasında, 25 kişi (%19) grup kritikleri esnasında, 45 kişi (%34) jüri kritikleri esnasında akustik açıdan rahatsızlık duyduğunu belirtmiş, 31 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, öğrencinin birden fazla danışman ve öğrenci karşısında tasarım, düşünce ve görüşlerini, çizimler ve maketlerle açıkladığı jüri kritikleri, bir tasarım sorunu hakkında birden fazla öğrencinin karşılıklı tartışmalarla bilgi ve kritik akışını sağlayarak çalıştığı grup çalışmaları, danışman ve öğrenci grubu arasında tasarım sorunu hakkında genel konuların değerlendirilip kritik verildiği grup kritikleri ve öğrencilerin kendi çalışma alanlarını oluşturarak çalışmaları ile ilgili örnekleri araştırıp, inceleyip, yorumladığı, kendi düşünce ve görüşlerini anlatan çizimler ve maketler yaptığı bireysel çalışmalar en çok gürültü sorunu yaşanan çalışma şekilleri olarak belirlenmiştir. Öğrenci ve danışman arasında özel tasarım kritiklerinin yapıldığı eğitimci ile birebir görüşme olanağının sağlandığı masa kritikleri diğerlerine nazaran öğrencilerin gürültü sorunundan en az etkilendikleri çalışma şeklidir.

Oluşan gürültünün öğrenciler üzerindeki olumsuz etkisini belirlemeye yönelik, her bir çalışma şekline göre ayrı ayrı derecelendirme soruları hazırlanmıştır. Bireysel

Çalışma esnasında oluşan gürültü ile ilgili sorulan soruya, soruyu değerlendiren 144 kişiden 25 kişi (%17) ok rahatsız olduğunu, 45 kişi (%31) rahatsız olduğunu, 51 kişi (%36) zaman zaman rahatsız olduğunu, 22 kişi (%15) rahatsız olmadığını, 1 kişi (%1) kesinlikle rahatsız olmadığını belirten seçenekleri seçmiştir. 19 kişi ise soruyu boş bırakmıştır.

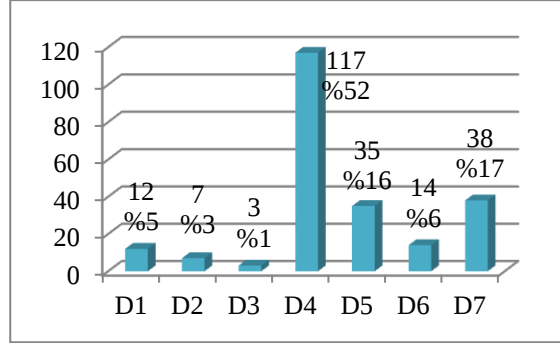
Grup alışmaları esnasında gürültüden olumsuz etkilenip etkilenmedikleri sorulduğunda, soruyu cevaplayan 139 kişiden 19 kişi (%14) ok etkilendiğini, 44 kişi (%32) etkilendiğini, 52 kişi (%37) zaman zaman etkilendiğini, 23 kişi (%16) etkilenmediğini, 1 kişi (%1) kesinlikle etkilenmediğini belirtmiş, 24 kişi ise soruyu boş bırakmıştır.

Masa kritiği esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyup duymadıkları sorulduğunda, soruyu değerlendiren 142 kişiden 14 kişi (%10) ok rahatsızlık duyduğunu, 32 kişi (%22) rahatsızlık duyduğunu, 58 kişi (%41) zaman zaman rahatsızlık duyduğunu, 34 kişi (%24) rahatsızlık duymadığını, 4 kişi (%3) kesinlikle rahatsızlık duymadığını belirtmiş, 21 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Masa kritiği esnasında işitsel açıdan danışmanları ile iletişim kurup kuramadıkları sorulduğunda, soruyu cevaplayan 142 kişiden 4 kişi (%3) ok iyi iletişim kurabildiğini, 67 kişi (%47) iletişim kurabildiğini, 55 kişi (%39) zaman zaman iletişim kuramadığını, 13 kişi (%9) iletişim kuramadığını, 3 kişi (%2) kesinlikle iletişim kuramadığını belirten seçenekleri seçmiştir. 21 kişi ise soruyu boş bırakmıştır.

Grup kritiği esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyup duymadıkları sorulduğunda, soruyu değerlendiren 141 kişiden 17 kişi (%12) ok rahatsızlık duyduğunu, 36 kişi (%26) rahatsızlık duyduğunu, 64 kişi (%45) zaman zaman rahatsızlık duyduğunu, 24 kişi (%17) rahatsızlık duymadığını, belirten seçeneği seçmiştir. 22 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, 13. sorunun sağlaması olarak görülebilecek olan 14., 15., 16., 17. ve 18. sorulara verilen cevaplar 13. sorunun cevapları ile örtüşmektedir.

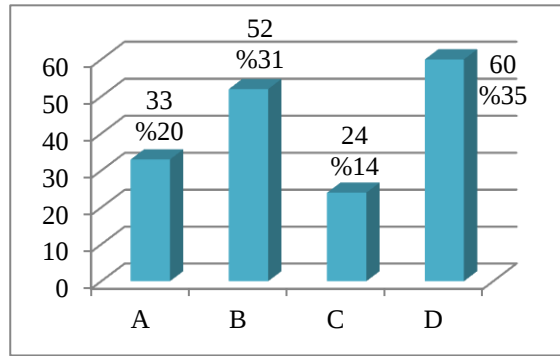
Soru 19: Teorik derslerinizde (zorunlu ve seçmeli) hangi derslikleri kullanıyorsunuz?

- ☐ D1 ☐ D2
☐ D3 ☐ D4
☐ D5 ☐ D6
☐ D7



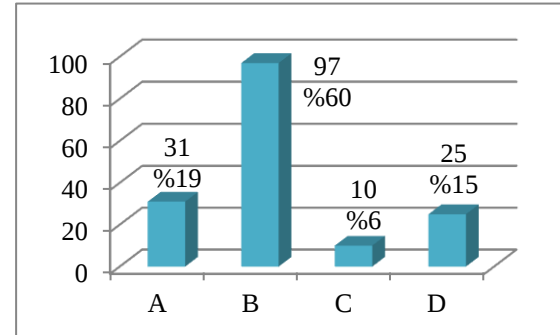
Soru 20: Teorik derslerinizde eğitiminin sesini nasıl duyuyorsunuz?

- (A) Net olarak duyabiliyorum.
(B) Kelimelerini net olarak seçemiyorum.
(C) Kelimelerinin stüdyo içinde yankılandığını düşünüyorum.
(D) Mekan çok büyük, eğitmeni ile aramızdaki mesafe çok fazla duyamıyorum.



Soru 21: Teorik derslerinizde eğitmeni ile aranızdaki iletişimi nasıl tanımlarsınız?

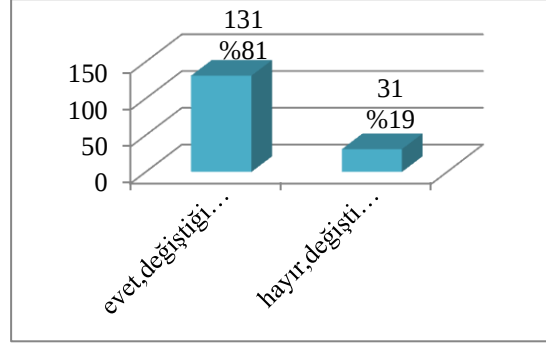
- (A) Eğitmeniyi görebiliyorum ve net olarak duyabiliyorum.
(B) Eğitmeniyi görebiliyorum, ancak net olarak duyamıyorum.
(C) Eğitmeniyi göremiyorum, ancak net olarak duyabiliyorum.
(D) Eğitmeniyi göremiyorum ve net olarak duyamıyorum.



Şekil 4.10 Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor değerlendirme soru ve cevapları (Soru 19, 20 ve 21)

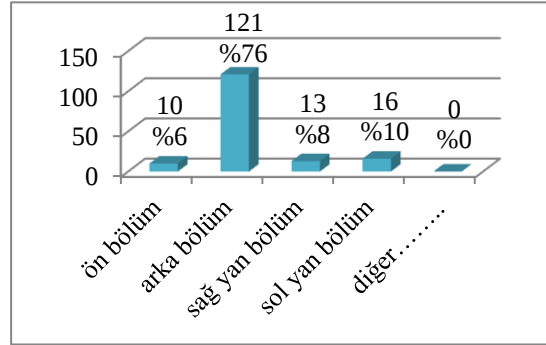
Soru 22: Teorik derslerinizde, (tahtanın bulunduğu yönü ön kabul edersek ve stüdyoyu ön, arka, sağ yan ve sol yan olarak bölümlere ayırırsak) stüdyo içinde farklı bölümlerde akustik konfor koşullarının değiştiğini düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet, değiştiğini düşünüyorum.
☐ Hayır, değiştiğini düşünmüyorum.



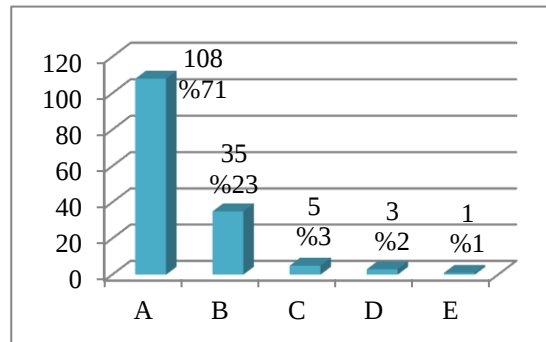
Soru 23: Derslik içerisinde akustik koşulların en kötü olduğu bölüm sizce hangisidir?

- ☐ Ön bölüm
☐ Arka bölüm
☐ Sağ yan bölüm
☐ Sol yan bölüm
☐ Diğer



Soru 24: Teorik derslerinizde yaşadığınız akustik problemi çözmek için yaptığınız eylem hangisidir?

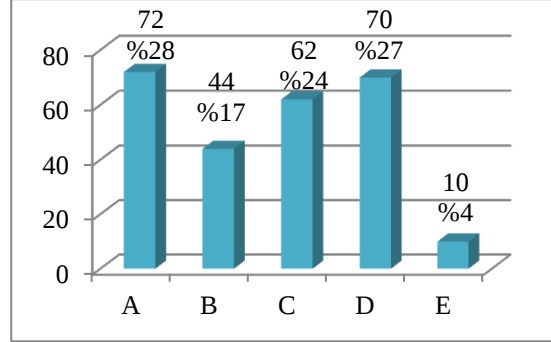
- (A) Ön sıralara geçiyorum.
(B) Sınıf çok kalabalık uygun yer bulamıyorum.
(C) Mekan zaten küçük yapabileceğim bir şey yok.
(D) Farkında değilim.
(E) Diğer.....



Şekil 4.11 Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor değerlendirmesi soru ve cevapları (Soru 22, 23 ve 24)

Soru 25: Stüdyolarda ve dersliklerdeki akustik koşullar sizde ne gibi etkiler yaratıyor?

- (A) Konsantrasyonum bozuluyor.
- (B) Çabuk yoruluyorum.
- (C) Baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı, gerginlik yaratıyor.
- (D) Konuşmaları anlamıyorum.
- (E) Gürültünün üzerimde herhangi bir olumsuz etkisi yok.
- (F) Diğer,



Şekil 4.12 Teorik ders anlatımı sürecinde akustik konfor değerlendirme soru ve cevapları (Soru 25)

Öğrencilerin teorik derslerinde kullandıkları derslikleri belirlemeye yönelik soruda, anketi cevaplayanlar tarafından 12 adet (%5) “Derslik 1”, 7 adet (%3) “Derslik 2”, 3 adet (%1) “Derslik 3”, 117 adet (%52) “Derslik 4”, 35 adet (%16) “Derslik 5”, 14 adet (%6) “Derslik 6”, 38 adet (%17) “Derslik 7” seçeneği seçilmiştir. Aynı lisans düzeyinde olan öğrenciler bile farklı dersliklerde eğitim yapabildiği için, her bir katılımcının birden fazla şık seçebilmesine olanak verilmiştir. Bu nedenle kişi sayısı üzerinden değil, şıkların seçim sayısı üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu aşamada, katılımcıların her bir lisans düzeyinden eşit sayıda olmadığı, bu durumdan sonuçların etkilenebileceği de dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte, en çok kullanılan dersliğin D4 olduğu görülmektedir.

Teorik dersler esnasında, öğrencilerin eğitimcinin sesini nasıl duyduklarını belirlemeye yönelik soruda, 33 adet (%20) net olarak duyabildikleri, 52 adet (%31) kelimeleri net olarak seçemedikleri, 24 adet (%14) kelimelerin stüdyo içerisinde yankılandığı, 60 adet (%35) dersliğin büyük olmasından dolayı eğitimci ile aradaki mesafenin fazlalığı ve eğitimcinin sesinin duyulamadığı belirtilmiştir. Soruda her bir katılımcı birden fazla şık seçebileceği için, kişi sayısı üzerinden değil, şıkların

seçilme sayısı üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Sonuçlara göre, teorik dersler esnasında yaşanan hacim akustiğine bağlı sorunlar olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin teorik dersler esnasında eğitimci ile aralarındaki ilişkiyi tanımlamaları istendiğinde, anketi değerlendiren 163 kişiden 31 kişi (%19) eğitimciyi net olarak görebildiğini ve net olarak duyabildiğini, 97 kişi (%60) eğitimciyi görebildiğini, ancak net olarak duyamadığını, 10 kişi (%6) eğitimciyi göremediğini, ancak net olarak duyabildiğini, 25 kişi (%15) eğitimciyi hem göremediğini hem de duyamadığını belirtmiştir. Bu sonuçlar meknlerde ciddi bir akustik problemin varlığını göstermektedir. Bunun yanında mekânların mimari tasarımınnn, mekanın işlevini karşılaması bakımından yetersiz kaldığı, görsel iletişim anlamında da sorunlar yaşandığı belirlenmiştir.

Tahtanın bulunduğu yn n kabul ederek ve stüdyoyu n, arka, sağ yan ve sol yan olarak bölümlere ayırarak, teorik dersler esnasında, stüdyo içinde farklı bölümlerde akustik konfor koşullarının değişip değişmediğini sorduğumuzda, soruyu değerlendiren 162 kişiden 131 kişi (%81) değiştiğini, 31 kişi (%19) değişmediğini, ifade etmektedir. 1 kişi ise soruyu boş bırakmıştır. Bu sonuçlar, dersliklerde sesin eşit bir biçimde yayılmadığını göstermektedir. Derslik içerisinde akustik koşulların en kötü olduğu bölüm olarak ise, soruyu cevaplayan 160 kişiden 10 kişi (%6) n bölümü, 121 kişi (%76) arka bölümü, 13 kişi (%8) sağ yan bölümü, 16 kişi (%10) ise sol yan bölümü işaret etmektedir. 3 kişi soruyu boş bırakmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, stüdyoların farklı bölümlerinde ses seviyesi değişikliklerinin, özellikle de arka bölümlerde ses seviyesi yetersizliğinin olduğu görülmektedir.

Stdyolardaki ve dersliklerdeki akustik problemleri çözmek için öğrencilerin yaptıkları eylem araştırıldığında, soruyu cevaplayan 152 kişiden 108 kişi (%71) n sıralara geçtiğini, 35 kişi (%23) sınıf çok kalabalık olduğundan uygun yer bulamadığını, 5 kişi (%3) mekanın küçük olmasından dolayı yapabileceği bir şeyin bulunmadığını ve 3 kişi (%2) durumun farkında olmadığını belirtmiştir. 11 kişi soruyu boş bırakmıştır. Bu sorudan elde edilen sonuç, 23. sorudan elde edilen sonucu

destekler niteliktedir. Arka bölümlerde yaşanan sorunların getirisi olarak öğrenciler ön sıralara yönelmektedir.

Stüdyo ve dersliklerdeki akustik problemlerin öğrenciler üzerinde ne gibi olumsuz etkiler yarattığını tespit etmeye yönelik oluşturulan soruda, bir kişi birden fazla cevap verebildiği için kişi sayısı üzerinden değil, şıkların seçilme sayısı üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Buna göre ankete katılan öğrenciler tarafından 72 adet (%28) konsantrasyon bozukluğu yaşadıkları, 44 adet (%17) çabuk yoruldukları, 62 adet (%24) baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı, gerginlik gibi durumlar yaşadıkları, 70 adet (%27) konuşmaları anlamadıkları, 10 adet (%4) ise gürültüden herhangi bir olumsuz etki duymadıkları belirtilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, mevcut olumsuz akustik koşullar sebebiyle, öğrencilerde konsantrasyon bozukluğu, baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı, gerginlik, çabuk yorulma gibi psikolojik ve fiziksel olumsuzluklar yaşandığı ve bu nedenle dersin anlaşılabilirliğinin de olumsuz etkilendiği söylenebilir.

4.2.1.3 Anket Çalışması Genel Değerlendirmesi

Anketin genel konsepti, öğrencilerin ders esnasında hangi fiziksel koşullardan olumsuz etkilendikleri, en fazla olumsuz etkiye maruz kaldıkları mekanın tespiti, hangi seslerden rahatsızlık duydukları, mekanın mimarlık eğitiminin farklı çalışma şekillerine hacim akustiği bakımından ne kadar olanak sağladığı, mekan içindeki akustik kusurların ve bölgelerin tespiti ve bunların öğrenciler üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması ve analiz edilmesi üzerine kurgulanmıştır.

Yapılan anket çalışmaları sonucunda stüdyolarda ve dersliklerde işitsel konfor koşulları bakımından ciddi sorunlar yaşandığı belirlenmiştir. Bu nedenle, hacim akustiği koşullarının nesnel ölçümlerle daha ayrıntılı olarak incelenmesi ve mevcut durumdan kaynaklanan akustik kusurların tespit edilmesi gerektiğine karar verilmiştir.

4.3 Belirlenen Mekanlarda Yapılan Nesnel Çalışmalar

Nesnel çalışmalar öznel verileri bilimsel olarak ölçmek, değerlendirmek ve çözüm önerisi geliştirmek için kullanılan yöntemlerdir. Mevcut yapıların fiziksel akustik özellikleri, çoğu yapılarda karşılaşılan karmaşık mimari özelliklerle sesin nasıl etkileşim içinde olduğunu belirlemek için araştırılmaktadır. Mekanları akustik konfor koşulları bakımından incelemek için geliştirilen akustik ölçüm sistemleri, tam boyutlu hacimler ve hacimlerin ölçekli modellerindeki çalışmalar için geliştirilmiştir. Bu sistemler impuls yanıtı testi ve dijital sinyal yöntemine dayanmaktadır (Cavanaugh ve Wilkes, 1999).

Dokuz Eylül Üniversitesi mimari tasarım stüdyolarının akustik konfor koşullarını belirlemek için, uygulanan anket çalışması sonuçları ve mekanların kullanım yoğunlukları dikkate alınarak seçilen “Stüdyo 2 (ST2)” ve “Derslik 4 (D4)”, hacim akustiği ölçümleri ve akustik modelleme çalışmalarının yapılacağı mekanlar olarak belirlenmiştir.

4.3.1 Hacim Akustiği Ölçümleri

Çalışmada, anket çalışmaları sonuçlarına göre akustik açıdan problemli olduğu görülen farklı hacimlerdeki Stüdyo 2 ve Derslik 4’te, hacim akustiği sorunlarının belirlenmesi ve konuşmanın anlaşılabilirliğinin değerlendirilebilmesi için ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Ölçümlerde, arka plan gürültü seviyesi, EDT, RT, D₅₀, STI ve RASTI parametreleri 125 Hz-4000 Hz oktav bandı aralığında ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Hacim akustiği ölçümlerinde Dirac 5.5 programı, 1 adet preamplifikatör, 1 adet güç amplifikatörü, 1 adet dodekaedrik hoparlör, 1 adet hoparlör tripodu, 1 adet omnidirectional mikrofon ve mikrofon tripodu kullanılmıştır. Ölçümlere başlamadan önce mikrofonlar kalibre edilmiştir. Her bir mekan için 1,70 metre yükseklikte tek bir kaynak noktasında, 1,20 m yükseklikte belirlenen alıcı noktalarında ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.13 Hacim akustiği ölçüm çalışmalarından fotoğraflar

4.3.1.1 Mekanların Fiziksel Tanımı

4.3.1.1.1 Stüdyo 2 Fiziksel Tanımı. Stüdyo 2, ilk tasarım aşamasında toplam 550 m² alana sahip 2 katlı, galeri boşluklu bir çalışma salonu olarak tasarlanmıştır. Stüdyo kullanımının getirdiği zorluklar, galeri boşluğunun iptal edilerek 2 ayrı mekâna dönüştürülmesi zorunluluğunu getirmiştir. Galeriyi boşluğu korkuluk hizasından alüminyum doğrama bir panel ile kapatılarak, alt ve üst katlar ayrılmaya çalışılmış, ancak düşey sirkülasyonu sağlayan betonarme merdiven kapatılamadığı için merdiven boşluğu ve arka taraftaki 2 kat yüksekliğindeki galeri boşluğu alt kattaki stüdyo mekanına dahil edilmiştir. Çalışmalar stüdyonun alt katında yer alan ST2’de gerçekleştirilmiştir. Plan bazında incelediğimizde mekan düzensiz şekilli olarak nitelenebilir.

Alt kat 320 m² taban alanına sahiptir. 315 cm kat yüksekliği olan mekanda, salonun arka kısmında yükseklik kademeli olarak 700 cm’ye kadar çıkmaktadır. Mekanda 1 adet betonarme merdiven bulunmaktadır. 2 adet 616 cm x 240 cm

boyutlarında alüminyum doğrama paneller ile üst kat ile galeri boşluğundan yapılan bağlantı kapatılmıştır. Stüdyoda, 2 adet 180 cm x 210 cm çift kanatlı ahşap doğrama kapı, 2 adet 120 cm x 300 cm alüminyum doğrama eğrisel yüzeyli pencere, 4 adet 100 cm yarıçapında alüminyum doğrama yuvarlak pencere, 6 adet 190 cm x 200 cm alüminyum doğrama pencere, 2 adet 10 x 60 cm x 60 cm gridden oluşan alüminyum doğrama pencere, 8 adet 55 cm x 300 cm alüminyum doğrama pencere, 8 adet 55 cm x 295 cm alüminyum doğrama pencere, 2 adet yerden 82 cm yükseklikte 120 cm x 283 cm beyaz yazı tahtası, 1 adet yerden 80 cm yükseklikte 180 cm x 180 cm projeksiyon perdesi, 3 adet yerden 100 cm yükseklikte 122 cm x 180 cm ahşap çerçeveli bez pano, 1 adet 72 cm x 143 cm ölçülerinde 77 cm yükseklikte üst yüzeyi ahşap kaplama demir ayaklı eğitimci masası, 1 adet 40 cm x 60 cm ölçülerinde 110 cm yüksekliğinde ahşap konuşma kürsüsü, 9 adet (mevcut durumdaki sayı) 70 cm ayak yüksekliğine sahip 103 cm genişliğinde 155 cm yüksekliğinde demir çerçeveli ahşap yüzeyli hareketli pano, 94 adet 80 cm x 120 cm ölçülerinde 74 cm yüksekliğinde ahşap tablalı demir ayaklı çizim masası ve 95 adet oturak ve arkılığı werzalit, metal boru ayaklı sandalye bulunmaktadır.

Tablo 4.1 Stüdyo 2, fiziksel ve mimari özellikler tablosu

Stüdyo 2 - Fiziksel ve Mimari Özellikleri		
Birim / Yüzey	Sayı / Alan (m ²)	Malzeme
Döşeme	321,29 m ²	Karo mozaik kaplama
Tavan	335,83 m ²	Kireç sıvalı beton
Hacim	1135,00 m ³	...
Duvar	272,14 m ²	Alçı sıva üzeri boya
Pencere (Cam Yüzey)	105,51 m ²	10 mm boşluklu, 2-3 mm kalınlığında çift cam
Kapı	7,56 m ²	2 yüzeyi 8 mm kontrplak ile preslenmiş dolgu
Beyaz Yazı Tahtası	6,79 m ²	Alüminyum çerçeveli laminat yazı tahtası
Projeksiyon Perdesi	3,24 m ²	Kumaş yüzey
Bez Pano	6,59 m ²	Ahşap çerçeveli kumaş yüzeyli
Hareketli Pano	14,37 m ²	Sert ahşap panel
Çizim Masası	94	2 yüzeyi lamine kaplı 18 mm suntalam
Sandalye	95	Oturak ve arkılığı werzalit, metal boru ayaklı
Eğitimci Masası	1	Üst yüzeyi ahşap kaplama, demir ayaklı
Konuşma Kürsüsü	1	Sert ahşap panel

4.3.1.1.2 *Derslik 4 Fiziksel Tanımı.* Derslik 4, 105 m² taban alanına sahiptir. Kat yüksekliği 315 cm'dir. Mekânda 2 adet 100 cm x 220 cm tek kanatlı ahşap doğrama kapı, 2 adet 290 cm x 200 cm alüminyum doğrama pencere, 1 adet 390 cm x 200 cm alüminyum doğrama pencere, 1 adet 400 cm x 200 cm alüminyum doğrama pencere, 1 adet 350 cm x 200 cm alüminyum doğrama pencere, 1 adet yerden 96 cm yükseklikte 478 cm x 120 cm beyaz yazı tahtası, 1 adet yerden 110 cm yükseklikte 180 cm x 180 cm projeksiyon perdesi, 1 adet 80 cm x 160 cm ölçülerinde 72 cm yüksekliğinde üst yüzeyi ahşap kaplama demir ayaklı eğitimci masası, 1 adet 40 cm x 60 cm ölçülerinde 110 cm yüksekliğinde ahşap konuşma kürsüsü, 40 adet 60 cm x 120 cm ölçülerinde 74 cm yüksekliğinde ahşap tablalı demir ayaklı çizim masası ve 41 adet oturak ve arkılığı werzalit, metal boru ayaklı sandalye bulunmaktadır.

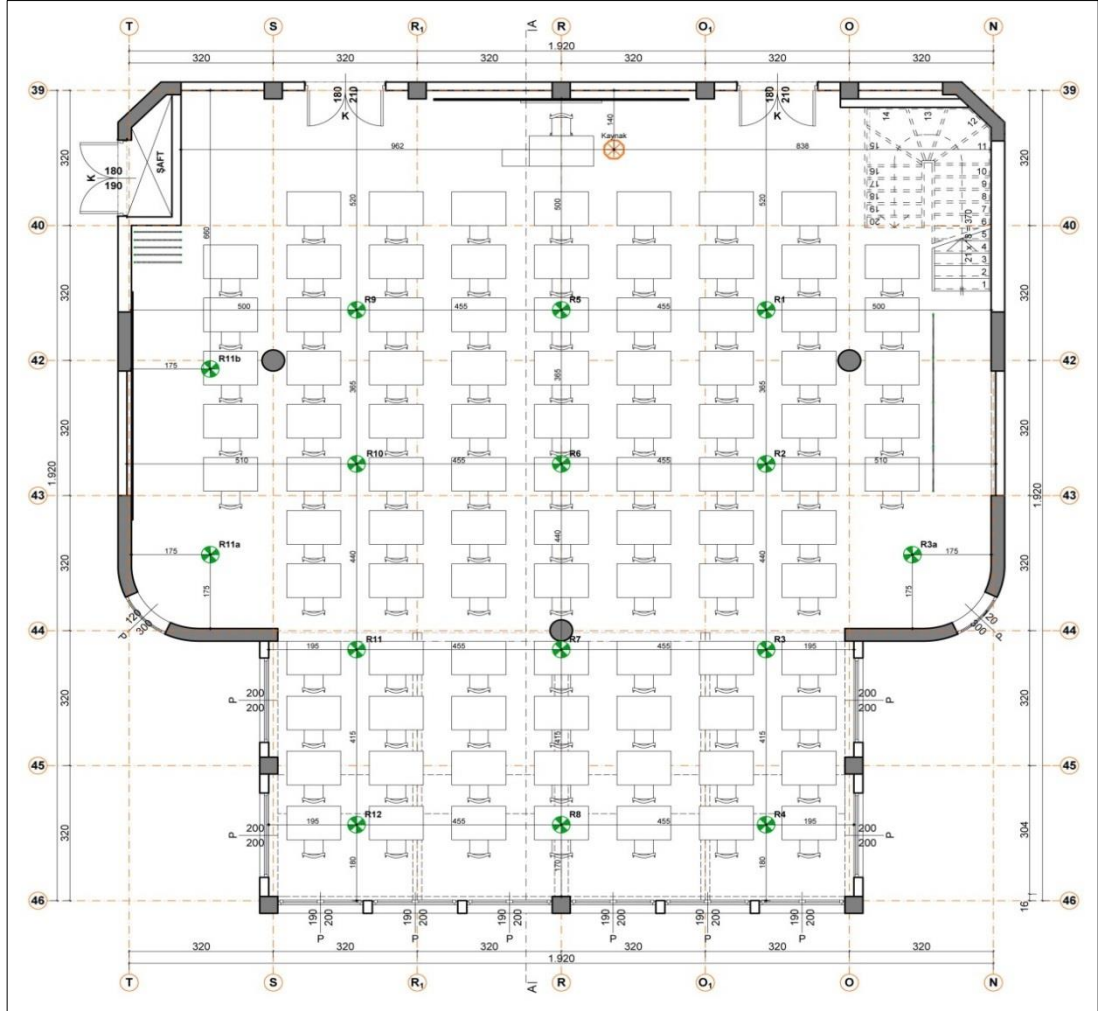
Tablo 4.2 Derslik 4, fiziksel ve mimari özellikler tablosu

Derslik 4 - Fiziksel ve Mimari Özellikleri		
Birim / Yüzey	Sayı / Alan (m²)	Malzeme
Döşeme	105,67 m ²	Karo mozaik kaplama
Tavan	116,87 m ²	Kireç sıvalı beton
Hacim	332,86 m ³	...
Duvar	106,21 m ²	Alçı sıva üzeri boya
Pencere (Cam Yüzey)	34,40 m ²	10 mm boşluklu, 2-3 mm kalınlığında çift cam
Kapı	4,40 m ²	2 yüzeyi 8 mm kontrplak ile preslenmiş dolgu
Beyaz Yazı Tahtası	5,74 m ²	Alüminyum çerçeveli laminat yazı tahtası
Projeksiyon Perdesi	3,24 m ²	Kumaş yüzey
Bez Pano	...	...
Hareketli Pano	...	...
Çizim Masası	40	2 yüzeyi lamine kaplı 18 mm suntalam
Sandalye	41	Oturak ve arkılığı werzalit, metal boru ayaklı
Eğitimci Masası	1	Üst yüzeyi ahşap kaplama, demir ayaklı
Konuşma Kürsüsü	1	Sert ahşap panel

4.3.1.2 *Hacim Akustiği Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirmesi*

