

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Mimarlık Anabilim Dalında
Fatma Betül Zehra KARA Tarafından Hazırlanan**

**SANAYİ YAPILARINDA BİLGİSAYAR SİMÜLASYON
YÖNTEMİYLE SESİN NESNEL PARAMETRELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: ARSİN ORGANİZE SANAYİİ ÖRNEĞİ**

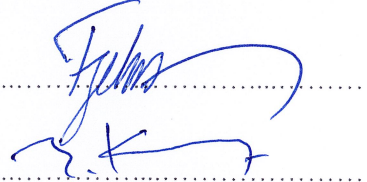

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28/ 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Fatma Zehra ÇAKICI

Üye : Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ

Üye : Öğr. Gör. Dr. Özlem AYDIN

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Sanayi Yapılarındaki Atölyelerin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Akustik Açından Değerlendirilmesi: Arsin Organize Sanayii Örneği” adlı bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmamın danışmanlığımı üstlenen ve tez çalışmam boyunca desteğini, bilgisini ve rehberliğini bir an olsun esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ’a tezime sağladıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim. Tez çalışmamın farklı zamanlarında destek sağlayan Arş. Gör. Barış İLBAN’a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında bana fabrikalarının kapısını açarak atölyelerin içinde ölçmelerin yapılmasına izin verme nezaketini gösteren ve tez çalışmamı yapmama olanak sağlayan ilgili firmalara teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca beni sürekli motive eden ve bana destek olan, mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yüksek lisans yapmam konusunda beni teşvik eden biricik babam Halil İbrahim ALBAYRAK ve annem Hacer ALBAYRAK’a sonsuz şükranlarımı sunarım. Her konuda yanımda olup, her türlü maddi manevi destek sağlayan sevgili kardeşim Dr. Hatice ALBAYRAK ve sevgili eşim İsmail KARA’ya ve son zamanlarda bir hayli ihmal ettiğim canım yavrularım İbrahim Enes ve Yakup Kerem’e teşekkür ederim.

Değerli BABAMA ithafen...

Fatma Betül Zehra KARA

Trabzon, 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sanayi Yapılarındaki Atölyelerin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Akustik Açıdan Değerlendirilmesi: Arsin Organize Sanayii Örneği” isimli bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ’ ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17/06/2019

Fatma Betül Zehra KARA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Literatür Çalışması.....	3
1.3. Ses ile İlgili Kavramlar	8
1.3.1. Sesin Fiziksel Göstergeleri	9
1.3.2. Sesin Kapalı Mekânlarda Yayılması	13
1.3.2.1. Ses Gölgesi.....	14
1.3.3. Sesin Nesnel Parametreleri	15
1.3.4. Sesin Anlaşılabilirliği.....	21
1.4. Sanayi Yapılarının Tarihsel Süreç İçinde Gelişimi.....	23
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	26
2.1. Akustik Açıdan İncelenen Endüstri Yapıları	27
2.1.1. Metal Fabrikası	28
2.1.2. Ahşap Fabrikası	31
2.1.3. Plastik Fabrikası.....	33
2.1.4. Fındık Fabrikası	35
2.2. Simülasyon Programına İlişkin Kabuller	36
2.3. Tavan Yüzeyindeki Uygulamalara İlişkin Kabuller	37
2.3.1. Metal Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller.....	39
2.3.1.1. Talaşlı İmalat Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller	39
2.3.1.2. Kaynak - Montaj Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller	40
2.3.1.3. Plazma Kesim Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller ...	41
2.3.2. Ahşap Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller.....	42

2.3.3.	Plastik Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller	43
2.3.3.1.	Boya Atölyesine Uygulanan Akustik Sıvaya İlişkin Kabuller	44
2.3.3.2.	PVC Değirmen Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller..	44
2.3.4.	Fındık Fabrikası Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller	45
2.4.	Ses Kaynağı ve Alıcılara İlişkin Kabuller.....	46
2.5.	Yüzey Malzemelerine İlişkin Kabuller	51
2.6.	Simülasyon Programının Çalıştırılmasına İlişkin Kabuller	54
2.7.	Sesin Nesnel Parametrelerine Yönelik Kabul Edilen Optimum Değer Aralıkları	55
3.	BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER	57
3.1.	Metal Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri	58
3.1.1.	Talaşlı İmalat Atölyesi için Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri.....	58
3.1.1.1.	Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri	58
3.1.1.2.	Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri	61
3.1.1.3.	Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri.....	64
3.1.1.4.	Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri.....	67
3.1.2.	Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri	69
3.1.2.1.	Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri	69
3.1.2.2.	Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri.....	72
3.1.2.3.	Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri.....	75
3.1.2.4.	Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri.....	78
3.1.3.	Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri.....	80
3.1.3.1.	Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri	81
3.1.3.2.	Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri.....	83
3.1.3.3.	Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri.....	86
3.1.3.4.	Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri.....	89
3.2.	Ahşap Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlendirme Analizleri.....	92
3.2.1.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri	92
3.2.1.1.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri	92
3.2.1.2.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri.....	95

3.2.1.3.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri.....	98
3.2.1.4.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri.....	101
3.3.	Plastik Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizi.....	104
3.3.1.	Boya Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri.....	104
3.3.1.1.	Boya Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri.....	104
3.3.1.2.	Boya Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri.....	106
3.3.1.3.	Boya Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri	109
3.3.1.4.	Boya Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri	111
3.3.2.	PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri	113
3.3.2.1.	PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri.....	113
3.3.2.2.	PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri	116
3.3.2.3.	PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri	119
3.3.2.4.	PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri	122
3.4.	Fındık Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri	125
3.4.1.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri	125
3.4.1.1.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri.....	125
3.4.1.2.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri.....	128
3.3.2.3.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri.....	131
3.3.2.4.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri.....	134
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	138
5.	KAYNAKLAR	144

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

SANAYİ YAPILARINDAKİ ATÖLYELERİN BİLGİSAYAR SİMÜLASYON
YÖNTEMİYLE AKUSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ARSİN ORGANİZE
SANAYİİ ÖRNEĞİ

Fatma Betül Zehra KARA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ
2019, 148 Sayfa

Ülke ekonomisinin gelişimine büyük katkı sağlayan sanayi sektörü aynı zamanda önemli bir istihdam alanıdır. Sanayi yapılarındaki üretimin verimliliği ve kalitesi büyük önem taşımakta olup bu durum çalışanlar arasında iletişimle dolayısıyla da sesin anlaşılabilirliği ile doğru orantılıdır. Sesin anlaşılabilirliği ise sesin nesnel parametre değerleri ile denetlenmektedir. Bu tez çalışmasında; Trabzon İli, Arsin Organize Sanayi Bölgesindeki, farklı sektörlerde faaliyet gösteren endüstri yapılarının atölyeleri bilgisayar simülasyon yöntemi ile akustik açılarından değerlendirilmiştir. Giriş bölümünde; çalışmanın amaç ve kapsamı belirtilmiş, literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan çalışmalar bölümünde; çalışma kapsamındaki atölyelerin mevcut durumlarının 3D modelleri hazırlanarak, modeller sesin anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesi için öncelikle simülasyon programına aktarılmıştır. Sesin nesnel parametre değerleri elde edildikten sonra tüm atölyelerde sesin anlaşılabilirliğinin artırılmasına yönelik tavan yüzeyinde yapılan iyileştirmeler ile yeniden 3D modeller hazırlanmıştır. Hazırlanan 3D modeller ODEON V10 programına aktararak simülasyon işlemi tekrarlanmış ve oluşan sesin nesnel parametreleri sesin anlaşılabilirliği açısından yeniden değerlendirilmiştir. Bulgular ve değerlendirmeler bölümünde; simülasyonlar sonucunda tüm atölyeler için elde edilen sesin nesnel parametrelerine ilişkin değerler kabul edilen optimum değer aralıkları ile karşılaştırılmıştır. Son bölümde; sonuçlar ve öneriler belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sanayi Yapıları, Atölye, Akustik, Arsin OSB, Sesin Nesnel Parametreleri, Simülasyon, ODEON

Master Thesis

SUMMARY

EVALUATION OF WORKSHOPS IN INDUSTRIAL STRUCTURES BY
ACQUISITION OF COMPUTER SIMULATION: THE CASE OF ARSIN ORGANIZED
INDUSTRY

Fatma Betül Zehra KARA

Karadeniz Technical University
Institute of Science Architectural Program
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa KAVRAZ
2019, 148 Pages

The industrial sector, which contributes greatly to the development of the national economy, is also an important area of employment. The efficiency and quality of production in industrial buildings is of great importance and this is directly proportional to the communication between the employees and thus the intelligibility of the voice. The intelligibility of the sound is controlled by the objective parameter values of the sound. In this thesis; Workshops of industrial buildings operating in different sectors in Arsin Organized Industrial Zone in Trabzon were evaluated in terms of acoustics by computer simulation method. In the introduction section; The aim and scope of the study were stated and a literature search was conducted. In the studies section; 3D models of the current situations of the workshops were prepared and the models were first transferred to the simulation program in order to evaluate the intelligibility of the sound. After obtaining the objective parameter values of the sound, 3D models were prepared again with the improvements made on the ceiling surface in order to increase the intelligibility of sound in all workshops. The 3D models were transferred to ODEON V10 and the simulation process was repeated and the objective parameters of the resulting sound were re-evaluated for the intelligibility of the sound. In the findings and evaluations section; The results of the simulations were compared with the values of the optimum parameters. In the last section; The results and recommendations are indicated.

Keywords: Industrial Structures, Workshop, Acoustics, Arsin OSB, Objective Parameters of Sound, Simulation, ODEON

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	İnsan kulağının ses duyma hassasiyet aralığı (Heerwagen, 2004).....	9
Şekil 1.2.	Dalga Boyu (URL-2).	11
Şekil 1.3.	Sesin Şiddeti (URL-3).....	12
Şekil.1.4.	Sesin farklı geometrik forma sahip yüzeylerde yansımaları (URL-3).	13
Şekil 1.5.	Yüzey üzerine gelen ses dalgasının yansımaları ve yutulması (URL-3).....	14
Şekil 1.6.	Sesin kırılması (URL-3).....	14
Şekil 1.7.	Ses gölgesi (URL-3).	15
Şekil 1.8.	Reverberasyon süresi (Rossing, 2007).....	16
Şekil 1.9.	Uzun ve kısa reverberasyon süresi (Barron, 2010).....	17
Şekil 1.10.	Reverberasyon süresinin çeşitli amaçlı salonların hacmine bağlı olarak orta frekanslardaki optimum değerleri (Abdülrahimov, 2005).....	19
Şekil 1.11.	Ayırılabilirlik – sesin anlaşılabilirliği ilişkisi (Kuttruff, 2009).....	20
Şekil 1.12.	Ses iletim endeksi ile sesin anlaşılabilirliği ilişkisi (Long, 2006).	21
Şekil 1.13.	Sesin işitsel algısında ses kaynağı, ortam ve alıcı ilişkisi.....	22
Şekil 1.14.	Hafif ölçekli sanayi yapısı işlev şeması (Akgün,1992).	24
Şekil 1.15.	Orta ölçekli sanayi yapısı işlev şeması (Akgün,1992).....	24
Şekil 1.16.	Ağır ölçekli sanayi yapısının işlev şeması (Akgün,1992).	25
Şekil 2.1.	Arsin Organize Sanayinde incelenen fabrikaların yerleşim planı (Trabzon B.Bld, 2018).....	27
Şekil 2.2.	Metal Fabrikası ve Atölyelerinden görünüşleri.....	28
Şekil 2.3.	Metal Fabrikası Talaşlı İmalat Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşimi.....	29
Şekil 2.4.	Metal Fabrikası Kaynak- Montaj Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı.....	30
Şekil 2.5.	Metal Fabrikası Plazma Kesim Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı.....	31
Şekil 2.6.	Ahşap Fabrikası ve Üretim Atölyesinin görünüşleri.....	31
Şekil 2.7.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı.....	32
Şekil 2.8.	Plastik Fabrikası Boya Atölyesi ve PVC Değirmen Atölyesinin görünüşleri.....	33
Şekil 2.9.	Plastik Fabrikasının Boya Atölyesindeki ana makinaların yerleşim planı ..	34
Şekil 2.10.	Plastik Fabrikası PVC Değirmen Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı.....	35

Şekil 2.11.	Fındık Fabrikası ve Üretim Atölyesinden görünüm	35
Şekil 2.12.	Fındık Fabrikasının Üretim Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı.....	36
Şekil 2.13.	Ses yutucu panellerin tavan yüzeyine montajı.....	37
Şekil 2.14.	Vinil kaplı Ses yutucu paneller	38
Şekil 2.15.	Ses dalgalarının tavan yüzeyinde akustik sıva ve ses yutucu panel bulunması halindeki davranışları (Egan, 1988).	39
Şekil 2.16.	Talaşlı İmalat Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği 3D modelleri.....	40
Şekil 2.17.	Kaynak - Montaj Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği 3D modelleri.....	41
Şekil 2.18.	Plazma Kesim Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği 3D modelleri.....	42
Şekil 2.19.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği 3D modelleri.....	43
Şekil 2.20.	Boya Atölyesinin mevcut durumu ile akustik sıvalı durumlarındaki 3D modelleri	44
Şekil 2.21.	PVC Değirmen Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği 3D modelleri.....	45
Şekil 2.22.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği 3D modelleri.....	46
Şekil 2.23.	Ses kaynakları ve alıcıların atölyelerdeki konumları.....	47
Şekil 2.24.	Simülasyon programı kapsamında atölyelerdeki ses kaynağı ve alıcıların konumları	50
Şekil 2.25.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinin için simülasyon programının çalıştırılma süreci	54
Şekil 3.1.	Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri.....	59
Şekil 3.2.	Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri	61
Şekil 3.3.	Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri	62
Şekil 3.4.	Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri	64
Şekil 3.5.	Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri	65
Şekil 3.6.	Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	66
Şekil 3.7.	Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri	67
Şekil 3.8.	Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	68
Şekil 3.9.	Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri.....	70

Şekil 3.10.	Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri	72
Şekil 3.11.	Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri	73
Şekil 3.12.	Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri	75
Şekil 3.13.	Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri	76
Şekil 3.14.	Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	77
Şekil 3.15.	Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri	78
Şekil 3.16.	Kaynak- Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	79
Şekil 3.17.	Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri.....	81
Şekil 3.18.	Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri	83
Şekil 3.19.	Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri	84
Şekil 3.20.	Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri	86
Şekil 3.21.	Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değeri	87
Şekil 3.22.	Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	88
Şekil 3.23.	Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri	90
Şekil 3.24.	Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	90
Şekil 3.25.	Ahşap Fabrikası Üretim atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri... 93	
Şekil 3.26.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri	95
Şekil 3.27.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri .96	
Şekil 3.28.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri.....	98
Şekil 3.29.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri . 99	
Şekil 3.30.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	100
Şekil 3.31.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri 101	
Şekil 3.32.	Ahşap Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	102
Şekil 3.33.	Boya Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri	105
Şekil 3.34.	Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri.....	106
Şekil 3.35.	Boya Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri	107

Şekil 3.36.	Boya atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri.....	108
Şekil 3.37.	Boya Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri	109
Şekil 3.38.	Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	110
Şekil 3.39.	Boya Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri	111
Şekil 3.40.	Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	112
Şekil 3.41.	PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri	114
Şekil 3.42.	PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri	116
Şekil 3.43.	PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri.....	117
Şekil 3.44.	PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri	119
Şekil 3.45.	PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri.....	120
Şekil 3.46.	PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	122
Şekil 3.47.	PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri.....	123
Şekil 3.48.	PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	124
Şekil 3.49.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri	126
Şekil 3.50.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri	128
Şekil 3.51.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri	129
Şekil 3.52.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri.....	131
Şekil 3.53.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değeri...	132
Şekil 3.54.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri	134
Şekil 3.55.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri	135
Şekil 3.56.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri	136

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1.	Mimari akustikte kullanılan 1/1 ve 1/3 oktav bantlar (URL-1).....	10
Tablo 1.2.	Sesin farklı ortamlarda yayılma hızı (Demirkale, 2007)	13
Tablo 1.3.	Mekan içinde STI parametresi değer aralıkları (Yerli, 2015).....	21
Tablo 2.1.	Makina Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Talaşlı İmalat Atölyesi-Kaynak - Montaj Atölyesi ve Plazma Kesim Atölyesi).....	52
Tablo 2.2.	Ahşap Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Üretim Atölyesi)	52
Tablo 2.3.	Plastik Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Boya Atölyesi- PVC Değirmen Atölyesi).....	53
Tablo 2.4.	Fındık Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi)	53
Tablo 2.5.	Ses yutucu panelin ses yutma katsayı değerleri	53
Tablo 2.6.	Akustik sıvanın ses yutma katsayı değerleri	53
Tablo 2.7.	Atölyelerde sesin nesnel parametrelerine ait kabul edilen optimum değer aralıkları	56
Tablo 3.1.	Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	69
Tablo 3.2.	Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	80
Tablo 3.3.	Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	92
Tablo 3.4.	Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	103
Tablo 3.5.	Boya Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	113
Tablo 3.6.	PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	125
Tablo 3.7.	Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları	137

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Alan (m^2)
BR	: Bas Oranı (Bass Ratio)
C_{80}	: Netlik (Clarity)
D_{50}	: Ayırt Edilebilirlik (Distinctness)
EDT	: Erken Düşme Süresi (Early Decay Time)
T	: Periyot (sn.)
T30	: Reverberasyon Süresi(sn.)
G	: Toplam Ses Düzeyi (Total Sound Level- Strength)
ITDG	: İlk Ulaşım Gecikmesi (Initial Time Delay Gap)
I	: Ses şiddeti /Yeğinlik (W/m^2)
LF_{80}	: Erken Yanal Enerji Oranı (Lateral Energy Fraction)
LG_{80}	: Geç Yanal Enerji Oranı (Late Arriving Lateral Energy)
P	: Ses Basıncı (N/m^2)
RASTI	: Hızlı Konuşma Ses İletim İndeksi (Rapid Speech Transmission Index)
RT	: Reverberasyon (Çınlama) Süresi (Reverberation Time)
SPL	: Toplam Ses Basıncı Düzeyi (Total Sound Pressure Level)
STI	: Ses İletim İndeksi (Speech Transmission Index)
TR	: Tiz Oranı (Treble Ratio)
T_s	: Merkez Zamanı (Centre Time)
c	: Ses Hızı (m/sn.)
V	: Hacim (m^3)
W	: Ses Gücü (Watt)
λ	: Dalga Boyu (m)
a	: Genlik (m)
f	: Frekans (Hz)
α	: Ses yutma katsayısı

1. GİRİŞ

1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bir ülkenin sanayi alanındaki gelişmişliği aynı zamanda ekonomik gelişmişliğinin de göstergesidir. Sanayi, genellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde en yoğun iş alanıdır. Son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte üretim etkili şekilde makinalarla yapılmaktadır. Ancak bu makineleşmeye rağmen sanayi sektöründe insan iş gücüne her zaman ihtiyaç duyulmaktadır.

Sanayi yapılarındaki atölyelerin fonksiyonel gereklilikler nedeniyle büyük hacimlere sahip olacak şekilde tasarlanması, ayrıca yapımında sert ve pürüzsüz yüzeyler içeren; beton, çelik, cam ve benzeri modern malzemeler kullanılması, bu mekânlarda aşırı çınılamalara neden olmaktadır. Bu durum mekân içerisinde gürültü düzeyinin artmasına, sesin netliğinin dolayısıyla da anlaşılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu ise çalışanların fizyolojik ve psikolojik açıdan rahatsız olmalarına, iş veriminin düşmesine, yoğunlaşma bozukluğuna, vb. olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

İçinde işitsel iletişim gereksinimi duyulan her mekânda akustik tasarım uygulanmalıdır. Sanayi yapılarında genellikle gürültüye ilişkin değerlendirmeler yapılırken; sesin tüm nesnel parametreleri açısından değerlendirilmesi hususu, çoğunlukla arka planda kalmıştır. Genellikle mekânların sesin nesnel parametrelerine göre değerlendirilmesi; çok amaçlı salonlar, konser salonları, oditoryumlar, eğitim yapıları, dini yapılar, vb. için yapılmıştır. Bundan dolayı bu çalışma sanayi yapılarının atölyelerindeki sesin işitsel algısı ile ilgili olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmasında; Trabzon İli Arsin Organize Sanayi'nde bulunan ve farklı sektörde imalat yapan fabrikalardan seçilen atölyelerin, mevcut durumlarının sesin nesnel parametrelerine bağlı olarak akustik açıdan değerlendirmesi ve bu atölyelerde sesin anlaşılabilirliğinin iyileştirilmesi amacıyla öneriler yapılması amaçlanmıştır.

Atölyelerin seçiminde; fabrikalarda ana üretimin yapıldığı alanlar olmasına, çalışanlar tarafından yoğun olarak kullanılmasına ve farklı boyutlarda olmasına dikkat edilmiştir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında; Metal Fabrikasından 3 adet atölye, Ahşap Fabrikasından 1

adet atölye, Plastik Fabrikasından 2 adet atölye ve Fındık Fabrikasından 1 adet atölye olmak üzere toplam 7 adet atölye seçilmiştir.

Bu atölyeler sırasıyla; Metal Fabrikasından; Talaşlı İmalat Atölyesi (450 m²), Kaynak - Montaj Atölyesi (670 m²), Plazma Kesim Atölyesi (160 m²), Ahşap Fabrikasından; Üretim Atölyesi (930 m²), Plastik Fabrikasından; Boya Atölyesi (385 m²), PVC Değirmen Atölyesi (1425 m²) ve Fındık Fabrikasından; Üretim Atölyesi (455 m²)' dir.

Atölyelerin akustik açıdan değerlendirilmesi amacıyla, öncelikle rölöveleri alınarak 3D modelleri hazırlanmıştır. Hazırlanan modeller ODEON V10.1. programına aktarılarak, atölyelerin mevcut durumlarının simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Tüm atölyeler için simülasyonlarda elde edilen sesin nesnel parametrelerine ait sonuçlar kabul edilen optimum düzeylerle karşılaştırılmıştır. Sanayi yapılarında reverberasyon süresine ilişkin optimum değere bilimsel literatürden ulaşılammıştır. Bundan dolayı, hacimsel büyüklüklerinin ve ses dağılımları benzer özelliklere sahip olan, spor salonları için kullanılan optimum reverberasyon süresi, bu çalışma kapsamında seçilen sanayi yapılarında da kullanılması kabul edilmiştir. Yapılan bu kabulde atölyelerin boyutlarından bağımsız olarak, optimum reverberasyon süresi ≤ 2 sn olarak alınmıştır. RT (Reverberasyon Süresi), EDT (Erken Düşme Süresi), D50 (Ayırt Edilebilirlik) ve STI (Sesin İletim Endeksi) parametreleri üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda, kabul edilen optimum değerleri sağlamayan durumlar tespit edilmiştir. Tespit edilen eksiklikler doğrultusunda kat yüksekliği 5 m üzerinde olan atölyelerde sesin anlaşılabilirliğinin artırılması için ses yutucu paneller, tavan düzleminde düşey olarak, x eksen yönünde, y eksen yönünde ve her iki eksen de 3 farklı şekilde yerleştirilmiştir. Kat yüksekliği 5 m altında olan atölyelerde; tavanın tamamında akustik sıva kullanılması, tavanın tamamında ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmında akustik sıva kullanılması önerilmiştir. Her iki öneriye ilişkin atölyelerin 3D modelleri tekrar hazırlanmış ve simülasyon programında sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiştir. Düzenleme önerileri (ses yutucu panellerin üç farklı durumu ve akustik sıvalı iki farklı durum) sesin anlaşılabilirliği açısından yeniden değerlendirilmiştir. Sesin anlaşılabilirliği yönünden yetersiz olan durumlar, nedenleriyle birlikte ortaya konulmuştur.

1.2. Literatür Çalışması

“Sanayi Yapılarındaki Atölyelerin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Akustik Açından Değerlendirilmesi: Arsin Organize Sanayii Örneği” adlı bu çalışmada sanayi yapılarının atölyelerindeki işitsel algı, sesin nesnel parametre değerlerine göre incelenmekte ve değerlendirilmektedir. Sanayi yapılarında ses ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle gürültü kontrolü ile ilgili gerçekleştirilmiştir.

Atmaca (1997), “Sivas'ta Trafik ve Endüstriden Kaynaklanan Gürültü Kirliliğinin Araştırılması” adlı çalışmasında, Sivas İline ait trafik ve endüstriden kaynaklı gürültü kirliliğini araştırmıştır. Çalışmasında trafikteki gürültü kirliliğini belirlemek için, şehir merkezinde seçilen cadde ve kavşaklarda belirli tarihler arasında gürültü düzey ölçümleri ile anket çalışması yapılmıştır. Endüstriden kaynaklı gürültü kirliliği için ise, beton travers, çimento, demir, çelik ve tekstil üretimi yapılan endüstriyel alanlarda gürültü düzeyi ölçümleri ve anket çalışması yapılmıştır. Tüm sanayi yapılarında gürültü seviyelerinin yönetmeliklerin üzerinde çıktığı ve işçilerin büyük çoğunluğunun söz konusu gürültüden rahatsız olduğu, ayrıca işçilerde işitme kayıplarının da yaşandığı tespit edilmiştir.

Kaya (1998), “Trabzon ve Çevresindeki Fabrikalarda Gürültü Seviyelerinin İncelenmesi ve Gürültü Kontrolü” adlı çalışmasında; Trabzon Organize Sanayii ve Trabzon dışındaki bazı fabrika ve üretim atölyelerindeki gürültü düzeylerini tespit etmiş ve gürültü kontrolü açısından çözüm önerilerinde bulunulmuştur. İncelenen fabrikalardaki tüm gürültü kaynaklarının açık olduğu durumda iken gürültü seviyeleri ölçülmüştür.

Kepçeoğlu (2002), “Tekstil Sanayinde Gürültü Denetimi ve Bir Örnek İnceleme” adlı çalışmasında; tekstil sanayinde gürültünün çalışanların sağlığına olan etkilerine ve gürültünün önlenmesi için yapılacak önerilere yer vermiştir. Çalışma kapsamında bir örme fabrikası incelenerek, işletmede bulunan gürültü kaynakları hakkında genel bilgiler verilmiş ve belirlenen yerlerde gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre ses kaynağında, kaynak ile alıcı arasında ve Alıcıda gürültüyü önlemeye yönelik hesaplamalara yer verilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

İlgürel (2003), “Sanayi Yapılarının Mimarisinde Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında, sanayi yapılarındaki gürültü sorununu; konum, bölge planlama, şehir planlama, çevre planlama aşamaları açısından ele almıştır. Çalışanlar için gürültünün fizyolojik ve psikolojik etkileri açısından ele almaktadır. Bu kapsamda, söz

konusu yapıların mimari tasarım süreçlerinde gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Engür (2004), “Endüstriyel Gürültü ve Gürültü Kontrolü” adlı çalışmasında, sanayi yapılarında bulunan makinaların ses düzeylerinin hesaplama yöntemleri ile ilgili gürültünün kontrol edilmesine yönelik bilgiler sunmuştur. Ayrıca günlük hayattaki gürültüler deneysel metotlarla ölçülerek uluslararası gürültü standartları ile karşılaştırılmıştır.

Ege (2004), “Tekstil İşletmelerinde Gürültü Sorunu ve Çözüm Önerileri” adlı çalışmasında, örnek olarak 4 adet tekstil işletmesinin, 4 dokuma ve 2 iplik bölümünde 1/1 oktav band merkez frekanslarda ses basınç düzeyi ve eşdeğer ses düzeyi ölçümleri yapmıştır. Tespit edilen veriler doğrultusunda frekans analizi yapılarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, mekândaki gürültü nedeniyle oluşan işçilik kayıpları ve oluşan maliyet kıyaslanarak maliyet analizi yapılmıştır.

İlgürel ve Sözen (2005), “Değişik Sanayi Kuruluşlarında Gürültünün Nesnel, Öznel ve Yönetmelikler Bağlamında İncelenmesi” adlı çalışmasında, gürültü düzeyleri farklı olan sanayi yapılarında anket çalışması ve gürültü düzey ölçümleri yapmıştır. Elde edilen doğrultusunda; gürültü düzeyleri, işçilerin gürültüden etkilenme durumları ve işçilerin eğitim durumları değerlendirilmiştir. Ayrıca atölyelerin gürültü oranları ulusal standartlara uygunluğu tartışılmıştır.

Kavraz (2006), “Mekânlarda Gürültü Kaynağı ile Alıcı Arasına Yerleştirilen Engellerle Gürültü Kontrolü Üzerine Bir Çalışma” adlı çalışmasında, farklı üretim yapılan sanayi yapılarının imalathane bölümlerinde gürültü düzeylerinin değişkenlik göstermekte olduğunu, bu nedenle söz konusu bölümlerin arasına yerleştirilen engellerin gürültü düzeylerini azalttığını belirtmiştir. Bu bağlamda çalışmada; farklı malzemelerden, farklı boyut ve şekillerde imal edilmiş engeller kullanılarak deneysel ölçümler yapılmış elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Chatillon (2007), “Endüstriyel Salonlarda Kaynak Direncinin Gürültü Düzeylerine Etkisi: Simülasyon ve Deneyler” adlı çalışmasında, 3 adet ahşap işleme makinası için gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiş ve simülasyon yöntemi ile basit gürültü haritaları elde etmiştir. Çalışma kapsamında, mekânların boş olması halinde ve nesnelere dağınık olarak yerleşmesi durumlarında kaynaktan gelen gürültü düzeyleri belirlenerek çalışanlar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Bozgun (2008), “Sanayi Tesislerinde Gürültünün Modellenmesi ve Değerlendirilmesi Boru Fabrikası Örneği” adlı çalışmasında, sanayi yapılarında gürültü kirliliğini boru

fabrikası örneği üzerinden değerlendirilmiştir. Söz konusu fabrikanın içinde ve dışında gürültü düzeyi ölçümleri yapılmış, gürültü haritaları hazırlanarak haritalar üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca optimum değerler elde edilebilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur.

İlgürel (2009), “Sanayi Yapılarının Tasarımında Gürültünün Bir Ölçüt Olarak Değerlendirilmesi Yöntem Geliştirilmesi” adlı çalışmasında, gürültünün sanayi yapılarının tasarımı aşamasında bir kıstas olarak kullanılmasını amaçlamıştır. Bu kapsamda, sanayi yapılarında genel olarak yüksek gürültü üreten makinaların sınır değerler içinde kalması için, 2003/10/EC Avrupa Birliği Yönergesinden ve Ülkemizde yürürlükte olan, bu yönergeden uyarlanmış gürültü yönetmeliği ve ilgili standartlardaki koşullar da göz önünde bulundurularak akustik modelleme verilerine dayanan, tasarım aşamasında kullanılacak bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Dal (2010), “Petrol Endüstrisindeki Bir Tesiste Mesleki Gürültüye Maruziyetin Değerlendirilmesi” adlı çalışmasını iki aşamada yapmıştır. İlk aşamada işçilere anket dağıtılmış ve durum analizleri yapılarak değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise, gürültülü olarak belirlenen mekânlarda gürültü düzeyleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler çalışanların iş verimliliği ve şirketin planlamalarını geliştirecek şekilde belirtilmiştir.

Çakır (2010), “Ankara’da Mobilya İmalatı Yapan 7 Fabrikada Gürültü Düzeylerinin Saptanması ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi” adlı çalışmasında, Ankara’da mobilya imalatı gerçekleştiren 7 adet fabrikada gürültü ölçümleri yapmıştır. Elde etmiş olduğu veriler çalışanlarda oluşan işitme kayıplarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan odyometrik ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bozkurt (2010), “Endüstriyel Gürültü Haritalarının Hazırlanması İstanbul’da Bulunan DES Sanayi Sitesi ve Yakın Çevresi Örneği” adlı çalışması kapsamında, endüstriyel yapılardaki gürültü düzeylerini belirleyerek gürültü haritaları hazırlanmıştır. Elde edilen haritalar doğrultusunda belirlenen yerlere gürültü bariyeri yapılması önerilmiş ve aynı zamanda bölgenin işitsel konfor koşullarını artırarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı azaltılmıştır.

Gören (2015), “Planya Makinasinde İşleme ve Malzeme Özelliklerinin Gürültü Seviyesine Etkileri” adlı çalışmasında, planya Makinasinde kavak ve kayın ağaçlarının işlenmesi anında ağaç türü, kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü emisyonu

üzerine etkilerini incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda SPSS 17 programı ile analizler hazırlanarak, malzemenin genişliğinin gürültüye etkisi değerlendirilmiştir.

Ali (2011), “Mısır'da Endüstriyel Gürültü Seviyeleri ve Sıkıntıları” adlı çalışmasında, Mısır'da 15 farklı sektörde faaliyet gösteren endüstri yapısında işçiler üzerinde yapılan değerlendirmelere değinmiştir. Bu kapsamda 683 işçi üzerinde anket çalışması yapılarak ortaya çıkan veriler analiz edilmiştir. Endüstri yapılarında gürültü ölçümleri yapılmış, ölçüm sonuçları Mısır gürültü standardına göre değerlendirilmiştir. İşçilerin maruz kaldığı gürültü ile orantılı olarak iş kazası yapma riskleri de artmakta olduğu ortaya konulmuştur.

Adeleke (2018), “Nijeryalı Üretim Şirketleri Örneğinde Gürültü Analizi ve Çevre Yükü” adlı çalışmasında, Nijerya'daki imalat şirketlerinde gürültü üreten makinalar hakkında bilgi vermiş, gürültünün etkileri ve kontrolüne yönelik yöntemlere değinmiştir. Bu kapsamda, 9 adet imalat firmasında kullanılan ve gürültü üreten çeşitli makinalar ile ekipmanlar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en çok elektrik üretim setlerinin gürültüye neden olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla hava kompresörü, kazan, pres makinası ve diğer makinaların takip ettiği tespit edilmiştir. Gürültünün işçiler üzerindeki etkileri ortaya çıkarılmış ve bunların psikolojik olmaktan çok fizyolojik olduğu belirlenmiştir.

Farklı fonksiyonlara sahip mekanlarda (konser salonları, oditoryumlar, dini mekanlar, çok amaçlı salonlar, spor salonları, konferans salonları, vb.) sesin nesnel parametre değerleri hem deneysel hem de simülasyon programları aracılığı ile elde edilmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Dolayısıyla da literatür çalışmasında farklı fonksiyona sahip olan mekanlar yer almaktadır.

Gürkan (2013), “At Nalı Plan Tipi Salonların Konser ve Opera İşlevlerinde Akustik Tasarım Açısından İncelenmesi” adlı çalışmasında, at nalı plan tipli 7 adet salonu akustik açıdan incelemiştir. Salonların her biri için konser veya opera yapılması durumlarına göre simülasyon hazırlanarak elde edilen minimum, maksimum ve ortalama değerler, tüm alıcı noktalarında elde edilen parametre değerlerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Conetta, Shield, Cox, Mydlarz, Dockrell, Connolly, (2012) “İç Mekân Spor Salonlarının ve Spor Salonunun Akustiği” adlı çalışmada 9 adet spor salonu için gürültü ölçümü ve akustik performans değerlendirilmiştir. İngiltere'de bulunan bu spor salonlarında, boş ve dolu iken ölçümler yapılmıştır. Salonların akustik olarak değerlendirilmesi öznel ve nesnel parametrelere göre yapılmıştır. Öğrenciler üzerinde yapılan anket çalışması ile salonlar öznel olarak değerlendirilmiştir. Reverberasyon süresine ilişkin değerlendirme yapılırken “93 Alternatif Performans Standartı” dikkate alınmıştır.

Ulusoy (2014), “Çok Amaçlı Kullanımlar İçin Tip Spor Salonlarının Akustik Niteliklerinin İyileştirilmesi” adlı çalışmada, Milli Eğitim Bakanlığınca hazırlattırılan tip spor salonlarını farklı amaçlar için kullanılmasına bağlı olarak, sesin nesnel parametreleri açısından değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında Odeon combined 8.5 ile yapılan simülasyonla GRT, EDT, STI, SPL, T30 ve C80 parametrelerinin orta frekanslardaki değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sesin nesnel parametreleriyle mevcut salonun eğitim, spor ve çok amaçlı salon olarak kullanılması yönünden yetersiz olduğu görülmüştür. Tavanda düşey ekran asma tavan kullanılması ve seyirci tribününün spor salonu ile arasında kalan kısımda ses yutucu delikli levha kullanılmasıyla birlikte salonun akustik iyileştirmesi yapılmıştır.

Aktı (2014), “Daire Planlı ve Kubbe Bitişli Çok Amaçlı Salonlarda Akustik Performansın Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla Simülasyon Programında İrdelenmesi” adlı çalışmada, aynı salonda iki farklı işlevin (konuşma ve müzikli aktivitelerin) olması durumunda, her iki işlevde optimum akustik koşulların sağlanabilmesi için salon plan tipi önerileri sunmuştur. Sunulan öneri plan tipine ilişkin salonda müzik ve konuşmayı etkileyen parametreler (T30, EDT, C80, D50, LF80, Ts, G ve STI) incelenmiştir. Parametrelerin 1000 Hz’deki değerleri kritik alıcı noktalarda ve salon genelinde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Mimari tasarımın akustik konfora, akustik kusurlara ve akustik parametrelere olan etkisine dikkat çekilmiştir.

Karaman ve Üçkaya (2015), “Eğitim Mekânlarında Akustik Konfor: Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Örneği” adlı çalışmada, sesin öznel ve nesnel parametreleri üzerinden, sınıf ve stüdyoların akustik konfor koşullarını incelemiştir. İnceleme öznel olarak anket yöntemiyle yapılmış olup, nesnel parametreler Dirac 5.5 aracılığıyla elde edilmiştir. Çalışma kapsamında iyileştirme önerileri de hazırlanmıştır.

Ulusoy (2015), “Sanayi Yapıları Plan Şemalarının Değişim Süreci Konya Örneği” adlı çalışmada, İç Anadolu Bölgesinin en önemli sanayi kentlerinden olan Konya sanayisini baz almış, III. Organize Sanayi Bölgesi’nde, orta ölçekli üretim alanında faaliyet gösteren sanayi yapılarının planlamalarını inceleyerek, planlamadan ortaya çıkan sorunlar için çözüm yolları üretilmiştir.

Uysal (2015), “Camilerde Mimari Akustik Tasarım Kriterleri ve Bir Örnek Çalışma: Hasan Tanık Camii” adlı çalışmada, seçilen camilerin simülasyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan simülasyonda TS EN ISO 3382-1 standardına göre reverberasyon süresi (RT), ses basınç seviyesi (SPL) ve arka plan gürültü düzeyi (LeqA) ölçümleri yapılmıştır.

Ardından ODEON (v 10.02) simülasyon programıyla reverberasyon süresi (RT), sesin berraklığı (C80), konuşmanın belirginliği (D50), ağırlıklı ses basınç seviyesi (SPLA), konuşmanın iletim endeksi (STI) ve erken sönümlenme süresi (EDT) parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler karşılaştırılıp değerlendirme yapılmıştır.

İlban (2015), “Bilgisayar Simülasyonu Yöntemi ile Camilerin Akustik Açısından Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi: Trabzon ve Rize Örneği” adlı çalışmada, Rize ve Trabzon’da bulunan 5 adet caminin öncelikle mevcut durumu için simülasyon yöntemiyle sesin nesnel parametrelerine ait değerleri (EDT, T30, D50, C80 ve STI) elde etmiştir. Daha sonra, mekanların iç yüzeyinde yapmış olduğu malzeme değişiklikleri ile sesin nesnel parametrelerine ait optimum değerleri elde etmiştir.

Kurt (2016), “Açık Planlı Ofislerde Akustik Konfor Parametrelerinin Analizi ve Bir Örnek Çalışma” adlı çalışma kapsamında, örnek bir ofiste akustik parametrelere bağlı ölçümler yapmış ve sonuçları değerlendirmiştir. Seçilen ofiste sesin nesnel parametreleri için yerinde ölçüm gerçekleştirilmiş, ayrıca Odeon 10.02. programı aracılığıyla simülasyon yapılmıştır. Yapılan ölçüm ve simülasyon verileri karşılaştırılarak ofisin akustik koşulları değerlendirilmiştir.

Çaputcu (2009), “Sanayi Yapıları Planlama Sorunları ve Çözüm Önerileri, Konya III. Organize Bölgesinde Üretim Alanında Faaliyet Gösteren Orta Ölçekli Sanayi Yapıları Örneklemleri” adlı çalışmada, sanayi yapılarının tasarım kriterleri doğrultusunda orta ölçekli sanayi yapılarının analizlerini yaparak, iş verimliliğinin artmasına yönelik çözüm önerilerini sunmuştur. Bu kapsamda, Konya III. Organize Sanayi Bölgesinde yer alan üç adet sanayi yapısının tasarım ilkeleri ile analizleri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında sanayi yapılarının maksimum verimde çalışabilmesi için planlama ile ilgili sorunlara çözüm önerileri sunulmuştur.

1.3. Ses ile İlgili Kavramlar

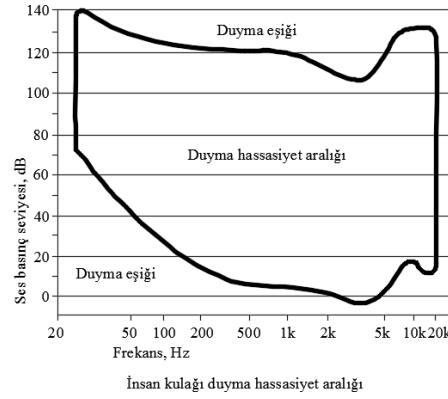
Titreşen cisimlerin elastik bir ortamda meydana getirmiş olduğu basınç değişimlerine kulak tarafından gösterilen tepki olarak ifade edilen “ses” (Demirkale, 2007), diğer bir ifadeyle; akciğerlerden gelen havanın ses tellerince biçimlendirilmesiyle oluşan, kulakla veya hassas aletlerle algılanabilen titreşim olarak tanımlanmaktadır. Ses ortamın birim hacminin ağırlığına, elastikiyetine ve koşullarına bağlı olarak değişmektedir.

1.3.1. Sesin Fiziksel Göstergeleri

Sesin oluşabilmesi için elastik bir ortama, ses kaynağına ve Alıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Kaynağından çıkan ses, maddenin içinde bulunan tanecikleri titreştirerek dalgalar halinde yayılmaktadır (Kurra, 2009). Fiziksel ve fizyolojik bir kavram olan sesin tanımlanmasını sağlayan en önemli özellikler ortamdaki yayılma hızı, frekansı, dalga boyu ve şiddetidir (Erol, 2006).

Frekans: Ses kaynağı tarafından oluşturulan titreşimin birim zamandaki tekrar sayısı, diğer bir ifadeyle birim zamandaki dalga sayısıdır ve “f” harfi ile gösterilmektedir (Abdülrahimov, 2005).

Frekans dalga sayısı ile orantılı olup ses kaynağından birim zamanda üretilen dalga sayısı arttıkça frekans değeri de artmakta, dalga sayısı azaldıkça frekansı değeri de azalmaktadır. Frekans, ileri-geri titreşim sayısının zamana bağlı olarak ölçülmesi ile hesaplanmaktadır. Frekans birimi Hertz (Hz) olup insanın kulağının işitebildiği ses frekansı 16 Hz ile 20000 Hz (20 kHz) aralığındadır (Özer, 1979). İnsan kulağının ses duyma hassasiyet aralığı Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. İnsan kulağının ses duyma hassasiyet aralığı (Heerwagen, 2004)

Oktav Bantlar: Gürültü denetimi ve yapı akustiği çalışmaları gerçekleştirilirken çoğu zaman frekans analizleri yapılmaktadır. Genellikle de 1/1 ve 1/3 oktav bant frekansları kullanılmaktadır. Tablo 1.1’de mimari akustikte kullanılan 1/1 ve 1/3 oktav bant frekansları yer almaktadır. Bu çalışmada 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz oktav bantları için değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 1.1. Mimari akustikte kullanılan 1/1 ve 1/3 oktav bantlar (URL-1).

		Ses iletimi kaybı ve tipik yapı bileşenlerinin ve malzemelerin ses emilimi için laboratuvar testleri bu aralığa girer																													
1/3 Oktav Bantlar		25	31.5	40.0	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1,000	1,250	1,600	2,000	2,500	3,150	4,000	6,000	7,300	8,000	10,000	12,500	16,000	20,000
1/1 Oktav Bantlar		31.5		63			125		250			500		1,000		2,000		4,000		8,000			16,000								

Periyot: Ses dalgalarının yayılması esnasında, tam bir dalga çevrimi için geçen zamana periyot denir. Diğer bir ifadeyle ses dalgalarının yayılımı esnasındaki iki sıkışma ve iki gevşeme bölgesi arasındaki geçen süre periyot olarak ifade edilmektedir (Demirkale, 2007). Periyot “T” harfi ile gösterilmekte olup birimi saniyedir.

Sesin frekansı ile periyodu arasındaki ilişki;

$$f = 1/T, \text{ Hz} \quad (1)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

T: periyot (sn)

f: frekans (Hz) dir.

Dalga Boyu: Ortamda bulunan hava moleküllerinin sıkışıp gevşemesiyle birlikte tam bir dalga formunun çevriminin uzunluğuna dalga boyu denir. Ses dalgalarının yayılımı esnasında iki sıkışma ve iki gevşeme bölgesi arasındaki mesafe olan dalga boyu “ λ ” ile gösterilmekte olup birimi metredir (Demirkale, 2007) (Şekil 1.2).

