MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LABORATUVAR ORTAMLARINDA GÜRÜLTÜ VE TİTREŞİM

Dersim GEZİCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İş Güvenliği Anabilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Uğur YAHŞİ

İSTANBUL, 2023

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LABORATUVAR ORTAMLARINDA GÜRÜLTÜ VE TİTREŞİM

Dersim GEZİCİ

(896420008)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İş Güvenliği Anabilim Dalı

İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Uğur YAHŞİ

İSTANBUL, 2023

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans/Doktora Öğrencisi Dersim GEZİCİ'nin "Laboratuvar Ortamlarında Gürültü ve Titreşim" başlıklı tez çalışması, 04/10/2023 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Adı SOYADI (Uğur YAHŞİ)
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Doç.Dr. Adı SOYADI (Üye) Doç. Dr. Murat ERDEM
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Dr. Öğr. Üyesi Adı SOYADI (Üye) Dr. Öğr. Üyesi Cengiz OKAY
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 04/10/2023 tarih ve ……. sayılı kararı ile Dersim GEZİCİ'nin İş Güvenliği Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Programında Yüksek Lisans/Doktora derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Adı SOYADI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans/Doktora Öğrencisi Dersim GEZİCİ'nin "Laboratuvar Ortamlarında Gürültü ve Titreşim" başlıklı tez çalışması, 04/10/2023 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Adı SOYADI (Uğur YAHŞİ)
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Doç.Dr. Adı SOYADI (Üye) Doç. Dr. Murat ERDEM
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Dr. Öğr. Üyesi Adı SOYADI (Üye) Dr. Öğr. Üyesi Cengiz OKAY
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 04/10/2023 tarih ve ……. sayılı kararı ile Dersim GEZİCİ'nin İş Güvenliği Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Programında Yüksek Lisans/Doktora derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Adı SOYADI

ÖNSÖZ

Çalışmalarım konusunda bana emek verip yön gösteren güzel aydın fikirleriyle ışık tutan, tezimin her aşamasında bana değerli zamanını ayıran yaptığım araştırmaların her döneminde öneri, bilgi ve her türlü yardımı esirgemeyerek engin fikirleriyle gelişmeme büyük katkısı olan sayın Prof. Dr Uğur Yahşi hocamıza ve tüm Marmara Üniversitesi ailesine, cihazları bulma konusunda yardımcı olan Çözüm Kontrol Firması müdürü Murat Gök'e, Ergun Şengör'e, Şerafettin Taşdelen'e ve çalışmalarım kapsamında destek sağlayıp emek veren Prof. Dr Bülent Çakmak hocamıza ve Prof. Dr. Mustafa Tepe hocamıza ve Öğr. Gör. Ümit Çiçeklioğlu hocamıza ve TUAM uzmanı Soner Bati hocamıza son olarak da hayatımın her aşamasında olduğu gibi eğitim hayatımın bu döneminde de yanımda oldukları, her türlü olanak ve desteği sağladıkları, sabırlı ve anlayışlı tutumları için anne ve babama en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ i
İÇİNDEKİLER ii
ÖZET x
ABSTRACT xi
SEMBOLLER xii
KISALTMALAR xv
ŞEKİLLER LİSTESİ xvi
TABLOLAR LİSTESİ xxix
1. BÖLÜM GİRİŞ 1
1.1. Araştırmanın Amacı 1
1.2. Gürültünün Dünya Çapındaki Önemi 3
1.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Etmenleri 6
1.4. Ses ve gürültü 7
1.5. Sesin Fiziksel Özellikleri 9
1.5.1. Ses Frekansı (Hz) 10
1.5.2.Genlik 11
1.5.3. Periyot 12
1.5.4. Dalga boyu(λ) 13
1.5.5. Hız (velocity) 14
1.5.6. Ses Basıncı 16
1.5.7. Ses Şiddeti 16
1.5.8. Ses Enerjisi ve Ses Yoğunluğu 18
1.5.9. Ses Gücü 19
1.6. Desibel Skalası ve Ses Düzey Parametreleri 19
1.6.1. Desibel Kavramı 19
1.6.2. Ses Basınç Düzeyi (dB) 21
1.6.3. Ses Gücü Düzeyi 23
1.6.4 Ses Basıncı, Ses Şiddeti ve Ses Gücü Arasındaki İlişki 24
1.7. Düzlemsel Ses Dalgaları 25
1.7.1. Harmonik Ses (arı ses) 26
1.7.2. Periyodik Ses (en az iki saf tonun birleşimi) 26

1.7.3. Karmaşık Ses (kompleks gelişi güzel) 26
1.8. Faz Farkı 28
1.9. Kompleks (Karmaşık) Dalgalar 29
1.10. Harmonik Olmayan Ses Dalgaları 30
1.11. Gürültü Kaynakları 30
1.11.1. Noktasal Gürültü Kaynakları 30
1.11.2. Çizgisel Gürültü Kaynakları 31
1.11.3. Düzlemsel/Alansal Gürültü Kaynakları 32
1.12. Ses Dalgası Çeşitleri 33
1.12.1. Küresel Ses Dalgaları 33
1.12.2. Silindirik Ses dalgaları 34
1.12.3. Düzlemsel Ses Dalgaları 35
1.13. Sesin Yayılma Ortamındaki Engellerin Etkileri 35
1.13.1. Sesin Yansıması 35
1.13.2. Saçılma Olayı 37
1.13.3. Sesin Yutulması 37
1.13.4. Sesin Kırılması 39
1.13.5. Sesin Geçmesi 40
1.14. Sesin Psikoakustik Özellikleri 41
1.14.1.Perde 41
1.14.2. Frekans Perde İlişkisi 42
1.14.3. Yankı 42
1.14.4. Tını 43
1.14.5. Gürlük 43
1.15. Gürültü Ölçümleri ve Gürültü Değerlendirme Kriterleri 45
1.15.1. Gürültünün Sınıflandırılması 45
1.16. Farklı Gürültü Türleri 48
1.16.1. Güneş Gürültüsü 48
1.16.2. Kozmik Gürültü 48
1.17. Gürültü Değerlendirme Kriterleri 48
1.17.1. Gürültü ölçüm parametreler 48
1.17.2. Oktav Bantları ve Gürültünün Frekans Dağılımı 49

1.17.3. Third-octave Band Filtreler 52
1.17.4. Gürültü Ölçümleri 53
1.17.5 Frekans Analizi 53
1.17.6. Frekans Analizi Yorumları 53
1.17.7. Frekans Analizörü 55
1.17.8. Zaman Ağırlıklamaları 57
1.17.9 Frekans Ağırlık Şebekeleri 58
1.17.10. Sound Level meter 60
1.17.11. Gürültü Doz Ölçer 63
1.18. Ölçümlerde Genel Olarak Bulunması Gereken Parametreler 64
1.18.1. Eşdeğer Sürekli Gürültü Seviyesi (Leq) 64
1.18.2. Ses Etkilenim Seviyesi (SEL, LE) 65
1.18.3. Maksimum ve Minimum Gürültü Seviyeleri 68
1.18.4. Çevresel gürültünün rahatsızlık seviyesi 69
1.19. Gürültünün Etkileri 71
1.19.1. İşitme Anatomisi 73
1.19.2. Gürültünün Konuşma Ve Kelime Anlama Üzerindeki Etkileri 77
1.19.3. Gürültünün İş Verimi Üzerindeki Etkileri 79
1.19.4. Gürültünün Psikolojik Etkileri 81
1.19.5. Gürültünün Uyku Üzerindeki Etkileri 82
1.19.6. Gürültünün Fizyolojik Etkileri 83
1.19.7. Gürültü ve Çalışma Saatleri 86
1.19.8. Gürültünün Sosyal Çevreye Etkileri 87
1.20. Titreşim 89
1.21. Titreşimle İlgili Parametreler 90
1.21.1. Titreşimin Özellikleri 90
1.21.1.1 Titreşim genliği 91
1.21.1.2. Titreşim frekansı 91
1.21.1.3. İvme 93
1.21.1.4. Titreşimin Süresi 94
1.21.1.5. Rezonans 94
1.21.1.6. Titreşimin Bedene Etki Noktası 95

1.21.2. El- Kol Titreşimi ve Tüm Vücut Titreşimi 96
1.21.3. Titreşim Ölçerler 96
1.21.4. Titreşim Ölçümleri ile İlgili Genel Faktörler 100
1.21.5. Mekanik Titreşimlerin Ölçülmesi ve Sınır Değerleri 101
1.22. Titreşimin Etkileri 107
1.22.1. Yapı Üzerindeki Etkileri 107
1.22.1.1. Hasar Oluşumu 107
1.22.1.2. İşlev 108
1.22.1.3. Hassasiyet Gerektiren Çalışma Alanları 108
1.22.1.4. Özel Nitelikli Yapılar 109
1.22.2. Kullanıcılar Üzerindeki Etkileri 111
1.22.2.1. Hastalık 111
1.22.2.2. Konfor 112
1.22.2.3. Standartlar 114
1.23. İlgili Literatür Taramaları 115
1.24. İç Mekân Hacim Akustiği Parametreleri 125
1.24.1. Arka Plan Gürültüsü 125
1.24.2. Yankı Süresi (Reverbrasyon Time T60) 125
1.24.3 Yansışım Süresi (Rt60) 126
1.25. Yapı Mimarisi 128
1.25.1 Bina İçinde Yapılan Ölçümler 129
1.25.2. Sesin Geçmesi 130
1.25.3. Sesin Cidar Titreşimi İle Geçmesi 131
1.25.4. Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımı 132
1.25.5. Duvarlarda Ses Yalıtımı 133
1.25.6. Döşemelerde Ses Yalıtımı 134
1.26.7. Asma Tavanda Ses Yalıtımı 135
1.26.8. Kapı ve Pencerelerde Ses Yalıtımı 135
1.27. Yapılarda Gürültü Sorunu ve Denetimi 138
1.27.1. Doguş Şekline Göre Gürültü Kaynakları 139
1.27.1.1. Yapı Dışı gürültüleri (kent gürültüsü) 139
1.27.1.2. Yapı İçi Gürültüleri 139

1.28. Gürültü Denetimi 139
1.28.1. Gürültünün Kaynakta Denetimi 139
1.28.2. Gürültünün Kaynakla-Alıcı Denetimi 140
1.28.3. Gürültünün Alıcıda Denetimi 140
1.29. Gürültü Kontrolü 141
1.29.1. Kaynakta Gürültü Kontrolü 143
1.29.2. Yayılma Alanında Gürültü Kontrolü 144
1.29.3. Aktif Olarak Uygulanan Gürültü Kontrol Yöntemleri 144
1.29.3.1. Planlama ve Bakım ile Gürültü Kontrolü 144
1.29.3.2. Ses Yutucu Malzeme İle Gürültü Kontrolü 145
1.29.3.3. Gürültü Kaynağının Örtülmesiyle Gürültü Kontrolü 147
1.29.3.4. Hava Kanallarında Ses Yalıtıcı ve Ses Yutucu Malzeme İle Gürültü Kontrolü 151
1.29.3.5. Bariyerlerle Gürültü Kontrolü 152
1.29.3.6. Susturucularla Gürültü Kontrolü 153
1.29.4. Algılama Noktasında Gürültü Kontrolü 155
1.29.4.1. Kulak Koruyucularıyla Gürültü Kontrolü 155
1.30. Titreşim Maruziyetini Azaltmak İçin Makineler Üzerine Uygulanabilecek Yöntemler 160
1.31. Gürültü ve Titreşimi Engellemek İçin Çözümü İçin Yaklaşımlar 161
1.32. Yasal Mevzuat 168
1.32.1. Avrupa Birliği Gürültü Direktifi 169
1.32.2. Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik..... 172
2. BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM 185
2.1. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24 185
2.2. Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi'nde 17.03.2023 tarihinde gürültü maruziyetinin 2 dk.lık ölçümlerde gürültü ve 1 dk.lık ölçümlerde titreşim değerlerinin ölçüldüğü makineler 188
2.2.1. Ölçüm Yapılan Makineler 188

2.3. Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'de Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazının Özellikleri 196
2.4. Metot 198
2.4.1. Ahşap Atölyesi B 24 İçin Ölçüm Yöntemi 198
2.5. Gürültü ve Titreşim Ölçüm Yöntemi 202
2.6. Sessiz İç Ortam Gürültü Ölçümü 203
2.7. Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi'nde 14.12.2022 tarihinde aldığımız 30 sn.lık ölçümlerde gürültü ve titreşim değerlerinin ölçüldüğü makineler 203
2.7.1. Gürültü Ölçümü Yapılan Makineler 203
2.8. Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'de 30 Saniyelik Ölçümler İçin Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazı 208
2.9. Metot 209
2.10. İç Ortam Gürültü Ölçümü Yöntemi 209
2.11. Ölçümü Yöntemi 209
2.12. A Kamu Kurumundaki Laboratuvarlar 210
2.12.1. 1 Nolu Laboratuvar 210
2.12.1.1. 1 Nolu Labortuvarda Gürültü ve Titreşim Ölçümü Alınan Makineler 210
2.12.2. 2 Nolu Laboratuvar 214
2.12.2.1. 2 Nolu Laboratuvarda Gürültü ve Titreşim Ölçümü Alınan Makine 214
2.12.3. 3 Nolu Laboratuvar 214
2.12.3.1. 3 Nolu Laboratuvarda Gürültü ve Titreşim Ölçümü Alınan Makineler 214
2.13. A Kamu Kurumunda Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazları 216
2.13.1. Brüel&Kjaer (Nærum-Denmark) Ölçüm Düzeni 216
2.14. Ölçüm Metodu 219
2.15. Gürültü Yöntemi 219
2.16. B Kamu Kurumundaki Laboratuvarlar 221
2.16.1. 4 Nolu Laboratuvar 221

2.17. B Kamu Kurumundaki Araştırma Laboratuvarı 224
2.27.1. 5 Nolu Laboratuvar 225
2.17.2. 6 Nolu Laboratuvar 227
2.17.3. 7 Nolu Laboratuvar 228
2.18.4. 8 Nolu Laboratuvar 230
2.18.5. 9 Nolu Laboratuvar ve 10 Nolu Laboratuvar 232
2.19. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvarda Akış Döngüsü Düzeneği İçin Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazı 239
2.20. B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki Halkalı Öğütücü, Sıcak Soğuk Pres Cihazı, Hidrolik Pres Makineleri İçin Kullanılan Gürültü Ölçümü Cihazı 240
2.21. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar, 9 Nolu ve 10 Nolu Laboratuvarlarda 5 Dk.lık Süre İçeriside Alınan Ölçümlerde Kullanılan Ölçüm Cihazı 241
2.22. Ölçüm Metodu 242
2.23. İç Ortam Gürültü Ölçümü Yöntemi 242
2.24. Özel Z Çevre Laboratuvarı 244
2.25. Özel Z Çevre Laboratuvarı İçin Kullanılan Ölçüm Cihazı 247
2.26. X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı 249
2.27. Ölçüm Yöntemi 251
3. BÖLÜM: BULGULAR 252
3.1. Ölçüm Yapılan İşyerleri 253
3.2. Ölçüm Sonuçları 253
3.2.1. Ahşah Atölyesi İç Ortam, Gürültü, Ölçüm Sonuçları 253
3.3. Ahşap Atölyesi İçin Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları 255
3.4. Zımpara makinesi ve Dremel Gravür İçin El Kol Titreşim Ölçüm Sonuçları ... 260
3.5. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24 'de 30 Sn. Lik Makinelerden Alınan İç Ortam Gürültü, Günlük Kişisel Maruziyet ve Belirli Cihazlar İçin El Kol Titreşimi ve Bütün Vücut Titreşimi Ölçüm Sonuçları 261
3.6. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'de 30 Sn. Lik Makinelerden Alınan İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları Yorumları 265

3.7. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'de 30 Sn. Lik Makinelerden Alınan İç Ortam Gürültü ve Titreşim Grafikleri 267
3.8. A Kamu Kurumundaki 1 Nolu Laboratuvar İçin Ölçülen Günlük Gürültü Maruziyeti ve Makine Gürültü ve Titreşimi Ölçüm Grafikleri 290
3.9. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar İçin Ölçülen İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları ve Gürültü Grafikleri 338
3.10. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar İçin Beşer Dakikalık İç Ortam Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri 341
3.11. B Kamu Kuruluşu Araştırma Laboratuvarları İçin İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri 348
3.12. B Kamu Kurumundaki 9 ve 10 Nolu Laboratuvarlar İçin İç Ortam Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri 359
3.13. B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki Üçer Dakikalık Halkalı Öğütücü (Değirmen Makinesi) İçin Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri 368
3.14. B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki Beşer Dakikalık İç Ortam Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri 371
3.15. Z Çevre Araştırma Laboratuvar Ölçum Sonuçları ve Grafikleri 401
3.16. Z Çevre Laboratuvarı'nda Kimyasal Analiz Pompası ve Su Banyosu İçin Android Telefonla Çekilen Ses Kaydının Ses Programı Grafikleri 420
3.17. X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı Ölçüm Sonuçları Gürültü ve Titreşim Grafikleri 433
4. BÖLÜM 446
TARTIŞMA VE SONUÇ 446
4.1. Tartışma 446
4.2. Sonuç 463
4.3. Modelleme 471
KAYNAKLAR 581

ÖZET

Laboratuvar, bilimsel deneylerin, analizlerin ve araştırmaların yapıldığı bilim merkezleridir. Bu çalışmamızda laboratuvarlarda fiziksel risk etmenlerinden gürültü ve titreşim konusu ele alınmıştır. A kamu kurumunda 1, 2 ve 3 nolu laboratuvarlarda, B kamu kurumunda Araştırma Laboratuvarı bünyesinde 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 nolu laboratuvarlarda, İzmir'de Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'te özel Z Çevre Laboratuvarı'nda, X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarında gürültü ve titreşim ölçümleri yapılmıştır. Her laboratuvarda farklı gürültü ve titreşim ölçüm cihazları, farklı zaman aralıklı ölçümler, farklı ve benzer makineler, cihazlar ve düzenekler kullanarak, bazı laboratuvarlarda iç ortam gürültüsü, bazılarında ise günlük kişisel gürültü maruziyeti, el kol titreşimi ve tüm vücut titreşimi ölçülmüş, gürültü ve titreşim grafikleri gösterilip ölçüm sonuçları kıyaslanmıştır. Gürültü ve titreşimden kaynaklı risklerin belirlenmesi, oluşabilecek tehlikelerin azaltılması veya önlenmesi konusundaki önerilerin sunulması, çalışan sağlığı ve güvenliği kültür bilincini oluşturmak amaçlanmıştır. Diğer çalışmalarda hiç bahsedilmeyen yeni makine, cihaz ve düzeneklerden ilk defa gürültü ve titreşim ölçümleri alınmıştır. Kimyasal analiz pampasından aynı anda android telefon ve svantek 971 gürültü ölçer ile ses kaydı çekilip ortalama gürültü değerleri kıyaslanmıştır. Android telefonla çekilen ses kayıtları Wavelab Elements ses programı kullanılarak gürültü grafikleri 2 ve 3 boyutlu olarak gösterilmiş, alınan ölçümlerin grafikleri karşılaştırılmıştır.

Laboratuvarlar sessiz düşük riskli, orta derecede gürültülü orta riskli, gürültülü riskli ve çok gürültü çok riskli laboratuvarlar olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan modellemede KSSchallschutzrechner akustik mimari programı kullanılarak, laboratuvar bilgileriyle labortuvarın duvarlarında ve binanın belirli bolgelerinde ses yalıtımı yapılıp simülasyon çalışması oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, titreşim, laboratuvar, iç ortam gürültüsü

ABSTRACT

Laboratories are science centers where scientific experiments, analysis and research are carried out.

In this study, noise and vibration, which are physical risk factors in laboratories, are discussed. Noise and vibration measurements were made in laboratories 1, 2 and 3 in public institution A, in laboratories 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 within the Research Laboratory in public institution B, in private Z Environmental Laboratory in Yaşar University Design Application and Research Center Heavy Machinery Park and Wood Workshop B 24 in Izmir, and in X Occupational Health and Safety Environmental Analysis Laboratory in X OSGB. Using different noise and vibration measurement devices, different time interval measurements, different and similar machines, devices and setups in each laboratory, indoor noise was measured in some laboratories, daily personal noise exposure, hand arm vibration and whole body vibration were measured in others, noise and vibration graphs were shown and measurement results were compared. It is aimed to determine the risks arising from noise and vibration, to present suggestions for reducing or preventing hazards that may occur, and to create a cultural awareness of employee health and safety. Noise and vibration measurements were taken for the first time from new machines, devices and devices that were never mentioned in other studies. Sound recordings were taken from the chemical analysis pamphlet with an android phone and a svantek 971 noise meter at the same time and average noise values were compared. Noise graphs of the sound recordings taken with the Android phone were shown in 2 and 3 dimensions using the Wavelab Elements sound program, and the graphs of the measurements taken were compared.

The laboratories were classified as quiet low risk, moderately noisy medium risk, noisy risky and very noisy very risky laboratories. In the modeling, using the KSSchallschutzchutzrechner acoustic architecture program, sound insulation was made on the walls of the laboratory and in certain areas of the building with laboratory information and a simulation study was created

Keywords: Noise, vibration, laboratory, indoor noise.

SEMBOLLER

dB: Desibel, Gürültü düzeyi, iki büyüklüğün oranının logaritması

RMS: Ses basıncı kareleri ortalaması (m/s^2)

Leq, Leq(T), Leq, LAeqT Eşdeğer Sürekli Gürültü Seviyesi

LCPeak: "C"-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının maksimum değeri

Λ : Dalga boyu

C: Ses yayılma hızı (m/s)

T: Periyod (s)

f: Frekans (Hz)

Paskal (Pa): Basınç birimi

γ : Spesifik ısı oranı (hava için bu oran 1,402'dir.)

R: Spesifik gaz sabiti (gazlar için 287 J/kg.K)

T: Sıcaklık (o K)

W: Ses enerjisi (W)

I: Ses yoğunluğu ((W/m2)

dS : Küresel yüzey alanı (m2)

I: Ses yoğunluğu (W/m2)

Prms: Ses basınç kareleri ortalaması (N/m2)

p.C: Ortamın karakteristik direnci (rayls))

W: Kaynakların ses gücü (watt)

I: Kaynağın ses şiddeti ($watt/m^2$)

W: Kaynakların ses gücü (watt)

I: Kaynağın ses şiddeti ($watt/m^2$)

r: Küresel kaynakların merkezinden yüzey kısmına olan mesafe (m)

• Pref: Pa ANSI ses basıncı desibel olarak ölçümlerinin yapılabilmesi için referans değerleri

• Wref: Watt ANSI ses gücü desibel olarak ölçümlerinin yapılabilmesi için referans değerleri

• Iref: Watt / m2 . ANSI ses şiddeti desibel olarak ölçümlerinin yapılabilmesi için referans değerleri

ANSI: Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü ve Uluslararası Standartlar Organizasyonu

Ses basınç düzeyi (dB)

LP: Ses basınç düzeyi (dB)

P: Ses basıncı rms değeri (Ses basıncı kareleri ortalaması) (N/m2)

PO: Referans ses basıncı rms değeri (N/m^2)

Lw : Ses Gücü Düzeyi

p(t): ses basıncının zamana bağlı değerleri

SYE: Ses yalıtım endeksi (dB)

P: Geçirgenlik katsayısı

I: Ses yoğunluğu (W/m^2)

S: Ses gürlüğü (Son)

F: Ses gürlük düzeyi (Fon)

IL: Ses şiddeti seviyesi

SPL : Ses basınç seviyesi

PWL: Ses güç seviyesi

dBA: Eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi: Zamanla değişen şartlara bağlı olarak, bir ölçme zaman aralığındaki ortalama ses basınç seviyesidir.

dB(B): Ani ses düzeylerinin ölçümünde kullanılan bir ses ağırlık eğrisi olup Z

dB(C): Darbe gürültüsünün ölçümü

SEL, LE: Ses Etkilenim Seviyesi

Lmax: En yüksek ses seviyesi

Lmin :En düşük ses seviyesi

SPL: Anlık ses seviyesi

L10: kısa süreli ve yüksek seviye gürültülerin ortalama bir ölçümünü vermektedir.