4.3.1.2.1 *Stüdyo 2 Ölçeğinde.* 2 Nisan 2014 tarihinde 21,7 C° sıcaklıkta, % 37 neme sahip hava koşullarında 39 dB'lik bir arka plan gürültü düzeyine sahip Stüdyo 2'de yapılan ölçümler için 15 adet alıcı noktası belirlenmiştir. Ölçümler stüdyo boşken ve perdeler açıkken, tefriş elemanlarının mevcut durumu korunarak

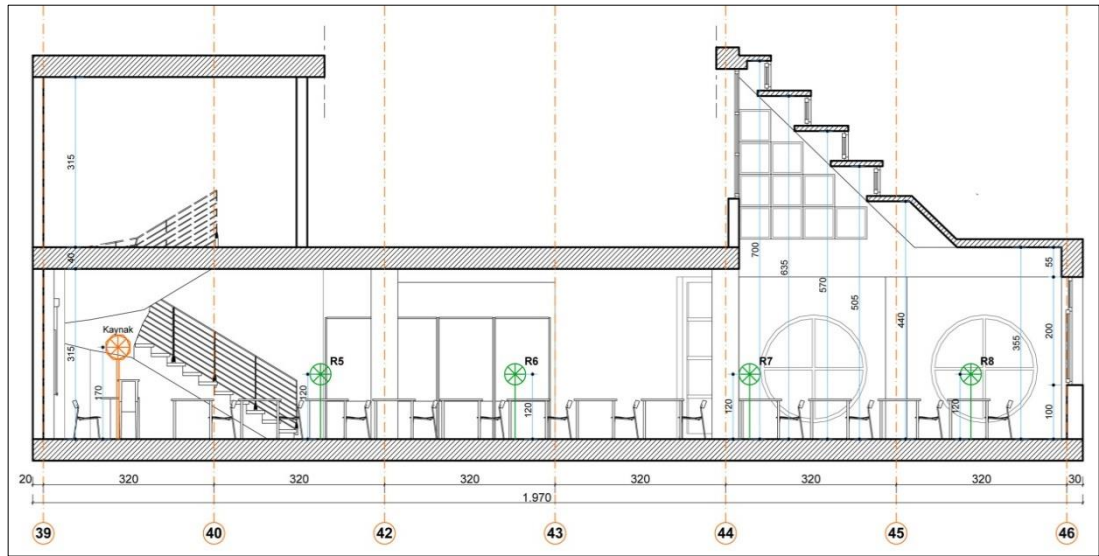
gerçekleştirilmiştir. Perdelerin kapalı olması durumu, yapay aydınlatmalar bulunmasına karşın aydınlık düzeyini olumsuz etkilediği için çözüm olarak görülmemiş ve değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 4.14 Stüdyo 2 planı, kaynak ve alıcı noktaları

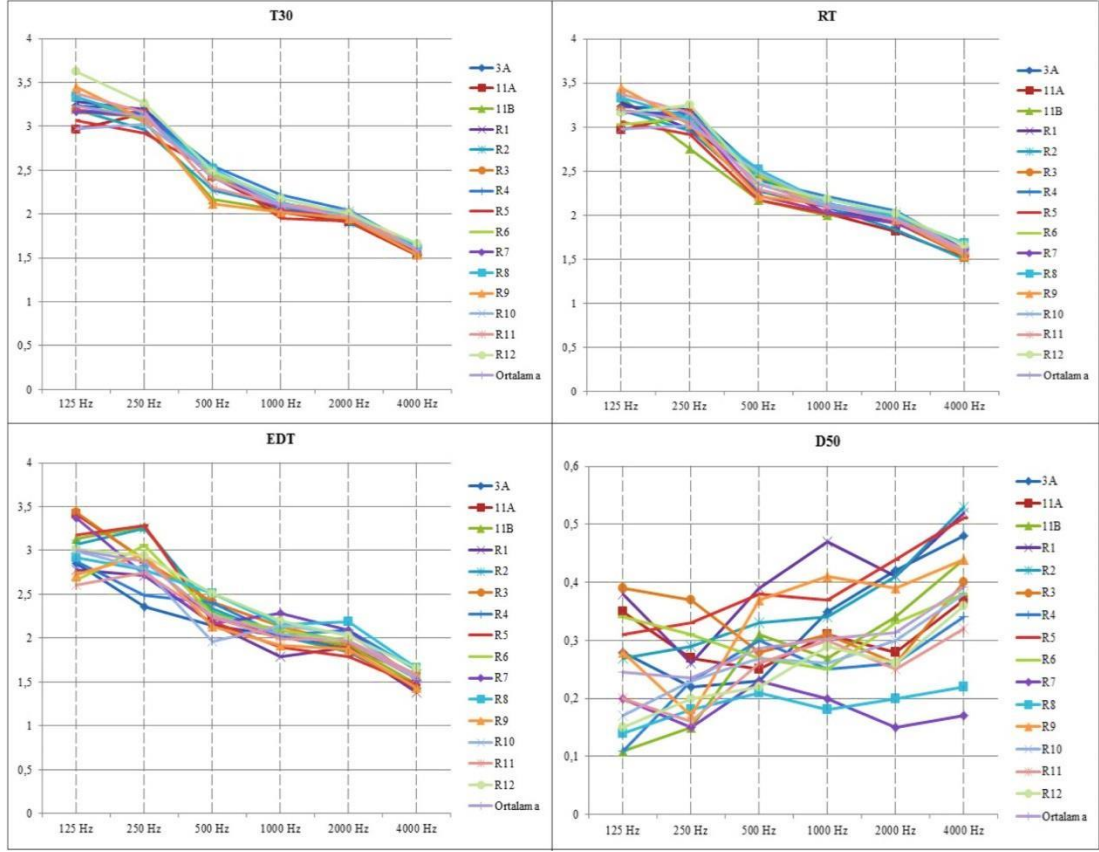
Stüdyonun simetrik bir yapıya sahip olmasına karşın, mekandaki merdiven, tesisat shaftı gibi simetriyi bozan unsurlar dikkate alınarak belirlenen alıcı noktaları Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de gösterilmektedir. Ses kaynağı, eğitmenin ders esnasında en çok bulunduğu konuma yakın bir pozisyonda, yazı tahtasına 1,40 m, kenar duvarlara ise 9,62 m ve 9,38 m mesafede, 1,70 m yükseklikte yerleştirilmiştir. Kaynak noktasına en yakın alıcı noktası 4,00 m, en uzak alıcı noktası 17,00 m mesafededir. Alıcı nokta aralıkları değişkendir. Bu belirlemede, anket çalışmalarında tespit edilen sorunlu bölgeler dikkate alınmış ve bu akslarda alıcılar yerleştirilmiştir. Ön kısımda

yer alan alıcı noktalarının ön ve yan duvarlara mesafesi 5,00 m, arka kısımda yer alan alıcı noktalarının arka duvara mesafesi 1,80 m, yan duvarlara mesafesi 1,95 m'dir. Belirlenen akslar dışında köşelerde yer alan R3a ve R11a alıcı noktalarının duvarlara mesafesi 1,75 m, R11b noktasının yan duvara mesafesi 1,75 m, ön duvara mesafesi ise 6,60 m'dir. Ölçümler 1,20 m yükseklikteki her bir alıcı noktasında 2,731s süreli MLS sinyali kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.15 Stüdyo 2 kesiti, kaynak ve alıcı noktaları

Stüdyonun mevcut durumundan elde edilen T30, RT, EDT, D₅₀, STI ve RASTI sonuçları Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'daki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, tüm frekanslarda elde edilen değerlerin kabul edilebilir değer aralığı olan 0,7-1,0 sn.'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Kabul edilen değer aralığı, mekanın hacmine bağlı olarak Bölüm 3.2.2, Şekil 3.1'de yer alan grafik yardımı ile belirlenmiştir. 125 Hz oktav bandında en yüksek değerlerdeki T30, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik göstermektedir. Farklı alıcı noktalarındaki grafik eğrileri ise, hemen hemen birbirlerine paraleldir. Stüdyo 2 için ortalama T30 değerleri, 125 Hz oktav bandında 3,23 sn., 250 Hz oktav bandında 3,10 sn., 500 Hz oktav bandında 2,41 sn., 1000 Hz oktav bandında 2,10 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,97 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,59 sn.'dir.



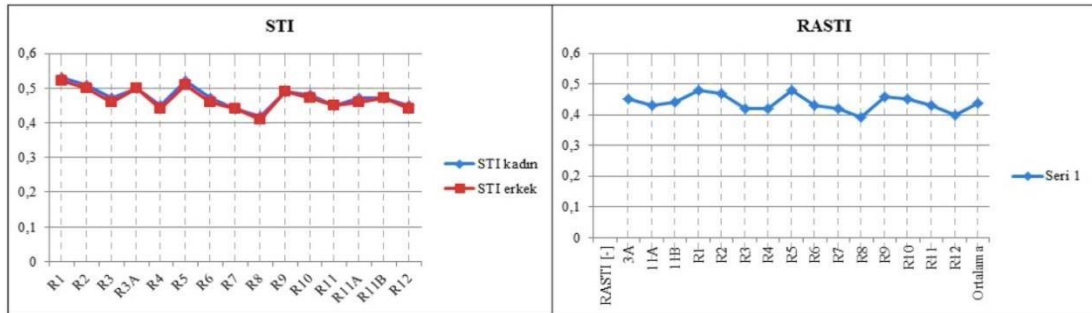
Şekil 4.16 Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçüm sonuçları (T30, RT, EDT ve D₅₀ sonuç grafikleri)

RT grafiğini incelediğimizde, tüm frekanslarda kabul edilebilir değer aralığı olan 0,7-1,0 sn.'nin (Bakınız Bölüm 3.2.2) üzerinde olduğu görülmüştür. T30 grafiğinde olduğu gibi, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki grafik eğrileri, hemen hemen birbirlerine paraleldir ve frekanslara göre birbirlerine yakın değerlerdedir. Stüdyo 2 için ortalama RT değerleri, 125 Hz oktav bandında 3,19 sn., 250 Hz oktav bandında 3,07 sn., 500 Hz oktav bandında 2,36 sn, 1000 Hz oktav bandında 2,10 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,95 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,58 sn.'dir. Frekanslara göre RT ve T30 değerleri karşılaştırıldığında sonuçlar hemen hemen aynıdır.

EDT grafiğini incelediğimizde, RT ile paralellik göstermesi istenen EDT değerinin (Bakınız Bölüm 3.2.3) bazı alıcı noktalarında farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, hacim içerisinde tam yayınık ses alanının sağlanamadığı anlamına gelir. Stüdyo 2'nin ortalama EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 3,00 sn., 250 Hz oktav

bandında 2,88 sn., 500 Hz oktav bandında 2,26 sn., 1000 Hz oktav bandında 2,05 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,96 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,53 sn.'dir.

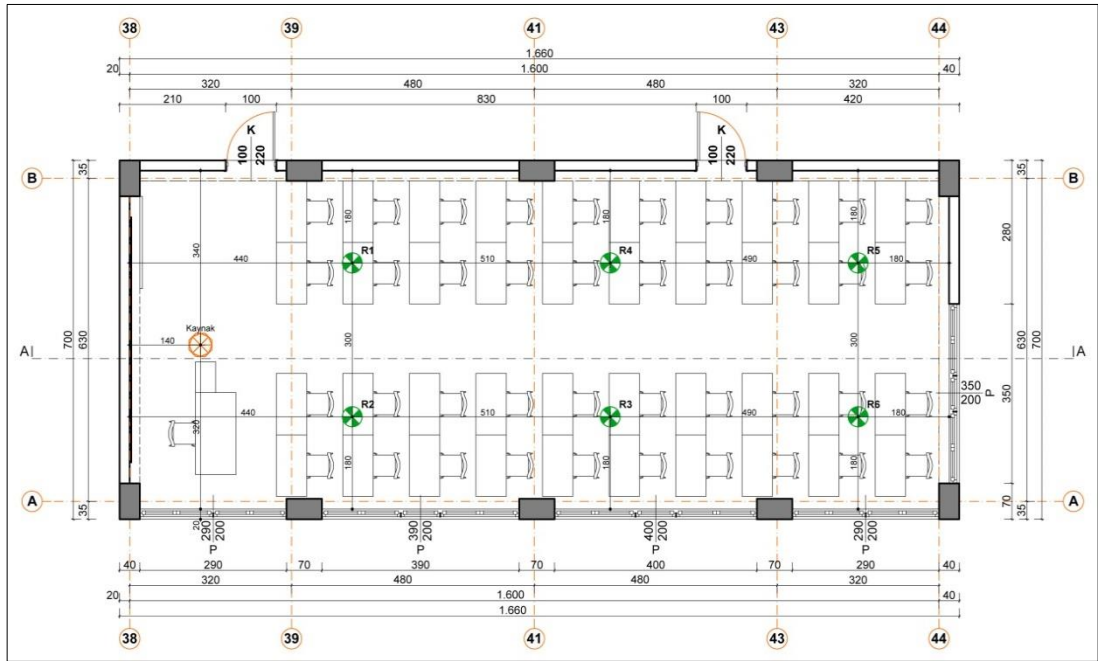
D_{50} grafiği incelediğimizde ise, %50'nin üzerinde olması istenen D_{50} 'nin (Bakınız Bölüm 3.2.4) tüm alıcı noktalarında ve hemen hemen tüm frekanslarda bu değerin altında olduğu görülmüştür. Bu durum stüdyo içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Kaynak-alıcı arasındaki mesafeyle de ilgili olan D_{50} , sadece kaynağa yakın birkaç alıcı noktasında ve sadece 4000 Hz oktav bandında %50'nin üzerine çıkabilmiştir, ancak konuşmanın anlaşılabilirliği için, özellikle 500 Hz-2000 Hz oktav bandı aralıklarındaki değerler önemlidir. Grafiğe genel anlamda bakıldığında 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına çıkıldıkça D_{50} değeri yükselmektedir. Stüdyo 2'nin ortalama D_{50} değerleri, 125 Hz oktav bandında %24, 250 Hz oktav bandında %23, 500 Hz oktav bandında %29, 1000 Hz oktav bandında %30, 2000 Hz oktav bandında %31 ve 4000 Hz oktav bandında %39'dur.



Şekil 4.17 Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçüm sonuçları (STI ve RASTI sonuç grafikleri)

Ölçümlerde elde edilen STI ve RASTI değerleri incelendiğinde, RASTI değerleri genel olarak STI değerlerinden daha düşüktür. Konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan bu grafiklere göre, 0,45'in üzerinde olması istenen değerler belirli noktalarda bu değerin altında kalmaktadır. Ortalama STI değerleri kadın konuşmacı ve erkek konuşmacı için 0,47'dir. Kadın konuşmacı için en düşük STI değeri 0,42, en yüksek STI değeri 0,53'tür. Erkek konuşmacı için ise en düşük STI değeri 0,41, en yüksek STI değeri 0,52'dir. Ortalama RASTI değeri 0,44 iken, en düşük RASTI değeri 0,39, en yüksek RASTI değeri 0,48'dir.

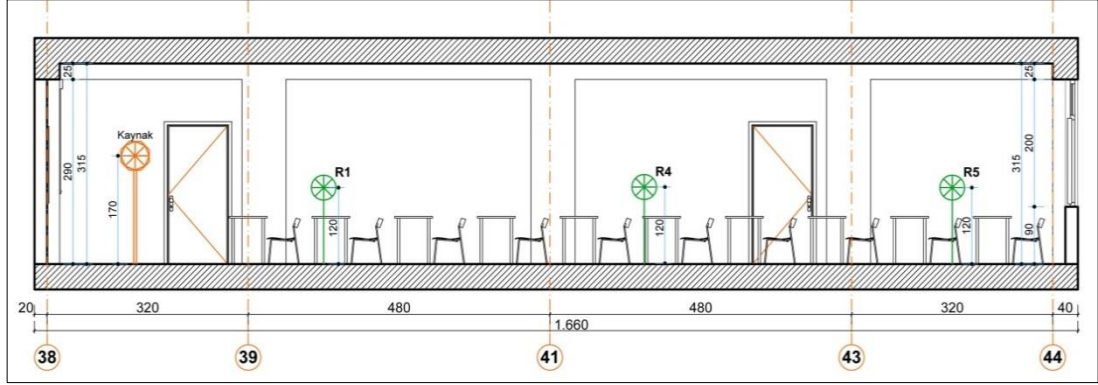
4.3.1.2.2 Derslik 4 Ölçeğinde. 3 Nisan 2014 tarihinde 22 C° sıcaklıkta, % 36 neme sahip hava koşullarında camlar kapalı durumda 39 dB'lik bir arka plan gürültüsü ölçülmüştür. Derslik 4'te yapılan ölçümler için 6 adet alıcı noktası belirlenmiştir. Ölçümler derslik boşken ve perdeler açıkken, tefriş elemanlarının mevcut durumu korunarak gerçekleştirilmiştir. Perdelerin kapalı olması durumu, yapay aydınlatmalar bulunmasına karşın aydınlık düzeyini olumsuz etkilediği için çözüm olarak görülmemiş ve değerlendirmeye alınmamıştır.



Şekil 4.18 Derslik 4 planı, kaynak ve alıcı noktaları

Ses kaynağı, eğitimcinin ders esnasında daha çok yazı tahtası önünde, masanın yanında ayakta ders anlattığı tespit edildiği için, yazı tahtasına 1,40 m, pencerelerin bulunduğu duvara 3,20 m ve giriş kapısının bulunduğu duvara 3,40 m mesafede, yerden 1,70 m yükseklikte yerleştirilmiştir. Alıcı noktaları belirlenirken, dersliğin yaklaşık 1/3 oranında dikdörtgen bir yapıya sahip olmasına karşın, mekândaki yüzey farklılıklarından dolayı simetrik olma koşulu göz ardı edilmiştir. Kaynak noktasına en yakın alıcı noktası 3,30 m, en uzak alıcı noktası 13,10 m mesafededir. Alıcı nokta aralıkları değişkendir. Ön kısımda yer alan alıcı noktalarının ön duvara mesafeleri 4,40 m, yan duvarlara mesafeleri 1,80 m'dir. Diğer alıcı noktaları yan duvarlara paralel şekilde 5,20 m ve 4,90 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Arka kısımdaki alıcı

noktalarının arka duvara mesafesi ise, 1,80 m’dir. Ölçümlerde alıcı nokta yüksekliği 1,20 m olarak belirlenmiş ve ölçümler her bir noktada 1,36 s. MLS sinyali kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaynak ve alıcı noktalarının konumları Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de görülmektedir.

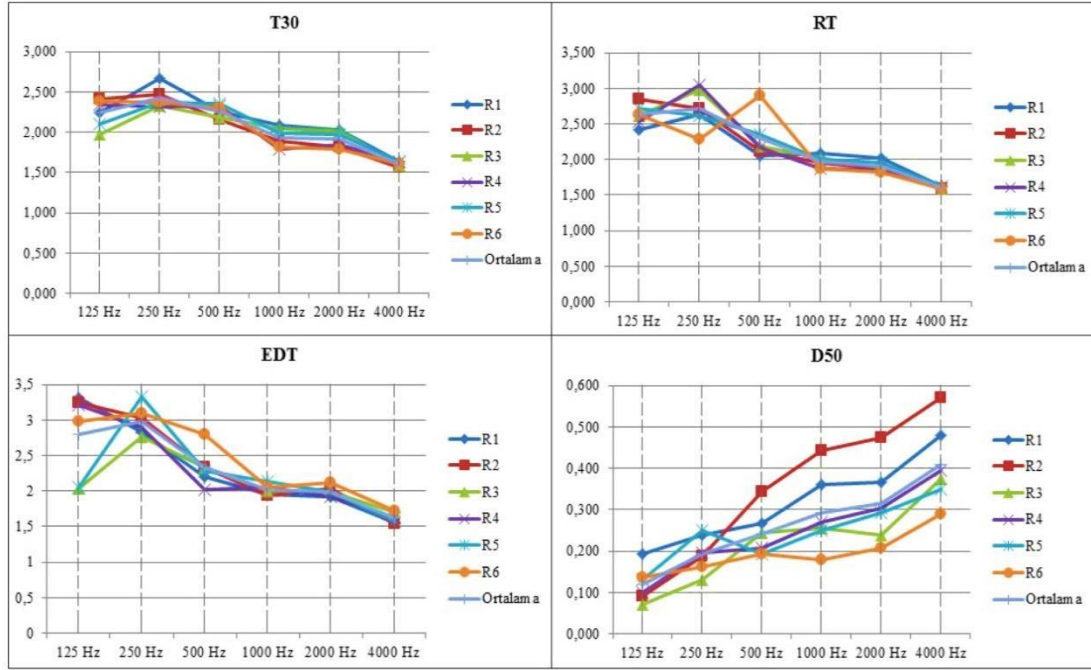


Şekil 4.19 Derslik 4 kesiti, kaynak ve alıcı noktaları

Dersliğin mevcut durumundan elde edilen T30, RT, EDT, D₅₀, STI ve RASTI sonuçları Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’teki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, sonuçların tüm frekanslarda kabul edilebilir değer aralığı 0,6-0,8 sn.’nin üzerinde olduğu görülmüştür. Kabul edilen değer aralığı, mekanın hacmine bağlı olarak Bölüm 3.2.2, Şekil 3.1’de yer alan grafik yardımı ile belirlenmiştir. 250 Hz oktav bandında en yüksek değerlerdeki T30, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi göstermektedir. Farklı alıcı noktalarındaki grafik eğrileri ise, hemen hemen birbirlerine paraleldir. Derslik 4 için ortalama T30 değerleri, 125 Hz oktav bandında 2,24 sn., 250 Hz oktav bandında 2,42 sn., 500 Hz oktav bandında 2,26 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,94 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,91 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,61 sn.’dir.

RT grafiğini incelediğimizde, tüm frekanslarda kabul edilebilir değer aralığı 0,6-0,8 sn.’nin (Bakınız Bölüm 3.2.2) üzerinde olduğu görülmüştür. R6 alıcı noktası dışında, diğer alıcı noktaları için, T30 grafiğinde olduğu gibi, 250 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki grafik eğrileri, hemen hemen birbirlerine paraleldir ve frekanslara göre birbirlerine yakın değerlerdedir. Derslik 4 için ortalama RT

değerleri, 125 Hz oktav bandında 2,63 sn., 250 Hz oktav bandında 2,71 sn., 500 Hz oktav bandında 2,30 sn, 1000 Hz oktav bandında 1,97 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,90 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,60 sn.'dir. RT ve T30 değerlerini karşılaştırdığımızda, özellikle konuşma için önemli olan 500 Hz – 1000 Hz ve 2000 Hz oktav bantlarında sonuçlar hemen hemen aynıdır.

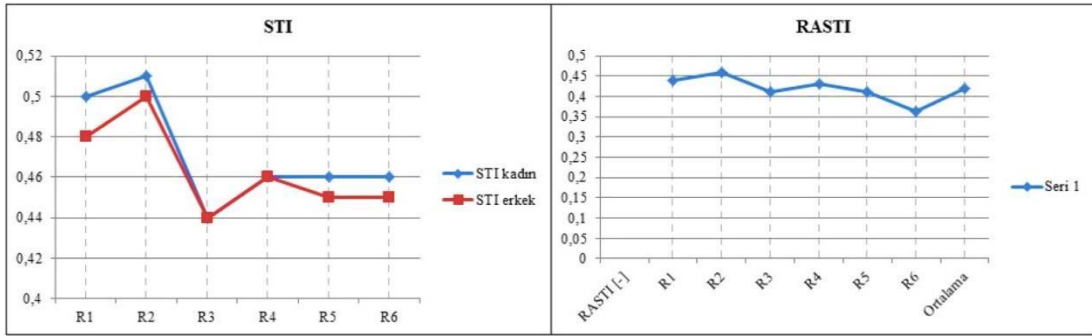


Şekil 4.20 Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçüm sonuçları (T30, RT, EDT ve D₅₀ sonuç grafikleri)

EDT grafiğini incelediğimizde, RT ile paralellik göstermesi istenen EDT'nin (Bakınız Bölüm 3.2.3) bazı alıcı noktalarında farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, ST2 'de olduğu gibi, hacim içerisinde tam yayınık ses alanının sağlanamadığı anlamında gelir. Derslik 4'ün ortalama EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 2,80 sn., 250 Hz oktav bandında 2,98 sn., 500 Hz oktav bandında 2,33 sn., 1000 Hz oktav bandında 2,02 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,99 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,62 sn.'dir.

D₅₀ grafiğini incelendiğimizde ise, %50'nin üzerinde olması istenen (Bakınız Bölüm 3.2.4) D₅₀'nin tüm alıcı noktalarında ve hemen hemen tüm frekanslarda bu değer altında olduğu görülmüştür. Bu durum mekan içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Kaynak-alıcı arasındaki

mesafeyle de ilgili olan D_{50} , sadece kaynağa en yakın R2 alıcı noktasında ve sadece 4000 Hz oktav bandında %50'nin üzerine çıkabilmiştir. Konuşma için özellikle 500 Hz-2000 Hz oktav bandı aralıklarındaki değerler önemlidir. Grafiğe genel anlamda bakıldığında 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına çıkıldıkça D_{50} değeri yükselmektedir. Derslik 4'ün ortalama D_{50} değerleri, 125 Hz oktav bandında %12, 250 Hz oktav bandında %19, 500 Hz oktav bandında %24, 1000 Hz oktav bandında %29, 2000 Hz oktav bandında %31 ve 4000 Hz oktav bandında %41'dir.



Şekil 4.21 Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçüm sonuçları (STI ve RASTI sonuç grafikleri)

Ölçümlerde elde edilen STI ve RASTI değerleri incelendiğinde, RASTI değerleri genel olarak STI değerlerinden daha düşüktür. Konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesinde kullanılan bu grafiklere göre, 0,45'in üzerinde olması istenen değerler belirli noktalarda bu değerin altında kalmaktadır. Ortalama STI değeri kadın konuşmacı için 0,47, erkek konuşmacı için 0,46'dır. Kadın konuşmacı için en düşük STI değeri 0,44, en yüksek STI değeri 0,51'dir. Erkek konuşmacı için ise en düşük STI değeri 0,44, en yüksek STI değeri 0,50'dir. Ortalama RASTI değeri 0,42 iken, en düşük RASTI değeri 0,36, en yüksek RASTI değeri 0,46'dır.

4.3.2 Akustik Modelleme Çalışmaları

Bilgisayar destekli modelleme teknikleri, mekanların mevcut durumdaki işitsel konfor koşullarının belirlenebilmesi ve çözüm önerileri geliştirilebilmesi için kullanılabileceği gibi, yeni yapıların tasarım sürecinde de kullanılabilmektedir. Akustik ölçümlerde, incelenen mekan için geliştirilebilecek mimari tasarım değişikliklerinin etkilerini hızla incelemek mümkündür.

Bilgisayar destekli hacim akustiği çalışmaları, önerilen bir hacmin üç boyutlu modelinin oluşturulması ile başlar. Birçok mevcut yazılım programları, bilgisayar destekli tasarım (CAD) modellerinin, akustik programlar içerisine aktarılabilmesi için, ara yüzlere içerir (Cavanaugh ve Wilkes, 1999). Akustik programına aktarılan üç boyutlu modele yerleştirilen ses kaynağı, hacim içerisinde sesi yaymak için kullanılır. Hacmin yüzeylerinin oktav bandı frekanslarına göre, ses emme katsayıları belirlenmekte, yapılan ölçümlerde, kaynaktan gelen dolaysız ses ve yansıyan sesler, belirli noktalara yerleştirilen alıcılar tarafından toplanmaktadır. Elde edilen impuls yanıtlarından türetilen hacim akustiği parametrelerinden, mekanın akustik kalitesi değerlendirilmektedir.

Çalışmada, anket çalışmaları sonucunda belirlenen ve hacim akustiği ölçümleri gerçekleştirilen Stüdyo 2 ve Derslik 4 mekanlarının, “Archicad 15” programı ile üç boyutlu modelleri hazırlanmış, bunlar “3ds” formatına çevrilerek “Odeon 9” hacim akustiği hesaplama programına aktarılmıştır. Mekanların mevcut durumları yerinde yapılan ölçüm sonuçları ile aynı olacak biçimde “Odeon 9” programında modellenerek, mevcut duruma getirilen çözüm önerilerinin değerlendirmesi yapılmıştır.

4.3.2.1 Stüdyo 2’nin Odeon Programı ile Akustik Koşullarının Belirlenmesi

Çalışmada, “Odeon 9” programına aktarılan üç boyutlu modelde, 1 adet kaynak (Ses kaynaklarının yönelimi ve frekans özelliklerine göre kaynak türleri program içerisinden seçilebilmektedir. Çalışmada kullanılan ‘Odeon 9’ programında kaynak türü olarak ‘BB93_RAISED_NATURAL.SO8’ seçilmiştir.) ve 15 alıcı noktası, hacim akustiği ölçümlerinde belirlenen konumlarına göre yerleştirilmiştir. Ses kaynağı öğrenci oturma alanına yönlendirilerek, mevcut durumdaki mekanın yüzey gereçlerine göre, tavan, döşeme, duvar, tefriş elemanları gibi tüm yüzeylere uygun malzemeler atanmıştır. Tablo 4.3’te, kullanılan malzemelerin frekanslara göre yutuculuk değerleri verilmektedir. Yapılan hesaplamada EDT, T30, SPL, D₅₀, STI ve SPL(A) hacim akustiği parametreleri 125 Hz – 4000 Hz oktav bandı aralığında

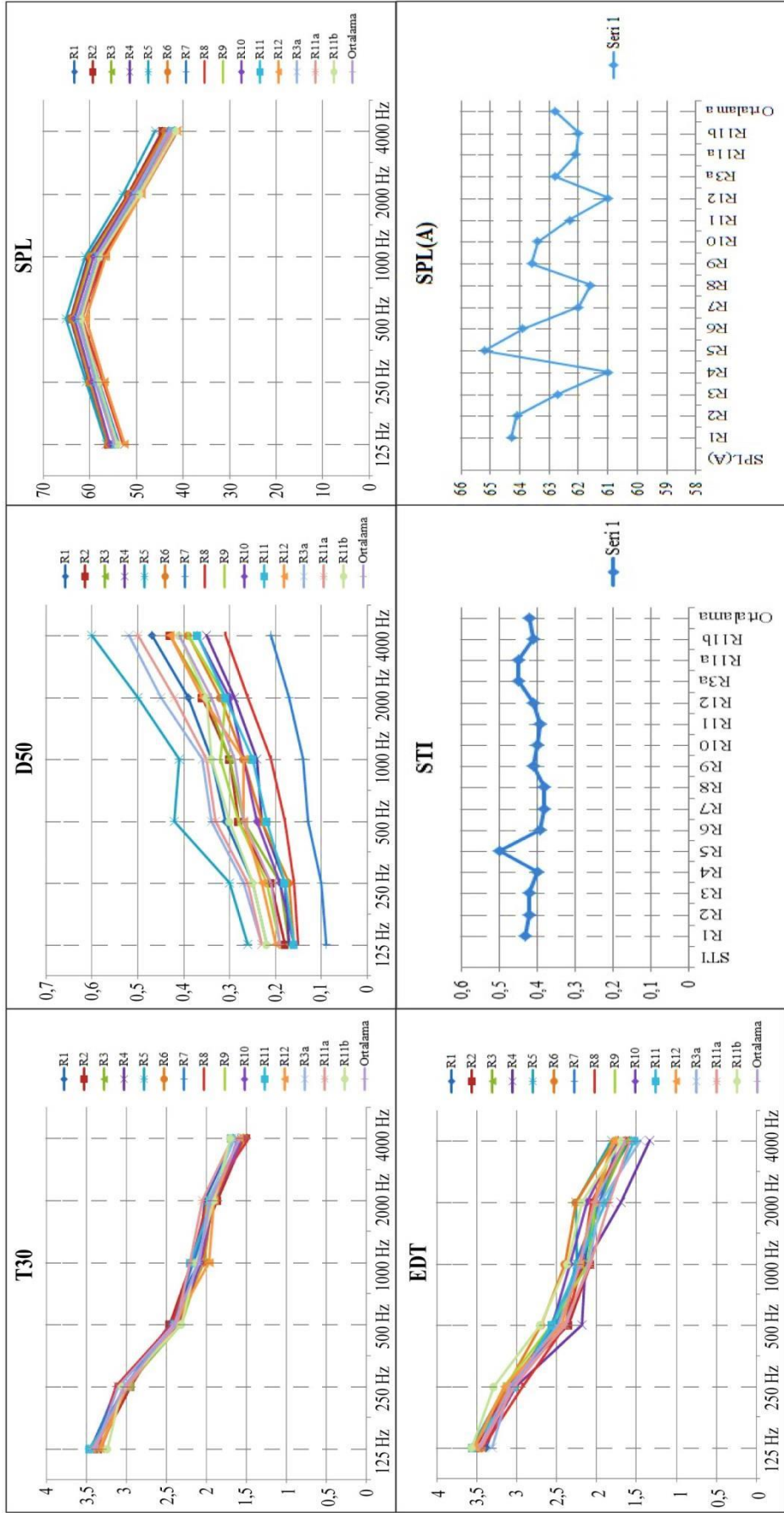
ölçülmüştür. Şekil 4.14’te T30, EDT, D50, SPL, SPL(A) ve STI grafikleri verilmektedir.