Dalga boyu (λ), sesin hızı ve frekans ile ilişkisi;

$$\lambda = c/f, \text{ m} \quad (2)$$

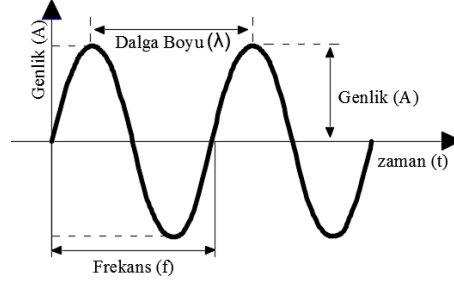
formülü ile elde edilmektedir. Burada;

c: ses hızı (m/sn)

f: frekans (Hz)

λ : dalga boyu (m)’dır.

Genlik: Ses dalgalarının sıkışması ve gevşemesiyle oluşan dikey büyüklüğün ölçüsü “Sesin Genliği” olarak ifade edilmekte olup “A” ile gösterilmektedir ve birimi metredir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Dalga Boyu (URL-2).

Sesin Gücü: Bir ses kaynağının birim zamanda ortama yaydığı toplam ses enerjisi olan ses gücü “W” harfi ile gösterilmekte olup birimi Watt (W)’dır (Abdülrahimov, 2005).

Sesin Şiddeti (Yeğinliği): Sesin yayılması esnasında birim alandan, birim zamanda geçen ses enerjisine sesin şiddeti denir. Sesin şiddeti, ses dalgalarının enerjisine ve genliğine bağlı olup bunlarla doğru orantılıdır. “I” harfi ile gösterilen yeğinliğin birimi W/m^2 ’dir. Sesin şiddeti;

$$I = p^2 / \rho c \quad , \quad W/m^2 \quad (3)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

I :Sesin şiddeti (W/m^2)

p : Sesin basıncı ($Pa = N/m^2$)

ρ :Özgül ağırlık (kg/m^3)

c :Sesin yayılma hızı (m/sn), dır (Karabiber, 1991).

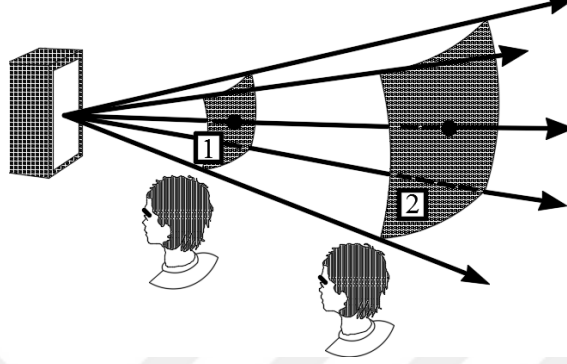
Sesin şiddeti, sesin kaynağına olan uzaklığının karesiyle ters orantılı olup;

$$I = W/4\pi d^2 \quad , \quad W/m^2 \quad (4)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

d: Ses kaynağı ve alıcı arasındaki mesafe (m) dir.

Şekil 1.3'te noktasal ses kaynağından yayılan ses dalgalarının mesafelerine bağlı olarak şiddet değişimi yer almaktadır. Ses kaynağı ile alıcının arasındaki mesafe iki katına çıktığında ses şiddet düzeyi 6 dB azalmaktadır.



Şekil 1.3. Sesin şiddeti (URL-3).

Ses Basıncı: Ses dalgasının yayılması esnasında, mekân içerisindeki herhangi bir noktadaki hava basıncının atmosferin normal basıncından farkı olarak tanımlanan ses basıncı “P” harfi ile gösterilmekte olup birimi N/m^2 ’dir. Ses basıncı;

$$P = c^2 \times p, N/m^2 \quad (6)$$

Burada;

P : Ses basıncı (N/m^2)

p : Ortamın yoğunluğu (kg/m^3)

c : Sesin hızı (m/sn), dir (Abdülrahimov, 2005).

Sesin Hızı: Ses dalgalarının birim zamanda aldığı yol olarak tanımlanan sesin hızı bulunduğu ortamın yoğunluğuna ve elastikiyetine bağlı olarak değişmektedir. Sesin hızı “c” harfi ile gösterilmekte olup birimi m/sn’dir. Esnekliği fazla ortamlarda ses daha hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Tablo 1.2’de farklı ortamlarda sesin yayılma hızı yer almaktadır. Sesin havadaki hızı sıcaklık, nem ve basınca bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Tablo1.2).

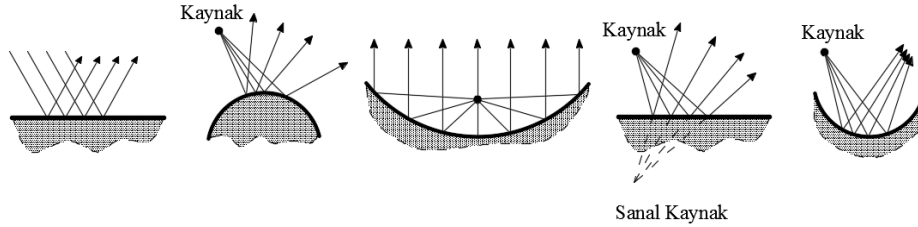
Tablo 1.2. Sesin farklı ortamlarda yayılma hızı (Demirkale, 2007)

Ortam	Yayılma Hızı (m/sn)
Hava	344
Mantar	500
Kurşun	1200
Su	1400
Sert Kauçuk	1400-2400
Beton	3000-3400
Tahta	3300-4300
Dökme Demir	3700
Çelik- Alüminyum	510
Cam	5200

1.3.2. Sesin Kapalı Mekânlarda Yayılması

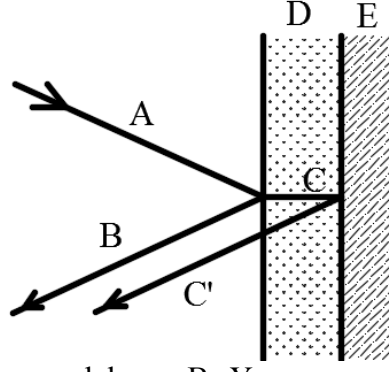
Ses dalgaları maddesel ortamda yayılırken ortamın özelliklerine bağlı olarak değişimler göstermektedir. Ses dalgaları kapalı hacimde yayılırken; yansıma, yutulma ve kırılmaya uğramaktadır.

Sesin Yansıması: Ses dalgası, dalga boyundan daha büyük engellere çarptığında yansımaya uğramaktadır (Şekil 1.4). Bu olayda ses dalgaları duvardan seken bir top gibi yüzeye çarpmakta ve doğrultusunu değiştirmektedir (ANSI, 2002).



Şekil 1.4. Sesin farklı geometrik forma sahip yüzeylerde yansıması (URL-3).

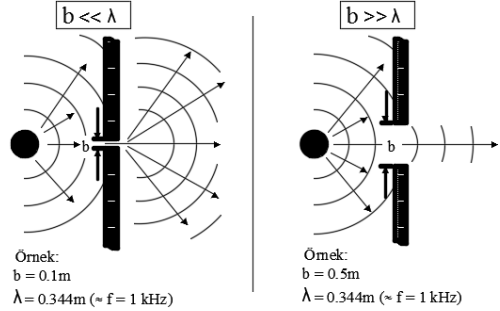
Sesin Yutulması: Ses dalgalarının bir yüzeye çarptığında enerjisinin bir başka forma (çoğunlukla ısı enerjisi) girmesi ile yutulma gerçekleşmektedir (Şekil 1.5). Yüzeye çarpan ses dalgası süngerin suyu emdiği gibi yüzey tarafından emilmektedir (ANSI, 2002).



A: Gelen ses dalgası, B: Yansıyan ses dalgası, C: Tabaka tarafından yutulan ses dalgası, C': Arka duvar tarafından yansıtılan ses dalgası, D: Gözenekli tabaka, E: Duvar konstrüksiyonu

Şekil 1.5. Yüzey üzerine gelen ses dalgasının yansıması ve yutulması (URL-3).

Sesin Kırılması: Ses dalgaları herhangi bir aralıktan geçerken, dalga boyuna bağlı olarak yön değiştirmektedir. Aralığın genişliği sesin dalga boyundan küçükse, ses bu aralığın çıkışında gerçek bir kaynak gibi davranmaktadır. Burada ses kırılmaya uğramaktadır. Ancak aralığın genişliği sesin dalga boyundan büyükse, ses herhangi bir etkiye uğramadan yoluna devam etmektedir (Şekil.1.6).

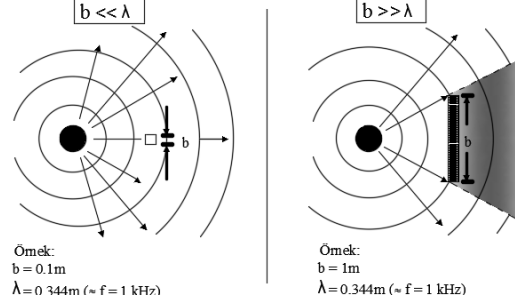


Şekil 1.6. Sesin kırılması (URL-3).

1.3.2.1. Ses Gölgesi

Ses dalgası herhangi bir engelle karşılaştığında; engelin boyu sesin dalga boyundan büyükse gölgeleme olayı oluşmaktadır. Şekil 1.7'deki ilk uygulamada, kaynaktan yayılan ses dalgaları, kendilerinden daha küçük bir engelle karşılaşmaktadır. Burada ses dalgaları sorunsuzca yollarına devam etmektedir. Ancak ikinci uygulamada, ses dalgaları

kendilerinden daha büyük boyutlu bir engelle karşılaşmaktadır. Burada engelin arkasında ses dalgasının geçemediği alanda ses gölgesi oluşmaktadır.



Şekil 1.7. Ses gölgesi (URL-3)

1.3.3. Sesin Nesnel Parametreleri

Mimarlıkta akustik tasarım, mekân içinde yürütülen işleve uygun akustik konfor koşullarını sağlamak amacıyla yapılan bir tasarım sürecidir. Nesnel parametreler, mekânların akustik tasarımını doğrudan etkileyen ölçülebilir ve hesaplanabilir parametrelerdir. Bunlar genel olarak;

İlk ulaşım gecikmesi (ITDG) (initial time delay gap), ayırt edilebilirlik (D50) (distinctness), netlik (C80) (clarity), merkez zaman (Ts), reverberasyon süresi (RT) (T60, T30, T20) (reverberation time), erken düşme süresi (EDT) (early decay time), bas oranı (BR) (bass ratio), tiz oranı (TR) (treble ratio), ses basınç düzeyi (SPL) (sound pressure level), ses yüksekliği (G) (strenght), yanal enerji oranı (LFC80), ses iletim indeksi (STI) (speech transmission index), hızlı konuşma sesi iletim indeksi (RASTI) (rapid speech transmission index) dir.

Sanayi yapılarında sesin işitsel algısının değerlendirildiği bu çalışma kapsamında, erken düşme süresi (EDT), reverberasyon süresi (T30), ayırt edilebilirlik (D50) ile ses iletim indeksi (STI) parametreleri kullanılmıştır.

Erken Düşme Süresi (EDT): Ses kaynağının kapatılmasından sonra ses basınç düzeyinin 10 dB düşmesi için geçen sürenin altı katı olarak tanımlanmaktadır (Kuttruff, 2009).

Gade 1989 yılında reverberasyon süresinin 1.1 katından 0,2 sn eksik olmasıyla erken düşme süresinin hesaplanacağını belirtmiştir. Buna göre;

$$EDT = 1.1 \times RT_{ort} - 0,2 \quad (\text{Gade, 1989}) \quad (7)$$

dır. Burada;

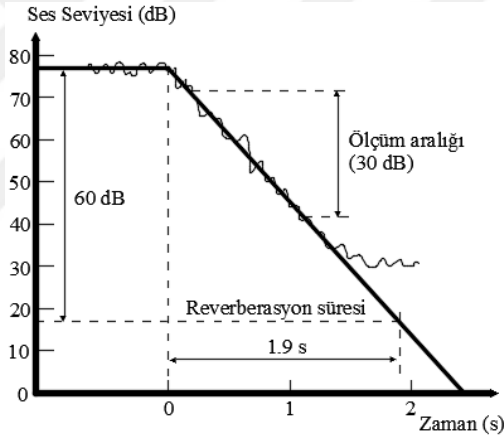
EDT: Erken düşeme süresi (sn)

RT_{ort} : Ortalama Reverberasyon Süresi (sn)'dir.

RT_{ort} 'nin formülü;

$$RT_{ort} = (RT_{500} + RT_{1000} + RT_{2000})/3, \quad (\text{BB93, 2015}). \quad (8)$$

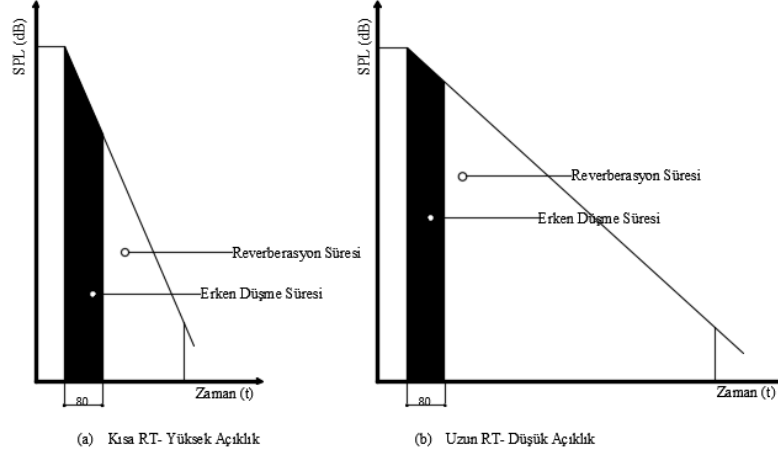
Reverberasyon Süresi (RT): Ses kaynağın kapatılmasından sonra ses düzeyinin 60 dB düşmesi için geçen zaman reverberasyon (çınlama) süresi olarak ifade edebilmektedir (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Reverberasyon süresi (Rossing, 2007).

Şekil 1.9'da kısa reverberasyon süresi (a) sesin işitselliğinin iyi olmasına, uzun reverberasyon süresi (b) sesin anlaşılabilirliğinin yetersiz hatta anlaşılamayan olmasına neden olmaktadır.

Konuşmanın anlaşılabilirliği reverberasyon süresi ile orantılıdır. Reverberasyon süresi uzadığında konuşmanın anlaşılabilirliği azalmaktadır. Kısa reverberasyon süresi iyi bir anlaşılabilirlik verirken, uzun reverberasyon süresi maskemeler üretmektedir (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Uzun ve kısa reverberasyon süreleri (Barron, 2010).

Mekân içindeki ses basınç düzeyi, sesin işitsel algısı büyük ölçüde reverberasyon süresi ile bağlantılıdır (ISO 3382-2, 2009). Reverberasyon süresi, salonun büyüklüğü ve hacmin toplam yutuculuğu ile ilişkilidir (Yüksel, 2010). Reverberasyon süresinin elde edilmesinde iki yaklaşım ön plana çıkmaktadır.

1. Sabine Yaklaşımı: Ortalama ses yutma katsayısının düşük olması durumunda ($\leq 0,2$), Sabine yaklaşımının kullanılması önerilmektedir. Sabine'in geliştirdiği bu yaklaşıma göre reverberasyon süresi, yüzey alanı, hacmin büyüklüğü ve yüzey yutuculuğundan etkilenmektedir. Hacmin toplam yutuculuğu, mekânlarda her bir yüzey alanı ile yüzey malzemelerinin ses yutma katsayısının çarpımıyla elde edilmektedir. Malzemelerin ses yutma katsayı değerleri frekansa bağlı olarak değişmektedir. Bundan dolayı reverberasyon süresi de farklı frekanslarda farklı değerler almaktadır. Hacmin toplam yutuculuğu arttıkça reverberasyon süresi kısalmakta, hacim büyüdükçe reverberasyon süresi uzamaktadır.

Reverberasyon süresi;

$$RT=0,16x V/A , sn \quad (9)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

RT: reverberasyon süresi (sn)

V : mekânın hacmi (m^3)

A : mekândaki toplam ses yutuculuk (sabine; m^2)

Alan;

$$A: S_1.\alpha_1+S_2.\alpha_2+\dots+S_n.\alpha_n, m^2 \quad (10)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

α_n : mekânın farklı malzemelerle kaplı her bir yüzeyi için ses yutma katsayısı (%)

S_n : mekândaki farklı malzemelerle kaplı her bir yüzeyin alanı (m^2), dir.

2. Eyring Yaklaşımı: Daha yüksek ses yutma özelliğine sahip mekânlar için uygun olan bu yaklaşımda bir mekândaki sesin yansımalarla birlikte kesikli olarak azaldığı kabul edilmektedir. Eyring yaklaşımına göre reverberasyon süresi;

$$RT=0,161.V/ -S. \ln (1-\alpha) , sn \quad (11)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

RT: Reverberasyon Süresi (sn.)

V : Mekânın hacmi (m^3)

S : Toplam yüzey alanı (m^2)

α_{ort} ise;

$$\alpha_{ort} = \sum \alpha . S / \sum S = (S_1.\alpha_1+ S_2.\alpha_2+ S_3.\alpha_3+ \dots + S_n.\alpha_n) / (S_1+S_2+S_3+ \dots +S_n) \quad (12)$$

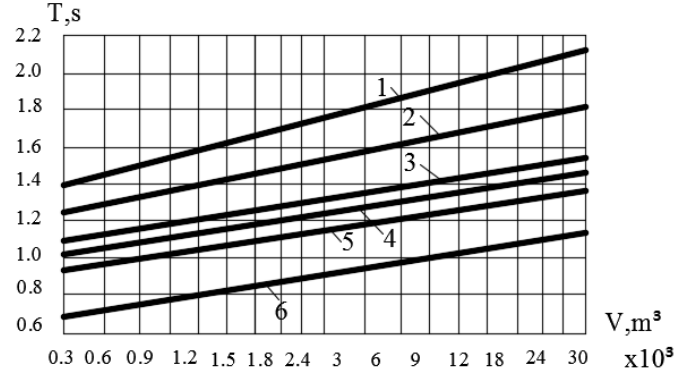
formülü ile elde edilmektedir. Burada;

α_{ort} : Ortalama yutma katsayısı (%)

α_n : Mekânın farklı malzemelerle kaplı her bir yüzeyi için ses yutma katsayısı (%)

S_n : Mekânın farklı malzemelerle kaplı her bir yüzeyinin alanı (m^2), dir.

Reverberasyon süresi mekânın hacmi ile doğru, ses yutucu malzeme kullanılan yüzey alanlarının toplamı ile ters orantılıdır. Şekil 1.10'da farklı işlevlerde kullanılan mekanlar için orta frekanslarda (500 Hz) optimum reverberasyon süreleri verilmektedir.



1-Konser salonu; 2- Opera ve bale tiyatrosu; 3, 4- Drama ve diğer tiyatro salonu;
5- Konferans ve toplantı salonu; 6-Sinema

Şekil 1.10. Reverberasyon süresinin çeşitli amaçlı salonların hacmine bağlı olarak orta frekanslarda optimum değerleri (Abdülrahimov, 2005)

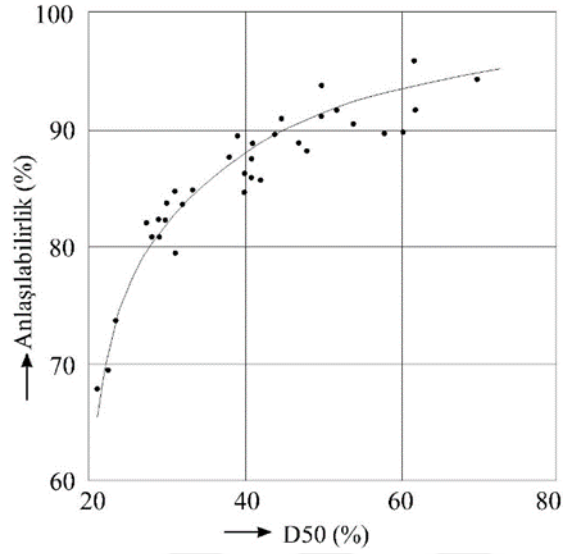
Ayırt Edilebilirlik (D50): Sesin anlaşılabilirliğini etkileyen önemli nesnel parametrelerden biridir. Ayırt edilebilirlik daha çok sesin kalitesinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. 1953 yılında Thiele tarafından ortaya koyulan D50, hacmin impuls yanıtından türetilmektedir. Dinleyiciye dolaysız gelen sestten sonra ilk 50 milisaniyelik sürede ulaşan sesler, doğrudan gelen sesi pekiştirmektedir. Dolayısıyla bu sesler yararlı yansımaları oluşturmaktadır. Bu yararlı yansımaların enerji toplamının, yararlı-yararsız tüm yansımaların enerjilerinin toplamına oranı ayırt edilebilirlik olarak ifade edilmektedir (Long, 2006; Mehta ve diğer, 1999; Yüğrük, 1995). Ayırt edilebilirlik;

$$D50 = \frac{\int_0^{0.05} p^2}{\int_0^{\infty} p^2} \quad (13)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada,

P: ses basınç değeri (N/ m²)dir.

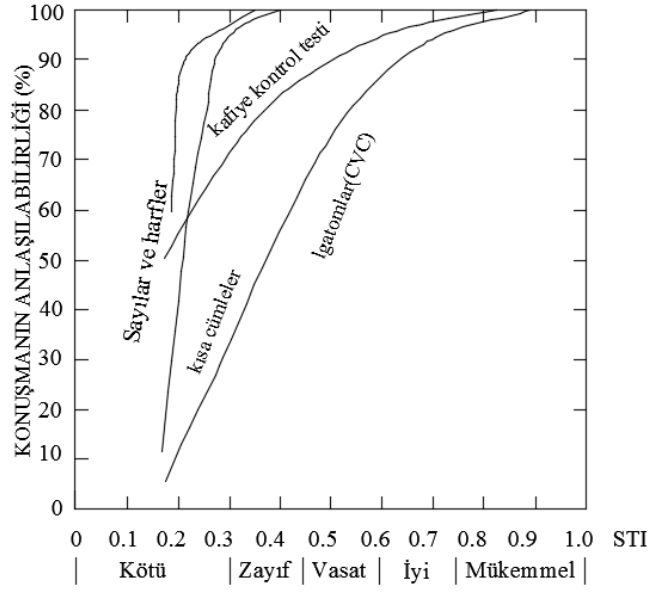
Ayırt edilebilirlik; reverberasyon süresi, erken düşme süresi, netlik ve merkez zamanı gibi parametrelerle yakından ilişkilidir. Sesin ayırt edilebilirliğini, geç enerji oranı arttıkça azalmaktadır, bu da reverberasyon süresini artırmaktadır. Dolayısıyla sesin anlaşılabilirliği azaltmaktadır. Sesin ayırt edilebilirliği; mekânın boyutları, ses kaynağının yakınında yansıtıcı yüzeylerin bulunması ve yüzey malzemelerinin ses yutuculuğu etkilemektedir. Şekil 1.11'de Sesin ayırt edilebilirlik ve anlaşılabilirliğinin ilişkisi yer almaktadır.



Şekil 1.11. Ayırt edilebilirlik – sesin anlaşılabilirliği ilişkisi (Kuttruff, 2009).

ISO 3382-1, mekânın fonksiyonuna bağlı olarak en uygun D50 değerini %30-%70 aralığında, Kuttruff (1991) ise %50'nin üzerinde olmasını önermektedir.

Ses İletim Endeksi (STI): Ses iletim endeksi sesin alıcılar tarafından ne oranda anlaşıldığını belirlemeye yönelik bir nesnel parametredir. 1973 yılında Hollandalı bilim adamları, Steeneken ve Houtgast, insan sesinin pek çok özelliğini taklit eden bir ölçüm metodu geliştirmişlerdir. Modülasyon İletim Fonksiyonu (MTF) olarak adlandırdıkları yöntemle elde edilen değerlerin sesin anlaşılabilirliği ile ilişkisini STI kurmaktadır. STI, kaynaktan çıkan ses sinyalinin Alıcıya ulaşana kadarki iletim yolu boyunca enerjisindeki düşüşün analiz edilmesiyle, sesin anlaşılabilirliği üzerindeki etkilerini belirlemektedir. Ayrıca STI dolaylı ve dolaysız sesler ve arka plan gürültü düzeyi ile ilgili önemli bir ölçüt durumundadır (Long, 2006). Şekil 1.12'de ses iletim endeksi ile sesin anlaşılabilirliği arasındaki ilişki yer almaktadır. Tablo 1.3'te ise mekan içinde STI parametresi için önerilen değer aralıkları yer almaktadır.



Şekil 1.12. Ses iletim endeksi ile sesin anlaşılabilirliği ilişkisi (Long, 2006).

Tablo 1.3. Mekan içinde STI parametresi değer aralıkları (Yerli, 2015).

STI Değeri	Öznel Değerlendirme
1,00-0,75	Mükemmel
0,75-0,60	İyi
0,60-0,45	Orta
0,45-0,30	Zayıf
0,30-0,00	Kötü

1.3.4. Sesin Anlaşılabilirliği

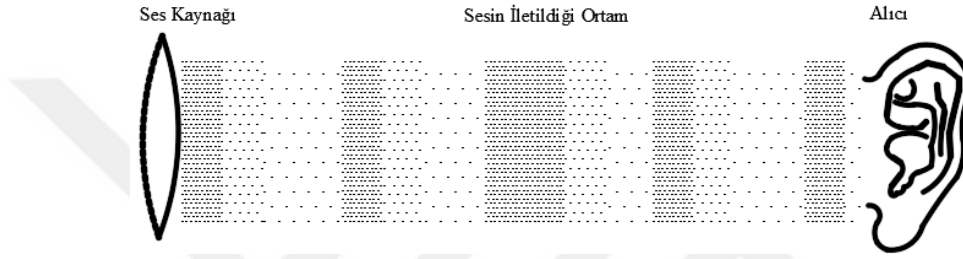
Sesin anlaşılabilirliği, bir kaynak tarafından üretilen sesin mekân içerisinde kat ettiği yol boyunca değişime uğramasıyla kulak tarafından algılanmasını kapsayan süreçtir (Özçevik ve Yüksel 2011).

Yapılan üretimin niteliğine göre sanayi yapıları gürültülü ortamlardır. Bu gibi gürültülü mekânlarda sesin anlaşılabilirliği, söylenen sözcüklerin algılanması oranında yüzdelik olarak ifade edilmektedir.

Sesin maskelenmesi, bir ses veya gürültünün bir başka ses veya gürültüyü bastırması, yani algılanamaz hale getirmesinedir.

Çalışanların makinalar tarafından tehlike oluşturan uyarıları duymasının gerekli olduğu veya sözlü talimatlara uyma zorunluluğu olduğu durumlarda çalışanların ortamdaki sesin maskelenmesinden dolayı uyarı sinyalleri duyamaması veya algılayamaması büyük tehlikelere yol açabilmektedir. Sesin maskelenmesiyle sesin anlaşılabilirliği olumsuz etkilenerek, çalışanlar arasında sözlü talimatların yanlış anlaşılmasına neden olabilir. Tüm bu durumlarda iş kazalarına sebep olmaktadır.

Sesin işitsel algılanmasında, ses kaynağı, sesin iletiği ortam ve işitme sistemi büyük önem taşımaktadır (Şekil 1.13).



Şekil 1.13. Sesin işitsel algısında ses kaynağı, ortam ve alıcı ilişkisi

Ses bilimi olarak tanımlanan akustik, mekân içerisinde hacim akustiği ve yapı akustiği olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı akustiği, mekânların içinde veya dışında gürültü ve gürültüyü önlemeyi amaçlayan akustik daldır. Hacim akustiği, mekân içerisinde ses kaynağından çıkan seslerin, ses dalgalarının ortamda bulunan kişilere en iyi şekilde yönlendirilmesini amaçlayan akustik daldır. Hacim akustiğinin en çok kullanıldığı mekânlar konferans, tiyatro ve konser salonları, ibadethaneler, çok amaçlı salonlar vb. dir. İçerinde insan bulunan tüm mekânlar için hacim akustiğinden söz etmek mümkündür. Sanayi yapılarında genellikle gürültüyü önlemeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, sanayi yapılarının atölyelerinde sesin işitsel algısına yönelik, sesin nesnel parametreleri üzerinden değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sanayi yapılarında sesin işitsel algısını artırmaya yönelik yapılan çalışmalar ile gürültü önlemeye yönelik çalışmalar birbiriyle doğru orantılıdır. Bir mekânda gürültü kontrolü yapılmış ise sesin mekân içerisindeki anlaşılabilirliği artmaktadır. Dolayısıyla gürültü kontrolü amacıyla yapılan ses kaynağı ve alıcı arasında yapılan iyileştirmeler sanayi yapılarında sesin işitsel algısı artırılması için de kullanılmaktadır.

Gürültü kontrolü amacıyla yapılan ses kaynağı ve alıcı arasında yapılacak olan iyileştirme; mekân içerisindeki ses kaynaklarının arasındaki mesafeyi artırmakla, mekân

içerisindeki yüzey malzemelerini ses yutucu malzemeler ile değiştirmekle, mekân içerisinde ses kırıcı bariyer ve duvar yapımı ile mümkün olmaktadır (Kavraz, 2006)

1.4. Sanayi Yapılarının Tarihsel Süreç İçinde Gelişimi

İnsan gücü ve makina kullanılarak hammaddelerin işlenmesi ve ürünün ortaya konulmasına kadar geçen sürece sanayi denilmektedir (Velioğlu 1992). Ürünlerin belirli bir metoda uygun olarak hazırlanması ile ilgili tüm faaliyetlerin içinde gerçekleştiği, kısacası iş akışının sağlandığı ve organize edildiği yapıya sanayi yapısı denir (Bayülgen 1993).

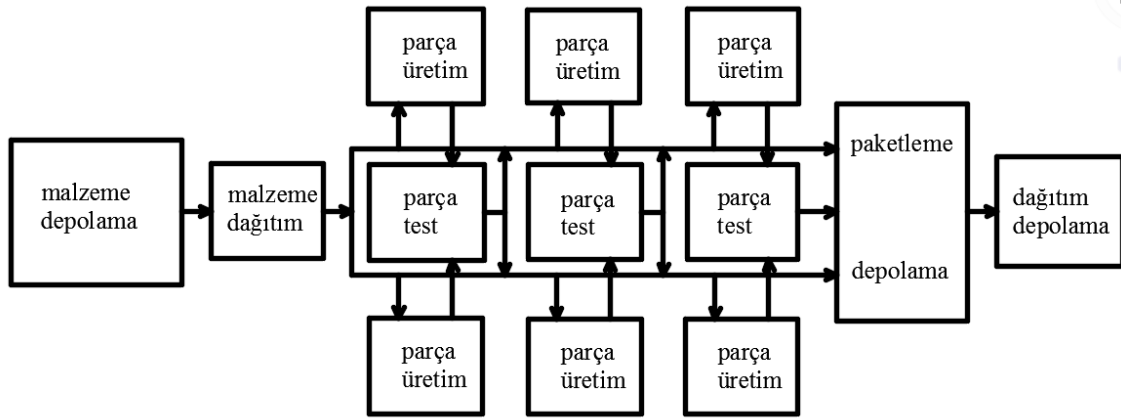
Reform hareketleriyle, İngiltere başta olmak üzere Avrupa ülkelerinde başlayan sanayileşme hareketi sanayi devrimi ile birlikte Avrupa ülkelerinin hızla gelişmesini sağlamıştır.

Türkiye’de sanayileşmenin başlangıcı Osmanlı’ya dayanmakta olup, Cumhuriyet dönemiyle birlikte etkili şekilde gelişmeye başlamıştır. Günümüzde sanayi özellikle büyük şehirlerde etkin olup şehirlerin fiziki, ekonomik ve sosyal yapısını etkilemektedir.

Düzenli kentleşme ile birlikte; “Organize Sanayi Bölgeleri” ilk kez 1986 yılında İngiltere’de kurulmuş olup, ülkemizde ise 1961’de Bursa’da varlığını göstermiştir (Dülgeroğlu,1972).

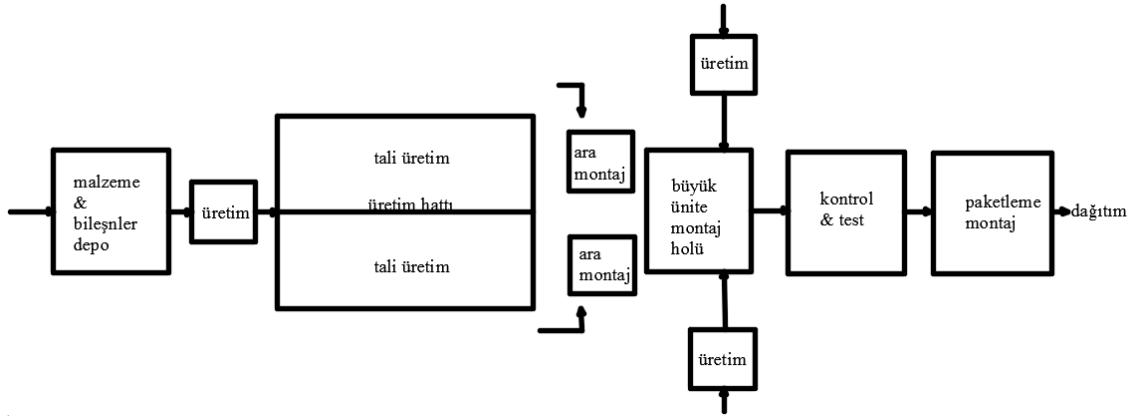
Organize sanayi bölgeleri için yer seçimi yapılırken arazi kullanımı, konutlara yakınlığı, ulaşım ağına yakınlığı ve alt yapısı son derece önemlidir. Organize sanayi bölgelerinde yer alan sanayi yapıları hafif, orta ve ağır ölçekli olarak, yerleşim ve işlevlerine göre sınıflandırılmaktadır.

Hafif Ölçekli Sanayi Yapıları: Kısmen işlenmiş malları doğru bileşenlerde karıştırarak birim ağırlığına göre daha yüksek değerde mal üretimi yapan sanayi çeşididir. Petrokimya, giyim ve yiyecek sanayi alt dallarıdır. Şekil 1.14’de hafif ölçekli sanayi yapısının işlev şeması yer almaktadır.



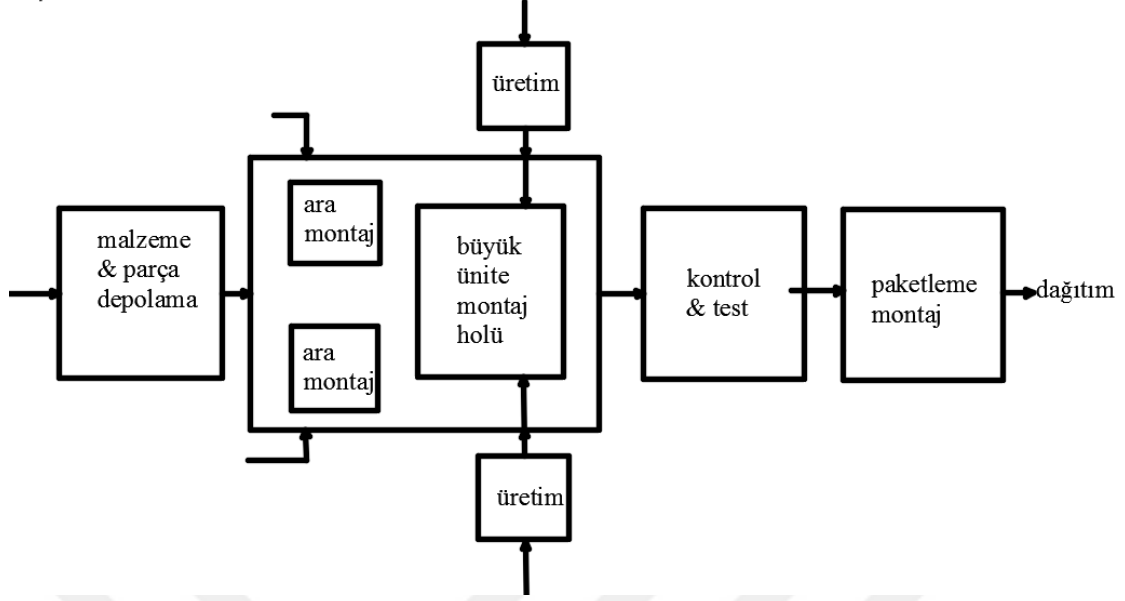
Şekil 1.14. Hafif ölçekli sanayi yapısı işlev şeması (Akgün,1992).

Orta Ölçekli Sanayi Yapıları: Ülkemiz sanayisinin büyük kısmını oluşturan bu sanayi, iplik, dokuma, boya, montaj, otomotiv yan sanayisi gibi dallardan oluşmaktadır. Şekil 1.15’de orta ölçekli sanayi yapısının işlev şeması yer almaktadır.



Şekil 1.15. Orta ölçekli sanayi yapısı işlev şeması (Akgün,1992).

Ağır Ölçekli Sanayi Yapıları: Ağır sanayi sektörünü, üretim araçlarını ve fabrikaları üretmekte olan bir kalkınma modeli olarak tanımlanmaktadır. Ağır sanayi, diğer sanayi alanlarını kurmakta olan bir modeldir. Üretim yapılırken (petrol işletmeciliği, demir çelik, maden vb.) birçok teçhizat ve makina kullanılmaktadır. Kullanılan teçhizat ve makinaların üretilmesine de ağır sanayi adı verilmektedir. Ağır ölçekli sanayi yapısının işlev şeması Şekil 1.16’da yer almaktadır.



Şekil 1.16. Ağır ölçekli sanayi yapısının işlev şeması (Akgün,1992).

Sanayi yapılarındaki atölyelerde çalışanların çalışma şartları ne kadar iyi olursa, üretimin verimliliği ve ürünün kalitesi artmaktadır. Sanayi sektöründe üretimin verimliliği ile kar ve zarar kavramları doğrudan bağlantılıdır. Bu kapsamda, sanayi yapılarındaki akustik konfor koşullarının iyi etüt edilmesi gerekmektedir.

Sanayi yapılarında çalışan ana ve yardımcı makinalar gürültüyü oluşturan başlıca etmenlerdir (İlgürel 2003). Çalışanlar ile ana ve yardımcı makinelerin sürekli bir arada olması, makinelerin ses seviyesinin yüksek olması, çalışanlarda, fizyolojik ve psikolojik sorunlar oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla üretimin verimliliğinin düşmesine neden olmaktadır. Bu sorunu önlemek için;

- Yüksek ses üreten ana ve yardımcı makinalar tasarım aşamasında tespit edilerek, bu makinalara atölyelerde özel bölümlerin oluşturulması veya mevcut atölyelerde yapılan düzenlemeler ile de atölyelerde makinaların izole edilmesini sağlamak,
- Gürültünün çalışanlar üzerindeki fiziksel zararlarını azaltmak için gürültülü atölyelerde çalışanlar tarafından kulaklık kullanılmasını sağlamak,
- Gürültü kaynağı olan ana ve yardımcı makinaların bakımlarının düzenli olarak yapılmasını sağlamak gerekmektedir (İlgürel 2003)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

“Sanayi Yapılarındaki Atölyelerin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Akustik Açından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi: Arsin Organize Sanayi Örneği” adlı çalışmada; Trabzon İli Arsin İlçesi Organize Sanayi Bölgesinde farklı sektörlerde üretim yapan dört adet fabrikanın seçilen yedi adet atölyesi incelenmiştir.

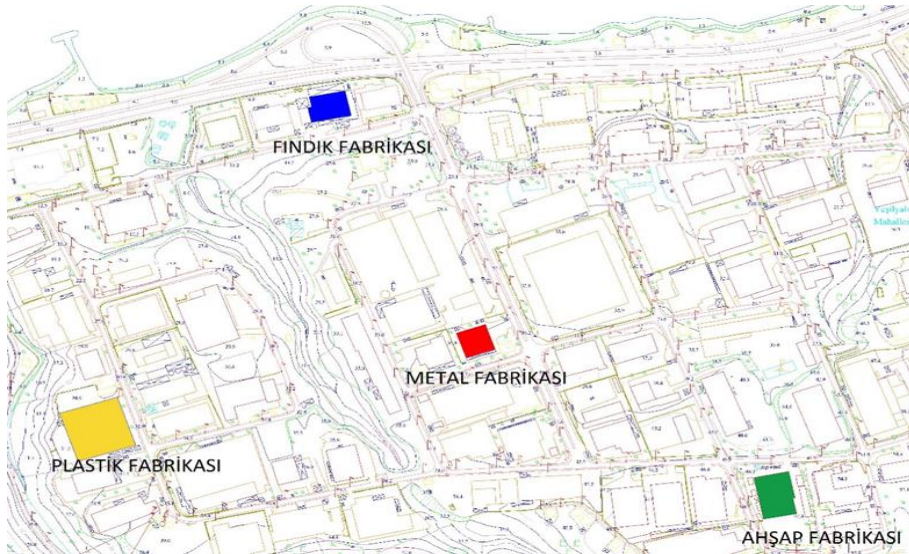
İncelenen atölyelerde sesin işitsel açıdan algılanabilirliğini değerlendirmek için sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiştir. Değerlerin elde edilmesi bilgisayar simülasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar simülasyon programı olarak Odeon V10.1 kullanılmıştır. Simülasyon için öncelikli olarak; belirlenmiş olan atölyelerin rölöveleri alınmıştır. Hazırlanan rölöveler aracılığı ile Skech up 2018 programında atölyelerin 3D modellemeleri yapılmıştır. Modeller, mevcut durumun simülasyonunun gerçekleştirilmesi amacıyla Odeon V 10.1 programına aktarılmıştır. Simülasyon programında yedi atölyenin her biri için “3D Geometry Debugger” komutuyla oluşan geometrilerin üst üste binmesi veya birleşmeyen noktalarının kontrolü yapılmıştır. Hatasız oldukları belirlenen modellere, “3D Investigate Rays” komutuyla ışın sızdırmazlığı testi yapılmıştır. Modellerin doğrulukları kontrol edildikten sonra oluşturulan senaryolara göre kaynak ve alıcılar tanımlanmıştır. Yüzey malzemeleri, oluşturulan senaryolar kapsamında atanmıştır. Simülasyon çalışmaya başlatılmadan önce “Global Estimate” komutu ile yaklaşık süreler hesaplanmış, her bir atölye için “Room Setup” da, “Number of Rays” ve “Impulse Response Length” değerleri belirlenmiştir. Programda her bir alıcı ve grid için ayrı ayrı görev tanımlanarak, program çalıştırılmış simülasyon işlemi başlatılmıştır. Simülasyonda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri kabul edilen optimum değerlerle karşılaştırılarak analizleri yapılmıştır. Ayrıca simülasyonları yapılan mekanların kat yüksekliklerine göre; tavan yüzeylerine asılı durumda ses yutucu paneller yerleştirilmiş veya akustik sıva kaplaması yapılmıştır. Kat yüksekliği 5m’nin üzerinde olan atölyeler için, atölyelerin giriş kapısı referans alınarak, giriş kapısına dik yönde (x eksenini), paralel yönde (y eksenini), dik ve paralel yönde (x-y eksenini) olmak üzere üç farklı şekilde ses yutucu paneller yerleştirilmiştir. Ses yutucu paneller tavanda düşey yönde asılı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ses yutucu panellerin düşey yönde asılı olarak kullanılmasının nedeni, atölyelerin çatılarında ve cephelerinde bulunan pencerelerin hem doğal aydınlatma hem de havalandırma olarak kullanılmasına engel olmamaktır. Ayrıca mekân içindeki yüzey alanını artırmaktadır. Kat yüksekliği 5m’nin altında olan atölyeler için iki farklı şekilde tavanda akustik sıva kullanılmıştır. Birincisi,

tavan yüzeyinin tamamının akustik sıvalı olması durumudur. İkincisi ise, tavan yüzeyinin tamamına ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kadarlık kısmının akustik sıvalı olması durumudur.

Tüm durumlar için simülasyon işlemleri tekrar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ile endüstri yapılarının atölyelerindeki ses yutucu malzemelerin gürültü düzeyinin azaltılmasına ve sesin anlaşılabilirliğine katkısı değerlendirilmiştir.

2.1. Akustik Açıdan İncelenen Endüstri Yapıları

Trabzon, coğrafi konumu nedeniyle eski çağlardan beri doğu ile batı arasında bir köprü işlevi gören, ulaşım ağlarının merkezinde, sahip olduğu alt yapı olanakları ile de Doğu Karadeniz'in cazibe merkezi konumunda olmuştur. Trabzon ulusal ve uluslararası yatırımcılara çok çeşitli fırsatlar sunan güçlü sanayi altyapısına sahip bir kenttir. Doğu Karadeniz'in en büyük sanayi bölgesi konumunda olan ve birçok farklı sektörün üretim yaptığı Arsin Organize Sanayi Bölgesi de Trabzon'da yer almaktadır. Bu sektörler arasında dört firmaya ait fabrikaların atölyeleri, yapılan çalışma kapsamında akustik açıdan değerlendirilmiştir. Bu fabrikalara ait atölyelerde sırasıyla; metal, ahşap, plastik ve fındık üretimi yapılmaktadır. Şekil 2.1'de Arsin Organize Sanayi Bölgesinin ve yapılan çalışma kapsamında değerlendirilen endüstri yapılarının hali hazır haritası yer almaktadır.