L50: Orta ses seviye olup zamanın %50 sinde aşılan ses düzeyi

L90: Zamanın %90 ında aşılan ses seviyesini belirtir

İstatistiki Ses Seviyesi: LN

Lltm3: Her 3 saniyede bir hesaplanan zaman ortalama değeri

Ltm5: Her 5 saniyede bir hesaplanan zaman ortalama değeri

LEPd (dB): Günlük Kişisel Gürültüye Maruz Kalma seviyesi

ahw: Frekans ağırlıklı ivmenin karelerinin ortalamasının karekökü (m/s^2)

whi: i' inci 1/3oktav bandı için ağırlıklandırma formülü

ahi: i' inci 1/3 oktav bandı içinde ölçülen RMS değeri (m/s^2)

ahwx: X eksenindeki frekans ağırlıklı ivmenin RMS değeri (m/s^2)

ahwy: Y eksenindeki frekans ağırlıklı ivmenin RMS değeri (m/s^2)

ahwz: Z eksenindeki frekans ağırlıklı ivmenin RMS değeri (m/s^2)

a(8) : El-kol titreşimi tehlike sınır değeri (8 saatlik mesai) (m/s^2)

ahv: Ölçülen el-kol titreşim değeri (m/s^2)

T: Günlük titreşime (ahv) maruz kalma süresi (saniye / saat)

T0: 8 saatlik (28800 sn) referans süre

PEAK) (dB) : Tepe titreşim ivmesi

(P-P) (dB): Tepe-tepe titreşim ivmesi

(VDV) (dB): Titreşim dozu değeri

(RMS) (dB): Frekans ağırlıklı ivme sinyallerinin karelerinin ortalamasının karekökü

CRF (dB): Tepe faktörü

TL: Ses yalıtım endeksi (dB)

W1: Malzeme üzerine gelen toplam ses enerjisi

W2: İletilen ses enerjisi

m: Ses kesme malzemesinin metrekare başına düşen kütlesi (kg/m^2),

ρ: Malzemenin yoğunluğu (kg/m^3),

c: Ses hızı (m/s)

(Rw, R'w): Ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi

Dn,Tw: Standartlaştırılmış ses seviyesi farkı

L'nT,w : Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi

KAL u-prog: Harici gürültü düzeltme faktörü tolerans payı

LAIeq (TH) : Zaman ağırlıklı ortalama

LAIeq (SR): Ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri

LAFeq (TH): Zaman ağırlıklı ortalama

LAFeq (SR) Ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri

LAeq (TH) Zaman ağırlıklı ortalama

LAeq (SR) : Ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri

KISALTMALAR

KKD: Kişisel koruma ekipmanı

STM: Taramalı tünelleme mikroskobu

ACGIH: Amerikan Resmi Endüstriyel Hijyenistler Konferansı.

BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı)

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi

DEHB: Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu

DMR : Membran rezonatörleri

FFT : Hızlı Fourier dönüşümü

HAVS: El-Kol Titreşim Sendromu

HSE: İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği

IEC: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu

MSHA : Maden Güvenliği ve Sağlık İdaresi

NIHL: Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı

NIOSH: Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)

OSGB: Ortak sağlık güvenlik birimi

OSHA: Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi

RESET: Kapatma tuşu

RMS: Ses basıncı kareleri ortalaması

SAXS: Küçük açı X ışını saçınımı

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

SLM: Sound Level meter

STEM: Tarama transmisyon elektron

TUAM: Tasarım Uygulama ve araştırma merkezi uzmanı

TÜRKAK: Türk Akreditasyon Kurumu

TVET: Enstitüsü

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

XRD: X ışını difraksiyonu

YÜTAM: Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi

LACAB : Laboratuvar cihazları alım bakım ve onarım birimi

CCOHS: Kanada iş sağlığı ve güvenliği merkezi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Laboratuvarlardaki çalışan güvenliği ile ilgili risk çeşitleri..... 6
Şekil 1.2: Sesin dalga hareketi..... 9
Şekil 1.3: Ses dalgaları çeşitleri..... 10
Şekil 1.4: Amplitüd için ses taneciklerin yoğun ve az olduğu bölgeler 12
Şekil 1.5: Bir ses dalgasının elastik ortamdaki tam turu. 12
Şekil 1.6: Ses dalgasında periyod basınç değişimi 12
Şekil 1.7: Ses dalgalarının yüksek ve alçak frekans zaman durumu. 13
Şekil 1.8: Ses dalgasında dalga boyu gösterimi 13
Şekil 1.9: Ses Şiddeti 17
Şekil 1.10: Sesin yayılımı ve ses enerjisi 18
Şekil 1.11: Ses basıncının ses basınç düzeyine dönüştürülmesi 21
Şekil 1.12: Ses dalgası çeşitleri 25
Şekil 1.13: Harmonik, periyodik, karmaşık seslerin genlik-zaman ve ses basınç ve frekans değişimi frekans spektrumu 27
Şekil 1.14: Harmonik fonksiyonlardan harmonik olmayan peryodik bir fonksiyonun elde edilişi. 27
Şekil 1.15: Farklı frekansta iki veya daha fazla sinüs dalgasının toplamı 28
Şekil 1.16: Kompleks dalga çeşitleri 29
Şekil 1.17: Noktasal yayılan ses dalgaları 31
Şekil 1.18: Farklı hızlardaki gürültü dalgalarının yayılımı Kaynak. 32
Şekil 1.19: Yayılma durumuna göre gürültü kaynakları. 33
Şekil 1.20: Nokta, çizgisel ve düzlemsel ses kaynakları. 33
Şekil 1.21:Küresel Ses dalgaları 34
Şekil 1.22: Silindirik Ses Dalgaları 34
Şekil 1.23: Sesin yansıması 36
Şekil 1.24: Yüzey şekli ve yansıması 36
Şekil 1.25: Sesin saçılması. 37
Şekil 1.26: Yansıma, yutulma ve iletim Yolları 39
Şekil 1.27:Düşük frekanslı sesin davranışı 40
Şekil 1.28: Yüksek frekanslı sesin davranışı 40
Şekil 1.29: Kalın, tiz ses ve alçak frekans, yüksek frekans ilişkisi 41
Şekil 1.30: Gürültü tiplerinin sınıflandırılması 45
Şekil 1.31. Zamana bağlı gürültü tipleri 46
Şekil 1.32: Standart, 1/1 ve 1/3 Oktav bant genişlikleri 51
Şekil 1.33: A ve C ağırlıklamaları 55
Şekil 1.34: Zaman ağırlıklamaları (F,S,I) 58
Şekil 1.35: Frekans ağırlık şebekeleri 60
Şekil 1.36: Ses düzeyleri uygulanan biçimlendirme işleminin tipine bağlı olarak gösterimi 61
Şekil 1.37: Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi 64
Şekil 1.38: Eşdeğer ses basınç düzeyi ve ses etkilenim düzeyi arasındaki ilişki. 65
Şekil 1.39: Şehir içi bir yerin, 24 saatlik zamanda gürültü seviyelerinin istatistiki dağılımı. 67
Şekil 1.40: İstatistiki ses seviyesi ve aşma olasılığı 68
Şekil 1.41: İstatistiki ses seviyeleri ve LAeq ilişkisi 68
Şekil 1.42: Zaman ağırlıklı Lmax değerleri arasındaki ilişki 69
Şekil 1.43: Zaman ağırlıklıklı Lmin değerleri arasındaki ilişki 69

Şekil 1.44: Kulak anotomi yapısı 73
Şekil 1.45. Normal işitme duyusu ve gürültü nedeniyle zarar görmüş işitme duyusunun karşılaştırılması 75
Şekil 1.46: Kütle-Yay Sistemi 89
Şekil 1.47. Sinüs Dalgasının Pik-Pik Seviyesi, Pik seviyesi, Ortalama Seviyesi ve Rms Seviyesi 91
Şekil 1.48. Diyapozandan ve Farklı Örneklerden Yayınlanan Titreşimler 92
Şekil 1.49: ABD' de Tacoma Narrow köprüsünün rezonans sonucu çöküşü. 95
Şekil 1.50. Piezoelektrik İvme Ölçerler 98
Şekil 1.51. Elle Tutma ve El Ayasının Düz Olduğu Durumlar İçin Kullanılacak Eksen Yönelimleri. 99
Şekil 1.52: İnsana etkiyen titreşimlerin incelenmesinde x, y ve z eksenleri 102
Şekil 1.53: Titreşim ivmelerine tahammül sınırları. 105
Şekil 1.54: Beyaz parmak hastalığı. 106
Şekil 1.55: Farklı titreşim düzeylerinde E. Coli bakterisinin mikroskop görüntüsü . 109
Şekil 1.56: Tarihi yapılarda hasar standartların karşılaştırılması 110
Şekil 1.57: Çeşitli durumlarda titreşim hızı ilişkisi 113
Şekil 1.58. Yanşısım 128
Şekil 1.59: Bina içindeki ölçümlerde mikrofonun konumu 129
Şekil 1.60: Sesin bir ortamdan başka bir ortama geçişi 131
Şekil 1.61: Hücre Uygulaması 148
Şekil 1.62. Ses kaynağı örneği 148
Şekil 1.63. Ses kaynağının örtülmesinin örneği 148
Şekil 1.64: Kabin duvarına çarpan sesin elemanları 148
Şekil 1.65: Kısmi hücre uygulaması 149
Şekil 1.66: Bariyerlerle akustik gölge elde edilmesi 152
Şekil 1.67: Tek genleşme odalı susturucu 154
Şekil 1.68: Farklı susturucu tipleri 154
Şekil 1.69. Kulak tıkaçı. 156
Şekil 1.70. Kulak koruyuculu baret. 157
Şekil 1.71: Plastik kulak tıkacı ve kulak koruyucu. 157
Şekil 1.72: Türbülanstan nasıl kaçınılır? 164
Şekil 1.73: Bir odadaki ses yankılanması 166
Şekil 1.74: Sesin yansıması ve odadaki ekipmanların yerleşimi 167
Şekil 2.1: Ahşap Atölyesi 186
Şekil 2.2: Ahşap Atölyesi B 24 Giriş kapısı 186
Şekil 2.3. Ahşap Atölyesi B 24 orta kısım tezgah 186
Şekil 2.4: Ahşap Atölyesi B 24 186
Şekil 2.5: Ahşap Atölyesi B 24 yapılan çalışma örneği 186
Şekil 2.6: Ahşap Atölyesi B 24 giriş holü 187
Şekil 2.7: Ahşap Atölyesi B 24 orta hol 187
Şekil 2.8: Ahşap Atölyesi B 24 hol 187
Şekil 2.9. Ahşap Atölyesi B 24 asansör odası 187
Şekil 2.10: Ahşap Atölyesi B 24 giriş kapısı 187
Şekil 2.11: Ahşap Atölyesi B 24 giriş orta bölme 187
Şekil 2.12. Ahşap Atölyesi'nde yapılan kağıt tahta calışmalar ve Ahşap Atölyesi B 24 ahşap örümcek 188
Şekil 2.13. Gönye kesme makinesi 189

Şekil 2.14. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm metodu..... 189
Şekil 2.15. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 189
Şekil 2.16. Taşlama makinesi 190
Şekil 2.17. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 190
Şekil 2.18. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 190
Şekil 2.19. Torna makinesi 190
Şekil 2.20. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 190
Şekil 2.21. Şerit testere makinesi..... 191
Şekil 2.22. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 191
Şekil 2.23. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 191
Şekil 2.24. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ve iç ortam gürültü ölçüm metodu 192
Şekil 2.25. Titreşim Zımpara makinesi 192
Şekil 2.26. Dremel Gravür makinesi 193
Şekil 2.27. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 193
Şekil 2.28. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 193
Şekil 2.29. Daire testere makinesi 194
Şekil 2.30. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 194
Şekil 2.31. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 194
Şekil 2.32: Kişisel gürültü maruziyeti ve iç ortam gürültü ölçümü metodu..... 194
Şekil 2.33. Gönye kesme makinesi..... 195
Şekil 2.34. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 195
Şekil 2.35. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 195
Şekil 2.36. Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı 196
Şekil 2.37. Cel 253 196
Şekil 2.38. Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı kalibrasyon..... 198
Şekil 2.39. Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı doğrulama 198
Şekil 2.40. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 203
Şekil 2.41: Daire testere makinesi 204
Şekil 2.42. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 204
Şekil 2.43. Daire testere makinesi 205
Şekil 2.44. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 205
Şekil 2.45: Titreşim zımpara makinesi 205
Şekil 2.46. El kol titreşim ölçümü 206
Şekil 2.47. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 206
Şekil 2.48. Daire testere makinesi 206
Şekil 2.49. Bütün vücut titreşimi ölçümü 206
Şekil 2.50. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 206
Şekil 2.51. Daire testere makinesi 207
Şekil 2.52. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 207
Şekil 2.53. Gönye kesme makinesi..... 208
Şekil 2.54. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 208
Şekil 2.55: Svan 958 Model Tip-1 Gürültü Ölçüm ve Titreşim Ölçüm Cihazı..... 208
Şekil 2.56: Zımpara makinesi 211
Şekil 2.57. Zımpara makinesi makine titreşim ölçümü 211
Şekil 2.58. Kıl testere makinesi 211
Şekil 2.59. Kıl testere makinesi makine titreşim ölçümü 211
Şekil 2.60: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm..... 212

Şekil 2.61. Dik matkap makinesi 212
Şekil 2.62. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm 212
Şekil 2.63: Daire testere makinesi 213
Şekil 2.64: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm 213
Şekil 2.65. Torna makinesi 213
Şekil 2.66. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm 213
Şekil 2.67. Çekme basma test cihazı 214
Şekil 2.68. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm 214
Şekil 2.69: Karıştırıcı 215
Şekil 2.70. Gürültü ve Titreşim Maruziyeti Ölçüm Cihazı 215
Şekil 2.71. Brüel&Kjaer (Nærum-Denmark) Ölçüm Düzeni 216
Şekil 2.72. Mikrofonlu şapka 216
Şekil 2.73. Sistemde kullanılan ivme ölçer ve bağlantı elemanları 217
Şekil 2.74: (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) Ses Analizörü 217
Şekil 2.75: (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) sistemi düzenegi 218
Şekil 2.76. (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) 218
Şekil 2.77. Akış Döngüsü Düzeneği 221
Şekil 2.78. Akış Döngüsü Düzeneği pompa makinesi 221
Şekil 2.79: Akarsu döngüsü Düzeneği sıcaklık ölçer 221
Şekil 2.80. Akış Döngüsü Düzeneği 222
Şekil 2.81. Akarsu döngüsü basınçölçer 222
Şekil 2.82. Akış Döngüsü Düzeneği bütün görünüm 222
Şekil 2.83. Akış Döngüsü Düzeneği iç kısım 222
Şekil 2.84. Akış Döngüsü Düzeneği iç kısım su akışı 222
Şekil 2.85. Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe iç ortam gürültü ölçümü 222
Şekil 2.86. Akış Döngüsü Düzeneği alt kat büyük pompa 223
Şekil 2.87. Akış Döngüsü Düzeneği alt kat küçük pompa 223
Şekil 2.88. Akış Döngüsü Düzeneği dış bina görüntüsü 223
Şekil 2.89: Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe iç ortam gürültü ölçümü 223
Şekil 2.90. Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe sağ cephe iç ortam gürültü ölçümü. 224
Şekil 2.91: Araştırma Laboratuvarı 224
Şekil 2.92: 5 nolu laboratuvar bina dışı görüntü 225
Şekil 2.93: Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı) 225
Şekil 2.94: BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı) 226
Şekil 2.95. Reometre cihazı 227
Şekil 2.96. 6 nolu laboratuvar 227
Şekil 2.97. 6 nolu laboratuvar dış ön cephe 227
Şekil 2.98. 6 nolu laboratuvar dış sağ cephe 227
Şekil 2.99: Chiller soğutucu cihazı 228
Şekil 2.100. 7 nolu laboratuvar 228
Şekil 2.101. 7 nolu laboratuvar iç oda camlar 228
Şekil 2.102. 7 nolu laboratuvar iç oda 228
Şekil 2.103. 7 nolu laboratuvar bina dış görünüş 228
Şekil 2.104. Carl Zeiss 300VP SEM Cihazı 229
Şekil 2.105. ++ Kaplama (QUORUM Q150 RES) 229
Şekil 2.106. 8 nolu laboratuvar ön hol 230
Şekil 2.107. 8 nolu laboratuvar sol hol 230
Şekil 2.108. 8 nolu laboratuvarı yan oda 230

Şekil 2.109. X Işını Difraksiyonu (XRD) 230
Şekil 2.110. 8 nolu laboratuvar pompa makinesi 230
Şekil 2.111. XRD (X-Ray Diffraction) 230
Şekil 2.112. 9 nolu laboratuvar 232
Şekil 2.113. 9 nolu laboratuvar 232
Şekil 2.114. 9 nolu laboratuvar ön cephe 232
Şekil 2.115: Abrasiv(Kaba) Kesme Cihazı 233
Şekil 2.116: Hassas kesme cihazı (struers accutom 5) 233
Şekil 2.117: Sıcak kalıplama bakalite alma cihazı 234
Şekil 2.118. Zımparalama cihazı 235
Şekil 2.119. Zımparalama cihazı iç ortam gürültü ölçüm 235
Şekil 2.120. Zımparalama cihazı 235
Şekil 2.121. 10 nolu laboratuvar 235
Şekil 2.122. 10 nolu laboratuvar ön cephe 235
Şekil 2.123: Halkalı öğütücü (Değirmen), ... 236
Şekil 2.124: Halkalı Öğütücü (Değırmen) için İç ortam gürültü ölçüm 236
Şekil 2.125: Halkalı Öğütücü (Değırmen) için sessiz İç ortam gürültü ölçüm 237
Şekil 2.126: Sıcak soğuk pres 237
Şekil 2.127: Halkalı Öğütücü (Değirmen) için İç ortam gürültü ölçümü 238
Şekil 2.128: Hidrolik pres 238
Şekil 2.129. Hidrolik pres İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 239
Şekil 2.130: Svantek 971 gürültü ölçer cihazının kailbrasyonu 239
Şekil 2.131. Svantek marka Svan 971 model gürültü ölçüm cihazı 240
Şekil 2.132. Svantek marka svan 971'in kalibrasyon cihazı 240
Şekil 2.133: Cesva SC310 Ortam Gürültü Ölçüm Cihazı 241
Şekil 2.134: Özel Z Çevre laboratuvarı 244
Şekil 2.135. Özel Z Çevre Laboratuvarı 245
Şekil 2.136. Kimyasal Analiz pompası için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 244
Şekil 2.137. Kimyasal Analiz pompası 246
Şekil 2.138. Kimyasal Analiz pompası 246
Şekil 2.139. Kimyasal Analiz pompası için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 246
Şekil 2.140. Android telefonla alınan ses kaydı ölçüm metodu 246
Şekil 2.141. Su banyosu 247
Şekil 2.142. Su banyosu için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 247
Şekil 2.143:X OSGB X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 249
Şekil 2.144: Svantek 958 marka ölçüm cihazı 250
Şekil 2.145: Güç desibel ilişki grafiği 251
Şekil 3.1: Ahşap atölyesi'nde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 1.ölçüm 267
Şekil 3.2: Ahşap atölyesi'nde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 2. ölçüm 268
Şekil 3.3: Ahşap atölyesi'nde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 3 .ölçüm 268

Şekil 3.4: Ahşap atölyesi'nde fan çalısırken diğer cıhazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 1.ölçüm..... 269
Şekil 3.5: Ahşap atölyesi'nde fan çalısırken diğer cihazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 2.ölçüm..... 270
Şekil 3.6: Ahşap atölyesi'nde fan çalısırken diğer cıhazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 3.ölçüm..... 270
Şekil 3.7: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm 271
Şekil 3.8: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm 271
Şekil 3.9: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm 271
Şekil 3.10: Ahşap atölyesi'nde planya için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm 272
Şekil 3.11: Ahşap atölyesi'nde planya için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm 272
Şekil 3.12: Ahşap atölyesi'nde planya için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm 273
Şekil 3.13: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm 274
Şekil 3.14: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm 274
Şekil 3.15: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm 274
Şekil 3.16: Ahşap atölyesi'nde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm 275
Şekil 3.17: Ahşap atölyesi'nde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm 276
Şekil 3.18: Ahşap atölyesi'nde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm 276
Şekil 3.19: Ahşap atölyesi'nde freze makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm..... 277
Şekil 3.20: Ahşap atölyesi'nde freze makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm..... 277
Şekil 3.21: Ahşap atölyesin'nde freze makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm 278
Şekil 3.22: Ahşap atölyesi'nde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm..... 279
Şekil 3.23: Ahşap atölyesi'nde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm 279
Şekil 3.24: Ahşap atölyesi'nde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3. ölçüm..... 279
Şekil 3.25: Zımpara makinesi için 1 ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği 281
Şekil 3.26: Zımpara makinesi için 1. Ölçümde Y eksenindeki el kol titreşim grafiği 281
Şekil 3.27: Zımpara makinesi için 1. ölçümde Z eksenindeki el kol titreşim grafiği 281
Şekil 3.28: Zımpara makinesi için 2. ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği 282
Şekil 3.29: Zımpara makinesi için 2. ölçümde Y eksenindeki el kol titreşim grafiği 282
Şekil 3.30: Zımpara makinesi için 2. ölçümde Z eksenindeki el kol titreşim grafiği 283
Şekil 3.31: Zımpara makinesi için 3. ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği 283
Şekil 3.32: Zımpara makinesi için 3. ölçümde Y eksenindeki el kol titreşim grafiği 284
Şekil 3.33: Zımpara makinesi için 3. ölçümde Z eksenindeki el kol titreşim grafiği 284

Şekil 3.34: Bant zımpara makinesi için 1. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 285
Şekil 3.35: Bant zımpara makinesi için 1. ölçümde Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 285
Şekil 3.36: Bant zımpara makinesi için 1. ölçümde Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 286
Şekil 3.37: Bant zımpara makinesi için 2. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 287
Şekil 3.38: Bant zımpara makinesi için 2. Ölçümde Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 287
Şekil 3.39: Bant zımpara makinesi için 2. ölçümde Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 287
Şekil 3.40: Bant zımpara makinesi için 3. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 288
Şekil 3.41: Bant zımpara makinesi için 3. ölçümde Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 288
Şekil 3.42: Bant zımpara makinesi için 3. ölçümde Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği 289
Şekil 3.43: Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 290
Şekil 3.44: Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 291
Şekil 3.45: Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 292
Şekil 3.46: Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 293
Şekil 3.47: Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 294
Şekil 3.48: Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 295
Şekil 3.49: Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 296
Şekil 3.50: Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 297
Şekil 3.51: Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 298
Şekil 3.52: Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 299
Şekil 3.53: Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 300
Şekil 3.54: Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 301
Şekil 3.55: Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 302
Şekil 3.56: Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 303
Şekil 3.57: Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 304
Şekil 3.58: Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 305
Şekil 3.59: Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 306
Şekil 3.60: Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 307
Şekil 3.61: Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 308
Şekil 3.62: Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 309

Şekil 3.63: Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 310
Şekil 3.64: Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 311
Şekil 3.65: Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 312
Şekil 3.66: Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 313
Şekil 3.67: Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 314
Şekil 3.68: Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 315
Şekil 3.69: Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 316
Şekil 3.70: Totna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 317
Şekil 3.71: Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 318
Şekil 3.72: Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 319
Şekil 3.73: Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 320
Şekil 3.74: Cekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm ... 321
Şekil 3.75: Cekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 322
Şekil 3.76: Cekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm ... 323
Şekil 3.77: Cekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 324
Şekil 3.78: Cekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm ... 325
Şekil 3.79: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 326
Şekil 3.80: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 327
Şekil 3.81: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 328
Şekil 3.82: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 329
Şekil 3.83: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 330
Şekil 3.84: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 331
Şekil 3.85: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm 332
Şekil 3.86: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm 333
Şekil 3.87: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm 334
Şekil 3.88: Sıvi sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm 335
Şekil 3.89: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm 336
Şekil 3.90: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm 337
Şekil 3.91: Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 339
Şekil 3.92: Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2.ölçüm ... 340

Şekil 3.93: Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 340
Şekil 3.94: Akış Döngüsü düzeneğinin sol tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği 342
Şekil 3.95: Akış Döngüsü düzeneğinin sol tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği 343
Şekil 3.96: Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği 344
Şekil 3.97: Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği 345
Şekil 3.98: Akış Döngüsü düzeneğinin sağ tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği 346
Şekil 3.99: Akış Döngüsü düzeneğinin sağ tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği 347
Şekil 3.100: 7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 1 ölçüm 350
Şekil 3.101: 7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 2 ölçüm 351
Şekil 3.102: 7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 3 ölçüm 351
Şekil 3.103: Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm 352
Şekil 3.104: Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 ölçüm 352
Şekil 3.105: Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3 ölçüm 353
Şekil 3.106: BET (Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm 353
Şekil 3.107: BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 ölçüm 354
Şekil 3.108: BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) çin dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3 ölçüm 354
Şekil 3.109: XRD cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 355
Şekil 3.110: XRD cihazı çin dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm 355
Şekil 3.111: XRD cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 356
Şekil 3.112: Chiller sistemi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 356
Şekil 3.113: Chiller sistemi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm 357
Şekil 3.114: Chiller sistemi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 357
Şekil 3.115: Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 358
Şekil 3.116: Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm 358
Şekil 3.117: Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 359
Şekil 3.118: Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm 362
Şekil 3.119: Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm 362

Şekil 3.120: Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 367
Şekil 3.121: Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 363
Şekil 3.122: Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 ölçüm 364
Şekil 3.123: Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 364
Şekil 3.124: Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 365
Şekil 3.125: Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm 365
Şekil 3.126: Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 366
Şekil 3.127: Zımparalama için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm. 366
Şekil 3.128: Zımparalama için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm. 367
Şekil 3.129: Zımparalama için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm. 367
Şekil 3.130: Hakalı Değirmen makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm 369
Şekil 3.131: Hakalı Değirmen makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm 370
Şekil 3.132: Hakalı Değirmen makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm 370
Şekil 3.133: 10 nolu laboratuvar için sessiz ortam gürültüsünün dB frakans grafiği 375
Şekil 3.134: 10 nolu laboratuvar sessiz ortam gürültüsünün dB zaman grafiği 376
Şekil 3.135: Haklalı öğütücü makinesi için dB frakans grafiği 1. ölçüm 377
Şekil 3.136: Haklalı öğütücü makinesi için dB zaman grafiği 1. ölçüm 378
Şekil 3.137: Haklalı öğütücü makinesi için dB frekans grafiği 2. ölçüm 379
Şekil 3.138: Haklalı öğütücü makinesi için dB zaman grafiği 2 ölçüm 380
Şekil 3.139: Haklalı öğütücü makinesi için dB frekans grafiği 3.ölçüm 381
Şekil 3.140: Haklalı öğütücü makinesi için dB zaman grafiği 3. ölçüm 382
Şekil 3.141: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 1. ölçüm 383
Şekil 3.142: Sıcak Soğuk Pres cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm 384
Şekil 3.143: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 2. ölçüm 385
Şekil 3.144: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB zaman grafiği 2 ölçüm 386
Şekil 3.145: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 3. ölçüm 387
Şekil 3.146: Sıcak Soğuk Pres cihazı için dB zaman grafiği 3. ölçüm 388
Şekil 3.147: Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 1. ölçüm 389
Şekil 3.148: Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 1. ölçüm 390
Şekil 3.149: Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 2. ölçüm 391
Şekil 3.150: Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 2. ölçüm 392
Şekil 3.151: Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 3. ölçüm 393
Şekil 3.152: Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 3. ölçüm 394
Şekil 3.153: Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 1. ölçüm 395
Şekil 3.154: Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 1. ölçüm 396
Şekil 3.155: Zımpara cihazı için dB frekans grafiği 2.ölçüm 397
Şekil 3.156: Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 2.ölçüm 398
Şekil 3.157: Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 3. ölçüm 399