Tablo 4.3 Stüdyo 2 yüzey gereçleri yutuculuk katsayıları

Yutuculuk Katsayıları (α)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Duvar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Döşeme	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
Tavan	0,06	0,05	0,07	0,09	0,08	0,07
Ahşap kapı	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Pencere (çift cam)	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Çizim masası	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Sandalye	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Eğitimci masası	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Konuşma kürsüsü	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Beyaz yazı tahtası	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Projeksiyon perdesi	0,06	0,10	0,38	0,63	0,70	0,73
Bez pano	0,15	0,25	0,40	0,55	0,60	0,60

Tablo 4.4 Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçümleri ve “Odeon 9” programı mevcut durum ölçümleri, 500-2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, D₅₀ ve STI değerleri

Parametreler	Hacim akustiği ölçümleri			“Odeon 9” Mevcut Durum Modeli		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
T30	2,41	2,10	1,97	2,40	2,10	1,95
D₅₀	%28	%30	%31	%27	%29	%34
STI	0,47			0,42		



Şekil 4.22 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

125 Hz oktav bandında en yüksek değerlerdeki T30, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi göstermektedir. Farklı alıcı noktalarındaki grafik eğrileri ise, hemen hemen birbirlerine paraleldir. Stüdyo 2'nin ortalama T30 değerleri, 125 Hz oktav bandında 3,39 sn., 250 Hz oktav bandında 3,03 sn., 500 Hz oktav bandında 2,40 sn., 1000 Hz oktav bandında 2,10 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,95 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,59 sn.'dir. Sonuçlar hacim akustiği ölçümleri ile kıyaslandığında, özellikle konuşma ile ilgili frekanslarda hemen hemen aynı değerlerde olduğu söylenebilir. Tablo 4.4'te, konuşma için önemli olan 500-2000 Hz oktav bandı aralığında, hacim akustiği ölçüm sonuçları ile "Odeon 9" programında elde edilen mevcut durum T30, D_{50} ve STI sonuçları karşılaştırmalı olarak görülebilmektedir.

125 Hz oktav bandında en yüksek değerindeki EDT, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi göstermektedir. Yansıma süresi ile paralellik göstermesi istenen EDT'nin bazı alıcı noktaları dışında ortalama değerler bazında T30'a paralel olduğu, bu alıcı noktalardaki sapmaların hacim içerisinde tam yayınlık ses alanının sağlanamamasından kaynaklandığı söylenebilir. Stüdyo 2'nin ortalama EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 3,47 sn., 250 Hz oktav bandında 3,09 sn., 500 Hz oktav bandında 2,48 sn., 1000 Hz oktav bandında 2,21 sn., 2000 Hz oktav bandında 2,02 sn. ve 4000 Hz 1,64 sn.'dir. Sonuçlar hacim akustiği ölçümlerinde elde edilen veriler ile benzerlik göstermektedir.

D_{50} grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D_{50} 'nin (Bakınız Bölüm 3.2.4) hemen hemen tüm alıcı noktalarında ve tüm frekanslarda bu değerin altında olduğu görülmüştür. Bu durum stüdyo içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Kaynak-alıcı arasındaki mesafeyle de ilgili olan D_{50} , sadece kaynağa yakın R5, köşelerde yer alan R3a ve R11a noktalarında, 4000 Hz oktav bandında %50'nin üzerine çıkabilmiştir. Ancak konuşmanın anlaşılabilirliği için, özellikle 500 Hz - 2000 Hz oktav bandı aralıklarındaki değerler önemlidir. Grafiğe genel anlamda bakıldığında 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına çıkıldıkça D_{50} değeri yükselmektedir. Stüdyo 2'nin ortalama D_{50} değerleri, 125 Hz oktav bandında %19, 250 Hz oktav bandında

%21, 500 Hz oktav bandında %27, 1000 Hz oktav bandında %29, 2000 Hz oktav bandında %34 ve 4000 Hz oktav bandında %41'dir. Sonuçlar hacim akustiği ölçümlerinde elde edilen veriler ile benzerlik göstermektedir.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 4000 Hz aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Mevcut modelde elde edilen ortalama değerler 125 Hz oktav bandında 54,7 dB, 250 Hz oktav bandında 58,8 dB, 500 Hz oktav bandında 62,7 dB, 1000 Hz oktav bandında 58,6 dB, 2000 Hz oktav bandında 50,4 dB ve 4000 Hz oktav bandında 42,8 dB'dir. Konuşma için önemli olan 500-2000 Hz oktav bantlarında, tüm alıcı noktalarında toplam ses düzeyi yeterli iken, 2000 Hz oktav bandında, tüm alıcı noktaları için, olması istenen 54 dBA'lık (Bakınız Bölüm 3.2.5) değerinin altındadır. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 61,0 dBA, maksimum 65,2 dBA ve ortalama 62,8 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA (Bakınız Bölüm 3.2.5) olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

Stüdyo 2'nin konuşma iletim göstergesi (STI) grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde (Bakınız Bölüm 3.2.7) olması istenen STI'nın, R5 noktası dışında tüm alıcı noktalarında bu değerinin altında kaldığı görülmektedir. STI'nın, hacimdeki minimum değeri 0,38, maksimum değeri 0,5 ve ortalama değeri 0,42'dir.

4.3.2.2 Derslik 4'ün Odeon Programı ile Akustik Koşullarının Belirlenmesi

Çalışmada, "Odeon 9" programına aktarılan üç boyutlu modelde, 1 adet kaynak ve 6 alıcı noktası, hacim akustiği ölçümlerinde belirlenen konumlarına göre yerleştirilmiştir. Ses kaynağı öğrenci oturma alanına yönlendirilerek, mevcut durumdaki mekanın yüzey gereçlerine göre, tavan, döşeme, duvar, tefriş elemanları gibi tüm yüzeylere uygun malzemeler atanmıştır. Tablo 4.5'te, kullanılan

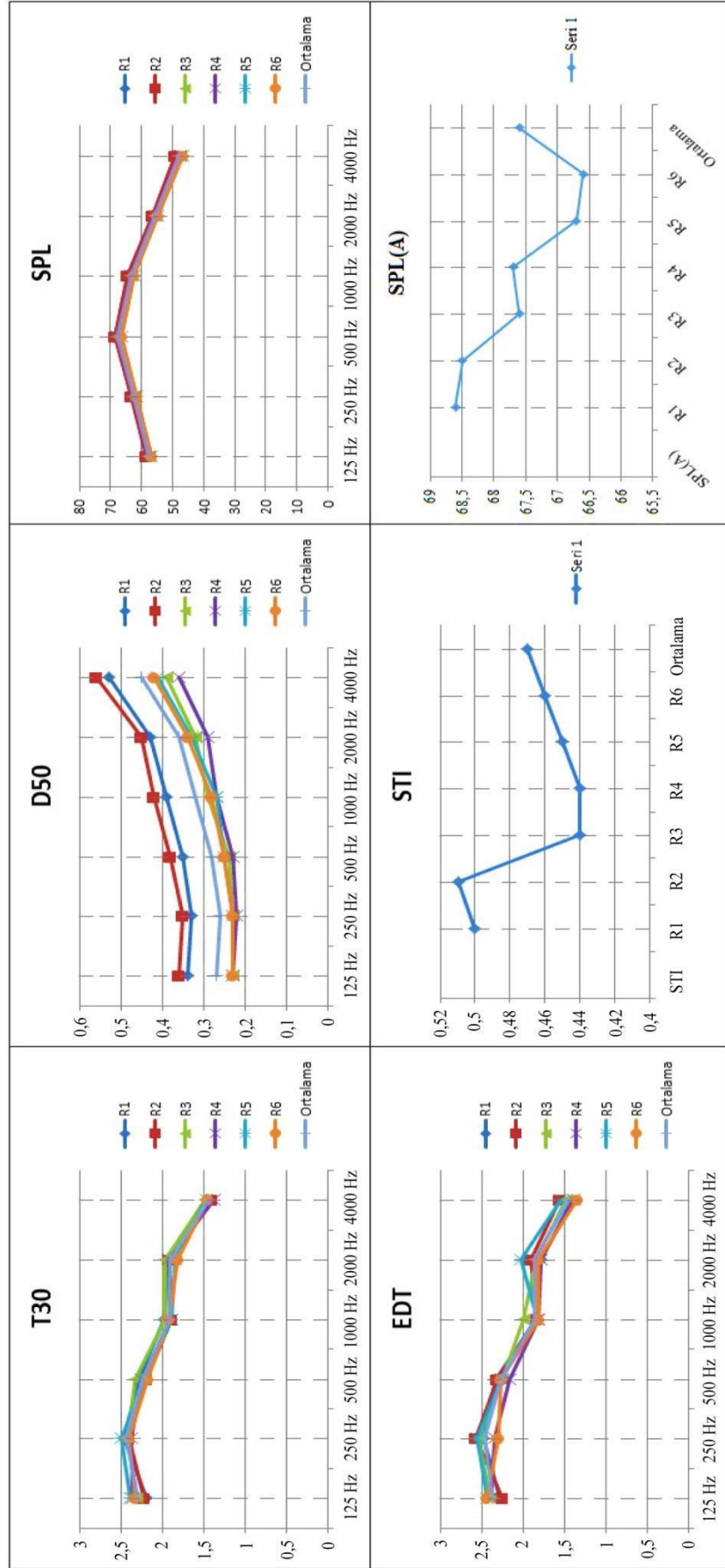
malzemelerin frekanslara göre yutuculuk değerleri verilmektedir. Yapılan hesaplamada T30, EDT, D₅₀, SPL, STI ve SPL(A) hacim akustiği parametreleri 125 Hz – 4000 Hz oktav bandı aralığında ölçülmüştür. Şekil 4.15’te T30, EDT, D50, STI, SPL ve SPL(A) grafikleri verilmektedir.

Tablo 4.5 Derslik 4 yüzey gereçleri yutuculuk katsayıları

Yutuculuk Katsayıları (α)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Duvar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Döşeme	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
Tavan	0,11	0,075	0,067	0,095	0,065	0,055
Ahşap kapı	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Pencere (çift cam)	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Çizim masası	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Sandalye	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Eğitimci masası	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Konuşma kürsüsü	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Beyaz yazı tahtası	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Projeksiyon perdesi	0,06	0,10	0,38	0,63	0,70	0,73

Tablo 4.6 Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçümleri ve “Odeon 9” programı mevcut durum ölçümleri, 500-2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, D₅₀ ve STI değerleri

Parametreler	Hacim akustiği ölçümleri			“Odeon 9” Mevcut Durum Ölçümleri		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
T30	2,26	1,93	1,91	2,24	1,92	1,90
D₅₀	%24	%29	%31	%28	%32	%36
STI	0,47			0,47		



Şekil 4.23 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

250 Hz oktav bandında en yüksek değerlerdeki T30, 125 Hz oktav bandından 250 Hz oktav bandına yükselen, 250 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi göstermektedir. Farklı alıcı noktalarındaki grafik eğrileri ise, hemen hemen birbirlerine paraleldir. Derslik 4'ün ortalama T30 değerleri, 125 Hz oktav bandında 2,30 sn., 250 Hz oktav bandında 2,43 sn., 500 Hz oktav bandında 2,24 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,92 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,90 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,44 sn.'dir. Sonuçlar hacim akustiği ölçümleri ile kıyaslandığında, hemen hemen tüm frekanslarda aynı değerlerde olduğu söylenebilir. Tablo 4.6'da, konuşma için önemli olan 500-2000 Hz oktav bandı aralığında, hacim akustiği ölçüm sonuçları ile "Odeon 9" programında elde edilen mevcut durum T30, D₅₀ ve STI sonuçları karşılaştırmalı olarak görülebilmektedir.

125 Hz oktav bandından 250 Hz oktav bandına yükselen, 250 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına azalan bir grafik eğrisi gösteren EDT, 250 Hz oktav bandında en yüksek değerindedir. Yansıma süresi ile paralellik göstermesi istenen EDT'nin küçük sapmalar dışında T30'a paralel olduğu söylenebilir. Derslik 4'ün ortalama EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 2,37 sn., 250 Hz oktav bandında 2,46 sn., 500 Hz oktav bandında 2,27 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,86 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,86 sn. ve 4000 Hz 1,45 sn.'dir. Sonuçlar hacim akustiği ölçümlerinde özellikle konuşma ile ilgili frekanslarda elde edilen veriler ile benzerlik göstermektedir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin (Bakınız Bölüm 3.2.4) hemen hemen tüm alıcı noktalarında ve tüm frekanslarda bu değerin altında olduğu görülmüştür. Bu durum mekan içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Kaynak-alıcı arasındaki mesafeyle de ilgili olan D₅₀, sadece kaynağa yakın R1 ve R2 noktalarında, 4000 Hz oktav bandında %50'nin üzerine çıkabilmiştir. Ancak konuşmanın anlaşılabilirliği için, özellikle 500 Hz - 2000 Hz oktav bandı aralıklarındaki değerler önemlidir. Grafiğe genel anlamda bakıldığında 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına çıkıldıkça D₅₀ değeri yükselmektedir. Derslik 4'ün ortalama D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %27, 250 Hz oktav bandında %26, 500 Hz oktav bandında %28,

1000 Hz oktav bandında %32, 2000 Hz oktav bandında %36 ve 4000 Hz oktav bandında %45'dir. Sonuçlar hacim akustiği ölçümlerinde elde edilen veriler ile kıyaslandığında benzer bir grafik eğrisi olduğu görülmüştür.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 4000 Hz aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Mevcut modelde elde edilen ortalama değerler 125 Hz oktav bandında 57,7 dB, 250 Hz oktav bandında 52,6 dB, 500 Hz oktav bandında 67,6 dB, 1000 Hz oktav bandında 63,4 dB, 2000 Hz oktav bandında 55,6 dB ve 4000 Hz oktav bandında 47,8 dB'dir. Konuşma için önemli olan 500-2000 Hz oktav bandı aralığına bakıldığında, sonuçlar, tüm alıcı noktaları için, olması istenen 54 dBA'lık (Bakınız Bölüm 3.2.5) değerinin üzerindedir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 66,6 dBA, maksimum 68,6 dBA ve ortalama 67,6 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA (Bakınız Bölüm 3.2.5) olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

Derslik 4'ün konuşma iletim göstergesi (STI) grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde (Bakınız Bölüm 3.2.7) olması istenen STI'nın, R1, R2 ve R6 noktaları dışında bu değerinin altında kaldığı görülmektedir. STI'nın, hacimdeki minimum değeri 0,44, maksimum değeri 0,51 ve ortalama değeri 0,47'dir.

BÖLÜM BEŞ
MİMARLIK BÖLÜMÜ STÜDYO VE DERSLİKLERİNDEKİ İŞİTSEL
KONFOR KOŞULLARININ İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK
ÖNERİLER / DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

Belirlenen stüdyo ve dersliklerde yapılan ölçümlerde, mevcut durum değerlendirildiğinde tespit edilen en önemli sorun, yansışım süresinin çok uzun olması, D_{50} ve STI değerlerinin ise düşük olmasıdır. Bu durum hacim içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanamadığı anlamına gelir. Bu nedenle öncelikle yansışım süresini kısaltacak önlemler alınması gerekmektedir. Bu anlamda mevcut durum üzerinden sonsuz sayıda çözüm önerisi geliştirilebilir. Ancak ileride uygulanma ihtimaline karşılık, mekanın biçimlenişine müdahale etmeyecek, sökülür takılır nitelikte öneriler geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda ilk hedef olarak yansışım süresini kabul edilebilir değer aralığına çekebilecek öneriler geliştirilmesi için, yutucu-yansıtıcı asma tavan uygulaması, ses yutucu perde, halı, akustik sıva uygulaması gibi mekanın özelliklerini değiştirmeyecek öneriler geliştirilmiştir. Belirlenen yansışım süresi kabul edilebilir değer aralığı, mekanlarının hacimlerine göre belirlenmiştir. Stüdyo 2’de 0,7-1,0 sn., Derslik 4’te ise 0,6-0,8 sn. aralığında değerler elde edilmesi istenmektedir. Bunun yanı sıra D_{50} ’nin minimum %50’nin (Bakınız Bölüm 3.2.4), STI’nın minimum 0,45’in üzerinde olması (Bakınız Bölüm 3.2.7), yeterli ses düzeyinin sağlanabilmesi için ise SPL(A)’nın, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA (Bakınız Bölüm 3.2.5) olması beklenmektedir.

5.1 Stüdyo 2 Ölçeğinde

5.1.1 Öneri S1

Stüdyo 2’nin mevcut durumu üzerinde yapılan ilk çalışma, tavandan 25 cm aşağıda, $227,54 \text{ m}^2$ ’lik tek kat yüksekliğindeki kısma yerleştirilen mineral yünü asma tavan uygulamasıdır. Kullanılan asma tavanın frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.1’de verilmektedir.

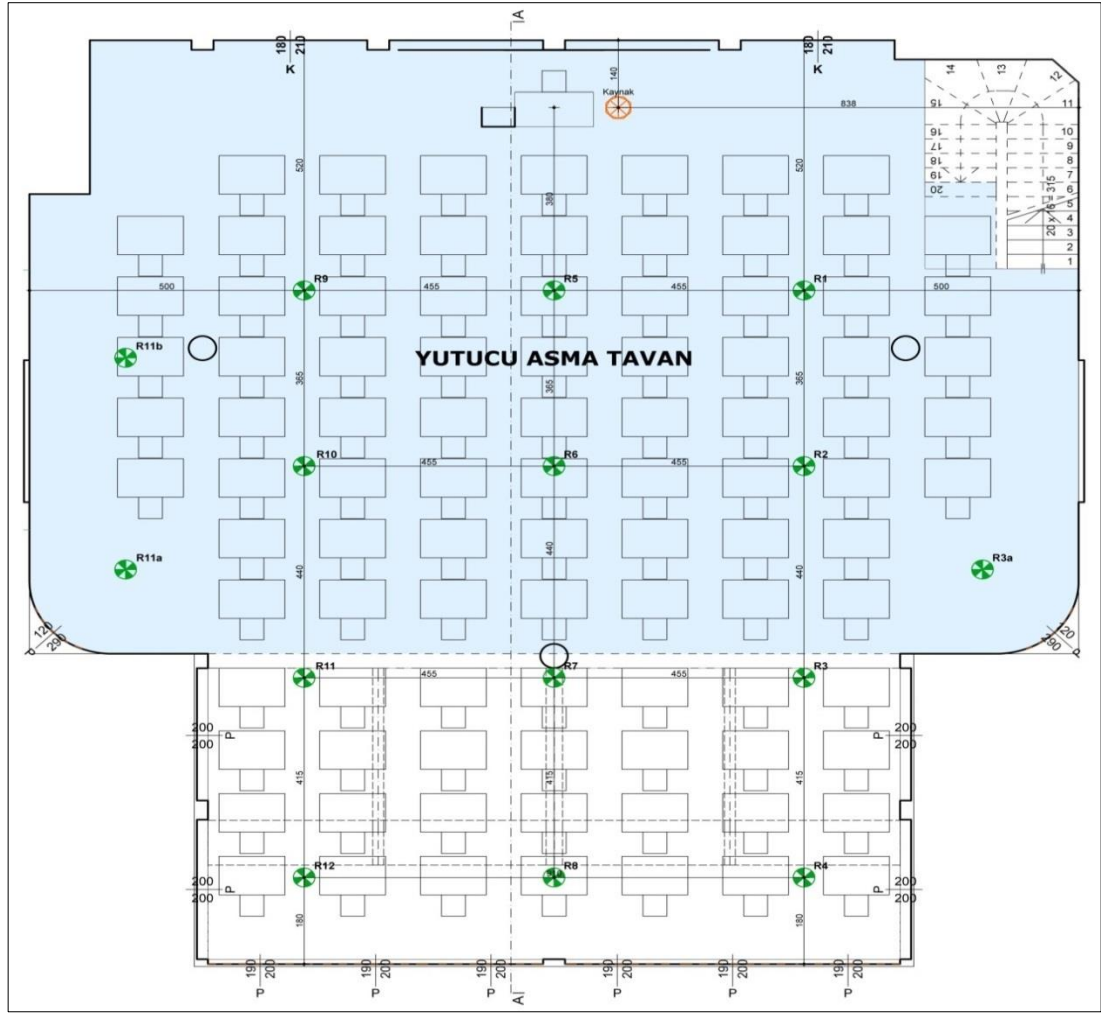
Tablo 5.1 Öneri S1’de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.2’deki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, kabul edilebilir değer aralığı 0,7-1,0 sn.’nin çok üzerinde olan değerlerin, optimum düzeye yaklaştığı, 4000 Hz oktav bandı dışında istenen değer aralığının üzerinde kaldığı görülmektedir. 125 Hz oktav bandında en yüksek seviyedeki T30, genel olarak 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi vermektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Stüdyo 2’nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,41 sn., 250 Hz oktav bandında 1,34 sn., 500 Hz oktav bandında 1,17 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,11 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,03 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,98 sn.’dir.

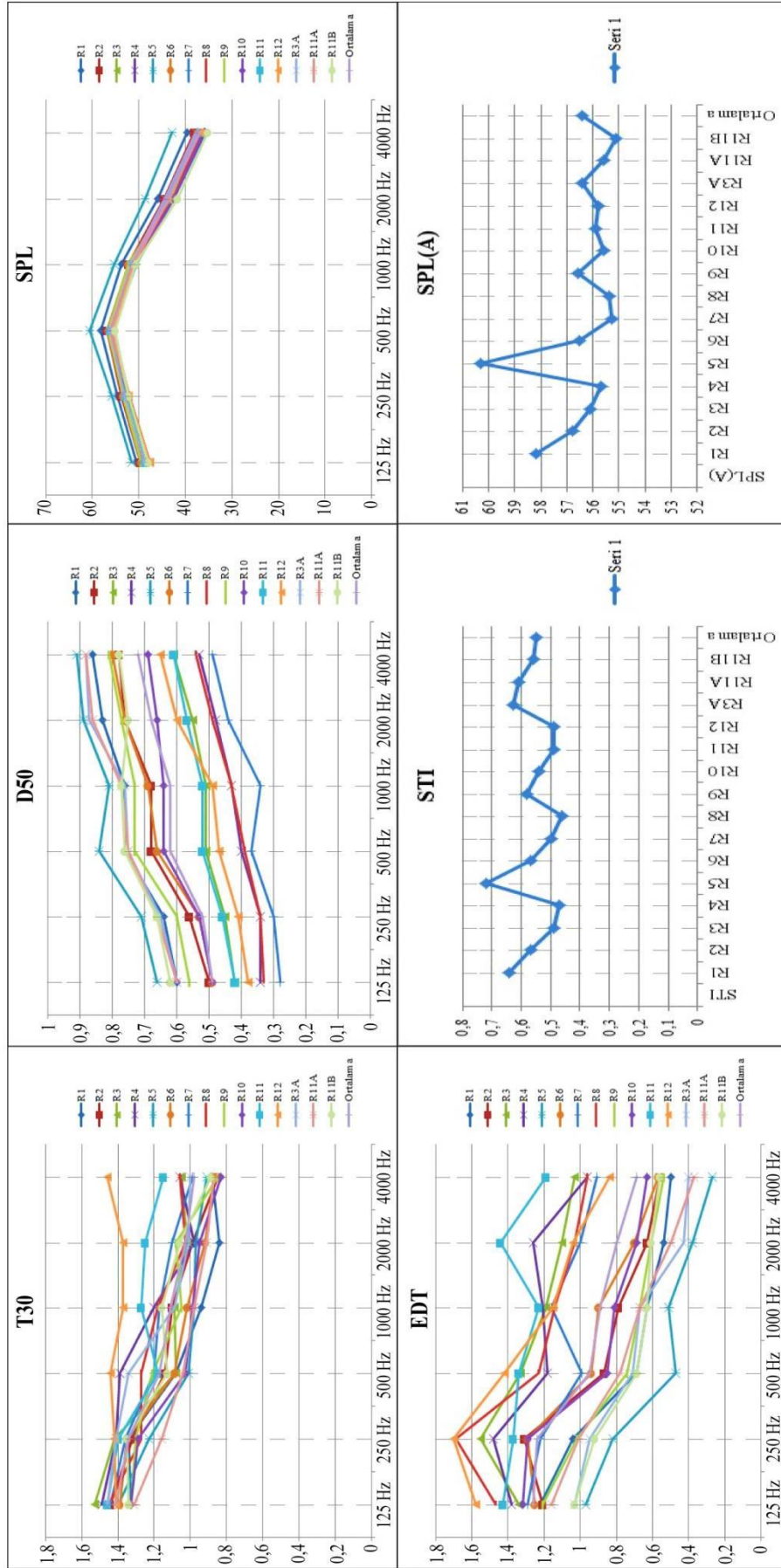
EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisine sahip olduğu görülmüştür. Yansıma süresi ile bazı noktalar dışında paralel bir eğim gösteren grafik, mevcut durum EDT sonuçları ile kıyaslandığında, elde edilen değerlerin yansıma süresinde olduğu gibi daha düşük olduğu görülmektedir. ST2’nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,26 sn., 250 Hz oktav bandında 1,24 sn., 500 Hz oktav bandında 0,95 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,89 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,80 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,69 sn.’dir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50’nin üzerinde olması istenen D₅₀’nin, 15 alıcı noktasından en arkada ve kolon arkasında bulunan 4 alıcı noktası (R4, R7, R8, R12) dışında, konuşma için önemli olan 500 Hz – 2000 Hz oktav bandı aralığında, bu değerlerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2’nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %49, 250 Hz oktav bandında %52, 500 Hz oktav bandında %62, 1000 Hz oktav bandında %62, 2000 Hz oktav bandında %68 ve 4000 Hz oktav bandında %72’dir.



Şekil 5.1 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S1 koşulu

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 48,9 dB, 250 Hz oktav bandında 53,1 dB, 500 Hz oktav bandında 56,4 dB, 1000 Hz oktav bandında 51,8 dB, 2000 Hz oktav bandında 43,9 dB ve 4000 Hz oktav bandında 37,3 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 55,1 dBA, maksimum 60,3 dBA ve ortalama 56,4 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.



Şekil 5.2 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S1 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, mevcut duruma göre yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,46, maksimum değeri 0,72 ve ortalama değeri 0,55'tir.