Şekil 2.1. Arsin Organize Sanayinde incelenen fabrikaların yerleşim planı (Trabzon B.Bld, 2018).

2.1.1.Metal Fabrikası

Metal Fabrikası 1989 yılında kurulmuş olup, 1994 yılından itibaren Trabzon Organize Sanayi Bölgesinde 5500 m² alan üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Alanın; 1600 m² 'si atölye, 230 m²'si büro ve 240' si m² ise sosyal tesis olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.2). Endüstri yapısında mühendis, tekniker ve işçiler olmak üzere toplam 41 kişi çalışmaktadır. Söz konusu firma meyve ve sebze kurutma fırınları ile fındık işletme endüstrisinde kullanılan tüm makinaları imal etmektedir.



Metal Fabrikasından görünüm görünümü



Talaşlı İmalat Atölyesi iç mekân



Kaynak - Montaj Atölyesi iç mekân görünümü mekân görünümü



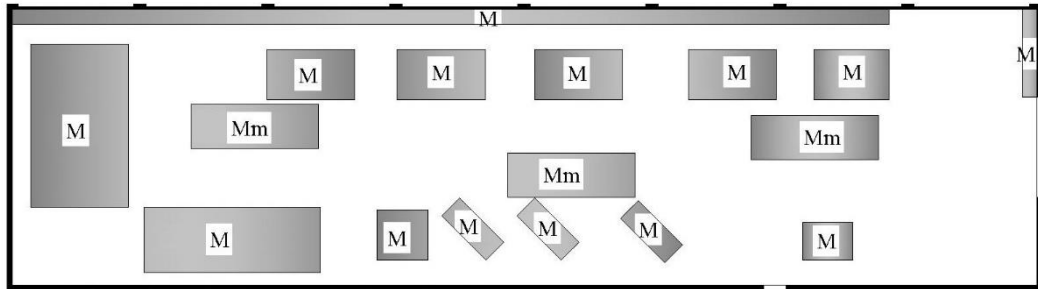
Plazma Kesim Atölyesi iç

Şekil 2.2. Metal Fabrikası ve Atölyelerinden görünümler

Metal Fabrikası; Talaşlı İmalat Atölyesi, Kaynak - Montaj Atölyesi, Plazma Kesim Atölyesi ve Boya Atölyesi olmak üzere dört atölyeden oluşmaktadır (Şekil 2.2).Yapılan çalışma kapsamında Metal Fabrikasının; Talaşlı İmalat Atölyesi, Kaynak - Montaj Atölyesi ile Plazma Kesim Atölyesi akustik açıdan incelenmiştir (Şekil 2.2).

Talaşlı İmalat Atölyesi: Talaşlı İmalat Atölyesi, metal fabrikasında mekân içinde sesin işitsel algısı ile ilgili durum değerlendirmesi amacıyla sesin nesnel parametrelerinin elde edildiği ilk atölyedir. Atölyenin boyutları 11 m x 40 m olup, duvar yükseklikleri 6 m'den çatının en yüksek olduğu noktada 7 m'ye kadar çıkmaktadır. Dış duvarın bulunduğu uzun cephede 0,8 m yüksekliğinde bant pencereler yer almaktadır. Pencereleden doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamaktadır. Atölyenin çatısı çelik makaslar üzerine yerleştirilen boyalı trapez kesitli sandviç panellerle kaplanmıştır. Atölyenin içerisinde araç giriş çıkışı için bir adet metal kapı bulunmaktadır. Ayrıca personel giriş ve çıkışları için kullanılan kapı ile diğer atölyelere geçişin sağlandığı kapı da metalden üretilmiştir (Şekil 2.2).

Atölye içerisinde; 4 adet torna, 1 adet borwerk tezgâhı, 1 adet vargel, 2 adet freze, 1 adet tozlama, 1 adet planya, 1 adet radyal matkap, 1 adet matkap, 1 adet testere olmak üzere 13 adet ana makina ile yükleme ve boşaltma yapmak için kullanılan yardımcı makineler bulunmaktadır. Atölyenin planı ile ana ve yardımcı makinelerin plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.3'de yer almaktadır.



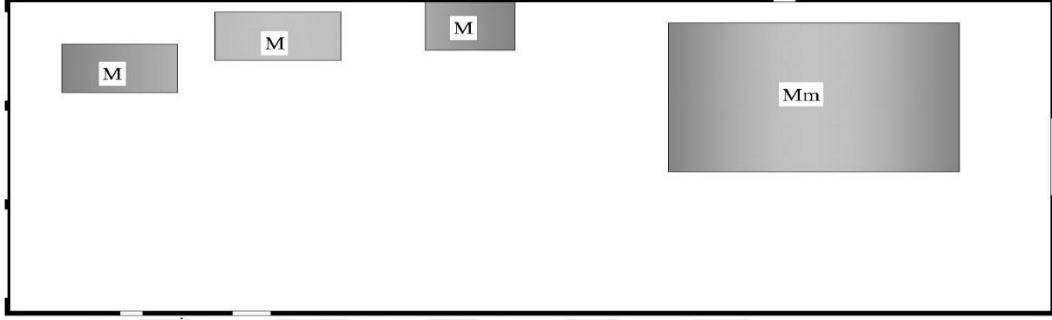
M: metal makineler Mm: metal malzemeler

Şekil 2.3. Metal Fabrikası Talaşlı İmalat Atölyesindeki ana ve yardımcı makinelerin yerleşimi

Kaynak - Montaj Atölyesi: Kaynak - Montaj Atölyesi, Metal Fabrikasında mekân içinde sesin işitsel algısı ile ilgili durum değerlendirmesi amacıyla, sesin nesnel parametrelerinin elde edildiği ikinci atölyedir. Atölyenin boyutları 16 m x 40 m olup duvar yükseklikleri 7 m den çatının en yüksek olduğu noktada 10 m'ye kadar çıkmaktadır. Atölyenin çatısı çelik makaslar üzerine yerleştirilen boyalı trapez kesitli sandviç panellerle kaplanmıştır. Çatıda 1m x 2 m boyutlarında, 16 adet pencere yer almaktadır. Pencereleden doğal aydınlatma ve havalandırma sağlanmaktadır. Atölyenin içerisinde araç giriş çıkışı için

bir adet metal kapı bulunmaktadır. Ayrıca personel giriş ve çıkışları için kullanılan kapı ile diğer atölyelere geçişin sağlandığı kapı da metalden üretilmiştir (Şekil 2.2).

Söz konusu atölyenin içerisinde 1 adet makas ve 1 adet press makinası olmak üzere 2 adet ana makina ile yükleme ve boşaltma yapmak için kullanılan yardımcı makinalar bulunmaktadır. Atölyenin planı ile ana ve yardımcı makinaların plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.4’de yer almaktadır.

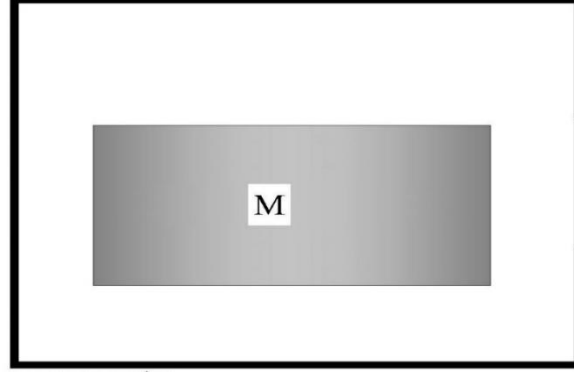


M: metal makinalar Mm: metal malzemeler

Şekil 2.4. Metal Fabrikası Kaynak- Montaj Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı

Plazma Kesim Atölyesi: Plazma Kesim Atölyesi, Metal Fabrikasında mekân içinde sesin işitsel algısı ile ilgili durum değerlendirmesi amacıyla sesin nesnel parametrelerinin elde edildiği üçüncü atölyedir. Atölyenin boyutları 11 m x 14 m olup duvar yükseklikleri 6 m den çatının en yüksek olduğu noktada 7 m’ye kadar çıkmaktadır. Atölyenin çatısı çelik makaslar üzerine yerleştirilerek boyalı trapez kesitli sandviç panellerle kaplanmıştır. Atölyenin içerisinde araç giriş ve çıkışı için bir adet metal kapı bulunmaktadır (Tablo 2.1).

Atölyenin içerisinde 1 adet plazma kesim makinası bulunmaktadır. Bunun yanı sıra yükleme ve boşaltma yapmak için kullanılan yardımcı makinalar da yer almaktadır. Atölyenin planı ile ana ve yardımcı makinaların plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.5’te yer almaktadır.



M: metal makinalar

Şekil 2.5. Metal Fabrikası Plazma Kesim Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı

2.1.2. Ahşap Fabrikası

Trabzon Arsin Organize Sanayi'nde 1953 yılında kurulan Ahşap Fabrikası günümüzde 12.000 m² alan üzerinde faaliyetlerini sürdürmektedir. Alanın 5000 m²'si kapalı, 7.000 m²'si açık alan olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.6). Sanayi yapısında; kereste biçme, rabıta, ahşap palet, sandık, lamine ahşap profil ve kiriş, finger-joint hattı, kütük seren ve masif panel üretimleri yapılmaktadır. Yapıda ayrıca vakumlu basınç yöntemiyle emprenye işlemleri de gerçekleştirilmektedir (URL-5).



Ahşap Fabrikasının dış görünümü

Şekil 2.6. Ahşap Fabrikası ve Üretim Atölyesinin görünümleri

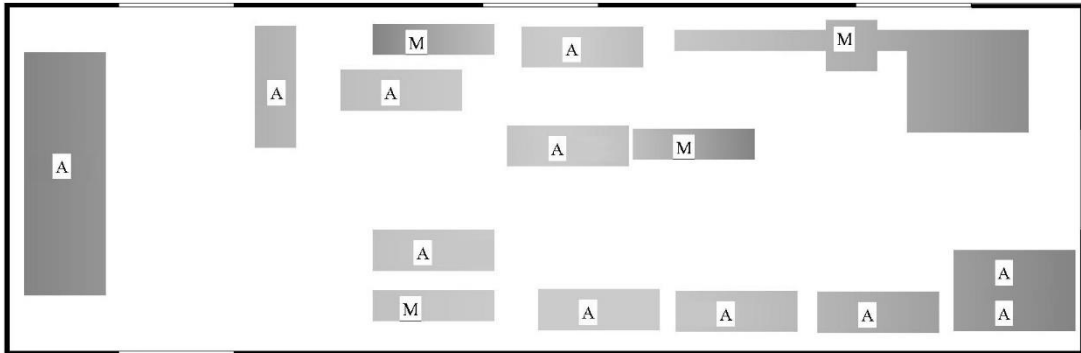
Şekil 2.6.'nın devamı



Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinin iç mekân görünümü

Ahşap Fabrikası, kesim ve depolama işlemlerinin yapıldığı iki ana mekândan oluşmaktadır. Fabrika 50m x 65m x 8m boyutlarındadır. Duvarlar 7 metre yüksekliğe kadar tuğla üzerine sıva kaplama olarak inşa edilmiş olup üzerinde 1 metre yüksekliğinde bant pencereler yer almaktadır. Atölyenin çatı kaplaması sac malzemeden yapılmıştır. Pencerelerden doğal aydınlatma ve havalandırma sağlanmaktadır. Yapıya araç giriş ve çıkışları iki adet metal kapı ile sağlanmaktadır (Şekil 2.6).

Üretim Atölyesinde; 3 adet şerit testere, 1 adet şerit hızar, 1 adet kütük kesme ve 1 adet rabita makinası bulunmaktadır. Bu altı adet ana makinanın dışında tasıma, depolama ve enerji gibi amaçlarla kullanılan yardımcı makinalar da yer almaktadır. Bu önemli yardımcı makinalara örnek olarak; tırlar, forklift ve jeneratörler gösterilebilir. Atölyenin planı ile atölyedeki ana ve yardımcı makinaların plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.7'te yer almaktadır.



M: metal makinalar A: ahşap malzeme

Şekil 2.7. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesindeki ana ve yardımcı makinaların yerleşim planı

2.1.3. Plastik Fabrikası

1996 yılında Arsin Organize Sanayi Bölgesinde kurulmuş olan Plastik Fabrikası 30.000 m² alanda faaliyetlerine devam etmektedir. Alanın 20.000m²'si açık, 10.000m²'si ise kapalı alan olarak kullanılmaktadır (Tablo 2.8). Sanayi yapısında; PVC pencere ve kapı sistemleri, PVC dekoratif duvar ile tavan lambrişi üretimi yapılmaktadır (URL-6).



Plastik Fabrikasının dış görünümü



Boya Atölyesi iç mekân görünümü



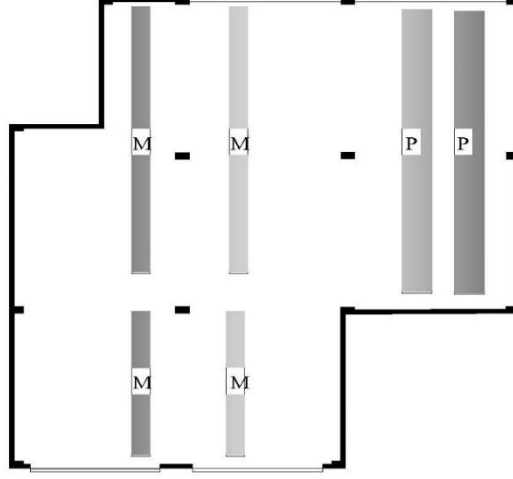
PVC Değirmen Atölyesi iç mekân görünümü

Şekil 2.8. Plastik Fabrikası Boya Atölyesi ve PVC Değirmen Atölyesinden görüntüleri

Plastik Fabrikası; Cam Atölyesi, Doğrama Atölyesi, Boya Atölyesi, Lambiri Atölyesi ve PVC Değirmen Atölyesi olmak üzere beş atölyeden oluşmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında yapının; Boya Atölyesi ve PVC Değirmen Atölyesi akustik açıdan incelenmiştir (Şekil 2.8).

Boya Atölyesi: Boya Atölyesi, Plastik Fabrikasında mekân içinde sesin işitsel algısı ile ilgili durum değerlendirmesi amacıyla sesin nesnel parametrelerinin elde edildiği ilk atölyedir. 385m² alana sahip olan, atölyenin kat yüksekliği 3.50 m'dir. Atölyenin tavanı boyalı betonarme döşemedir. Atölyede çalışanların giriş ve çıkışını sağlamak için kullanılan kapılar PVC'den üretilmiştir (Şekil 2.8).

Boya Atölyesinde 2 adet boya makinası bulunmaktadır. Atölyenin planı ile atölyedeki ana ve yardımcı makinaların plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.9'da yer almaktadır.

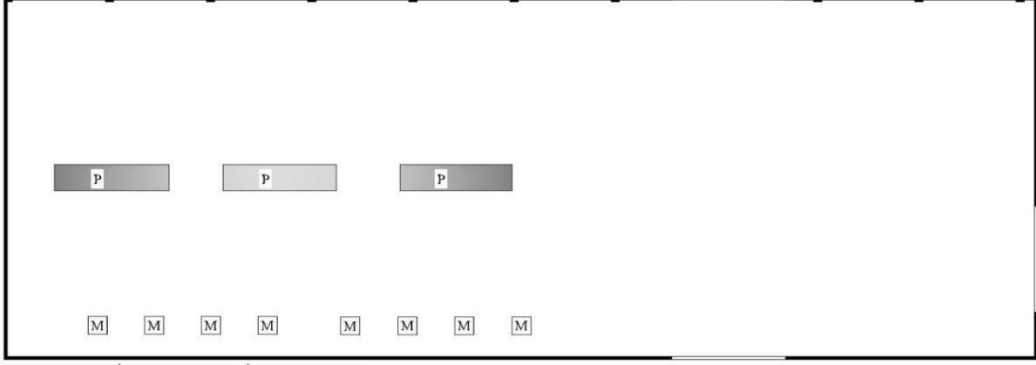


M: metal makinalar P: plastik malzeme

Şekil 2.9. Plastik Fabrikasının Boya Atölyesindeki ana makinaların yerleşim planı

PVC Değirmen Atölyesi: Plastik Fabrikasında mekân içinde sesin işitsel algısı ile ilgili durum değerlendirmesi amacıyla sesin nesnel parametrelerinin elde edildiği ikinci atölyedir. Atölye 23m x 60m boyutlarında olup, duvar yükseklikleri 6m'den çatının en yüksek olduğu noktada 7 m'ye kadar çıkmaktadır. Atölyenin çatısı çelik makaslar üzerine yerleştirilmiş boyalı trapez kesitli sandviç panellerle kaplanmıştır. Atölyenin içerisinde araç giriş ve çıkışı için üç adet metal kapı ve diğer atölyeye geçiş için PVC kapı bulunmaktadır (Şekil 2.8).

Atölyede 3 adet PVC değirmeni makinası yer almaktadır. Atölyenin planı ile atölyenin ana ve yardımcı makinaların plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.10'da yer almaktadır.



M: metal makinalar P: plastik malzeme

Şekil 2.10. Plastik Fabrikası PVC Değirmen Atölyesindeki ana ve yardımcı makinalar yerleşim planı

2.1.4. Fındık Fabrikası

1940 yılında kurulan Fındık Fabrikası fındık ve fındık ürünleri çeşitleriyle gıda sektöründe yaklaşık 80 yıldır varlığını sürdürmektedir (Şekil 2.11). Fabrika, 40m x 55m x 8m boyutlarındadır. Duvarlar 2 m yüksekliğe kadar seramik kaplama olup üst kısımlar sıva üzerine boyadır. Ayrıca duvarlarda 0.8 m yüksekliğinde 1.20 m genişliğinde pencereler bulunmaktadır. Atölyenin çatı kaplaması sandviç panelden yapılmıştır. Yapıya araç giriş ve çıkışları 2 adet plastik kapıdan sağlanmaktadır. Personel giriş ve çıkışları için ise cam fotoselli kapı kullanılmaktadır (Şekil 2.11).



Fındık Fabrikasının dıştan görünümü

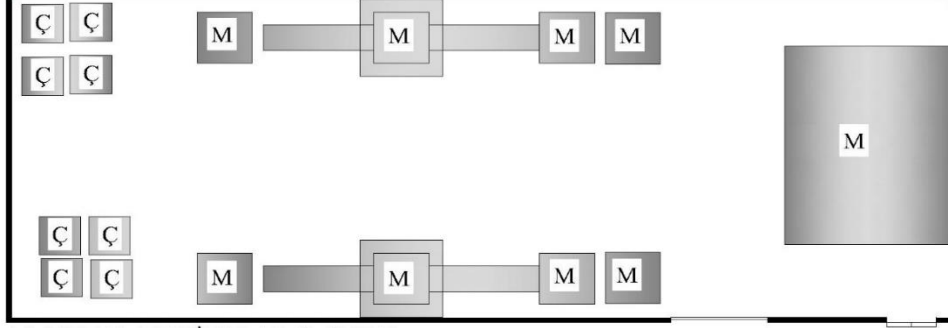


Fındık Fabrikası içten görünümü

Şekil 2.11. Fındık Fabrikası ve atölyeden görünüm

Fabrikanın atölyesindeki; 4 adet lazer fındık kırma makinası ve seçme bandı, 1 adet Big Bag fındık paketleme makinası, 1 adet taş ayırıcı makina, 2 adet calaskal ve 1 adet sarsıcı

elek bulunmaktadır. Atölyenin planı ile atölyedeki ana ve yardımcı makinelerin plan düzlemindeki yerleşimleri Şekil 2.12’te yer almaktadır.



M: metal makineler Ç: çuval

Şekil 2.12. Fındık Fabrikasının Üretim Atölyesindeki ana ve yardımcı makinelerin yerleşim planı

2.2. Simülasyon Programına İlişkin Yapılan Kabuller

Sesin işitsel algısına ilişkin nesnel değerlendirmeler; ya ölçme yöntemiyle, ya maket model yöntemiyle ya da bilgisayar simülasyon yöntemiyle yapılmaktadır. Çalışma kapsamında bilgisayar simülasyon yöntemi tercih edilmiştir.

Akustik açıdan çalışma kapsamında incelenen endüstriyel yapıların atölyelerindeki sesin işitsel algısına ilişkin değerlendirme yapmak için, öncelikle Sketch Up 11 Programı ile bütün atölyelerin 3D modellemeleri hazırlanmıştır. Hazırlanan modeller Odeon 10.1 Programına aktarılarak sesin nesnel parametreleri elde edilmiştir. Parametreler, atölyelerin mevcut durumları için ve atölyelerde sesin anlaşılabilirliğinin artırılması amacıyla yapılan iyileştirmeler sonucu oluşan durumlar için (tavanda farklı yönlerde kullanılan ses yutucu paneller veya akustik sıva kullanılmasıyla) elde edilmiştir. Elde edilen veriler kabul edilen optimum değerlerle karşılaştırılmıştır.

Bu kapsamda, simülasyon işlemleri için mekânlarda belirli kabuller yapılmıştır. Yapılan kabuller, her atölyenin; 1) mevcut durumuna ilişkin, 2) akustik iyileştirme amacıyla tavan yüzeyinde yapılan uygulamaya ilişkin, 3) ses kaynakları ile alıcılara ilişkin olmak üzere üç başlıkta değerlendirilmiştir.

Her atölye için mevcut durum ve tavan yüzeylerine ses yutucuların yerleştirilmesi ile toplam 4 farklı simülasyon gerçekleştirerek; sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiş

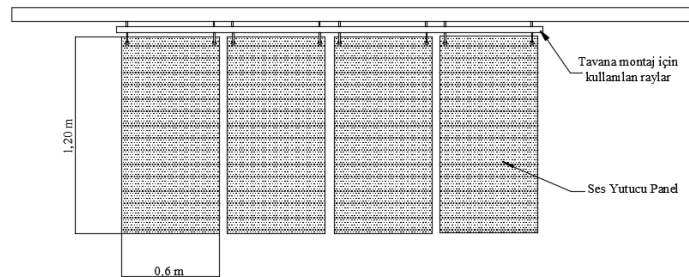
ve bu parametrelerden EDT (Erken Düşme Süresi), T30 (Çınlama Süresi), D50 (Belirginlik) ve STI (Konuşma İletim Endeksi) parametreleri değerlendirilmiştir.

2.3. Tavan Yüzeyindeki Uygulamalara İlişkin Kabuller

Ortamdaki yankının dolayısıyla gürültü düzeyinin en aza indirgenmesi amacıyla fabrikaların akustik açıdan değerlendirilen atölyelerinin tavan yüzeyinde ses yutucu paneller veya akustik sıva kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında; kat yüksekliği 5 m'nin üzerinde olan atölyelerde, tavan yüzeylerine Tablo 2.5'de oktav bant frekanslarda ses yutma kat sayı değerleri belirtilen ses yutucu paneller kullanılmıştır. Önerilen ses yutucu panellerin yerleşiminde atölyelerin ana giriş kapıları referans alınmıştır. Paneller kapılara; 1) dik yönde, 2) paralel yönde 3) dik – paralel yönlerde birlikte uygulanmıştır. Panellerin kapılara dik yönde yerleştirilme durumu: x eksen yönünde, kapıya paralel yönde yerleştirilme durumu: y eksen yönünde, kapılara dik - paralel yönlerde yerleştirilmesi durumu ise: x-y eksen yönünde ses yutucu panel kullanılması olarak adlandırılmıştır. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin boyutları seçilirken mekânın büyüklüğü ile orantılı olması tercih edilmiştir. Ses yutucu paneller yerleştirilirken, cephede ve çatıda bulunan pencerelerin konumları dikkate alınmış ve atölyelerin mevcut mimari durumlarının korunması amaçlanmıştır. Bu nedenle paneller düşey doğrultuda konumlandırılmıştır (Şekil 2.13).

Ses yutucu panellerin düşey yönde tavan yüzeyine montajı için çelik kutu profillerin üzerine metal raylar yerleştirilmiştir (Şekil 2.13). Metal rayların üzerinde belirli aralıklarla delikler bulunmaktadır. Bu deliklere, ses yutucu panellerin uçlarında bulunan halkalar geçirilerek montajı yapılmaktadır. Çalışmada, ses yutucu panellerin boyutları mekânın hacmiyle orantılı olacak şekilde seçilmiştir.



Şekil 2.13. Ses yutucu panellerin tavan yüzeyine montajı

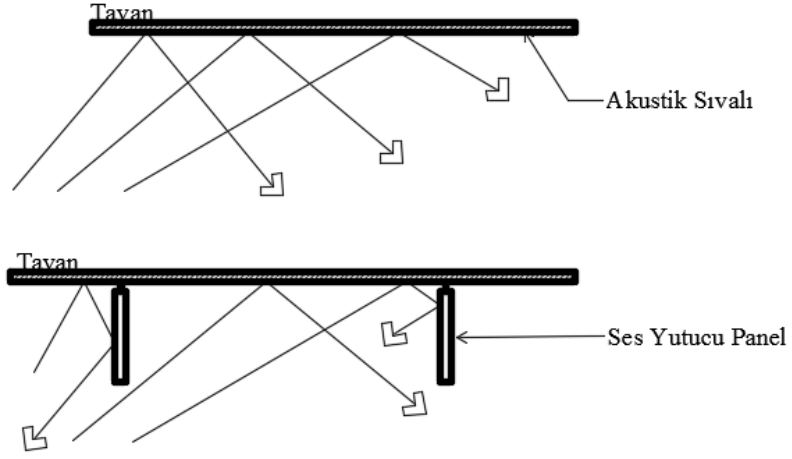
Ses yutucu panelin dış yüzeyindeki kaplama malzemesi seçilirken; kolay temizlenebilir, kir ve toz tutucu olmamasına dikkat edilmiştir. Bundan dolayı ses yutucu panelin dışı vinil ile kaplanmıştır. Panelin içinde ses yutucu olarak çift kat taş yünü levha tercih edilmiştir. Kullanılan taş yünü levhaların her biri 0,07 m veya 0.09 m kalınlıktadır (Tablo 2.14).



Şekil 2.14. Vinil kaplı ses yutucu paneller

Kat yüksekliği 5 m'nin altında olan atölyede ses yutucu panel kullanılması durumunda atölyenin tavan yüksekliği azalmakta, bu da atölyenin basık olarak algılanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle atölyenin tavan yüzeyine Tablo 2.6'da oktav bant frekanslarda ses yutma kat sayı değerleri belirtilen akustik sıva yapılması önerilmiştir. Önerilen akustik sıva, 1) atölyenin tavan yüzeyinin tamamına, 2) atölyenin tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmına uygulanmıştır. Akustik sıva uygulaması için, cephede ve çatıda bulunan pencerelerin konumları dikkate alınmış ve atölyenin mevcut mimari durumlarının korunması amaçlanmıştır.

Tavan yüzeyinde akustik sıva ve ses yutucu panellerin kullanımları ile ses dalgalarının yüzeylerdeki davranışları Şekil 2.15'de yer almaktadır.



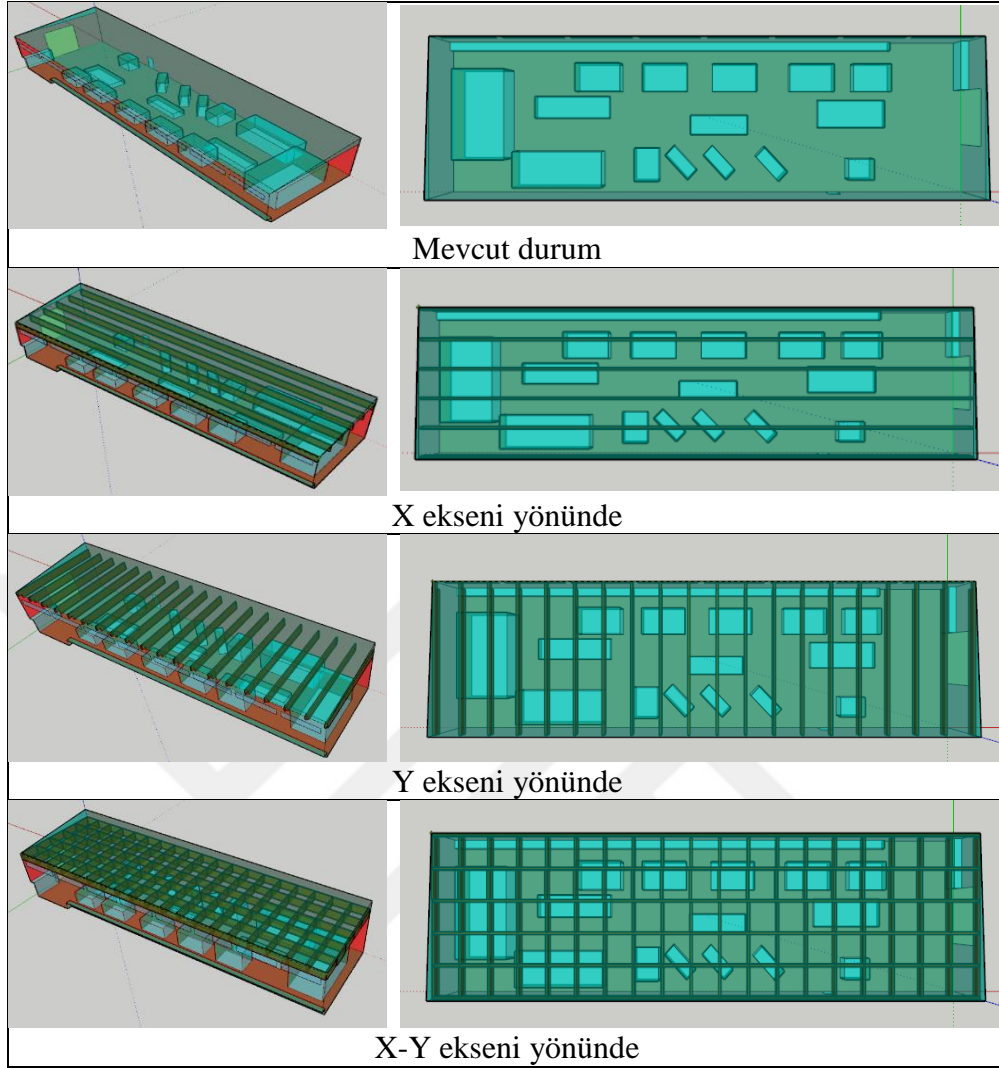
Şekil 2.15. Ses dalgalarının tavan yüzeyinde akustik sıva ve ses yutucu panel bulunması halindeki davranışları (Egan, 1988).

2.3.1. Metal Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

Metal Fabrikasının içinde yer alan, Kaynak - Montaj Atölyesi, Talaşlı İmalat Atölyesi ve Plazma Kesim Atölyesinde ses yutucu panellere ilişkin kabuller yapılmıştır. Tüm atölyelerin kat yüksekliği 5 m'nin üzerinde olduğundan, atölyelerin tavan yüzeylerinde Tablo 2.5'de oktav bant frekanslarda ses yutma katsayı değerleri belirtilen bulunan ses yutucu paneller; x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde yerleştirilmiştir.

2.3.1.1. Talaşlı İmalat Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

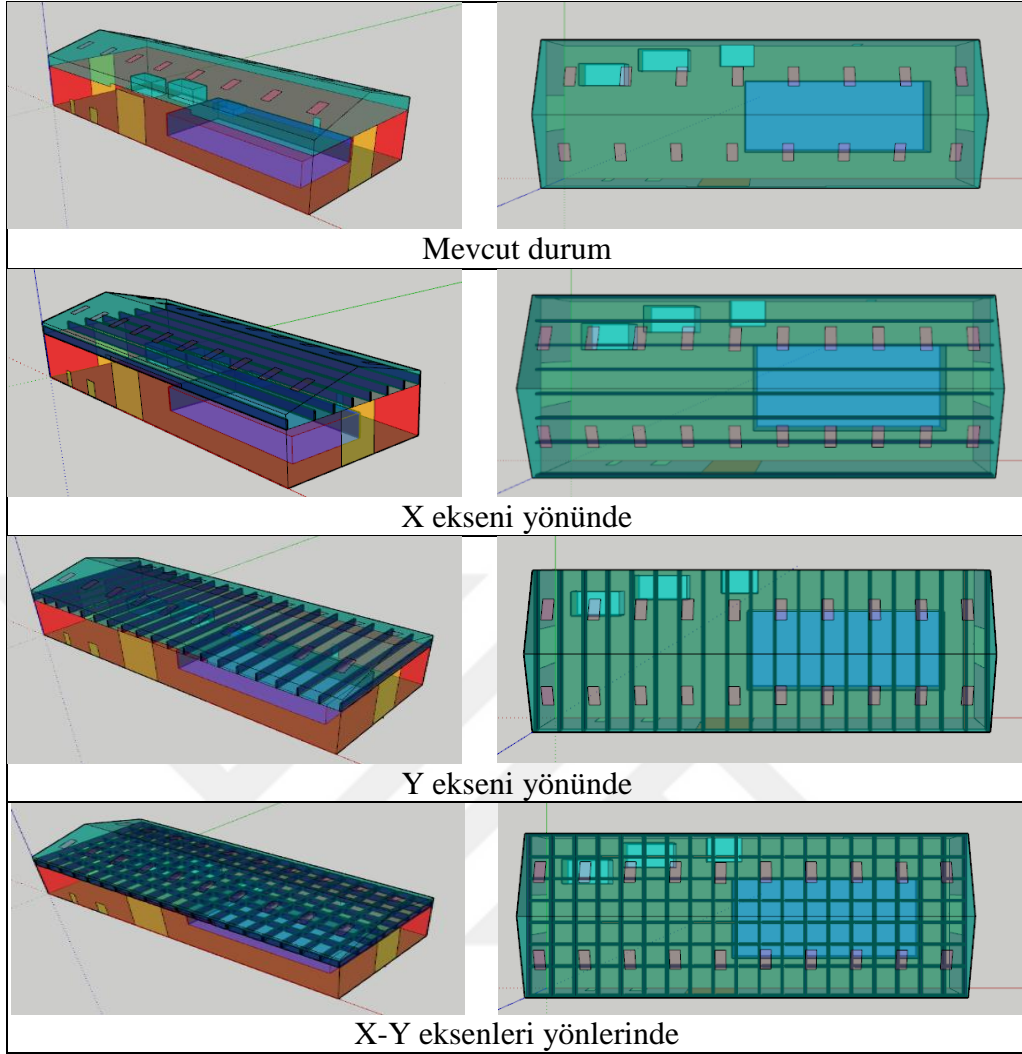
Sesin işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 450 m² ve kat yüksekliği 7 m'dir. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin yüksekliği; 1 m, kalınlığı; 0,15 m ve uzunluğu; açıklık boyu olarak seçilmiştir. Ses yutucu paneller tavan yüzeyine 2 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Şekil 2.16'da Talaşlı İmalat Atölyesinin mevcut durumu ile tavan yüzeyinde, x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksenleri yönlerinde, ses yutucu panellerin uygulandığı 3D modeller yer almaktadır.



Şekil 2.16. Talaslı İmalat Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlardaki 3D modelleri

2.3.1.2. Kaynak - Montaj Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

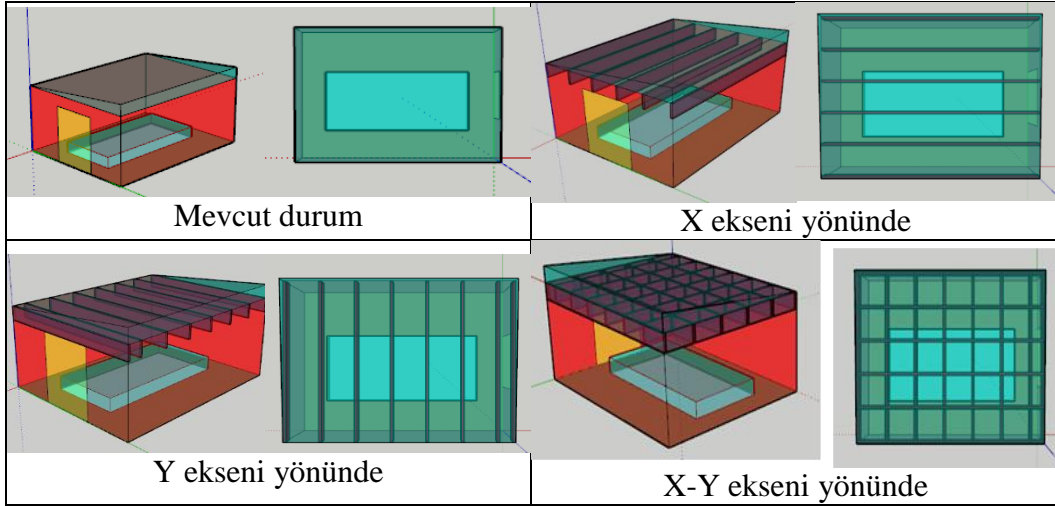
Sesin işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 670 m^2 , kat yüksekliği min. 7 m 'dir. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin boyutları, yüksekliği; 1 m , kalınlığı; $0,15 \text{ m}$, uzunluğu; açıklık boyu olarak seçilmiştir. Ses yutucu paneller tavan yüzeyine 2 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Şekil 2.17'de Kaynak - Montaj Atölyesinin mevcut durumundaki ve tavan yüzeyinde x eksenli yönünde, y eksenli yönünde ve x-y eksenleri yönlerinde ses yutucu panellerin uygulandığı durumlardaki 3D modeller yer almaktadır.



Şekil 2.17. Kaynak - Montaj Atölyesinin mevcut durumdaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlardaki 3D modelleri

2.3.1.3. Plazma Kesim Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

Sesin işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 160 m^2 , kat yüksekliği min. 6 m'dir. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin boyutları, yüksekliği; 1 m, kalınlığı; 0,15 m, uzunluğu; açıklık boyu olarak seçilmiştir. Ses yutucu paneller tavan yüzeyine 1 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Şekil 2.18'de, Plazma Kesim Atölyesinin mevcut durumundaki ve tavan yüzeyinde x eksenı yönünde, y eksenı yönünde ve x-y eksenleri yönlerinde ses yutucu panellerin uygulandığı durumlardaki 3D modeller yer almaktadır.

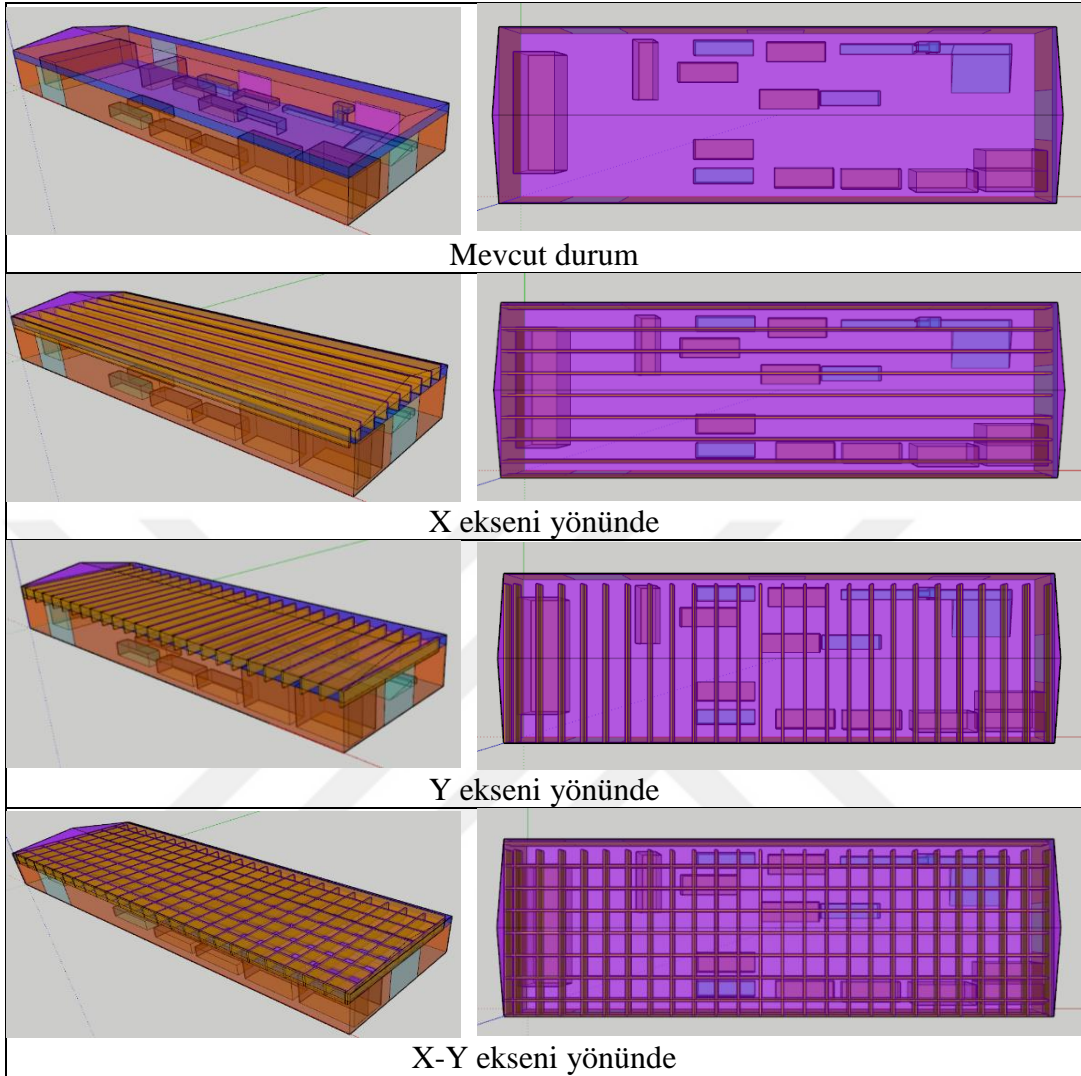


Şekil 2.18. Plazma Kesim Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlardaki 3D modelleri

2.3.2. Ahşap Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

Ahşap Fabrikasının üretim atölyesindeki ses yutucu panellere ilişkin kabuller yapılmıştır. Atölyenin kat yüksekliği 5m'den yüksek olduğu için, atölyenin tavan yüzeylerine Tablo 2.5'de oktav bant frekanslarda ses yutma katsayı değerleri belirtilen ses yutucu paneller, x ekseninde, y ekseninde, x-y ekseninde yerleştirilmiştir.

Sesin işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 930 m², kat yüksekliği min. 7 m'dir. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin yüksekliği; 1,50 m, kalınlığı; 0,20 m, uzunluğu; açıklık boyu olarak seçilmiştir. Ses yutucu paneller tavan yüzeyine 1,30 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Şekil 2.19'da Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumundaki ve tavan yüzeyinde x ekseninde, y ekseninde ve x-y eksenleri yönlerinde ses yutucu panellerin uygulandığı durumlardaki 3D modeller yer almaktadır.



Şekil 2.19. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumundaki ve ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlardaki 3D modelleri

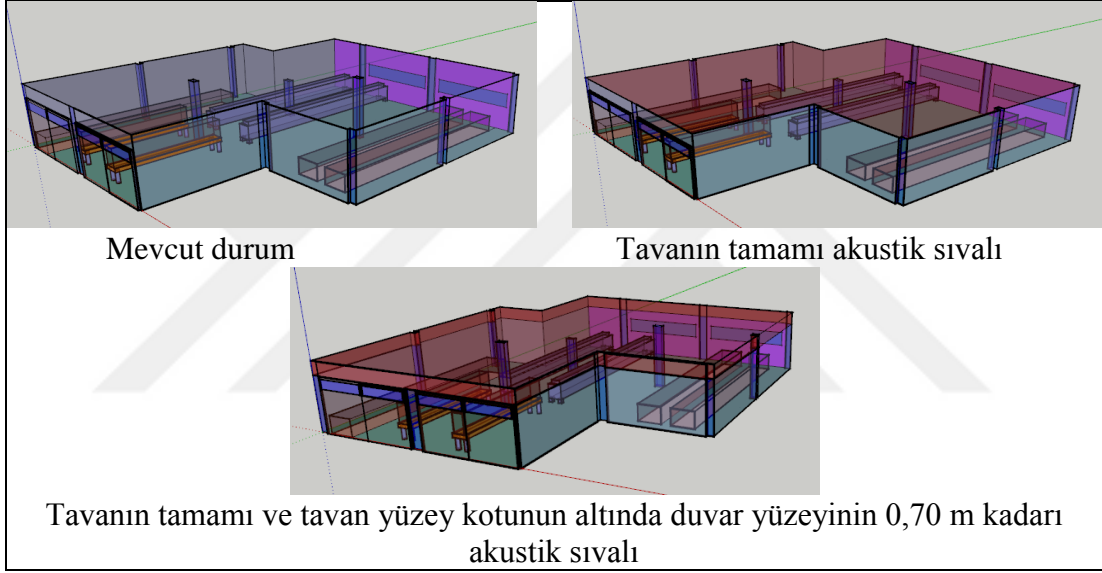
2.3.3. Plastik Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

Plastik Fabrikasının içinde yer alan, Boya Atölyesi ve PVC Değirmen Atölyesinde, ses yutucu panellere ilişkin kabuller yapılmıştır. Boya atölyesinin kat yüksekliği 5 m'den az olduğundan, tavan yüzeyinde Tablo 2.6'da ses yutma katsayı değerleri yer alan akustik sıva kullanılmıştır. Boya atölyesinde tavan yüzeyinin tamamında akustik sıva kullanılması ile tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kadarlık kısmında akustik sıva kullanılmasına yönelik kabuller yapılmıştır. PVC Değirmen Atölyesinin kat yüksekliği 5 m üzerinde olduğundan, atölyelerin tavan yüzeylerinde Tablo

2.5’de oktav bant frekanslarda ses yutma katsayı değerleri belirtilen ses yutucu paneller; x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde yerleştirilmiştir.