Şekil 3.158: Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 3.ölçüm 400
Şekil 3.159: Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 1. ölçüm 403
Şekil 3.160: Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 1. ölçüm..... 404
Şekil 3.161: Kimyasal analiz pompası cihazının 1. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği..... 405
Şekil 3.162: Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 2. ölçüm 405
Şekil 3.163: Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 2. ölçüm..... 406
Şekil 3.164: Kimyasal analiz pompası cihazının 2. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği..... 407
Şekil 3.165: Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 3. ölçüm 408
Şekil 3.166: Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 3. ölçüm..... 409
Şekil 3.167: Kimyasal analiz pompa cihazının 3. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği..... 410
Şekil 3.168: Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü ölçümü dB frakans grafiği..... 410
Şekil 3.169: Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü ölçümü dBA zaman grafiği 411
Şekil 3.170: Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü dC zaman grafiği 412
Şekil 3.171: Su banyosu için dB frakans grafiği 1. ölçüm 412
Şekil 3.172: Su banyosu için dB zaman grafiği 1. ölçüm..... 413
Şekil 3.173: Su banyosu için dB frakans grafiği 2. ölçüm 414
Şekil 3.174: Su banyosu için dB zaman grafiği 2. ölçüm..... 415
Şekil 3.175: Su banyosu için dB frakans grafiği 3. ölçüm 416
Şekil 3.176: Su banyosu için dB zaman grafiği 3. ölçüm..... 417
Şekil 3.177: Su banyosu için sessiz iç ortam gürültü ölçümü dB frakans grafiği 418
Şekil 3.178: Su banyosu için sessiz iç ortam gürütü ölçümü dB zaman grafiği..... 419
Şekil 3.179: Kimyasal Analiz Pompası İçin 1. Noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği 420
Şekil 3.180: 1.Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği..... 421
Şekil 3.181: 1.Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği..... 421
Şekil 3.182: 1. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği..... 422
Şekil 3.183: Kimyasal Analiz Pompası İçin 2. noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği 423
Şekil 3.184: 2. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği..... 424
Şekil 3.185: 2. Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği..... 424
Şekil 3.185: 2. Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği 425
Şekil 3.186: 2. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği 426
Şekil 3.187: Kimyasal Analiz Pompası İçin 3. Noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği 426
Şekil 3.188: 3. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği 428
Şekil 3.189: 3. Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği 428
Şekil 3.190: 3. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği 429
Şekil 3.191: Kimyasal Analiz Pompası Sessiz Ortam Gürültü Grafiği 435

Şekil 3.192: Ses kaydının peak noktasındaki ortalama sessiz ortam gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği 431
Şekil 3.193: Kimyasal analiz pompası sessiz ortam gürültü ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği 432
Şekil 3.194: X laboratuvarındaki ölçüm sonuçlarına göre alınan frekansa göre değişim grafiği 434
Şekil 3.195: X laboratuvarındaki ölçüm sonuçlarına göre alınan ivme zaman grafiği 436
Şekil 3.196: Durgun Kaynak 438
Şekil 3.197 :Kaynağın gözlemciye yaklaşması gözlemcinin uzaklaşması 438
Şekil 3.198: Kaynağın gözlemciye yaklaşması gözlemcinin uzaklaşması 439
Şekil 3.199: Gözlemcinin kaynağa yaklaşması kaynağın uzaklaşması 439
Şekil 3. 200: Gözlemcinin frekansını bulma formülü 439
Şekil 3.201: Sinüs, kare, üçgen ve testere dişi dalga formları 443
Şekil 3.202: D görev döngüsünün dikdörtgen bir darbe dalgası darbe süresi arasındak ilişki grafiği 443
Şekil 3.203: RMS, tepe(TP) ve tepeden tepeye (PP) gerilimleri gösteren sinüs dalgası voltajının zamana (derece) cinsinden karşı grafiği 443
Şekil 3.204 Çeşitli ortalama değerleri gösterimi 445
Şekil 4.1: 1 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 471
Şekil 4.2: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 472
Şekil 4.3: 1 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 475
Şekil 4.4: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 476
Şekil 4.5: 1 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 479
Şekil 4.6: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 480
Şekil 4.7: 1 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 483
Şekil 4.8: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 484
Şekil 4.9: 1 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımının gösterimi 487
Şekil 4.10: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 488
Şekil 4.11: 1 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımının gösterimi 491
Şekil 4.12: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 492
Şekil 4.13: 3 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 496
Şekil 4.14: 3 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 497
Şekil 4.15: 3 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 500
Şekil 4.16: 3 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 501
Şekil 4.17: 4 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 505
Şekil 4.18: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 506
Şekil 4.19: 4 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 509
Şekil 4.20: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 510
Şekil 4.21: 4 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 513
Şekil 4.22: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 514

Şekil 4.23: Araştırma laboratuvarın ön cephe ve tavan gösterimi..... 518
Şekil 4.24: Araştırma laboratuvarının L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 519
Şekil 4.25: Araştırma laboratuvarının ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi..... 522
Şekil 4.26: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 523
Şekil 4.27: Araştırma laboratuvarın ses yalıtımı gösterimi 526
Şekil 4.28: Araştırma laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri): 527
Şekil 4.29: Araştırma laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 530
Şekil 4.30: Araştırma laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 531
Şekil 4.31: Araştırma laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 535
Şekil 4.32: Araştırma laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 536
Şekil 4.33: 7 nolu araştırma laboratuvarın iç oda ve 7 nolu taboratuvar gösterimi... 539
Şekil: 4.34: 7 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri) 540
Şekil 4.35: Araştırma laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 544
Şekil 4.36: 8 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 545
Şekil 4.37: 8 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 547
Şekil 4.38: 8 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 548
Şekil 4.39: 8 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 551
Şekil 4.40: 8 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 552
Şekil 4.41: Genel Lab.3 laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi 556
Şekil 4.42: Genel Lab3 laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 557
Şekil 4.43: 9 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi..... 559
Şekil 4.44: 9 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 560
Şekil 4.45: Genel lab1 laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi..... 564
Şekil 4.46: 10 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 565
Şekil 4.47: 10 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi 568
Şekil 4.48: 10 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 569
Şekil 4.49: Ahşap atölyesinin ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi..... 572
Şekil 4.50: Ahşap atölyesinin L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 573
Şekil 4.51: Ahşap atölyesinin odalar arası ses yalıtımının gösterimi 576
Şekil 4.52: Ahşap atölyesinin L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)..... 577

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Ses tiplerinin frekans aralıklarına göre dalga boyu değerleri..... 9
Tablo 1.2: İnsanların ve bazı hayvanların üretebildikleri ve duyabildikleri ses frekans aralıkları. 11
Tablo 1.3: Sesin 20 °C'de yayılma hızları..... 15
Tablo 1.4: Sesin yayıldığı ortama göre yoğunluk ve ses yayılma sürati 15
Tablo 1.5. Ses basıncı seviyeleri 22
Tablo 1.6: Seslerin Desibel Merdiveni, Şiddeti ve Tipik Örnekleri 23
Tablo 1.7: Gürültü kaynaklarının ses gücü düzeyi. 24
Tablo 1.8: Kompleks dalganın frekansı en düşük frekanslı bileşenin frekansın katları 29
Tablo 1.9: Gürültünün sınıflandırılması 47
Tablo 1.10: Ses şiddeti, ses basıncı ve ses gücü bağıntıları 49
Tablo 1.11: Oktav Bant Merkez Frekansları 50
Tablo 1.12. 1/1 ve 1/3 Oktav bantları alt, üst ve merkez frekansları 51
Tablo 1.13: Frekanslara göre A, B ve C ağırlıklandırmalarının yapılabilmesi için kullanılan katsayılar 56
Tablo 1.14: Ölçümlerde genel olarak bulunması gereken parametreler..... 63
Tablo 1.15: Farklı Frekans Değerlerinin Zararlı Basınç Sınırları 75
Tablo 1.16. Farklı Konuşma Ses Tiplerinin Ses Basınç Düzeylerinin 1 m Mesafedeki dB Değerleri. 79
Tablo 1.17: Gürültü Şideti Derceleri ve insan üzerindeki etkileri 84
Tablo 1.18: Gürültü şiddeti dereceleri ve insan üzerindeki etkileri 85
Tablo 1.19. Gürültü Kaynakları ve Etkileri..... 85
Tablo 1.20: İş Güvenliği ve Sağlık Açısından Gürültü Düzeyleri 86
Tablo 1.21: Gürültü düzeylerine göre günlük çalışma süreleri 87
Tablo 1.22: Çeşitli kullanım alanlarının kabul edilebilir üst gürültü seviyeleri 88
Tablo 1.23: Maksimum Müsade Edilebilir Ses Seviyeleri. 88
Tablo 1.24: Titreşimin sebep olduğu şikayetler 105
Tablo 1.25: Organların doğal frekansları Kullanıcılar Üzerindeki Etkileri..... 110
Tablo 1.26: Titreşim algı eşiği..... 111
Tablo 1.27: Gürültüden Teknik Korunma Yöntemleri..... 142
Tablo 1.28: Akustik malzemelerin ses yutma katsayısı 150
Tablo 1.29: Çeşitli Kulak Koruyucularının Ses Azaltma Özellikleri 159
Tablo 1.30: Hızın düşürülmesi ile gürültü azaltma arasındaki ilişki..... 164
Tablo 1.31: Maruziyet Eylem Değerleri ve Maruziyet Sınır Değerleri..... 168
Tablo 1.32: Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri 169
Tablo 1.33: En yükse ses basıncına göre günlük gürültü etkilenim düzeyi 171
Tablo 1.34: Farklı bina tiplerinde kaynak odası döşemelerinde sağlanacak en yüksek darbe sesi düzeyleri (L`nT,w1dB) 181
Tablo 2.1: Çalışan sayısına göre ölçüm süreleri..... 200
Tablo 2.2: Çalışma şekli ve prosedürü 201
Tablo 3.1: Ortam Gürültü Seviyesi Ölçüm Sonuçları 253
Tablo 3.2: Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev Tabanlı)... 255
Tablo 3.3: Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev Tabanlı)) 257

Tablo 3.4: TS EN ISO 1032+A1, TS ISO 2631-1, TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349 Kapsamında Yapılan Ölçüm Sonuçları 259
Tablo 3.5:Zımpara ve dremel gravür içim el kol titreşim ölçüm snuçları 260
Tablo 3.6: Profil değerlerine göre eksen çeşitleri 260
Tablo 3.7: Profillere göre ses bandı 260
Tablo 3.8: Ölçüm alınan makinelerin profil 1 deki Lmax [dB], Lmin [dB], SPL [dB] ve leg değerleri 261
Tablo 3.9: İç ortam ölçümünde makinelerden alınan Leg değerlerinin sıcaklık basınç ve yükseklik etkisinde elde edilen leg ortalama değer sonuçları 262
Tablo 3.10: İç ortam ölçümünde makinelerden alınan Leg değerlerinin soğurma katsayısı, uzaklık mesafesi vb etkisinde kalarak elde edilen leg ortalama değer sonuçları 262
Tablo 3.11: Zımpara makinesi için el kol titreşim hesaplamaları 263
Tablo 3.12: Bant zımpara makinesi için el kol titreşim hesaplamaları 264
Tablo 3.13: B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvar için ölçülen ortalama Leg dB A iç ortam gürültü ölçüm sonuçları 338
Tablo 3.14: B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvar için ölçülen iç ortam gürültü ölçüm sonuçları 338
Tablo 3.15: 4 nolu laboratuvar için ortalama Leg ve düzeltilen Db değer veortam ölçüm sonuçları 341
Tablo 3.16: Profile göre ses bandı dağılımı 342
Tablo 3.17: B kamu kurumundaki 5,6,7 ve 8 nolu laboratuvarlardaki makinelerin yarattığı iç ortam gürültü sonuçları 348
Tablo 3.18: B kamu kurumundaki 5,6,7 ve 8 nolu laboratuvarlardaki makinelerin yarattığı iç ortam gürültü sonuçları 349
Tablo 3.19: 9 ve 10 nolu laboratuvarlardaki makinelerin oluşturduğu iç ortam gürültü ölçüm sonuçları 360
Tablo 3.20: 9 ve 10 nolu laboratuvarlardaki makinelerin oluşturduğu iç ortam gürültü ölçüm sonuçları 360
Tablo 3.21:Halkalı Öğütücü (Halkalı değirmen) için iç ortam gürültü ölçüm Sonucu 368
Tablo 3.22:Halkalı Öğütücü için Leg ortalama ölçüm sonucu 368
Tablo 3.23: Halkalı öğütücü (Değirmen) için ortalama leg ve düzeltilen değelerre iç ortam gürültü hesaplamaları 371
Tablo 3.24: Sıcak soğuk pres iç ortam gürültü hesaplamaları 372
Tablo 3.25: Hidrolik Pres iç ortam gürültü hesaplamaları 373
Tablo 3.26: Zımparalama cihazi için iç ortam gürültü hesaplamaları 374
Tablo 3.27: Profile göre bant dağılım 374
Tablo 3.28: Kimyasal Analiz pompası için ortalama Leg hesabı ölçum sonuçları ... 401
Tablo 3.29: Su banyosu için ortalama Leg hesabı olçum sonuçları 402
Tablo 3.30: Profile göre ses bandı dağılımı 403
Tablo 3.31: 1. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri 420
Tablo 3.32: 1 nokta için peak noktasındaki öçlülen ses kaydının ses paremetreleri . 422
Tablo 3.33: 2 nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri 423
Tablo 3.34: 2. nokta için peak noktasındaki öçlülen ses kaydının ses paremetreleri 425
Tablo 3.35: 3. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri 427
Tablo 3.36: 3. nokta için peak noktasındaki öçülen ses kaydının ses paremetreleri 429
Tablo 3.37: Sessiz ortam için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri 430

Tablo 3.38: Peak noktasındaki ortalama sessiz ortam gürültüsü ses kaydının ses paremetreleri 432
Tablo 3.39: 1996-2 standardına göre ölçüm hesaplaması 433
Tablo 3.40: Dalga formuna göre değişkenler ve operatörler ve RMS ifadeleri gösterimi 442
Tablo 4.1: Ahşap atolyesi B 24 'te 30 sn .lik zaman süresince bulunan iç ortam gürültü ölçüm sonuşları 446
Tablo 4.2: Ahşap atolyesi B 24 'te 1 dk.lık zaman süresince bulunan iç ortam gürültü ölçüm sonuçları 447
Tablo 4.3: B Kamu Kurumundaki İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları 448
Tablo 4.4. Ahşap doğrama işlerinde kullanılan bazı makinelerin gürültü emisyon değerleri 450
Tablo 4.5. AKÜ yapı öğretmenliği bölümüne ait gürültü değerleri (dB) 451
Tablo 4.6: Afyonkarahisar Çıraklık Eğitim Merkezine ait gürültü değerleri (dB) ... 451
Tablo 4.7: Afyonkarahisar Gazi Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) 452
Tablo 4.8: Afyonkarahisar Merkez Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) 452
Tablo 4.9: Ahşap atölyesindeki makinelerden alınan kişisel gürültü maruziyeti hesaplama sonuçları 454
Tablo 4.10: Ahşap atölyesindeki makinelerden alınan kişisel gürültü maruziyei ölçüm sonuçları 454
Tablo 4.11: Belirtilen makineler için kişisel gürültü maruziyet ses basınç ortalama (dBA) değerleri 455
Tablo 4.12: İşlem basamaklarının yüklü durumda oluşan belirli makinalarda gürültü maruziyetleri 458
Tablo: 4.13 Ahşap Atölyesi için 1 dk.lık ölçümlerde alınan el kol titresim ölçümleri 459
Tablo 4.14: Ahşap Atölyesi için 30 sn.lik ölçümlerde alınan el kol titresim ölçümleri 459
Tablo 4.15: Bant Zımpara makinesi için günlük bütün vücut titreşim maruziyetleri ortalama değer 460
Tablo 4.16:.DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulmak 472
Tablo 4.17 :DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini 476
Tablo 4.18: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma 480
Tablo 4.19: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma 486
Tablo 4.20: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi 486
Tablo 4.21: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 490
Tablo 4.22: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 490
Tablo 4.23: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 494

Tablo 4.24: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 494
Tablo 4.25: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 497
Tablo 4.26: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 503
Tablo 4.27: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 503
Tablo 4.28: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi 503
Tablo 4.29: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 512
Tablo 4.30: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 512
Tablo 4.31: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı 516
Tablo 4.32: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 516
Tablo 4.33: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 519
Tablo 4.35: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 529
Tablo 4. 36: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 529
Tablo 4.37: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 533
Tablo 4.38: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 533
Tablo 4.39: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 536
Tablo 4. 40: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi..... 542
Tablo 4. 41: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 542
Tablo 4.42: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 545
Tablo 4.43: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi..... 550
Tablo 4.44: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 550
Tablo 4.45: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 554
Tablo 4.46: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 554
Tablo 4.47: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 557
Tablo 4.48: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 562

Tablo 4. 49: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 562
Tablo 4.50: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 565
Tablo 4.51: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 570
Tablo 4.52: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi 570
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma
Tablo 4.53: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma 573
Tablo 4.54: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı 579
Tablo 4.55: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve stand art darbe sesi basınç seviyesi 579

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu tezde amaç laboratuvar ortamlarında gürültü, titreşime neden olan faktörleri anlatmak, laboratuvar çalışanlarının iş yerlerinde gürültü ve titreşimden kaynaklı karşılaşabilecekleri fiziksel risk faktörlerini belirlemek, laboratuvarlardaki bulunan gürültü, titreşim yayan, teknolojik boyutta yeni çıkan, cihazları, makineleri ve düzenekleri tanıtmak daha sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulması için öneriler geliştirilmek, laboratuvarlardaki fiziksel risk etmenleri için alınması gereken önlemleri vurgulamak, iç ortam gürültüsü, günlük kişisel gürültü titreşim maruziyetlerini ölçmek, gürültüyü engellemek için laboratuvarlarda neler yapılması gerekli olduğu, laboratuvarlardaki gürültü ve titreşim ortam ölçümlerine bakılarak farklı laboratuvarlar arasında bu konu ile ilgili kıyaslama yapılarak farklı bilgiler elde edilmek istenmiş, böylece gelecekte yapılacak risk değerlendirmelerine temel oluşturulmuştur.

Bu yüzden İzmir'de birtakım kamu kurumları, üniversite ve farklı laboratuvar ortamlarında bulunan gürültü titreşim yayan yeni makine ve cihazların nasıl çalıştıkları ve ne gibi özelliklere sahip oldukları konusunda bilgiler verilmiştir. Ölçümler alınırken gürültü düzeyinin ölçümünde kullanılan ortam gürültü dozimetreleri, ses düzeyi ölçü aletleri, frekans analizörleri kullanılmıştır. Bu cihazların çeşitli isimleri de vardır. Sesin şiddeti desibel (dB) olarak ölçülmektedir. Genellikle bu ölçerlerde A,B, C olmak üzere üç farklı ölçüm yapılmasını sağlayan filtre bulunmaktadır. Sesin şiddeti bu filtreler sayesinde, insan kulağı tarafından algılandığı hali ile ölçülür (Kürklü vd. 2013: 26)

A kamu kurumundaki 3 nolu laboratuvarda sıvı sürkülasyon cihazı ve karıştırıcı, 2 nolu laboratuvarda çekme basma cihazı, 1 nolu laboratuvarda zımpara makinesi, daire testere, matkap, kıl testere ve torna makineleri, İzmir'de Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'te matkap, delik delme makinesi, taşlama makinesi, planya makinesi, gönye kesme makinesi, taşlama makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, daire testere makinesi, dremel gravür makinesi, bant zımpara ve freze gibi makinelerden, B kamu kurumunda 4 nolu

laboratuvarda Akış Döngüsü Düzeneği , 5 nolu laboratuvarda BET(Yüzey alanı ölçüm cihazı) ve master sizer (Parçacık boyut analiz cihazı), 6 nolu laboratuvarda reometre cihazının yanında bulunan chiller sogutucusu, 7 nolu laboratuvarda taramalı elektron mikroskobu ve iç odada yer alan pompa ve chiller soğutucusu, 8 nolu laboratuvarda XRD cihazı, 9 nolu laboratuvarda halkalı öğütücü (Değirmen) makinesi, hidrolik pres makinesi, sıcak ve soğuk pres makinesi ve 10 nolu laboratuvarda kaba kesme cihazı, hassas kesme cihazı, sıcak kalıplama cihazı gibi makine ve cihazlardan, İzmirde özel Z Çevre Laboratuvarı'nda kimyasal analiz pompası ve su banyosundan, X OSGB ' de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarından bazı laboratuvarlarda iç ortam gürültü ölçümleri, bazı laboratuvarlarda ise günlük kişisel gürültü maruziyeti, el kol titreşim maruziyeti ve tüm vücut titreşim maruziyeti ölçülmüştür. Yeni makineler ve cihazların çıkması ile hem enerji hem de zamandan tasarruf sağlanmıştır. Çalışma ortamlarında fiziksel etmenlerden birisi de gürültüdür.

Titreşim ve gürültü kirliliği iş yerinde çalışma ortamında risk teşkil eden çalışma şartlarını ve işçi sağlığını olumsuz yönde etkileyen önlenmesi veya önlem alınması gereken etkenlerdendir.

Laboratuvarlarda iş güvenliğinin sağlanması ve iş güvenliği faktörlerinin geliştirilmesinde ortam ölçümleri yapılmasının ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda çözüm önerilerinin elde edinilmesinin önemi çok mühimdir (Albayrak, 2014)

Laboratuvarlarda isg kültürünü oluşturmak ve sürdürmek çok önemlidir. Laboratuvarlarda fiziksel kimyasal, biyolojik ve radyoaktif maddelerden kaynaklanan riskleri en aza indirmek, ortadan kaldırmak için kullanıcıların laboratuvar ve güvenlik kurallarına uyması gerekir. Gürültü ölçümlerinin yapılmasındaki amaç genelde edilen bir şikâyetin değerlendirmesi, şikâyetin yasalara uygunluğunun denetlenmesi, gürültüye maruz kalınan kişi sayısını belirleme, yapılan araştırmalar, ölçümleme doğrulama, ruhsat başvurusu, arazi kullanım planlaması veya çevresel etki değerlendirmesi (ÇED), gürültü haritalama, önlemlerin etkinliğini değerlendirmedir (Çalış, 2022).

Bu çalışmanın amacı kısacası, laboratuvarlarda var olan gürültü probleminin ne olduğunun araştırılması, gürültü kaynaklarının belirlenmesi ve gürültüyü kontrol altına alınması, yapılamıyor ise etkilerinin azaltılması sonucunda gürültünün çalışanlar üzerindeki etkisinin azaltılmasıdır (Esen, 2010).

Titreşim ve gürültü ölçümleri yapılırken belirli özellikleri bilmek gerekir. Gürültü ve titreşimin insan sağlığı üzerindeki etkisi iyi bilinmelidir. Laboratuvarlarda modelleme olarak gürültü ve titreşimi azaltmak ya da ölçmekle KSSchallschutzrechner mimari akustik programı kullanılarak duvarlarda ve binanın belirli bölgelerinde ses yalıtımı yaparak gürültüyü azaltmak için neler yapılması gereği anlatılmıştır.

1.2. Gürültünün Dünya Çapındaki Önemi

Gürültü kirliliği, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından hava ve su kirliliğinden sonra üçüncü en tehlikeli kirlilik olarak kabul edilmektedir. Gürültü kirliliğine kısa ve uzun süreli maruz kalmanın insanlar üzerinde anksiyete ve depresyon gibi psikiyatrik bozukluklardan hipertansiyona, hormonal işlev bozukluğuna ve kardiyovasküler hastalığa yol açan kan basıncının yükselmesine kadar çeşitli olumsuz etkileri vardır. Gürültü kirliliğinin başlıca kaynaklarından biri karayolu trafiğidir ve WHO, Avrupa nüfusunun yaklaşık %40'ının şu anda yüksek gürültü, ses seviyelerine maruz kaldığını bildirmektedir (Basu vd., 2021).