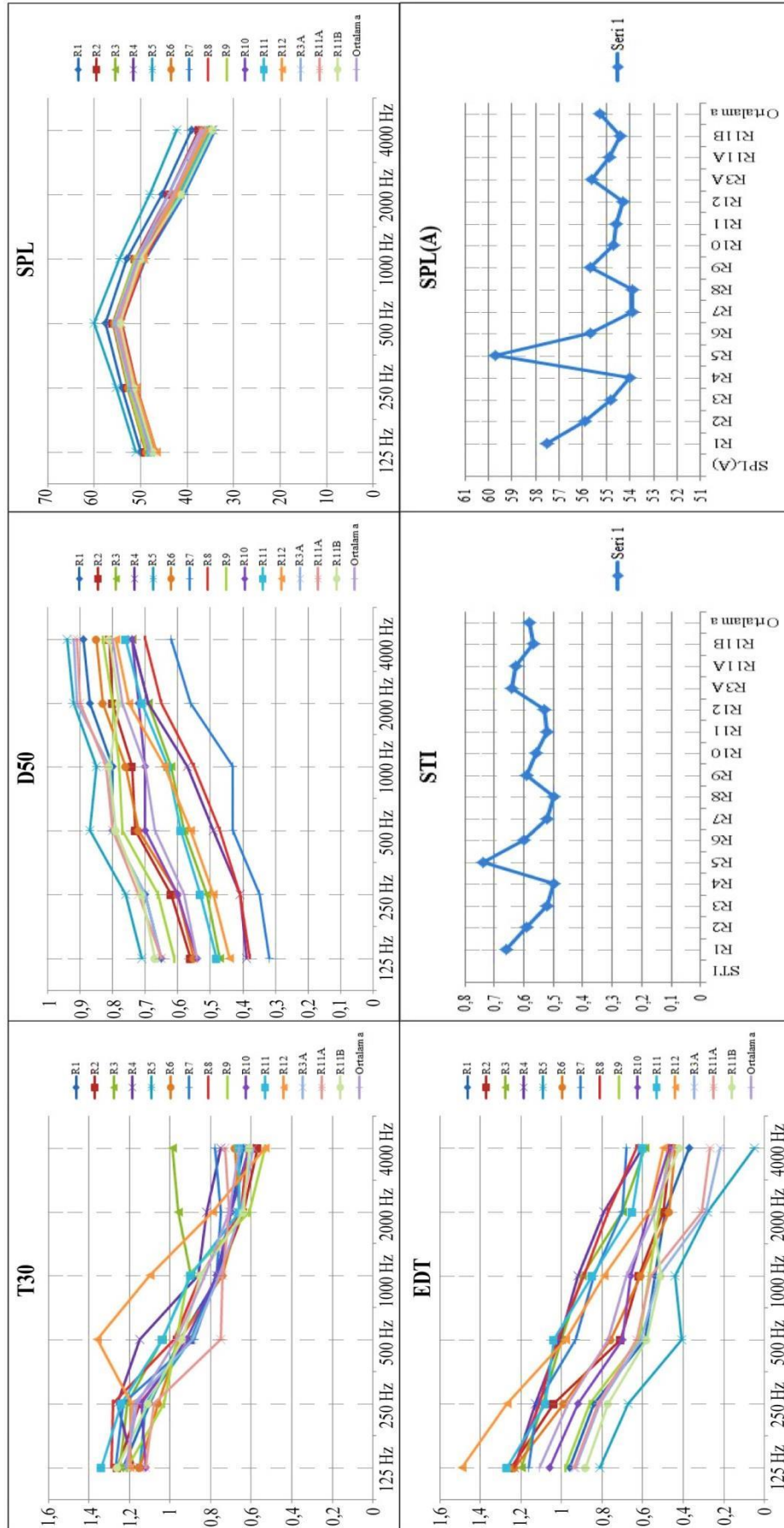
5.1.2 Öneri S1a

Öneri S1'de, tavandan 25 cm aşağıda, 227,54 m²'lik tek kat yüksekliğindeki kısma yerleştirilen mineral yünü asma tavan uygulamasıyla yansım süresinin yeterince düşürülememesi nedeniyle, 323,01 m²'lik zemine, 2 cm kalınlığında halı (Odeon 9 – malzeme no:2292) kaplanmıştır. Burada kullanılan halı mekanın kullanım amacı ve yoğunluğu dikkate alındığında işlevsel bir çözüm olarak görünmemekle birlikte döşeme yüzeyinin yutucu olmasının hacim üzerinde yapacağı etkinin değerlendirilmesi amacıyla öneriler içerisinde yer almaktadır. Öte yandan uygulama pratiği açısından benzer yutuculuğa sahip bir malzeme önerisi getirilememektedir. Kullanılan asma tavanın ve halı kaplamanın frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2 Öneri S1a'da kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
2 cm kalınlığında halı kaplama	0,1	0,14	0,2	0,33	0,5	0,6

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.3'teki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Stüdyo 2'nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,22 sn., 250 Hz oktav bandında 1,16 sn., 500 Hz oktav bandında 0,97 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,83 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,71 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,66 sn.'dir.



Şekil 5.3 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S1a koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

EDT grafiğini incelediğimizde, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Yansıma süresi ile bazı noktalar dışında paralel bir eğim gösteren grafik, mevcut durum EDT sonuçları ile kıyaslandığında, elde edilen değerlerin yansıma süresinde olduğu gibi daha düşük olduğu görülmektedir. ST2'nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,11 sn., 250 Hz oktav bandında 0,97 sn., 500 Hz oktav bandında 0,77 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,68 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,54 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,45 sn.'dir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz oktav bandında R4, R7 (kolon arkası) ve R8, 1000 Hz oktav bandında ise R7 alıcı noktası dışında bu değer üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %54, 250 Hz oktav bandında %58, 500 Hz oktav bandında %67, 1000 Hz oktav bandında %70, 2000 Hz oktav bandında %77 ve 4000 Hz oktav bandında %80'dir.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 48,0 dB, 250 Hz oktav bandında 52,1 dB, 500 Hz oktav bandında 55,5 dB, 1000 Hz oktav bandında 50,6 dB, 2000 Hz oktav bandında 42,9 dB ve 4000 Hz oktav bandında 36,3 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 53,9 dBA, maksimum 59,7 dBA ve ortalama 55,3 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S1'e göre daha da yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,50, maksimum değeri 0,74 ve ortalama değeri 0,58'dir.

5.1.3 Öneri S1b

Öneri S1’de, tavandan 25 cm aşağıda, 227,54 m²’lik tek kat yüksekliğindeki kısma yerleştirilen mineral yünü asma tavan uygulamasıyla yansıma süresinin yeterince düşürülememesi nedeniyle, stüdyonun arka bölümünde kalan tavan yüzeylerine akustik sıva (Odeon 9 – malzeme no:1104) uygulaması önerilmiştir. Kullanılan yutucu asma tavanın ve akustik sıvanın frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.3’te verilmektedir.

Tablo 5.3 Öneri S1b’de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Akustik sıva	0,15	0,25	0,4	0,55	0,6	0,6

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.4’teki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Öneri S1’deki T30 değerleri ile kıyaslandığında daha düşük sonuçlar elde edildiği, yansıma süresinin orta frekanslarda 1,0 saniyenin altında kaldığı görülmektedir. Stüdyo 2’nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,34 sn., 250 Hz oktav bandında 1,22 sn., 500 Hz oktav bandında 0,97 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,92 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,84 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,81 sn.’dir.

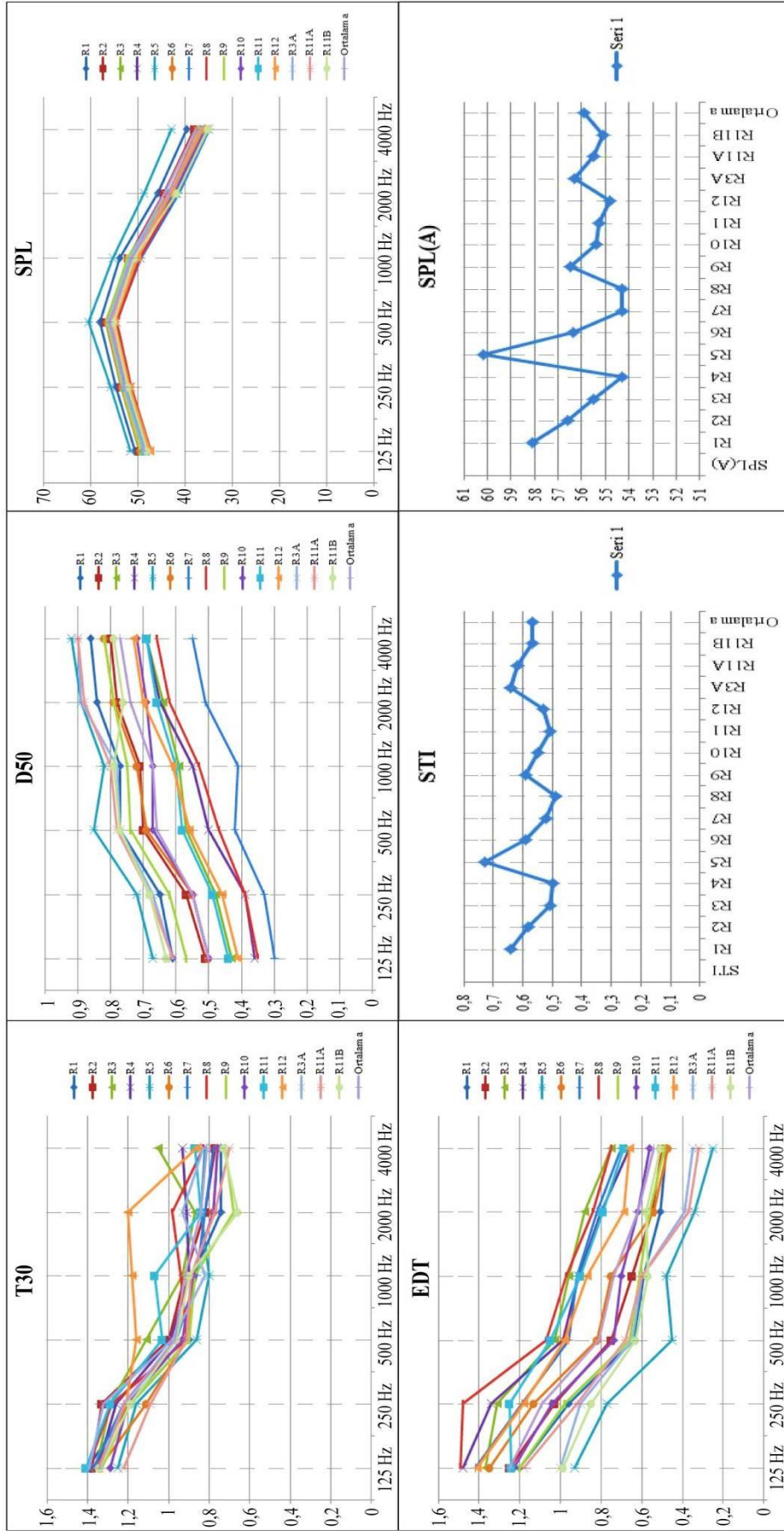
EDT grafiğini incelediğimizde, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Yansıma süresi ile bazı noktalar dışında paralel bir eğim gösteren grafik, mevcut durum EDT sonuçları ile kıyaslandığında, elde edilen değerlerin yansıma süresinde olduğu gibi daha düşük olduğu görülmektedir. ST2’nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,25 sn., 250 Hz oktav bandında 1,09 sn., 500 Hz oktav bandında 0,81 sn., 1000 Hz oktav

bandında 0,74 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,62 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,54 sn.'dir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin 15 alıcı noktasından, 500 Hz oktav bandında R7 (kolon arkası) ve R8, 1000 Hz oktav bandında ise R7 alıcı noktası dışında bu değerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %50, 250 Hz oktav bandında %55, 500 Hz oktav bandında %66, 1000 Hz oktav bandında %67, 2000 Hz oktav bandında %74 ve 4000 Hz oktav bandında %77'dir.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 48,7 dB, 250 Hz oktav bandında 52,8 dB, 500 Hz oktav bandında 56,0 dB, 1000 Hz oktav bandında 51,3 dB, 2000 Hz oktav bandında 43,4 dB ve 4000 Hz oktav bandında 36,9 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 54,3 dBA, maksimum 60,2 dBA ve ortalama 55,9 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S1'e göre daha da yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,49, maksimum değeri 0,73 ve ortalama değeri 0,57'dir.



Şekil 5.4 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S1b koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

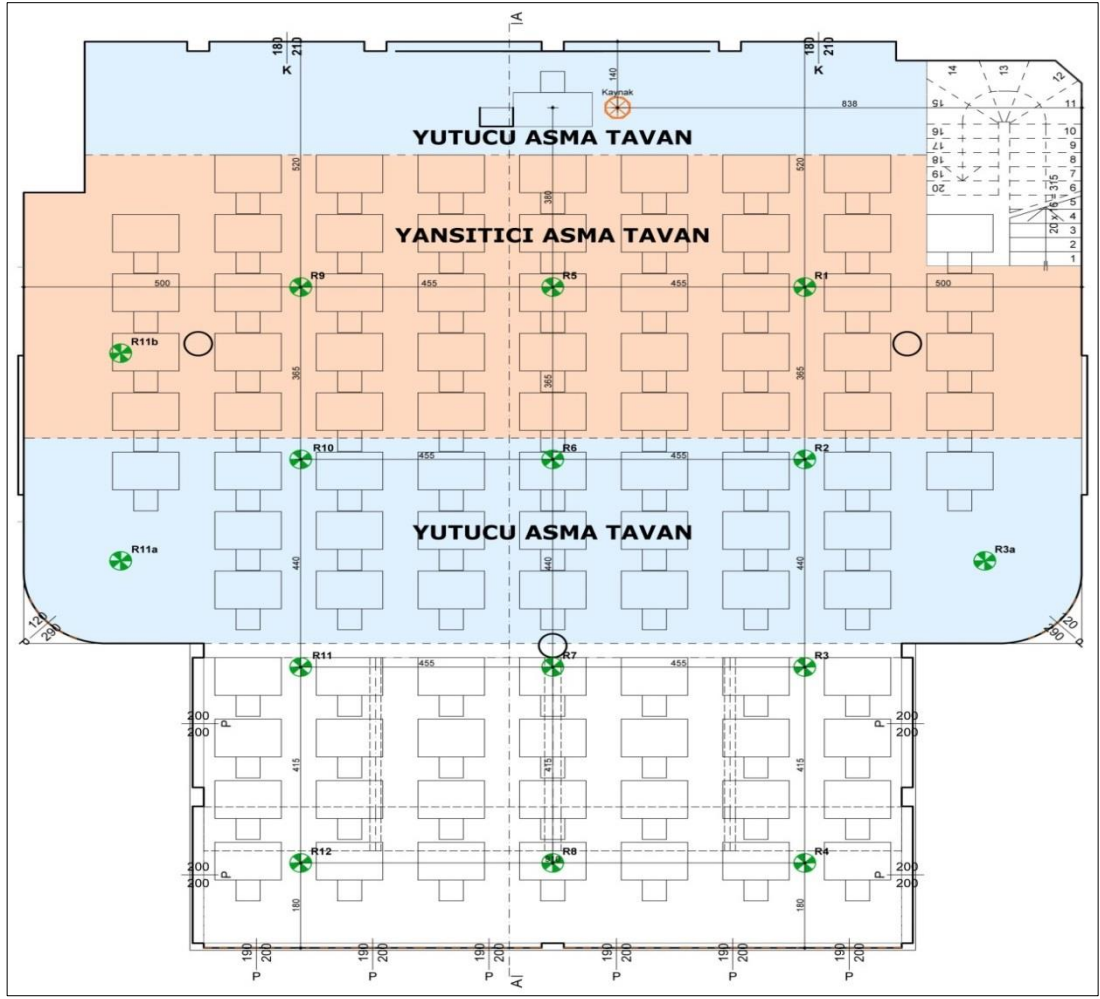
5.1.4 Öneri S2

Öneri S1’de kullanılan, tavandan 25 cm aşağıda, tek kat yüksekliğindeki kısma yerleştirilen yutucu asma tavanın, özellikle stüdyonun arka bölümlerinde SPL düzeyini çok azaltması riskine karşılık, asma tavan malzemesinin belirli bölümlerde farklılaştırılması önerisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla tavan yüzeyinin konuşmacıya yakın olan bölümündeki yaklaşık 107 m²’lik kısmına, 1 cm kalınlığında ahşap paneller, kalan kısmına yine mineral yünü asma tavan panelleri yerleştirilmiştir. Bu uygulama ile aynı zamanda hacim içerisindeki işitsel koşul dağılımının değişimi de değerlendirilmek istenmiştir. Kullanılan asma tavan panellerinin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.4’te verilmektedir.

Tablo 5.4 Öneri S2’de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

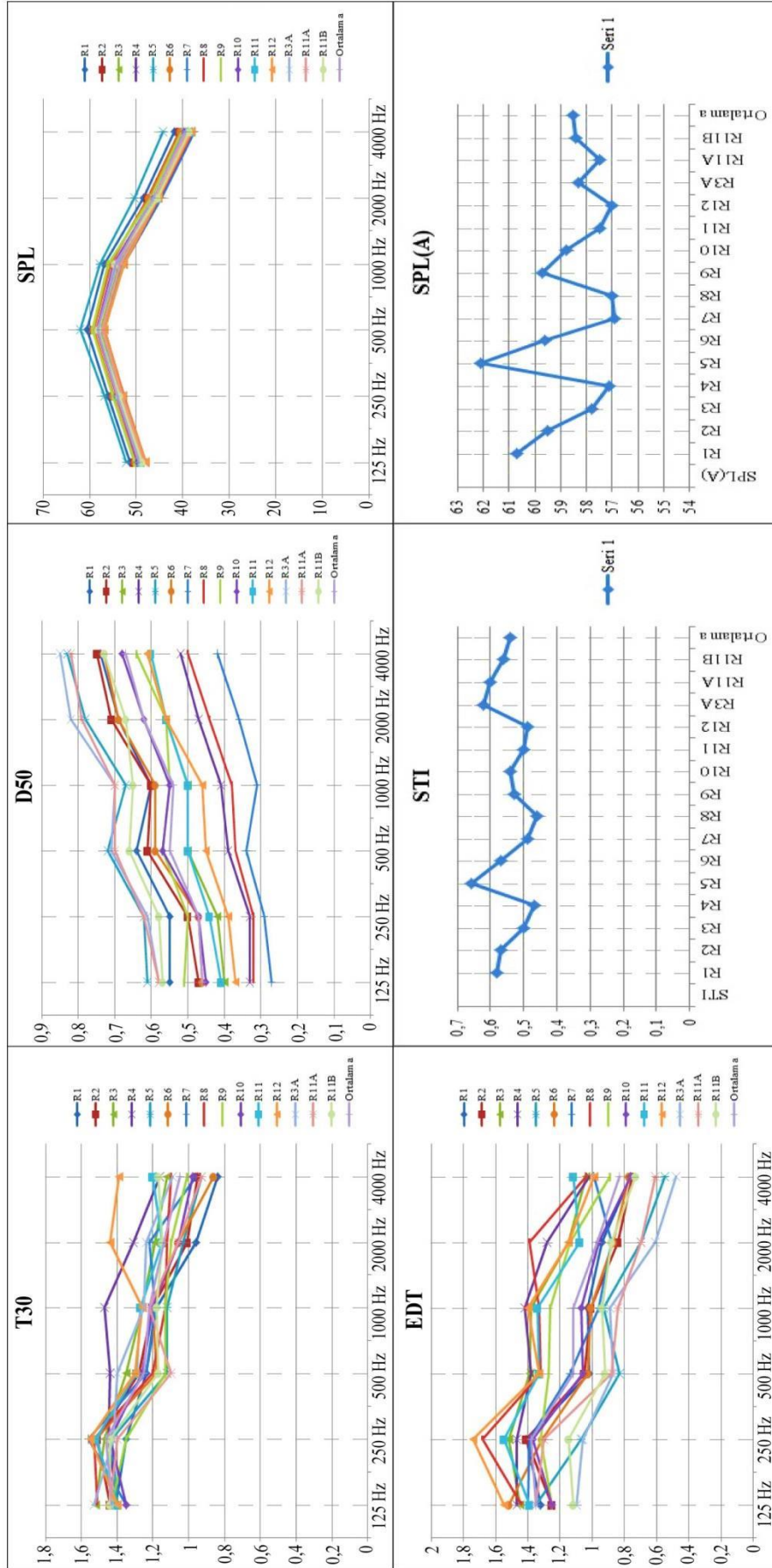
Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap asma tavan paneli	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.6’daki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Önerideki T30 değerlerinin mevcut durum koşulları ile karşılaştırıldığında oldukça düşürüldüğü görülmektedir. Ancak sonuçlar yine de hedeflenen 1,0 sn. sınır değerinin üzerindedir. Stüdyo 2’nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,43 sn., 250 Hz oktav bandında 1,46 sn., 500 Hz oktav bandında 1,25 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,22 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,14 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 1,05 sn.’dir.



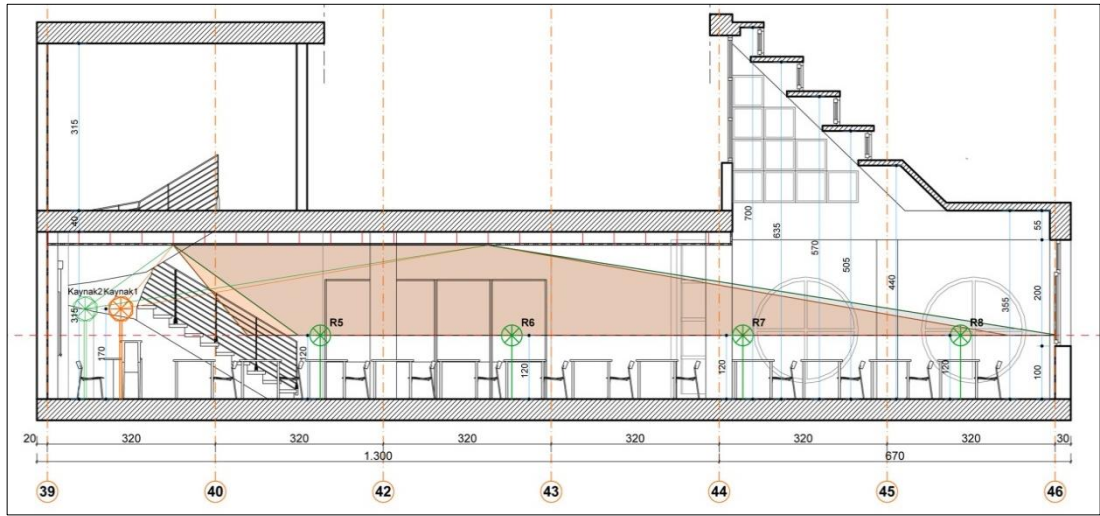
Şekil 5.5 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S2 koşulu

EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Yansıma süresi ile bazı noktalar dışında paralel bir eğim gösteren grafik, mevcut durum EDT sonuçları ile kıyaslandığında, elde edilen değerlerin yansıma süresinde olduğu gibi daha düşük olduğu görülmektedir. ST2'nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,35 sn., 250 Hz oktav bandında 1,38 sn., 500 Hz oktav bandında 1,12 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,12 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,97 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,83 sn.'dir.



Şekil 5.6 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S2 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

D_{50} grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D_{50} 'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktaları R4, R8, R12 ve kolon arkasındaki R7, 1000 Hz oktav bandında R4, R7, R8, R12 ve 2000 Hz oktav bandında R4, R7, R8 alıcı noktaları dışında, bu değerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D_{50} değerleri, 125 Hz oktav bandında %46, 250 Hz oktav bandında %47, 500 Hz oktav bandında %55, 1000 Hz oktav bandında %54, 2000 Hz oktav bandında %62 ve 4000 Hz oktav bandında %67'dir.



Şekil 5.7 Stüdyo 2 (ST2)'nin Öneri S2 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 49,4 dB, 250 Hz oktav bandında 54,1 dB, 500 Hz oktav bandında 58,3 dB, 1000 Hz oktav bandında 54,5 dB, 2000 Hz oktav bandında 46,4 dB ve 4000 Hz oktav bandında 39,5 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 56,9 dBA, maksimum 62,1 dBA ve ortalama 58,5 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S1 ile

hemen hemen aynı olduğu söylenebilir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,46, maksimum değeri 0,66 ve ortalama değeri 0,54'tür.

5.1.5 Öneri S2a

Öneri S2a'da, Öneri S2'de oluşturulan asma tavan önerisinin yanı sıra, zemine de 2 cm kalınlığında halı kaplaması önerilmiştir. Burada kullanılan halı mekanın kullanımı düşünüldüğünde işlevsel bir çözüm değildir. Ancak döşemede uygulanabilecek en yutucu malzeme olması sebebiyle, döşemenin yutucu olmasının, hacim akustiği parametreleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla seçilmiştir. Kullanılan asma tavanların ve halının frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.5'te verilmektedir.

Tablo 5.5 Öneri S2a'da kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap asma tavan paneli	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11
2 cm kalınlığında halı kaplama	0,1	0,14	0,2	0,33	0,5	0,6

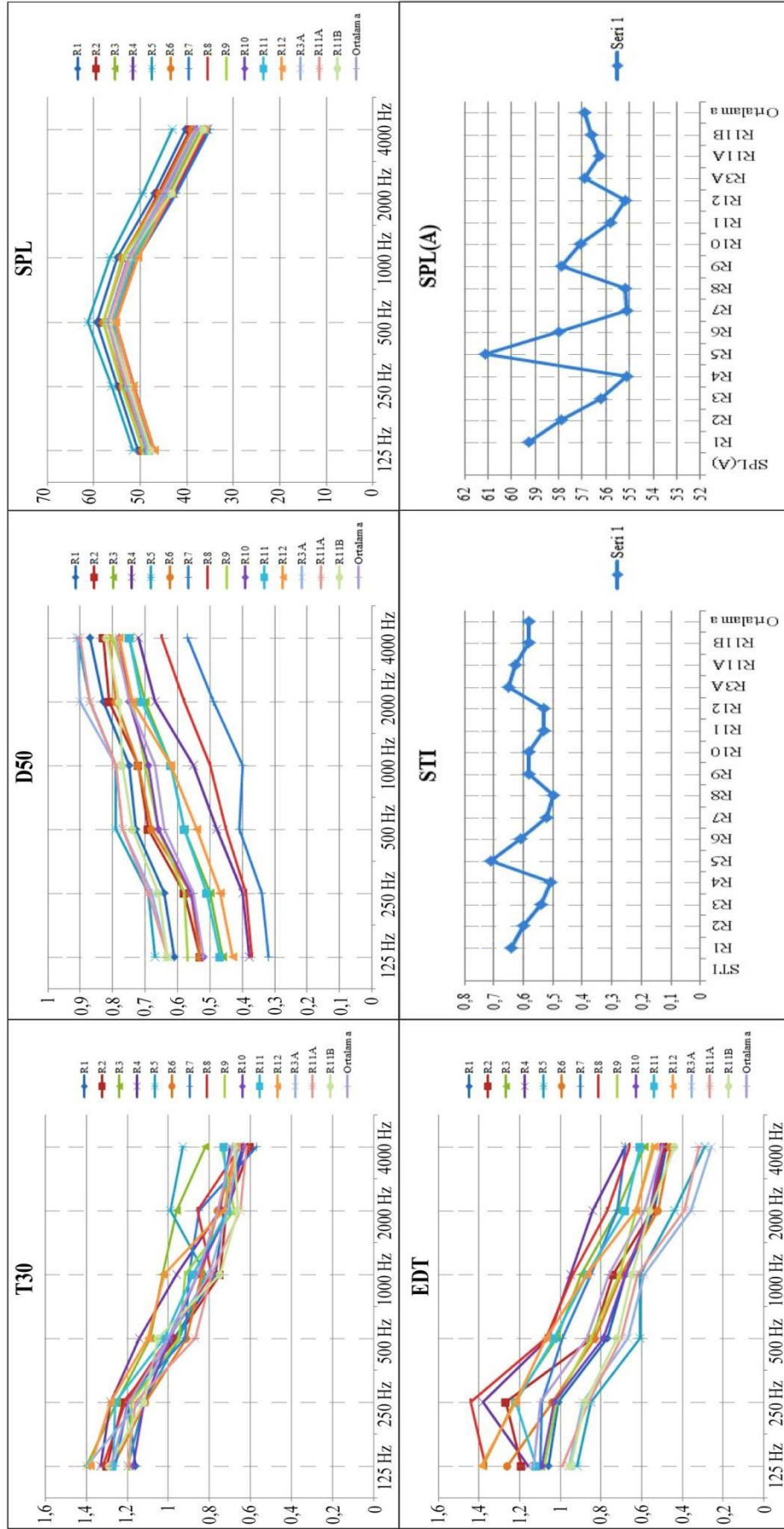
Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.8'deki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Önerideki T30 değerlerinin, orta frekanslarda 0,7-1,0 sn'lik değer aralığında kaldığı görülmektedir. Stüdyo 2'nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,28 sn., 250 Hz oktav bandında 1,19 sn., 500 Hz oktav bandında 1,00 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,86 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,76 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,69 sn.'dir.

EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. ST2'nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,13 sn., 250 Hz oktav bandında 1,10 sn., 500 Hz oktav bandında 0,87 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,76 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,59 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,50 sn.'dir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, kolon arkasındaki alıcı noktası R7, 1000 Hz oktav bandında R7 ve 2000 Hz oktav bandında R7 alıcı noktaları dışında, bu değerlerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %52, 250 Hz oktav bandında %55, 500 Hz oktav bandında %64, 1000 Hz oktav bandında %67, 2000 Hz oktav bandında %75 ve 4000 Hz oktav bandında %79'dur.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 48,5 dB, 250 Hz oktav bandında 52,9 dB, 500 Hz oktav bandında 57,0 dB, 1000 Hz oktav bandında 52,5 dB, 2000 Hz oktav bandında 44,6 dB ve 4000 Hz oktav bandında 37,7 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 55,1 dBA, maksimum 61,1 dBA ve ortalama 56,9 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S2 ile kıyaslandığında yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,50, maksimum değeri 0,71 ve ortalama değeri 0,58'dir.



Şekil 5.8 Stüdyo 2 (ST2) ”Odeon 9” programında elde edilen Öneri S2a koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

5.1.6 Öneri S3

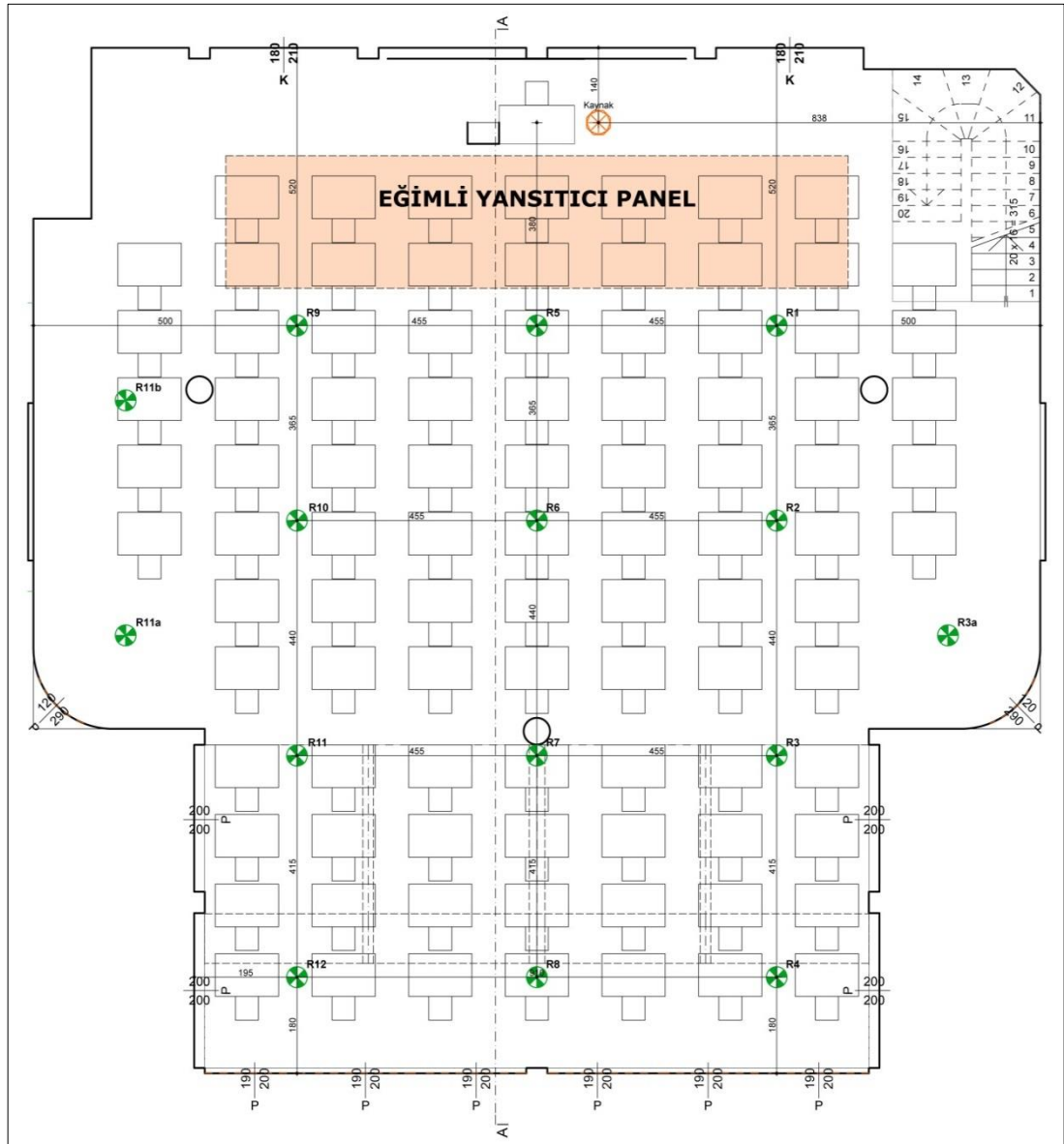
Öneri S3'te, tavan yüzeyi Öneri S1'de olduğu gibi, tavandan 25 cm aşağıda, 227,54 m²'lik tek kat yüksekliğindeki kısma mineral yünü asma tavana ek olarak Şekil 5.9 ve Şekil 5.11'deki plan ve kesitte görüldüğü gibi, 7,01° eğimli yansıtıcı bir tavan paneli önerilmiştir. Burada amaç yutucu asma tavanın SPL değerini çok düşürmesi riskine karşılık yansıtıcı bir panel kullanılarak, hacim içerisindeki akustik koşulların homojen bir biçimde dağılmasını sağlamaktır. Yansıtıcı tavan paneli malzemesi olarak, çalışma masalarının üretiminde de kullanılan sentetik ahşap levha önerilmektedir. Kullanılan asma tavanın ve yansıtıcı tavan panelinin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.6'da verilmektedir.