2.3.3.1. Boya Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

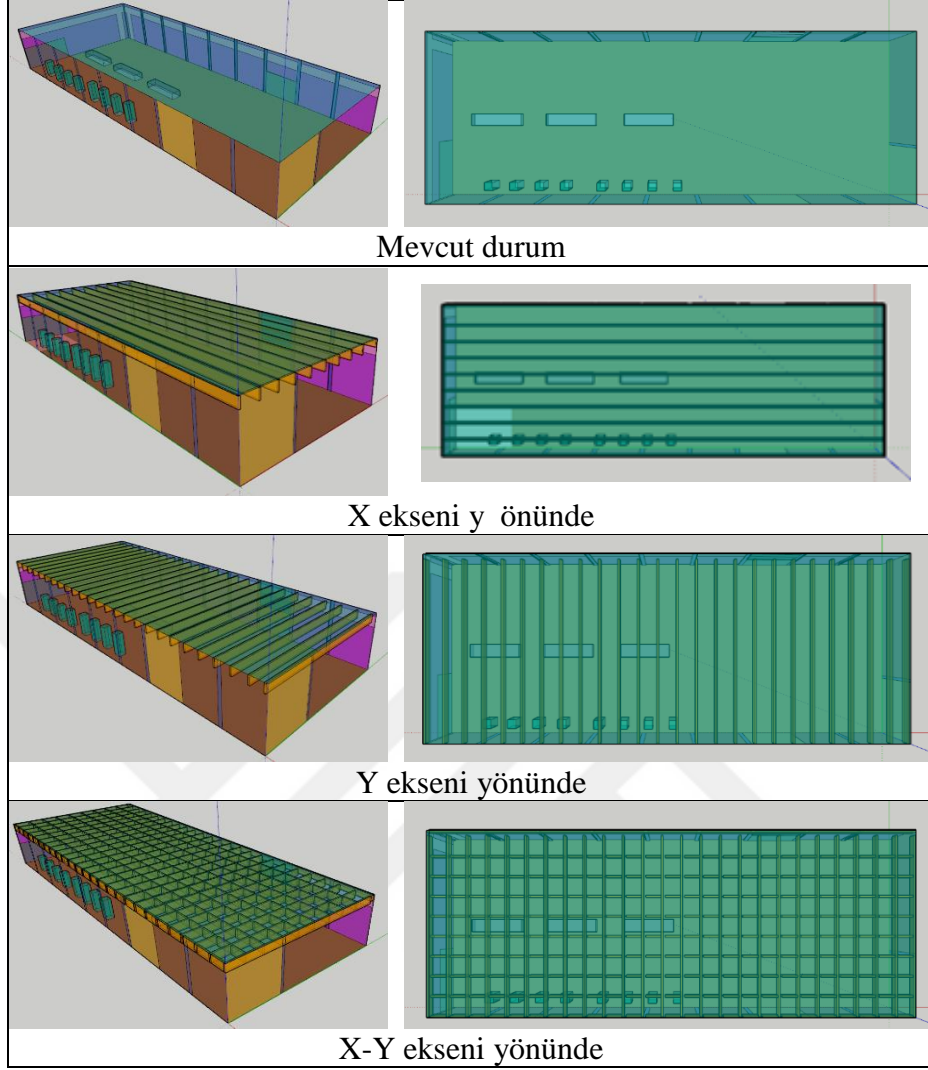
Sesini işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 385 m², kat yüksekliği 3,5 m’dir. Şekil 2.20’de Boya Atölyesinin mevcut durumu, tavan yüzeyinin tamamı ile tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m’lik kadarlık kısmına akustik sıva uygulandığı 3D modeller yer almaktadır.



Şekil 2.20. Boya Atölyesinin mevcut durumu ile akustik sıvalı durumlarındaki 3D modelleri

2.3.3.2. PVC Değirmen Atölyesine Uygulanan Ses Yutucu İlişkin Kabuller

Sesini işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 1425 m², kat yüksekliği min. 6 m’dir. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin boyutları, yüksekliği; 2 m, kalınlığı; 0,20 m, uzunluğu; açıklık boyu olarak seçilmiştir. Ses yutucu paneller tavan yüzeyine 2,10 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Şekil 2.21’de PVC Değirmen Atölyesinin mevcut durumundaki ve tavan yüzeyinde x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenleri yönlerinde, ses yutucu panellerin uygulandığı durumlardaki 3D modeller yer almaktadır.



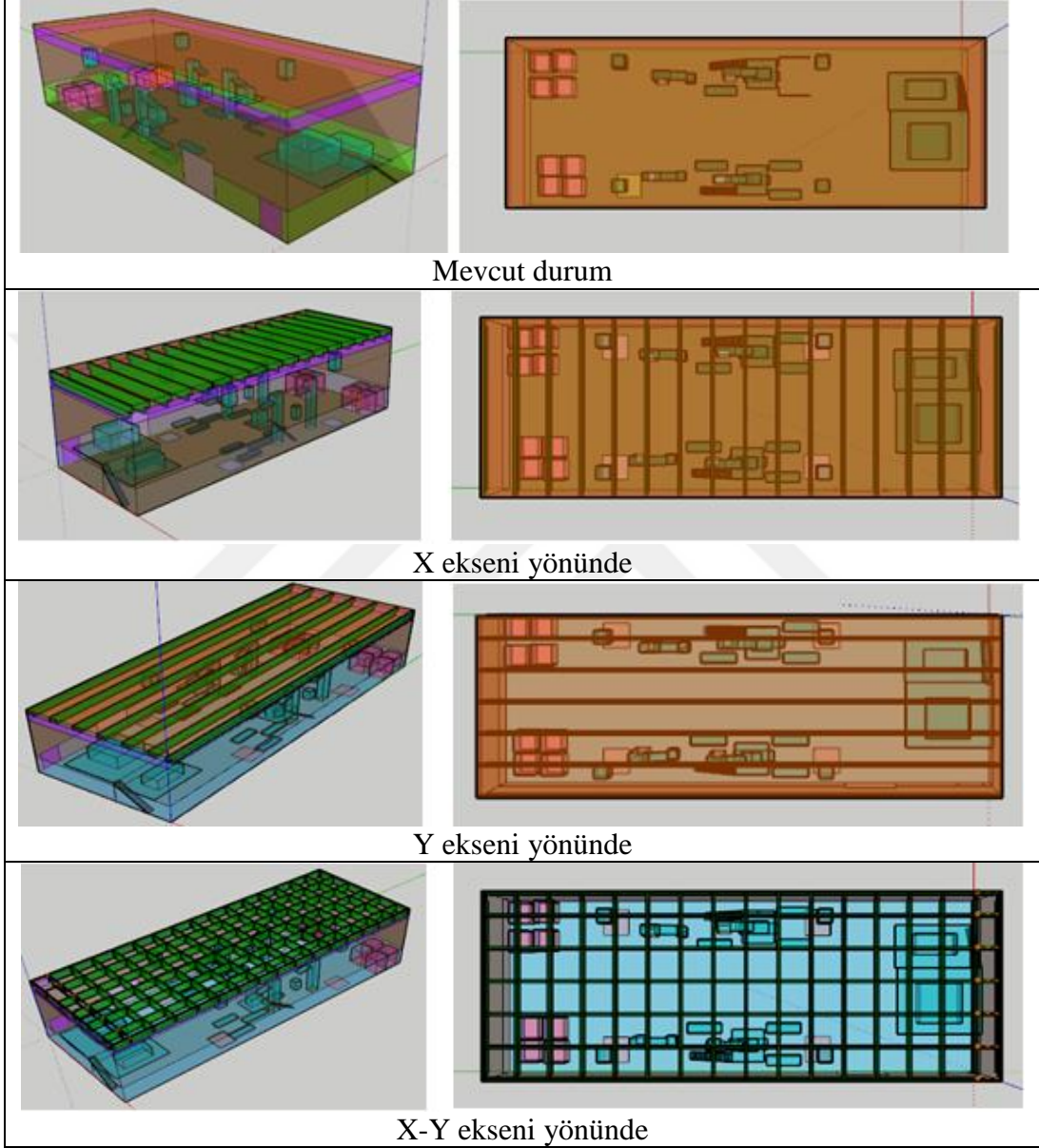
Şekil 2.21. PVC Değirmen Atölyesi mevcut durumu ile ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlarındaki 3D modeller

2.3.4. Fındık Fabrikasında Uygulanan Ses Yutucu Panellere İlişkin Kabuller

Fındık Fabrikasının üretim atölyesindeki ses yutucu panellere ilişkin kabuller yapılmıştır. Atölyenin kat yüksekliği 5 m'den yüksek olduğu için, atölyenin tavan yüzeylerine Tablo 2.5'de oktav bant frekanslarda ses yutma katsayı değerleri belirtilen ses yutucu paneller, x eksenine yönünde, y eksenine yönünde, x-y eksenine yönlerinde yerleştirilmiştir.

Sesin işitsel algısı açısından değerlendirme yapılan atölyenin alanı 455 m², kat yüksekliği min. 8 m'dir. Tavan yüzeyine yerleştirilen ses yutucu panellerin yüksekliği; 1 m, kalınlığı; 0,15 m, uzunluğu; açıklık boyu olarak seçilmiştir. Ses yutucu paneller tavan yüzeyine 1 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Şekil 2.22'de Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinin

mevcut durumundaki ve tavan yüzeyinde x eksenı yönünde, y eksenı yönünde ve x-y eksenleri yönlerinde ses yutucu panellerin uygulandığı durumlardaki 3D modeller yer almaktadır.

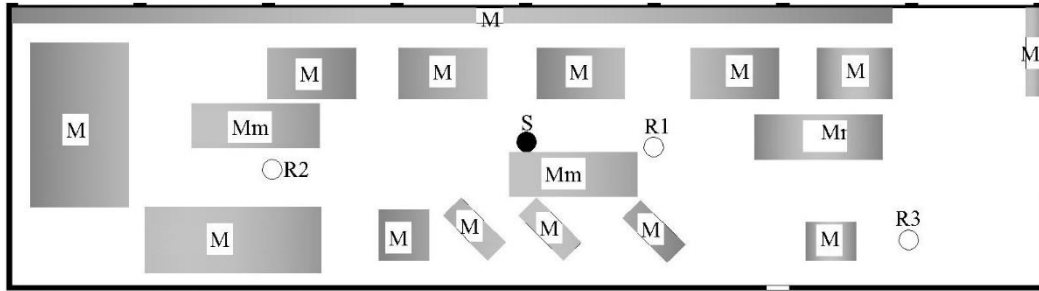


Şekil 2.22. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumu ile ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlardaki 3D modelleri

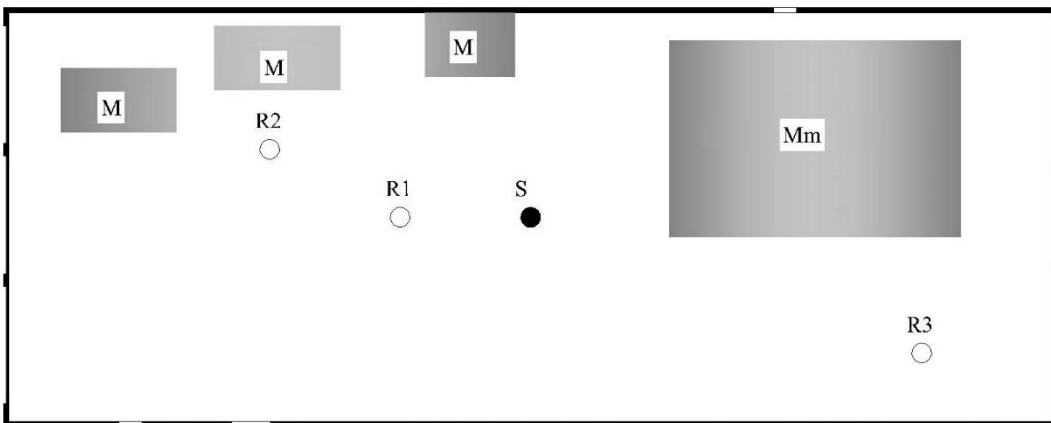
2.4. Ses Kaynağı ve Alıcılara İlişkin Kabuller

Atölyeler için ses kaynağı ve Alıcıya ilişkin iki farklı kabul yapılmıştır. Kabuller yapılırken mekânsal büyüklükler göz önünde bulundurulmuştur.

Atölyelerin içinde hiçbir makinanın çalışmadığı durumda mekândaki sesin işitsel algısı açısından değerlendirme yapılmıştır. Tüm atölyelerde bir adet ses kaynağı ve üç adet alıcı konumu belirlenmiştir. Ses kaynağı, sesin eşit olarak dağılımını sağlayan noktasal kaynak tipi (omnidirectional) olarak seçilmiştir. Ses kaynağı tüm atölyelerde çalışanların ayakta olduğu kabul edilerek, mekânın ortasına ve yerden 1.50 m yüksekte konumlandırılmıştır. Tüm alıcıların mekân içerisinde homojen olarak dağıtılmasına çalışılmıştır. Bu nedenle de atölyeler düşeyde ve yatayda 3'er eşit parçaya bölünmüş ve her bir alıcı farklı doğrultuda olacak gridal şekilde konumlandırılmıştır. Üç adet alıcının yanında, atölyelerde mekan içi genel ortalama değerleri elde etmek için 1m x 1m boyutlarında grid olarak alıcılar tanımlanmıştır. Alıcıların konumları mevcut çalışanların konumları dikkate alınarak belirlenmiştir. Alıcıların tümü; çalışanların ayakta olduğu varsayılarak, zemin düzleminden 1,5 m yükseklikte, duvar ve mevcut makinalarla arasında en az 1,5 m olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2.23, Şekil 2.24).



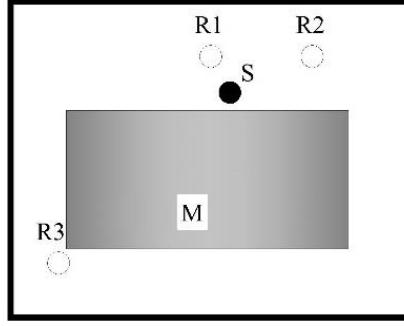
Metal Fabrikası Talaşlı İmalat Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



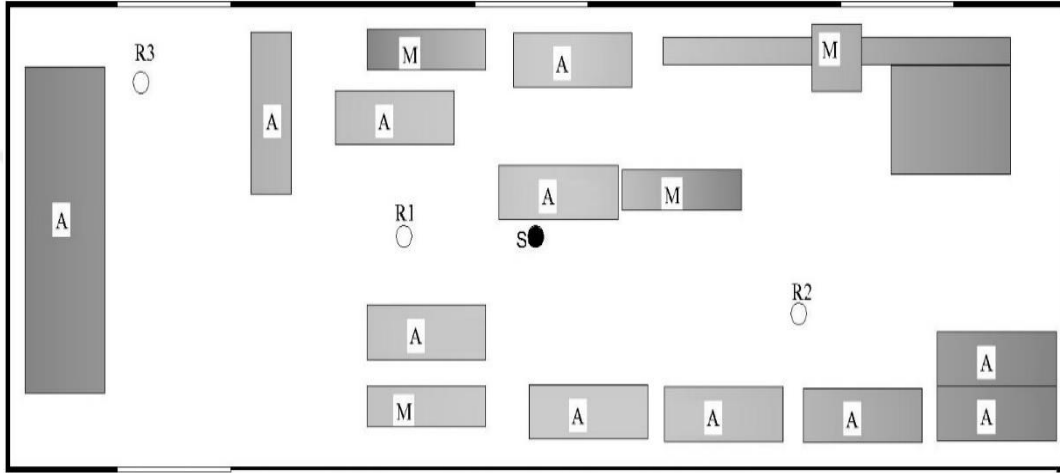
Metal Fabrikası Kaynak - Montaj Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

Şekil 2.23. Ses kaynakları ve alıcıların atölyelerdeki konumları

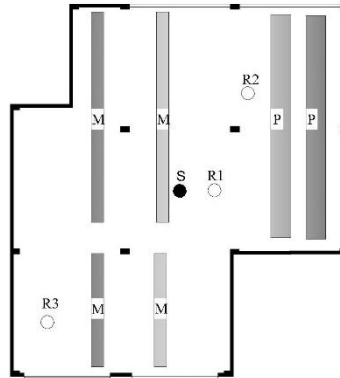
Şekil 2.23.'ün devamı



Metal Fabrikası Plazma Kesim Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

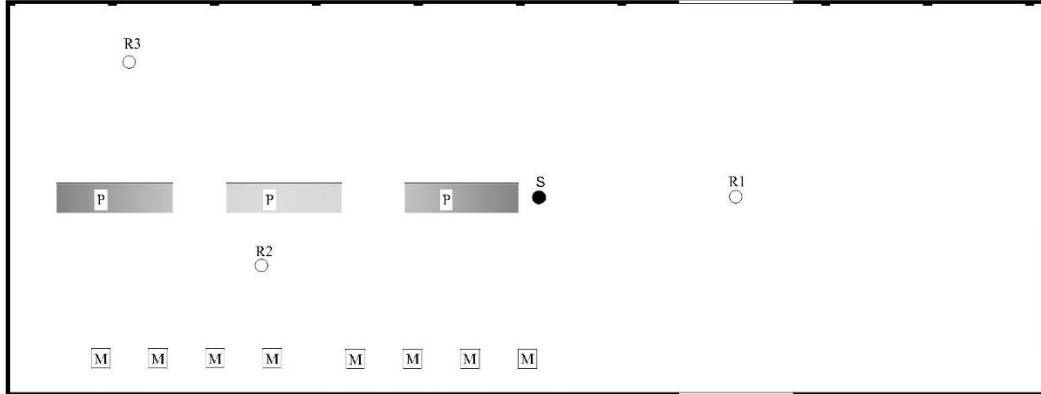


Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

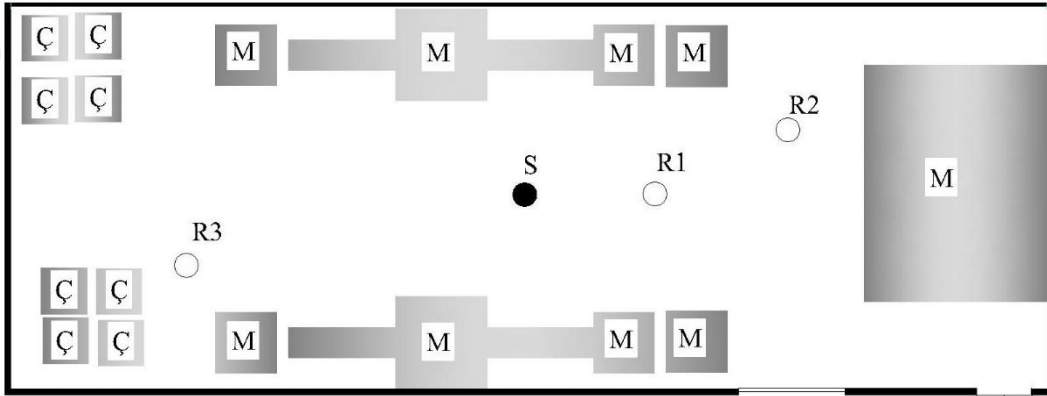


Plastik Fabrikası Boya Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

Şekil 2.23.'ün devamı



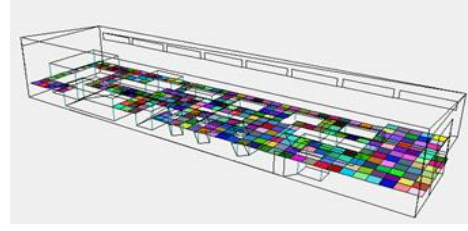
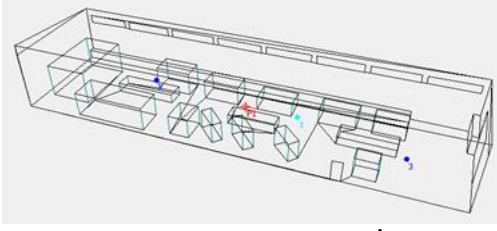
Plastik Fabrikası PVC Değirmen Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



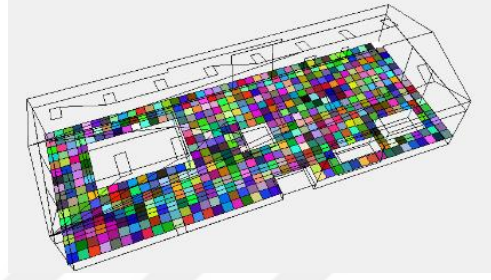
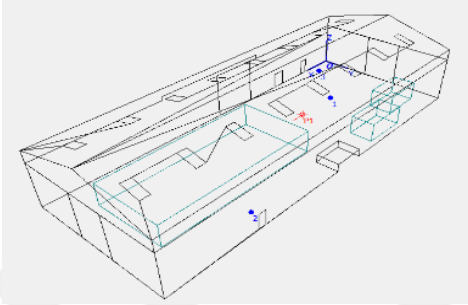
Fındık Fabrikası Üretim Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

M: metal makinalar Mm: metal malzemeler A:ahşap malzemeler P:plastik malzemeler Ç: çuval

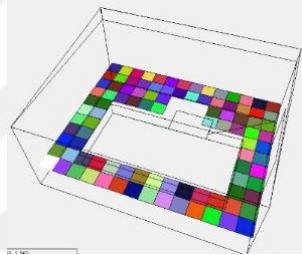
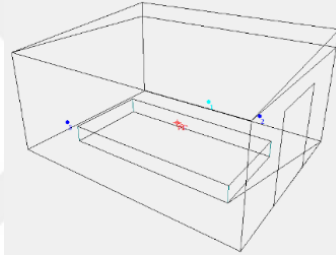
S: ses kaynağı R: alıcılar



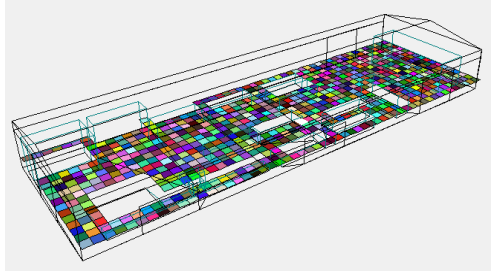
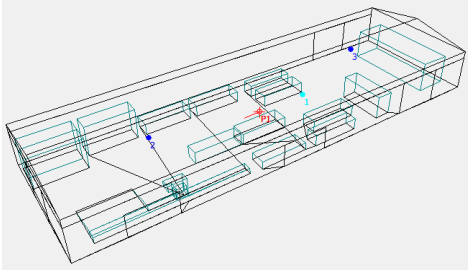
Metal Fabrikası Talaşlı İmalat Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



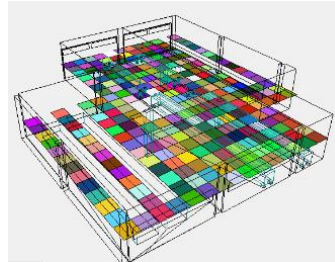
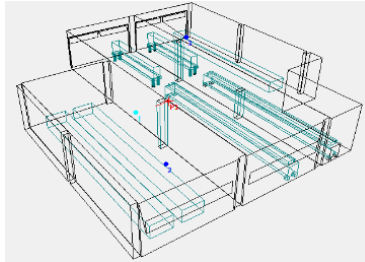
Metal Fabrikası Kaynak - Montaj Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



Metal Fabrikası Plazma Kesim Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



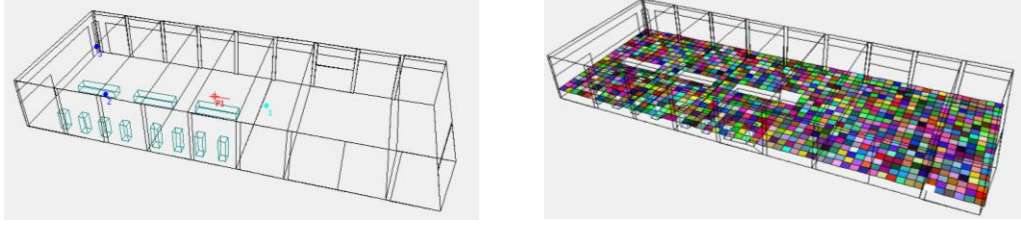
Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



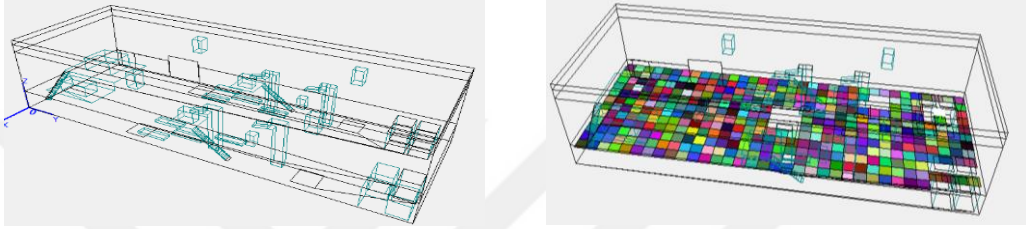
Plastik Fabrikası Boya Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

Şekil 2.24. Simülasyon programı kapsamında atölyelerdeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

Şekil 2.24. Devamı



Plastik Fabrikası PVC Değirmen Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları



Fındık Fabrikası Üretim Atölyesindeki ses kaynağı ve alıcıların konumları

2.5. Yüzey Malzemelerine İlişkin Kabuller

Sanayi yapılarındaki atölyelerin mevcut durumlarına ilişkin hazırlanan 3D modeller simülasyon programının (ODEON V 10.1) kütüphanesinde bulunan en uygun malzemeler seçilerek yüzeylere malzeme atamaları gerçekleştirilmiştir. Programın kütüphanesinde olmayan malzemeler, bilimsel literatürden alınarak kütüphaneye eklenmiştir. Malzemelere atanan ses dağıtma katsayı değerleri ODEON V 10.1 programının kullanım kılavuzundaki önerilere uygun şekilde tanımlanmıştır (Christensen, 2009).

Yapılan çalışma kapsamında malzemelerin 63 Hz - 8000 Hz oktav bant aralığındaki ses yutma kat sayıları veri olarak programa dahil edilmiştir. Tablo 2.1, Tablo 2.2, Tablo 2.3 ve Tablo 2.4'da seçilen atölyelerin yüzeylerinde mevcut durumlarda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri yer almaktadır.

Mekânlar tasarlanırken kullanılan malzemelerin sesin işitsel algısında önemli olduğu bilinmektedir. Sesin işitsel algısı optimum düzeyde olmayan bir atölye için ses yutma katsayı değerleri uygun malzemeler seçilerek değerler elde edilebilmektedir.

Sesin işitsel algısını iyileştirmeye yönelik yapılan çalışma kapsamında, tavan yüzeylerinde kullanılan ses yutucu panellerin ses yutma katsayı değerleri Tablo 2.5'de ve

tavan yüzeylerinde kullanılan akustik sıvanın ses yutma katsayı değerleri ise Tablo 2.6'da yer almaktadır.

Tablo 2.1. Makina Fabrikasında mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Talaşlı İmalat Atölyesi-Kaynak - Montaj Atölyesi ve Plazma Kesim Atölyesi)

Yüzeyler	Malzemeler	Frekansa Bağlı Ses Yutma Katsayı Değeri								Odeon Kodu
		63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	
Duvar Kaplamaları	Plastik Boyalı Duvar	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4002
Döşeme Kaplaması	Beton Zemin Kaplama	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.07	100
Tavan Kaplaması	Sandviç panel Kaplama	0.07	0.07	0.08	0.13	0.15	0.11	0.32	0.36	5000
Üretim Alanındaki Diğer Malzemeler	Metal (Makinalar)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.02	0.02	Sü ve Çalışkan 2007
	Cam (Pencere)	0.18	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	10005

Tablo 2.2. Ahşap Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Üretim Atölyesi)

Yüzeyler	Malzemeler	Frekansa Bağlı Ses Yutma Katsayı Değeri								Odeon Kodu
		63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	
Duvar Kaplamaları	Sıvalı Tuğla Duvar	0.14	0.14	0.10	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	4036
Döşeme Kaplaması	Beton Kaplama	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.07	100
Tavan Kaplaması	Sandviç Panel Kaplama	0.07	0.07	0.08	0.13	0.15	0.11	0.32	0.36	5000
Üretim Alanındaki Diğer Malzemeler	Metal (Makinalar)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.02	0.02	Sü ve Çalışkan 2007
	Ahşap (Kereste)	0.19	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05	3065
	Cam (Kapı ve Pencere)	0.18	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	10005

Tablo 2.3. Plastik Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Boya Atölyesi- PVC Değirmen Atölyesi)

Yüzeyler	Malzemeler	Frekansa Bağlı Ses Yutma Katsayı Değeri								Odeon Kodu
		63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	
Duvar Kaplamaları	Plastik Boyalı Duvar	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4002
Döşeme Kaplaması	Beton Zemin Kaplama	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.07	100
Tavan Kaplaması	Sandivç panel Kaplama	0.07	0.07	0.08	0.13	0.15	0.11	0.32	0.36	5000
Üretim Alanındaki Diğer Malzemler	Metal (Makinalar)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.02	0.02	Sü ve Çalışkan 2007
	Ahşap (Masa)	0.19	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05	3065
	Plastik (Kapı ve PVC)	0.06	0.06	0.10	0.10	0.20	0.30	0.20	0.20	URL-8
	Cam (Kapı ve Pencere)	0.18	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	10005

Tablo 2.4. Fındık Fabrikasının mevcut durumunda kullanılan malzemelerin ses yutma katsayı değerleri (Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi)

Yüzeyler	Malzemeler	Frekansa Bağlı Ses Yutma Katsayı Değeri								Odeon Kodu
		63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	
Duvar Kaplamaları	Seramik Kaplama	0.12	0.12	0.20	0.68	0.90	0.74	0.60	0.60	2004
	Plastik Boyalı Duvar	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4002
Döşeme Kaplaması	Epoksi Zemin Kaplama	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	6000
Tavan Kaplaması	Betonarme Döşeme Üzeri Plastik Boya	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4002
Üretim Alanındaki Diğer Malzemler	Metal (Makinalar)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.02	0.02	Süve Çalışkan 2007
	Keten Çuval (Fındık Çuvalı)	0.15	0.15	0.16	0.22	0.45	0.60	0.68	0.68	URL-9
	Plastik (Kapı)	0.34	0.34	0.43	0.54	0.67	0.65	0.64	0.64	URL-8
	Cam (Kapı ve Pencere)	0.18	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	10005

Tablo 2.5. Ses yutucu panelin ses yutma katsayı değerleri

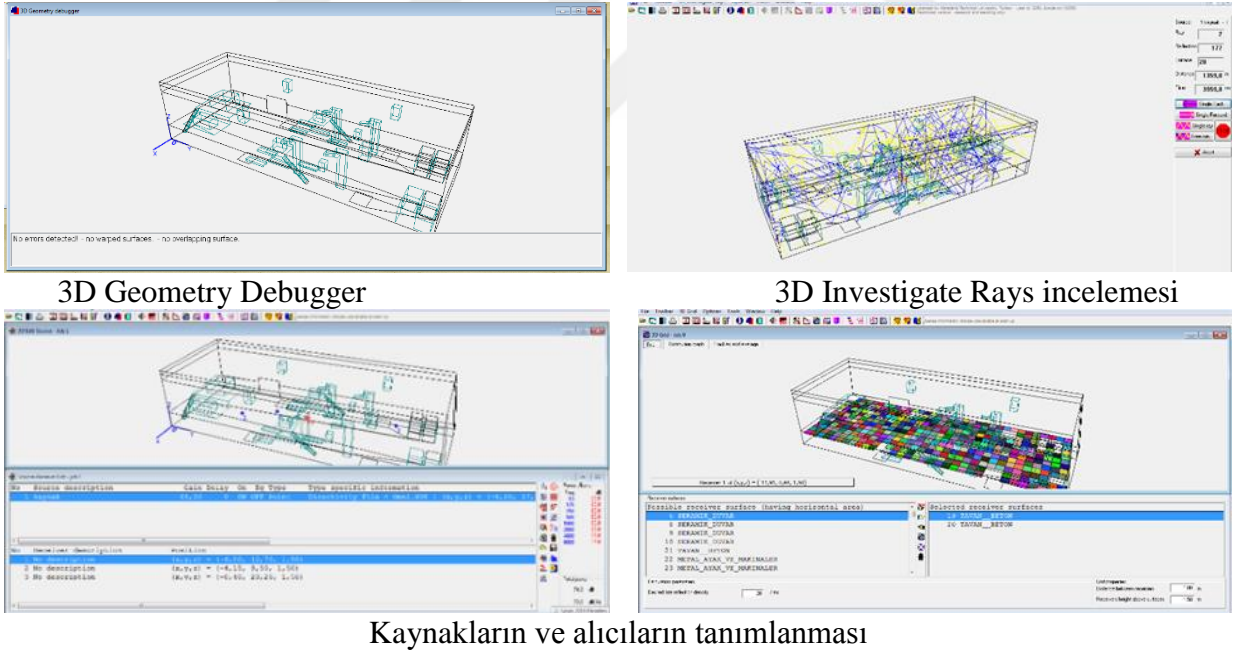
Malzeme	63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	Odeon Kodu
Tavana asılı yutucu panel	0.57	0.57	0.79	0.77	0.9	0.71	0.47	0.47	URL-7

Tablo 2.6. Akustik sıvanın ses yutma katsayı değeri

Malzeme	63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	Odeon Kodu
Akustik sıva	0.15	0.15	0.25	0.4	0.55	0.60	0.60	0.60	4038

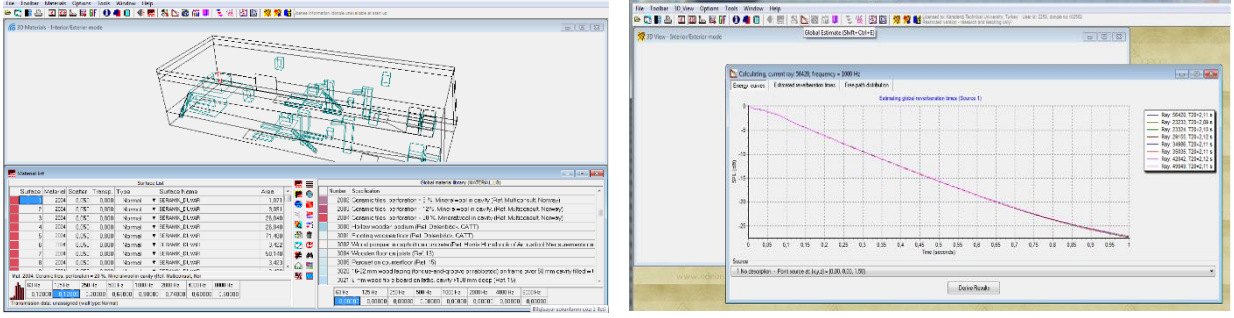
2.6. Simülasyon Programının Çalıştırılmasına İlişkin Kabuller

Seçilen atölyelerin oluşturulan senaryolara göre 3D modelleri hazırlanarak, dxf formatında kaydedilmiştir. Oluşturulan modeller ODEON V.10.1 programına aktarılmış, “3D Geometry Debugger” komutuyla modeller kontrol edilmiş ve hatasız oldukları belirlenen modellere “3D Investigate Rays” komutuyla ışın sızdırmazlığı testi yapılmıştır. Modellerin doğrulukları kontrol edildikten sonra oluşturulan senaryolara ilişkin kaynak ve alıcılar modellerde tanımlanmıştır (Şekil 2.25). Tablo 2.1, Tablo 2.2, Tablo 2.3 ve Tablo 2.4’da yer alan yüzey malzemeleri her bir atölyenin yüzeylerine atandıktan sonra “Global Estimate” hesaplanmıştır. Her bir atölye için “Room Setup” da, “Number of Rays” ve “Impulse Response Length” değerleri Odeon V 10.1 kullanım kılavuzu önerilerine göre atandıktan sonra her bir alıcı ve grid için ayrı ayrı görev tanımlanarak program çalıştırılmış ve simülasyon işlemi başlatılmıştır. Şekil 2.25’de Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için Simülasyon Programının çalıştırılması süreci yer almaktadır.

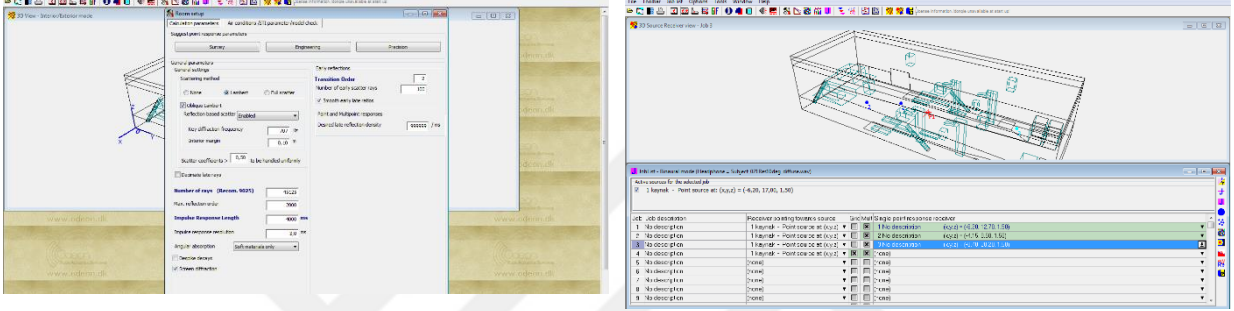


Şekil 2.25. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için simülasyon programının çalıştırılma süreci

Şekil 2.25.'in devamı



Malzeme atamasının yapılması - Global Estimate ile sesin işitsel algısına yönelik yaklaşık süreler



Room Set up kısmına sesin işitsel algısına yönelik sürelerin tanımlanması - programın başlatılması

2.7. Sesin Nesnel Parametrelerine Yönelik Kabul Edilen Optimum Değer Aralıkları

Arsin Organize Sanayi'nde bulunan dört adet fabrikada belirlenen yedi adet atölyede ODEON V 10.1 simülasyon programı aracılığıyla sesin nesnel parametrelerine ait değerler elde edilmiştir. Çalışma kapsamında sesin nesnel parametrelerinden Erken Düşme Süresi (EDT), Reverberasyon Süresi (T30), Ayırt Edilebilirlik (D50) ve Sesin İletim Endeksi (STI) parametreleri değerlendirmeye alınmıştır.

Sanayi yapılarındaki çalışma alanları için optimum reverberasyon süresine ilişkin değerlere bilimsel literatürden ulaşılamamıştır. Bundan dolayı, çalışma kapsamında hacimsel büyüklükleri ve ses dağılımlarının benzer özelliklere sahip olan spor salonları için kullanılan optimum reverberasyon süresilerinin sanayi yapılarındaki atölyeler için de kullanılması kabul edilmiştir. Yapılan bu kabulde, atölyelerin boyutlarından bağımsız olarak optimum reverberasyon süresi ≤ 2 sn olarak belirlenmiştir (BB93, 2015). T30 değeri, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz'in ortalaması olarak kabul edilmiştir (BB93, 2015) (Tablo 2.7).

Erken Düşme Süresi (EDT), atölyelerin yüzeylerinde oluşan erken yansımalar ile ilgili bilgi vermektedir. EDT parametresinin optimum değerinin belirlenmesinde, atölyelerin

boyutlarından bağımsız olarak tüm atölyeler için Gade (1989)'in önermiş olduğu RT-EDT arasındaki ilişkiyi gösteren formülden yararlanılmıştır (Formül 7). EDT değeri orta frekanslarda 500 Hz, 1000 Hz ve 2000Hz'in ortalaması olarak kabul edilmiştir (Gade, 1989) (Tablo 2.7).

Konuşmanın anlaşılabilirliği için Ayırt Edilebilirliğin (D50), kabul edilen en düşük optimum değeri %50'dir. (Kuttruff, 1991). D50, orta frekanslarda (1000 Hz'de) değerlendirilmiştir (Tablo 2.7).

Sesin İletim Endeksi (STI) için optimum değer olarak, Tablo 1.3'de önerilen aralıklar dikkate alınmıştır. Her atölye için değerlendirmeler bu tabloya göre yapılmıştır (Tablo 2.7).

Tablo 2.7. Atölyelerde sesin nesnel parametrelerine ait kabul edilen optimum değer aralıkları

	EDT (sn)	T30 (sn)	D50 (%)	STI
Mevcut durum	≤ 2	≤ 2	$\geq \%50$	Tablo 1.3
X ekseninde yutucu panel varken	≤ 2	≤ 2	$\geq \%50$	Tablo 1.3
Y ekseninde yutucu panel varken	≤ 2	≤ 2	$\geq \%50$	Tablo 1.3
X - Y eksenleri yönünde yutucu panel varken	≤ 2	≤ 2	$\geq \%50$	Tablo 1.3
Tavanın tamamı akustik sıvalı	≤ 2	≤ 2	$\geq \%50$	Tablo 1.3
Tavanın tamamı ve duvarın 0,7m' ye kadarı akustik sıvalı	≤ 2	≤ 2	$\geq \%50$	Tablo 1.3

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Yapılan çalışmalar bölümünde ODEON 10.1 Simülasyon Programı aracılığıyla elde edilen sesin nesnel parametre değerleri, bu bölümde excel programına aktarılarak grafikler şeklinde hazırlanmıştır. Sanayi yapılarının atölyelerindeki sesin anlaşılabilirliğine ilişkin değerlendirmeler çalışma kapsamında; EDT (Erken Düşme Süresi), T30 (Çınlama Süresi), D50 (Belirginlik) ve STI (Konuşma İletim Endeksi) parametreleri üzerinden yapılmıştır. Atölyelerin mevcut durumları ile tavan yüzeylerinde yapılan iyileştirmelere yönelik (tavanda ses yutucu panel ve tavanda akustik sıva olması) durumlar için elde edilen sesin nesnel parametrelerine ait değerler incelenerek, birbirleriyle ve kabul edilen optimum değerlerle karşılaştırılmıştır. Nesnel parametrelerin değerlendirilmesi T30 ve EDT orta frekanslarda değerleri için 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz'in ortalaması (BB93,2015), D50 ve STI değeri için orta frekanslarda 1000 Hz'de elde edilen değerler üzerinden yapılmıştır. Atölyelerdeki her bir durum sesin işitsel algısı açısından değerlendirilmiş olumlu ve olumsuz durumlar ortaya konulmuştur.

1. Alıcı, 2. Alıcı ve 3. Alıcı ile mekânın genel ortalaması için elde edilen T30, EDT, D50 ve STI nesnel parametrelerine ait sonuçlar belirlenen her bir senaryo için değerlendirilmiştir. Bu senaryolar;

Kat yüksekliği 5 m'nin üzerinde olan atölyeler için,

- Mevcut durum,
- Atölyelerin tavan yüzeyinde x eksen yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi,
- Atölyelerin tavan yüzeyinde y eksen yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi,
- Atölyelerin tavan yüzeyinde x-y eksen yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi,

Kat yüksekliği 5 m'nin altında olan atölyeler için,

- Mevcut durum,
- Atölyenin tavan yüzeyinin tamamında akustik sıva kullanılması,
- Atölyenin tavan yüzeyin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmında akustik sıvayla kullanılması, dır.

Çalışma kapsamında hazırlanan grafiklerin okunabilirlikleri açısından bazı kısaltmalar yapılmıştır. Bu ifadeler;

- Mevcut durum - mevcut,
Kat yüksekliği 5 m'nin üzerinde olan atölyeler için,

- Atölyelerin tavan yüzeyinde x eksenine yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi - x eksenine,
- Atölyelerin tavan yüzeyinde y eksenine yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi - y eksenine,
- Atölyelerin tavan yüzeyinde x-y eksenine yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi - x-y eksenine, olarak düzenlenmiştir.

Kat yüksekliği 5 m'nin altında olan atölyeler için,

- Atölyenin tavan yüzeyinin tamamında akustik sıva kullanılması – tavan,
- Atölyenin tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmında akustik sıvayla kullanılması – tavan + duvar olarak düzenlenmiştir.

Atölyelerde sesin nesnel parametre değerleri; belirlenen noktalar için ve her bir atölyenin ortalaması için elde edilmiştir. Atölyelerin mevcut durumu ile ses yutucu panellerin yerleşimi ve akustik sıva kullanılması sonrası tüm alıcılar için elde edilen EDT, T30, D50 ve STI parametrelerine ait sonuçlar 125 Hz- 4000Hz oktav bantı aralığında değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında; oktav bant frekanslardan 125 Hz ve 250 Hz aşağı frekanslar, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz orta frekanslar, 4000 Hz ise yukarı frekans aralıkları olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Metal Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

Metal Fabrikasında; Talaşlı İmalat Atölyesinde, Kaynak - Montaj Atölyesinde ve Plazma Kesim Atölyesinde sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

3.1.1. Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

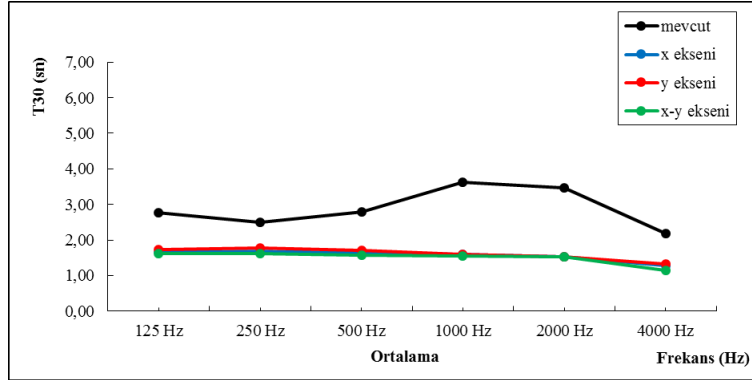
3.1.1.1. Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.1'de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değeri aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 3,29 sn'dir (Şekil 3.1). Bu değer kabul edilen optimumun oldukça üstündedir.