Şehir ses peyzajı çalışmaları (Lebiedowska, 2005; L'eobon, 1995) kentsel gürültünün genel olarak aşağıdaki dört kategoride sınıflandırılabileceğini öne sürmüştür:

i) Arka plan gürültüsü: Tiz, delici, güçlü, sürekli, düzensiz olması nedeniyle rahatsız edici olarak sınıflandırılır veya çevresel çevrenin uğultusuna neden olan aralıklı sesler;

ii) Mekanik gürültü: Araçlar, demiryolu ve uçak gibi mekanik ekipmanların yanı sıra gürültü üreten büyük endüstriyel tesislerin neden olduğu gürültü;

iii) İnsan faaliyetleriyle ilgili gürültü: Gösteriler, toplantılar, sirenler, ticaretler, elektrikli süpürge veya matkap vb. kullanımına bağlı ev gürültüsünden kaynaklanabilir;

iv) Diğer çevresel gürültü: Fırtına, gök gürültüsü, rüzgâr ve gıcırtıların varlığına bağlanabilir.

Ayrıntılı çalışmalar ve literatür incelemeleri, yolların okullar, ofisler ve konut binaları gibi inşa edilmiş altyapıların yakınında bulunması nedeniyle kentsel karayolu trafiğinden kaynaklanan gürültü kirliliğinin en yüksek maruziyet seviyesine sahip olduğunu göstermiştir (L'eobon, 1995; Khan vd., 2018; Paiva vd., 2019; Von Graevenitz, 2018; Gozalo vd., 2016; Cai vd., 2019; Gonzalez vd., 2018; Ruiz vd., 2016; Zannin vd., 2003).

Gürültü seviyeleri genellikle karayolları çevresinde ve ulaşım terminallerinin yakınında en yüksek olmasına rağmen, şehir sakinlerinin büyük çoğunluğunun maruziyeti şehrin genel arka plan gürültüsü tarafından belirlenir (Khan vd., 2018; Mehdi vd., 2011; Morillas vd., 2022; Raimbault vd., 2003; Stansfeld ve Matheson, 2003).

Gürültüyü engellemek için ses perdelerinin oluşturulmasında katı engeller dışında bitkisel perdelerinde geçirimsizliği gürültü önlemedeki rolü üzerine ülkemizde henüz yeterli çalışmalar yapılmamasına rağmen gürültünün önlenmesinde bitkisel elemanların önemli bir yer tuttuğu kabul edilmektedir. Kentsel kullanım alanı içerisindeki gürültü kontrol amacıyla oluşturulacak bitkisel gürültü perdeleri sadece gürültü azaltmada değil aynı zamanda kent estetiği, ekosistemi ve insan fizyolojisi ile psikolojisi üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır (Aktaş, 2002).

Bu konuda Froehlich (2013)'in yaptığı çalışma aşağıda yer almaktadır:

Sağlık tehlikesi: Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, güvenli sınırları aşan (50 desibelin üzerindeki herhangi bir şey) gürültü seviyelerine maruz kalmak işitme için zararlı olabilir ve yüksek tansiyon, felç ve hatta kalp krizlerine katkıda bulunma riski taşır. Aslında vücut yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığında, stres hormonları salgılayarak ve vücudu sürekli bir gerilim seviyesinde tutarak tepki verir. Yüksek seslere uzun süre maruz kalmak, tahriş ve öfke, konsantrasyon eksikliği, kesintili uyku ve kulak çınlaması gibi işitme ile ilgili hasar gibi yan etkilere neden olabilir. İnsan kulağı 120-140 desibelde ağrı hisseder ve bu nedenle, bu desibel aralığında veya üzerindeki sesleri dinlerken kulaklarımızı ellerimizle koruma eğiliminde oluruz. Bir laboratuvardaki genel gürültü seviyesi birtakım faktörlere bağlıdır. Laboratuvarın yeri, binanın yapımında kullanılan malzemeler ayrıca tesisin görevlerini yerine getirmek için kullanılan enstrümantasyon ,ekipman ve makineler laboratuvarlarda gürültüye neden olur.

a) Ekipman Gürültüsü - Laboratuvar işlevinin doğrudan yerine getirilmesi için kullanılan hemen hemen tüm ekipmanlar biraz gürültü üretir. Gürültü seviyesi şunlara bağlıdır: Gürültü laboratuvar türlerinden: İnşaat, kimya, makine, özel laboratuvarlar vb bağlıdır. Her laboratuvar farklı gürültü çıkarır.

b) Yabancı Gürültü – Ek olarak çeşitli cihazlar tarafından üretilen gürültüdür. Laboratuvarda bulunan ana ekipmanların dışında cihazlar tarafından çıkarılan gürültü

doğrudan laboratuvarın işleviyle ilgilidir. Mesela radyolardan gelen müzikle iletilen gürültü ve telefonlardan gelen sesler birçok laboratuvarda mevcuttur.

c) Laboratuvar Tasarımı Hususları

– İnşaat parametreleri laboratuvarlarda gürültü seviyesinde önemli bir rol oluşturabilir. Çünkü birçok laboratuvar tesisleri takviyeli olarak inşa edilmiştir. Zemin ve duvarlar için beton, duvarlar ve tavan için mümkünse ses emici malzemeler kullanılmalıdır ve bu yapılar bu malzemelerle donatılmalıdır.

d) Dış Gürültü –Laboratuvar ortamı bir ortamdaki gürültü seviyesi ile genel çevreden gelen gürültü seviyesinden önemli ölçüde etkilenebilir. Örneğin, bina konutu laboratuvar endüstriyel bir alandaysa, büyük ihtimalle gürültü olacaktır. Araç trafiği unutulmamalıdır ki gürültü katkı maddesidir. Laboratuvarda normal konuşma yaklaşık 50 dB iken gürültülü sistemler varsa genel gürültü seviyesi insanların duyulması için aşırı ve zor olacaktır. Laboratuvar gürültüsünün kontrolü için bir laboratuvar tasarlanırken yönetici mimarlarla çalışmalı ve tesisin tasarlandığından emin olmak için yeni bir bina yapılıyorsa, yukarıdaki gürültü kaynaklarının tümü dikkate alınmalıdır. Dizayn ve binanın konumu belirtilmelidir. İnşaatta dış gürültüyü en aza indirecek şekilde ses yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Yüksek gürültü seviyesinden her zaman korunmak mümkündür. Mevcut bir tesisteki bir laboratuvar için en etkili yaklaşım gürültüyü en aza indirmek ve çalışanların sağlık ve güvenliğinin optimize edilmesini sağlamak için enstrümantasyon ve yardımcı ekipmanın gürültüyü en aza indirecek şekilde seçilmiş olması gerekmektedir.

Bir laboratuvardaki aşırı gürültü seviyeleri önemli sağlık tehlikeleri yaratır. Kabul edilebilir seviyeler İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi tarafından sağlanmaktadır.Gözlenen gürültü, kolayca azaltılamayan dış faktörler ve iç faktörlerin bir kombinasyonudur. Dâhili gürültü kaynakları, ortamdaki enstrümantasyon ve yardımcı ekipmanlardan kaynaklanmaktadır. Gürültü azaltma ile özel olarak tasarlanmış ses azaltıcı malzemelerle bu tür cihazlardan gelen gürültü sistemleri seçilerek azaltılabilir (Froehlich, 2013).

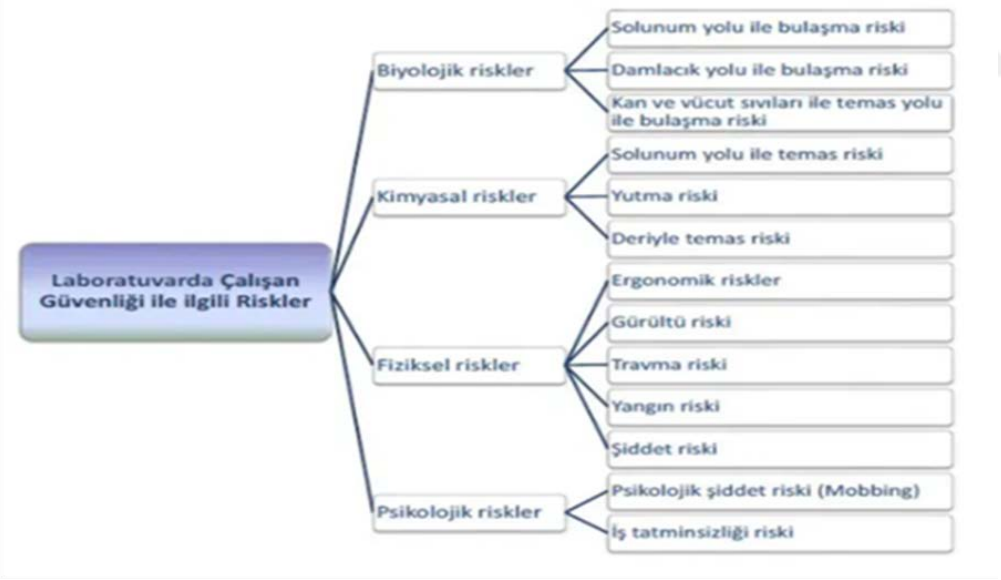
Her ekipmanın ve gürültü kaynağının kendine göre ayrı bir gürültü seviyesi ve korunma yöntemi vardır. Yeni makineler ve cihazların çıkması ile hem enerji hem de zamandan tasarruf sağlanmıştır. Bu tezde labaratuvar ortamlarında gürültü, titreşime neden olan faktörler anlatılmış ve bu faktörleri daha çok makinelerin olduğu labaratuvar ortamlarında görüldüğü gözlemlenmiştir.Laboratuvarlarda uyulması gereken kurallar, laboratuvarlarda

ki fiziksel risk etmenleri ve bu risk etmenleri için alınması gereken önlemler, gürültüyü engellemek için laboratuvarlarda neler yapılması gerekli olduğu anlatılmak istenmiştir.

Gürültünün yayılmasını etkileyen faktörler rüzgâr, nem, sıcaklık, ortam basıncı, titreşim, manyetik alandır. Bunlara ek olarak mesafeler, engeller (ses bariyerleri), sesi yansıtan yüzeyler, zemin türü, bitki örtüsü ve ağaç grupları da ölçüme etki edebilecek parametreler olarak sayılabilir. Bu faktörlerin etkisiyle ses dalgaları yayılma sırasında yansıma, saçılma, kırılma gibi olaylara maruz kalabilmekte ve ses kaynağından uzaklığa bağlı olarak ses düzeyi artıp azalabilmektedir. Gürültü kontrolü sürecinde bu faktörlerin gürültü azaltıcı etkilerinden yararlanılarak yeni tasarımlar yapılabilir (Abdulkadir, 2007).

1.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Etmenleri

Labatuvarlardaki fiziksel risk etmenleri: titreşim, gürültü, aydınlatma, elektrik, toz, yangın ve radyasyondur. Kimyasal tehlikeler: dumanlar, buharlar, gazlar tehlikeli sıvılardır. Biyolojik açıdan; enfeksiyon bakteri ve virüsler vardır. Laboratuvarlardaki çalışan güvenliği ile ilgili risk çeşitleri Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Laboratuvarlardaki çalışan güvenliği ile ilgili risk çeşitleri (İsgtedbir.com, 2022)

Gürültü ve titreşim çevre acısından önemli bir sorundur. Eğitim sektörü bizim için çok önemli bir sektör olup özellikle laboratuvar ortamlarında gürültü ve titreşim sağlık açısından dikkat edilmesi gereken konulardandır. Laboratuvar ortamında bazı mekanik ekipmanlar gürültü üretir. Bu mekanik cihazlar tek başına yüksek düzeyde gürültü

üretmese de, birlikte çalıştırıldığında laboratuvar ortamında yüksek düzeyde gürültü üretebilmektedirler. Gürültü 85 dB(A) seviyesinde insanları rahatsız etmeye başlar ve 120 dB(A) gürültü şiddetine sahip sesler işitme sorunlarına neden olabilir. İşitme yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak eşik sınırlarının aşılmaya başlanması durumunda ciddi işitme sorunları ortaya çıkabilir. Laboratuvar ortamında çalışırken düşük gürültülü bir ortam yaratmak gerekir. Bu durumda laboratuvar ortamında çalışırken koruyucu önlemler alınmalı ve gürültü ölçümleri yapılmalıdır. Bu tür ortamlarda gürültü düzeyi uygun seviyeye indirilemiyorsa kişisel koruyucu ekipman (KKD) kullanılmalıdır (Girice, 2018; Yılmaz ve Bilici, 2020).

1.4. Ses ve Gürültü

Genelde önceden yapılan çalışmalarda endüstrideki gürültü saf olmayıp çeşitli seslerin birleşmesiyle oluşur. Gürültünün rahatsız ediciliği, gürültünün yüksekliğinden yani frekansından, değişkenliğinden ve cinsinden oluşur (Esen, 2010).

Gürültünün tanımını yapmak için ses tanımını yapmak gerekir. Çünkü gürültü istenmeyen sestir. Elastik bir ortamda yayılan ve işitme organını uyaran titreşimler, ses olarak adlandırılır. Ses, bir enerji kaynağının yaydığı titreşimler nedeniyle gaz, sıvı ve katı ortamlardaki moleküllerin sıkıştırılıp gevşemesi sonucu üretilen enerjidir. Bu sıkıştırma ve gevşemeler ortam boyunca yayılır ve ses dalgaları oluşturur. Ses bir enerji olup titreşimler sonucu oluşup basınç değişimleri aracılığı ile iletilir sesin havada yayılımı, atmosfer basıncına eklenen basınç dalgaları şeklinde gerçekleşir ve kulağa gelen ses dalgaları, kulak içerisinde bazı değişimler geçirerek, sese duyarlı sinir uçları ile merkezi sinir sistemine iletilerek ve bu basınç değişiklikleri kulak tarafından elektrik sinyallerine çevrildikten sonra beyin tarafından "ses" olarak algılanmaktadır. Moleküllerin bir kez sıkışması gevşeme hareketi içinde yapması durumunda kalan mesafe sesin dalga boyunu tayin eder. Bir tek titreşim için pozitif ve negatif iki faz vardır. Birim saniyede titreşim sayısı o sesin frekansını tanımlar (Belgin ve Çalışkan, 2004).

Çağımızın en mühim endüstriyel ve çevresel sorunlarından biriside gürültüdür. Endüstrisyel ortamlarda makinelerin çıkardığı sesler, kalıcı ve yeterli tedbirler alınmadığında çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (Tunay ve Melemez 2003). Kulağa gelen her titreşim, sinir sistemi tarafından ses olarak algılanmaz.

Çevremizde duyduğumuz seslerin büyük bir çoğunluğu harmonik olup ve ses nesnel bir kavramdır (Özgüven, 2008; Aslan, 2009; Özdemir, 2011).

Cansız doğaya ait bilimlerle canlı doğaya ait bilimlerin ara kesitinde ses ve gürültü ile ilgili çalışmaların alanı yer almaktadır. Bir yanda deterministik fizik yasaları ve cansız doğa konularını kapsayan hız, basınç gibi nesnel ve ölçülebilir olan kavramlarla, öte yandan canlı doğa ve istatiksel psiko-fizyoloji yasaları konuları içinde olan işitebilirlik, rahatsız edicilik gibi öznel ve ölçülmez olan kavramlarla iç içedir. Bir sesin dinleyeni rahatsız etmesi yalnızca sesin kalitesine bağlı olmamakla birlikte bunun yanında bizim sese karşı olan davranışımıza da bağlı olup ilişkilidir. Örnek olarak, kalkış yapan bir jet uçağının sesi dizayn mühendisi birisine müzik gibi gelebilir, ama koşu yolunun yakınında yaşayan insanlar için bu ses acı verici, kötü olabilir. Sesin rahatsız edecek kadar gürültü olma gibi bir zorunluluğu yoktur. Plak üzerinde bir çizik, gıcırdayan bir zemin, ya da su damlatan bir musluk gök gürültüsü kadar da rahatsızlık verici olabilir (Mehta, 1994). Gürültü ise özneldir. Bir sesin gürültü olarak nitelenip nitelenmemesi kişiden kişiye göre değişir. Kimilerinin beğenerek ve severek dinlediği müzik diğerleri tarafından rahatsız edici olabilir (Değer, 2015). Ses bir ortamda dalgalar halinde yayılmaktadır. Titreşen bir nesneden havada sıkışma ve gevşeme noktaları yaratarak yayılan bir dizi dalgaya "ses dalgası" adı verilir. Sıkıştırma ve gevşeme dalgaları hava parçacıklarının titreşmesine neden olur (Mehta vd., 1999; Aslan, 2009). Ses, titreşimlerden oluşan fiziksel bir hareket olarak bir ortama yayılır. Hareket işitme frekansı aralığında ise kulaklar ve diğer ikincil reseptörler tarafından ses olarak algılanır. Sesin var olabilmesi için bir kaynağa (çapını büyüterek veya küçülterek titreşen bir nesneye) ve esnek bir ortama (hava gibi) ihtiyacı vardır. Yani sesin yayılması bir ortama ihtiyaç duyar ve ses boşlukta yayılamaz. Ses dalgalarını, durgun suya bir taşın atılmasıyla oluşan ve ortamdaki molekülleri sıkıştırıp gevşeterek ses enerjisini ortama dağıtan dalgalanmalara benzetebiliriz (Demirkale, 2007; Aslan, 2009). Yani sesin oluşumu için titreşim gerekir, gürültünün oluşması için hem titreşim hem de ses gerekir. Hepsi birbirleriyle bağlantılı kavramlardır. Gürültü Kontrolü Yönetmeliği'nin 4. maddesinde, rastgele yapıya sahip ses spektrumu, öznel olarak istenmeyen sesler, rastgele yapıya sahip ve bağımsız frekans bileşenleri olmayan spektrumlar (Harris, 1979), tüm öznel olarak istenmeyen sesler olarak tanımlanmaktadır. Alıcı, evrende kargaşaya ve yıkıma neden olmaktadır (Aktaş, 2002). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) gürültüyü şöyle tanımlamıştır: Gürültü, işitme kaybına neden olan veya

bundan başka sağlık tehlikelerine yol açan tüm seslerdir (Konuklar ve Durman, 2021). Bir gürültünün karakteri, Gürültünün;

- ✓ Frekans spektrumu,
- ✓ Seviyesinin zamanla değişimi ve
- ✓ Ses alanının özelikleri ile tanımlanabilir (Değer, 2015).

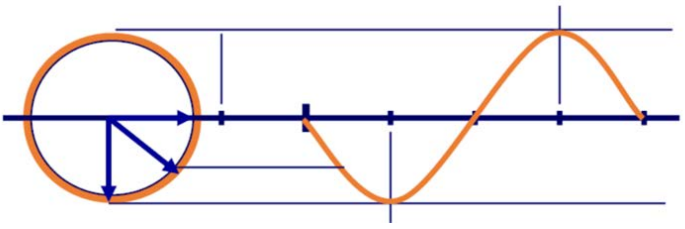
Tablo 1.1: Ses tiplerinin frekans aralıklarına göre dalga boyu değerleri (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

SESLER	FREKANS BÖLGESİ	DALGA BOYU
Kalın sesler	16-160 Hz	20 m-2m
Orta sesler	160-1600 Hz	2 m – 0.2 m
İnce sesler	1600 – 20000 Hz	0.2 m – 0.02 m

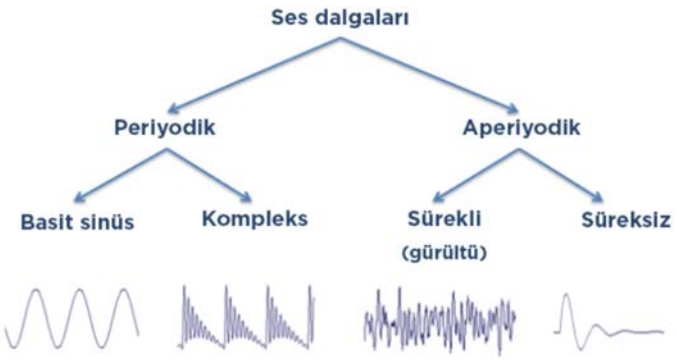
Ses tiplerinin frekans aralıklarına göre dalga boyu değerleri Tablo 1.1'de gösterilmiştir. Yayılma ortamlarında ses dalgalan iki tip enerjiye sahip olabilir. Birinci olan titreşen parçacıkların kinetik enerjisi, ikincisi ise elastik deformasyonun potansiyel enerjisi olarak bilinir. Ses enerjisi de joule veya erg birimleriyle gösterilebilir. Ortamdaki mekanik gerilmelerden sesin hızı etkilenebilir. Mekanik gerilmelerden sesin hızı etkilendiği için oluşan enerji kayıpları da akustik direnç kavramıyla açıklanmaktadır (Özgüven (2000).

1.5. Sesin Fiziksel Özellikleri

Bir ses dalgasının en mühim fiziksel özellikleri arasında periyodu, frekansı, şiddeti, basıncı, amplitüdü, hızı ve dalga boyu vardır. Tek frekanslı periyodik (tekrarlayan) dalgalar saf tonlardır. Bu dalgalar matematiksel olarak zamana bağlı olarak sinüs fonksiyonları olarak adlandırılır. Sinüs dalgalar, basit dalgaların hareketini gösterirler (Özgüven, 2000). Sesin dalga hareketi Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Sesin dalga hareketi (Kent, 2023).



Şekil 1.3: Ses dalgaları çeşitleri (Kent, 2023).

Ses dalgaları çeşitleri Şekil 1.3'de gösterilmiştir.

1.5.1. Ses Frekansı (Hz)

Ses frekansı, periyodik olayların tekrarlanma oranı olarak da bilinen, bir titreşim kaynağının birim zamanda havada ürettiği titreşim sayısı olarak ifade edilir (Baranek ve Ver, 1992; Fişne, 2008; Barron, 2003).

Yani birim zamandaki basınç dalgalanmalarının sayısına sesin frekansı denir. Birimi Hertz ya da cps (cycle per scond) olarak söylenir. Ses frekans analizleri ses dalgalarının frekansını bilmek ya da bir sesin hangi frekanslardaki titreşimlerden oluşmuş bir bileşik ses olduğunu tanımlamak için yapılabilir. Düşük frekanslı sesler, kulakta kalın bir ses uyarımı yaparken, yüksek frekanslı sesler, kulak tarafından tiz sesler olarak algılanır. Kulağa gelen her titreşim de ses olarak algılanmaz (Özgüven, 2000).

Her insanın işitme yeteneği büyük ölçüde farklılık gösterse de insan kulağı 20Hz ile 20kHz arasındaki frekanslardaki sesleri duyabilir. Bu alana "işitilebilir frekans aralığı" denir. 1 ila 20 Hz arasındaki frekans aralığı "infrasound frekansı" olarak ifade edilir. Bu frekanslar duyulamaz ancak titreşim olarak hissedilebilir. 20.000 – 40.000 Hz frekans aralığı Ultrasonik frekanslar 20.000 – 40.000 Hz frekans aralığını kapsamaktadır (Barron, 2003). Yaşlandıkça insanların yüksek frekanslı işitme yetenekleri göreceli olarak azalır. Yüksek şiddetteki seslere maruz kalındığında işitme olumsuz etkilenir, düşük şiddetteki seslere karşı hassasiyet azalır (Fişne, 2008; Brüel ve Kjaer, 1998a; Brüel ve Kajer 1998b; Brüel ve Kajer 2001).

Normal kulak, kulak kanalı amplifikasyonu nedeniyle duyarlılığın değişken olduğu 3000-4000 Hz aralığındaki seslere daha duyarlıdır. Bu aynı zamanda ünsüz tanıma yoluyla konuşma anlaşılırlığının sağlanması için kritik frekans aralığı olarak da tanımlanmıştır. 20.000 Hz gibi yüksek frekanslarda basınçların aynı yükseklikte hissedilebilmesi için genliklerinin 2000 Hz aralığındaki frekanslardan daha büyük olması gerekir (Cowan, 2016; Çakır ve Tekin 2022).

Bazı hayvanların insanların duyabileceğinden çok yüksek (büyük frekanslı) sesler üretebildiği ve duyabildiği Tablo 1.2' de gösterilmiştir (Sabancı ve Sümer, 2011).

Tablo 1.2: İnsanların ve bazı hayvanların üretebildikleri ve duyabildikleri ses frekans aralıkları (Sabancı ve Sümer, 2011).

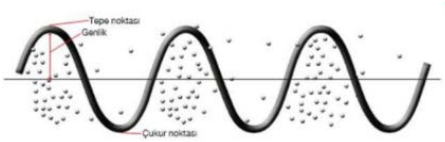
Canlı Türü	İşitme Aralığı Frekansı (Hz)	Ses Üretme Aralığı Frekansı (Hz)
Köpek	15 – 50000	450 - 1080
Kedi	60 - 65000	760 - 1520
Yunus	150 - 150000	7000 - 120000
Yarasa	1000 - 120000	10000 – 120000
İnsan	20 - 20000	85 – 1100

Tablo 1.2'de gösterildiği gibi, bazı hayvanlar insanların duyabileceğinden daha yüksek (daha yüksek frekanslı) sesler çıkarabilir ve duyabilir (Sabancı ve Sümer, 2011; Kurban, 2015).

1.5.2. Genlik

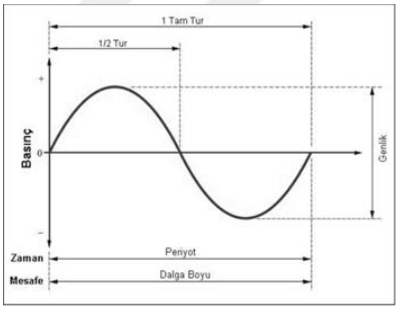
Genlik, tepeden çukura olan dikey mesafenin yarısıdır ve denge basıncı çevresinde ölçülen maksimum sapma veya değişikliktir, yani periyodik bir dalganın elde ettiği maksimum yer değiştirmedir. Bir ses dalgasının genliği, o sesin yoğunluğuyla belirlenir (Belgin, ve Çalışkan, 2004).