Tablo 5.6 Öneri S3'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

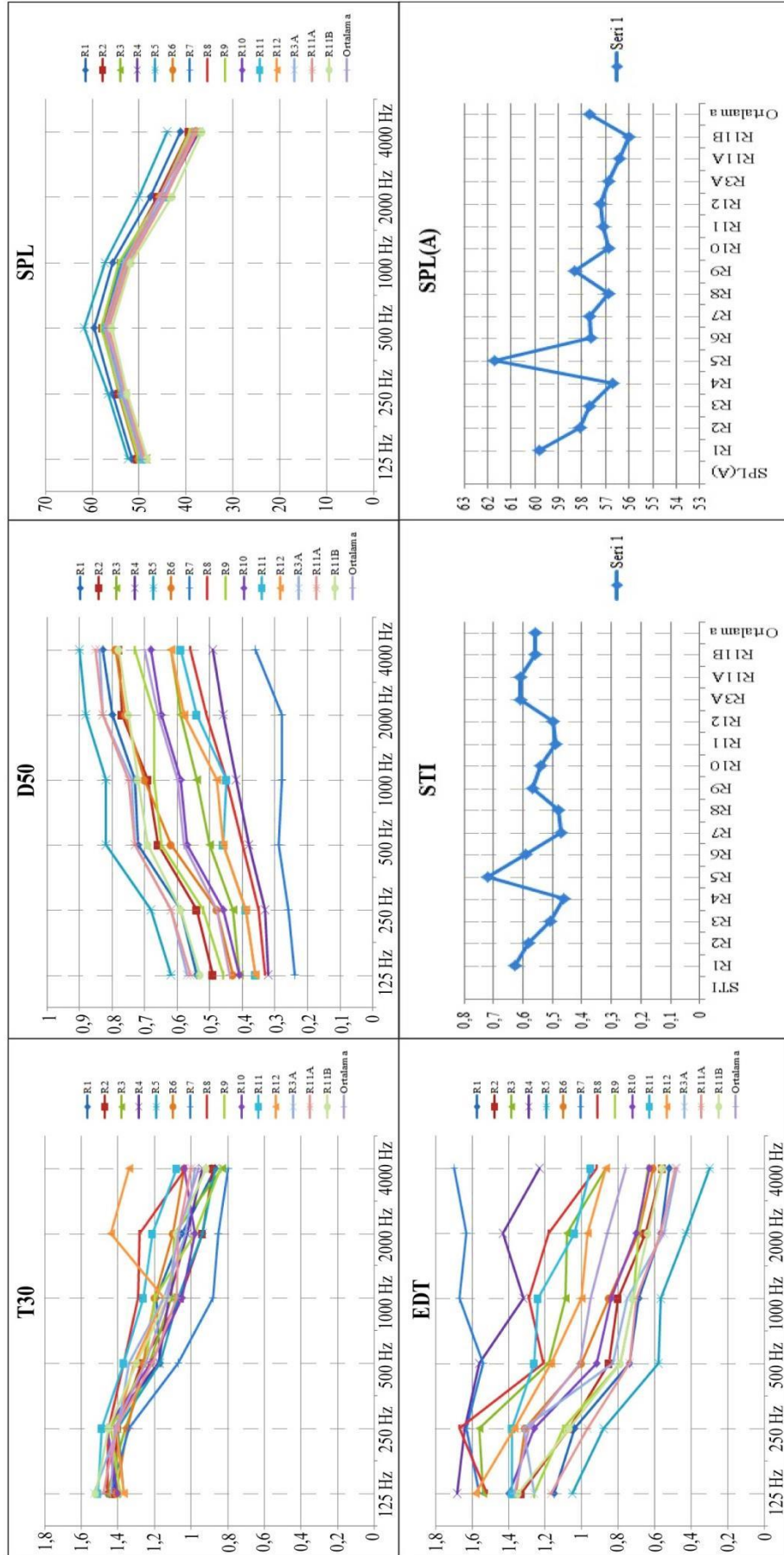
Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı tavan paneli	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.10'daki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Önerideki T30 değerleri, sadece yutucu asma tavan bulunan Öneri S1 ile kıyaslandığında, eklenen yansıtıcı tavan panelinin T30 değerlerini yükselttiği, ancak önemli oranda bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Stüdyo 2'nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,44 sn., 250 Hz oktav bandında 1,42 sn., 500 Hz oktav bandında 1,25 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,13 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,07 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,96 sn.'dir.

EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. ST2'nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,37 sn., 250 Hz oktav bandında 1,29 sn., 500 Hz oktav bandında 1,01 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,95 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,86 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,76 sn.'dir. Öneri S1 ile kıyaslandığında, yansıtıcı tavan panelinin, T30'da olduğu gibi EDT değerlerini yükselttiği, ancak önemli oranda bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir.



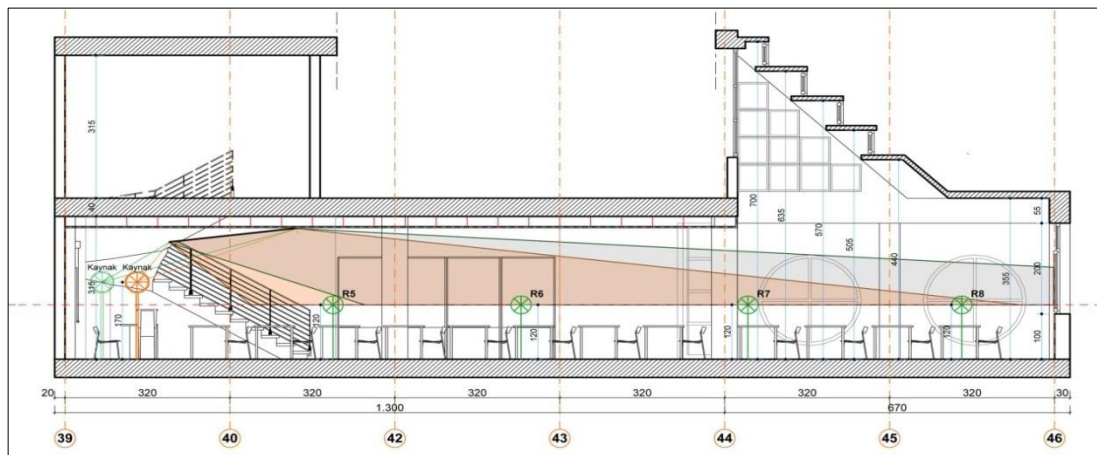
Şekil 5.9 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S3 koşulu



Şekil 5.10 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S3 koşulu T30, EDT, D50, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, R11, R12, kolon arkasındaki alıcı noktası R7, 1000 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, R11, R12, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 ve 2000 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 dışında, bu değerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %44, 250 Hz oktav bandında %48, 500 Hz oktav bandında %58, 1000 Hz oktav bandında %60, 2000 Hz oktav bandında %66 ve 4000 Hz oktav bandında %70'tir.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 49,6 dB, 250 Hz oktav bandında 53,8 dB, 500 Hz oktav bandında 57,5 dB, 1000 Hz oktav bandında 53,4 dB, 2000 Hz oktav bandında 45,6 dB ve 4000 Hz oktav bandında 38,7 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 56,0 dBA, maksimum 61,7 dBA ve ortalama 57,7 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.



Şekil 5.11 Stüdyo 2 (ST2)'nin Öneri S3 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde (Bakınız Bölüm 3.2.7) olması istenen STI'nın, Öneri S1 ile kıyaslandığında yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,46, maksimum değeri 0,72 ve ortalama değeri 0,56'dır.

5.1.7 Öneri S3a

Öneri S3a'da, Öneri S3'te olduğu gibi yutucu asma tavan ve yansıtıcı tavan paneli ile birlikte zeminde de 2 cm kalınlığında halı kaplaması önerilmiştir. Burada halının kullanılmasındaki amaç yansıma süresinin olması istenen değer aralığına düşürülmesini sağlamaktır. Halı, mekanın kullanımı düşünüldüğünde işlevsel bir çözüm değildir. Ancak döşemede uygulanabilecek en yutucu malzeme olması sebebiyle, döşemenin yutucu olmasının, hacim akustiği parametreleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla seçilmiştir. Kullanılan yutucu asma tavanın, yansıtıcı tavan panelinin ve halının frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.7'de verilmektedir.

Tablo 5.7 Öneri S3a'da kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı tavan paneli	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
2 cm kalınlığında halı kaplama	0,1	0,14	0,2	0,33	0,5	0,6

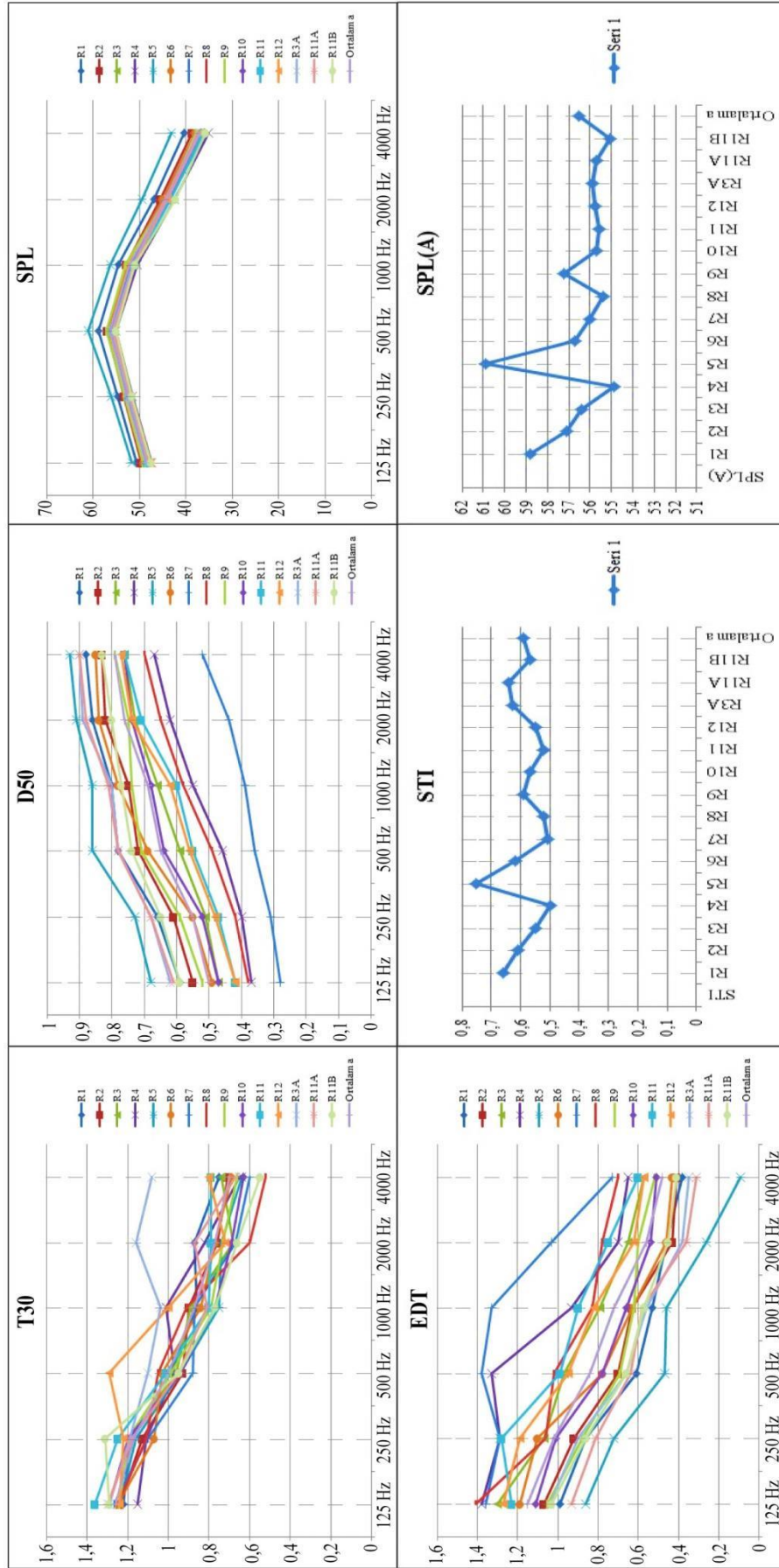
Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.12'deki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Önerideki T30 değerleri Öneri S3'teki T30 değerleri ile kıyaslandığında, halının yansıma süresini önemli oranda düşürdüğü, 0,7-1,0 sn. kabul edilebilir değer aralığının orta ve yüksek oktav

bantlarında yakalandığı görülmektedir. Stüdyo 2'nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,26 sn., 250 Hz oktav bandında 1,17 sn., 500 Hz oktav bandında 1,00 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,87 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,77 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,70 sn.'dir.

EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. ST2'nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,15 sn., 250 Hz oktav bandında 1,02 sn., 500 Hz oktav bandında 0,84 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,72 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,56 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,48 sn.'dir. Değerler Öneri S3 ile kıyaslandığında, T30 değerlerinde olduğu gibi, EDT değerlerinin de önemli oranda düştüğü görülmektedir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 ve 1000 Hz, 2000 Hz oktav bantlarında, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 dışında, bu değer üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %50, 250 Hz oktav bandında %55, 500 Hz oktav bandında %65, 1000 Hz oktav bandında %69, 2000 Hz oktav bandında %76 ve 4000 Hz oktav bandında %79'dur.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 48,7 dB, 250 Hz oktav bandında 52,8 dB, 500 Hz oktav bandında 56,4 dB, 1000 Hz oktav bandında 52,1 dB, 2000 Hz oktav bandında 44,4 dB ve 4000 Hz oktav bandında 37,5 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 54,9 dBA, maksimum 60,9 dBA ve ortalama 56,5 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.



Şekil 5.12 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri S3a koşulu T30, EDT, D50, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S3 ile kıyaslandığında yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,50, maksimum değeri 0,75 ve ortalama değeri 0,59'dur.

5.1.8 Öneri S4

Öneri S4'te, tavan yüzeyi Öneri S1'de olduğu gibi, tavandan 25 cm aşağıda, 227,54 m²'lik tek kat yüksekliğindeki kısma mineral yünü asma tavan, ayrıca Şekil 5.14'teki planda görüldüğü gibi, 7,01° eğimli yansıtıcı bir tavan paneli önerilmiştir. Önerinin, Öneri S3'ten farkı, yansıtıcı tavan panelinin biçimlenişi ve boyutlarıdır. Yansıtıcı tavan paneli malzemesi olarak, çalışma masalarının üretiminde de kullanılan sentetik ahşap levha önerilmektedir. Kullanılan asma tavanın ve yansıtıcı tavan panelinin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.8'de verilmektedir.

Tablo 5.8 Öneri S4'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

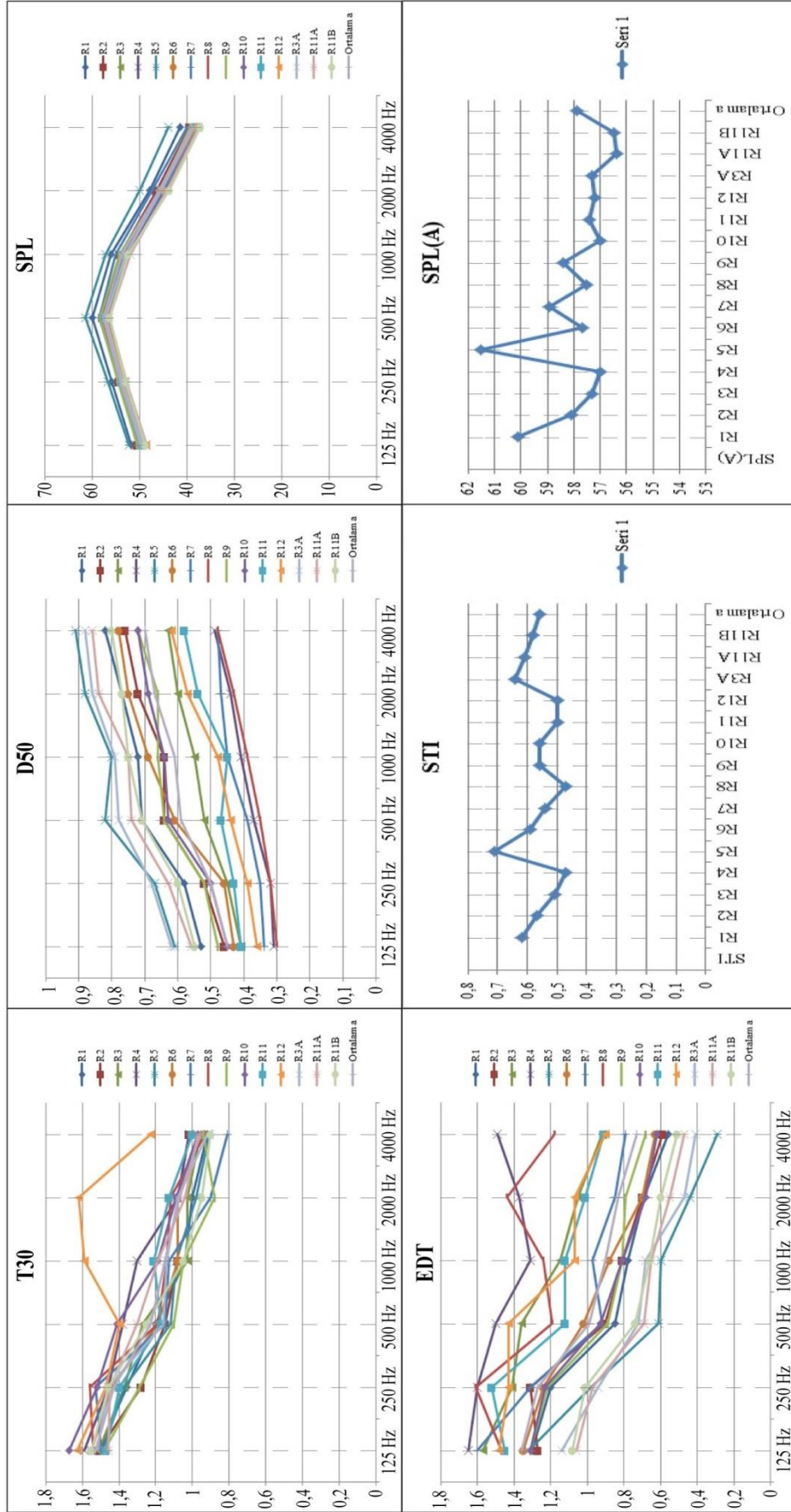
Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı tavan paneli	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.13'teki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Önerideki T30 değerleri Öneri S3'teki T30 değerleri ile kıyaslandığında hemen hemen aynı değerlerdedir. Stüdyo 2'nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,53 sn., 250 Hz oktav bandında 1,43 sn., 500 Hz oktav bandında 1,23 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,15 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,07 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,96 sn.'dir.

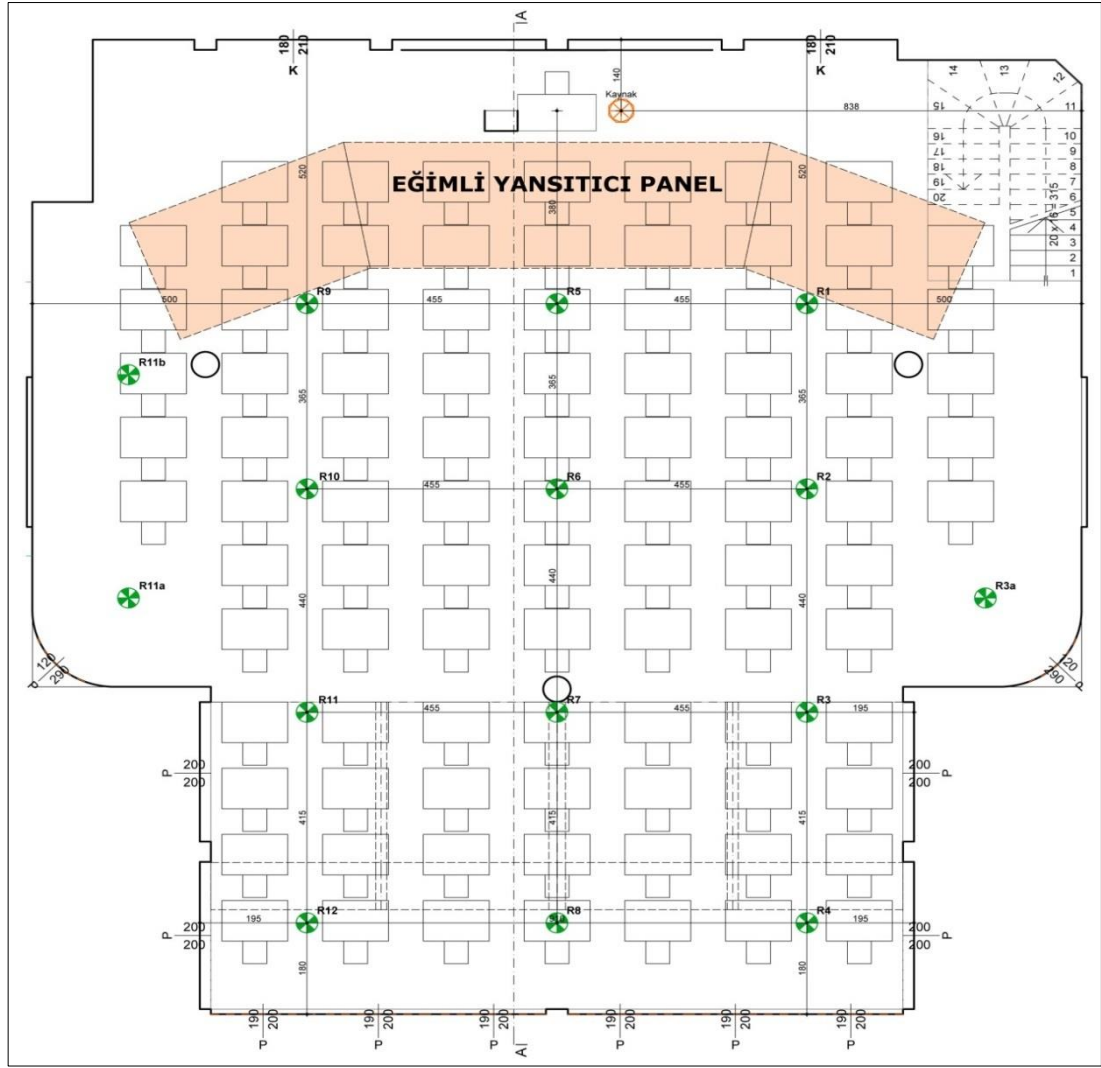
EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. ST2'nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,36 sn., 250 Hz oktav bandında 1,27 sn., 500 Hz oktav bandında 0,99 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,90 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,83 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,73 sn.'dir. Sonuçlar Öneri S3 ile kıyaslandığında, T30 değerlerinde olduğu gibi hemen hemen aynı değerlerdedir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz, 1000 Hz oktav bantlarında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, R11, R12, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 ve 2000 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 dışında, bu değerlerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %45, 250 Hz oktav bandında %50, 500 Hz oktav bandında %59, 1000 Hz oktav bandında %61, 2000 Hz oktav bandında %67 ve 4000 Hz oktav bandında %70'dur.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 49,8 dB, 250 Hz oktav bandında 54,0 dB, 500 Hz oktav bandında 57,7 dB, 1000 Hz oktav bandında 53,7 dB, 2000 Hz oktav bandında 45,9 dB ve 4000 Hz oktav bandında 39,0 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 56,4 dBA, maksimum 61,5 dBA ve ortalama 57,9 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.



Şekil 5.13 Stüdyo 2 (ST2) "Odeon 9" programında elde edilen Öneri S4 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerler



Şekil 5.14 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S4 koşulu

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S3 ile kıyaslandığında ortalama aynı değerde olduğu söylenebilir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,47, maksimum değeri 0,71 ve ortalama değeri 0,56'dır.

5.1.9 Öneri S5

Öneri S5'te, tavan yüzeyi Öneri S1'de olduğu gibi, tavandan 25 cm aşağıda, 227,54 m²'lik tek kat yüksekliğindeki kısma mineral yünü asma tavan, ayrıca Şekil 5.15'teki planda görüldüğü gibi, 7,01° eğimli yansıtıcı bir tavan paneli önerilmiştir. Önerinin, Öneri S3 ve Öneri S4'ten farkı, yansıtıcı tavan panelinin biçimlenişi ve

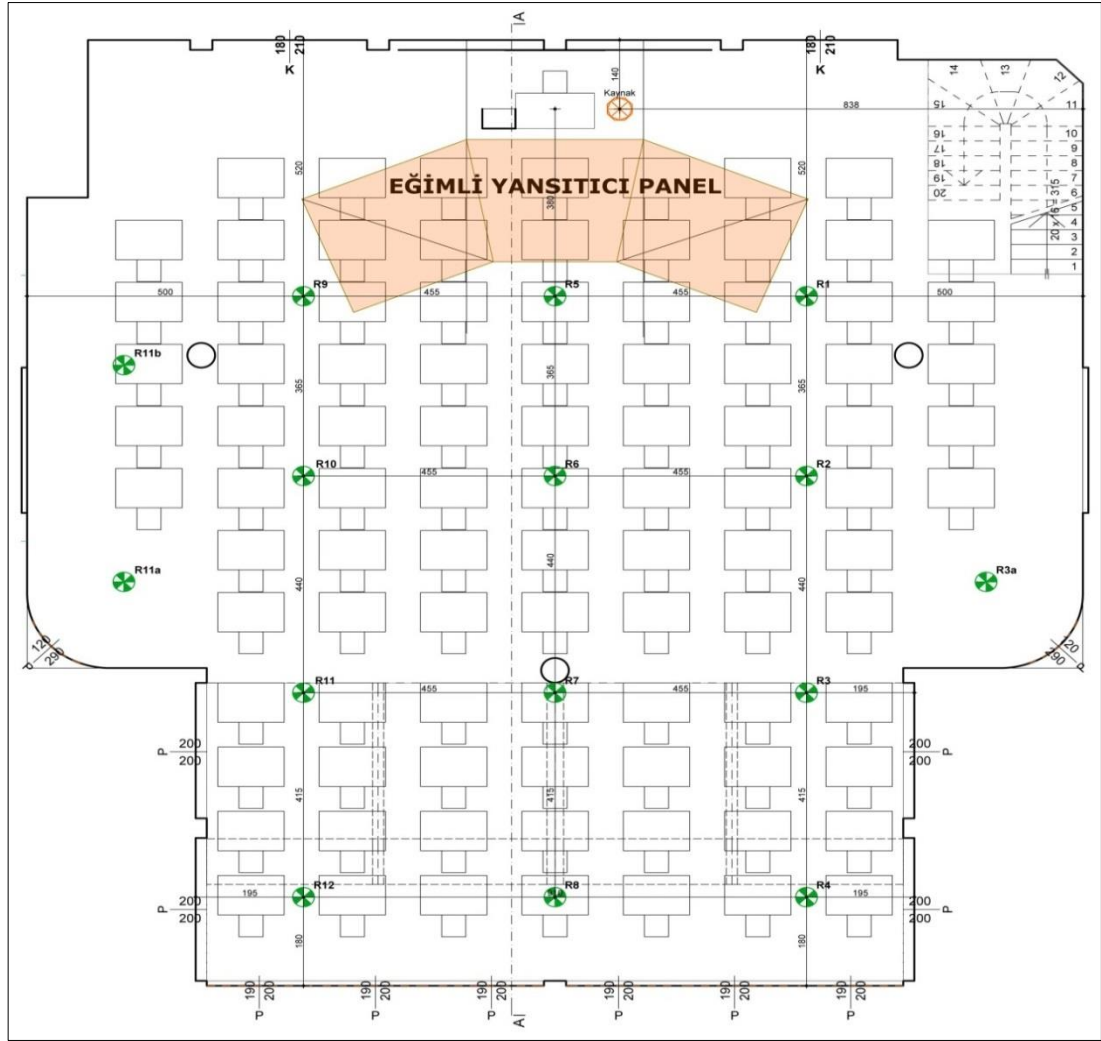
boyutlarıdır. Yansıtıcı tavan paneli malzemesi olarak, çalışma masalarının üretiminde de kullanılan sentetik ahşap levha önerilmektedir. Kullanılan asma tavanın ve yansıtıcı tavan panelinin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.9’da verilmektedir.