Atölyenin tavan yüzeyine x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değerleri, x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,58 sn, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,61 sn, x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise 1,55 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.1). Tavan yüzeyinde x eksenini, y eksenini ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği tüm durumlarda ortalama T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede; mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında T30 değerlerinde özellikle orta frekanslarda azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



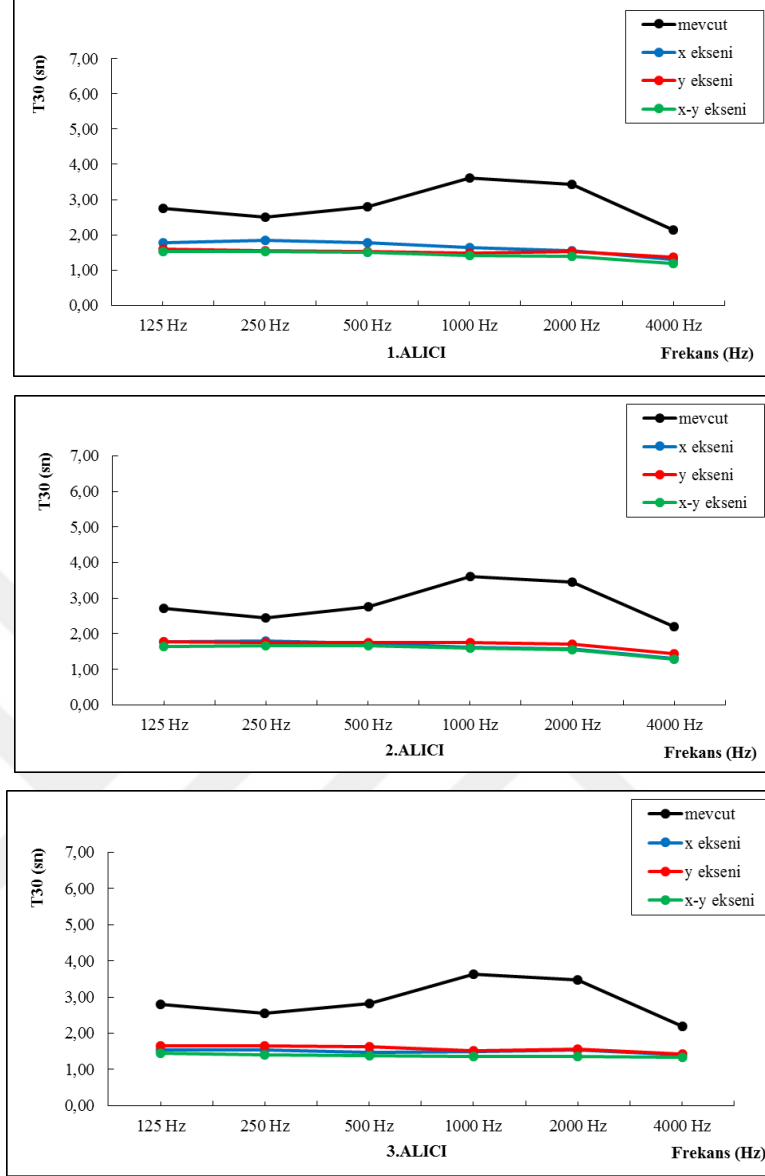
Şekil 3.1. Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri

Talaşlı İmalat Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri Şekil 3.2'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek T30 değeri 3. Alıcıda (3,31 sn), en düşük T30 değeri ise 2. Alıcıda (3,28 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değerleri; 1. ve 2. alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. alıcı için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değerleri, 1. Alıcıda 1,65 sn, 2. Alıcıda 1,64 sn ve 3. Alıcıda 1,50 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.2). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılara ait T30 değerlerinde kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değerleri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta, 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değerleri, 1. Alıcıda 1,51 sn, 2. Alıcıda 1,74 sn ve 3. Alıcıda 1,57 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.2). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılara ait T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değerleri; 1. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değerleri, 1. Alıcıda 1,44 sn, 2. Alıcıda 1,60 sn ve 3. Alıcıda 1,36 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.2). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller tüm alıcılara ait T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.2. Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri

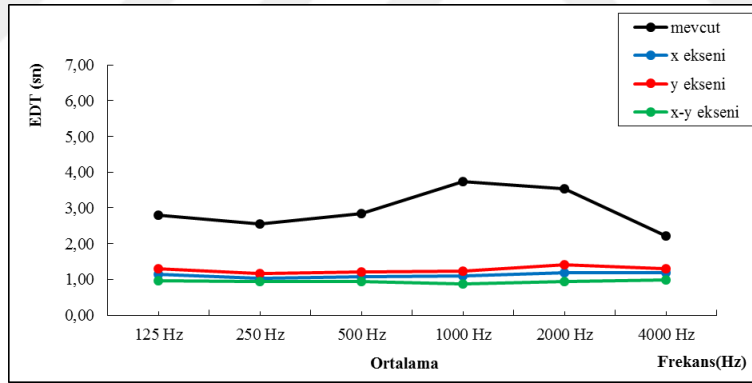
3.1.1.2. Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri

Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen, ortalama EDT değerleri, Şekil 3.3'de yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek EDT değeri optimum 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Talaşlı İmalat Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta, 250 Hz'den sonra 1000 Hz'e kadar artmakta ve 1000 Hz'den sonra yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 3,37 sn'dir. Bu değer kabul edilen optimum değer oldukça üstündedir (Şekil 3.3).

Atölyenin tavan yüzeyine x eksenine ve y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde elde edilen değer, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmakta 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Tavan yüzeyine x-y eksenine yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde elde edilen değer, aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar sabit kalmakta ve 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır (Şekil 3.3). Ortalama EDT değeri, x eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,12 sn, y eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,28 sn, x-y eksenine yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise 0,91 sn olarak elde edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyinde x eksenine, y eksenine ve x-y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği tüm durumlarda ortalama EDT değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır (Şekil 3.3).

Atölyede mevcut durum ile tavan yüzeyine x eksenine yönünde, y eksenine yönünde ve x-y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında EDT değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili azalma meydana gelmiştir. Bu da sesin anlaşılabilirliğini artırmıştır.



Şekil 3.3. Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri

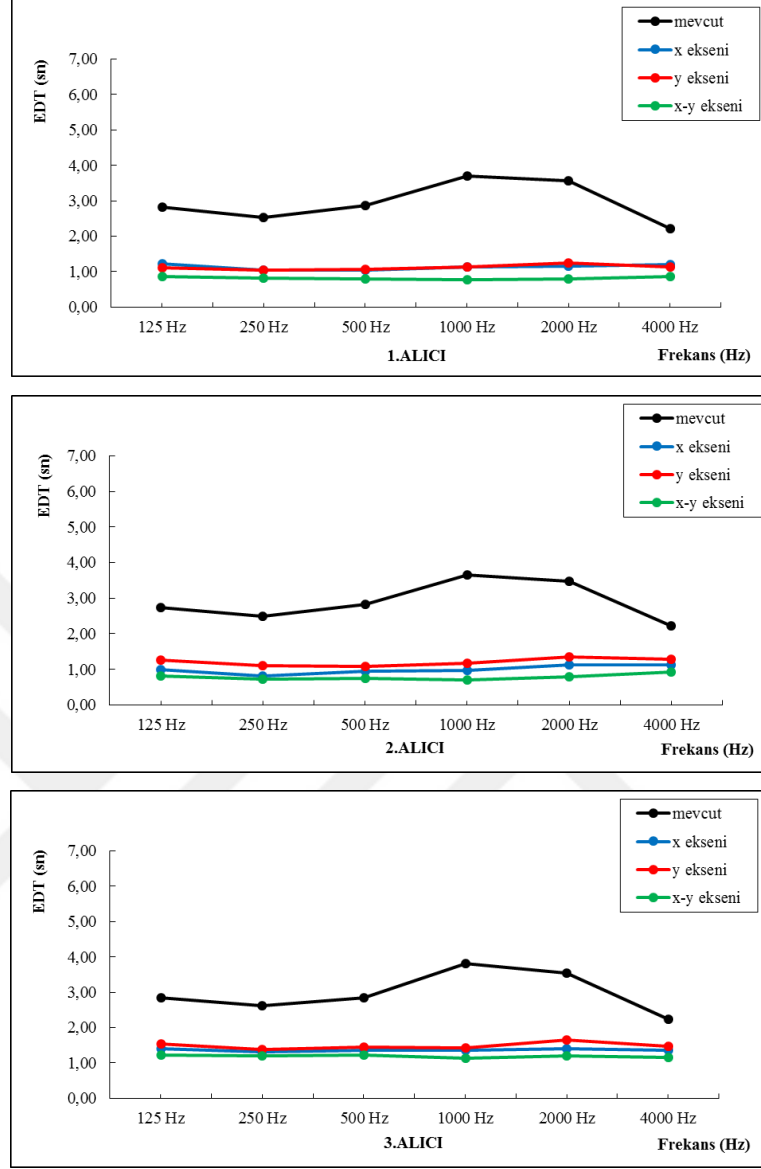
Talaşlı İmalat Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri Şekil 3.4'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den sonra 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslardaki en yüksek EDT değeri 3. Alıcıda (3,40 sn), en düşük EDT değeri ise 2. Alıcıda (3,32 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değerleri; 1. ve 2. Alıcılarda, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta, 250

Hz'den sonra yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 3. Alıcıda, aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değerleri, 1. Alıcıda 1,11 sn, 2. Alıcıda 1,01 sn ve 3. Alıcıda 1,37 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.4). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmıştır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcı için aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,14 sn, 2. Alıcıda doğru azalmaktadır. 1,20 sn ve 3. Alıcıda 1,51 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.4). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmıştır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değerleri; 1. Alıcı için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den sonra 500 Hz'e kadar artmaktadır. 500 Hz'den 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den sonra yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değerleri, 1. Alıcıda 0,78 sn, 2. Alıcıda 0,75 sn ve 3. Alıcıda 1,18 sn olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.4). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmıştır.



Şekil 3.4. Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

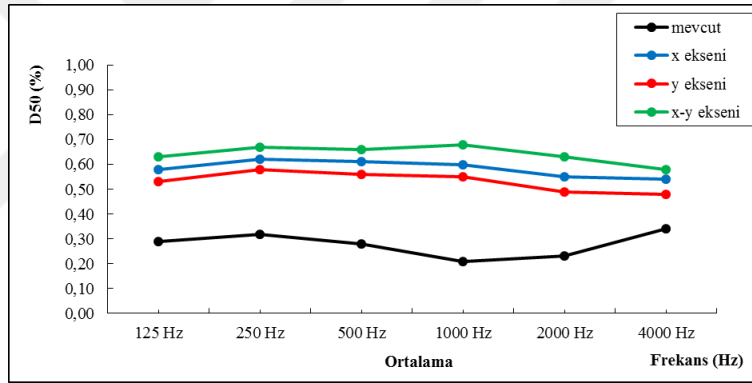
3.1.1.3. Talaşlı İmalat Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.5’de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50’dir (Tablo 2.7).

Talaşlı İmalat Atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslarda 250 Hz’e kadar artmakta 250 Hz’den sonra 1000 Hz’e kadar azalmaktadır. 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için 1000 Hz’de 0,21’dir. Bu değer kabul edilen optimumun oldukça altındadır.

Atölyenin tavan yüzeyine y eksenine yönünde ses yutucu panel yerleştirilmesi ile elde edilen ortalama D50 değeri, x eksenine yönünde ses yutucu panel yerleştirildiğinde elde edilen ortalama D50 değerinden daha düşüktür. X-Y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde elde edilen ortalama D50 değeri her iki duruma göre daha yüksektir. Elde edilen ortalama D50 değeri, x eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,60, y eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,55, x-y eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,68 olarak elde edilmiştir. Tüm durumlar için elde edilen ortalama D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır (Şekil 3.5).

Atölyende; mevcut durum ile x eksenine yönünde, y eksenine yönünde ve x-y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında D50 değerlerinde özellikle orta frekanslarda artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



Şekil 3.5. Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değeri

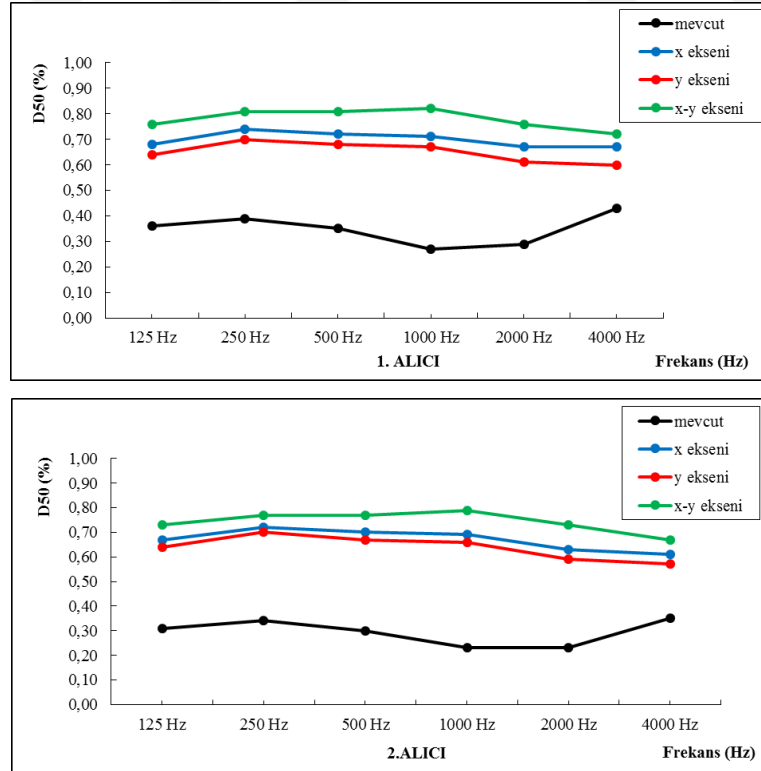
Talaşlı İmalat Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.6' da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan 1000Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den sonra yukarı frekanslara kadar artmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz'de 1. Alıcıda (0,27), en düşük D50 değeri ise 3. Alıcıda (0,14) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değerleri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değerleri, 1. Alıcıda 0,71, 2. Alıcıda 0,69 ve 3. Alıcıda 0,39 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.6). X eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu

paneller ile 1.ve 2. Alıcılarda elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığında, 3. Alıcıda ise D50 değeri kabul edilen optimuma yaklaşmıştır.

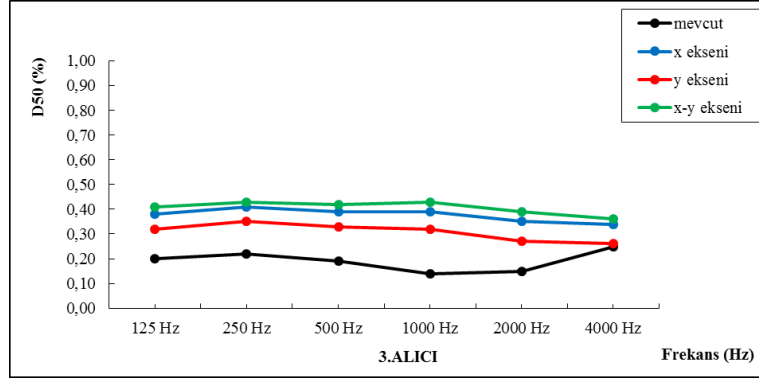
Atölyenin, tavan yüzeyinde y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değerleri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den sonra yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Atölyenin tavanında y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değerleri, 1. Alıcıda 0,67, 2. Alıcıda 0,66 ve 3. Alıcıda 0,32 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.6). Y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile 1. ve 2. Alıcılarda elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığında, 3. Alıcıda ise D50 değeri kabul edilen optimuma yaklaşmıştır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değerleri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den sonra yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değerleri, 1. Alıcıda 0,82, 2. Alıcıda 0,79 ve 3. Alıcıda 0,43 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.6). X-Y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile 1.ve 2. Alıcılarda elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığında, 3. Alıcıda ise D50 değeri kabul edilen optimuma yaklaşmıştır.



Şekil 3.6. Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

Şekil 3.6'nın devamı

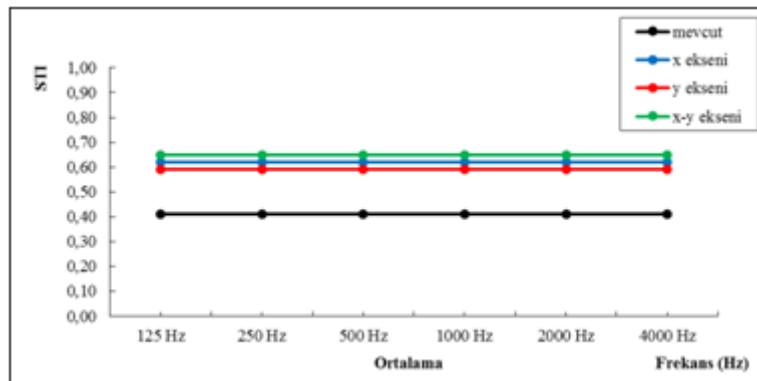


3.1.1.4. Talaşlı İmalat Atölyesi için Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.7'de yer almaktadır. Atölye için optimum STI değer aralığı Tablo 1.3' de yer almaktadır.

Talaşlı İmalat Atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,41'dir. Bu değer Tablo 1.3'e göre zayıf düzeydedir.

Atölye için x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama STI değeri 0,62, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama STI değeri 0,59, x-y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama STI değeri 0,65 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.7). Elde edilen STI değerleri x eksen ve x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde iyi düzeyde, y eksen yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde orta düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 1.3).



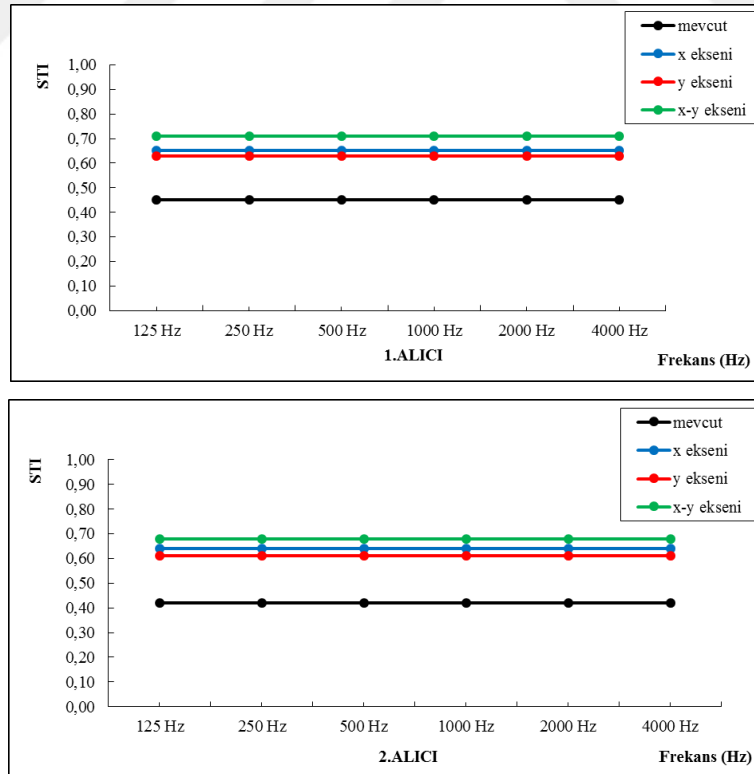
Şekil 3.7. Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen ortalama STI değeri

Talaşlı İmalat Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.8’de yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 1. Alıcıda (0,45), en düşük STI değeri ise 3. Alıcıda (0,37) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,65, 2. Alıcıda 0,64 ve 3. Alıcıda 0,57 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.8). Elde edilen STI değerleri 1. ve 2. Alıcılar için iyi düzeyde, 3. Alıcı için orta düzeydedir (Tablo 1.3).

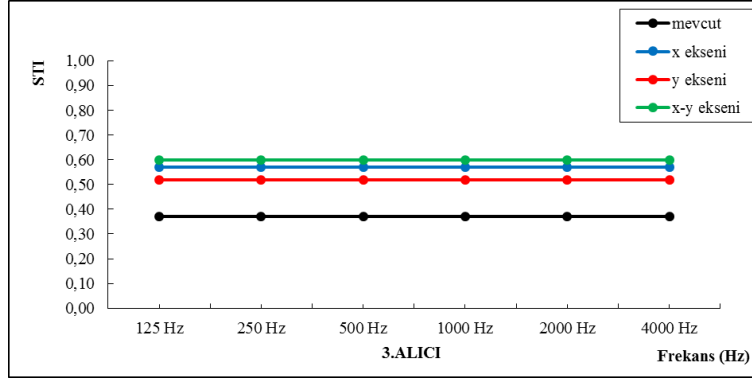
Atölyenin tavan yüzeyinde y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,63, 2. Alıcıda 0,61 ve 3. Alıcıda 0,52 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.8). Elde edilen STI değerleri 1. ve 2. Alıcılar için iyi düzeyde, 3. Alıcı için orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,71, 2. Alıcıda 0,68 ve 3. Alıcıda 0,57 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.8). Elde edilen STI değerleri 1. ve 2. Alıcılar için iyi düzeyde, 3. Alıcı için orta düzeydedir (Tablo 1.3).



Şekil 3.8. Talaşlı İmalat Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

Şekil 3.8'in devamı



Talaşlı İmalat Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.1'de yer almaktadır.

Tablo 3.1. Talaşlı İmalat Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları

Parametreler	Alıcılar	mevcut	x eksen	y eksen	x-y eksen	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	3,29	1,58	1,61	1,55	≤ 2
	1. Alıcı	3,28	1,64	1,51	1,43	
	2. Alıcı	3,27	1,64	1,73	1,6	
	3. Alıcı	3,31	1,5	1,56	1,36	
EDT	Ortalama	3,37	1,12	1,28	0,91	≤ 2
	1. Alıcı	3,38	1,11	1,14	0,78	
	2. Alıcı	3,32	1,01	1,2	0,75	
	3. Alıcı	3,39	1,36	1,51	1,18	
D50	Ortalama	0,21	0,6	0,55	0,68	≥ % 50
	1. Alıcı	0,27	0,71	0,67	0,82	
	2. Alıcı	0,23	0,69	0,66	0,79	
	3. Alıcı	0,14	0,39	0,32	0,43	
STI	Ortalama	0,41	0,62	0,59	0,65	1,00-0,75 Mükem.
	1. Alıcı	0,45	0,65	0,63	0,71	0,75-0,60 İyi
	2. Alıcı	0,42	0,64	0,61	0,68	0,60-0,45 Orta
	3. Alıcı	0,37	0,57	0,52	0,6	0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü

3.1.2. Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

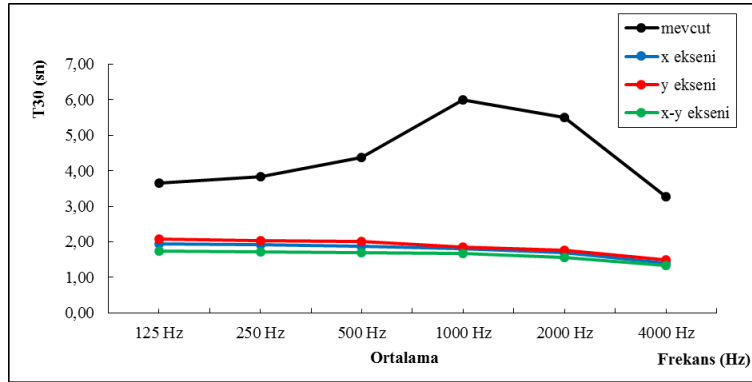
3.1.2.1. Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.9'da yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 5,29 sn'dir (Şekil 3.9). Bu değer kabul edilen optimumun oldukça üstündedir.

Atölyenin tavan yüzeyine x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde T30 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değeri 1,79 sn, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değeri 1,87 sn, x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama T30 değeri 1,64 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.9). Tavan yüzeyinde x eksenini, y eksenini ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği tüm durumlarda T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede; mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında T30 değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



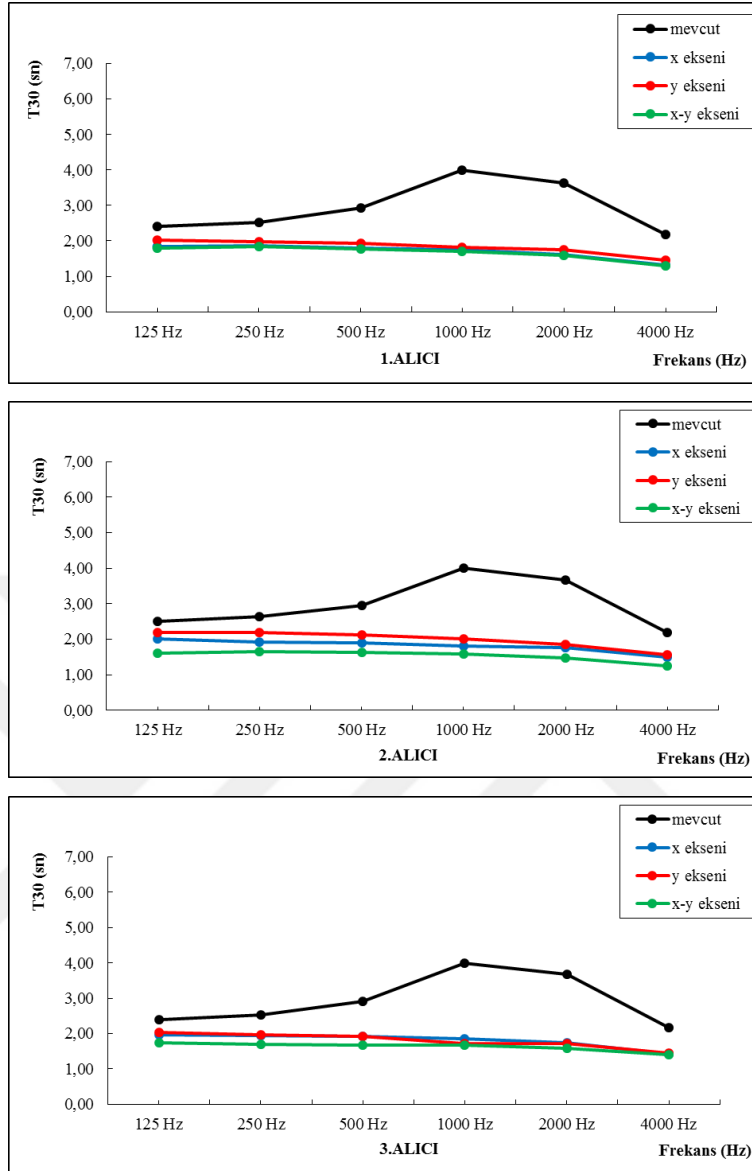
Şekil 3.9. Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri

Kaynak - Montaj Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri Şekil 3.10'da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durumu için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek T30 değeri 2. Alıcıda (3,53 sn), en düşük T30 değeri ise 1. ve 3. Alıcılarda (3,52 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değerleri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'de yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,72 sn, 2. Alıcıda 1,83 sn ve 3. Alıcıda 1,84 sn olarak elde edilmiştir (şekil 3.10). X eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda T30 değeri orta frekanslarda kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değerleri; 1. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,83 sn, 2. Alıcıda 2,00 sn ve 3. Alıcıda 1,79 sn olarak elde edilmiştir (şekil 3.10). Y eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda T30 değeri orta frekanslarda kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. ve 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,68 sn, 2. Alıcıda 1,56 sn ve 3. Alıcıda 1,65 sn olarak elde edilmiştir (şekil 3.10). X-Y eksenî yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda T30 değeri orta frekanslarda kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.10. Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri

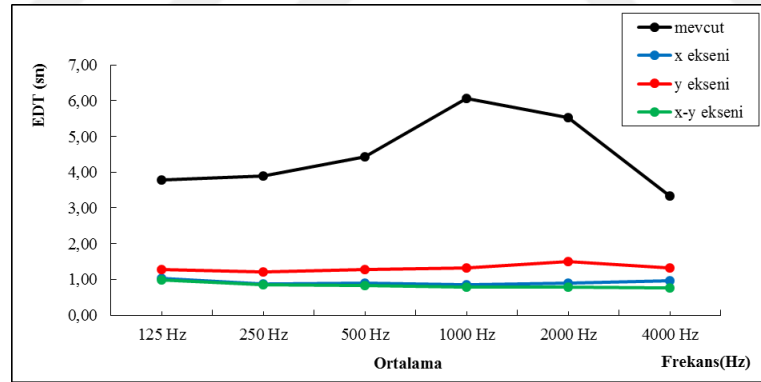
3.1.2.2. Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri

Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen, ortalama EDT değerleri, Şekil 3.11'de yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek optimum EDT değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Kaynak - Montaj Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 5,35 sn'dir. Bu değer kabul edilen optimumun oldukça üzerindedir (Şekil 3.11).

Atölye için tavan yüzeylerinde x eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğindeki elde edilen değerler, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Y eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır (şekil 3.11). Ortalama EDT değerleri; x eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,88 sn, y eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,36 sn, x-y eksenı yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise 0,83 sn olarak elde edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyinde x eksenı, y eksenı ve x-y eksenı yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği tüm durumlarda ortalama EDT değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır (şekil 3.11).

Atölyede mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksenı yönünde, y eksenı yönünde ve x-y eksenı yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında EDT değeri özellikle orta frekanslarda etkili şekilde azalmıştır. Bu da sesin anlaşılabilirliğini artırmıştır.



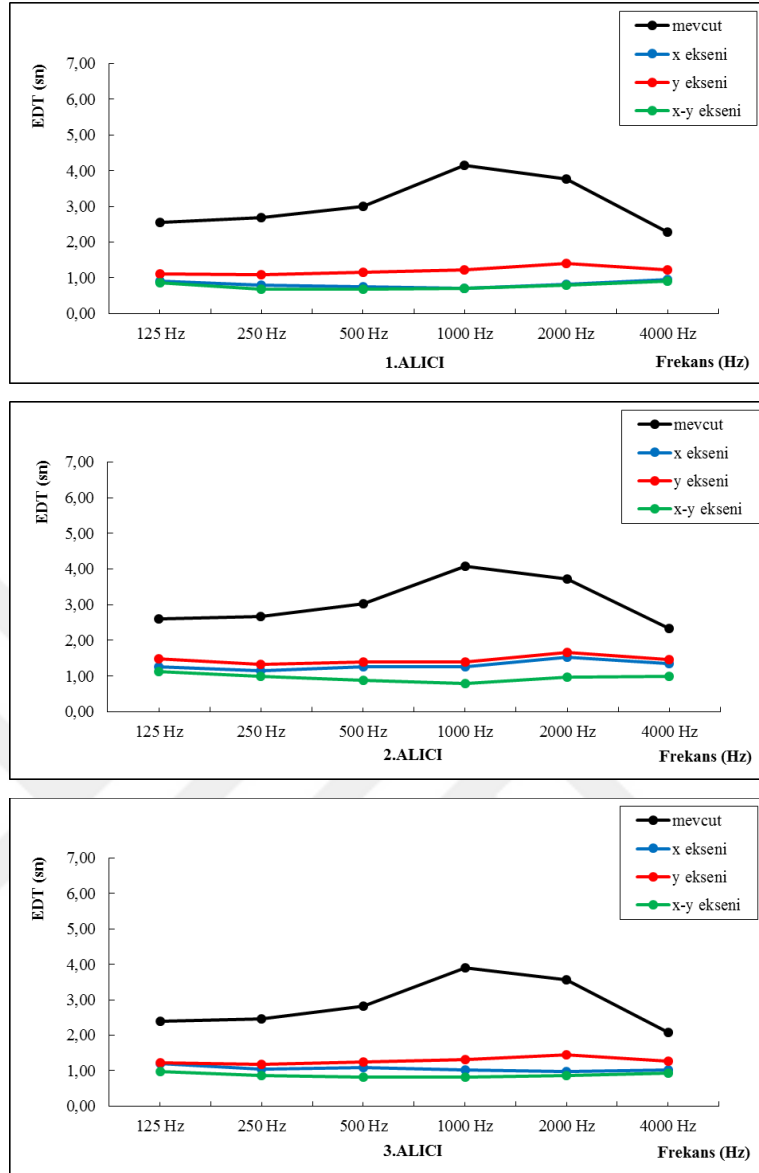
şekil 3.11. Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri

Kaynak - Montaj Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri şekil 3.12'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durumu için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadara artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Tüm alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek EDT değeri 1. Alıcıda (3,64 sn), en düşük EDT değeri ise 3. Alıcıda (3,43 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değerleri; 1. Alıcıda, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 0,75 sn, 2. Alıcıda 1,34 sn ve 3. Alıcıda 1,03 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.12). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmıştır.

Atölyenin, tavanda y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; tüm alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,26 sn, 2. Alıcıda 1,49 sn ve 3. Alıcıda 1,33 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.12). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmıştır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den sonra yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den sonra yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 0,73 sn, 2. Alıcıda 0,88 sn ve 3. Alıcıda 0,83 sn olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.12). X-Y eksenleri yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmıştır.



Şekil 3.12. Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

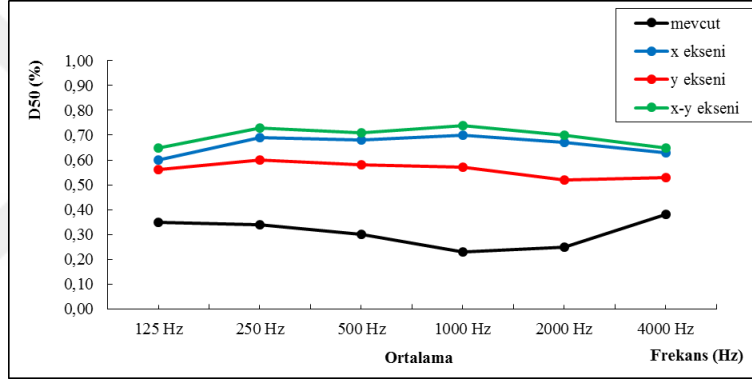
3.1.2.3. Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.13' de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50'dir (Tablo 2.7).

Kaynak - Montaj Atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için 1000 Hz'de 0,23'dür. Bu değer kabul edilen optimumun oldukça altındadır.

Atölye için; x-y eksenini yönünde ses yutucu panel kullanımında elde edilen sonuçlar ile en yüksek değerler elde edilmiş, y eksenini yönünde ses yutucu panel kullanımı ile en düşük verilere ulaşılmıştır. Elde edilen ortalama D50 değerleri; x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,70, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,57, x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,74'dür. Tavan yüzeyine x eksenini, y eksenini ve x-y eksenleri yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği tüm durumlarda ortalama D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında D50 değerlerinde özellikle orta frekanslarda artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



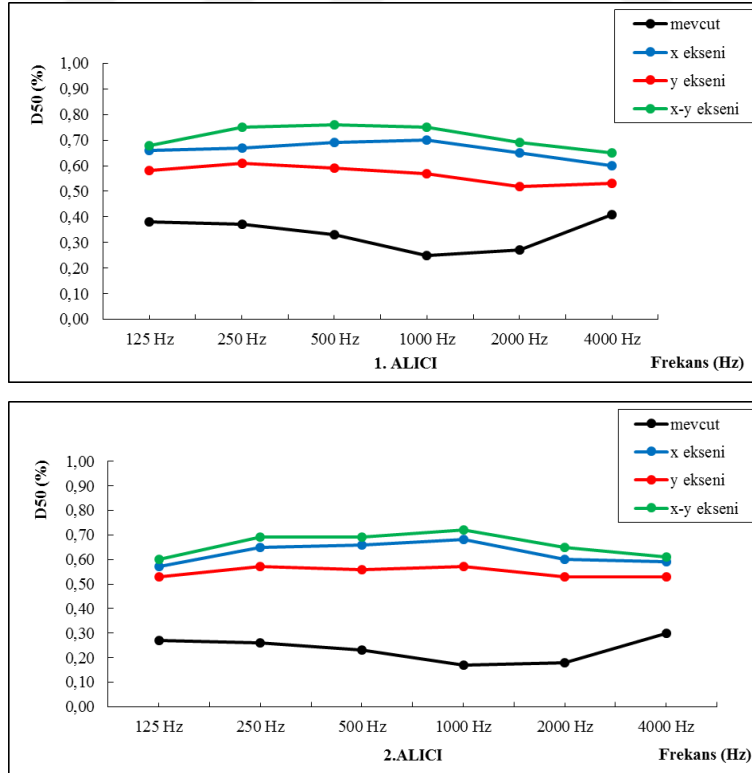
Şekil 3.13. Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri

Kaynak - Montaj Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.14' da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Tüm alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz'de 3. Alıcıda (0,28), en düşük D50 değeri ise 2. Alıcıda (0,17) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değerleri, 1. Alıcıda 0,70, 2. Alıcıda 0,60 ve 3. Alıcıda 0,69 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.14). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değerine ait kabul edilen optimum değer aralığındadır.

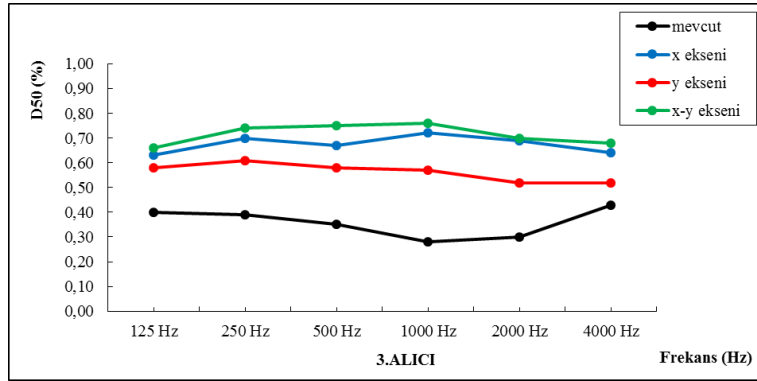
Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; 1 ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den 500 Hz'e kadar azalmaktadır. 500 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,57, 2. Alıcıda 0,57 ve 3. Alıcıda 0,57 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.14). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değerleri kabul edilen optimum aralıktadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslarda 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,75, 2. Alıcıda 0,72 ve 3. Alıcıda 0,76 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.14). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen D50 değerleri kabul edilen optimum aralıktadır.



Şekil 3.14. Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

Şekil 3.14.'ün devamı

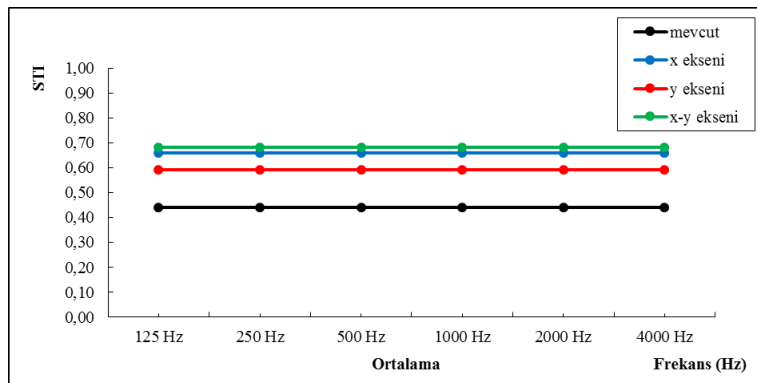


3.1.2.4. Kaynak - Montaj Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.15'de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen optimum STI değer aralığı Tablo 1.3'de yer almaktadır.

Kaynak - Montaj Atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,44'dür. Bu değer Tablo 1.3'e göre zayıf düzeydedir.

Atölye için ortalama STI değeri, x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,66, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,59, x-y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,68 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.15). Ses yutucu panellerin x eksen ve x-y eksenleri yönünde yerleştirilenler ile elde edilen STI değerlerinin iyi düzeyde, y eksen yönünde yerleştirilenler ile elde edilen STI değerinin ise orta düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 1.3).



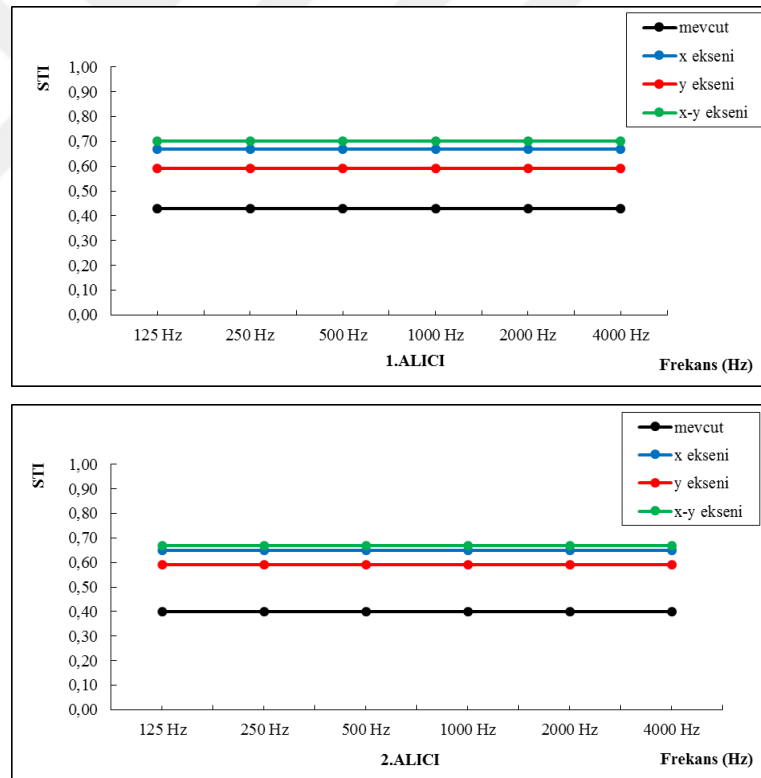
Şekil 3.15. Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri

Kaynak - Montaj Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.16'de yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 3. Alıcıda (0,48), en düşük STI değeri ise 2. Alıcıda (0,40) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,67, 2. Alıcıda 0,65 ve 3. Alıcıda ise 0,65 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.16). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).

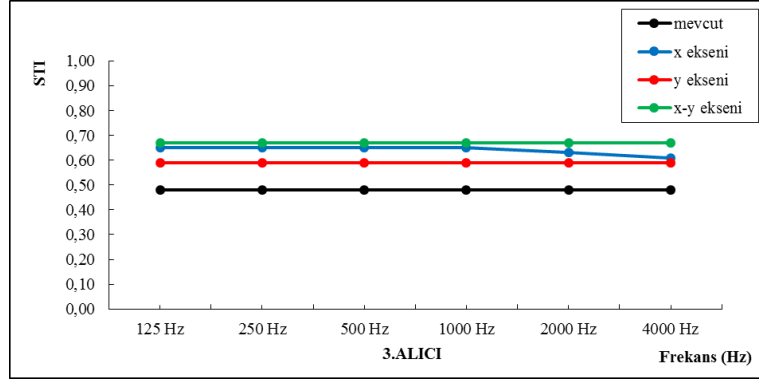
Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,59, 2. Alıcıda 0,59 ve 3. Alıcıda ise 0,59 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.16). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,70, 2. Alıcıda 0,67 ve 3. Alıcıda ise 0,67 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.16). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



Şekil 3.16. Kaynak - Montaj Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

Şekil 3.16. 'nın devamı



Kaynak - Montaj Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.2'de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Kaynak - Montaj Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıkları

Parametreler	Alıcılar	mevcut	x eksen	y eksen	x-y eksen	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	5,29	1,79	1,87	1,64	≤ 2
	1. Alıcı	3,52	1,71	1,82	1,68	
	2. Alıcı	3,53	1,82	2	1,56	
	3. Alıcı	3,52	1,83	1,79	1,64	
EDT	Ortalama	5,34	0,87	1,36	0,79	≤ 2
	1. Alıcı	3,63	0,75	1,26	0,72	
	2. Alıcı	3,61	1,34	1,48	0,88	
	3. Alıcı	3,43	1,02	1,33	0,83	
D50	Ortalama	0,23	0,7	0,57	0,74	≥ % 50
	1. Alıcı	0,25	0,7	0,57	0,75	
	2. Alıcı	0,17	0,68	0,57	0,72	
	3. Alıcı	0,28	0,72	0,57	0,76	
STI	Ortalama	0,44	0,66	0,59	0,68	1,00-0,75 Mükem. 0,75-0,60 İyi 0,60-0,45 Orta 0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü
	1. Alıcı	0,43	0,67	0,59	0,7	
	2. Alıcı	0,4	0,65	0,59	0,67	
	3. Alıcı	0,48	0,61	0,59	0,67	

3.1.3. Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

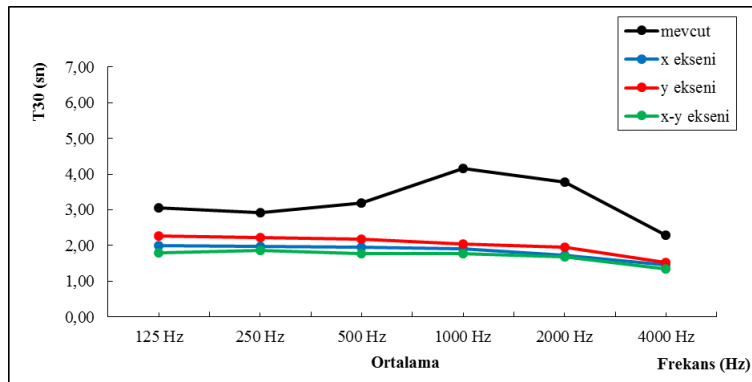
3.1.3.1. Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.17’de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değeri 2 sn’dir. (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değeri aşağı frekanslarda 250 Hz’e kadar azalmakta 250 Hz’den 1000 Hz’e kadar artmaktadır. 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 4,15 sn’dir (Şekil 3.17). Bu değer kabul edilen optimum düzeyin oldukça üstündedir.