Basınç değişimi en büyük değer olarak adlandırılır. Amplitüd dalga yüksekliği ya da genlik olarakta bilinir. Dalganın genliği dalganın gücü ile doğru orantılıdır. Ses dalgasının tepe noktası taneciklerin sık olduğu bölgeye; dalganın çukur noktası ise ses dalgasının seyrek olduğu bölge karşılık gelir. Genliği fazla olan ses dalgalarının oluşturduğu sese şiddetli ses denir. Dalga amplitüdü, desibel (dB) cinsinden belirtilir (Özgüven, 2000). Amplitüd için ses taneciklerin yoğun ve az olduğu bölgeler Şekil 1.4'de gösterilmiştir.



Şekil 1.4: Genlik için ses taneciklerin yoğun ve az olduğu bölgeler (Kent, 2023).

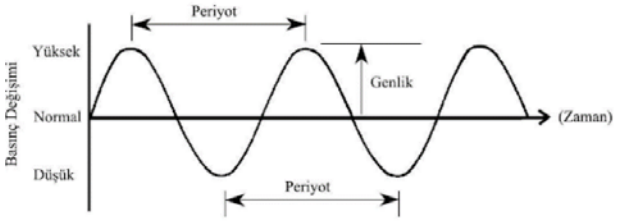
Başka bir deyişle, bir ses dalgasının dikey genliğinin ölçüsü genlik olarak ifade edilir. Dalganın genliği, ses dalgasını oluşturan sıkıştırma ve genişleme arasındaki farka göre belirlenir. Bir ses dalgasının elastik ortamdaki tam turu Şekil 1.5 'te gösterilmiştir. Ses dalgaları, başka bir elastik ortamda veya havada titreşen parçacıklar tarafından üretilir. Dalga şeklinde hareket eden elastik ortamın parçacıkları değil, dalganın enerjisidir (IPPC, 2002; Leech ve Squires, 1999). Örneğin, bir gitar teli periyodik salınım hareketi yoluyla titreşir ve hava moleküllerinin belirli bir basınç altında genişlemesine ve sıkışmasına neden olur. Bu sayede teldeki enerji havaya aktarılır. Enerji miktarı ipin titreşiminin genliği ile ilgilidir. Tele daha fazla enerji verilirse tel daha yüksek genlikte titreşir. Teldeki titreşimin genliği ne kadar büyük olursa, dielektrik parçacıklar tarafından taşınan enerji de o kadar büyük olur. Enerji ne kadar büyük olursa sesin şiddeti de o kadar büyük olur.Titreşen tüm cisimler için bu belirtilen bilgiler geçerlidir (Fişne, 2008).



Şekil 1.5: Bir ses dalgasının elastik ortamdaki tam turu (Fişne, 2008).

1.5.3. Periyot

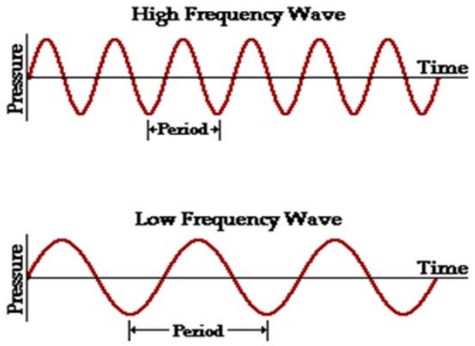
Bir ses dalgasının oluşması için geçen süre periyottur.



Şekil 1.6: Ses dalgasında periyod basınç değişimi (Özgüven, 2000).

Ses dalgasında periyot basınç değişimi Şekil 1.6 ‘da gösterilmiştir.Ses dalgasının periyodu ve frekansı arasında; f=1/T şeklinde bir bağlantı vardır.

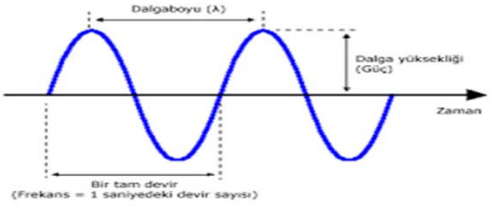
Buna dayanarak alçak frekans seslerin peryotlarının uzun, yüksek frekans seslerin peryotlarının ise kısa olduğu yorumu yapılır. Ses dalgalarının yüksek ve alçak frekans zaman durumu Şekil 1.7’de gösterilmiştir.



Şekil 1.7: Ses dalgalarının yüksek ve alçak frekans zaman durumu (Kent, 2023).

1.5.4. Dalga boyu(λ)

Bir ses dalgasında iki tepe ya da iki cukur arası uzaklığa başka bir deyişle art arda meydana gelen iki dalganın aynı fazlı noktaları arasındaki mesafe olarak bilinir. Birimi (m) dir. Dalga boyu ile frekans ters orantılı olup ses dalgalarının frekansı küçük olursa dalga boyu büyük olur. Ses dalgalarının frekansı büyük olursa dalga boyu küçük olur. Dalga boyu, uzunluk birimleri (metre, milimetre…) gösterilir. Dalga boyu (λ):λ (m) = hız / frekans (Özgüven, 2000).



Şekil 1.8: Ses dalgasında dalga boyu gösterimi (Kent, 2023).

Bu bağlantıdan dalga boylarının uzun olursa ses alçak frekanslı , dalga boyları kısa olursa sesin frekansı yüksek olur (Özgüven, 2000).

1.5.5. Hız (velocity)

Bir ses dalgasının bir yöndeki süratidir. Hava ve sıvı gibi elastik ortamlarda oluşan ses, kendisini oluşturan kaynak etrafında küresel olarak yayılmaktadır Sesin yayılma hızı, ortamın fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişir. Sesin havadaki hızı; sıcaklık, basınç ve neme bağlı olarak az da olsa değişebilmektedir. Sesin 200C‟‟de oda sıcaklığındaki hızı 340 m/s‟‟ dir (Aslan, 2009). Sesin yayılırken havada oluşturduğu basınç değişimine "ses basıncı" adı verilir. Akustik basınç birimi Paskal (Pa)'dır. İnsan kulağı 0,00002 Paskal ile 20 Paskal arasındaki ses basınçlarını duyar (Konuklar ve Durman, 2021).

Buna göre, sesin yayılma hızı, aşağıdaki Eşitlik 1.1 ile ifade edilir.

$$C = \frac{\lambda}{T} = \lambda . f \qquad (1.1)$$

C: Ses yayılma hızı (m/s)

λ : Dalga boyu (m)

T: Periyod (s)

f: Frekans (Hz)

Ses dalgalarının farklı ortamlardaki ilerleme hızı, ya da kısaca ses hızı c, ortamın fiziksel özelliklerine ait bir sabit olup aşağıdaki gibi gösterilir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

$$C = k\sqrt{\frac{E}{P}} \qquad (1.2)$$

k Bir sabit

E Ortamın elastiklik modülü (N/m2

p Ortamın yoğunluğu (kg/m3

E ve p basınç ve sıcaklığın fonksiyonu olduğu için, ortamlardaki sesin hızı da sıcaklık ve basınca bağlı olarak değişmektedir. Sesin ortamda yayılırken ilerleyen, ortamın parçacıkları olmayıp basınç dalgasıdır. Bu nedenle bu olayda kütle iletiminden bahsedilmeyip, enerji iletiminden bahsetmek söz konusu olur. Ortam parçacıklarının sesin yayılması esnasındaki hareketi belli bir denge konumu etrafındaki bir titreşim hareketinden oluşur. Ses hızı c'nin dalga ilerleme hızı olduğuna ve bunun ortam parçacıklarının titreşim hızından değişik ayrımlı bir büyüklük olduğuna özen gösterilmelidir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Sesin havadaki hızı nem, basınç ve sıcaklık içeriğine göre az miktarda da olsa değişebilir. 1 atmosfer basınç altındaki ve 20 C sıcaklık altında kalan ses hızı hemen hemen 344 m/s dir (Barron, 2003; Hansen, 2001). Sesin hızı diğer sıcaklıklar için Eşitlik (1.3) kullanılarak hesaplanabilir.

$$C = \sqrt{\frac{\gamma.R.T}{M}} \text{ (m/s)} \qquad (1.3)$$

Burada;

γ : Spesifik ısı oranı (hava için bu oran 1,402'dir.)

R: Spesifik gaz sabiti (gazlar için 287 J/kg.K)

T: Sıcaklık (o K)

M: Moleküler ağırlık (hava için 0.029 kg/mol) (Fişne, 2008). .

Tablo 1.3: Sesin 20 °C'de yayılma hızları (Değer ,2015).

Ortam	Yayılma Hızı (m/sn)
Hava	344
Mantar	500
Kurşun	1200
Su	1500
Sert Kauçuk	1400-2400
Beton	3000-3400
Ahşap	3300-4300
Cam	5200
Çelik Alüminyum	5100

Sesin 20 °C sıcaklıkta yayılma hızları Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 1.4: Sesin yayıldığı ortama göre yoğunluk ve ses yayılma sürati (Kent ,2023).

Sesin Yayıldığı Ortam	Yoğunluğu g/cm^3	Sesin Yayılma Sürati (m/sn)
Hava	0,001	331
Zeytinyağı	0,93	1450
Su	1	1540
Kemik	1,85	4080
Alüminyum	2,7	6400
Deniz suyu	1,025	1620
Benzin	0,72	1250

Tablo 1.4'de bazı ortamlarda sesin yayılma hızları verilmiştir.

1.5.6. Ses Basıncı

Sesin havada oluşturduğu basınç değişimi miktarına diğer bir deyişle ses titreşimin atmosfer basıncı içerisinde meydana getirdiği değişmelere ses basıncı veya akustik basınç denilmektedir. Simgesi "P", birimi Paskal'dır (Pa) dır.Bazen istenilen duruma göre de birimi μPa olarak ta kullanılabilir. Statik atmosfer basınçları ile karşılaştırıldığında duyulabilir ses basınçları çok küçük olup 20 μPa (20x10-6 Pa) ile 200 Pa aralığındadır. Genç ve sağlıklı olan bir kişinin kulağı 20 μPa seviyesindeki ses basınçlarını algılamaktadır ve bahsedilen bu değerler işitme eşiği olarak adlandırılır. 200 Pascal'lık ses basıncı ise ağrı eşiği olarak bilinir (Barron, 2003; Hansen, 2001; Kalelioğlu, 2021).

Ses, kulak zarına temas eden havanın basıncındaki değişikliklerle algılandığı için, belirli bir noktada oluşan ses basıncı, ses kaynağının ses gücünden daha önemlidir. Ses seviyesi ses basıncıyla ölçülür. Üretilen enerji çevreye yayılarak odadaki ses basıncını artırır.

Ancak herhangi bir noktada ses basıncının değişmesi, sadece noktadan ses kaynağına olan mesafeye ve ses kaynağının gücüne değil, aynı zamanda kapı ve pencerelerden dış ortama iletilen ses enerjisine de bağlıdır.

Ses gücü değerinin işitsel versiyonu ses basıncıdır. Örneğin bir cihazın belirli bir frekanstaki ses gücü seviyesi 50 dB iken aynı frekanstaki ses basınç seviyesi 40 dB olabilmektedir. Değişkenleri değiştirerek (mesafeyi artırarak, sönümü artırarak vb.) 30 dB'lik bir ses basıncı seviyesini veya başka herhangi bir şiddeti duymak da mümkündür (Özgüven, 2000).

1.5.7. Ses Şiddeti

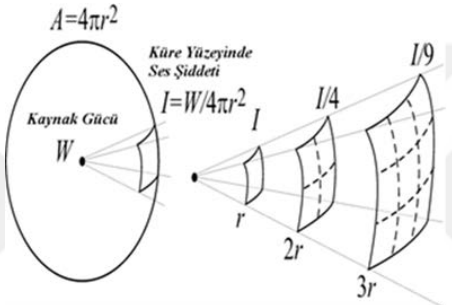
Boş uzayda yayılan ses dalgaları belli bir noktadan başlayarak serbest uzayda küresel olarak yayılır. Ses alanının belirli bir noktasında, belirli düzeyde birim alandan geçen ortalama ses enerjisi miktarına "ses şiddeti" denir (Hansen, 2001; Barron, 2003; Özgüven, 1985) ve birimi Watt/metrekaredir. Ses şiddeti mesafenin karesiyle ters orantılı olarak azalan vektörel bir niceliktir (Kalelioğlu, 2021).

Başka bir deyişle, büyük harf (I) ile gösterilen, ses dalgalarının sesin yayılma yönüne dik bir düzlemde bir saniyede verdiği ses enerjisidir. Birimi Watt'tır. İnsan kulağının sınırları arasındaki ses yoğunluğu farkı önemli olduğundan, pratikte aritmetik ses yoğunluğu

yerine desibel cinsinden logaritmik eşdeğerini kullanmak kolaydır. Desibel dB ile gösterilir (Özgüven, 2000).

Ses şiddeti kaynaktan olan uzaklığa ve kaynağın bulunduğu ortamın akustik ve geometrik özelliklerine bağlı olarak farklılılık gösterir. Ses şiddeti W ses gücüne sahip bir ses kaynağından çıkan ses dalgalarının A alanından geçmesi durumunda birim alandaki güç, ses şiddeti Eşitlik 1.4'te gösterilmiştir. Küresel alandaki bir kaynaktan ortama yayılan ses şiddeti Şekil 1.9 ile gösterilmektedir.

$$I = \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{A}} \tag{1.4}$$



Şekil 1.9: Ses Şiddeti

Kaynaktan uzakta olmak şartıyla ses şiddeti ile ses basıncı arasındaki, düzlemsel dalgalar için verilen diğer dalga çeşitleri için de kullanılmakta olan Eşitlik 1.5 ile ses şiddeti (I) hesaplanabilir.

$$I = \frac{P^2}{pc} \tag{1.5}$$

$I = W / 4 \pi r2 = P^2 / \rho \cdot c$

Burada;

I: Ses düzeyi (watt/m2)

W: Kaynakların ses kuvveti(watt)

P: Ses basıncı (Pa)

ρ : Ortamların yoğunluğu (kg/m3)

c: Seslerin yayılma hızları (m/s)

r: Kaynaklardan uzaklık (m) (Kalelioğlu, 2021).

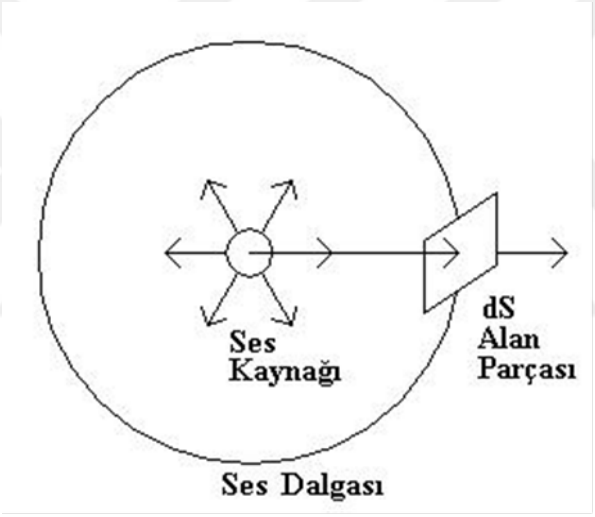
Ölçülen ses basıncının rms değeri (p) , sesin iletildiği ortamın yoğunluğu ρ ve bu ortamdaki sesin yayılma hızı c ile gösterilmiştir. Ses şiddeti düzeyi LI Eşitlik 1.6'dan hesaplanabilir.

$$L_I = 10\ log\ \frac{I}{I_0} \qquad (1.6)$$

Burada, 0 I 10^{-12} W/m^2 alınarak ve Eşitlik 1,5'ten yararlanılarak, Ses şiddeti düzeyi L_I Eşitlik 1.6 'da olduğu gibi yazılabilir (Savran, 2009).

1.5.8. Ses Enerjisi ve Ses Yoğunluğu

Ses kaynağından çıkan küresel olarak yayılan ses dalgası küresel yüzeydeki birim alan parçasına yayılırsa:



Şekil 1.10: Sesin yayılımı ve ses enerjisi

Buna göre, ses enerjisi (Norton, 1989),

Sesin yayılımı ve ses enerjisi Şekil 1.10 'da gösterilmiştir.

dW = I.dS Eşitlik 1.7 ile belirtilir. Bu eşitliğin integrali alınarak ise toplam enerji bulunur.

W : Ses enerjisi (W)

I : Ses yoğunluğu (W/m^2)

dS : Küresel yüzey alanı (m^2) (Özgüven, 1986, Savran, 2009).

Birim alandaki ses enerjisi hesaplanması, sesin yoğunluğunu belirleyip ortaya çıkartır. Ölçülmesi zor olan bu değer, küresel bir yüzeyin çeşitli noktalarında ses basıncının rms

(karelerinin ortalaması) değerleri ölçülerek değer biçilir ve yorumlandırılır. Hava yoğunluğu ile ses hızının çarpımının sabit olduğu şartlarda ses yoğunluğu, aşağıdaki Eşitlik 1.8 ile belirtilir.

$$I = \frac{P_{rms}^2}{p.C} \quad (1.8)$$

I: Ses yoğunluğu (W/m^2) (Özyenginer, 2018).

Prms: Ses basınç kareleri ortalaması (N/m^2)

p.C: Ortamın karakteristik direnci (rayls) (Özgüven, 1986).

1.5.9. Ses gücü

Belirli bir ses kaynağının birim zamanda ürettiği ses enerjisi miktarına, ses kaynağının "ses gücü" adı verilir. Birimi Watt'tır. Ses gücü, ses kaynağının bulunduğu çevre koşullarından bağımsız olarak, bir ses kaynağı tarafından üretilen ses enerjisi seviyesinin birincil ölçüsüdür.Ses gücü Eşitlik 1.9 ile hesaplanır (Hansen, 2001; Barron, 2003).

$$W = 4\,\pi\, r\, 2\, I \quad (1.9)$$

Burada;

W: Kaynakların ses gücü (watt)

I: Kaynağın ses şiddeti (watt/m²)

r: Küresel kaynakların merkezinden yüzey kısmına olan mesafe (m)

Olarak tanımlanmaktadır (Kalelioğlu, 2021).

1.6. Desibel Skalası ve Ses Düzey Parametreleri

1.6.1. Desibel Kavramı

Desibel, oranı veya bağıl değeri ifade eden, ilk kez elektrik mühendisliğinde kullanılan, Alexander Graham Bell'in onuruna Bell adı verilen, iki büyüklüğün oranının logaritması olarak adlandırılan bir birimdir (Özgüven, 1986; Norton, 1989). 1 bel oranı 10 olan iki bedeni temsil etmektedir. Bu oran çok büyük olduğu için daha yaygın olarak desibel veya zilin onda biri olarak kullanılır. Bu sayılardan biri bilinen sayı olarak kabul edildiğinden, desibel, söz konusu miktarın referans miktarına oranının logaritmasının 10 katı olarak

ifade edilir. Bu nedenle desibel (dB) cinsinden ölçülen miktara seviye denir. İnsanın duyu organı çok hassas bir sistemdir ve 20 µPa ile 20 Pa arasındaki ses basınçlarını algılayabilir. Bu kadar geniş ölçekte çalışmak farklı zorlukları da beraberinde getiriyor. Doğrusal bir ölçek yerine logaritmik bir ölçek kullandığı için desibel birimi, alt ve üst değerler arasında büyük farklılıklar gösteren ses ölçümleri için oldukça uygundur. Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü ve Uluslararası Standartlar Organizasyonu, ses yoğunluğunu, ses basıncını ve ses gücü parametrelerini desibel cinsinden ölçmek için aşağıdaki gibi referans değerleri oluşturmuştur (Hansen 2001; Barron, 2003; Norton, 1989; Özgüven, 1986; IPPC, 2002; Brüel ve Kjaer, 1998a, Brüel ve Kjaer, 1998b; Brüel ve Kjaer, 2001; Cheremisinoff, 1996; Pathak, 1996):

• Pref: 2x10-5 Pa

• Wref: 10-12 Watt

• Iref: 10-12 Watt / m2 (Fişne, 2008).

Bir başka deyişle, bir ses kaynağının farklı frekanslarda yaydığı ses basınç seviyesinin 20 mPa'ya oranı, sesin o frekanstaki dB değeridir.

Desibel hesaplama:

P Basınç cinsinden 20log P1/Po

I Güç cinsinden 10log I1/Io

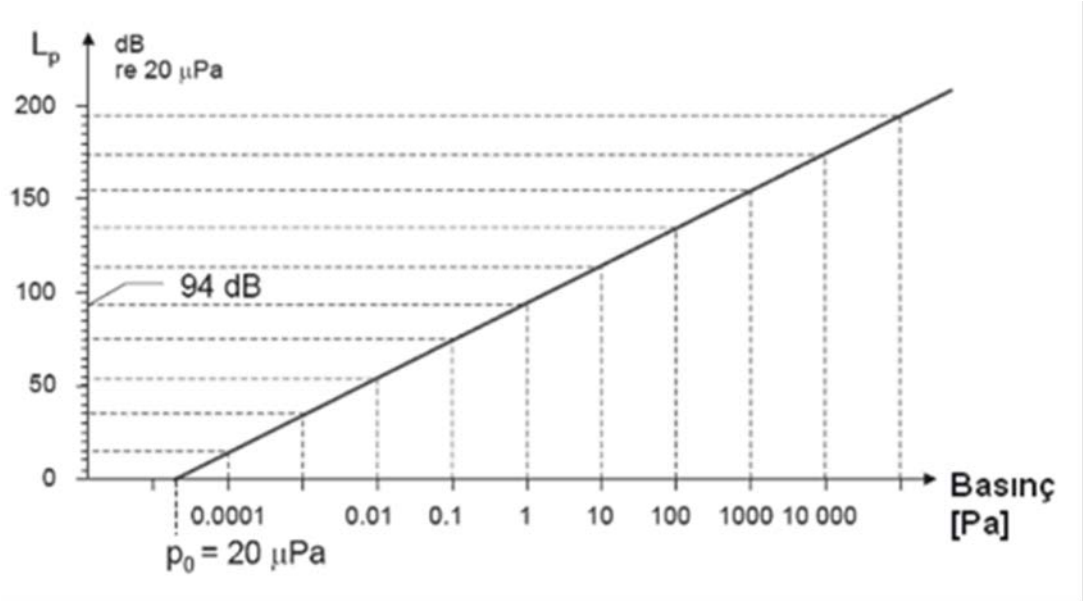
Desibeller logaritmik olarak azalıp artmaktadır.20 dB 10 dB' den 10 kat daha şiddetli olup, 30 dB 10 dB' den 100 kat daha şiddetli denilir. İnsan kulağı çok çeşitli seslere tepki verebilir. Acının üst sınırının sesi, duyulabilecek en kısık sesin tam on milyon katıdır. Bu 10 milyona 1 oranının ortasında sadece 140 dB vardır ve logaritmik olarak ifade edilebilir. Bir diğer desibel özelliği ise iki farklı sesin ses basınç seviyelerinin aritmetik eklememesidir. Örneğin, 60 dB'lik bir sese 60 dB'lik bir ses eklerseniz yalnızca 3dB eklersiniz; yani toplam gürültü 120 dB değil 63 dB olur. Ayrıca iki farklı ses düzeyi varsa, fark azaldıkça düşük ses düzeyinin yüksek ses düzeyine katkısı da azalır. İki ses arasındaki seviye farkı 10 dB'i aşarsa düşük seviyeli sesin hiçbir etkisi olmaz (Özgüven, 2000).

1.6.2. Ses Basınç Düzeyi (dB)

Ses basıncının Paskal biriminden desibel birimine dönüştürülmesi sonucunda elde edilen büyüklük ses basınç seviyesi olarak adlandırılır. Ses basınç seviyesi Eşitlik (1.10) aracılığıyla hesaplanabilir (Hansen, 2001, Barron, 2003; Norton, 1989; Özgüven, 1986; IPPC, 2002; Brüel ve Kajer 1998a; Brüel ve Kjaer, 1998b; Cheremisinoff, 1996; Pathak, 1996; Fişne, 2008).

Başka bir ifadeyle sesi oluşturan dalgaların oluşturduğu basınca ses basınç düzeyi denir. Ses basınç düzeyini belirtmek için sesin niceliksel belirtimi açısından, Desibel (dB) birimi kullanılmaktadır. Aritmetiksel tanımla ifade edilemeyecek kadar geniş sınırlara sahip olduğundan ses büyüklüğü, logaritmik skala ile belirtilmektedir. Desibel, logaritmik ve oransal değerdir ve ses basınç düzeyi, aşağıdaki eşitlikle bulunur.

Seviyeleri belirlemek için kullanılan desibel ölçeği, işitme eşikleri (20 μPa) ve ağrı eşikleri (100 Pa) arasındaki büyük değer farklarını 0 dB ila 140 dB aralığına dönüştürür; basit, kullanışlı ve kullanımı kolaydır.Ses basıncının ses basınç düzeyine dönüştürülmesi Şekil 1.11'de gösterilmiştir. Ses basınç seviyeleri ölçüm lokasyonuna, çevre koşullarına ve ses kaynağına olan mesafeye bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ses basıncının iki katına çıkarılması, ses basıncı seviyesinde 6 dB'lik bir artışa neden olur.