Tablo 5.9 Öneri S5’te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı tavan paneli	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04

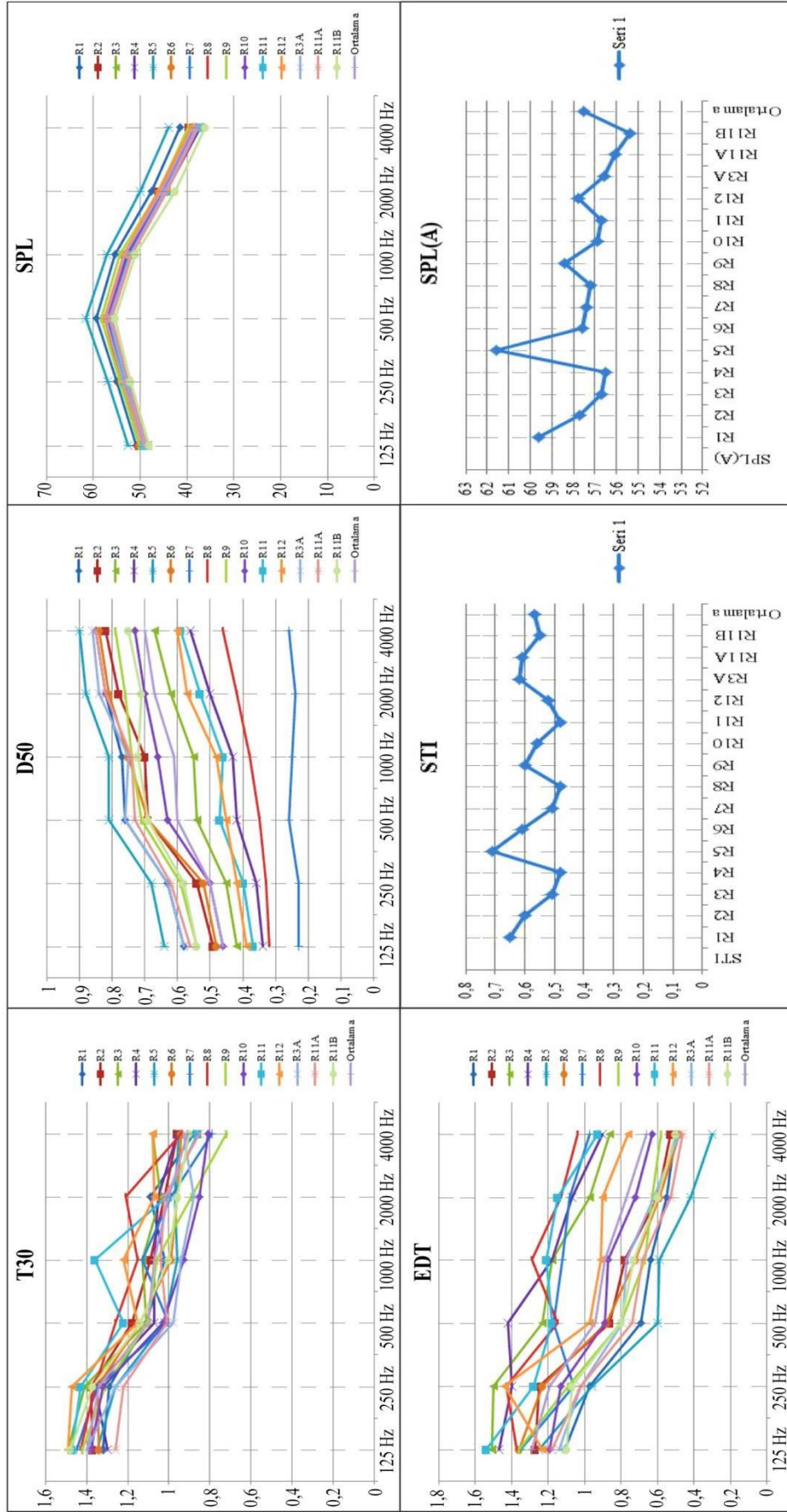
Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.16’daki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, genel olarak, 125 Hz oktav bandından 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Birkaç alıcı noktası dışında, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirlerine paraleldir. Önerideki T30 değerleri Öneri S3 ve Öneri S4’teki T30 değerleri ile kıyaslandığında, 1,0 sn. sınır değerine daha yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Stüdyo 2’nin **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 1,40 sn., 250 Hz oktav bandında 1,34 sn., 500 Hz oktav bandında 1,10 sn., 1000 Hz oktav bandında 1,07 sn., 2000 Hz oktav bandında 1,00 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,91 sn.’dir.

EDT grafiğini incelediğimizde, bazı alıcı noktaları dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. ST2’nin optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 1,29 sn., 250 Hz oktav bandında 1,19 sn., 500 Hz oktav bandında 0,94 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,89 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,77 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,66 sn.’dir. Sonuçlar Öneri S3 ve Öneri S4 ile kıyaslandığında, daha düşük sonuçlar elde edildiği görülmektedir.



Şekil 5.15 Stüdyo 2 (ST2) planı Öneri S5 koşulu

D_{50} grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D_{50} 'nin, 15 alıcı noktasından 500 Hz, 1000 Hz oktav bantlarında, en arkadaki alıcı noktalarından R4, R8, R11, R12, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 ve 2000 Hz oktav bandında, en arkadaki alıcı noktalarından R8, kolon arkasındaki alıcı noktası R7 dışında, bu değerlerin üzerine çıktığı görülmektedir. ST2'nin optimum D_{50} değerleri, 125 Hz oktav bandında %46, 250 Hz oktav bandında %50, 500 Hz oktav bandında %60, 1000 Hz oktav bandında %61, 2000 Hz oktav bandında %67 ve 4000 Hz oktav bandında %70'dur.



Şekil 5.16 Stüdyo 2 (ST2) Odeon 9 programında elde edilen Öneri S5 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 49,5 dB, 250 Hz oktav bandında 53,6 dB, 500 Hz oktav bandında 57,4 dB, 1000 Hz oktav bandında 53,2 dB, 2000 Hz oktav bandında 45,5 dB ve 4000 Hz oktav bandında 38,7 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 55,4 dBA, maksimum 61,6 dBA ve ortalama 57,5 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, Öneri S3 ve Öneri S4 ile kıyaslandığında, hemen hemen aynı değerlerde olduğu söylenebilir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,48, maksimum değeri 0,71 ve ortalama değeri 0,57'dir.

5.2. Derslik 4 Ölçeğinde

5.2.1 Öneri D1

Derslik 4'ün mevcut durumu üzerinde yapılan ilk çalışma, tavandan 25 cm aşağıda, 100,70 m²'lik alana, mineral yünü asma tavan uygulaması ve arka duvarda, pencere yüksekliğinde, duvar boyunca yerleştirilen ses yutucu perde önerisidir. Kullanılan asma tavanın ve ses yutucu perdenin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.10'da verilmektedir.

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.17'deki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru, azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Genel olarak, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirine paraleldir. 0,6-0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığının çok

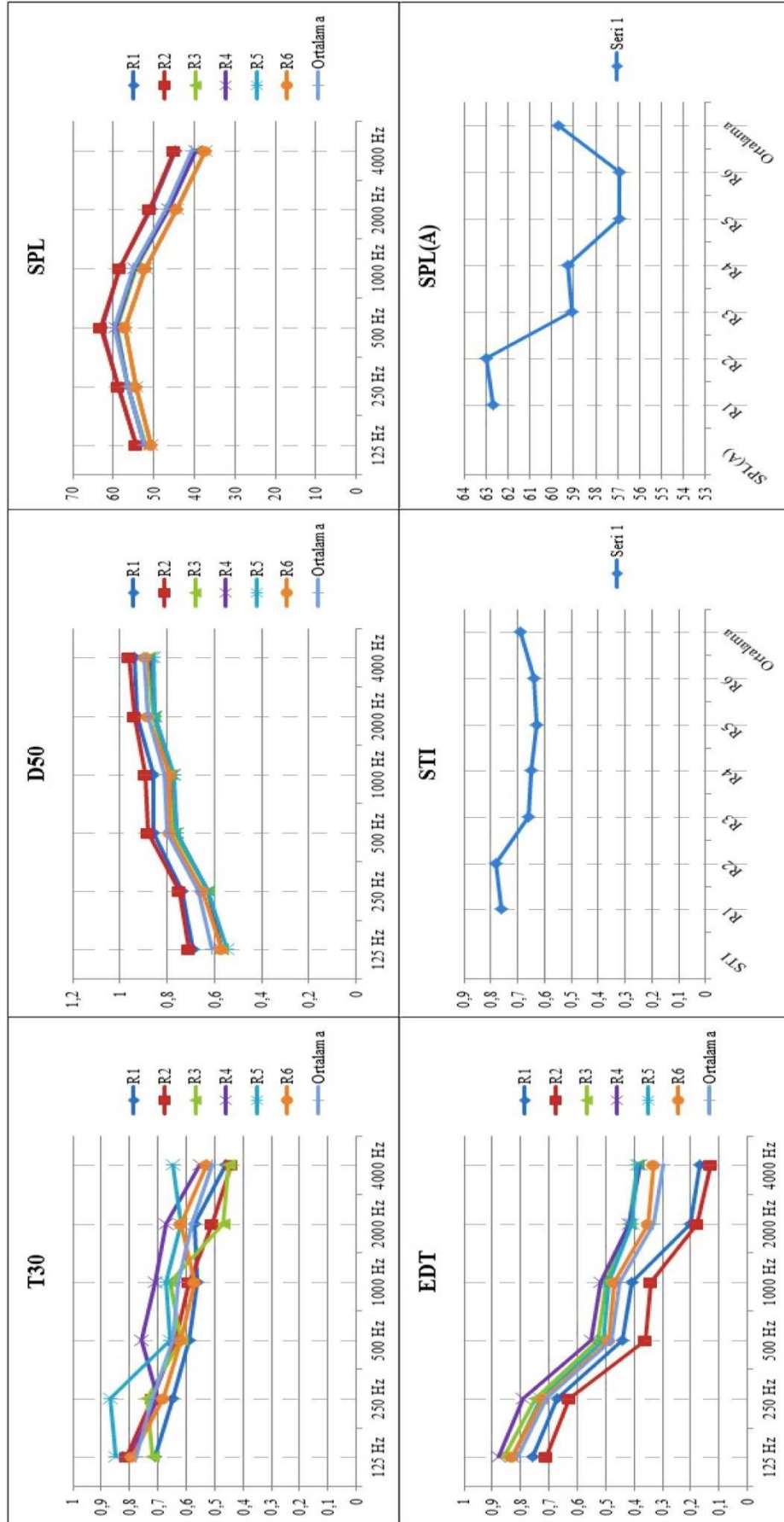
üzerindeki mevcut durum T30 değerleri ile kıyaslandığında, önerideki koşulların T30 değerlerini düşürdüğü görülmektedir. Ancak 125 Hz - 1000 Hz oktav bandı aralığında olması istenen değer aralığı yakalanırken, 2000 Hz ve 4000 Hz oktav bantlarındaki değerler kabul edilebilir sınırın altındadır. Derslik 4'ün **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 0,78 sn., 250 Hz oktav bandında 0,72 sn., 500 Hz oktav bandında 0,65 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,63 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,58 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,51 sn.'dir.

Tablo 5.10 Öneri D1'de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ses yutucu perde	0,09	0,28	0,58	0,7	0,76	0,83
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93

EDT grafiğini incelediğimizde, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri, birbirlerine paraleldir. Önerideki sonuçlar ile mevcut durum kıyaslandığında, EDT değerleri önemli oranda düşmüştür. Derslik 4'ün optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 0,81 sn., 250 Hz oktav bandında 0,71 sn., 500 Hz oktav bandında 0,48 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,45 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,33 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,30 sn.'dir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, tüm alıcı noktalarında, tüm frekanslarda bu değer üzerinde çıktığı görülmektedir. Derslik 4'ün optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %61, 250 Hz oktav bandında %67, 500 Hz oktav bandında %80, 1000 Hz oktav bandında %81, 2000 Hz oktav bandında %88 ve 4000 Hz oktav bandında %90'dur.



Şekil 5.17 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D1 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 52,5 dB, 250 Hz oktav bandında 56,6 dB, 500 Hz oktav bandında 59,7 dB, 1000 Hz oktav bandında 55,1 dB, 2000 Hz oktav bandında 47,2 dB ve 4000 Hz oktav bandında 40,7 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 56,9 dBA, maksimum 63,0 dBA ve ortalama 59,7 dBA ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, mevcut durum ile kıyaslandığında yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,63, maksimum değeri 0,78 ve ortalama değeri 0,69'dur.

5.2.2 Öneri D2

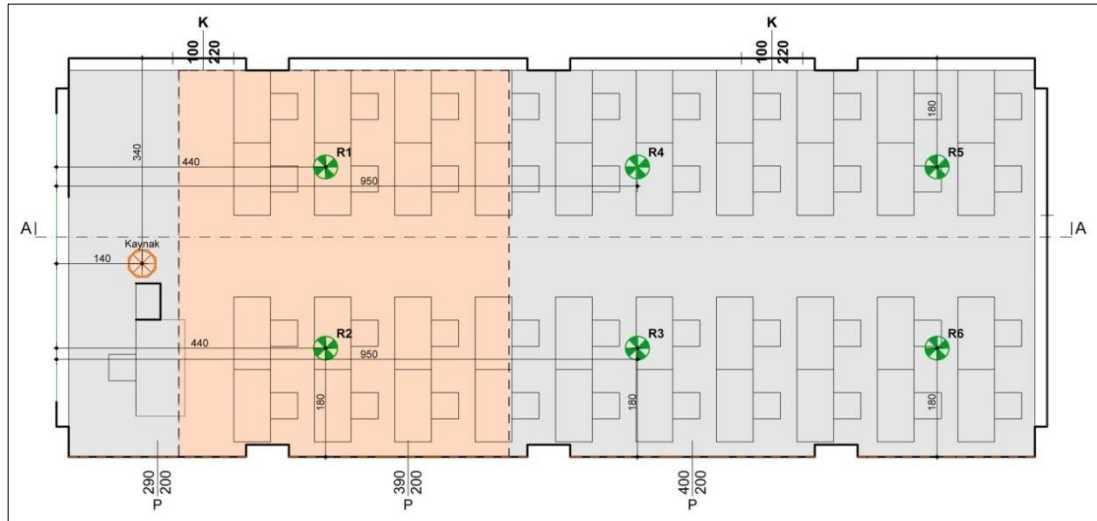
Öneri D2'de, Şekil 5.18'de ve Şekil 5.20'de görüldüğü gibi, tavandan 25 cm aşağıdaki asma tavanın konuşmacıya yakın olan 35 m²'lik kısmına, 1 cm kalınlığında ahşap yansıtıcı panel (Odeon 9 – malzeme no:2033), kalan kısmına yine mineral yünü asma tavan yerleştirilmiştir. Ayrıca arka duvara Öneri D1'de olduğu gibi pencere yüksekliğinde, duvar boyunca, ses yutucu perde uygulaması önerilmiştir. Burada önerilen yansıtıcı asma tavanın amacı, sesin mekan içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktır. Kullanılan asma tavanların ve ses yutucu perdenin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.11'de verilmektedir.

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.19'daki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Genel olarak, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirine paraleldir. 0,6 - 0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığının çok

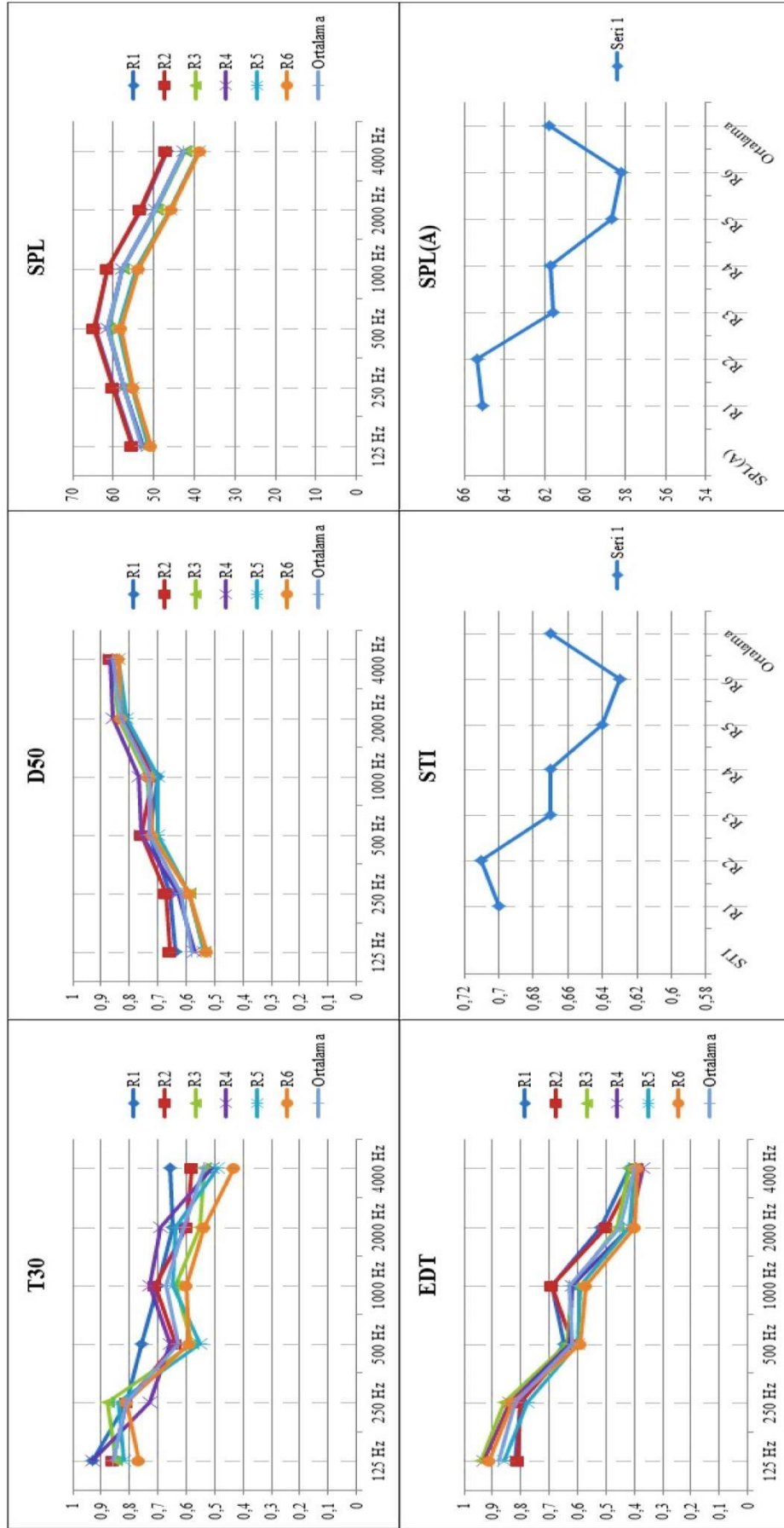
üzerindeki mevcut durum T30 değerleri ile kıyaslandığında, önerideki koşulların T30 değerlerini düşürdüğü, 4000 Hz oktav bandı dışında olması istenen değer aralığının sağlandığı görülmektedir. Sonuçlar Öneri D1 ile kıyaslandığında, 500 Hz oktav bandı dışında diğer oktav bantlarında Öneri D2 koşulunda daha yüksek T30 değerleri elde edilmiştir. Derslik 4'ün **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 0,86 sn., 250 Hz oktav bandında 0,81 sn., 500 Hz oktav bandında 0,63 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,67 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,61 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,54 sn.'dir.

Tablo 5.11 Öneri D2'de kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

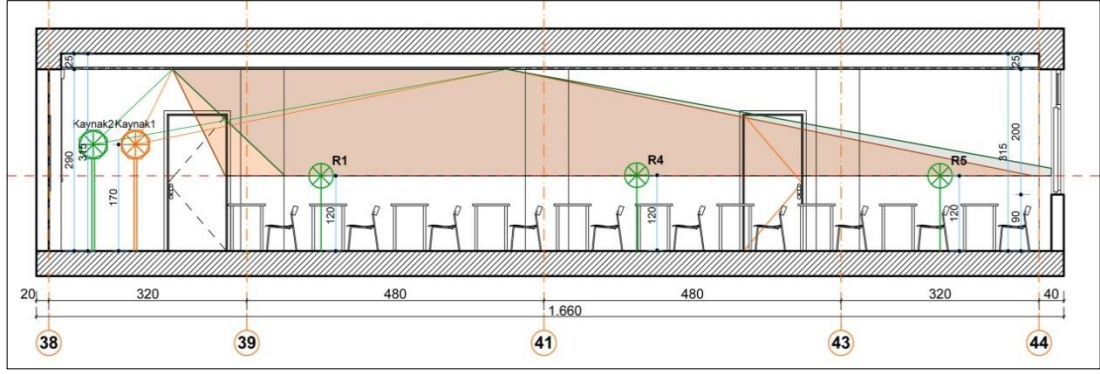
Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ses yutucu perde	0,09	0,28	0,58	0,7	0,76	0,83
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı asma tavan	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11



Şekil 5.18 Derslik 4 (D4) planı Öneri D2 koşulu



Şekil 5.19 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D2 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri



Şekil 5.20 Derslik 4 (D4)'ün Öneri D2 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması

EDT grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri, hemen hemen birbirlerine paraleldir. Önerideki sonuçlar ile mevcut durum kıyaslandığında, EDT değerleri önemli oranda düşmüştür. Sonuçlar Öneri D1 EDT değerleri ile kıyaslandığında, Öneri D2 koşulunda daha yüksek değerler elde edilmiştir. Derslik 4'ün optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 0,88 sn., 250 Hz oktav bandında 0,82 sn., 500 Hz oktav bandında 0,62 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,63 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,45 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,40 sn.'dir.

D_{50} grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D_{50} 'nin, tüm alıcı noktalarında, tüm frekanslarda bu değerin üzerine çıktığı görülmektedir. Derslik 4'ün optimum D_{50} değerleri, 125 Hz oktav bandında %58, 250 Hz oktav bandında %62, 500 Hz oktav bandında %73, 1000 Hz oktav bandında %73, 2000 Hz oktav bandında %83 ve 4000 Hz oktav bandında %86'dur.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görülürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 53,1 dB, 250 Hz oktav bandında 57,6 dB, 500 Hz oktav bandında 61,5 dB, 1000 Hz oktav bandında 57,8 dB, 2000 Hz oktav bandında 49,6 dB ve 4000 Hz oktav bandında 42,7 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 58,2

dB(A), maksimum 65,4 dB(A) ve ortalama 61,8 dB(A) ölçülmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dB(A) olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, mevcut durum ile kıyaslandığında yükseldiği görülmektedir. Öneri D2 STI değerlerinin, Öneri D1 ile çok yakın değerlerde olduğu söylenebilir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,63, maksimum değeri 0,71 ve ortalama değeri 0,67'dir.

5.2.3 Öneri D3

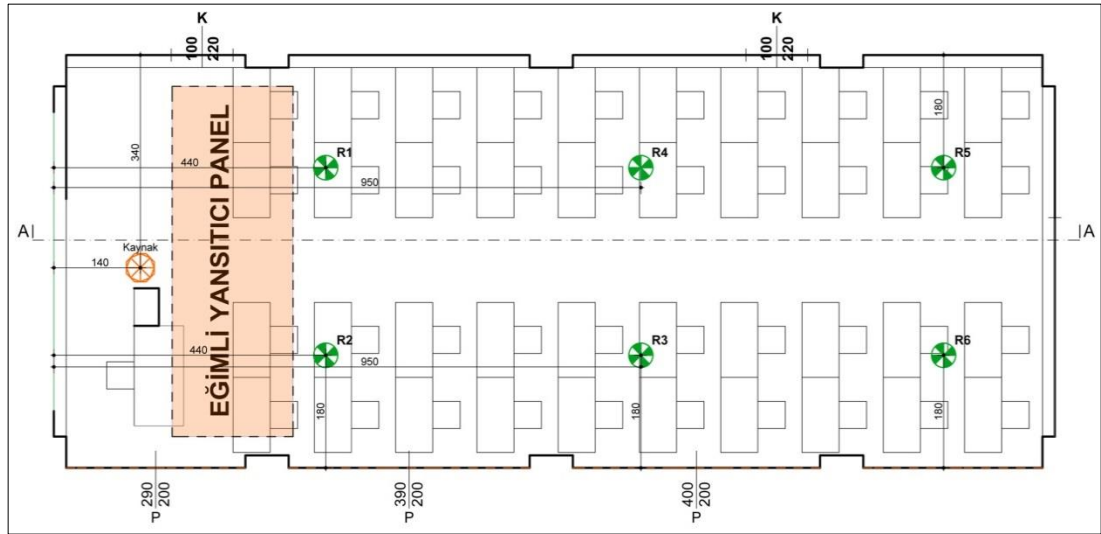
Öneri D3'te, tavandan 25 cm aşağıda, 100,70 m²'lik alana mineral yünü asma tavan, 13,30 m²'lik arka duvar yüzeyine akustik sıva, 7,00 m²'lik pencere yüzeyine ses yutucu perde ve Şekil 5.21 ve Şekil 5.23'te görüldüğü gibi, 8,77° eğimli, ahşap yansıtıcı tavan paneli önerilmiştir. Burada önerilen yansıtıcı tavan panelinin amacı, sesin hacmin arka bölümlerine ulaştırılmasını sağlamaktır. Yansıtıcı tavan paneli malzemesi olarak, çalışma masalarının üretiminde de kullanılan sentetik ahşap levha önerilmektedir. Kullanılan yutucu asma tavanın, akustik sıvanın, ses yutucu perdenin ve ahşap yansıtıcı tavan panelinin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.12'de verilmektedir.

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.22'teki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, R3 noktası dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru, azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Genel olarak, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirine paraleldir. 0,6 -0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığının çok üzerindeki mevcut durum T30 değerleri ile kıyaslandığında, önerideki koşulların T30 değerlerini düşürdüğü ve konuşma için önemli olan 500-2000 Hz oktav bandı aralığında olması istenen değer aralığının sağlandığı görülmektedir. Derslik 4'ün **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 0,92 sn., 250 Hz oktav bandında 0,79 sn., 500 Hz oktav bandında

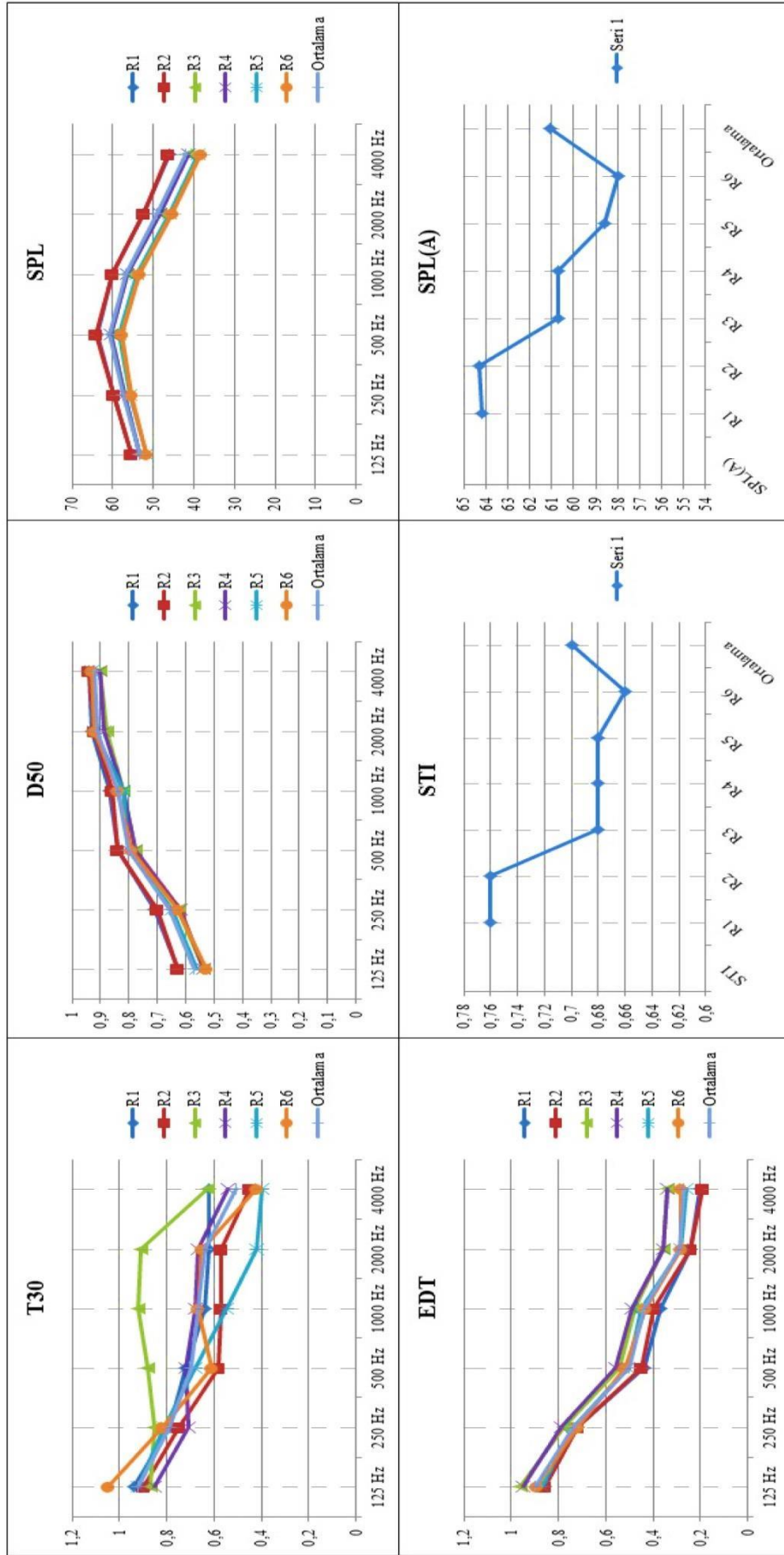
0,70 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,67 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,64 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,51 sn.'dir.

Tablo 5.12 Öneri D3'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ses yutucu perde	0,09	0,28	0,58	0,7	0,76	0,83
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı tavan paneli	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Akustik sıva	0,15	0,25	0,4	0,55	0,6	0,6

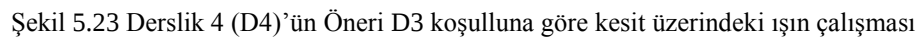


Şekil 5.21 Derslik 4 (D4) planı Öneri D3 koşulu



Şekil 5.22 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D3 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, tüm alıcı noktalarında, tüm frekanslarda bu değerin üzerine çıktığı görülmektedir. Derslik 4'ün optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %57, 250 Hz oktav bandında %66, 500 Hz oktav bandında %80, 1000 Hz oktav bandında %84, 2000 Hz oktav bandında %91 ve 4000 Hz oktav bandında %92'dur.



129

arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, mevcut durum ile kıyaslandığında yükseldiği görülmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,66, maksimum değeri 0,76 ve ortalama değeri 0,70'dir.