Atölyenin tavan yüzeyinde; x eksen yönünde ve y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde T30 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksen yönünde ses yutucu panel yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan 250 Hz’e kadar artmakta 250 Hz’den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri, x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,86 sn, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değeri 2,05 sn, x-y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama T30 değeri 1,74 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.17). Tavan yüzeyinde x eksen, ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır. Y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değere yaklaşmıştır.

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında T30 değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



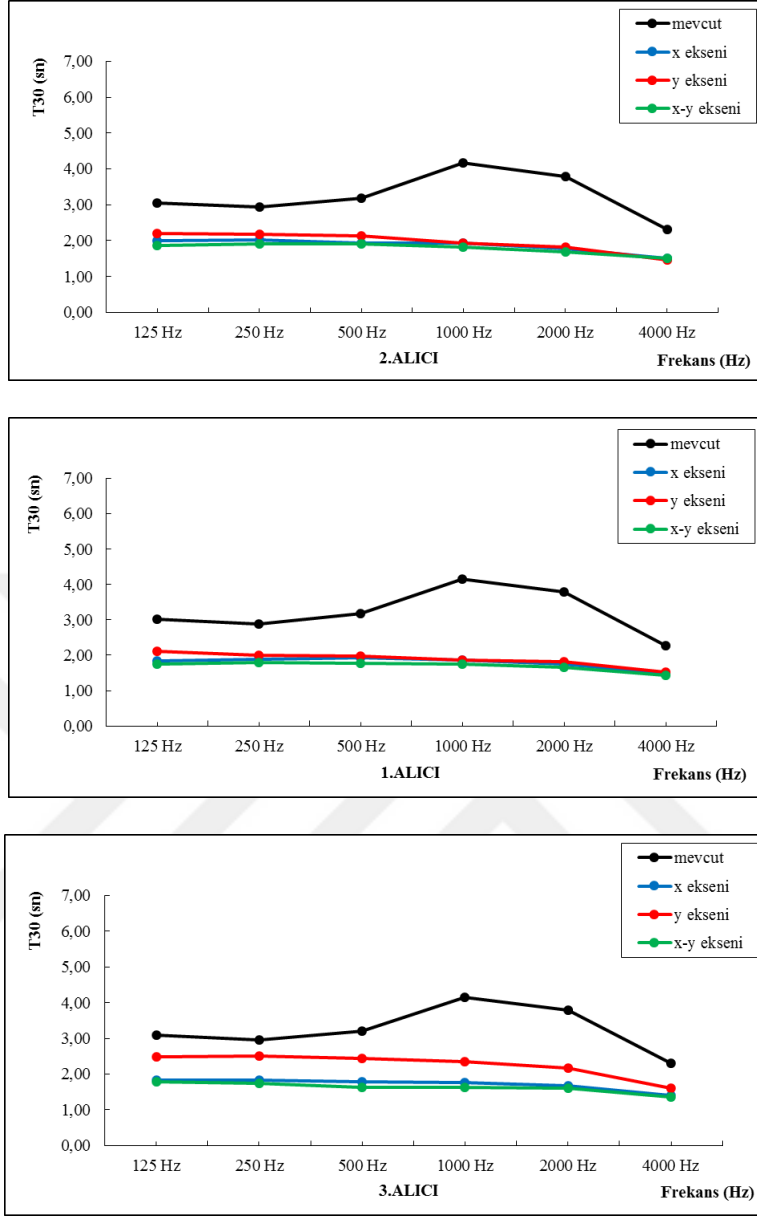
Şekil 3.17. Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri

Plazma Kesim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri Şekil 3.18' de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den sonra 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda T30 değeri tüm alıcılarda 3,71 sn'dir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,84 sn, 2. Alıcıda 1,88 sn ve 3. Alıcıda 1,74 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.18). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. ve 2. Alıcılarda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,88 sn, 2. Alıcıda 1,96 sn ve 3. Alıcıda 2,31 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.18). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile 1. ve 2. alıcılarda T30 değeri kabul edilen optimum aralığındadır. 3. Alıcıda ise T30 değeri kabul edilen optimum değere yaklaşmıştır.

Atölyenin tavanda x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. ve 2. Alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,73 sn, 2. Alıcıda 1,80 sn ve 3. Alıcıda 1,62 sn olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.18). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.18. Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. Alıcılar için elde edilen T30 değerleri

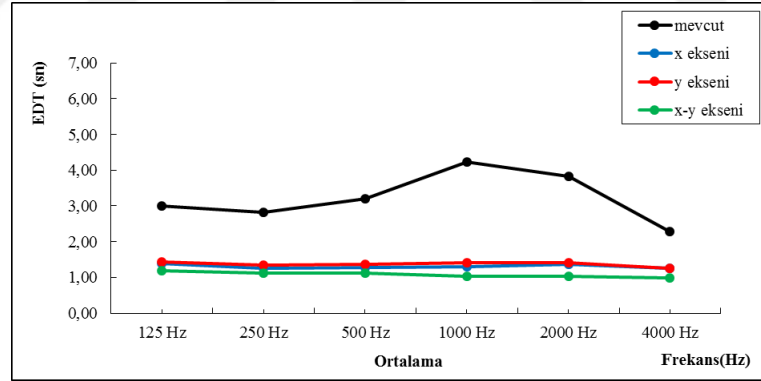
3.1.3.2. Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerinin Analizleri

Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri, Şekil 3.19'da yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek optimum EDT değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Plazma Kesim Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 3,75 sn'dir. Bu değer kabul edilen optimumun oldukça üstündedir (Şekil 3.19).

Atölyenin tavan yüzeylerinde; x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır (Şekil 3.19). X eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama EDT değeri 1,31 sn, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde, ortalama EDT 1,39 sn, x-y eksen yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama EDT 1,06 sn olarak elde edilmiştir. Yapılan tüm uygulamalar ile atölyede kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır (Şekil 3.19).

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında EDT değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili azalma meydana gelmiştir. Bu da sesin anlaşılabilirliğini artırmıştır.



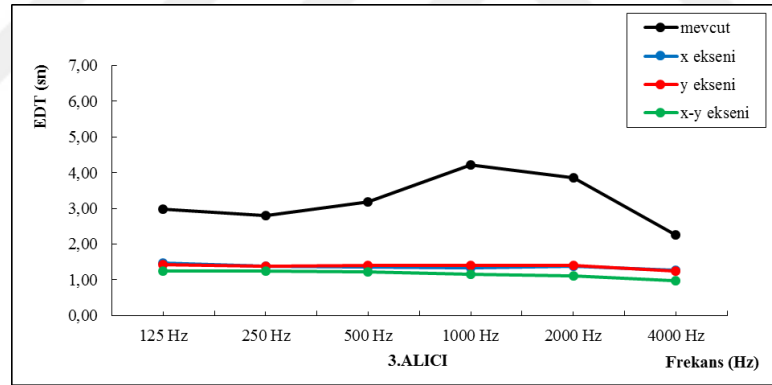
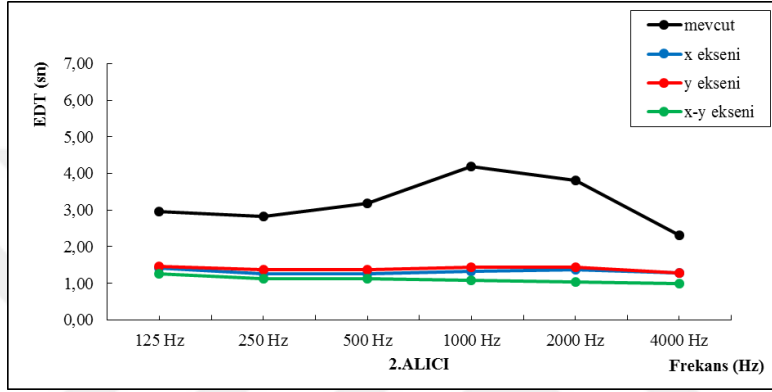
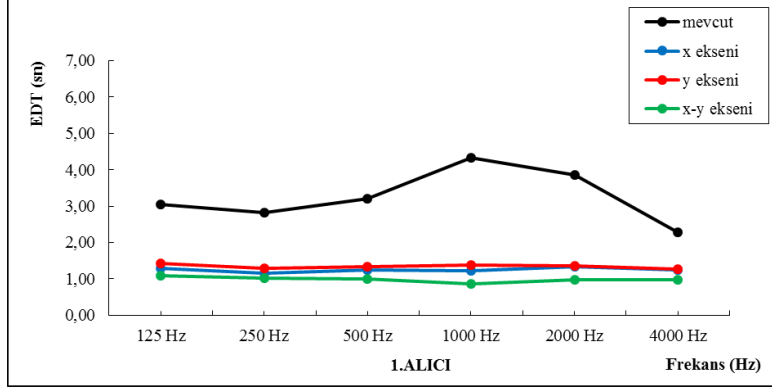
Şekil 3.19. Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri

Plazma Kesim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri Şekil 3.20'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek EDT değeri 1. Alıcıda (3,79 sn), en düşük EDT değeri ise 2. Alıcıda (3,73 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. ve 2. Alıcılarda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,27 sn, 2. Alıcıda 1,32 sn ve 3. Alıcıda 1,36 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.20). X eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,35 sn, 2. Alıcıda 1,41 sn ve 3. Alıcıda 1,40 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.20). Y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1 Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 0,94 sn, 2. Alıcıda 1,08 sn ve 3. Alıcıda 1,16 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.20). X-Y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır.



Şekil 3.20. Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

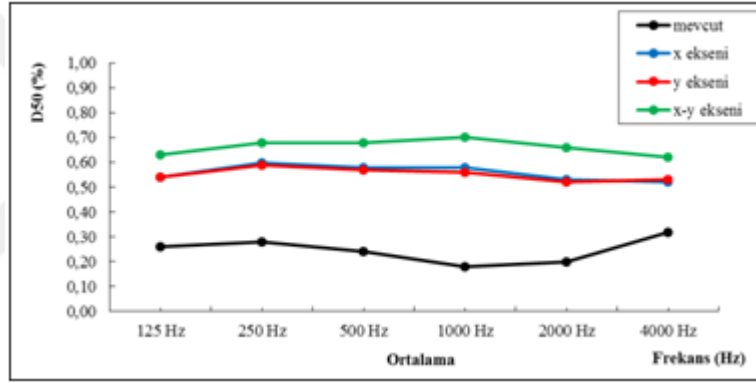
3.1.3.3. Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.21’de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50’dir. (Tablo 2.7).

Plazma Kesim atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslarda 250 Hz’e kadar artmakta 250 Hz’den 1000 Hz’e kadar azalmaktadır. 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için 1000 Hz’de 0,20’dir. Bu değer kabul edilen optimumun oldukça altındadır (Şekil 3.21).

Atölye için; x ekseni ve y ekseni yönünde ses yutucu panel kullanımı ile elde edilen değerler birbirine çok yakın olup, x-y ekseni yönünde ses yutucu panellerin kullanımı durumu ise bu iki duruma göre daha yüksek seviyededir. Elde edilen D50 değeri, x ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,53, y ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,52, x-y ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,66'dır. Tüm durumlarda elde edilen ortalama D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile x ekseni yönünde, y ekseni yönünde ve x-y ekseni yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında D50 değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



Şekil 3.21. Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri

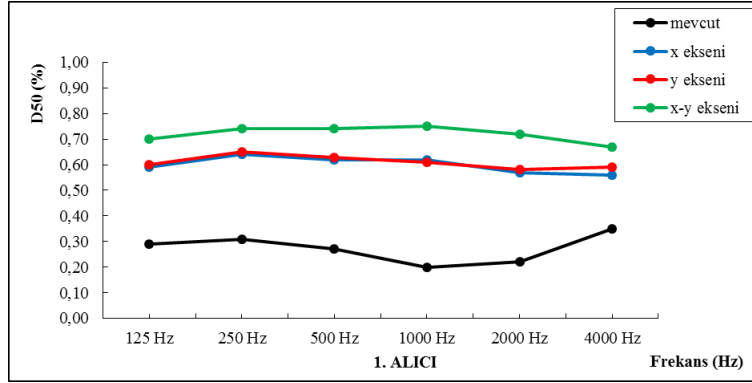
Plazma Kesim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.22' de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru önce artmakta, sonra azalmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz'de 1. Alıcıda, en düşük D50 değeri ise 2. ve 3. Alıcılarda elde edilmiştir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; 1. ve 2. Alıcılarda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri, 1. Alıcıda 0,57, 2. Alıcıda 0,50 ve 3. Alıcıda 0,57 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.22). X ekseni yönünde

yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

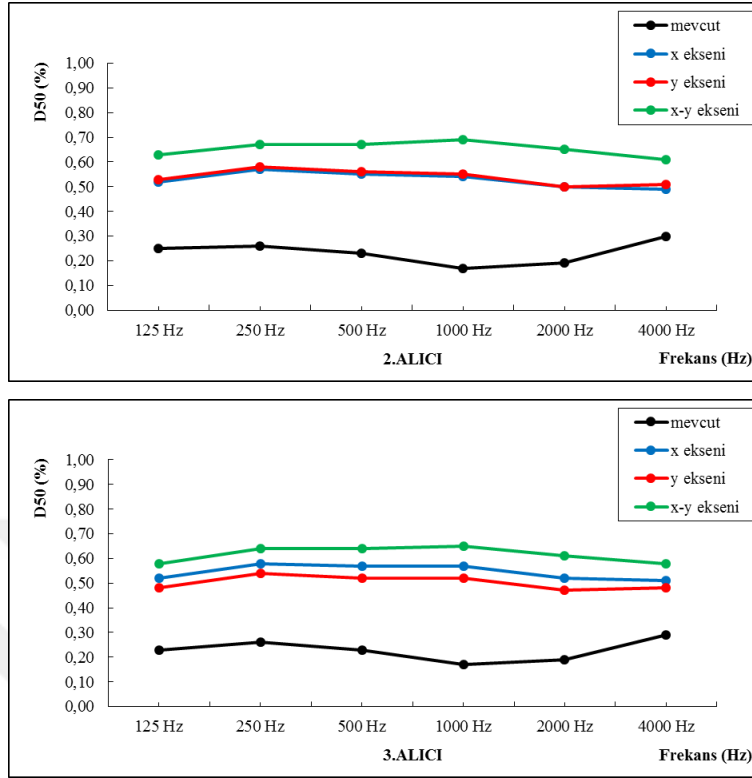
Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru azalmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,67, 2. Alıcıda 0,66 ve 3. Alıcıda 0,32 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.22). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile 1. ve 2. Alıcıda elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığında, 3. Alıcı için elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değere yaklaşmıştır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,82, 2. Alıcıda 0,79 ve 3. Alıcıda 0,43 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.22). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile 1. ve 2. Alıcıda elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığında, 3. Alıcı için elde edilen D50 değeri kabul edilen optimum değere yaklaşmıştır.



Şekil 3.22. Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

Şekil 3.22.'nin devamı

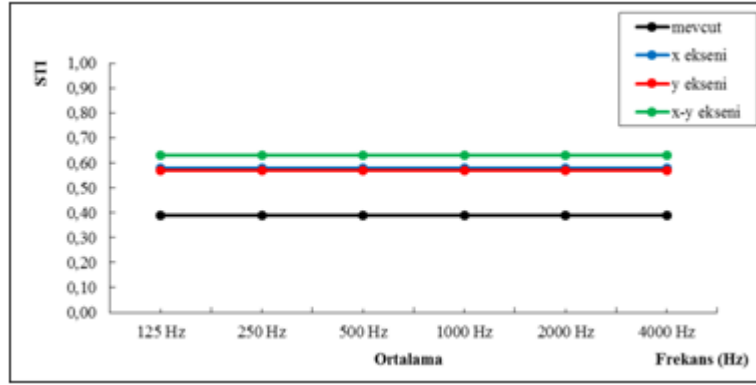


3.1.3.4. Plazma Kesim Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.23'de yer almaktadır. Atölye için optimum STI değer aralığı Tablo 1.3'de yer almaktadır.

Plazma Kesim atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,39'dur. Bu değer Tablo 1.3'e göre zayıf düzeydedir.

Atölye için x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama STI değeri 0,58, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama STI değeri 0,57, x-y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama STI değeri 0,63 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.23). Elde edilen STI değerleri ses yutucuların x eksen ve y eksenleri yönünde yerleştirilmesi ile orta düzeyde, x-y eksenleri yönünde yerleştirilmesi ile iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



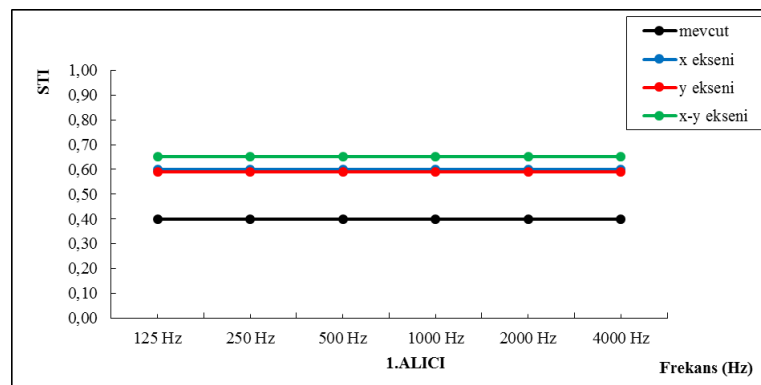
Şekil 3.23. Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri

Plazma Kesim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.24’de yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 1. Alıcıda (0,40), en düşük STI değeri ise 2. Alıcıda (0,38) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenli yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,60, 2. Alıcıda 0,56 ve 3. Alıcıda 0,58 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.23). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri orta düzeydedir (Tablo 1.3).

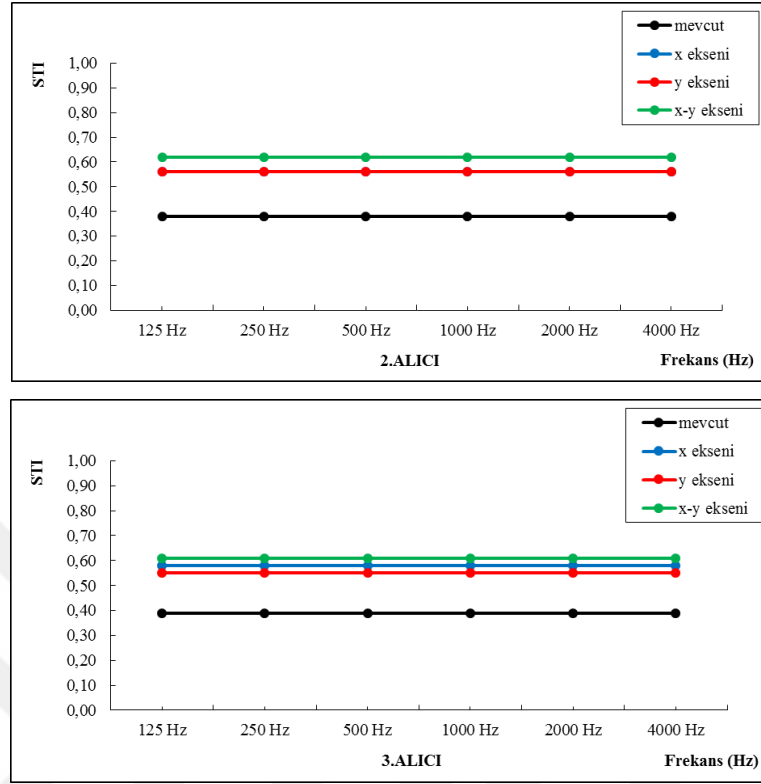
Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenli yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,59 2. Alıcıda 0,56 ve 3. Alıcıda 0,55 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.23). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenli yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,65, 2. Alıcıda 0,62 ve 3. Alıcıda 0,61 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.23). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



Şekil 3.24. Plazma Kesim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

Şekil 3.24.'ün devamı



Plazma Kesim Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.3'de yer almaktadır.

Tablo 3.3. Plazma Kesim Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıkları

Parametreler	Alicılar	mevcut	x eksen	y eksen	x-y eksen	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	3,7	1,86	2,05	1,74	≤ 2
	1. Alici	3,7	1,84	1,88	1,73	
	2. Alici	3,71	1,87	1,96	1,8	
	3. Alici	3,71	1,74	2,31	1,61	
EDT	Ortalama	3,75	1,31	1,39	1,05	≤ 2
	1. Alici	3,79	1,26	1,35	0,94	
	2. Alici	3,72	1,32	1,4	1,06	
	3. Alici	3,74	1,35	1,4	1,15	
D50	Ortalama	0,18	0,58	0,56	0,7	≥ % 50
	1. Alici	0,2	0,62	0,61	0,75	
	2. Alici	0,17	0,54	0,55	0,69	
	3. Alici	17	0,57	0,52	0,65	
STI	Ortalama	0,39	0,58	0,57	0,63	1,00-0,75 Mükem. 0,75-0,60 İyi 0,60-0,45 Orta 0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü
	1. Alici	0,4	0,6	0,59	0,65	
	2. Alici	0,38	0,56	0,56	0,62	
	3. Alici	0,39	0,58	0,55	0,61	

3.2. Ahşap Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlendirme Analizleri

Ahşap Fabrikasında; Üretim Atölyesinde sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

3.2.1. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

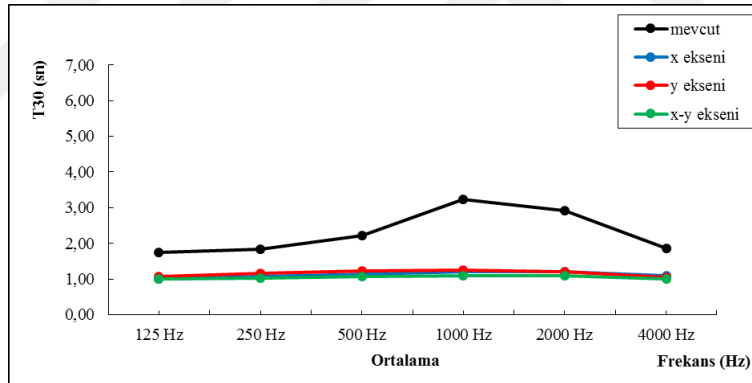
3.2.1.1. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.25’de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değeri 2 sn ‘dir (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz’ kadar artmakta 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 2,79 sn’dir (Şekil 3.25). Bu değer kabul edilen optimumun üzerindedir.

Atölyenin tavan yüzeyinde; x eksenı yönünde, y eksenı yönünde ve x-y eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde T30 değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri x eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,18 sn, y eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değeri 1,22 sn, x-y eksenı yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama T30 değeri 1,09 sn olarak elde edilmiştir (şekil 3.25). Tavan yüzeyinde x eksenı, y eksenı ve x-y eksenı yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği tüm durumlarda T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksenı yönünde, y eksenı yönünde ve x-y eksenı yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında T30 değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili şekilde azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



şekil 3.25. Ahşap Fabrikası Üretim atölyesi için elde edilen ortalama T30 değeri

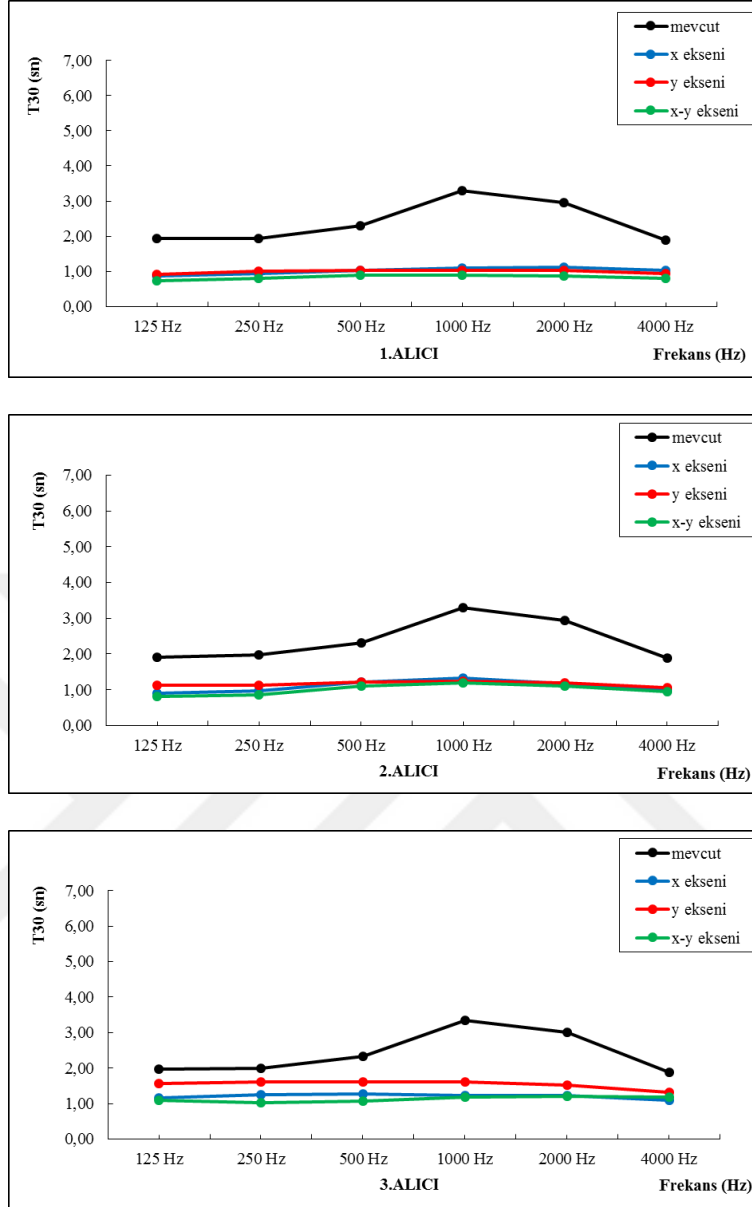
Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri şekil 3.26'da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek T30 değeri 3. Alıcıda (2,89 sn), en düşük T30 değeri ise 2. Alıcıda (2,85 sn) elde edilmiştir (şekil 3.26).

Atölyenin, tavan yüzeyinde x eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan orta frekanslara kadar artmakta orta

frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,08 sn, 2. Alıcıda 1,23 sn ve 3. Alıcıda 1,25 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.26). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,04 sn, 2. Alıcıda 1,22 sn ve 3. Alıcıda 1,58 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.26). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. ve 2. Alıcılarda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 0,89 sn, 2. Alıcıda 1,13 sn ve 3. Alıcıda 1,15 sn olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.26). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.26. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri

3.2.1.2. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri

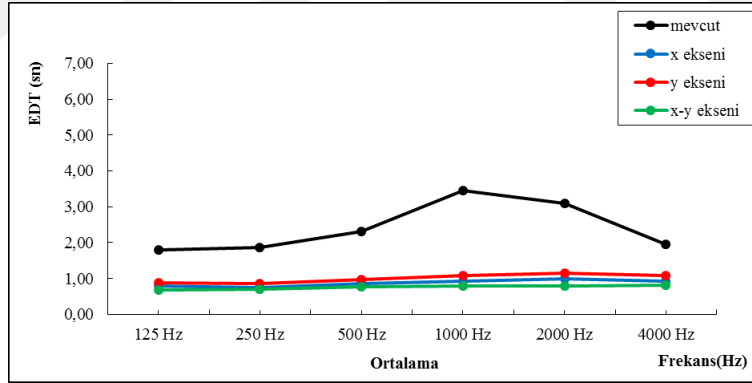
Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen, ortalama EDT değerleri, Şekil 3.27'de yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek optimum EDT değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru

azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 2,95 sn'dir. Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir (Şekil 3.27).

Atölyenin tavan yüzeyinde, x eksenine, y eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesinde aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır (Şekil 3.27). X eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama EDT değeri 0,92 sn, y eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde, ortalama EDT 1,06 sn, x-y eksenine yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama EDT 0,77 sn olarak elde edilmiştir. Yapılan tüm uygulamalar ile atölyede kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır (Şekil 3.27).

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyine x eksenine yönünde, y eksenine yönünde ve x-y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında EDT değerlerinde özellikle orta frekanslarda etkili azalma meydana gelmiştir. Bu da sesin anlaşılabilirliğini artırmıştır.



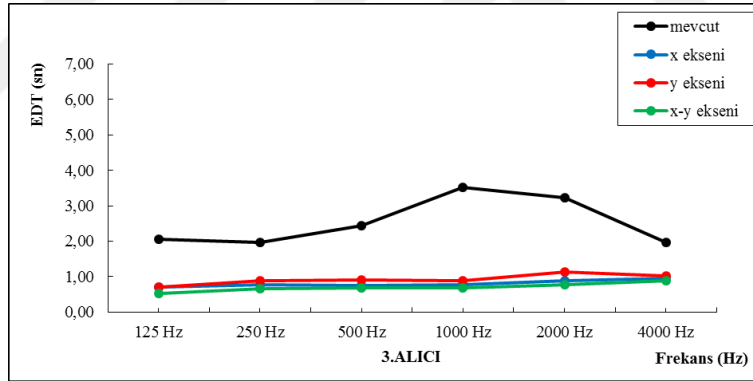
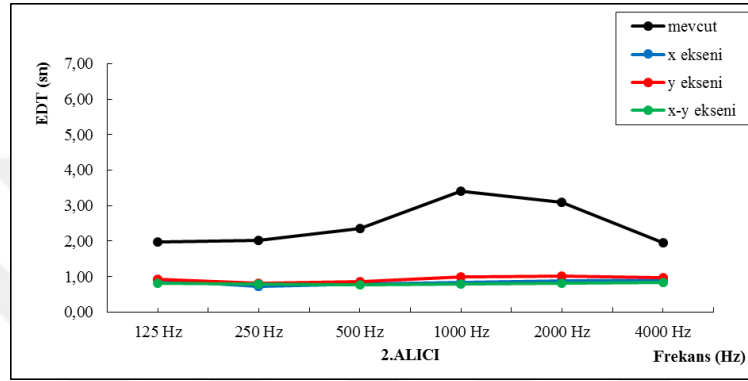
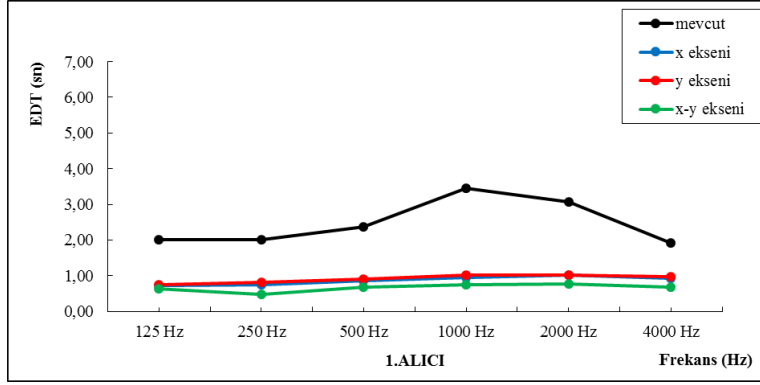
Şekil 3.27. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde için elde edilen ortalama EDT değerleri

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri Şekil 3.28'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanstaki en yüksek EDT değeri 3. Alıcıda (3,06 sn), en düşük EDT değeri ise 2. Alıcıda (2,95 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta orta frekanslardan yukarı frekanslara azalmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değerleri, 1. Alıcıda 0,95 sn, 2. Alıcıda 0,83 sn ve 3. Alıcıda 0,79 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.28). X ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den 1000 Hz'e kadar azalmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekansa kadar azalmaktadır. Atölyenin tavanında y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değerleri, 1. Alıcıda 0,98 sn, 2. Alıcıda 0,96 sn ve 3. Alıcıda 0,97 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.28). Y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara kadar artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslarda 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den yukarı frekanslara kadar artmaktadır. 3. Alıcıda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x-y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 0,74 sn, 2. Alıcıda 0,79 sn ve 3. Alıcıda 0,84 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.26). X-Y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır.



Şekil 3.28. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

3.2.1.3. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

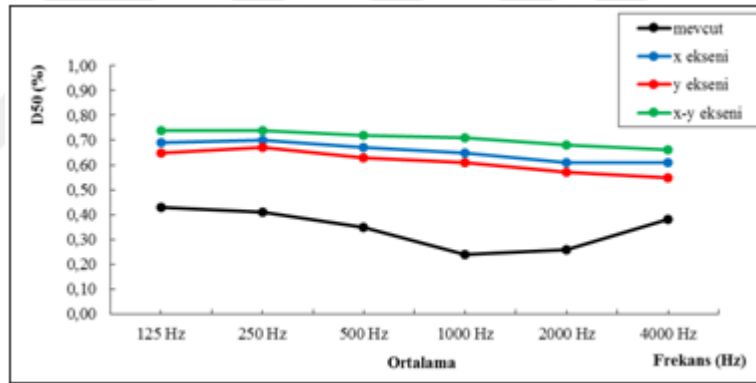
Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.29’da yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50’dir (Tablo 2.7).

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz’e kadar azalmakta, 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru

artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için 1000 Hz’de 0,24’dür. Bu değer kabul edilen optimumun oldukça altındadır (Şekil 3.29).

Atölye için; y ekseni yönünde ses yutucu panel kullanımı ile en düşük, x-y ekseni yönünde panel kullanımı ile en yüksek ortalama D50 değerleri elde edilmiştir. Ortalama D50 değeri; x ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,65, y ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,61, x-y ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,71’dir. X ekseni yönünde, y ekseni yönünde ve x-y ekseni yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi ile elde edilen ortalama D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile x ekseni yönünde, y ekseni yönünde ve x-y ekseni yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında D50 değerlerinde özellikle orta frekanslarda artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



Şekil 3.29. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri

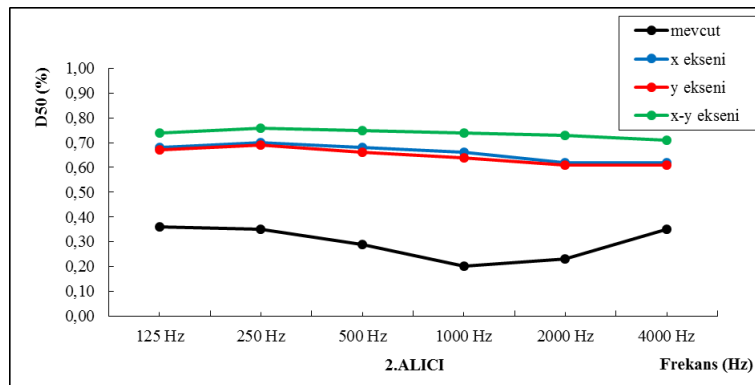
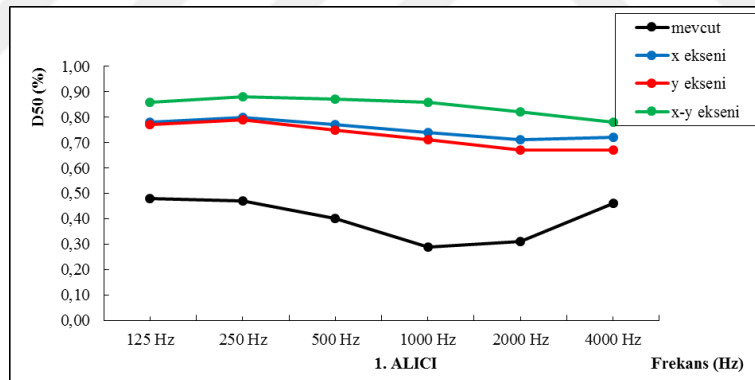
Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.30’ da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz’e kadar azalmakta, 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz’de 1. Alıcıda (0,29), en düşük D50 değeri ise 2. Alıcıda (0,20) elde edilmiştir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılarda aşağı frekanslarda 250 Hz’e kadar artmakta 250 Hz’den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Atölyenin tavanında x ekseni yönünde yerleştirilen

ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,74, 2. Alıcıda 0,66 ve 3. Alıcıda 0,72 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.30). X eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen D50 değeri optimum değer aralığındadır.

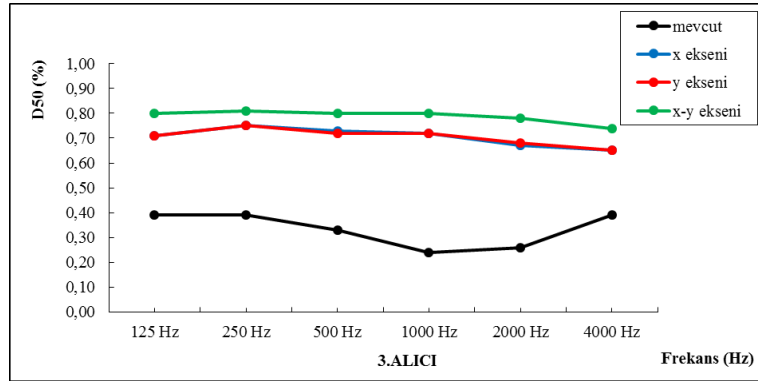
Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,71, 2. Alıcıda 0,64 ve 3. Alıcıda 0,72 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.30). Y eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen D50 değeri optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 0,86, 2. Alıcıda 0,74 ve 3. Alıcıda 0,80 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.30). X-Y eksenı yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen D50 değeri optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.30. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

Şekil 3.30'un devamı

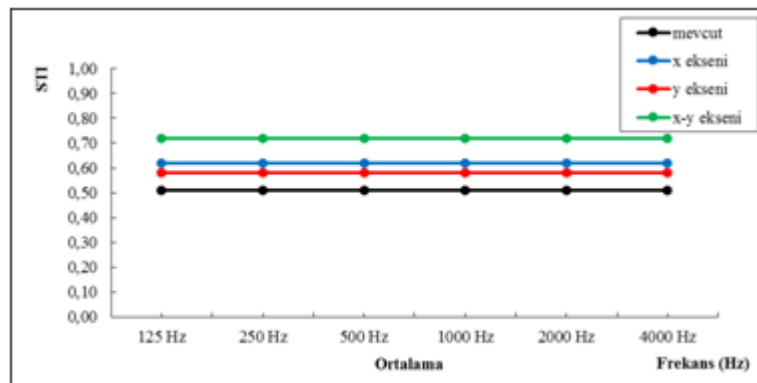


3.2.1.4. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.31'de yer almaktadır. Atölye için optimum STI değer aralığı Tablo 1.3'de yer almaktadır.

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,51'dir. Bu değer Tablo 1.3'e göre orta düzeydedir.

Atölye için ortalama STI değeri x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,62, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,58, x-y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,72 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.31). Ses yutucuların x eksen ve x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi ile elde edilen STI değerleri iyi düzeyde, y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi ile elde edilen STI değeri orta düzeydedir (Tablo 1.3).



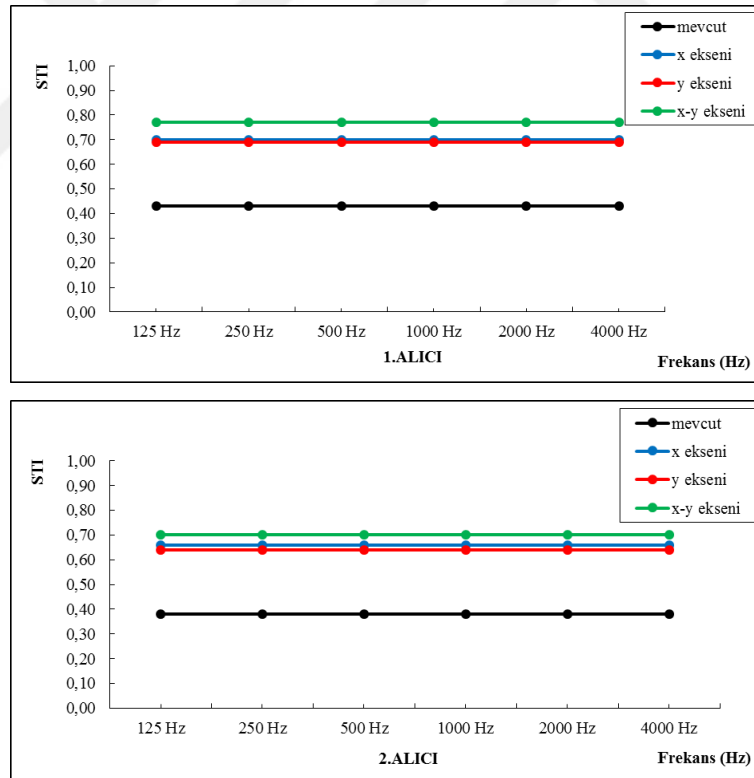
Şekil 3.31. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri

Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.32’de yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 1. Alıcıda (0,43), en düşük STI değeri ise 2. Alıcıda (0,38) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,70, 2. Alıcıda 0,66 ve 3. Alıcıda 0,67 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.32). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).

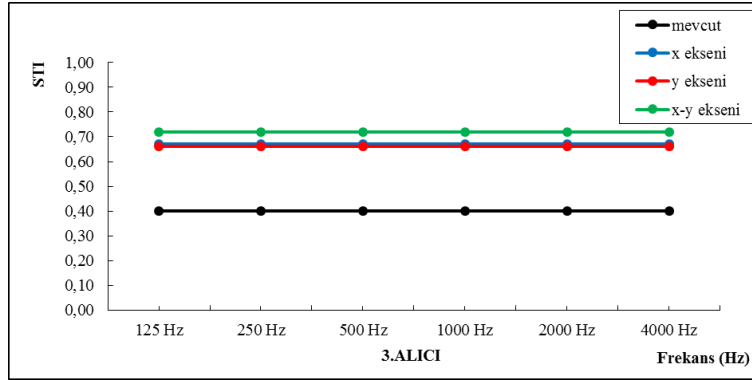
Atölyenin tavan yüzeyinde y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,69 2. Alıcıda 0,64 ve 3. Alıcıda 0,66 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.32). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavanda x-y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,77, 2. Alıcıda 0,70 ve 3. Alıcıda 0,72 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.32). Elde edilen STI değeri 1. alıcı için mükemmel, 2. ve 3. alıcılar için iyi düzeydedir.



Şekil 3.32 Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

Şekil 3.32'nin devamı



Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.4'de yer almaktadır.

Tablo 3.4. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıkları

Parametreler	Alicılar	mevcut	x eksen	y eksen	x-y eksen	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	2,79	1,18	1,22	1,09	≤ 2
	1. Alic1	2,86	1,08	1,04	0,89	
	2. Alic1	2,85	1,23	1,21	1,13	
	3. Alic1	2,89	1,24	1,58	1,15	
EDT	Ortalama	2,93	0,92	1,06	0,77	≤ 2
	1. Alic1	2,97	0,95	0,98	0,74	
	2. Alic1	2,95	0,83	0,96	0,78	
	3. Alic1	3,06	0,79	0,97	0,71	
D50	Ortalama	0,24	0,65	0,61	0,71	≥ % 50
	1. Alic1	0,29	0,74	0,71	0,86	
	2. Alic1	0,2	0,66	0,64	0,74	
	3. Alic1	0,24	0,72	0,72	0,8	
STI	Ortalama	0,51	0,62	0,58	0,72	1,00-0,75 Mükem.
	1. Alic1	0,43	0,7	0,69	0,77	0,75-0,60 İyi
	2. Alic1	0,38	0,66	0,64	0,7	0,60-0,45 Orta
	3. Alic1	0,4	0,67	0,66	0,72	0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü

3.3. Plastik Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizi

Plastik Fabrikasında; Boya Atölyesinde ve PVC Değirmen Atölyesinde sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

3.3.1. Boya Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

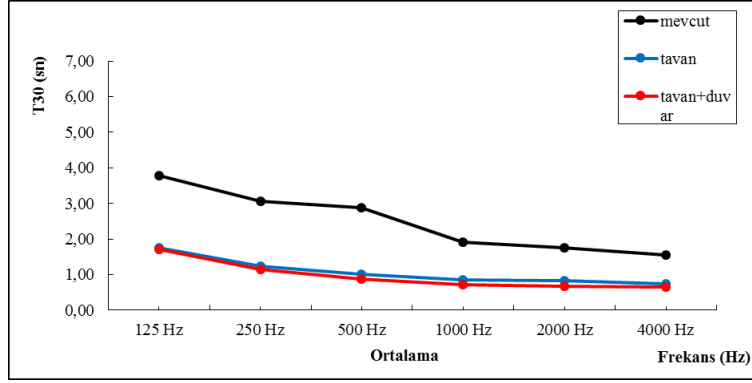
3.3.1.1. Boya Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

Boya Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.33'de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değeri aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 500Hz'e kadar artmaktadır. 500 Hz'den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Ortalama T30 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 2,18 sn'dir (Şekil 3.33). Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir.