Şekil 1.11: Ses basıncının ses basınç düzeyine dönüştürülmesi (Fişne, 2008).

$$L_P = 10.log\frac{P^2}{P_O^2} = 20.log\frac{P}{P_O} \quad (1.10)$$

LP: Ses basınç düzeyi (dB)

P: Ses basıncı rms değeri (Ses basıncı kareleri ortalaması) (N/m^2)

PO: Referans ses basıncı rms değeri (N/m^2) (Hava için PO = 2.10-5 N/m^2'dir)

Çeşitli kaynakların ses basınç düzeyleri, Tablo 1.5'de görülmektedir.

Tablo 1.5: Ses basıncı seviyeleri (Özgüven, 2000).

Ses Basıncı Seviyesi dB(A)	Gürültü
0	Duyma duyarlılığının başlangıcı (sadece lab'da ölçülebilir.)
10	Düzgün duyulabilen ses
15-20	Kâğıt hışırtısı, açık alanda gece sesi
25-30	Fısıldama
30-40	Sakin yerleşim bölgesi
40-50	Alçak ses ile sohbet, sakin büro
50-60	Konuşma sesi, daktilo
55-65	Elektrik süpürgesi
60-65	Gürültülü büro
65-70	Telefon zili, köpek havlaması, klasik müzik
70-80	Yoğun cadde trafiği
80-85	Çığlık atmak, bağırmak, torna tezgâhı, opera müziği
90-100	Yük treni, turbo jeneratör, disko müziği
100-110	Gök gürültüsü
110-120	Uçak pervanesi, rock müzik
120-130	Acı-ağrı sınırı
130-150	Jet uçağı motoru
200	Uzay mekiği

İnsan kulağının belirtilmiş bir ses için dayanabildiği ses basınç düzeyi ile aynı sesin işitilme düzeyi kıyaslandığında ses basınç düzeyi milyonlarca defa daha güçlü ve şiddetlidir. Seslerin desibel değerleri artış gösterirken, ses şiddeti etkisi logaritmik bir biçimde yükselmekredir. Seslerin desibel merdiveni Tablo 1.6'da gösterilmekte olup tabloya göre, desibel merdiveni 10'ar desibellik aralarla yükselirse, ses şiddeti 10'ar kat artmaktadır. Belirtilen tabloda, ses şiddetine örnek olarak gösterilen tipik seslerin yaklaşık benzetme olarak karşılaştırılması, desibel etkisinin anlaşılmasını sağlayıp yardımcı olmaktadır (Özgüven, 2000).

Tablo 1.6: Seslerin Desibel Merdiveni, Şiddeti ve Tipik Örnekleri (Özgüven, 2000).

Şiddet	**dB Karşılığı**	**Tipik Ses Örneği**
10 000 000 000 000	130	91,4 cm mesafeden hidrolik pres (135 dB)
1 000 000 000 000	120	Rock konseri (120 dB)
100 000 000 000	110	1 m mesafede pnömatik perçin mak.(110 dB)
10 000 000 000	100	Jet uçağı kalkış anı (105 dB)
1 000 000 000	90	1 m mesafede blender (90 dB)
100 000 000	80	Ofis makinaları (75 dB)
10 000 000	70	Otomobilin iç ortamı (70 dB)
1 000 000	60	1 m mesafede konuşma (65 dB)
100 000	50	Sessiz cadde (50 dB)
10 000	40	Sessiz ev ortamı (40 dB)
1 000	30	
100	20	1.219 m mesafede fısıltı (20 dB)
10	10	
1	0	İşitme eşiği (0 dB)

Ses Şiddeti Düzeyi Ses şiddeti düzeyi

"L_I" Eşitlik (1.11) ile dB cinsinden bulunabilir.

$$L_I=10.\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (1.11)$$

Uluslararası kabul edilen referans ses şiddeti değeri 10^{-12} watt / m^2 ' dir (Hansen, 2001; Barron, 2003; Norton, 1989; IPPC, 2002; Brüel ve Kjaer, 1998a; Brüel ve Kjaer, 1998b; Brüel ve Kjaer, 2001; Cheremisinoff, 1996; Pathak, 1996). Bu değer Eşitlik (1.11)'da yerine koyulursa;

$$L_I=10.\log(I)+120 \text{ (dB)} \quad (1.12)$$

Eşitlik (1.12) elde edilir (Fişne, 2008).

1.6.3. Ses Gücü Düzeyi

Ses kaynağının yaydığı ses enerjisinin gücüne ses gücü veya ses gücü, bu gücün düzeyine ise ses gücü düzeyi denir. L_w, uluslararası referans ses gücü $W=10^{-12}W$'yi benimser. Bu

tanıma göre ses gücü W olan bir ses kaynağının ses gücü düzeyi Eşitlik 1.13 ile bulunabilir (Akdağ, 2023).

$L_W = 10 \log W/10^{-12}$

Ses gücü düzeyi "L_w" Eşitlik (1.14) ile dB cinsinden hesaplanmıştır.

$$L_w=10.\log\left(\frac{W}{W_0}\right) \quad (1.14)$$

Uluslararası kabul edilen referans ses gücü değeri 10^{-12} watt'dır. Bu değeri Eşitlik (1.14)'de yerine koyarsak;

$L_W = 10.\log(W) + 120$ (dB)

Eşitlik 1.15 bulunur (Fişne, 2008).

Tablo 1.7: Gürültü kaynaklarının ses gücü düzeyi (Mommertz, 2009; Özyenginer, 2018).

Kaynak	Ses Gücü (W)	Ses Gücü Düzeyi (dB, re 10^{-12} W)
Fısıltı	10^{-9}	30
Normal konuşma	10^{-5}	70
Bağırarak konuşma	10^{-3}	90
Kamyon korması	10^{-1}	110
Pervaneli uçak motoru	1	120
Senfoni orkestrası	10	130
Dört pervaneli uçak	100	140
Dört jet motorlu uçak	5×10^4	167
Satürn roketi	5×10^7	197

Gürültü kaynaklarının ses gücü düzeyi Tablo 1.7'de gösterilmiştir.

Ses gücü seviyesi bilinen bir kaynağın ses gücü, Eşitlik 1.16 elde edilmiştir (Savran, 2009).

$$W=10^{-12} \times 10^{(L_w/10)} \quad (1.16)$$

1.6.4 Ses Basıncı, Ses Şiddeti ve Ses Gücü Arasındaki İlişki

Bir ses kaynağının ses gücü sabittir ve o ses kaynağına özel bir parametredir. Makine üreticileri genellikle ürettikleri makinelerin ses gücünü belirtirler. Bu veriler, makine seçimi ve makine operatörlerinin etkileneceği gürültü seviyelerinin belirlenmesi

açısından faydalıdır. Gürültü kaynağından *r* mesafesindeki ses basıncı seviyesi (dB cinsinden) L_P ise o noktadaki ses şiddeti (*I*) Eşitlik (1.17) ile bulunabilir (Hansen, 2001; Barron, 2003; Norton, 1989; Özgüven, 1986; IPCC, 2002; Brüel ve Kjaer, 2001; Brüel ve Kjaer 1998b; Cheremisinoff, 1996; Pathak, 1996).

$$I=10^{-12} \cdot 10^{L_p/10} \quad (1.17)$$

r mesafe uzakta bu ses şiddetini sağlayacak makinenin ses gücü ise;

$$W= 4\pi.r^2.I \quad (1.18)$$

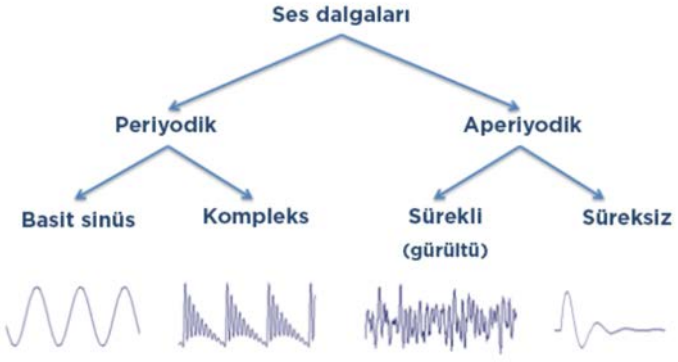
Eşitlik (1.18) ile hesaplanabilir. Aynı noktadaki ses basınç seviyesi ise;

$$L_P = 10log\left(\frac{W/4\pi.r^2}{10^{-12}}\right)=L_w\text{-}20 \log r\text{-}11 \quad (1.19)$$

Eşitlik (1.19) ile bulunabilir.

1.7. Düzlemsel Ses Dalgaları

Ses dalgaları bir düzlem üzerinde yayılıyorsa, düzlemsel bir ses kaynağından yayılan ve bu düzleme dik eksene ait olan, sabit kesitli bir kanal boyunca yayılması zorunlu ses dalgaları düzlemsel cepheler şeklinde ortama yayılır ve bu ses dalgaları 'düzlemsel dalga' ya da 'ilerleyen dalga' olarak belirtilir. Bu yayılma türünde teorik olarak ortam kayıpları ya da dağılma olmadığı bilinir. Bu şartlarda, akustik serbest alanlarda ses dalgası, ses kaynağından çok uzak noktalara erişebilir ve yayılma yönündeki her yerde ses basıncı aynı olur (Bilgiç, 1994).



Şekil 1.12: Ses dalgası çeşitleri (Kent, 2023)

Ses dalgaları 3 e ayrılmaktadır. Şekil 1.12'de ses dalgaları çeşitleri gösterilmektedir.

1.7.1. Harmonik Ses (arı ses)

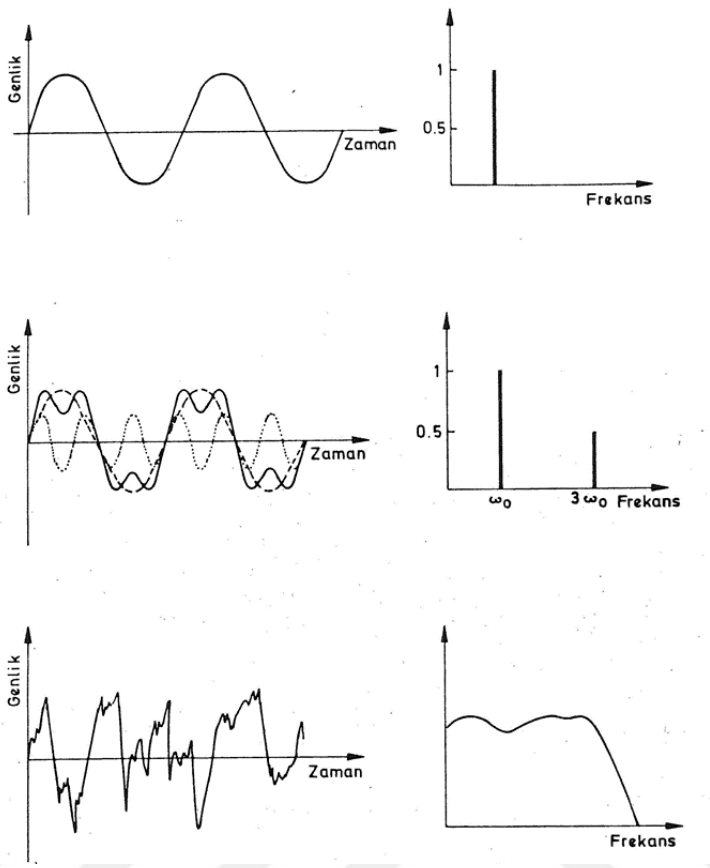
Harmonik ses basıncı değişiminin oluşturduğu seslere arı ses (saf ton) denir. Tek bir harmonikten oluşan doğada arı ses olarak ta belirtilen seslere ender rastlanılır. En bilinen genel örneği org veya akort çubuklarının çıkardığı ses olarak blinir. Endüstride ise böyle bir örneğin bulunması çok daha zor olup bunun yanında tek bir tonun üstün etkili olduğu seslere örnek bulunabilinir örneğin elektrik motorlarının ve transformatörlerin çıkardığı sesler gibi (Özgüven, 2000; Savran, 2009).

1.7.2. Periyodik Ses (en az iki saf tonun birleşimi)

Harmonik olmayan periyodik ton, farklı frekanslardaki iki veya daha fazla saf tonun birleşimidir. Bu sesler kendilerini oluşturan saf seslere ayrılabilir. Periyodik sesler doğada daha yaygındır. Örneğin bir dizel motorun ürettiği ses belirli frekanslardan ve bunların katlarından oluşur (Özgüven, 2000; Savran, 2009).

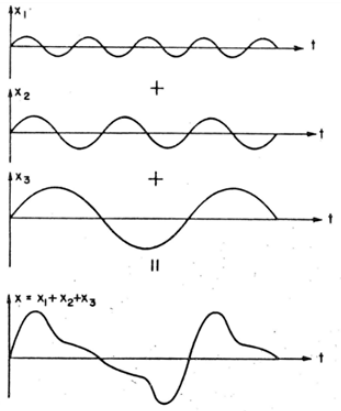
1.7.3. Karmaşık Ses (kompleks gelişi güzel)

Bu sesler harmonik de ve periyodik de değildirler. Oluşturdukları ses basıncının zamana bağlı olarak değişimi gelişigüzeldir. Şekil 1.13'de en üstte bulunan ilk grafikler harmonik, ortadaki grafikler periyodik ve en sonda en altta bulunan grafikler ise karmaşık seslerin oluşturduğu genlik-zaman ve ses basınç ve frekans değişimi frekans spektrumularını yani ses basıncının zamana bağlı olarak değişimini göstermektedir (Özgüven, 2000; Savran, 2009).



Şekil 1.13: Harmonik, periyodik, karmaşık seslerin genlik-zaman ve ses basınç ve frekans değişimi frekans spektrumu (Özgüven, 2000; Savran, 2009).

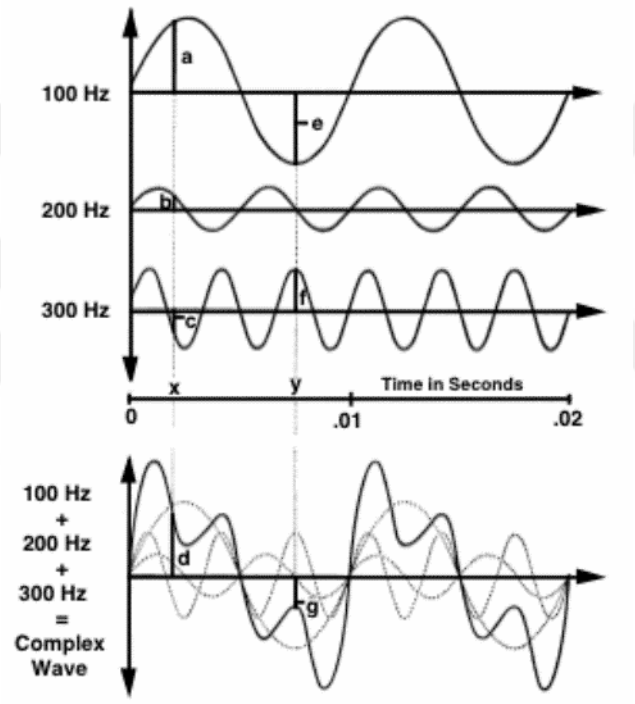
Harmonik fonksiyonların toplanarak, harmonik olmayan peryodik fonksiyoların elde edilmesi Şekil 1.14 de gösterilmiştir. Bu işlemin tersi olarak, verilen peryodik bir fonksiyondan da, bu fonksiyonu meydana getiren harmoniklerin elde edilebilmesi mümkündür (Savran, 2009).



Şekil 1.14: Harmonik fonksiyonlardan harmonik olmayan peryodik bir fonksiyonun elde edilişi (Özgüven, 2000; IPCC, 2002).

1.8. Faz Farkı

Faz (phase): dalganın belli bir zamanda devirin durumu olup zaman özelliğidir. Aynı anda oluşan dalgaların faz açıları arasındaki farka faz farkı denir. Başka bir deyişle bir ses dalgasının diğerinden biraz önde gitmesidir. Faz farkının derecesi mühimdir. 0 derece faz farkı olan iki ses dalgası bir birini destekler ve 180 derece faz farkı bulunan iki dalga birbirini sönümler. Şayet amplitüdleri eşitse bu durumda ortamda ses kalmaz. Farklı frekansta iki veya daha fazla sinüs dalgasının toplamı= Kompleks dalga olarak adlandırılır (Özgüven, 2000).



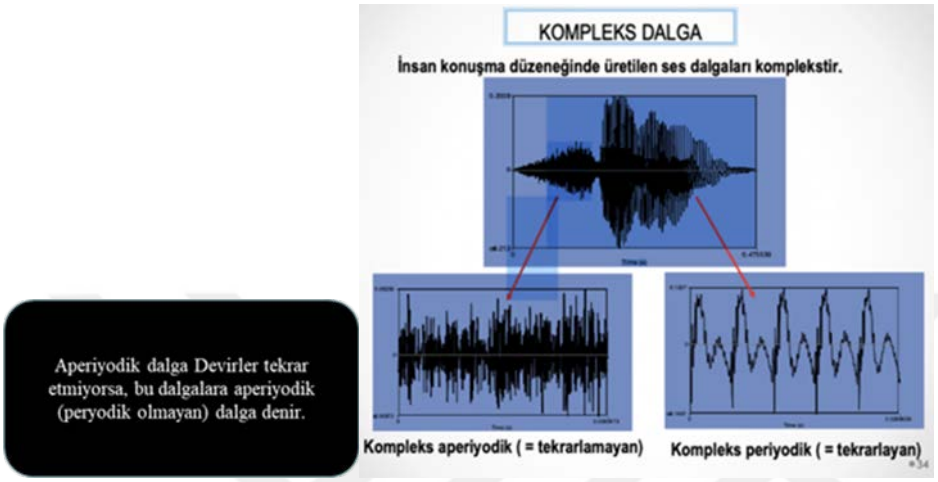
Şekil 1.15: Farklı frekansta iki veya daha fazla sinüs dalgasının toplamı (Kent, 2023).

Farklı frekansta iki veya daha fazla sinüs dalgasının toplamı Şekil 1.15'te gösterilmiştir.

Ters yönde olan dalgalar ses şiddetinin düşürürken aynı yönde olan dalgalar (düz fazda) sesin şiddetinin artmasına neden olurlar. Buna göre odanın duran dalgaların oluştuğu bazı alanlarında rezonans frekansının şiddetinde artış gözlenirken, bazı alanlarında ise frekansta azalma meydana gelmektedir. Sesi kontrol etmekten bahsettiğimizde genellikle akla ilk gelen şey sesi azaltmaktır. Sesi azaltmak veya rahatsız edici oda rezonanslarını sönümlemek için rezonans kutularının veya emici malzemelerin kullanılması ve odaya bir veya daha fazla yüzeyin belirli bir açıyla yerleştirilmesi uygun yöntemlerdir. Bu

yöntemlerin kullanımı sadece kayıt stüdyoları ve dinleme odaları için değil aynı zamanda konferans odaları ve derslikler gibi yerler için de önemlidir (Mommertz, 2009; Çakır ve Tekin, 2022).

1.9. Kompleks (Karmaşık) Dalgalar



Şekil 1.16: Kompleks dalga çeşitleri (Kent, 2023).

Kompleks dalganın bileşenleri arasında dalgayı oluşturan sinüs (basit) dalgaları yer alır. Kompleks dalgayı tanımlayabilmemiz için bileşenlerinin, faz, genlik ve frekans bilgilerini bilinmesi gereklidir.

Kompleks dalga çeşitleri Şekil 1.16'da gösterilmektedir.

Kompleks dalganın frekansı (periyodik doğal seslerde) en düşük frekanslı bileşenin frekansına eştir (Özgüven, 2000).

Tablo 1.18: Kompleks dalganın frekansı en düşük frekanslı bileşenin frekansın katları (Kent, 2023).

Periodik karmaşık titreşimler her bir bileşeni en düşük frekansın katları olan sinyaller üretirler. En düşük frekans = temel frekans (f_0, F_0, F0, FØ) Katları = harmonikler 1. harmonik = FØ 2. harmonik = 2 x FØ 3. harmonik = 3 x FØ

Kompleks dalganın frekansı en düşük frekanslı bileşenin frekansın katları Tablo 1.8'de gösterilmektedir.

1.10. Harmonik Olmayan Ses Dalgaları

Çevremizde işittiğimiz seslerin, periyodik olsun veya olmasın, çoğu kısmı harmonik değildir. Bu gibi hallerde ses basıncının yüksekliği, ses basıncının genliği ile tanımlaması imkânsızdır. Ses basıncı hakkındaki en önemli değeri, ses basıncının ortalama kare değerinin karekökü olan rms değeri verir. Bu değerin elde edilmesi aşagıdaki Eşitlik(1.20)' de gösterilmiştir (Savran, 2009; Özden, 2023).

$$P_{rms} = \left[\frac{1}{T}\int_0^T p(t)^2 dt\right]^{1/2} \quad (1.20)$$

p(t): ses basıncının zamana bağlı değerleri, Ses basıncının zamanla değişimi

T: Toplam süre, periyodik dalgalar için periyot.

Harmonik dalgalar için: prms=(2 /2) pgen (1.21)

Harmonik dalgalar için: prms hesaplaması Eşitlik (1.21)'de gösterilmiştir.

Burada,

p(t): ses basıncının zamana bağlı değerleri,

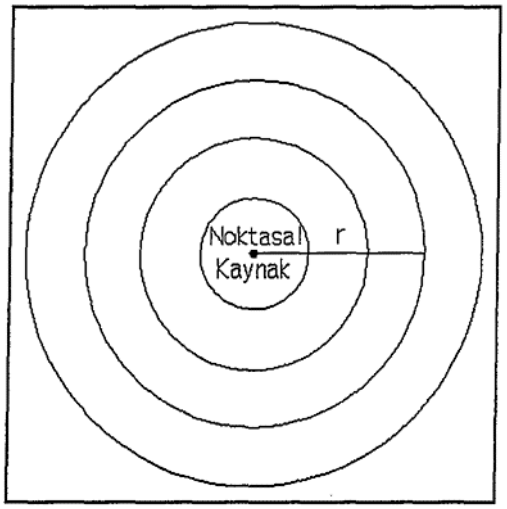
T: Toplam süre, periyodik dalgalar için periyot.

Harmonik dalgalar için $p_{rms}=\left(\sqrt{2}/2\right)p_{gen}$

1.11. Gürültü Kaynakları

1.11.1. Noktasal Gürültü Kaynakları

Çıkardığı sesleri her tarafa eşit dağıtan ve ürettiği sesten daha çok boyuta sahip olan fizik olarak sabit ve hareketli veye sabit halde olan gürültü kaynaklarıdır. Noktasal kaynakların özellikleri; gürültünün kaynağı eşit olarak her yöne gürültü yayıyorsa ve gürültüye maruz kalanlara ne kadar uzaksa noktasal kaynak olarak bilinir. Örnek olarak trafikteki araçlar, hava alanları ya da endüstriyel kuruluşlar gibi. Şekil 1.17'de ideal bir noktasal kaynak gösterilmiştir. Bu şekilde noktasal kaynaktan meydana gelen sesin enerjisi tüm yönlerde eşit bir şekilde dağılmaktadır (Karpuzcu, 2004; Sakarya, 2016).



Şekil 1.17: Noktasal yayılan ses dalgaları (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Ses kaynağına olan mesafe arttıkça sesin ürettiği enerji küresel olarak daha geniş bir alana yayılır. Ortamda hiçbir sesin kaybolmadığını varsayarsak, üretilen ses enerjisi küresel olarak büyümeye devam eder ve bunun sonucunda ilerleyerek yarıçaplı küresel kabuğa ulaşır. Aşağıda sesin yoğunluğu, söz konusu küresel kabuğun alanına bölünerek aşağıdaki Eşitlik (1.22) ile ölçülür (Karpuzcu, 2004; Sakarya, 2016)..

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} \tag{1.22}$$

1.11.2. Çizgisel Gürültü Kaynakları

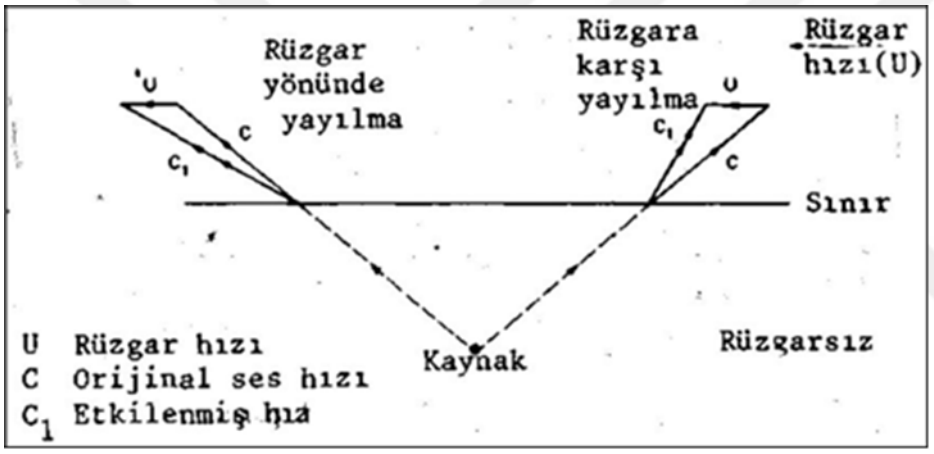
Aynı düzlem hattında yanyana olması koşuyla birden çok noktasal kaynağın bir araya gelerek oluşturduğu kaynak çizgisel gürültü kaynağı olarak tanımlanır. Örnek olarak, doğrusal kaynaklar arasındaki mesafeye bağlı olarak trafiğin yoğun olduğu yollar, gürültüye maruz kalan alıcı lokasyonları ve eğlence mekanları örneklerini verebiliriz (Dal, 2007; Sakarya, 2016).