5.2.4 Öneri D4

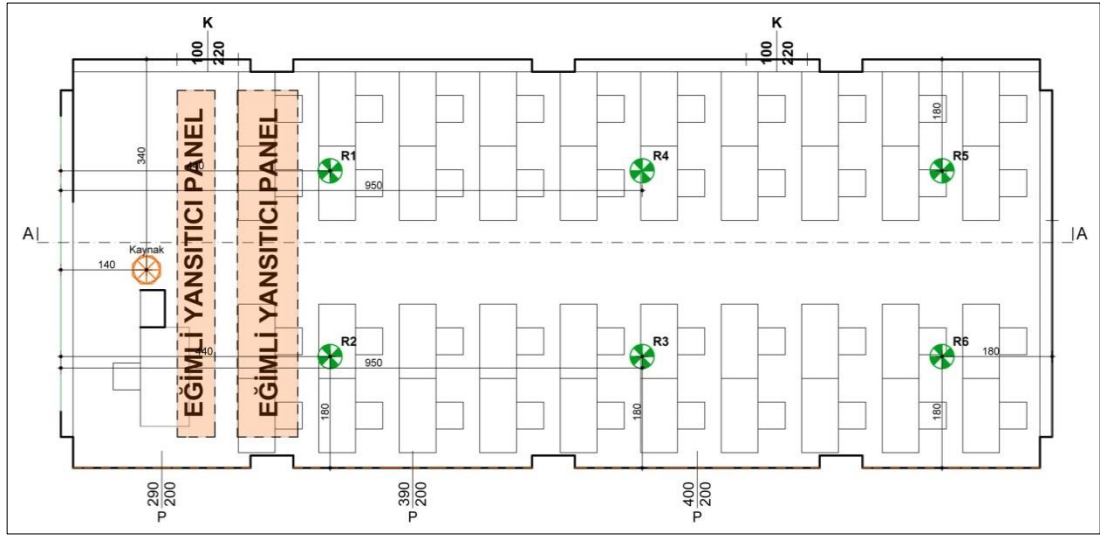
Öneri D4'te, Öneri D3'teki yutucu asma tavan, akustik sıva ve ses yutucu perde aynen korunmuş, tek parça halindeki ahşap yansıtıcı tavan paneli yerine, biri 14,22°, diğeri 8,77° eğimli iki adet ahşap yansıtıcı tavan paneli önerilmiştir. Yansıtıcı tavan paneli malzemesi olarak, çalışma masalarının üretiminde de kullanılan sentetik ahşap levha önerilmektedir. Kullanılan yutucu asma tavanın, akustik sıvanın, ses yutucu perdenin ve ahşap yansıtıcı tavan panelinin frekanslara göre yutuculuk değerleri Tablo 5.13'te verilmektedir.

Tablo 5.13 Öneri D4'te kullanılan malzemeler ve frekanslara göre yutuculuk değerleri

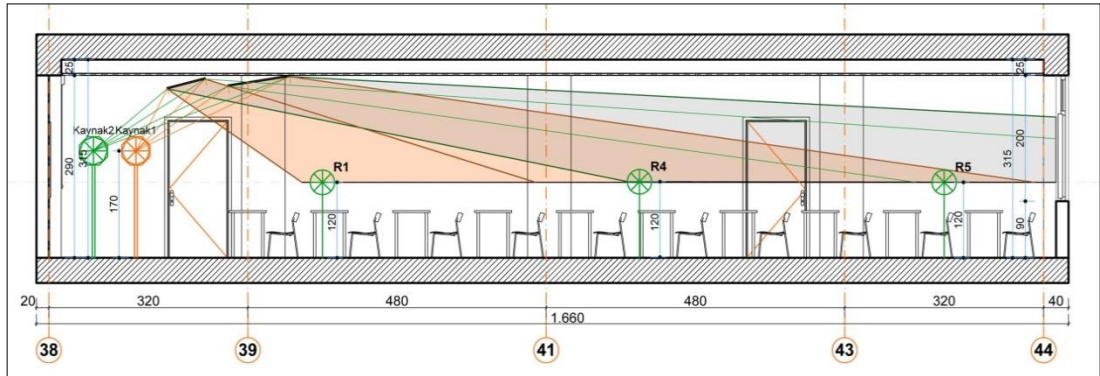
Malzeme	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ses yutucu perde	0,09	0,28	0,58	0,7	0,76	0,83
Mineral yünü asma tavan	0,48	0,49	0,7	0,78	0,94	0,93
Ahşap yansıtıcı tav. paneli	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Akustik sıva	0,15	0,25	0,4	0,55	0,6	0,6

Uygulama sonucunda elde edilen hacim akustiği parametre değerleri Şekil 5.26'daki gibidir. T30 grafiğini incelediğimizde, birkaç alıcı noktası dışında, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru, azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Genel olarak, farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri birbirine paraleldir. 0,6-0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığının çok

üzerindeki mevcut durum T30 değerleri ile kıyaslandığında, önerideki koşulların T30 değerlerini düşürdüğü, 500 Hz ve 1000 Hz oktav bantlarında kabul edilebilir değer aralığının sağlandığı görülmektedir. Derslik 4'ün **ortalama T30 değerleri**, 125 Hz oktav bandında 0,81 sn., 250 Hz oktav bandında 0,75 sn., 500 Hz oktav bandında 0,64 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,62 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,54 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,49 sn.'dir.



Şekil 5.24 Derslik 4 (D4) planı Öneri D4 koşulu



Şekil 5.25 Derslik 4 (D4)'ün Öneri D4 koşulluna göre kesit üzerindeki ışın çalışması

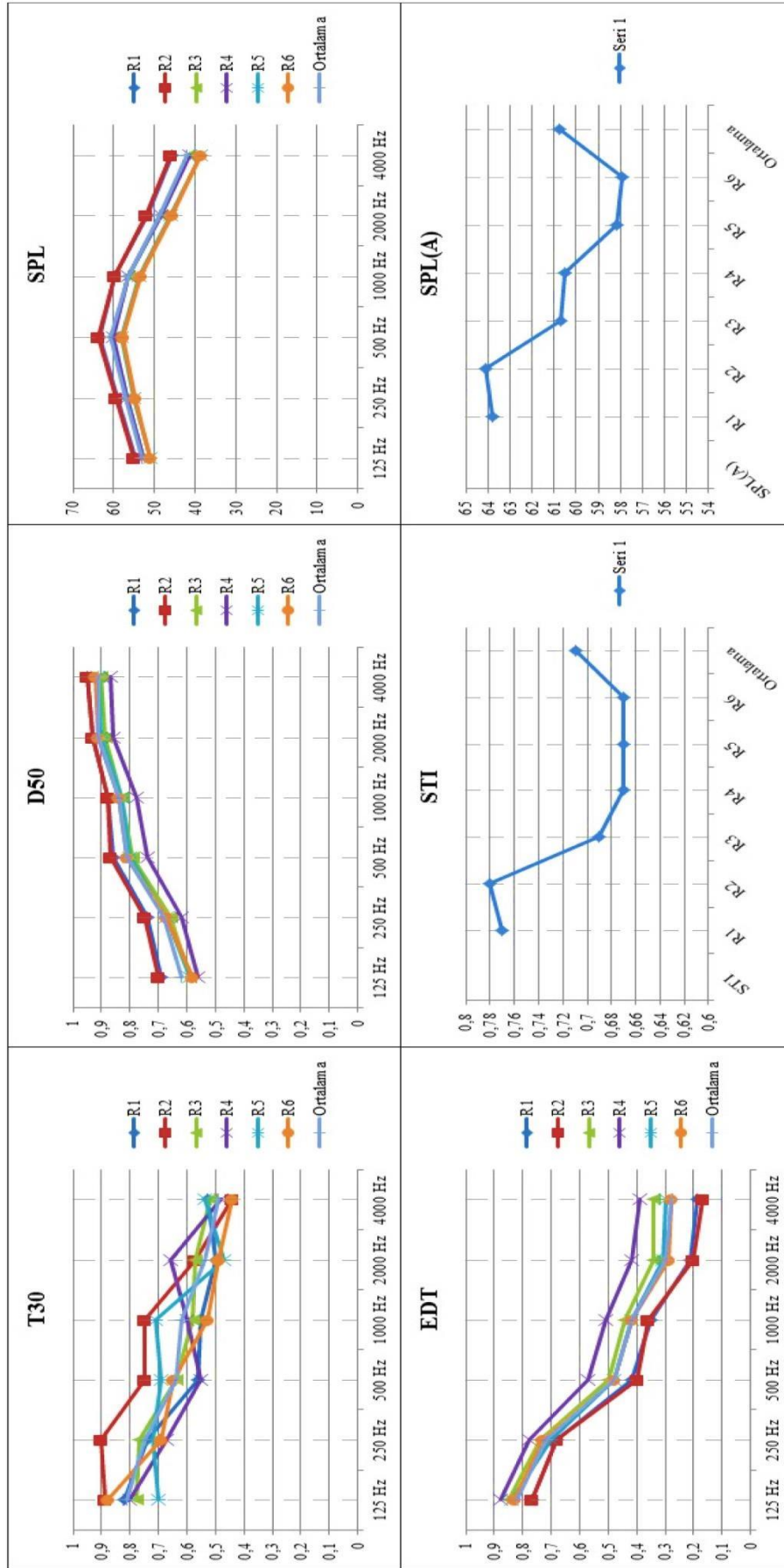
EDT grafiğini incelediğimizde, 125 Hz oktav bandından, 4000 Hz oktav bandına doğru azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarının, farklı frekanslardaki grafik eğrileri, birbirlerine paraleldir. Önerideki sonuçlar ile mevcut durum kıyaslandığında, EDT değerleri önemli oranda düşmüştür. Derslik 4'ün

optimum EDT değerleri, 125 Hz oktav bandında 0,82 sn., 250 Hz oktav bandında 0,72 sn., 500 Hz oktav bandında 0,48 sn., 1000 Hz oktav bandında 0,42 sn., 2000 Hz oktav bandında 0,30 sn. ve 4000 Hz oktav bandında 0,28 sn.'dir.

D₅₀ grafiğini incelediğimizde, %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin, tüm alıcı noktalarında, tüm frekanslarda bu değerin üzerine çıktığı görölmektedir. Derslik 4'ün optimum D₅₀ değerleri, 125 Hz oktav bandında %62, 250 Hz oktav bandında %68, 500 Hz oktav bandında %81, 1000 Hz oktav bandında %84, 2000 Hz oktav bandında %91 ve 4000 Hz oktav bandında %91'dur.

SPL grafiğini incelediğimizde, 125 Hz – 500 Hz oktav bandı aralığında yükselen bir grafik eğrisi görölürken, 500 Hz – 1000 Hz oktav bandı aralığında azalan bir grafik eğrisi görölmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Öneride elde edilen ortalama SPL değerleri, 125 Hz oktav bandında 53,0 dB, 250 Hz oktav bandında 57,1 dB, 500 Hz oktav bandında 60,7 dB, 1000 Hz oktav bandında 56,6 dB, 2000 Hz oktav bandında 48,8 dB ve 4000 Hz oktav bandında 42,0 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda ise, minimum 57,9 dBA, maksimum 64,1 dBA ve ortalama 60,8 dBA ölçölmüştür. SPL(A) değerinin, arka plan güröltü düzeyinden farkının minimum 5 dBA olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin hacim içerisinde yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşımanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde olması istenen STI'nın, mevcut durum ile kıyaslandığında yükseldiği görölmektedir. STI'nın hacimdeki minimum değeri 0,67, maksimum değeri 0,78 ve ortalama değeri 0,71'dir.



Şekil 5.26 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen Öneri D4 koşulu T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

5.3 Geliştirilen Çözüm Önerilerinin Genel Değerlendirmesi

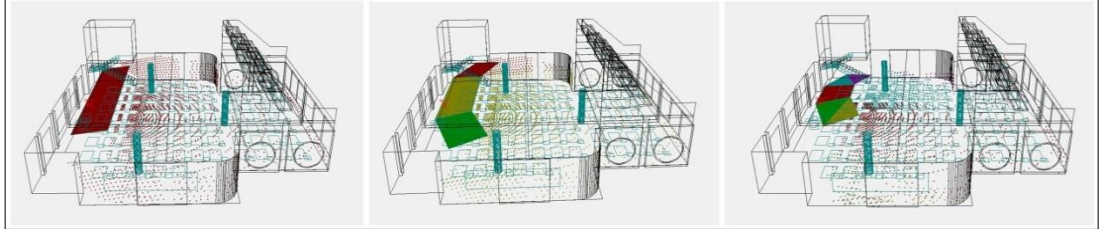
ST2 ve D4'ün mevcut hacim akustiği koşullarını iyileştirmek için çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Bu önerilerin pratikte uygulanabilir olması amacıyla, mekanın özelliklerini değiştirmeyecek nitelikte, sökülüp takılabilir ve yenilenebilir özellikte ve üniversite olanakları ile temin edilebilecek malzemelerden seçilmesine dikkat edilmiştir.

Stüdyo 2 için, çalışılan önerilerin, konuşma için önemli olan 500 Hz – 2000 Hz oktav bandı aralığında elde edilen T30, EDT, D₅₀, SPL, SPL(A) ve STI değerleri Tablo 5.14'te verilmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında, Şekil 5.27'de görülen T30, EDT, D₅₀, SPL, SPL(A) ve STI grafikleri elde edilmiştir. Buna göre, T30 değerlerini karşılaştırdığımızda, mevcut durumda oldukça yüksek olan değerlerin tüm önerilerde düşürüldüğü, orta ve yüksek frekanslarda 1,0 saniye sınır değerine yakın değerlere yaklaşıldığı görülmektedir.

Düşük frekanslarda yansıma sürelerinin biraz daha yüksek değerlerde çıkması kabul edilebilir bir durumdur ve konuşma için hacmin akustik kalitesinin kötü olduğu anlamına gelmez. Düşük frekanslarda da yansıma sürelerinin düşürülmesi için mekan içerisinde özel emici malzemeler kullanılabilir, ancak bu durum mekanın akustik iyileştirilmesinde gereksiz bir ekstra maliyet getirmektedir (Fuchs, 2013). Bununla birlikte, değerlendirmelerin mekanların boş durumları dikkate alınarak yapıldığı ve eğitim esnasında öğrencilerin toplam yutuculuğa katkısı ile mekanların yansıma sürelerinin daha düşük değerler alacakları belirtilmelidir. T30 değerleri sıralaması, küçükten büyüğe, Öneri S1a, Öneri S2a, Öneri S3a, Öneri S1b, Öneri S5, Öneri S1, Öneri S3, Öneri S4, Öneri S2, mevcut durum şeklindedir.

EDT değerlerini karşılaştırdığımızda, T30'da olduğu gibi mevcut durumda oldukça yüksek olan erken düşme süresinin tüm önerilerde düşürüldüğü görülmektedir. Sonuçlar küçük frekanslarda yüksek, yüksek frekanslarda düşüktür. EDT değerleri sıralaması, küçükten büyüğe, Öneri S1a, Öneri S3a, Öneri S1b, Öneri S2a, Öneri S5, Öneri S1, Öneri S4, Öneri S3, Öneri S2, mevcut durum şeklindedir.

T30 sonuçları ile karşılaştırıldığında hemen hemen benzer bir durum söz konusudur. T30 ve EDT değerlerinin aynı olmamasına karşın, grafik eğrilerinin birbirlerine çok yakın dağılımları, mekan içerisinde tam yayınık ses alanının sağlandığı biçiminde yorumlanabilir.



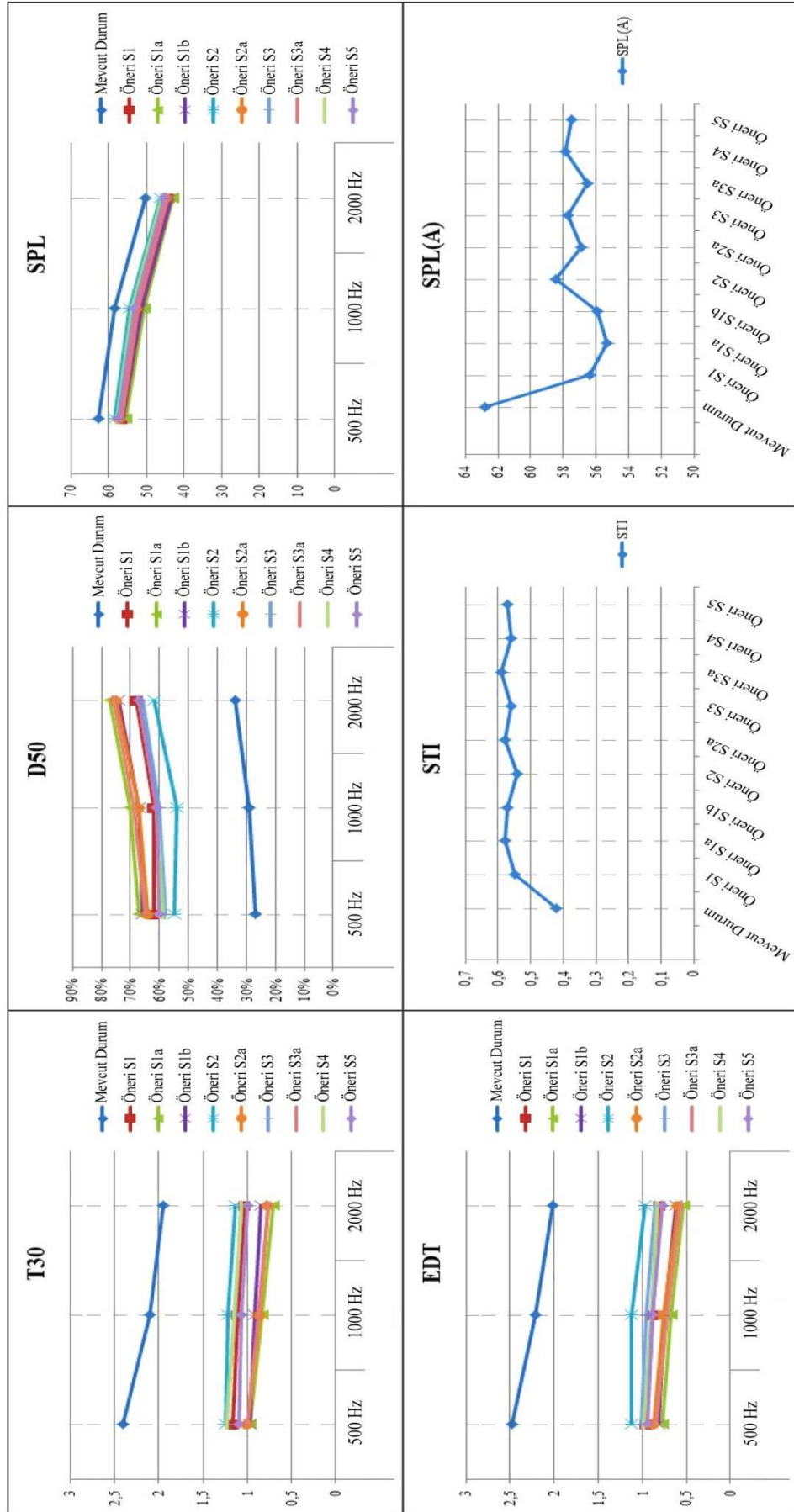
Şekil 5.27 Stüdyo 2 (ST2) farklı önerilerde tasarlanan yansıtıcı panellerin oluşturduğu ilk yansımalar

D_{50} değerlerini karşılaştırdığımızda, konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, %50'nin üzerinde olması istenen D_{50} 'nin (Bakınız Bölüm 3.2.4), tüm önerilerde bu değerin üzerine çıktığı görülmektedir. Küçük frekanslarda düşük, yüksek frekanslarda yüksek olan, D_{50} değerleri sıralaması, büyükten küçüğe, Öneri S1a, Öneri S3a, Öneri S2a, Öneri S1b, Öneri S1, Öneri S5, Öneri S4, Öneri S3, Öneri S2, mevcut durum şeklindedir. D_{50} değerleri, 500-1000-2000 Hz oktav bantlarında, en düşük Öneri S2'de sırasıyla, %55-%54-%62, en yüksek Öneri S1a'da sırasıyla %67-%70-%77 olarak ölçülmüştür.

SPL grafiğini incelediğimizde, özellikle konuşma için önemli olan 500 Hz – 2000 Hz oktav bandı aralığında, azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Önerilerde elde edilen SPL değerleri, Öneri S1a'da en düşük, Öneri S2'de en yüksektir. SPL değerleri sıralaması büyükten küçüğe, mevcut durum, Öneri S2, Öneri S4, Öneri S3, Öneri S5, Öneri S2a, Öneri S3a, Öneri S1, Öneri S1b, Öneri S1a şeklindedir. Konuşma için önemli olan 500-1000-2000 Hz oktav bantlarında, en düşük SPL değerleri Öneri S1a'da sırasıyla, 55,5-50,6-42,9 dB, en yüksek SPL değerleri Öneri S2'de sırasıyla 58,3-54,5-46,4 dB'dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda mevcut durumda 62,8 dBA iken, önerilerde 55,3-58,5 dBA aralığındadır. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA (Bakınız Bölüm 3.2.5) olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin tüm öneriler için yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 5.14 Stüdyo 2 (ST2) Mevcut durum ve öneriler, 500 – 2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, EDT, D₅₀, SPL, SPL(A) ve STI sonuçları

ST2 Öneriler	T30			EDT			D ₅₀			SPL			SPL(A)	STI
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz		
Mevcut Durum	2,40	2,10	1,95	2,48	2,21	2,02	%27	%29	%34	62,7	58,6	50,4	62,8	0,42
Öneri S1	1,17	1,11	1,03	0,95	0,89	0,80	%62	%62	%68	56,4	51,8	43,9	56,4	0,55
Öneri S1a	0,97	0,83	0,71	0,77	0,68	0,54	%67	%70	%77	55,5	50,6	42,9	55,3	0,58
Öneri S1b	0,97	0,92	0,84	0,81	0,74	0,62	%66	%67	%74	56,0	51,3	43,4	55,9	0,57
Öneri S2	1,25	1,22	1,14	1,12	1,12	0,97	%55	%54	%62	58,3	54,5	46,4	58,5	0,54
Öneri S2a	1,00	0,86	0,76	0,87	0,76	0,59	%64	%67	%75	57,0	52,5	44,6	56,9	0,58
Öneri S3	1,25	1,13	1,07	1,01	0,95	0,86	%58	%60	%66	57,5	53,4	45,6	57,7	0,56
Öneri S3a	1,00	0,87	0,77	0,84	0,72	0,56	%65	%69	%76	56,4	52,1	44,4	56,5	0,59
Öneri S4	1,23	1,15	1,07	0,99	0,90	0,83	%59	%61	%67	57,7	53,7	45,9	57,9	0,56
Öneri S5	1,10	1,07	1,00	0,94	0,89	0,77	%60	%61	%67	57,4	53,2	45,5	57,5	0,57



Şekil 5.28 Stüdyo 2 (ST2) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum ve öneriler T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

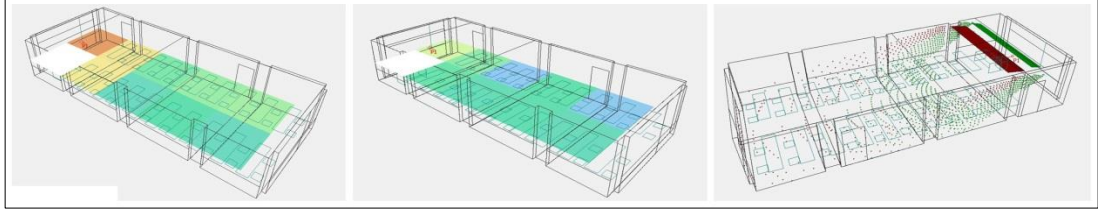
STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45'in üzerinde (Bakınız Bölüm 3.2.7) olması istenen STI değeri, mevcut durumda 0,42 iken, önerilerde, 0,54-0,59 aralığında değişmektedir. STI değerleri sıralaması, büyükten küçüğe, Öneri S3a, Öneri S2a, Öneri S1a, Öneri S5, Öneri S1b, Öneri S4, Öneri S3, Öneri S1, Öneri S2, mevcut durum şeklindedir.

Derslik 4 (D4) için geliştirilen önerilerde, konuşma için önemli olan 500 Hz – 2000 Hz oktav bandı aralığında elde edilen T30, EDT, D₅₀, SPL, SPL(A) ve STI değerleri Tablo 5.15'te verilmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında, Şekil 5.30'da görülen T30, EDT, D₅₀, SPL, SPL(A) ve STI grafikleri elde edilmiştir. Buna göre, T30 değerlerini karşılaştırdığımızda, mevcut durumda oldukça yüksek olan değerlerin tüm önerilerde düşürüldüğü ve 0,6-0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığının (Bakınız Bölüm 3.2.2) sağlandığı, mekanın hacmi de dikkate alınarak özellikle 0,6 sn. değerine yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Sonuçlar küçük frekanslarda yüksek, yüksek frekanslarda düşüktür. T30 değerleri sıralaması, küçükten büyüğe, Öneri D4, Öneri D1, Öneri D2, Öneri D3, mevcut durum şeklindedir.

EDT değerlerini karşılaştırdığımızda, T30'da olduğu gibi mevcut durumda oldukça yüksek olan erken düşme süresinin tüm önerilerde düşürüldüğü, görülmektedir. Sonuçlar genel olarak küçük frekanslarda yüksek, yüksek frekanslarda düşüktür. EDT değerleri sıralaması, küçükten büyüğe, Öneri D4, Öneri D3, Öneri D1, Öneri D2, mevcut durum şeklindedir. EDT değerlerinin T30 değerleri ile aynı olmamasına rağmen, hemen hemen paralel grafik eğrilerine sahip oldukları görülmektedir. Bu durumda mekanlarda tam yayınık ses alanının sağlandığı söylenebilir.

D₅₀ değerlerini karşılaştırdığımızda, konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için %50'nin üzerinde olması istenen D₅₀'nin (Bakınız Bölüm 3.2.4), tüm önerilerde bu değer üzerine çıktığı görülmektedir. Küçük frekanslarda düşük, yüksek frekanslarda yüksek olan, D₅₀ değerleri sıralaması, büyükten küçüğe, Öneri D4, Öneri D3, Öneri D1, Öneri D2, mevcut durum şeklindedir. D₅₀ değerleri, 500-

1000-2000 Hz oktav bantlarında, en düşük Öneri D2’de sırasıyla, %73-%73-%83, en yüksek Öneri D4’te sırasıyla %81-%84-%91 olarak ölçülmüştür.



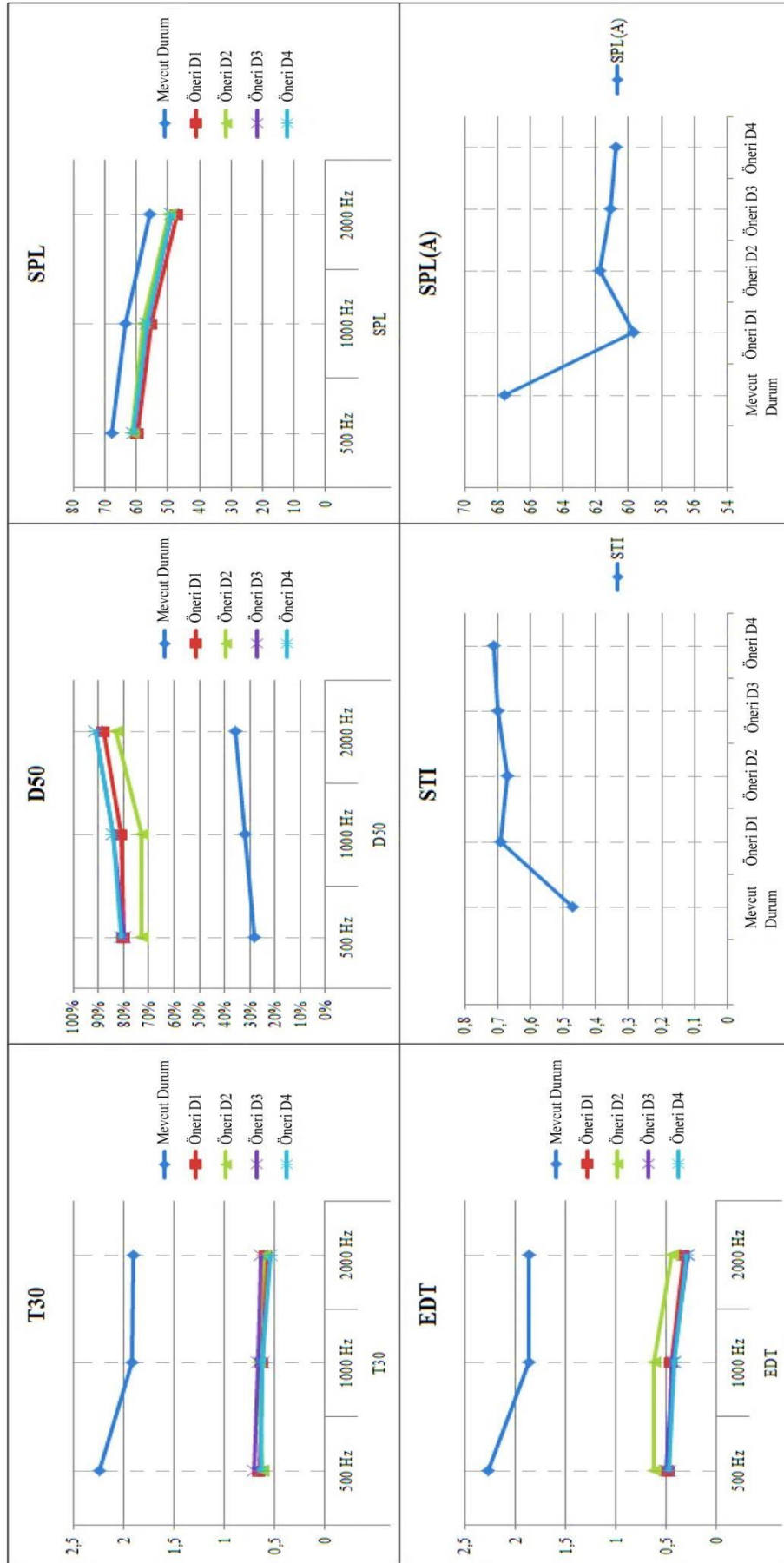
Şekil 5.29 Derslik 4 “Odeon 9” çalışmaları

SPL grafiğini incelediğimizde, özellikle konuşma için önemli olan 500 Hz – 2000 Hz oktav bandı aralığında, azalan bir grafik eğrisi görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki SPL değerleri, farklı frekanslarda birbirlerine paraleldir. Önerilerde elde edilen SPL değerleri, Öneri D1’de en düşük, Öneri D2’de en yüksektir. SPL değerleri sıralaması, büyükten küçüğe, mevcut durum, Öneri D2, Öneri D3, Öneri D4, Öneri D1 şeklindedir. Konuşma için önemli olan 500-1000-2000 Hz oktav bantlarında, en düşük SPL değerleri Öneri D1’de sırasıyla, 59,7-55,1-47,2 dB, en yüksek SPL değerleri Öneri D2’de 61,5-57,8-49,6 dB’dir. SPL(A) sonuçlarına baktığımızda mevcut durumda 67,6 dBA iken, önerilerde 59,7-61,8 dBA aralığındadır. SPL(A) değerinin, arka plan gürültü düzeyinden farkının minimum 5 dBA (Bakınız Bölüm 3.2.5) olması istenmektedir. Bu bakımdan toplam ses düzeyinin tüm öneriler için yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

STI grafiğini incelediğimizde, yeterli konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanabilmesi için, minimum 0,45’in üzerinde (Bakınız Bölüm 3.2.7) olması istenen STI değeri, mevcut durumda 0,47 iken, önerilerde, 0,67-0,71 aralığında değişmektedir. STI değerleri sıralaması, büyükten küçüğe, Öneri D4, Öneri D3, Öneri D1, Öneri D2, mevcut durum şeklindedir.