Atölye için; tavanın tamamı akustik sıvalı olması ile tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumlarına ilişkin elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda ortalama T30 değeri 0,90 sn, tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda ortalama T30 değeri 0,75 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.33). Tüm durumlar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyinin tamamı ile tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kısmının akustik sıvalı olması durumları karşılaştırıldığında T30 değerlerinde tüm frekanslarda azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.

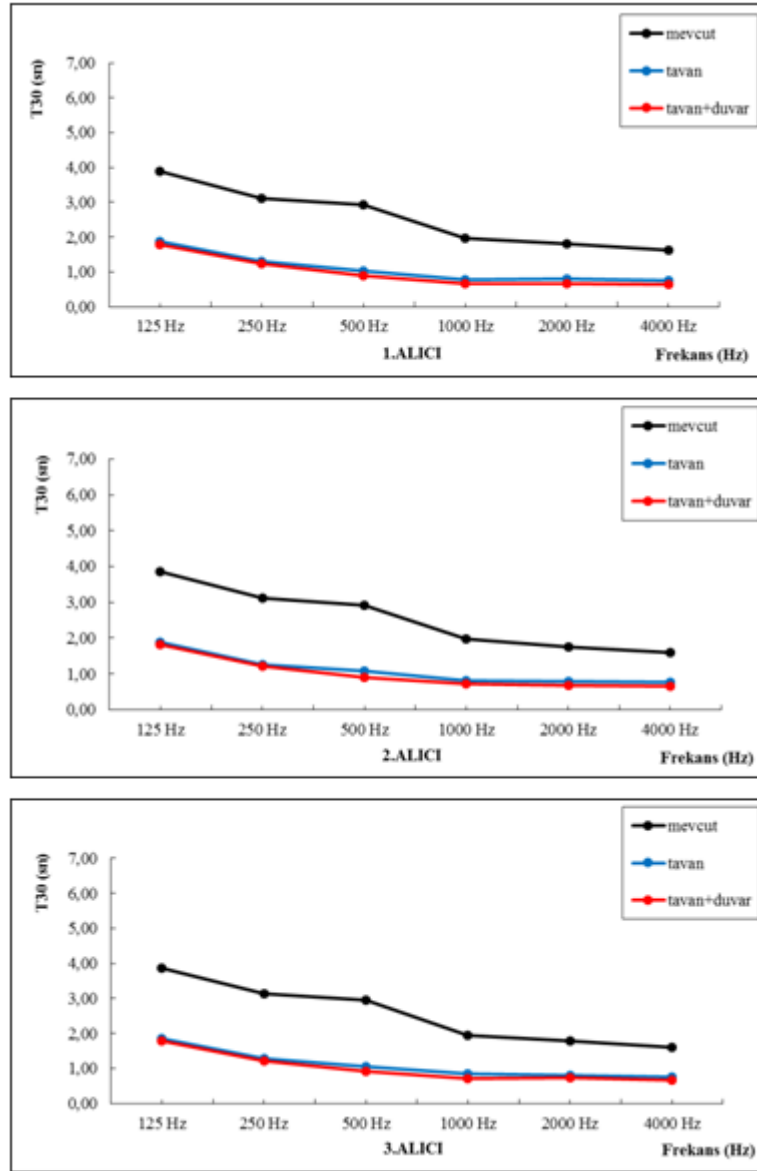


Şekil 3.33. Boya Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri

Boya Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri Şekil 3.34'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 500 Hz'e kadar artmaktadır. 500 Hz'den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek T30 değeri 1. ve 3. Alıcılarda (2,23 sn), en düşük T30 değeri ise 2. Alıcıda (2,22 sn) elde edilmiştir (Şekil 3.34).

Atölyenin, tavan yüzeyinin tamamı akustik sıvalı olması durumunda elde edilen T30 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda T30 değeri, 1. Alıcıda 0,86 sn, 2. Alıcıda 0,90 sn ve 3. Alıcıda 0,90 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.34). Tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda tüm alıcılarda elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmı akustik sıvalı olması durumunda elde edilen T30 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmı akustik sıvalı olması durumunda T30 değeri, 1. Alıcıda 0,74 sn, 2. Alıcıda 0,77 sn ve 3. Alıcıda 0,79 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.34). Tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmı akustik sıvalı olması durumunda tüm alıcılarda elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.34. Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri

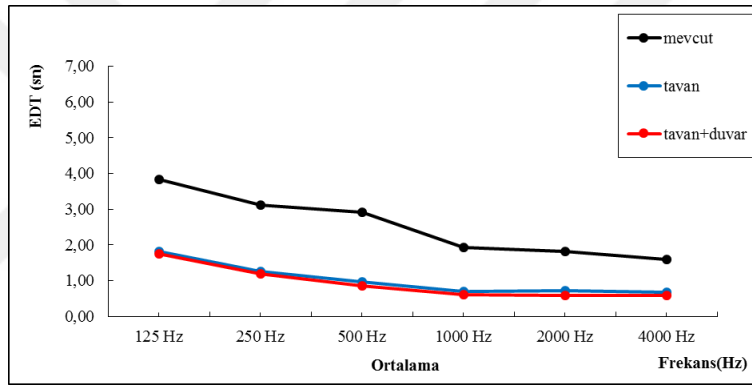
3.3.1.2. Boya Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri

Boya Atölyesi için elde edilen, ortalama EDT değerleri, Şekil 3.35’de yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek optimum EDT değeri 2 sn’dir (Tablo 2.7).

Boya Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslarda 250 Hz’e kadar azalmakta 250 Hz’den 500Hz’e kadar artmaktadır. 500 Hz’den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 2,22 sn’dir. Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir (Şekil 3.35).

Atölye için, ortalama EDT değeri, tavanın tamamı akustik sıvalı olması ile tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmının akustik sıvalı olması durumlarında, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır (Şekil 3.35). Tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda ortalama EDT değeri 0,69 sn, tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda ortalama EDT 0,60 sn, olarak elde edilmiştir. Yapılan uygulama ile tüm durumlarda kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır (Şekil 3.35).

Atölyede, mevcut durum, tavan yüzeyinin tamamının akustik sıvalı olması ile tavan yüzeyin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmının akustik sıvalı olması durumları karşılaştırıldığında EDT değerlerinde tüm frekanslarda azalma meydana gelmiştir. Bu da sesin algılanabilirliğini artırmıştır.

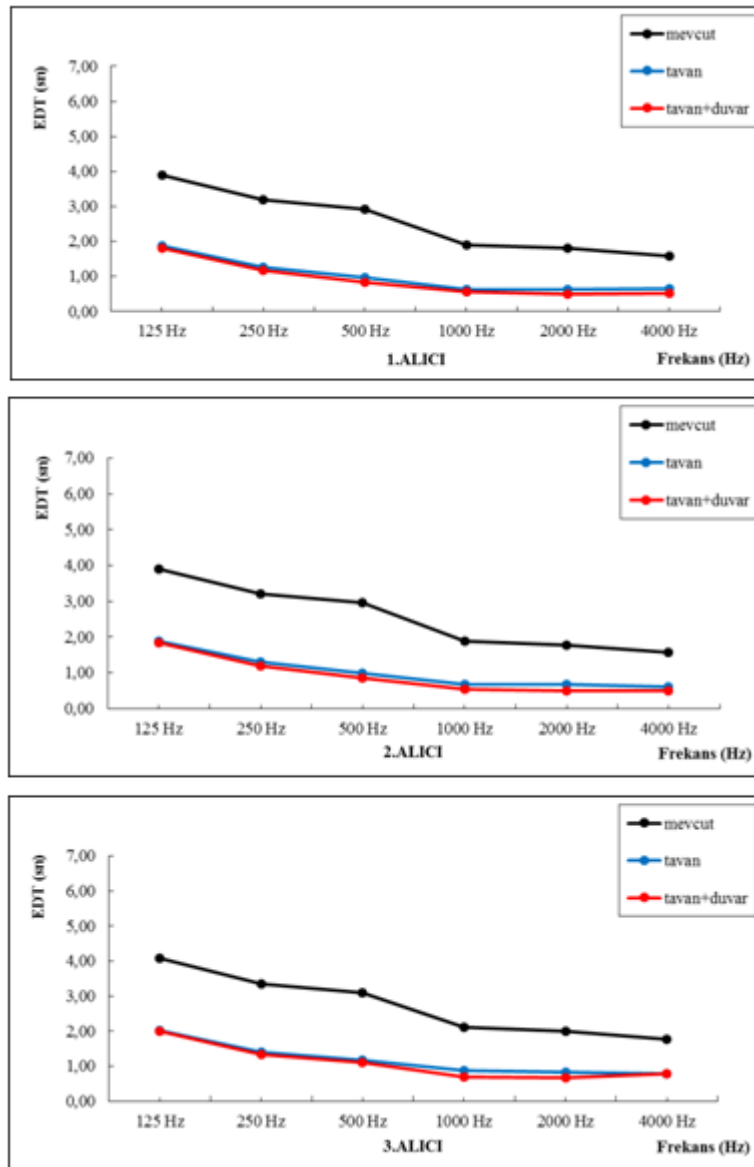


Şekil 3.35. Boya Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri

Boya Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri Şekil 3.36'da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 500 Hz'e kadar artmaktadır. 500 Hz'den yukarı frekanslara kadar azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek EDT değeri 1. ve 3. Alıcılarda (2,23sn) en düşük EDT değeri ise 2. Alıcıda (2,22 sn) elde edilmiştir (Şekil 3.36).

Atölyenin, tavan yüzeyinin tamamı akustik sıvalı olması durumunda elde edilen EDT değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda EDT değeri, 1. Alıcıda 0,74 sn, 2. Alıcıda 0,78 sn ve 3. Alıcıda 0,96 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.36). Tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda tüm alıcılar da EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda elde edilen EDT değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda EDT değeri, 1. Alıcıda 0,63 sn, 2. Alıcıda 0,63 sn ve 3. Alıcıda 0,82 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.36). Tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda tüm alıcılar da EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.36. Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

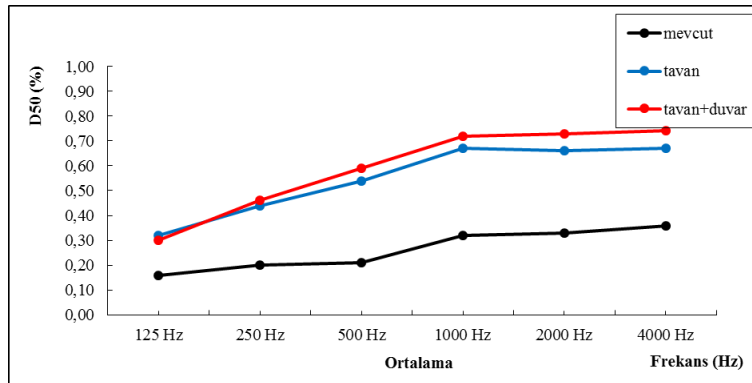
3.3.1.3.Boya Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

Boya Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.37' de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50'dir (Tablo 2.7).

Boya Atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 0,32'dir. Bu değer kabul edilen optimum değer altındadır (Şekil 3.37).

Atölye için; tavanın tamamı akustik sıvalı olması ile tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumlarında da aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru değerler yükselmektedir. Elde edilen D50 değeri; tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumuyla 0,67, tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m'lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda 0,72 olarak elde edilmiştir. Her iki durum içinde elde edilen D50 değeri optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum, tavanın tamamı akustik sıvalı olması ile tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumlarında karşılaştırıldığında D50 değerlerinde tüm frekanslarda artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.

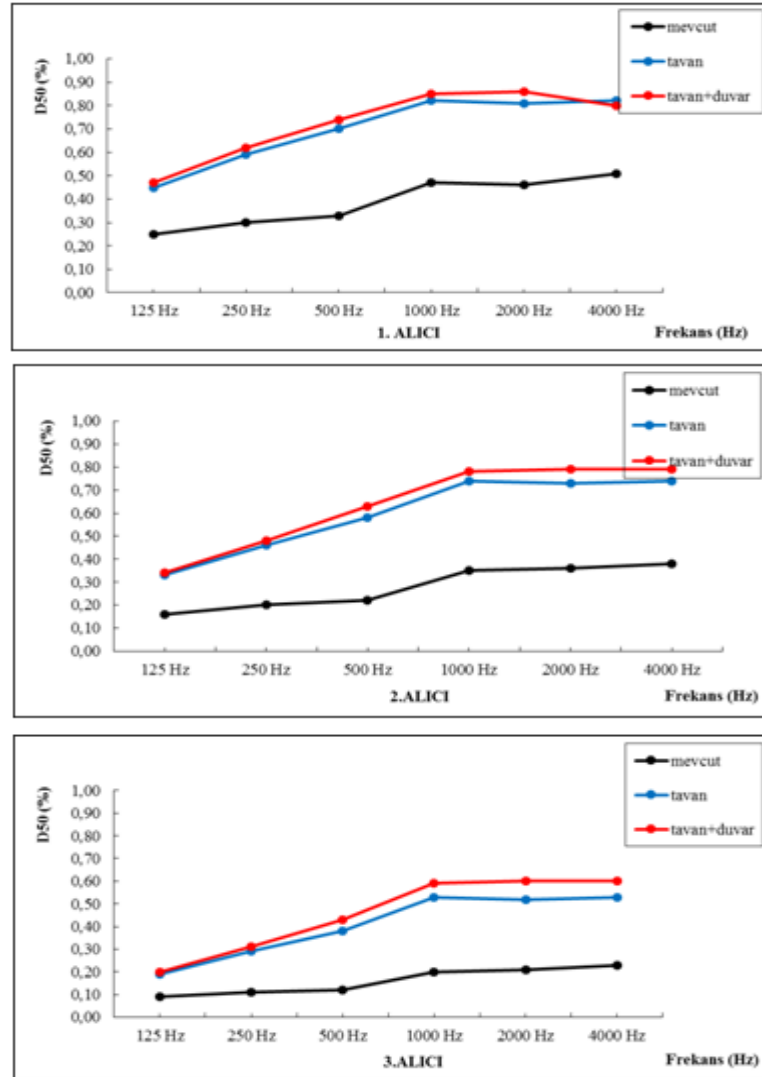


Şekil 3.37. Boya Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri

Boya Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.38' de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz'de 1. Alıcıda (0,47), en düşük D50 değeri ise 3. Alıcıda (0,20) elde edilmiştir.

Atölyenin, tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanın tamamı akustik sıvalı olması durumunda D50 değeri, 1. Alıcıda 0,82, 2. Alıcıda 0,74 ve 3. Alıcıda 0,53 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.38). Tüm alıcılar için elde edilen D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda D50 değeri, 1. Alıcıda 0,85, 2. Alıcıda 0,78 ve 3. Alıcıda 0,59 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.38). Tüm alıcılar için elde edilen D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



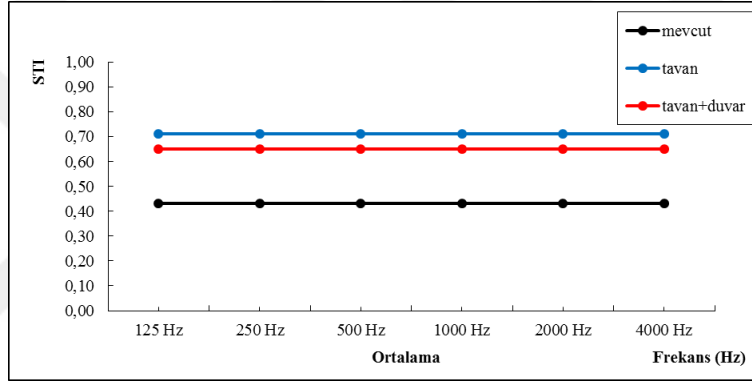
Şekil 3.38. Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

3.3.1.4. Boya Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

Boya Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.39'da yer almaktadır. Atölye için optimum STI değer aralığı Tablo 1.3'de yer almaktadır.

Boya Atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,43'dür. Bu değer Tablo 1.3'e göre zayıf düzeydedir.

Atölyede ortalama STI değeri tavanın tamamı akustik sıvalı olması ile 0,65, tavanın tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m lik kısmının akustik sıvalı olması ile 0,71 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.39). Tüm durumlarda elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).

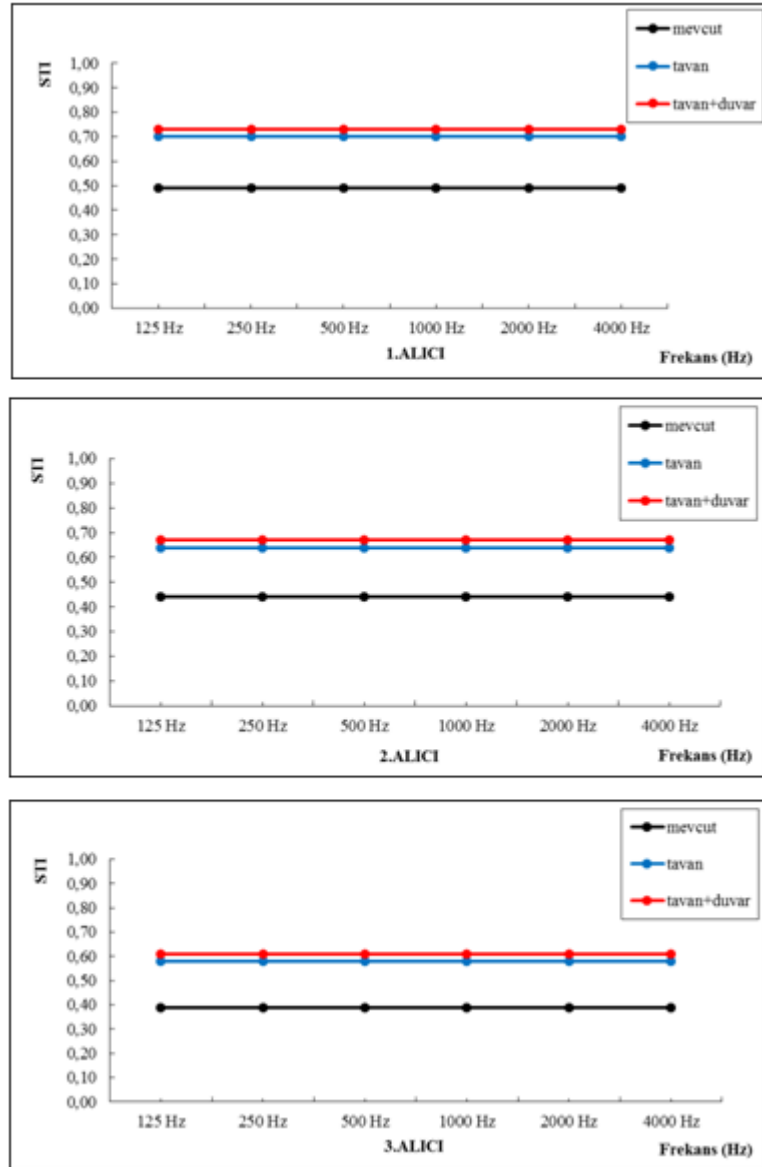


Şekil 3.39. Boya Atölyesi için elde edilen ortalama STI değeri

Boya Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.40'da yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 1. Alıcıda (0,49), en düşük STI değeri ise 3. Alıcıda (0,39) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinin tamamı akustik sıvalı olması durumunda STI değeri 1. Alıcıda 0,70, 2. Alıcıda 0,64 ve 3. Alıcıda 0,58 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.40). Elde edilen STI değeri 1. ve 2. alıcılar için iyi düzeyde, 3. Alıcı için orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kısmının akustik sıvalı olması durumunda STI değeri 1. Alıcıda 0,73, 2. Alıcıda 0,67 ve 3. Alıcıda 0,61 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.40). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



Şekil 3.40. Boya Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

Boya Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.5'de yer almaktadır.

Tablo 3.5. Boya Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıkları

Parametreler	Alicılar	mevcut	tavan	tavan + duvar	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	2,17	0,9	0,75	≤ 2
	1. Alic1	2,23	0,86	0,74	
	2. Alic1	2,21	0,89	0,76	
	3. Alic1	2,23	0,9	0,79	
EDT	Ortalama	2,22	0,7	0,68	≤ 2
	1. Alic1	2,2	0,73	0,62	
	2. Alic1	2,21	0,78	0,63	
	3. Alic1	2,4	0,96	0,82	
D50	Ortalama	0,32	0,67	0,72	≥ % 50
	1. Alic1	0,47	0,82	0,85	
	2. Alic1	0,35	0,74	0,78	
	3. Alic1	0,2	0,53	0,59	
STI	Ortalama	0,43	0,71	0,65	1,00-0,75 Mükem. 0,75-0,60 İyi 0,60-0,45 Orta 0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü
	1. Alic1	0,49	0,7	0,73	
	2. Alic1	0,44	0,64	0,67	
	3. Alic1	0,39	0,58	0,61	

3.3.2. PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

3.3.2.1. PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

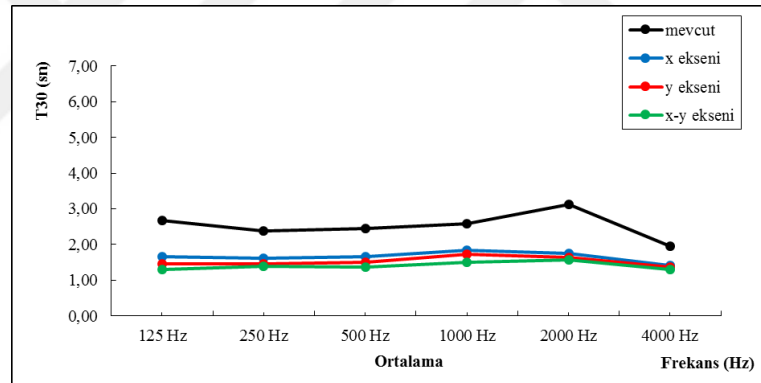
PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.41’de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değeri 2 sn’dir (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değeri aşağı frekanslarda 250 Hz’e kadar azalmakta 250 Hz’den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 2,72 sn’dir (Şekil 3.41). Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir.

Atölyenin tavan yüzeyine; x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde T30 değeri; aşağı frekanslardan 250 Hz’e kadar azalmakta 250 Hz’den 1000 Hz’e kadar artmaktadır. 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan 1000 Hz’e kadar artmakta 1000

Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde T30 değerleri, aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den 500 Hz'e azalmaktadır. 500 Hz'den orta frekanslara artmakta orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değeri x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,76 sn, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,63 sn, x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise 1,48 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.41). Tavan yüzeyinde x eksenini, y eksenini ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde tüm durumlarda elde edilen T30 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında T30 değerlerinde özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



Şekil 3.41. PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değeri

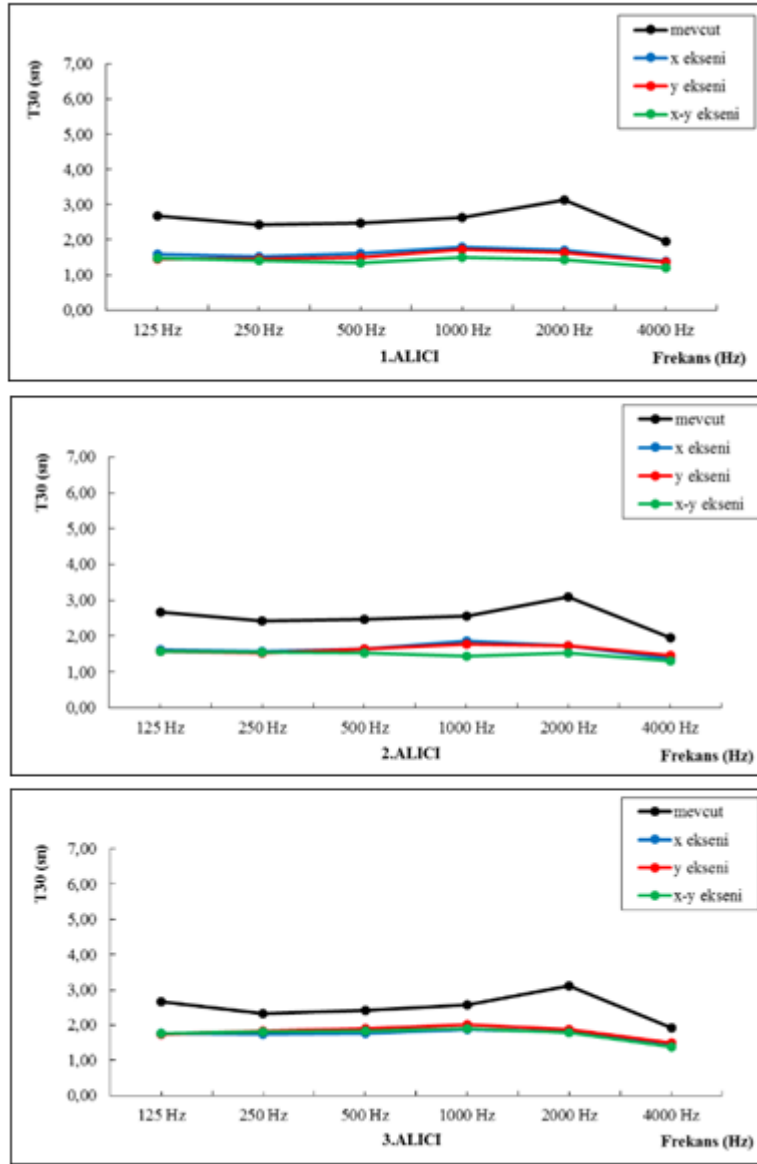
PVC Değirmen Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri Şekil 3.42'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek T30 değeri 1. Alıcıda (2,75 sn), en düşük T30 değeri ise 2. ve 3. alıcılarda (2,70 sn) elde edilmiştir (Şekil 3.42).

Atölyenin, tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; tüm alıcılarda aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den 1000 Hz'e kadar artmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,71

sn, 2. Alıcıda 1,75 sn ve 3. Alıcıda 1,82 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.42). X ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavanda y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,63 sn, 2. Alıcıda 1,71 sn ve 3. Alıcıda 1,93 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.42). Y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavanda x-y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. ve 3. alıcılarda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. Alıcıda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,43 sn, 2. Alıcıda 1,50sn ve 3. Alıcıda 1,84 sn olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.42). X-Y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.42. PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri

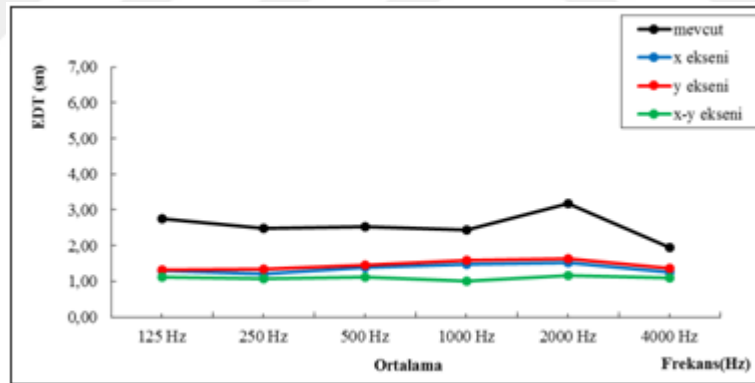
3.3.2.2. PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri

PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen, ortalama EDT değerleri, Şekil 3.43'de yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek optimum EDT değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

PVC Değirmen Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 2,71 sn'dir. Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir (Şekil 3.43).

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar azalmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru artmaktadır. Y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirilmesinde aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den 1000Hz'e kadar azalmaktadır. 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır (Şekil 3.43). Ortalama EDT değeri x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,46 sn, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,56 sn, x-y eksenini yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 1,10 sn olarak elde edilmiştir. Yapılan uygulama ile x eksenini, y eksenini ve x-y eksenlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlarda kabul edilen optimum değer aralığındadır (Şekil 3.43).

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyine x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında EDT değerlerinde özellikle aşağı ve orta frekanslarda etkili azalma meydana gelmiştir. Bu da sesin algılanabilirliğini artırmıştır.



Şekil 3.43. PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri

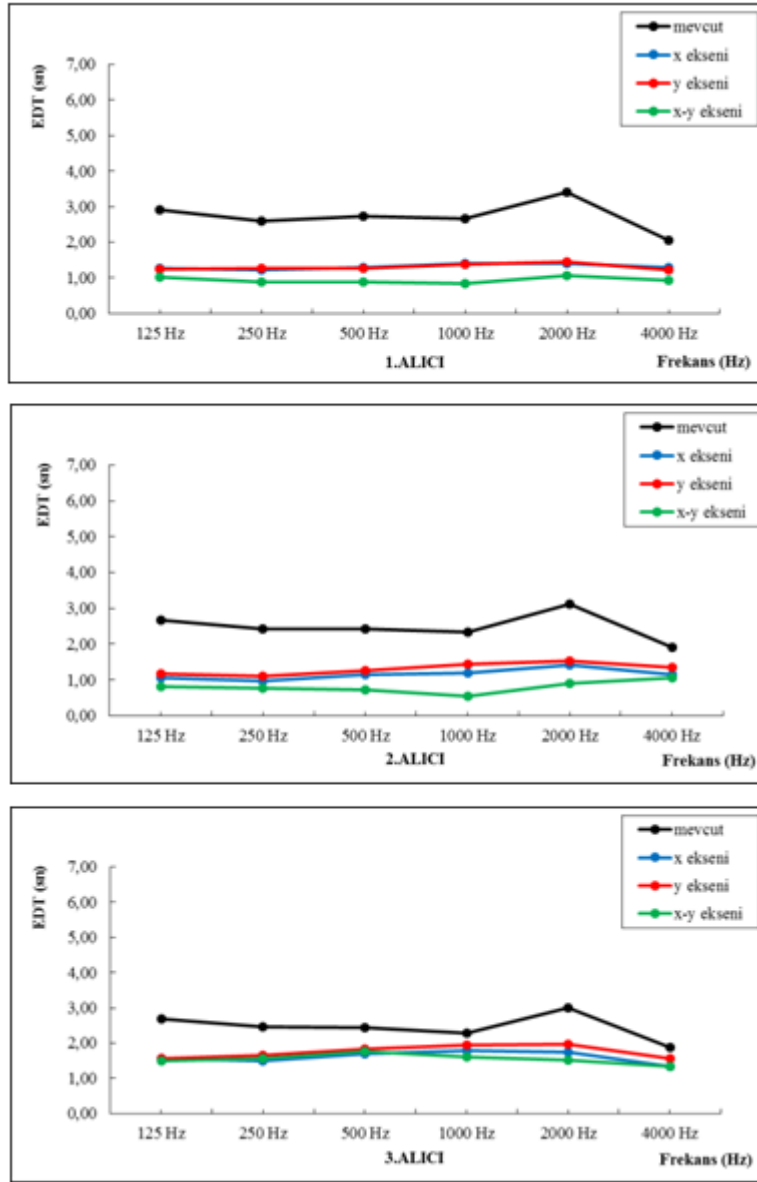
PVC Değirmen Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri Şekil 3.44'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek EDT değeri 1. Alıcıda (2,93 sn), en düşük EDT değeri ise 3. Alıcıda (2,57 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta, orta

frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,37 sn, 2. Alıcıda 1,25 sn ve 3. Alıcıda 1,74 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.44). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; tüm alıcılarda aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,36 sn, 2. Alıcıda 1,40 sn ve 3. Alıcıda 1,91 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.44). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavanda x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; 1. ve 2. Alıcılarda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta, 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 3. Alıcı için aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar artmakta 500 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 0,93 sn, 2. Alıcıda 0,73 sn ve 3. Alıcıda 1,63 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.44). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.44. PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

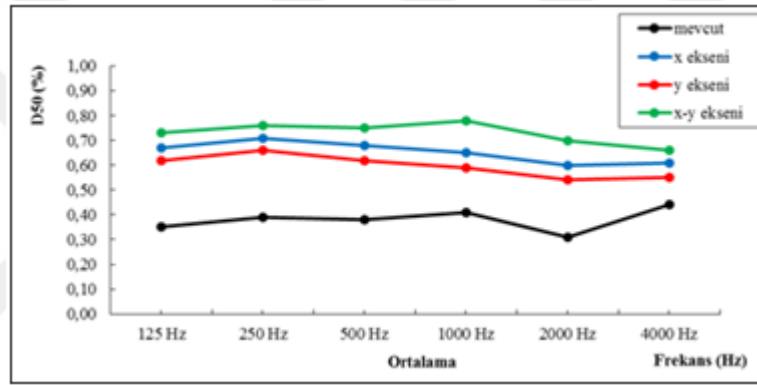
3.3.2.3. PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.45' de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50'dir (Tablo 2.7).

PVC Değirmen Atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den 2000 Hz'e kadar azalmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için 1000 Hz'de 0,31'dir. Bu değer kabul edilen optimumun altındadır (Şekil 3.45).

Atölye tavan yüzeyinde y eksenini yönünde ses yutucu panel kullanımı ile elde edilen değerler en düşük, x-y eksenini yönünde elde edilen değerler en yüksektir. Elde edilen ortalama D50 değeri x eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,60, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,59, x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,78'dir. Atölyede tüm durumlar için elde edilen ortalama D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında D50 değerlerinde özellikle aşağı ve orta frekanslarda artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



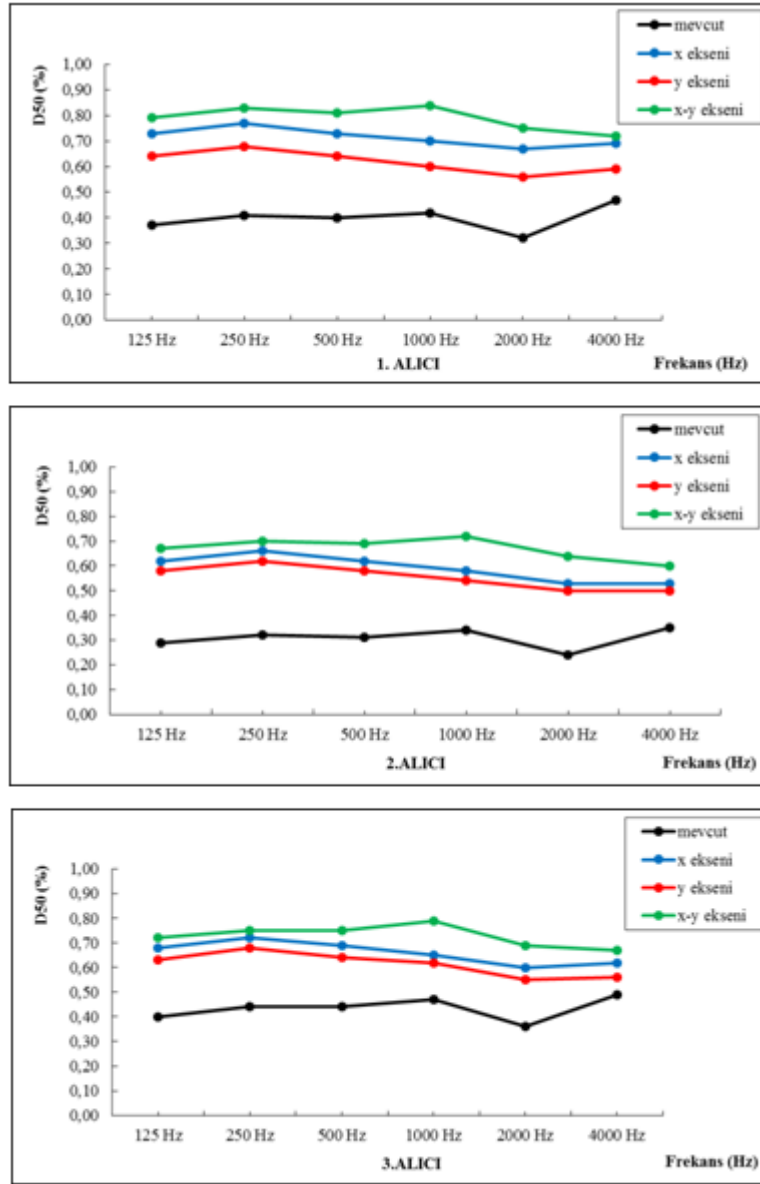
Şekil 3.45. PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri

PVC Değirmen Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.46'da yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den 2000 Hz'e kadar azalmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz'de 3. Alıcıda (0,47), en düşük D50 değeri ise 2. Alıcıda (0,34) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru azalmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,70, 2. Alıcıda 0,58 ve 3. Alıcıda 0,65 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.47). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslarda 250 Hz'e kadar artmakta 250 Hz'den orta frekanslara doğru azalmaktadır. Orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,60, 2. Alıcıda 0,54 ve 3. Alıcıda 0,62 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.47). Y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar artmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 0,84, 2. Alıcıda 0,72 ve 3. Alıcıda 0,79 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.46). X-Y ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.46. PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

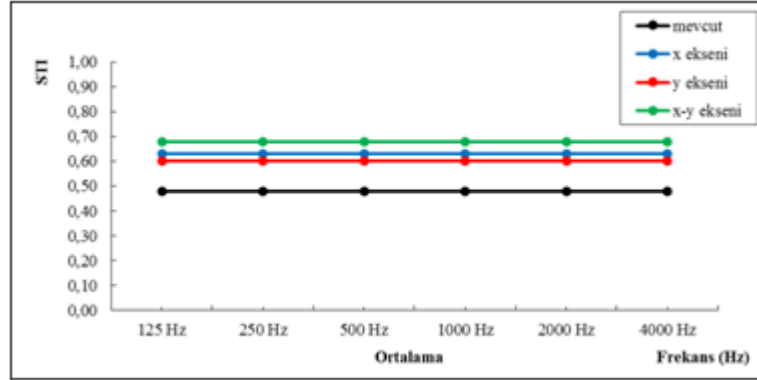
3.3.2.4. PVC Değirmen Atölyesi İçin Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.47’de yer almaktadır. Atölye için optimum STI değer aralığı Tablo 1.3’ de yer almaktadır.

PVC Değirmen Atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,48’dir. Bu değer Tablo 1.3’e göre orta düzeydedir.

Atölye için ortalama STI değeri, x eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,63, y eksen yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,60, x-y

ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,68 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.47). Tüm durumlar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



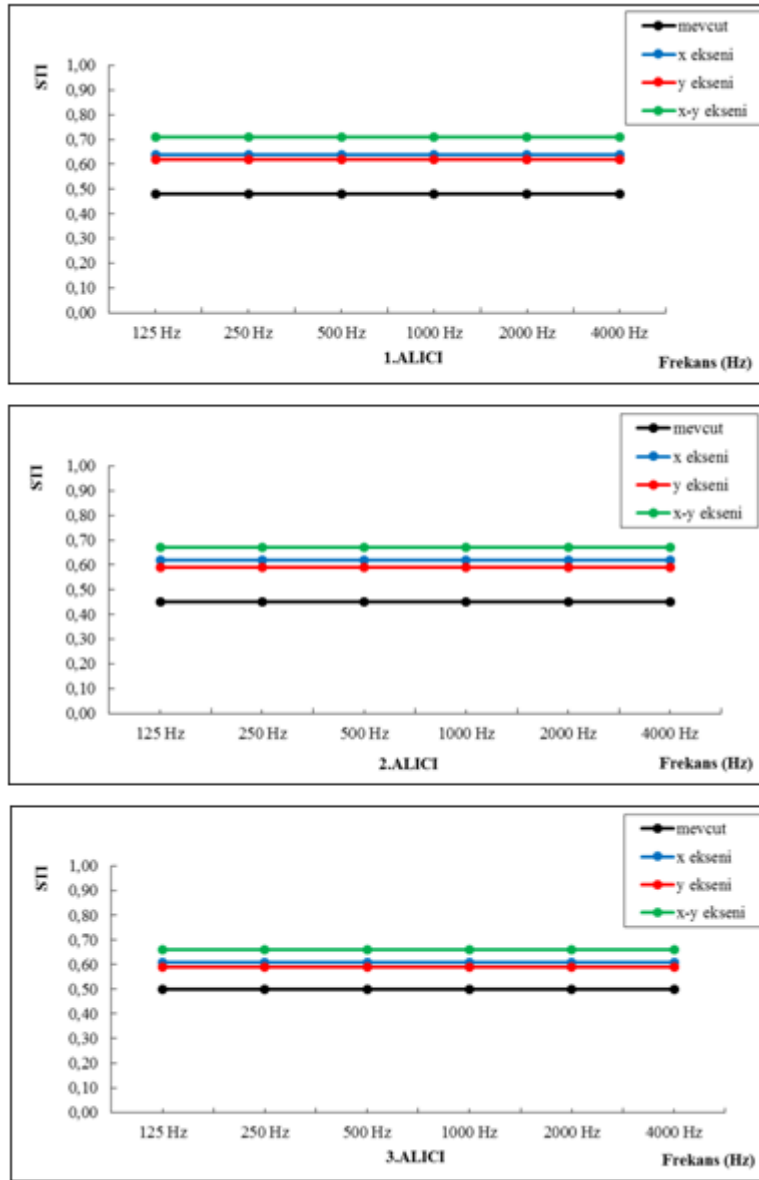
Şekil 3.47. PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri

PVC Değirmen Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.48’de yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 3. Alıcıda (0,50), en düşük STI değeri ise 2. Alıcıda (0,45) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,64, 2. Alıcıda 0,66 ve 3. Alıcıda 0,61 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.48). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,62 2. Alıcıda 0,59 ve 3. Alıcıda 0,59 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.48). STI değeri 1. alıcı için iyi düzeyde, 2. ve 3. alıcılar için orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksen yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,71, 2. Alıcıda 0,67 ve 3. Alıcıda 0,66 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.48). Tüm alıcılar için elde edilen STI değerleri iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



Şekil 3.48. PVC Değirmen Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

PVC Değirmen Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.6'da yer almaktadır.

Tablo 3.6. PVC Değirmen Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralıları

Parametreler	Alıcılar	mevcut	x eksenı	y eksenı	x-y eksenı	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	2,72	1,75	1,62	1,48	≤ 2
	1. Alıcı	2,75	1,71	1,62	1,43	
	2. Alıcı	2,7	1,75	1,71	1,49	
	3. Alıcı	2,7	1,81	1,93	1,77	
EDT	Ortalama	2,71	1,45	1,55	1,1	≤ 2
	1. Alıcı	2,93	1,7	1,36	0,93	
	2. Alıcı	2,62	1,25	1,4	0,73	
	3. Alıcı	2,56	1,74	1,91	1,57	
D50	Ortalama	0,41	0,65	0,59	0,78	≥ % 50
	1. Alıcı	0,42	0,7	0,6	0,84	
	2. Alıcı	0,34	0,58	0,54	0,72	
	3. Alıcı	0,47	0,65	0,62	0,79	
STI	Ortalama	0,48	0,63	0,6	0,68	1,00-0,75 Mükem. 0,75-0,60 İyi 0,60-0,45 Orta 0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü
	1. Alıcı	0,48	64	0,2	0,71	
	2. Alıcı	0,45	0,62	0,59	0,67	
	3. Alıcı	0,5	0,61	0,59	0,66	

3.4. Fındık Fabrikasındaki Atölyeler İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

Fındık Fabrikasında; Üretim Atölyesinde sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

3.4.1. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen Sesin Nesnel Parametre Değerlerinin Analizleri

3.4.1.1. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen T30 Değerlerinin Analizleri

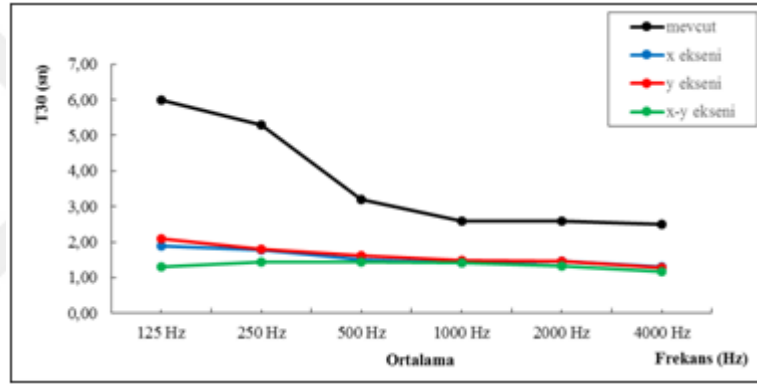
Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 3.49'da yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en yüksek optimum T30 değerı 2 sn 'dir (Tablo 2.7).

Atölyenin mevcut durumu için T30 değerı aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama T30 değerı mevcut durum için orta frekanslarda 2,79 sn'dir (Şekil 3.49). Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir.