Çizgisel ses kaynakları, çeşitli sesler üreten çok sayıda nokta kaynağın ürettiği akustik ses kaynaklarının birikmesi olarak denilebilir. Sonsuz uzunluktaki sabit enerjili bir çizgi kaynağından alınan bazı kesitleri değerlendirirsek, ses frekansları çizgiye dik olarak dağıtılabilir. Düz bir çizgiden aynı uzaklıkta olan iki nokta aynı özelliklere sahiptir ve aynı dalga boyundadır. Doğrusal bir ses kaynağının seçilen birim uzunluğundan veya

bölümünden yayılan ses enerjisi, birim zamanda silindirik veya konik bir yüzey üzerinde eşit mesafe kat eder. Aşağıda, herhangi bir boyut yarıçapı için, bir ses kaynağı tarafından üretilen enerji (yani ses enerjisinin yoğunluğu), belirtilen silindir yüzey boyutuna bölünerek Eşitlik (1.23) ile hesaplanmıştır (Hamamcı, 2015; Sakarya, 2016).

$$I = \frac{W}{2r.1} \tag{1.23}$$

Şekil 1.18'de kaynak ve mesafenin bir fonksiyonu olarak nokta ve çizgi kaynaklı gürültü yayılımının hesaplanması gösterilmektedir.



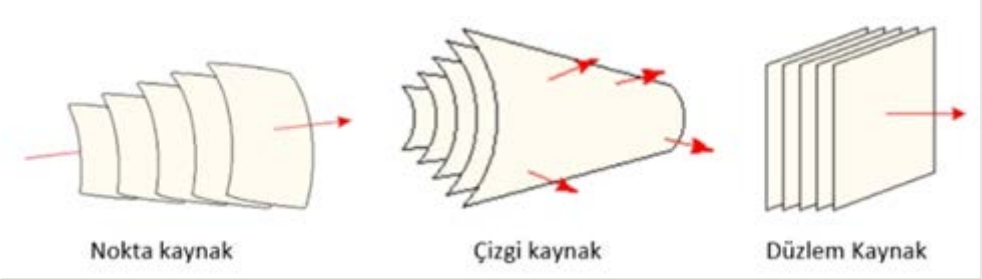
Şekil 1.18: Farklı hızlardaki gürültü dalgalarının yayılımı (Karpuzcu, 2004).

Gürültü kaynağının alıcıya olan uzaklığa göre dar ve uzun olması durumunda buna "doğrusal kaynak" adı verilmektedir. Örneğin yoğun bir yoldaki araç trafiği gibi aynı anda çalışan birçok nokta kaynaktan oluşabilir; sıvı taşıyan uzun bir boru gibi sabit bir kaynak olabilir. Kaynak ile maruz kalan nesne arasındaki mesafe iki katına çıkarılırsa gürültü yoğunluğu nokta kaynaklarda 6 dB, hat kaynaklarda 3 dB azaltılır (Deveci, 2004; Sakarya, 2016).

1.11.3. Düzlemsel/Alansal Gürültü Kaynakları

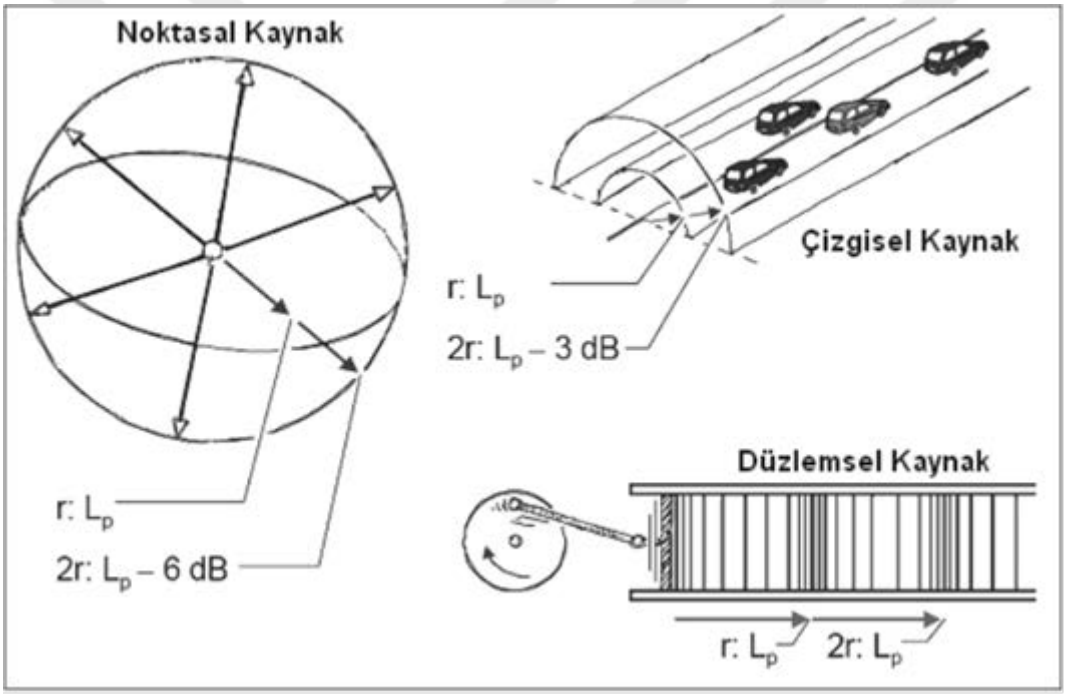
Düzlemsel /Alansal gürültü kaynakları belli düzlem üzerinde ya da alannda sıralı olarak bulunan kaynaklara denir. Toplu halde ve bir araya geldiğinde daha da fazlalaşan ses

şiddetini algılamasında sese maruz kalan alıcının gürültü düzeyi artar. Örnek olarak birlikte kümeleşmiş eğlence yerlerini verebiliriz (Sakarya, 2016).



Şekil 1.19: Yayılma durumuna göre gürültü kaynakları (Göktürk, ve Akdağ, 2020).

Yayılma durumuna göre gürültü kaynakları Şekil 1.19'da gösterilmiştir.



Şekil 1.20: Nokta, çizgisel ve düzlemsel ses kaynakları (Brüel ve Kjaer, 1998a).

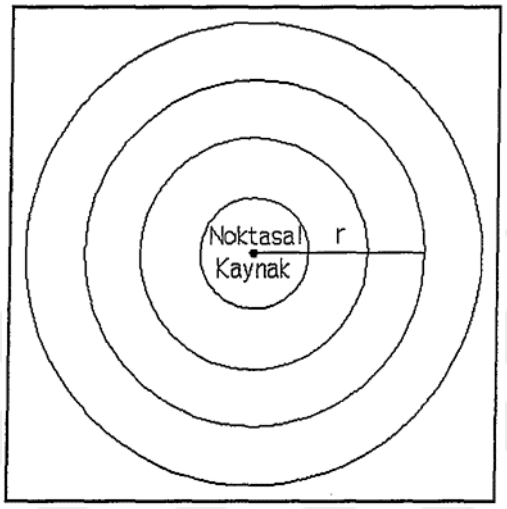
Çizgisel ve düzlemsel ses kaynakları Şekil 1.20'de gösterilmiştir.

1.12. Ses Dalgası Çeşitleri

1.12.1. Küresel Ses Dalgaları

Sesin yayılımının bir diğer yayılma türü ise, ses dalgasının küresel ilerlemesidir. Bu tip ses dalgalarında noktasal bir ses kaynağının, titreşim oluşturan bir noktanın sebep olduğu ses dalgaları, küçük bir küresel noktanın titreşim hareketinden kaynaklandığı bilinir.

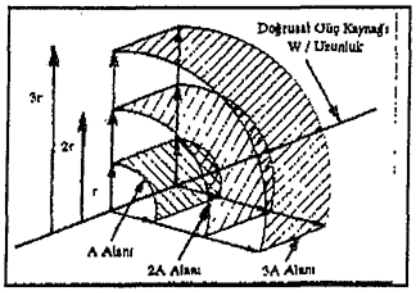
Tanıma uygun asıl bir ses kaynağı bulmak imkânsız olsa bile de, uygulamada, boyutları yaydığı sesin dalga boyundan küçük olan ses kaynakları, yine boyutları yaydığı sesin algılandığı noktadan uzaklığına oranla küçük olan ses kaynakları noktasal olarak kabül edilip; bunların yaydığı ses dalgaları da küresel oldguğu bilinir. Bu şekilde yerine göre bir taşıtın, bir makinenin hatta bütün sanayi tesisinin noktasal ses kaynağı olarak görülmesi olasıdır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).



Şekil 1.21:Küresel ses dalgaları (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.12.2. Silindirik Ses Dalgaları

Silindirik Ses Dalgaları: Doğrusal bir ses kaynağından çıkan ve ortama yayılan ses dalgaları ortamda silindirik cepheler şeklinde yayıldığı için bu dalgalara silindirik ses dalgaları denir. Silindirik Ses Dalgaları Şekil 1.22'de gösterilmiştir



Şekil 1.22: Silindirik Ses Dalgaları (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Uygulamaya bakarsak çevre gürültüsünün iki önemli kaynağı olan kara ve demir yolları, taşıyıcı bantlar (konveyör), türbülanslı akış bulunan ve ses yayan borular, sanayi tesislerinde birbirine çok yakın dizilmiş makinaların oluşturduğu hatlar ve kendilerinden çok uzak ya da çok yakın olmayan algılayıcılar için doğrusal ses kaynağı olarak kabül

edilip; bunların yaydığı ses dalgaları da silindirik ses dalgaları olarak bilinir ve onaylanır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.12.3. Düzlemsel Ses Dalgaları

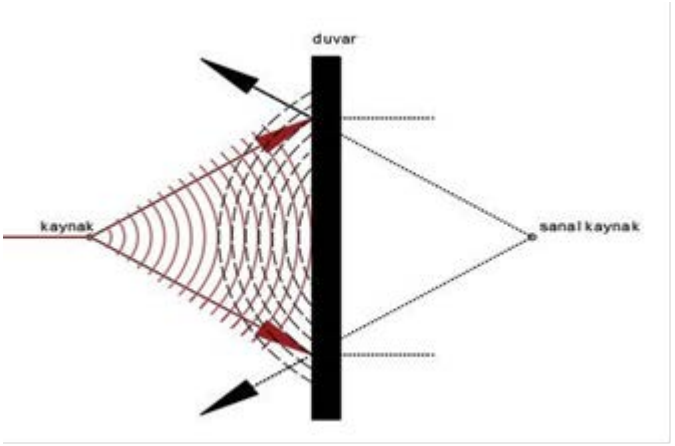
Düzlemsel bir ses kaynağından yayılıp bu düzleme dik eksene sahip olan, sabit kesitli bir kanal boyunca yayılmak zorunda olan ses dalgaları düzlemsel cepheler biçiminde yayılır ve düzlemsel ses dalgaları diye adlandırılırlar. Düzlemsel ses dalgalarına uygulamada çok ender rastlanmaktadır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.13. Sesin Yayılma Ortamındaki Engellerin Etkileri

Sesin yansıması, kırılması, yutulması gibi fiziksel olaylar meydana gelmesi ses dalgalarının yayılma yollarında, içinde yayıldıkları ortamınkilerden farklı fiziksel özelliklere sahip engeller çıkarsa oluşur. Bu fiziksel olaylar aşağıda açıklanmıştır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.13.1. Sesin Yansıması

Sesi oluşturan titreşimler, yayılma alanı içindeki bir engele çarptığında, şartlara bağlı olarak belli bir kayıpla bu engelin yüzeyinden, ışık ışınlarının bir aynadan yansımasına benzer bir biçiminde yansıyıp ya da engeli geçebilirler. Kuramsal olarak yansıyan dalgalar, yansıma yüzeyini kaynak olarak kabüllenir. Dalgalar farklı yansıma doğrultularında ilerleyerek, belirli bir noktaya faz farkı ile varırlar. Bundan dolayı ses alanı, temel kaynak ve yine bir kaynak gibi davranan yansıma yüzeyinden gelen dalgaların etkisi altındadır. Bu ses alanı içinde, bazı noktalarda ses düzeyi artış gösterirken, bazı noktalarda azalış gösterir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

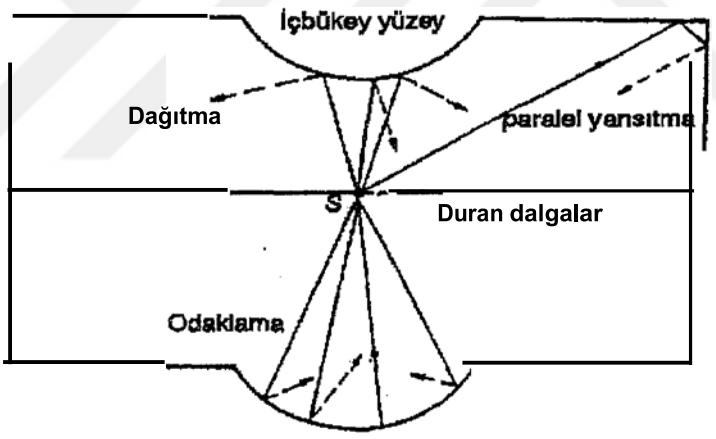


Şekil 1.23: Sesin yansıması (Göktürk ve Akdağ, 2020)

Sesin yansıması Şekil 1.23'de gösterilmiştir.

Tıpkı ışık ışınlarındakiler gibi, içbükey yüzeylerin odaklama, sesi dağıtma, dik köşelerin paralel yansıtma gibi değişik özellikleri bulunmaktadır.

Yüzey şekli ve yansıması Şekil 1.24'de gösterilmiştir.

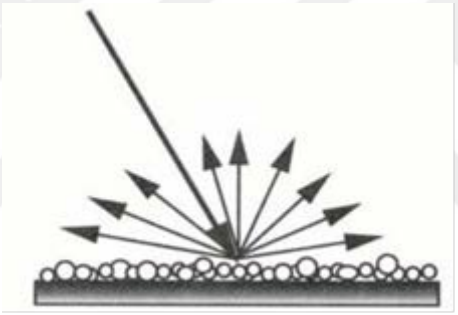


Şekil 1.24: Yüzey şekli ve yansıması (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Paralel yansıtıcı yüzeyler, aralarındaki uzaklık sesin yarı dalga boyunun tam katı olursa düğüm noktalarında sıfır olmak üzere ses basıncının konumdan konuma farklılaşması sonucunu çıkaran duran dalga oluşumuna neden olurlar. Bu koşul sağlanmazsa da üstüste yansımalar sonucu dalgalanan çınlamalar biçiminde duyulan vuru olayı oluşur. Buna dayanarak konser salonu, okuma salonu gibi akustik özellikleri önem taşıyan mimari yapılarda paralel yüzeyler tercih edilmezler (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.13.2. Saçılma Olayı

Yüzeyin köşeli veya dalgalı, içbükey veya çıkıntılı olması, ses dalgasının çarptığı yüzeyin boyutunun dalga boyundan küçük olması, düz bir yüzey üzerinde aynı veya biraz farklı büyüklükte yüzeyler ve sivri uçların bulunması ve engeller boyutu dalga boyundan çok daha küçük olduğunda, ses ışınları geometrik olarak yansımak yerine her yöne eşit şekilde yansıtılır, bu şekilde dağıtılır. Bu olaya ses saçılması denir.Şekil 1.25'de sesin saçılması gösterilmiştir. Farklı yönlere dağılan yansımaların şeklini gösterir. Saçılma salon akustiğinde önemli ve kullanışlı bir olgudur. Özel saçılma elemanları tasarlanmıştır. Saçılma, yansıma kadar olmasa da enerji yoğunluğunu arttırır. Bunun dışında kapalı mekânlarda saçılmış sesler; yansımış sesler ile beraber yansışım olayını artırırlar. Saçılma olayı kapalı mekânlarda gürültü sorunları oluşturdukları için bazen tehlikeli olmaktadır (Göktürk, ve Akdağ, 2020).



Şekil 1.25: Sesin saçılması (Özden, 2023).

1.13.3. Sesin Yutulması

Bir yüzeyle karşılaşan ses dalgası enerjisinin bir kısmını yitirebilir. Bu duruma sesin yutulması denir. Yüzeylerin ses yutma özelliği, pürüzlülük, gözeneklilik, esneklik gibi pek çok fiziksel özellikleri olduğu gibi bununla birlikte, gelen sesin frekansının da bir fonksiyonu olmaktadır. Yüzeylerin ses yutma yetenekleri, değeri 0 ile 1 arası değişen bir ses yutma katsayısı yardımıyla tarif edilir. Değer 0 olursa sesin hiç yutulmadığını (ideal yansıtıcı malzeme); değer 1 olursa sesin tamamen yutulduğunu (ideal yutucu malzeme) gösterir (Bilgiç, 1994).

Bir ses dalgası, yayılma alanında kendi dalga boyundan daha büyük bir cisimle karşılaştığında, yüzey özelliklerine göre sürtünme nedeniyle enerjisinin bir kısmı kaybolur, bu ses emilimi olgusudur. Ses dalgaları gözenekli yüzeylere yakın yayıldıkça,

gelen ve yansıyan dalgalar faz değişimlerinden dolayı girişime uğrar ve yer soğurma adı verilen etki nedeniyle ses dalgalarının yönü değişebilir. Gözenekli bir yüzey üzerindeki moleküller gözeneklerin içindeki havayı harekete geçirebilir ve sürtünme yoluyla ses enerjisi ısı enerjisine dönüştürülebilir. Kapalı alanlarda ses emilimi, yansıma standartlarını karşılayacak şekilde frekansa dayalı olarak sesi absorbe edecek özel malzemelerin tasarlanması ve uygun yerlere yerleştirilmesi açısından önemlidir (Göktürk ve Akdağ, 2020).

Yansıyan ses enerjisinin boyutu, engelin ses yutma (soğurma) özelliklerine bağlı olarak değişir. Malzemenin ses yutma katsayısı ile belirlenen, malzeme tarafından yutulan ses enerjisinin, gelen ses enerjisine oranı olan ses yutma özelliği, gelen sesin frekansına, malzemenin gözenekliliğine, kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Ses frekansının ses yutma katsayısına şu şekilde etki eder:

- Alçak frekanslar için, malzemenin kalınlığı ile ses yutma katsayısı doğru orantılı olup yüksek frekanslarda bakılırsa, malzeme kalınlığının etkisi çok az olmaktadır.

- Frekans yükseldiği takdirde, ses yutma katsayısı belirli bir değere kadar yükselip, sonra sabit kalmaktadır.

Engelden yansımayıp geçen sesin basınç düzeyi hakkında yorum yaparsak bu düzey, kırılma etkilerine, sesin dalga boyuna, engelin boyutuna ve ses geçirme özelliklerine bağlı kalır. Bir malzemenin ses geçirme kapasitesi, ‘ses yalıtım endeksi’ formülüne dayanarak, Eşitlik (1.24) ile belirtilir.

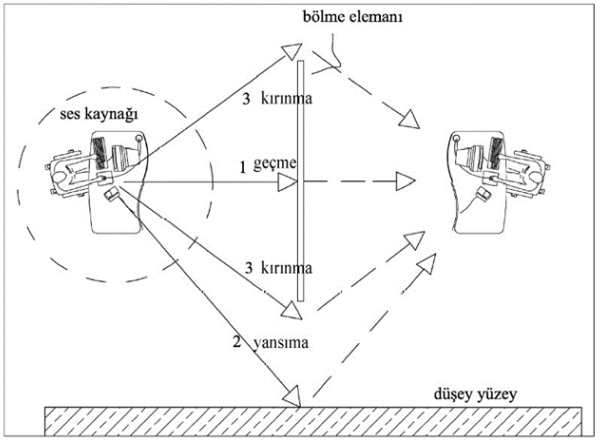
$$SYE = 10.log\left(\frac{I}{P}\right) \quad (1.24)$$

SYE: Ses yalıtım endeksi (dB)

P: Geçirgenlik katsayısı

I: Ses yoğunluğu (W/m^2)

Ses yalıtım endeksi (SYE), doğal frekansına, ses yutma katsayısına, sesin frekansına ve engelin ağırlığına bağlıdır.



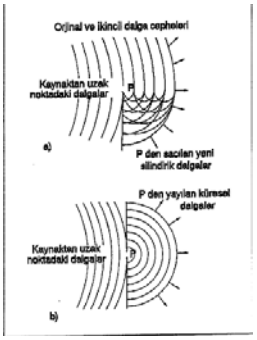
Şekil 1.26: Yansıma, yutulma ve iletim Yolları (Acar ve Akdağ, 2008)

Yansıma, yutulma ve iletim yolları Şekil 1.26'da gösterilmiştir.

1.13.4. Sesin Kırılması

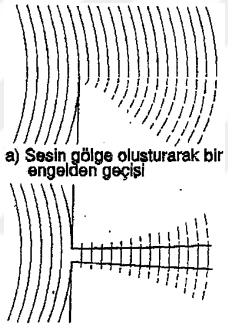
Ses dalgaları yayıldıkları ortamda yollarına çıkan bir engeli aşarken yayılma doğrultularında az ya da çok sapma meydana gelir bu durum sesin kırılmasıdır. Bu şekilde engelin arkasındaki bölgede keskin hatlı bir ses gölgesinin meydana gelmesine engel olur. Kırılma olayında, engel sınırlarının yeni bir ses kaynağı gibi davranıp yeni ses dalgalarına yol açmasıyla açıklanır ve sesin dalga boyu yanında engel boyutları ne kadar küçükse o kadar açık olur. Buna bakılarak, aynı engelde kısa dalga boyu, yani yüksek frekansa sahip ses dalgalarının daha az kırılmaları; uzun dalga boyu, yani düşük frekansa sahip ses dalgalarının ise daha çok kırılmalarından bahsedebiliriz (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Şekil 1.27'de düşük frekanslı bir ses dalgasının bir delikten ve engelden geçişi resmedilmiştir. Birinci durumda engelin kenarı bir doğrusal ses kaynağı gibi davranıp yeni silindirik dalgalara neden olur; ikinci durumda da delik noktasal bir kaynak gibi davranıp yeni küresel dalgaların oluşmasını sağlamaktadır. Her iki durumda da bu bölgelerde ses düzeyinde önemli düşüşler olmakla beraber açık bir ses bölgesi oluşması gözlenmemektedir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).



Şekil 1.27:Düşük frekanslı sesin davranışı (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Şekil 1.28'de yüksek frekanslı bir ses dalgasının bir engel ve bir delik karşısında nasıl davrandığını gösterir. Bu pozisyonda engellerin arkasında açık bir şekilde ses gölgeleri oluştuğu için deliğin içinden geçen ses, bir ses demeti durumu şeklini almaktadır. Sesin bir engel ile karşılaşma durumunda sıralanan olaylara ilaveten, gelen sesin bir kısmının da engel ortamından iletildiğini söyleyebiliriz (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).



Şekil 1.28: Yüksek frekanslı sesin davranışı (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.13.5. Sesin Geçmesi

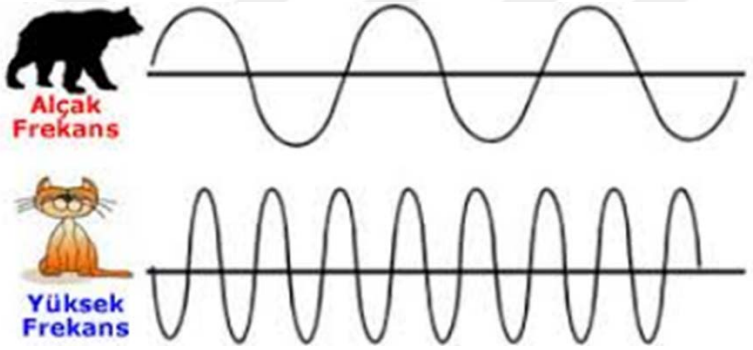
Ses dalgaları bir engele çarptığında, ses enerjisi elemanlarının desenlerini harekete geçirir ve engelin içinde yayılan farklı şekilli dalgalara dönüşürler. Katı ortamın deformasyonuna neden olurlar. Rezonans frekansı, bileşenin kritik frekansına ve boyutuna bağlı olarak serbest iletimde rol oynar ve ses dalgaları bileşen üzerinden kolaylıkla iletilir. Zorlanmış dalgalar engelin kütlesine ve frekansına bağlıdır. Engelin sertliği (sertlik, bir malzemenin yük altında bükülmeye, esnemeye veya deformasyona dayanacak göreceli sertliğidir), rezonansın oluştuğu frekans bölgesinin altında ses iletim kayıplarının artmasına neden olur. Ses iletim katsayısı, sesin bir engelden geçerken zayıflamasıdır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.14. Sesin Psikoakustik Özellikleri

Psikoakustik işitme sistemine ulaşan seslerin sebep olduğu psikolojik duyumları, kendine özgü deney ve ölçümlerle araştıran inceleyen bilim dalıdır. Ses beyinde oluşan bir olgu olduğu için sesin algılamasında yalnızca akustikten söz etmek yeterli olmaz. Psikoakustik ses niteliği, ses uyumu, perde ve gürlük gibi duyumlar ile bunların ortaya çıkmasına sebep olan fiziksel etkiler arasında bir ilişki kurmaya çalışır. Tını, perde ve gürlük sesin üç temel öğesidir (Özgüven, 2000).