Tablo 5.15 Derslik 4 (D4) Mevcut durum ve öneriler, 500 – 2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, EDT, D50, SPL, SPL(A) ve STI sonuçları

D4 Öneriler	T30			EDT			D50			SPL			SPL(A)	STI
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz		
Mevcut Durum	2,24	1,92	1,90	2,27	1,86	1,86	%28	%32	%36	67,6	63,4	55,6	67,6	0,47
Öneri D1	0,65	0,63	0,58	0,48	0,45	0,33	%80	%81	%88	59,7	55,1	47,2	59,7	0,69
Öneri D2	0,63	0,67	0,61	0,62	0,63	0,45	%73	%73	%83	61,5	57,8	49,6	61,8	0,67
Öneri D3	0,70	0,67	0,64	0,50	0,44	0,29	%80	%84	%91	60,9	56,8	48,9	61,1	0,70
Öneri D4	0,64	0,62	0,54	0,48	0,42	0,30	%81	%84	%91	60,7	56,6	48,8	60,8	0,71



Şekil 5.30 Derslik 4 (D4) “Odeon 9” programında elde edilen mevcut durum ve öneriler T30, EDT, D₅₀, STI, SPL ve SPL(A) değerleri

Bu çalışmada, hacim akustiği koşulları açısından sorunlu olarak saptanan bir stüdyo ve bir dersliğin, öznel ve nesnel yöntemler kullanılarak mevcut durumları tespit edilmiş ve yine nesnel yöntemler kullanılarak hacim akustiği koşullarının iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmiştir. Önerilerde elde edilen sonuçlar değerlendirilerek oluşturulan Tablo 5.16 ve Tablo 5.17’de, mekanların akustik koşulları “iyi” ve “kötü” arasında üç derecede değerlendirilmiştir.

Tablo 5.16 Stüdyo 2 (ST2) Mevcut durum ve öneriler değerlendirme tablosu

Koşullar	Parametreler			Akustik Konfor Koşulu
	T30 ort. (1000 Hz)	D ₅₀ ort. (1000 Hz)	STI ort.	
Kabul Edilebilir Değer Aralığı	0,7 – 1,0	> % 50	> 0,45	kötü orta iyi
Mevcut Durum	2,10	% 29	0,42	-
Öneri S1	1,11	% 62	0,55	
Öneri S1a	0,83	% 70	0,58	
Öneri S1b	0,92	% 67	0,57	
Öneri S2	1,22	% 54	0,54	
Öneri S2a	0,86	% 67	0,58	
Öneri S3	1,13	% 60	0,56	
Öneri S3a	0,87	% 69	0,59	
Öneri S4	1,15	% 61	0,56	
Öneri S5	1,07	% 61	0,57	

Stüdyo 2 için, yutucu asma tavan ve halı bulunan Öneri S1a’da, yutucu asma tavan ve akustik sıva kullanılan Öneri S1b’de, yutucu asma tavan, yansıtıcı asma tavan ve halı bulunan Öneri S2a’da ve yutucu asma tavan, yansıtıcı tavan paneli ve halı bulunan Öneri S3a’da, yansıma süresi kabul edilebilir değer aralığındadır. Stüdyo 2, öğrenciler yokken boş konumda ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin yutuculuğa katkısı hesaba katılmamıştır. Stüdyonun dolu durumunda, öğrencilerin varlığı yansıma süresini daha da düşüreceğinden, diğer

önerilerde de kabul edilebilir değer aralığının sağlanabileceği düşünülmelidir. Elde edilen D_{50} ve STI değerleri de olması istenen alt sınırın üzerindedir.

Stüdyo 2’de yapılan çalışmalarda tek kaynak noktası kullanılmıştır. Bu durumda genel bilgi aktarımı ve jüri kritikleri çalışma koşulları değerlendirilmiştir. Öğretim üyesi ve öğrenci sayısının, buna bağlı olarak da mekan içerisinde oluşacak grup sayısının değişken olması nedeniyle, masa kritikleri, grup kritikleri/çalışmaları için aynı anda birden fazla kaynağın değerlendirildiği ayrı bir çalışma yapılmamıştır. Ancak konuşmanın anlaşılabilirliğinde önemli olan yansıma süresinin (T30) kabul edilebilir değerlere düşürülmesi, ayırtedilebilirlik (D_{50}) ve STI’nın kabul edilebilir alt sınırın üzerine yükseltilmesi farklı çalışma biçimleri için de akustik kalitenin artmasını sağlayacaktır.

Tablo 5.17 Derslik 4 (D4) Mevcut durum ve öneriler değerlendirme tablosu

Koşullar	Parametreler			Akustik Konfor Koşulu
	T30 ort. (1000 Hz)	D_{50} ort. (1000 Hz)	STI ort.	
Kabul Edilebilir Değer Aralığı	0,6 – 0,8	> % 50	> 0,45	 kötü orta iyi
Mevcut Durum	1,92	% 32	0,47	-
Öneri D1	0,63	% 81	0,69	
Öneri D2	0,67	% 73	0,67	
Öneri D3	0,67	% 84	0,70	
Öneri D4	0,62	% 84	0,71	

Derslik 4’te elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tüm önerilerde yansıma süresi 0,6-0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığındadır ve özellikle 0,6 sn.’ye yakın değerler elde edilmiştir. D_{50} ve STI sonuçları da olması istenen alt sınırlarının üzerindedir. Buna göre, geliştirilen önerilerin dersliğin akustik konfor koşullarının sağlanması için yeterli geleceği düşünülmektedir.

BÖLÜM ALTI

SONUÇLAR

Mimarlık eğitiminin temel ilkelerinin öğretildiği, teorik ve uygulamalı derslerle öğrencilere tasarım ve yaratıcılık becerilerinin kazandırıldığı mimarlık bölümü stüdyo ve derslikleri, anlaşılabilirliğin son derece önemli olduğu konuşmaya yönelik mekanlardır. Bu mekanlar teorik bilgi aktarımlarının yapıldığı klasik derslik anlayışının yanı sıra, birebir ve gruplar arasında bilgi ve kritik alışverişlerinin yapıldığı bir kurguyu da kapsamaktadır. Farklı etkinliklerin gerçekleştirildiği bir atölye gibi hizmet eden bu mekanlarda, öğrencilerin verilen eğitimden en üst düzeyde verim alabilmeleri, işitsel konfor koşullarının sağlanmasını gerektirmektedir. Tasarım aşamasında dikkate alınmayan bu faktör, çeşitli mimari ve malzeme iyileştirmeleri ile var olan mevcut mekanlarda da sağlanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, örnek çalışma alanı olarak seçilen Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi stüdyo ve dersliklerinin, yapılan öznel ve nesnel çalışmalarla akustik konfor koşulları açısından mevcut durumları belirlenmiş, elde edilen sonuçlar doğrultusunda çeşitli öneriler geliştirilerek mevcut durum koşullarının iyileştirilmesi için çalışılmıştır.

Çalışmada öncelikle mimarlık eğitiminin gerektirdiği çalışma şekilleri incelenmiş ve bu amaçla kullanılacak olan mekanların sahip olması gereken hacim akustiği koşulları belirlenmiştir. Günümüze kadar yapılan benzer yurt içi ve yurt dışı çalışmalarda izlenen yöntemler araştırılarak, çalışmada uygulanacak öznel ve nesnel metotlara karar verilmiştir. Bu amaçla, öznel bir yöntem olarak anket çalışması hazırlanmış, öğrencilerin mevcut stüdyo ve dersliklerle ilgili görüşleri alınmıştır. Anket çalışmaları sonucunda, sorunlu mekanlar olarak saptanan Stüdyo 2 (ST2) ve Derslik 4 (D4)'te hacim akustiği ölçümleri yapılmış ve mevcut durum T30, RT, EDT, D₅₀, STI ve RASTI hacim akustiği parametre değerleri, kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılmıştır.

Ölçümler 125 Hz – 4000 Hz oktav bandı aralığında yapılmış, özellikle konuşma için önemli olan 500 Hz – 2000 Hz oktav bandı aralığı dikkate alınmıştır. Yapılan ölçümlerde, ortalama RT ve T30 değerlerinin, her iki hacimde de sahip olmaları gereken kabul edilebilir değer aralığının çok üzerinde sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu durum konuşma esnasında maskeleme akustik kusuruna neden olmakta ve konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltmaktadır. Mevcut durumdaki ortalama EDT değerlerini incelediğimizde, RT ve T30'da olduğu gibi düşük frekanslarda yüksek, yüksek frekanslarda düşük sonuçlar elde edilmiştir. EDT değerleri bu bakımdan RT ve T30 değerleri ile paralellik göstermektedir. Bu durum genel olarak hacimlerde sesin düzgün yayıldığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak noktasal bazda bakıldığında, bazı alıcı noktalarında sapmalar olduğu görülmüştür. Bu sebeple, mekanlarda belirli bölgelerde, düzgün yayınmamışlık akustik kusurunun var olduğu söylenebilir.

Ölçümlerde elde edilen ortalama D_{50} değerlerini incelediğimizde, alçak frekanslarda düşük, yüksek frekanslarda yüksek değerler elde edilmiştir. Değerlere noktasal bazda bakıldığında, özellikle ST2'de karmaşık bir yapı görülmüştür. Bu durum mekan içerisinde düzgün bir dağılımın olmamasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte D_{50} değerleri, her iki mekan için tüm frekanslarda, olması istenen %50'lik değer altındadır. STI ve RASTI değerlerini incelediğimizde, her iki mekan için ortalama STI değerlerinin, olması istenen 0,45'lik değerin çok az farkla üzerine çıktığı, ortalama RASTI değerlerinin ise bu değerin altında kaldığı görülmüştür. Noktasal bazda bakıldığında ise mekanlar içerisinde düzgün bir dağılım yoktur. Ortalama STI değerlerine göre optimum düzey yakalanmış olsa da, bazı noktalarda STI değerleri optimum düzeyin çok altındadır. Bu noktalarda konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanamadığı anlaşılmaktadır. Bu durumu D_{50} sonuçları da desteklemektedir. Hacim akustiği ölçümlerinde elde edilen, özellikle konuşmaya yönelik mekanlar için önemli olan, D_{50} , STI ve RASTI parametreleri için düşük, RT ve T30 parametreleri için yüksek değerler elde edilmesi, stüdyo ve dersliğin uygun hacim akustiği koşullarına sahip olmadığını ve bu hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, belirlenen stüdyo ve dersliğin mevcut durumlarının iyileştirilmesi için çeşitli çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu noktada, ileride uygulanma ihtimaline karşılık, hacimlerin mekansal özelliklerini değiştirmeyecek, sökülüp takılabilir ve yenilenebilir öneriler geliştirilmesine özen gösterilmiştir. Geliştirilen önerilerin hacimlerin yansıma sürelerini düşürdüğü, D_{50} ve STI gibi konuşmanın anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesini sağlayan parametrelerin yükseltildiği görülmektedir.

Yapılan bu çalışma, hacim akustiği koşulları dikkate alınmadan tasarlanan mimarlık eğitiminin verildiği stüdyo ve derslikler için bir örnek teşkil etmektedir. Ülkemizde genellikle bu faktör dikkate alınmadan tasarlanan mekanların iyileştirilmesi, verilen eğitimden alınan verimi artıracak, mimarlık mesleğinin eğitim kalitesini yükseltecektir. Ülkemizde bu konudaki çalışmaların gün geçtikçe artacağı düşüncesiyle, bu tez çalışmasının yapılacak benzer çalışmalar için faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelouahab, B., Mohamed, A., Saad, D., ve Youcef, R. (2013). Evaluation of the acoustic performance of classrooms in Algerian Teaching Schools. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil Science and Engineering*, 7/11, 277-286.
- Akdağ Yüğrük, N. (2000). *Konuşmanın hızının optimal yansıma süresine etkisinin incelenmesi*. 5. Ulusal Akustik Kongresi Bildiri Kitabı (191-196). İstanbul: Takder
- Bilal, F. (2008). Okullarda akustik düzenleme ve gürültü. *İzolasyon Dünyası*, 66, 66-67. <http://www.himerpa.com/Content/Files/TechPubFile/9687e716-47a4-4d4a-bb69-f0889bb32a74.pdf>
- Boothroyd, A. (2002). *Room acoustics and speech perception*. 05 Nisan 2014, http://www-rohan.sdsu.edu/~aboothro/files/Papers_on_RoomAcoustics/Roomacousticsandspeechperception.pdf
- Bostancı Baskan, T., ve Şerefhanoglu Sözen, M. (bt). *Dersliklerde aydınlatma ve kullanıcı değerlendirmesine bir örnek*. 08 Mart 2014, http://www.emo.org.tr/ekler/0e074e39e85918c_ek.pdf.
- Bradley, J. S. (2012). *Acoustical design of rooms for speech*. 18 Mart 2014, <http://ebookbrowse.net/ctu51e-pdf-d365948881>.
- Cavanaugh, W. J., ve Wilkes J. A. (Eds.). (1999). *Architectural acoustics principles and practice*. NY: John Wiley.
- Cowan, J. P. (2000). *Architectural acoustics design guide*. NY: McGraw-Hill.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, (4 Haziran 2010).
Resmi Gazete, 27601.

Dikmen, Ç. B. (2011). Mimarlık eğitiminde stüdyo çalışmalarının önemi: Temel eğitim stüdyoları. *E-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 6-4-1A0257, 1509-1520.

Dinç, P. (2007). Mimari tasarım stüdyosunda mekansal-davranışsal değişkenlerin öğrenci-mekan etkileşimindeki rolü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, (22-4), 837-845.

Erlalelitepe, İ., Aral, D., ve Kazanasmaz, T. (2011). Eğitim yapılarının doğal aydınlatma performansı açısından incelenmesi. *Megaron Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi*, 6(1), 39-51.

Egan, M. D. (1988). *Architectural acoustics*. NY: McGraw-Hill.

Erol, H. B. (2006). *İç mekanda malzeme kullanımında akustik performans kriterleri*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fuchs, H. V. (2013). *Applied acoustics: concepts, absorbers, and silencers for acoustical comfort and noise control*. Berlin: Springer Science + Business Media.

Gade, A. C. (2007). Acoustics in halls for speech and music. T. D. Rossing, (Ed.). *Springer handbook of acoustics* (301-349). NY: Springer Science + Business Media.

Gökmen, H. ve Süer, D. (2003). Mimarlık eğitiminde tasarım stüdyolarına farklı yaklaşımlar. *Ege Mimarlık*, 3 (47), 4-7.

Gürel, N. (2007). *İlköğretim okullarının akustik açıdan incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güremen, L. (2012). İlköğretim okullarında iç ve dış ortam işitsel konfor koşullarının kullanıcılarıdaki etkisinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma Amasya kenti örneği. *E-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 7-3-1A0327, 580-604.

Hodgson, M. (1999). Experimental investigation of the acoustical characteristics of university classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106 (4), 1810-1819.

Hodgson, M. (2004). Case-study evaluations of the acoustical designs of renovated university classrooms. *Applied Acoustics*, 65, 69-89.

Kara, E. (2009). *Valensiya Santa Anna Şapeli'nin restorasyon sonrası akustik değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ketizmen, G. (2003). Mimari tasarım stüdyosunda çalışma yöntemleri: Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü örneği. *Ege Mimarlık*, 47, 32-34.

Knudsen, V. O., ve Harris, C. M. (1951). *Acoustical designing in architecture* (2th ed.). NY: John Wiley.

Kurtulan, Z. (2009). *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sedat Hakkı Eldem Oditoryumu'nun hacim akustiği açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kuttruff, H. (2009). *Room acoustics* (5th ed.). NY: Spon Press.

Long, M. (2006). *Architectural acoustics*. California: Elsevier Academic Press.

- Mehta, M., Johnson, J., ve Rocafort, F. (1999). *Architectural Acoustics Principle and Design*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Meriç, I. (2009). *A model for the evaluation of speech intelligibility in elementary school classrooms*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özçevik, A. (2005). *Mimari tasarım stüdyolarında işitsel konfor gereksinimleri ve bir örnek*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Pavčková, M., Rychtáriková, M., ve Tomašovič P. (25 Mayıs 2009). Acoustical comfort predictions in classrooms with two simultaneous sound sources. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 2009/2, 17-25.
- Şahin, Ö. (2007). *Konuşma amaçlı hacimlerde kaynak konumu değişiminin hacim akustiği parametreleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şerefhanoglu Sözen, M. (bt). *Aydınlatma tasarımında mimarın ve elektrik mühendisinin rolü*. 08 Mart 2014, http://www.emo.org.tr/ekler/2cf3f7ef9063075_ek.pdf.
- Şerefhanoglu Sözen, M. (2001). Yapı kabuğunda ısı ve ses yönünden denetim–konfor ilişkisi. *Makine Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 61.
- Şerefhanoglu Sözen, M., ve Bostancı Başkan, T. (2006). Dersliklerde görsel konfor ve etkin enerji kullanımı: Bir örnek derslik aydınlatması. *Megaron Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi*, 1(2-3), 143-153.

Tang, S. K. (2008). Speech related acoustical parameters in classrooms and their relationships. *Applied Acoustics*, 69 (2008), 1318-1331.

Thermal comfort, (Ocak 2013). Federation of Environmental Trade Associations 07 Şubat 2014, http://www.feta.co.uk/uploaded_images/files/CBCA%20TFS%20001%20Thermal%20Comfort%20Issue%202.pdf

Türk, E. (2011). *İstanbul'daki salonların akustik kalitesinin incelenmesi ve değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vural, A. (2009). *İstanbul'da bulunan dört konser salonunun akustik açıdan değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yaşaroğlu, K. (2006). *Açık hava tiyatrolarının akustik açıdan değerlendirilmesi: İstanbul Cemil Topuzlu Açık Hava Tiyatrosu örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, Ö. (2002). *Comparison of the sound insulation values of different countries for building components and evaluation of these criteria from the point of Turkey's conditions*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yüksel Can, Z., ve Özçevik, A. (2012). *Hacim akustiği kuramı ders notları*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yüksel Can, Z., ve Özçevik, A. (2013). *Hacim akustiği kuramı ders notları*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yüğrük, N. (1995). *Konuşma amaçlı hacimlerde işitsel duyarlılık ayrımlarının anlaşılabilirlik üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak hacim akustiği koşullarının belirlenmesinde yeni bir yaklaşım*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zannin, P. H. T., Fiedler, P. E. K., ve Bunn, F. (Ağustos 2013). Reverberation time in classrooms – Case study: When an administrative decision changes acoustic quality. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 72, 506-510.

Zorer Gedik, G. (2014). *Yapı fiziği 1 ders notları: Isısal konfor*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

EKLER

EK-1 Simgeler ve Kısaltmalar

AI	: Söylem Göstergesi
C ₈₀	: Açıklık
D4	: Derslik 4
D ₅₀	: Ayırtedilebilirlik
EDT	: Erken Düşme Süresi
IEC	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
MLSSA	: Maksimum Uzunluk Dizi Sistem Analizi
MTF	: Modülasyon İletim Fonsiyonu
NC	: Gürültü Ölçütü
NCB	: Dengelenmiş Gürültü Ölçütü
NR	: Gürültü Derecelendirmesi
PSA	: Hece Söylem Testleri
RASTI	: Hızlandırılmış Konuşma İletim Göstergesi
RT	: Yansıma Süresi
SI	: Konuşmanın Anlaşılabilirliği
SLA	: Ağırlıklı Ses Seviyesi
SNR	: Sinyal Gürültü Oranı
SNA	: Ağırlıklı Konuşma Sinyali – Arka Plan Gürültü Seviyesi Farkı
SPL	: Ses Basınç Seviyesi
SPL(A)	: A Ağırlıklı Ses Basınç Seviyesi
STI	: Konuşma İletim Göstergesi
ST1	: Stüdyo 1
ST2	: Stüdyo 2
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

EK-2 Örnek Çalışma Alanında Gerçekleştirilen Anket Çalışması

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilgisi Programı’nda Çalışılan, ‘Mimarlık Fakültesi Stüdyolarının Akustik Konfor Koşulları Bakımından İrdelenmesi’ Konulu Tez Çalışması İçin, Öğrencilere Yönelik Hazırlanan Anket Çalışmasıdır.

Kişisel Sorular

SORU 1. Hangi seviyede eğitim yapmaktasınız?

- ☐ Lisans (.....) ☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora

SORU 2. Herhangi bir kulak rahatsızlığınız / işitme sorunuz var mı?

- ☐ Evet var.
☐ Hayır yok.

SORU 3. Okul dışındaki sosyal hayatınızda, kaldığınız ev ya da yurttaki çalışmanız esnasında, hiçbir dış etken olmaksızın odaklanma problemi yaşıyor musunuz?

- ☐ Evet, yaşıyorum.
☐ Hayır, yaşamıyorum.
☐ Farkında değilim.

SORU 4. Günlük yaşamınızda bulunduğunuz ortam koşullarında sizi en çok rahatsız eden faktörleri sıralayınız. (1 en çok rahatsızlık veren faktör olmak üzere)

- ☐ Gürültü ()
☐ Ortam sıcaklığı ()
☐ Rutubet etkisi ()
☐ Görsel konfor (ortamın aydınlık düzeyi v.b) ()
☐ Hava kalitesi ()
☐ Koku ()
☐ Mekan Boyutu ()
☐ Diğer, ()

Fakülte Binasında Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Sorular

SORU 5. Bölüm binasının bulunduğu çevrede gürültü sorunu yaşıyor musunuz?

☐ Evet, yaşıyorum.

☐ Hayır, yaşamıyorum.

(5. Soruda ‘Evet yaşıyorum.’ Seçeneğini seçtiyseniz 6. soruyu cevaplayınız.)

SORU 6. Yapı dışı gürültülerden sizi en çok etkileyen hangisidir?

☐ Karayolu gürültüsü

☐ Havayolu gürültüsü

☐ İnşaat gürültüsü

☐ İnsan Sesi

☐ Diğer

SORU 7. Bölüm binası içerisinde gürültü problemi yaşıyor musunuz?

☐ Evet, yaşıyorum.

☐ Hayır, yaşamıyorum.

(7. Soruda ‘Evet Yaşıyorum.’ seçeneğini seçtiyseniz 8. soruyu cevaplayınız.)

SORU 8. Bölüm binası içerisinde gürültünün sizi rahatsız ettiği ortamları 1 (en çok) olmak şartıyla sıralayınız.

☐ Stüdyo () ☐ Derslik () ☐ Koridor () ☐ Kantin () ☐ Diğer ... ()

Stüdyo Çalışmaları Sürecinde Akustik Konfor Değerlendirmesi

SORU 9. Uygulamalı derslerinizde (yapı bilgisi, proje) hangi stüdyoları kullanıyorsunuz?

☐ ST1 ☐ ST2 ☐ ST3 ☐ ST4 ☐ ST5 ☐ ST6 ☐ ST7 ☐ ST8

SORU 10. Stüdyo çalışmaları sırasında gürültü ya da hacim akustiği bakımından sorun yaşıyor musunuz?

☐ Evet, yaşıyorum.

☐ Hayır, yaşamıyorum.

(10. Soruda ‘Evet, yaşıyorum.’ seçeneğini seçtiyseniz 11 - 18 aralıktaki soruları cevaplayınız.)

SORU 11. Stüdyo çalışması süresince aşağıdaki seçeneklerden sizi en fazla rahatsız eden hangisidir?

- ☐ Yapı dışı gürültüler (Taşıt, inşaat, insan sesi vs.)
- ☐ Yapı içi, stüdyo dışı gürültüler (Koridordan gelen sesler)
- ☐ Stüdyo içi gürültüler (Tesisat, konuşma vb.)
- ☐ Ses düzeyinin yetersiz olması
- ☐ Diğer,

SORU 12. Eğer rahatsızlık hissediyorsanız stüdyo içi gürültülerden sizi en çok rahatsız eden hangisidir?

- ☐ Yapı teknik tesisatından gelen gürültüler (ısıtma, soğutma, aydınlatma vs.)
- ☐ Stüdyoda kullanılan araçlardan / mobilyalardan kaynaklanan gürültüler
- ☐ İnsan sesi
- ☐ Diğer,

SORU 13. Akustik konfor açısından değerlendirdiğinizde stüdyolarda en fazla rahatsız hissettiğiniz çalışma şekli hangisidir? En çok rahatsız eden sistemi 1’den başlayarak 5’e kadar numaralandırınız.

- ☐ Bireysel çalışmalar () *(Konu ile ilgili örnekleri araştırmak, incelemek ve yorumlamak, kendi düşünce ve görüşlerini anlatan çizimler ve maketler yapmak.)*
- ☐ Grup çalışmaları () *(Bir tasarım sorunu hakkında birden fazla öğrencinin karşılıklı tartışmalarla bilgi ve kritik akışını sağlayarak çalışması.)*
- ☐ Masa kritikleri () *(Öğrenci ve danışman arasında özel tasarım kritiklerinin yapıldığı birebir görüşme.)*
- ☐ Grup kritikleri () *(Danışman ve grup arasında tasarım sorunu hakkında genel konuların değerlendirilip kritik verilmesi.)*
- ☐ Jüri kritikleri () *(Öğrencinin birden fazla danışman ve öğrenci karşısında tasarım düşünce ve görüşlerini, çizimler ve maketlerle açıklaması.)*

SORU 14. Bireysel çalışma esnasında, stüdyo içinde oluşan gürültü (uğultu) sizi rahatsız ediyor mu?

- ☐ Evet, çok rahatsız ediyor.
- ☐ Evet, rahatsız ediyor.
- ☐ Zaman zaman rahatsız ediyor.
- ☐ Hayır, rahatsız etmiyor.
- ☐ Kesinlikle rahatsız etmiyor.

SORU 15. Grup çalışması sırasında, diğer grupların neden olduğu gürültü, çalışma arkadaşlarınızla iletişim kumanızı olumsuz etkiliyor mu?

- ☐ Evet, çok olumsuz etkiliyor.
- ☐ Evet, etkiliyor.
- ☐ Zaman zaman olumsuz etkiliyor.
- ☐ Hayır, etkilemiyor.
- ☐ Hayır, kesinlikle etkilemiyor.

SORU 16. Masa kritiği (danışman-öğrenci birebir görüşme) esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyuyor musunuz?

- ☐ Evet, çok rahatsızlık duyuyorum.
- ☐ Evet, rahatsızlık duyuyorum.
- ☐ Zaman zaman rahatsızlık duyuyorum.
- ☐ Hayır, rahatsızlık duymuyorum.
- ☐ Kesinlikle hiç rahatsızlık duymuyorum.

SORU 17. Masa kritiği esnasında, işitsel açıdan, danışmanınız ile rahat iletişim kurabiliyor musunuz?

- ☐ Evet, çok iyi iletişim kurabiliyorum.
- ☐ Evet, kurabiliyorum.
- ☐ Zaman zaman kuramıyorum.
- ☐ Hayır, kuramıyorum.
- ☐ Kesinlikle iletişim kuramıyorum.

SORU 18. Grup kritiği esnasında diğer danışman ve öğrencilerin seslerinden rahatsızlık duyuyor musunuz?

- ☐ Evet, çok rahatsızlık duyuyorum.
- ☐ Evet, rahatsızlık duyuyorum.
- ☐ Zaman zaman rahatsızlık duyuyorum.
- ☐ Hayır, rahatsızlık duymuyorum.
- ☐ Kesinlikle rahatsızlık duymuyorum.

Teorik Ders Anlatımı Sürecinde Akustik Konfor Değerlendirmesi

SORU 19. Teorik derslerinizde (zorunlu ve seçmeli) hangi derslikleri kullanıyorsunuz?

- ☐ D1 ☐ D2 ☐ D3 ☐ D4 ☐ D5 ☐ D6 ☐ D7

SORU 20. Teorik derslerinizde eğitimcinin sesini nasıl duyuyorsunuz?

- ☐ Net olarak duyabiliyorum.
- ☐ Kelimelerini net olarak seçemiyorum.
- ☐ Kelimelerinin stüdyo içinde yankılandığını düşünüyorum.
- ☐ Mekan çok büyük, eğitimci ile aramızdaki mesafe çok fazla duyamıyorum.

SORU 21. Teorik derslerinizde eğitimci ile aranızdaki iletişimi nasıl tanımlarsınız?

- ☐ Eğitimciyi görebiliyorum ve net olarak duyabiliyorum.
- ☐ Eğitimciyi görebiliyorum, ancak net olarak duyamıyorum.
- ☐ Eğitimciyi göremiyorum, ancak net olarak duyabiliyorum.
- ☐ Eğitimciyi göremiyorum ve net olarak duyamıyorum.

SORU 22. Teorik derslerinizde, (tahtanın bulunduğu yönü ön kabul edersek ve stüdyoyu ön, arka, sağ yan ve sol yan olarak bölümlere ayırırsak) stüdyo içinde farklı bölümlerde akustik konfor koşullarının değiştiğini düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet, değiştiğini düşünüyorum.
- ☐ Hayır, değiştiğini düşünmüyorum.

(22. Soruda ‘Evet, deđiřtiđini dűřűnűyorum.’ seęeneđini seętiyseniz 23. ve 24. soruları cevaplayınız.)

SORU 23. Stűdyo ięerisinde akustik kořulların en kűtű olduđu bűlűm sizce hangisidir?

- ☐ n bűlűm ☐ Arka bűlűm ☐ Sađ yan bűlűm ☐ Sol yan bűlűm ☐ Diđer

SORU 24. Teorik derslerinizde yaşadığınız akustik problemi ęűzmek ięin yaptığınız eylem hangisidir?

- ☐ n sıralara geçiyorum.
☐ Sınıf ęok kalabalık uygun yer bulamıyorum.
☐ Mekan zaten kűęűk yapabileceđim bir řey yok.
☐ Farkında değilim.
☐ Diğer.....

SORU 25. Stűdyolarda ve dersliklerdeki akustik kořullar sizde ne gibi etkiler yaratıyor?

- ☐ Konsantrasyonum bozuluyor.
☐ çabuk yoruluyorum.
☐ Baş ağrısı, sinirlilik, sıkıntı, gerginlik yaratıyor.
☐ Konuşmaları anlamıyorum.
☐ Gűrűltűnűn űzerimde herhangi bir olumsuz etkisi yok
☐ Diğer,

Zaman ayırdıđınız ięin teřekkűr ederiz.