Atölyenin tavan yüzeyinde; x eksenı yönünde, y eksenı yönünde eksenleri yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde T30 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X-Y eksenleri yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde aşağı

frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. X eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değeri 1,46 sn, y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama T30 değeri 1,53 sn, x-y eksenini yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama T30 değeri 1,39 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.49). Tüm durumlar için elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyinde x eksenini yönünde, y eksenini yönünde ve x-y eksenini yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında T30 değerlerinde özellikle aşağı frekanslarda azalma meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde çınlamanın azaldığını dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



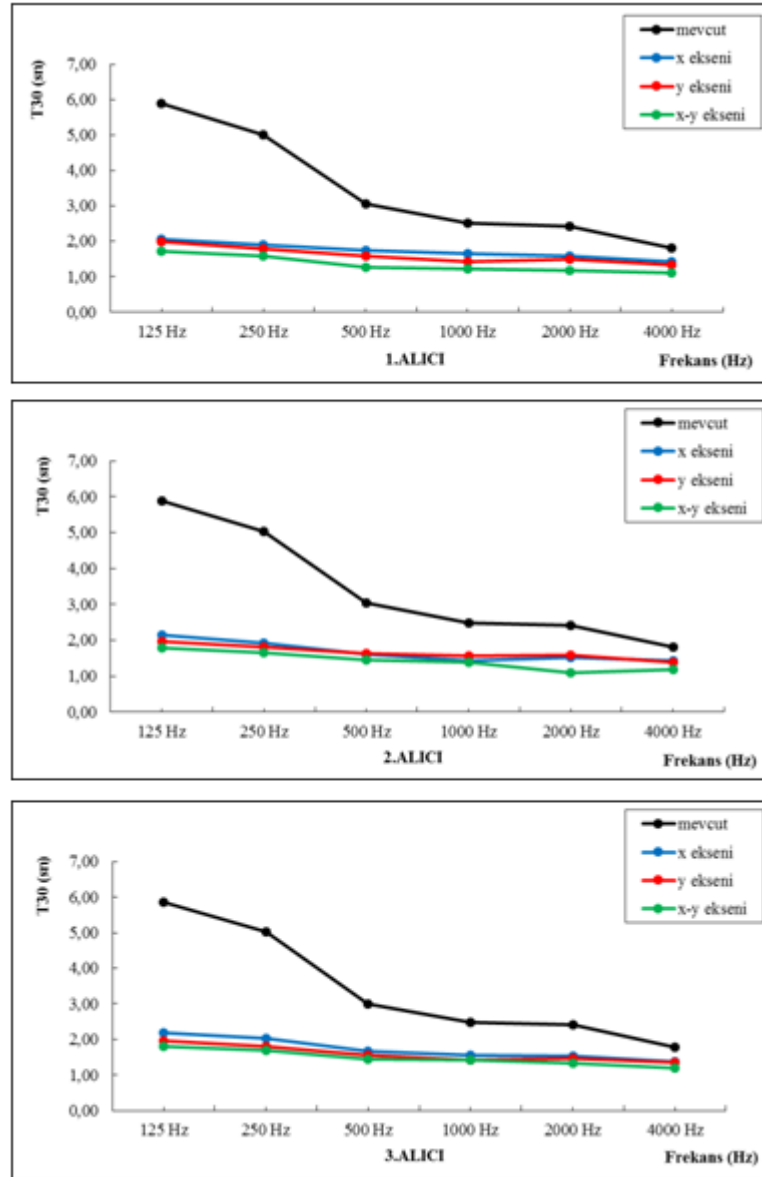
Şekil 3.49. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama T30 değerleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin T30 değerleri Şekil 3.50’de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen T30 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek T30 değeri 1000 Hz’de 3. Alıcıda, en düşük T30 değeri ise 1. ve 2.alıcılarda elde edilmiştir (Şekil 3.50).

Atölyenin tavan yüzeyinde x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. 2. ve 3. alıcılarda aşağı frekanslardan 1000 Hz’e kadar azalmakta 1000 Hz’den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,65 sn, 2. Alıcıda 1,52 sn ve 3. Alıcıda 1,58 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.50). X eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; 1. Alıcıda aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. 2. ve 3. Alıcılarda aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar azalmakta 500 Hz'den 2000 Hz'e kadar artmaktadır. 2000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,49 sn, 2. Alıcıda 1,59 sn ve 3. Alıcıda 1,48 sn olarak elde edilmiştir. (Şekil 3.50). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda elde edilen T30 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen T30 değeri; tüm alıcılarda aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 1,22 sn, 2. Alıcıda 1,31 sn ve 3. Alıcıda 1,40 sn olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.50). Tüm alıcılar için elde edilen T30 değeri optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.50. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen T30 değerleri

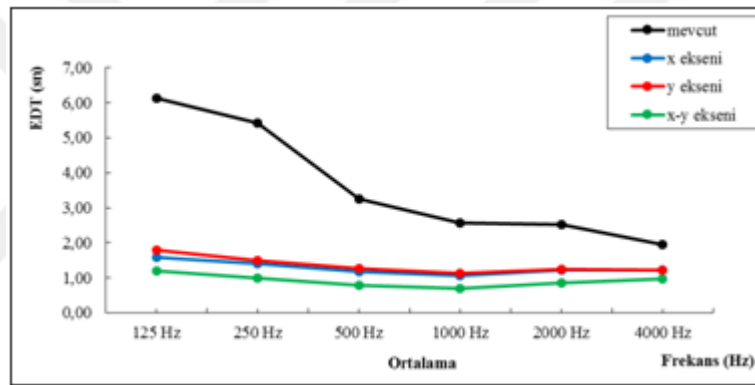
3.4.1.2. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen EDT Değerlerinin Analizleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen, ortalama EDT değerleri, Şekil 3.51'de yer almaktadır. Bu atölye için kabul edilen en yüksek optimum EDT değeri 2 sn'dir (Tablo 2.7).

Üretim Atölyesinde mevcut durum için EDT değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama EDT değeri mevcut durum için, orta frekanslarda 2,78 sn'dir. Bu değer kabul edilen optimumun üstündedir (Şekil 3.51).

Atölye için, ortalama EDT değeri, x eksenine, y eksenine ve x-y eksenlerine yönlerinde ses yutucu panel kullanılması durumlarında aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekansların doğru artmaktadır (Şekil 3.51). X eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ortalama EDT değeri 1,15 sn, y eksenine yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde, ortalama EDT 1,21 sn, x-y eksenine yönlerinde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde ise ortalama EDT 0,78 sn olarak elde edilmiştir. Yapılan tüm uygulamalar ile atölyede kabul edilen optimum EDT değerine ulaşılmaktadır (Şekil 3.51).

Atölyede, mevcut durum ile tavan yüzeyine x eksenine yönünde, y eksenine yönünde ve x-y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında EDT değerlerinde özellikle aşağı frekanslarda azalma meydana gelmiştir. Bu da sesin anlaşılabilirliğini artırmıştır.



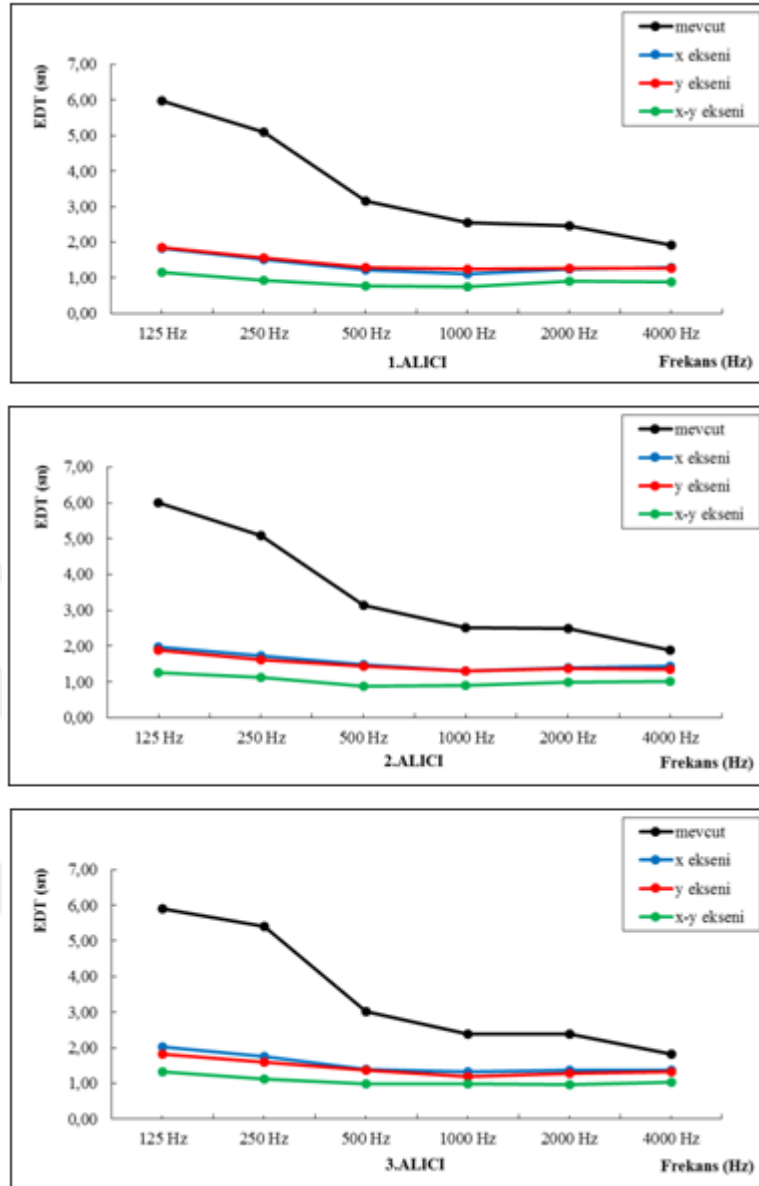
Şekil 3.51. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama EDT değerleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin EDT değerleri Şekil 3.52'de yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen EDT değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında orta frekanslarda en yüksek EDT değeri 1. Alıcıda (2,73 sn), en düşük EDT değeri ise 3. Alıcıda (2,60 sn) elde edilmiştir.

Atölyenin, tavan yüzeyinde x eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,19 sn, 2. Alıcıda 1,39 sn ve 3. Alıcıda 1,37 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.52). X eksenine yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar da EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavan yüzeyinde y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan 1000 Hz'e kadar azalmakta 1000 Hz'den yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 1,27 sn, 2. Alıcıda 1,37 sn ve 3. Alıcıda 1,29 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.52). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar da EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen EDT değeri; tüm alıcılarda aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru azalmakta, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile EDT değeri, 1. Alıcıda 0,81 sn, 2. Alıcıda 0,92 sn ve 3. Alıcıda 0,99 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 3.52). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılar da EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.52. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen EDT değerleri

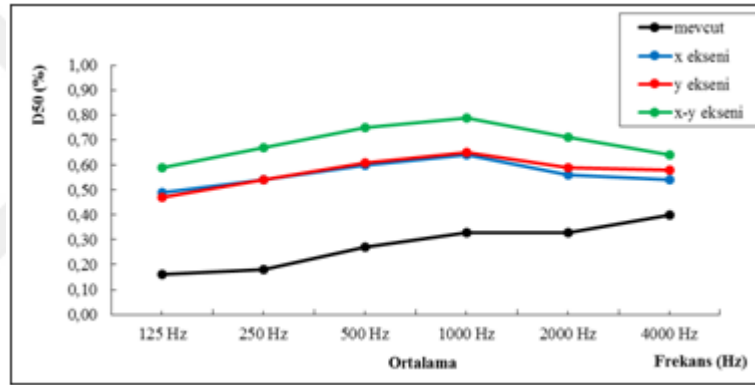
3.4.1.3. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi İçin Elde Edilen D50 Değerlerinin Analizleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 3.53'de yer almaktadır. Atölye için kabul edilen en düşük optimum D50 değeri 0,50'dir (Tablo 2.7).

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinin mevcut durumu için; D50 değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekanslarda 0,33'dir. Bu değer kabul edilen optimumun altındadır (Şekil 3.53).

Atölye için; x yönünde ses y ekseninde ses yutucu panellerin kullanımı ile elde edilen D50 değerleri birbirine çok yakındır. x-y ekseninde elde edilen değerler D50 değeri en yüksektir. Elde edilen ortalama D50 değeri x ekseninde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde elde edilen 0,56, y ekseninde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,59, x-y ekseninde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,71'dir. X ekseninde, y ekseninde ve x-y ekseninde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi ile elde edilen ortalama D50 değerleri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyede, mevcut durum ile x ekseninde, y ekseninde ve x-y ekseninde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlar karşılaştırıldığında D50 değerlerinde özellikle aşağı frekanslar ve orta frekanslarda artış meydana gelmiştir. Bu da atölyenin içinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin arttığını göstermektedir.



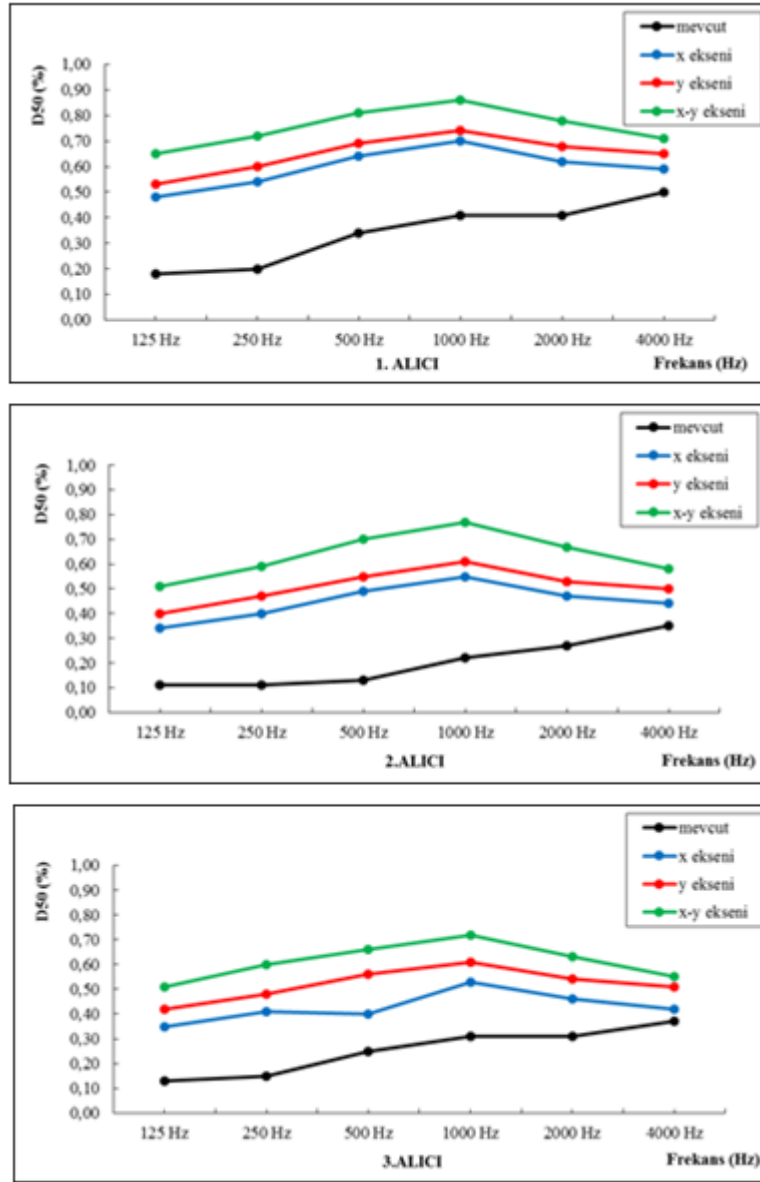
Şekil 3.53. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama D50 değerleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin D50 değerleri Şekil 3.54'te yer almaktadır. Tüm alıcıların mevcut durum için elde edilen D50 değerleri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek D50 değeri 1000 Hz'de 1. Alıcıda, en düşük D50 değeri ise 2. Alıcıda elde edilmiştir.

Atölyenin, tavanında x ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,70, 2. Alıcıda 0,55n ve 3. Alıcıda 0,53 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.54). X ekseninde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin, tavanda y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile D50 değeri, 1. Alıcıda 0,74, 2. Alıcıda 0,61 ve 3. Alıcıda 0,61 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.54). Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.

Atölyenin tavanda x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile elde edilen D50 değeri; tüm alıcılar için aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artmakta, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Atölyenin tavanında x-y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile T30 değeri, 1. Alıcıda 0,86, 2. Alıcıda 0,77 ve 3. Alıcıda 0,72 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.54). X-Y eksenini yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile tüm alıcılarda D50 değeri kabul edilen optimum değer aralığındadır.



Şekil 3.54. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen D50 değerleri

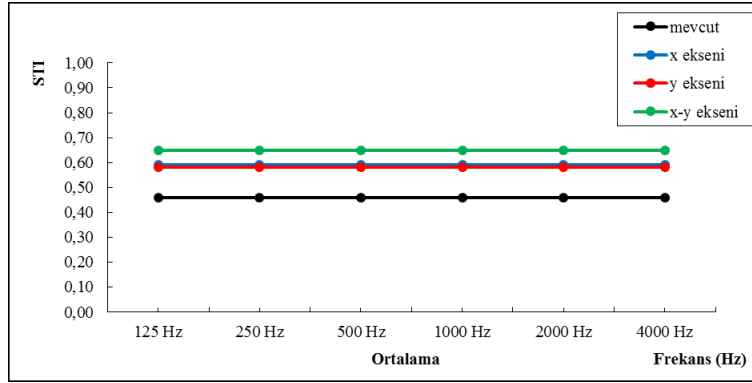
3.4.1.4. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için Elde Edilen STI Değerlerinin Analizleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri, Şekil 3.55'de yer almaktadır. Atölye için optimum STI değer aralığı Tablo 1.3'de yer almaktadır.

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde mevcut durum için; ortalama STI değeri 0,46'dür. Bu değer Tablo 1.3'e göre orta düzeydedir.

Atölyenin ortalama STI değeri, x ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,59, y ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,58, x-y ekseni yönünde ses yutucu paneller yerleştirildiğinde 0,68 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.55). Ortalama STI

değerleri, x ekseni ve y ekseni yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde orta düzeyde, x-y ekseni yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiğinde iyi düzeydedir (Tablo 1.3).



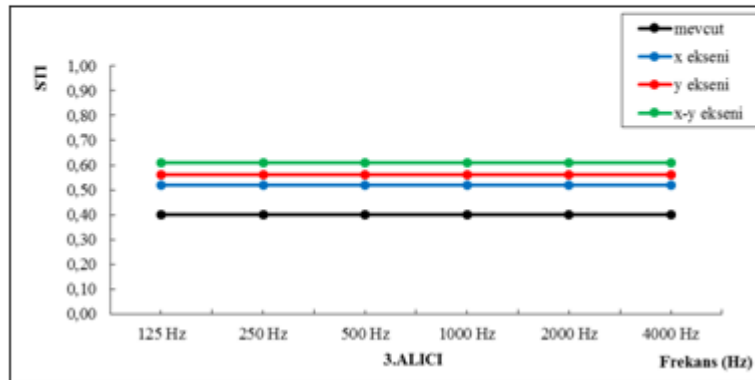
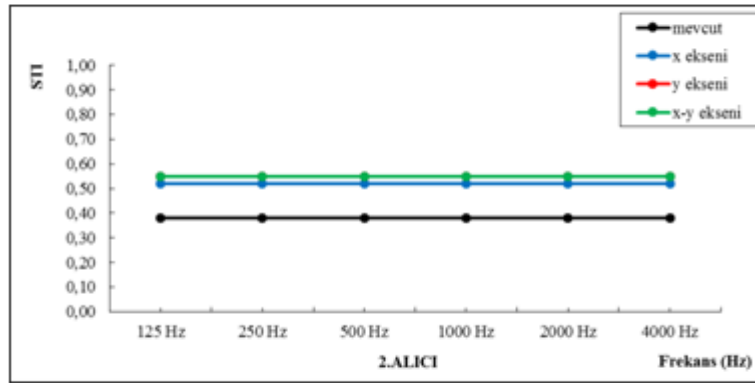
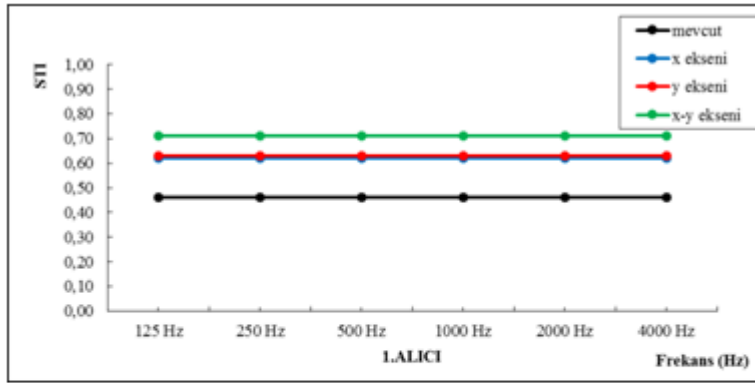
Şekil 3.55. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen ortalama STI değerleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1. Alıcıya, 2. Alıcıya ve 3. Alıcıya ilişkin STI değerleri Şekil 3.56'da yer almaktadır. Bütün alıcıların mevcut durumları dikkate alındığında en yüksek STI değeri 1. Alıcıda (0,46), en düşük STI değeri ise 2. Alıcıda (0,38) elde edilmiştir.

Atölyenin tavan yüzeyinde x ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,62, 2. Alıcıda 0,52 ve 3. Alıcıda 0,52 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.56). Elde edilen STI değerleri, 1. alıcı için iyi düzeyde, 2. ve 3. Alıcılar için orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,63, 2. Alıcıda 0,55 ve 3. Alıcıda 0,56 olarak elde edilmiştir (Şekil 3.56). Elde edilen STI değerleri, 1. alıcı için iyi düzeyde, 2. ve 3. Alıcılar için orta düzeydedir (Tablo 1.3).

Atölyenin tavan yüzeyinde x-y ekseni yönünde yerleştirilen ses yutucu paneller ile STI değeri 1. Alıcıda 0,71, 2. Alıcıda 0,55 ve 3. Alıcıda 0,61 olarak veriler elde edilmiştir (Şekil 3.56). Elde edilen STI değeri, 1. ve 3. alıcılar için iyi düzeyde, 2. alıcı için orta düzeydedir (Tablo 1.3).



Şekil 3.56. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde 1., 2. ve 3. alıcılar için elde edilen STI değerleri

Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametre değerleri (T30, EDT, D50 ve STI) Tablo 3.7’de yer almaktadır.

Tablo 3.7. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için elde edilen sesin nesnel parametre değerleri ve kabul edilen optimum değer aralılar

Parametreler	Alıcılar	mevcut	x eksen	y eksen	x-y eksen	Optimum Değerleri
T30	Ortalama	2,66	1,46	1,52	1,39	≤ 2
	1. Alıcı	2,66	1,64	1,49	1,22	
	2. Alıcı	2,64	1,51	1,59	1,31	
	3. Alıcı	2,62	1,58	1,48	1,4	
EDT	Ortalama	2,78	1,15	1,21	0,78	≤ 2
	1. Alıcı	2,72	1,19	1,26	0,8	
	2. Alıcı	2,71	1,39	1,37	0,92	
	3. Alıcı	2,59	1,37	1,28	0,99	
D50	Ortalama	0,33	0,64	0,65	0,79	≥ % 50
	1. Alıcı	0,41	0,7	0,74	0,86	
	2. Alıcı	0,22	0,55	0,61	0,77	
	3. Alıcı	0,31	0,53	0,61	0,72	
STI	Ortalama	0,46	0,59	0,58	0,65	1,00-0,75 Mükem.
	1. Alıcı	0,46	0,62	0,63	0,71	0,75-0,60 İyi
	2. Alıcı	0,38	0,52	0,54	0,55	0,60-0,45 Orta
	3. Alıcı	0,4	0,52	0,56	0,61	0,45-0,30 Zayıf 0,30-0,00 Kötü

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Trabzon İli'nde yer alan Arsin Organize Sanayi Bölgesindeki farklı sektörlerde faaliyetlerde bulunan fabrikaların atölyeleri akustik açıdan incelenmiş ve sesin nesnel parametreleri bilgisayar simülasyon yöntemi ile elde edilerek değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler EDT, T30, D50 ve STI parametreleri üzerinden yapılmıştır. Öncelikle belirlenen yedi adet atölyenin mevcut durumuna ilişkin ortalama ve üç adet alıcı noktası için sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sesin nesnel parametre değerleri kabul edilen optimum değerler ile karşılaştırılmıştır. Atölyelerde sesin nesnel parametrelerine ait elde edilen ortalama değerler ile akustik açıdan atölyelerin genel durumuna ilişkin inceleme yapılmıştır. Farklı konumlardaki alıcı noktalarda elde edilen nesnel parametre değerleri aracılığı ile atölyelerin farklı alanlarındaki akustik değişimler incelenmiş ve atölyelerin mevcut durumlarının sesin anlaşılabilirliği açısından yetersiz oldukları tespit edilmiştir. Yapılan tespitler sonucunda, tüm atölyeler için tavan yüzeylerinde akustik açıdan iyileştirme yapılması önerilmiştir.

Atölyelerin iç mekânlarındaki akustik performanslar her bir atölyeye ait elde edilen T30 parametresine göre değerlendirilmiştir. Talaşlı İmalat Atölyesi, Makina Montaj Atölyesi, Plazma Kesim Atölyesi, Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi, Boya Atölyesi, PVC Değirmen Atölyesi, Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi mevcut durumları açısından değerlendirildiğinde orta frekanslarda elde edilen T30 değerlerinin kabul edilen optimum değerlerin oldukça üstünde olduğu belirlenmiştir. Reverberasyon süresinin kabul edilen optimum değerlerden yüksek çıkması, atölyelerin içerisindeki sesin uzun yankılanmasına, dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Eni ve boyu yüksekliğine göre daha büyük boyutlara sahip olan mekânlarda tavan yüzeyinde yer alan ses yutucular daha etkili olmaktadır.

Reverberasyon süresinin yüksek değerlerde elde edildiği tüm atölyelerin tavan yüzeylerinde asılı ses yutucu paneller kullanılması ve tavan yüzeyinde akustik sıva kullanılmasıyla tavan yüzeylerinin ses yutma katsayı değerleri artırılmıştır.

Talaşlı İmalat Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksenine yönünde, y eksenine yönünde ve x-y eksenine yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı noktasında kabul edilen optimum değer

aralığına ulaşmıştır. Kaynak - Montaj Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. Plazma Kesim Atölyesinin mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve 1., 2. Alıcılarda kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. 3. Alıcıda tavan yüzeyinde x ve x-y eksenlerin yönünde ses yutucu panellerin kullanılması durumunda T30 değerleri kabul edilen optimum değer aralığında elde edilmiştir. Tavan yüzeyinde y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin kullanılması durumunda ise optimum değere yaklaşılmıştır. Bunun nedeni ise y eksen yönünde ses yutucu panellerin kullanımı ile mekan içerisinde bulunan yutucu alanının, x ve x-y eksen yönünde ses yutucu panel kullanılması durumundaki yutucu alandan daha az olması ve 3. alıcının ses kaynağına en uzak noktada konumlanmasıdır. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. Boya Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durumu incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyinde akustik sıva kaplanması ile tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kısmına akustik sıva kaplanması durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. PVC Değirmen Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. Fındık Fabrikası Üretim

Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde T30 değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen T30 değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır.

Talaşlı İmalat Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. Kaynak - Montaj Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. Plazma Kesim Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve 1., 2. Alıcılarda kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. 3. Alıcıda tavan yüzeyinde x ve x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin kullanılması durumunda EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığında elde edilmiştir. Tavan yüzeyinde y eksen yönünde ses yutucu panellerin kullanılması durumunda ise optimum değere yaklaşmıştır. Bunun nedeni ise y eksen yönünde ses yutucu panellerin kullanımı ile mekân içerisinde bulunan yutucu alanının, x ve x-y eksen yönünde ses yutucu panel kullanılması durumundaki yutucu alandan daha az olması ve 3. Alıcının ses kaynağına en uzak noktada konumlanmasıdır. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x eksen yönünde, y eksen yönünde ve x-y eksen yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. Boya Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde

EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyinde akustik sıva kaplanması ile tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kısmına akustik sıva kaplanması durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır. PVC Değirmen Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durumu incelendiğinde EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x ekseni yönünde, y ekseni yönünde ve x-y ekseni yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için mekanın genel ortalaması ve her bir alıcı için mevcut durum incelendiğinde EDT değerlerinin orta frekanslarda kabul edilen optimum değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Atölyede tavan yüzeyine x ekseni yönünde, y ekseni yönünde ve x-y ekseni yönlerinde ses yutucu panellerin yerleştirilmesi durumları ile elde edilen EDT değerleri ortalama olarak ve her bir alıcı için kabul edilen optimum değer aralığına ulaşmıştır.

Atölyeler için, elde edilen D50 ve STI parametreleri sesin anlaşılabilirliğinin belirlenmesindeki en önemli göstergelerdendir. D50, tüm atölyelerin mevcut durumlarında kabul edilen optimum değerinin altında elde edilmiştir. Tavan yüzeylerinde yapılan iyileştirme ile; Makine Montaj Atölyesinde, Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde, Boya Atölyesinde, PVC Değirmen Atölyesinde ve Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde genel ortalama değerler ve tüm alıcılarda 1000 Hz'deki D50 değerleri kabul edilen optimum düzeyde elde edilmiştir. Talaşlı İmalat Atölyesinde ve Plazma Kesim Atölyesinde ise sadece 3. Alıcı noktalarda, kabul edilen optimumun altında değerler elde edilmiştir.

Atölyelerin mevcut durumlarında elde edilen STI değerlerinin ise; PVC Değirmen Atölyesi ve Fındık Fabrikası Üretim Atölyesi için orta düzeyde, diğer fabrikalar için ise zayıf düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Tavan yüzeyinde yapılan iyileştirmeler ile Talaşlı İmalat Atölyesi için tüm senaryolarda STI değerleri orta düzeyde elde edilmiştir. Makina Montaj Atölyesinde tavan yüzeyinde y ekseni yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumda STI değerleri orta, tavan yüzeyinde x ve x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlarda ise iyi düzeyde elde edilmiştir. Plazma Kesim Atölyesinde tavan yüzeyinde x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumda STI değerleri iyi, tavan yüzeyinde x ve y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlarda ise orta düzeyde elde edilmiştir. Ahşap Fabrikası Üretim Atölyesinde tüm

durumlarda STI değerleri iyi elde edilmiştir. Boya Atölyesinde tavan yüzeyinin tamamının akustik sıva ile kaplı olması durumunda STI değerleri orta, tavan yüzeyinin tamamı ve tavan yüzey kotunun altında duvar yüzeyinin 0,70 m' lik kısmın akustik sıvayla kaplanması durumunda ise iyi düzeyde elde edilmiştir. PVC Değirmen Atölyesinde tavan yüzeyinde y eksenini yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumda STI değerleri orta, tavan yüzeyinde x ve x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlarda iyi düzeyde elde edilmiştir. Fındık Fabrikası Üretim Atölyesinde tavan yüzeyinde x-y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumda STI değerleri iyi, tavan yüzeyinde x ve y eksenleri yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlarda orta düzeyde elde edilmiştir.

T30 ve EDT değerlerinin kabul edilen optimum değerden oldukça yüksek olması, D50 ve STI parametrelerinin düşük değerlerde olmasına, dolayısıyla atölyelerdeki sesin anlaşılabilirliğinin yetersiz olmasına neden olmuştur. Atölyelerin her biri için hazırlanmış olan tavan yüzeylerindeki iyileştirme senaryoları ile T30 ve EDT değerlerinde düşüş sağlanırken D50 ve STI değerlerinde ise artış sağlanmıştır. Tavan yüzeyinde x-y eksenini yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumda atölyenin toplam ses yutucu malzeme alanı, x eksenini yönünde ve y eksenini yönünde ses yutucu panellerin yerleştirildiği durumlara göre daha fazladır. Dolayısıyla da özellikle x-y eksenini yönünde ses yutucu panellerin kullanılması durumunda, atölyelerdeki sesin anlaşılabilirliğinde iyileşmenin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut sanayi yapılarında sesin anlaşılabilirliğinin iyileştirilmesi ve gürültü kontrolü yapılması sanayi yapısı içindeki üretimin devam etmesinden dolayı daha güç ve daha masraflı olmaktadır. Bu nedenle yeni yapılacak sanayi yapılarında proje ile birlikte kapsamlı çözümler yapılmalıdır. Sanayi yapısı tasarlanırken ön planlamanın iyi yapılması, atölyelerin akustik projelerinin hazırlanması hatta simülasyon programları yardımıyla mekanların modelleri yapılarak seçilecek olan yüzey malzemelerin uygunluğunun denetlenmesi gerekmektedir.

Sanayi yapıları tasarlanırken, hacmin fonksiyonuna uygun akustik tasarım kriterleri ile birlikte bir bütün olarak değerlendirilmesi mekân için ilerde oluşabilecek sorunların engellenmesini ve iş gücü kaybının önlenmesini sağlayacaktır.

Çalışma hayatının her alanında çalışanlar, yapılan işin doğasına göre sağlık ve güvenliklerini tehdit eden risk faktörlerine maruz kalmaktadırlar. Bu risklerden biri de

gürültü maruziyetidir. Çalışma alanlarında gürültünün varlığı meslek hastalığı, iş kazası, iş performansının düşmesi vb. gibi riskleri ortaya çıkarmaktadır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile ilgili yönetmelikler çerçevesinde işveren; çalışanların sağlığını ve güvenliğini dolaylı etkileyen her bir riski (kaza riskini azaltmak için dikkat edilmesi gereken gürültü, uyarı sinyali ve diğer sesler arasındaki etkileşimler vb.) değerlendirirken özellikle dikkatli olmalıdır.

Sanayi yapılarında sesin anlaşılabilirliğinin artırılması, gürültünün azaltılması dolayısıyla da çalışanların fizyolojik ve psikolojik olarak olumlu etkilenmesi hedeflenmelidir.

Çalışma kapsamında, atölyelerde sesin anlaşılabilirliğini artırmaya yönelik iyileştirme önerilerinde sadece tavan yüzeyinde yapılan düzenlemelere yer verilmiştir. İlerde atölyelerin duvar ve zemin yüzeylerinde de iyileştirme önerileri yapılmalıdır.

Yaptığımız çalışma esnasında sanayi yapılarında sesin işitsel algısını ölçmek amacıyla kullanılan sesin nesnel parametrelerine ilişkin ne bir yönetmelik ne de yapılan çalışmalarda rastlanmamıştır. Bundan dolayı gelecekte sanayi yapılarındaki atölyelerde optimum reverberasyon süresine ilişkin çalışmalar yapılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Abdülrahimov, R.,2005. Salonların Akustiği ve Tasarımı, Trabzon.
- Adeleke E., 2018. Nijeryalı Üretim Şirketleri Örneğinde Gürültü Analizi ve Çevre Yükü, Journal of Cleaner Production, 172, 1800-1806.
- Akgün, E.,1992. Türkiye'deki Endüstri Yapılarının Strüktürel Gelişimi ve İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aktı N.,2014. Daire Planlı ve Kubbe Bitişli Çok Amaçlı Salonlarda Akustik Performansın Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla Simülasyon Programında İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alagöz Çaputçu M., 2009. Sanayi Yapıları Planlama Sorunları ve Çözüm Önerileri, Konya III. Organize Bölgesinde Üretim Alanında Faaliyet Gösteren Orta Ölçekli Sanayi Yapıları Örneklemleri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya.
- Ali S.A.,2011. Mısır'da Endüstriyel Gürültü Seviyeleri ve Sıkıntıları, Applied Acoustics 72, 4, Mart, 221-225.
- ANSI (American National Standards Institute) S12.60–2002. Acoustical Performance Criteria, Design and Requirements and Guidelines for Schools, National Standard, United States of America.
- Atmaca E., 1997. Sivas'ta Trafik ve Endüstriden Kaynaklanan Gürültü Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Barron, M., 1993. Auditorium Acoustics and Architectural Design, E & FN Spon, Londra.
- Barron, M., 1999. Late Lateral Energy Fractions and The Envelopment Question in Concert Halls, Applied Acoustics, 62, 2, 185-202.
- Barron, M., 2010. Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, Spon Press, London and New York, USA.
- BB93, 2015. Acoustic desing of schools performance standarts, government publications, UK.
- Beranek, L.L., 1962. Music, Acoustics and Architecture, John Wiley&Sons Inc., New York: Wiley.
- Beranek, L., 1996. Concert and Opera Halls: How They Sound, Acoustical Society of America, New York.
- Bayülgen, C., 1993. Çağdaş Strüktür Sistemleri, YTÜ Yayını, İstanbul.

- Bozkurt S.T., 2010. Endüstriyel Gürültü Haritalarının Hazırlanması İstanbul'da Bulunan DES Sanayi Sitesi ve Yakın Çevresi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Chatillon J., 2007. Endüstriyel Salonlarda Kaynak Direncinin Gürültü Düzeylerine Etkisi: Simülasyon ve Deneyler, Applied Acoustics, 68, 6, 682-698.
- Christensen, C.L., 2009. Odeon Room Acoustics Program Version 10.1 Industrial, Auditorium and Combined Editions, Odeon A/s, Denmark.
- Cowan, J., 2000. Architectural Acoustics Design Guide, McGraw-Hill, USA.
- Çalışkan M. ve Sü Z., 2007. Acoustical Design and Noise Control in Metro Stations: Case Studies of the Ankara Metro System, Article in Building Acoustics , 231-249, 2007.
- Çalışkan M. ve Sü Gül Z., 2014. The Acoustic Design Process for the Auditorium at the Heydar Aliyev Center Article · Yapı Dergisi ,388,144-150, Mart.
- Conetta R., Shield B., Cox T., Mydlarz C., Dockrell J., Connolly D., 2012. Acoustics of indoor sports halls and gymnasia, researchGate.
- Dal U.,2010. Petrol Endüstrisindeki Bir Tesiste Mesleki Gürültüye Maruziyetin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demir A., 1997. Sanayide Gürültü Kontrolü ve Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demirkale, S.Y., 2007. Çevre ve Yapı Akustiği mimar ve Mühendisler için El Kitabı, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Dülgeroğlu, E.,1972. Türkiye’de Organize Sanayi Bölgeleri, 1972 Türkiye Sanayi Kongresi, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Makine Mühendisler Odası, 8-10s..
- Doelle, L.J., 1972. Environmental Acoustics, MacGraw Hill, New York.
- Egan, M. D., 1988. Architectural acoustics. New York: McGraw-Hill.
- Ege F., 2004. Tekstil İşletmelerinde Gürültü Sorunu ve Çözüm Önerileri Çukurova Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Engür A.İ., 2004. Endüstriyel Gürültü Ve Gürültü Kontrolü, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Erol, H. B., 2006. İç Mekanda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gade, A.C., 1989. Acoustical Survey of Eleven European Concert Halls, Denmark: The Acoustics Laboratory, Technical University of Denmark, Report No.44.

- Gören A., 2015. Planya Makinesinde İşleme Ve Malzeme Özelliklerinin Gürültü Seviyesine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gürkan N., 2013. At Nalı Plan Tipi Salonların Konser ve Opera İşlevlerinde Akustik Tasarım Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Heerwagen, D., 2004. Passive and Active Environmental Controls: Informing the Schematic Designing of Buildings. New York: McGraw-Hill.).
- ISO 3382-1, 2009. Acoustics – Measurement of Room Acoustic Parameters, Part 1: Performance Spaces.
- ISO 3382-2, 2009. Acoustics – Measurement of Room Acoustic Parameters, Part 2 : Reverberation Time in Ordinary Rooms.
- İlban, B., 2015. Trabzon ve Rize’de Yer Alan Tarihi ve Modern Cami Örneklerinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemi İle Akustik Açından Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- İlgürel M.N., 2003. Sanayi Yapılarının Mimarisinde Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İlgürel M.N. ve Şerefhanoglu Sözen M., 2005. Değişik Sanayi Kuruluşlarında Gürültünün Nesnel, Öznel ve Yönetmelikler Bağlamında İncelenmesi, YTÜ Mim. Fak. e-Dergisi 1, 1, 9-17.
- İlgürel M.N., 2009. Sanayi Yapılarının Tasarımında Gürültünün Bir Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi Yöntem Geliştirilmesi Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karabiber, Z., 1992, Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karaman Ö., ve Üçkaya N., 2015. Eğitim Mekanlarında Akustik Konfor: Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Örneği, MEGARON, 10(4):503-521.
- Kavraz M., 2006. Mekanlarda Gürültü Kaynağı ile Alıcı Arasına Yerleştirilen Engellerle Gürültü Kontrolü Üzerine Bir Çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kavraz M. ve Abdülrahimov R., 2006, "Konferans Salonlarının Akustik ve Aydınlatma Açısından İncelenmesi", Tasarım Dergisi, ss.120-122.
- Kavraz M. ve Abdülrahimov R., "Abdülrahimov, R., 2007. Noise Control in Industrial Zones and in Inner Spaces of Industrial Buildings", Livable Environments & Architecture International Congress, Temmuz, Trabzon, Türkiye, 5-7 Bildiriler Kitabı, 985-995.
- Kavraz M., 2008. "Endüstri Yapılarının İç Mekanlarında Gürültü Kontrolü", 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, Ekim- Kasım, Trabzon, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 148-155.

- Kavraz M., Abdülrahimov R., 2008. "Değişik Biçimli Akustik Engellerle İmalathanelerde Gürültü Kontrolünün İncelenmesi", IV. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Kasım, İstanbul, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 256-267.
- Kaya A., 1998. Trabzon Ve Çevresindeki Fabrikalarda Gürültü Seviyelerinin İncelenmesi Ve Gürültü Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kepçeoğlu E.H., 2002. Tekstil Sanayinde Gürültü Denetimi ve Bir Örnek İnceleme, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurt N., 2006. Açık Planlı Ofislerde Akustik Konfor Parametrelerinin Analizi ve Bir Örnek Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurra S., 2009. Çevre Gürültüsü ve Yönetimi. Butech, İstanbul.
- Kuttruff, H., 2009. Room Acoustics, Fifth Edition, Taylor & Francis, New York.
- Long, M., 2006. Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press, USA.
- Mehta, M., Johnson, J., Rocafort, J., 1999, Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice Hall, New Jersey.
- Özçevik A., ve Yüksel Can Z., 2011. "İşitsel Peyzaj Kavramı ve Kapalı Mekanların Akustik Konfor Değerlendirmesinde Kullanılabilirliği" Megaron, 52-59.
- Özer, M., 1979. Yapı akustiği ve ses yalıtımı. İstanbul: Arpaz Matbaacılık.
- Rossing, T.D., 2007. Springer Handbook of Acoustics, Springer Science+Business Media. New York, USA.
- Sirel, Ş., 1974. Yapı Akustiği I – Temel Bilgiler, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları, İstanbul.
- Sirel, Ş., 1981. Hacim Akustiğinde Yansıma Süresi, Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, İDMMA Basımevi, İstanbul.
- Taştan Bozgun S., 2008. Sanayi Tesislerinde Gürültünün Modellenmesi ve Değerlendirilmesi Boru Fabrikası Örneği , Yıldız Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Trabzon B.Bld., 2018. Trabzon Arsin İlçesi Organize Sanayi Bölgesi Hali Hazır Harita Trabzon Büyükşehir Belediyesi Etüd ve Projeler Dairesi Başkanlığı/ Trabzon.
- Ulusoy G., 2014. Çok Amaçlı Kullanımlar İçin Tip Spor Salonlarının Akustik Niteliklerinin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara.
- Ulusoy H.E., 2015. Sanayi Yapıları Plan Şemalarının Değişim Süreci - Konya Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Uysal N.,2015. Camilerde Mimari Akustik Tasarım Kriterleri ve Bir Örnek Çalışma: Hasan Tanık Camii, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Velioglu, Ü.,1992. Endüstri Yapılarında Mimari Planlama İlkeleri ve Ülkemizdeki Başlıca Örneklerin Bu İlkeler Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bil. Ens., İstanbul.
- Yerli, C., 2015. Farklı Anlayışlarla Tasarlanmış Eğitim Alanlarındaki Sınıfların Hacim Akustiği Yönünden Değerlendirilmesi; Doğa Koleji Çukurambar ve İMKB Alparslan Ortaokulu Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yügrük, 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.
- Yüksel Can, Z., Yapı Fiziği 2 Ders Notları, İstanbul, 2010.
- URL-1 Akustik biliminde kullanılan terimler, <http://www.haliccevre.com>, 25.04.2019
- URL-2 <http://uzmzysmn.blogspot.com/2012/04/frekans-ve-genliknedir.html> 25.04.2019
- URL-3 www.yildiz.edu.tr/~ilkorur/1.ppt /08/03/2019
- URL-4 <https://www.biyolojiunlugu.com/forum/index.php?/topic/240/> 09.05.2019
- URL-5 <https://www.sozenlerormanurunleri.com/index.php/30.01.2019>
- URL-6 <https://krauss.com.tr/> 30.01.2019
- URL-7 <http://www.gordon-inc.com/acoustics/ceilings/baffles/> 03.01.2019
- URL-8 https://cds.cern.ch/record/1251519/files/978-3-540-48830-9_BookBackMatter.pdf
)/ 15.12.2018
- URL-9 https://cds.cern.ch/record/1251519/files/978-3-540-48830-9_BookBackMatter.pdf
15.12.2018

ÖZGEÇMİŞ

08.02.1988 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve ortaokul eğitimini Org. Eşref Bitlis İlköğretim Okulu'nda, lise eğitimini Bahçelievler Kocasinan Lisesi'nde tamamladıktan sonra 2004 yılında Yakınoğu Üniversitesi Mimarlık Bölümünü kazandı ve 2009 yılında mezun oldu. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı yıl farklı firmalarda meslek hayatına başladı. 2011-2014 yılları arasında Giresun Üniversitesi Yapı işleri Dairesi Başkanlığı'nda çalıştı. 2014-2017 yılları arasında Trabzon Büyükşehir Belediyesi Yatırım İnşaat Dairesi Başkanlığında çalıştı. 2017 yılından beri Trabzon Büyükşehir Belediyesi bünyesinde Etüd ve Projeler Dairesi Başkanlığında çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk annesi olan Kara orta derecede İngilizce bilmektedir.