1.14.1.Perde

Frekans ile ilişkili olan sesin inceliği ve kalınlığının algısal karşılığıdır. Pes, orta ve tiz sesler üç temel ses perdesidir: Pes kalın, tiz ise ince sestir (Özgüven, 2000).



Şekil 1.29: Kalın, tiz ses ve Alçak frekans, yüksek frekans ilişkisi (Kent, 2023).

Derin ve tiz sesler ile alçak ve yüksek frekanslar arasındaki ilişki Şekil 1.29'da gösterilmiştir. Frekans ve perde terimleri aslında aynı şeyi ifade eder. Bu iki kavramı birbirinden bağımsız düşünmek yanlıştır. Her iki terim de titreşim sayısının bir saniyedeki ne kadar düşük veya yüksek olduğunu ifade eder. Pitch, bir sesin veya notanın baskın frekansının işitsel algısını temsil eden bir kavramdır. Bir notanın temel frekansı, bir frekans analizörü kullanılarak titreşimin periyodu veya zarfı ters çevrilerek farklı şekilde ölçülürken, bir notanın perdesi, insanın işitsel algı sisteminin onu aynı nota olarak algılama yeteneğidir. (Vaseghi, 2007; Çakır ve Tekin, 2022).

Pitch, bir sesin yüksek veya düşük seviyesi olarak tanımlanır. Bir başka deyişle birim zamanda meydana gelen titreşim sayısıdır (frekans). Frekans ne kadar yüksek olursa ton veya nota da o kadar yüksek olur (tiz). Frekans ne kadar düşük olursa perde de o kadar düşük olur. Basitçe söylemek gerekirse perde, bir sesin bas ve tizlerinin algılanmasıdır (Gut, 2000; Çakır ve Tekin, 2022).

Perdelerin müzik dilindeki frekanslara eşdeğer olduğunu belirten Zelen, perdenin frekansının aynı kaldığını, titreşen malzemenin farklı olmasının insanın işitme sistemi açısından hiçbir fark yaratmadığını belirtiyor. Yani aynı ses (frekans) farklı ifadelerle duyulacaktır. Bir diğer nokta ise sesin yüksekliğine bağlı olarak perdenin (frekansın) değişmemesidir (basit sesler hariç), dolayısıyla bir sesin notasının veya perdesinin belirlenmesi durumunda, sesin yüksekliği dikkate alınmadan belirlenir (Zeren, 1997; Çakır ve Tekin, 2022).

1.14.2. Frekans Perde İlişkisi

Frekans: aletlerle ölçülüp fiziksel bir gerçektir. Perde: psikolojik olgu, algısal (Frekanstaki değişimlerin dinleyici tarafından algılanması) ses perdesinde yükselmenin duyulması titreşim frekansı arttıkça gerçekleşir. Ses perdesinde (ince ses) düşme duyulması frekans düştükçe oluşur. Frekans ve perde (kalın ses) arasındaki bu bağlantı doğrusal (lineer) olmaz. Yani, perde deki sürekli değişim, frekanstaki sürekli değişim ile sonuçlanmamaktadır (Özgüven, 2000).

1.14.3. Yankı

Ses yansıma yoluyla geri geldiğinde, geri dönen sese yankı denir. Yankıların tam olarak oluşabilmesi için ses kaynağı ile engeller arasında en az 17 metre mesafe olması gerekmektedir. Sonar, ultrasonik ve radar cihazları bu prensibe göre hazırlanır [86]. Yayılım ortamında bir süreksizlik olarak yansıtılacak ve dolayısıyla doğrudan yol üzerindeki ses olayından ayrı olarak algılanacak yeterli gecikme ve genliğe sahip bir geri dönüş dalgası olarak tanımlanır (Wölfel ve Mcdonough, 2009; Çakır ve Tekin, 2022).
Benzersiz bir şekilde, iki farklı ses dalgası insan kulağına 50-100 milisaniyeden (ms) daha kısa bir sürede ulaşırsa, iki ses karışır ve beyin tarafından tek bir ses dalgası olarak algılanır. Varış süresi 100 ms'den büyükse iki ayrı ses duyulur ve bu da yankının algılanmasına neden olur. Sesin 20°C sıcaklıkta havadaki hızının 343 m/s olduğu dikkate alınırsa, bir ses dalgası 100 ms'de yaklaşık 34 m yol kat eder. Yansıyan ses dalgalarını doğrudan ses dalgalarından ayırmak için ses yolunun ses kaynağından direkt uzunluğu ile toplam uzunluğu arasındaki farkın 34 m'yi aşması gerekir ve bu, yankı olarak ölçülüp yorumlanır (Cowan, 2016; Çakır ve Tekin, 2022).

Söz konusu yankıdan 50 ms önce, Kutz'a göre yankı, sesli iletişimde kesintiye neden olan, gecikmiş bir sesin tekrarıdır. Söz konusu yankı, aksi takdirde bariz yansımalardan kaçınılarak maskelenebilir. Yankıları azaltmanın bir başka yolu da yansıyan ses enerjisi miktarını azaltmak için bunları yüksek derecede emici malzemelerle işlemek ve rahatsız edici yankılar yaratan oda yüzeylerini bulmaktır (Kutz, 2015; Çakır ve Tekin, 2022).

1.14.4. Tını

Ses kaynağının türünü belirlemeye yardımcı olan ses özellikleri aynı zamanda seslerdeki farklılıkları ifade eden sesin rengi olarak da tanımlanmaktadır. Aynı yoğunluk ve frekanstaki seslerin farklılaşmasıyla karakterize edilir. Üç tür tını vardır: açık tını, koyu tını ve orta tını. Açık ton baş sesine, koyu ton göğüs sesine, orta ses ise rahat ve zorlamasız orta sese eşdeğer olarak düşünülebilir. Mükemmel bir şekilde; farklı enstrümanların aynı sesi üretmesi sırasında meydana gelen değişikliklere sesin tınısı denir. Farklı enstrümanlar aynı notaları çalsalar bile ürettikleri ses dalgalarının frekansı aynıdır (Özgüven, 2000).

Titreşen nesnelerin farklı olması ve aynı frekansa sahip olmasının perde üzerinde hiçbir etkisi olmasa da tını üzerinde farklı bir etkisi vardır. Timbre, aynı frekanstaki iki sesi farklı kılar. Örneğin gitarda çalınan "La" (440) notası, flüt veya klavyede çalındığında aslında farklı bir "La" sesi içerir. Sayma, enstrümanın farklı tınılara sahip olduğu anlamına gelir. İnsan işitme sisteminin kemanı flütten, flütü trombondan, trombonu trompetten (tüm enstrümanlar için geçerlidir) ayırt etmesini sağlayan şey, frekansların benzersiz harmonikler olmasıdır. Bu sadece aletler için değil, ortamda titreşen tüm nesneler için geçerlidir. Her ses dalgası, sesi üreten malzemeye bağlı olarak karakteristik bir şekil alır. Bu ses tınısının performansıdır. Ancak enstrümanların yapımında kullanılan farklı malzemeler, dinleyicilerin aynı kategorideki farklı enstrümanlar arasında ayrım yapmasına olanak tanır (Gelfand, 2009; Vaseghi, 2007).

1.14.5. Gürlük

Yoğunluk, kuvvet veya basınç gibi terimlerle tanımlanabilen fiziksel bir niceliktir. Amplifikatörünüzdeki ses kontrolünü açmanız hoparlörlerden gelen müziğin yoğunluğunun artmasına neden olur. Bu yoğunluk, hoparlörün yanına ses seviyesi ölçer mikrofon yerleştirildiğinde kolaylıkla ölçülebilir. Yoğunluk algısı "yüksek ses" olarak

tanımlanır. Genel olarak konuşursak, düşük yoğunluk "yumuşak", yüksek yoğunluk ise "gürültü" olarak kabul edilir. Başka bir deyişle, yoğunluk uyaranın fiziksel parametresidir ve ses yüksekliği de bu parametreyle ilişkili algıdır. Ayrıca ses yüksekliği şiddet dışındaki faktörlerden de etkilenir. Örneğin, genel bir kural şudur: Bir stereo amplifikatörün bas ve tiz kontrollerini değiştirirseniz, ses seviyesi kontrolü aynı kalsa bile ses yüksekliği değişecektir. Bas ve tiz sırasıyla düşük ve yüksek frekans aralıklarının göreceli katkılarıdır. Yani bas seviyesi artırılarak düşük frekanslar, tiz seviyesi artırılarak ise yüksek frekanslar vurgulanır (Schneck ve Berger, 2006; Çakır ve Tekin, 2022). Ses düzeyleri kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Benzer şekilde, farklı insanlar frekansa bağlı olarak farklı ses yükseklikleri duyarlar (Çakır ve Tekin, 2022). Ses yüksekliğinin genliği insan kulağının onu nasıl algıladığına bağlıdır ve genlikteki bir değişiklik tek başına seste orantılı bir değişiklik olarak algılanmayacaktır. İnsan kulağı sesin tınısından ve frekansından etkilenir (Schneck ve Berger, 2006; Çakır ve Tekin, 2022).

Ses gürlük düzeyi (Fon), sesin fiziksel şiddetinin anlatımı olup belirli bir ses ya da gürültünün özel etkilerini boyutlandırmak için kullanılan bir birimdir. Herhangi bir ortamda, insana doğru düzlemsel dalgalarla doğrudan doğruya gelen bir sesin, 1 kHz'lik frekansa sahip arı bir sesle karşılaştırılması ile elde edilen bir büyüklük olup fon olarak adlandırılır. Farklı frekanslara sahip arı seslerin kulakta bıraktığı hassasiyet etkisi farklılıklar gösterebilir.1 kHz frekansındaki kulak duyarlılığını belirten fon birimidir ve ses gürlüğü ile doğrusal bir bağlantısı yoktur. Ses gürlüğü, son birimi ile belirtilir. Bu birimin başlangıç noktası:

1 Son = 40 Fon olarak kabul edilir. Buna dayanarak ses gürlüğü ile ses gürlüğü düzeyi arasında doğrusal bağlantı kurulmuştur. Genellikle 20-120 Fon arasındaki gürlük düzeyleri için, Eşitlik (1.25) kullanılır.

$$log.S = 0{,}3.(F - 40) \qquad (1.25)$$

S: Ses gürlüğü (Son)

F: Ses gürlük düzeyi (Fon) (Akdağ, 2023).

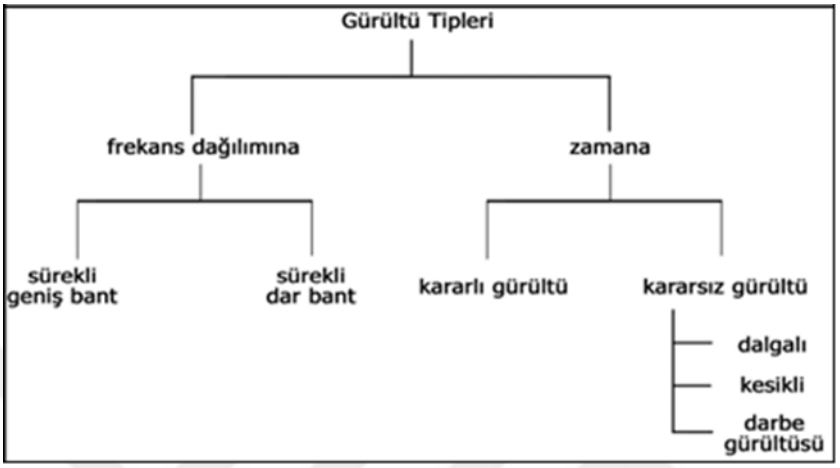
Gürlik birimi sone olup değişik şİddetlerde 1000 Hz bir sesin gürlüğünün karşılaştırılmasını belirtir.

Sesin şiddeti artarsa gürlüğü de artar. Gürlüğün hissedilmesine sesin durasyonu ve frekansı yardımcı olur (Özgüven, 2000).

1.15. Gürültü Ölçümleri ve Gürültü Değerlendirme Kriterleri

1.15.1. Gürültünün Sınıflandırılması

Gürültü frekansına ve zaman değişimine göre iki grupta incelenmektedir. Gürültü tiplerinin sınıflandırılması şekilde gösterilmiştir. Frekansına göre;



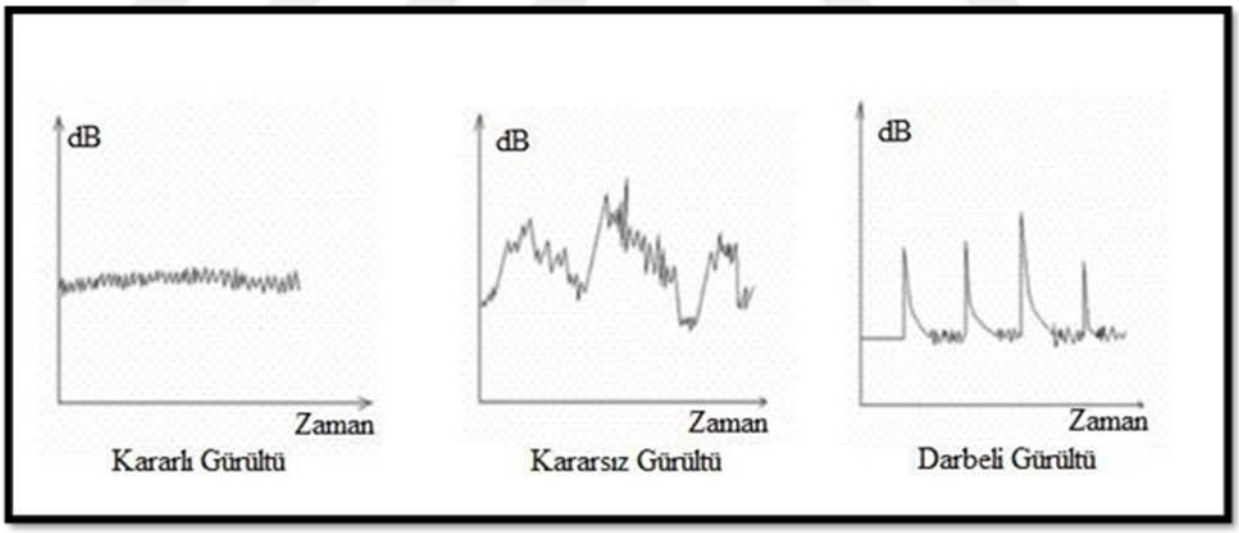
Şekil 1.30: Gürültü tiplerinin sınıflandırılması (Sakarya, 2016).

Geniş bant gürültüsü; gürültüye neden olan saf sesin de geniş bir frekans aralığı vardır. Tüm frekans aralığında gürültüye neden olan ses frekanslarının oluşmasına "geniş bant gürültüsü" denir. Her frekans seviyesinde eşit katkıda bulunan gürültüye "beyaz gürültü" adı verilir. Geniş bant gürültüsüne örnek olarak makinelerden gelen gürültü verilebilir.

Dar bantlı gürültü; geniş bantlı gürültüden farklı olarak bu tür gürültünün frekans dağılımı, belirli bir frekans bandı seviyesinde toplanan bir model sunar. Yani gürültüyü oluşturan temel sesler arasında frekansları belirli bir aralıkta yoğunlaşan sesler baskındır (Kalelioğlu ve Ercan, 2021).

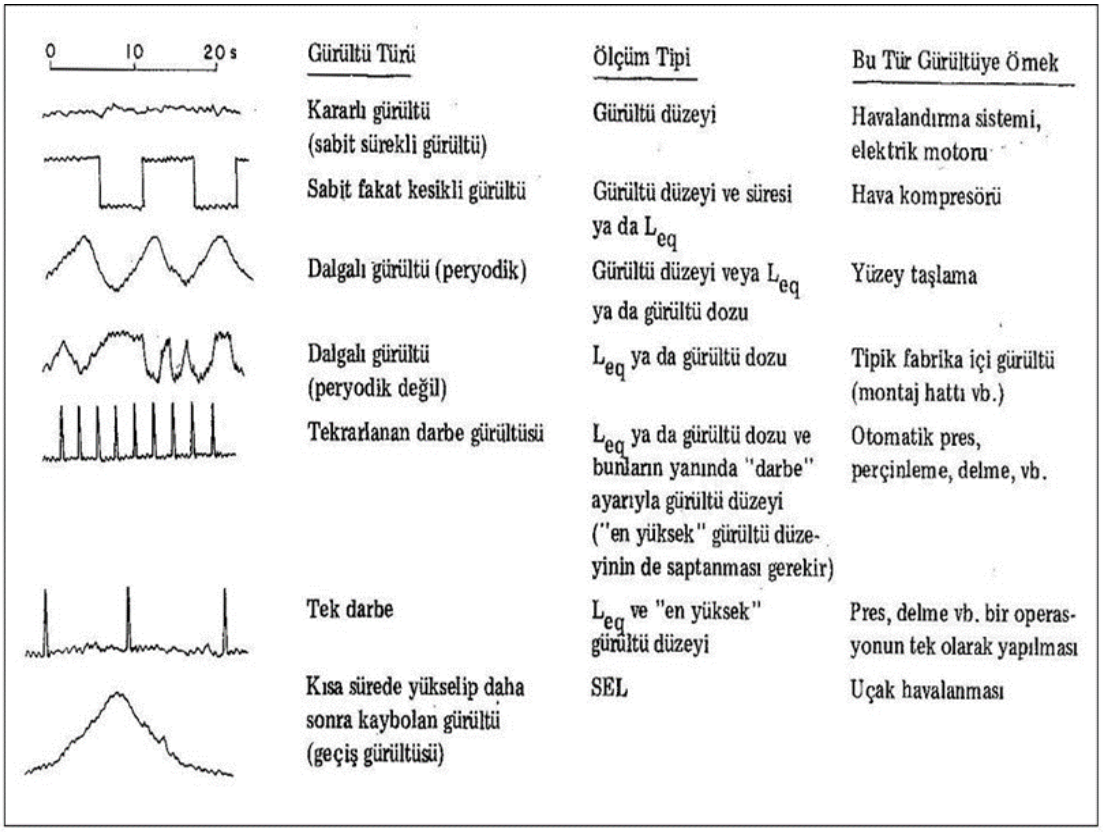
Gürültünün değerlendirilmesinde önemli bir faktörde bir gürültüyü tanımlayan ses basınç düzeylerinin herhangi bir zaman süresi boyunca gösterdiği değişimdir. Bu değişim gürültünün değerlendirilmesinde önemli bir etkendir. Verilmiş bir gürültü kaynağının zaman bağımlılığı ya da kısa veya uzun zamanlı olabilen bu değişimler grafik kaydedici araçlar vasıtasıyla elde edilir. Bazı zaman da sesin zamansal değişimlerini hem de spektral, değişimlerinin eş zamanlı yani aynı anda analizi gerekir. Bu pozisyonda özel kaydediciler kullanılmaktadır.

Genel olarak ayrık gürültü olayları tanımlanamayan kaynakların uzakta oluşturduğu alçak geri plan gürültüsü üstüne eklenir. Açıkça gözlenebilen gürültü olarak isimlendirilirler. Bu gürültülerin tümü ise çevre gürültüsü, olarak adlandırılır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).
Zaman değişimine göre;
Gürültü sabittir; genel olarak belli bir süre içinde değişen gürültü 5 dB(A) dahilinde kalır, yani zaman içinde gürültü düzeyinde herhangi bir değişiklik gözlenmez (Kalelioğlu ve Ercan, 2021). Bu gürültüler geniş bant veya dar bant gürültüsü şeklinde olabilir (Bilgiç, ve Sadıkhov, 1994).
Gürültü dengesizdir; ses seviyeleri zamanla büyük ölçüde değişir. - Alternatif gürültü, gürültü seviyesinin önemli ölçüde değiştiği gürültüdür.
- Aralıklı gürültü, bir fanın durup yeniden başlaması sesi gibi ortam gürültüsünün gözlem sırasında aniden azaldığı ve ortam gürültü düzeyini değiştirmeden bir saniye veya daha uzun süre devam ettiği gürültü türünü ifade eder.
-Darbe gürültüleri, bir saniyeyi geçmeyen ya da vuruşların oluşturduğu gürültü türüdür (Kalelioğlu ve Ercan, 2021). Her defasında ses basınclarında, geri plan gürültüsünün üstüne çıkan ani değişimlerin görüldüğü görültülerdir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).
Zamana bağlı gürültü tipleri Şekil 1.31'de gösterilmiştir.



Şekil 1.31: Zamana bağlı gürültü tipleri (Özdemir, 2016).

Tablo 1.9: Gürültünün sınıflandırılması (Özgüven, 1986, Savran, 2009).



Gürültünün sınıflandırılması Tablo 1.9'da gösterilmiştir.

Gürültünün yoğunluğu, ses dalgalarının oluşturduğu basınç miktarına veya dalgaların genliğine bağlıdır. Genlik, basınç dalgalanması olarak ölçülür ve sağlıklı bir insan kulağının duyabileceği en düşük ses 20 µPa'dır (0 dB). İnsan kulağının dayanabileceği ses basıncı 200 Pa (140 desibel) olup, bunun 10 milyon katıdır (Yüksel, 2017, Sezek, 2009).

Sesin yoğunluğu, ses basıncı seviyesi (SPL) olarak tanımlanan logaritmik bir miktar olan desibel cinsinden ifade edilir. Ses basınç düzeyi sesin enerjisine bağlı olarak değişir. Ses enerjisi veya maruz kalma süresi iki katına çıktığında ses basıncı seviyesi 3 dB(A) artar. Benzer şekilde bir sesin enerjisi veya maruz kalma süresi yarıya indirildiğinde ses basınç seviyesi 3 dB(A) azalır. İnsan kulağı genellikle 20 Hz ila 20.000 Hz frekans aralığındaki sesleri duyar. Bu aralığın dışındaki sesleri duyamasak da bu sesler baş dönmesine, mide bulantısına ve diğer etkilere neden olabilir. Duyduğumuz seslere duyarlılığımız o seslerin frekansıyla doğru orantılıdır (Girice, 2018). 1.000 ile 4.000 Hz arasındaki frekans aralığı kulağın en hassas olduğu frekans aralığıdır (Bilgili vd., 2011).

1.16. Farklı Gürültü Türleri

1.16.1. Güneş Gürültüsü

Güneş'ten kaynaklanan gürültüye güneş gürültüsü denilir. Normal koşullar altında, yüksek sıcaklığı sebebiyle Güneş'ten yaklaşık olarak sabit radyasyon mevcuttur, fakat güneş fırtınaları farklı tür elektriksel rahatsızlıklara sebep olabilir. Güneş gürültüsünün yoğunluğu, bir güneş döngüsünde zamanla değişir (Güleç, 1997).

1.16.2. Kozmik Gürültü

Uzak yıldızlar kozmik gürültü ismi verilen gürültü meydana getirirler. Bu yıldızlar karasal iletişim sistemlerini kişsiel olarak etkilemek için çok uzak mesafede olsalar da, büyük sayıları kayda değer kolektif etkilere yol açar. Bu gürültü, 8 MHz ila 1.43 GHz arasında bir aralıkta gözlemlenmiştir, ikinci frekans 21 cm'lik hidrojen hattına karşılık gelmektedir. İnsan yapımı gürültünün yanı sıra, yaklaşık 20 ila 120 MHz aralığındaki en güçlü bileşendir. 20 MHz'in altındaki küçük kozmik gürültü iyonosfere nüfuz ederken, 1.5 GHz'i aşan frekanslarda son olarak kaybolması, muhtemelen onu üreten mekanizmalar ve yıldızlararası uzayda hidrojen tarafından emilimi yönetilir (Güleç, 1997).

1.17. Gürültü Değerlendirme Kriterleri

1.17.1. Gürültü Ölçüm Parametreler

Gürültü gücü terimi veya bir ses kaynağı tarafından yayılan ses miktarı, kaynağın konumundan (ses seviyesinden) bağımsız olarak güç seviyesi (PWL) olarak adlandırılır. Ses gücü seviyesi (PWL), bir ses kaynağını çevresinden bağımsız olarak değerlendirmek için kullanılır. Öte yandan ses yoğunluk düzeyi IL ve ses basınç düzeyi (SPL), sesin duyulduğu ses düzeyinin akustik özelliklerine bağlıdır. Tablo 1.10'da iyi bilinen ve anlaşılması kolay bazı ses seviyelerinin desibel eşdeğerleri gösterilmektedir (Özgüven, 2008).

Tablo 1.10: Ses şiddeti, ses basıncı ve ses gücü bağıntıları (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011).

	Ses Şiddeti Seviyesi	Ses Basınç Seviyesi	Ses Güç Seviyesi
Birim	IL , dB	SPL, dB	PWL, dB
Bağıntı	$10 \log \frac{I}{I_o}$	$20 \log \frac{P}{p_o}$	$10 \log \frac{W}{W_o}$
Birimler	I (watt/cm2)	P dyne / cm2	W (Watt)
Referans ses basınç seviyesi olarak genellikle işitilebilinen en küçük düzey alınır.	$I_o = 10^{-16}$ Watt/cm2	$P_o = 2x10^{-4}$ dyne/ cm2 veya 0.0002 mikrobar	$W_o = 10^{-12}$ watt
İşitilebilen en küçük değer	IL = 0 dB	SPL = 0 dB	PWL = 0 dB
Dayanılabilen en yüksek değer	$I = 10^{-3}$ watt/ cm2	P=2x102 dyne/cm2	....
Dayanılabilen en yüksek değer	IL = 130 dB	SPL = 120 dB	....

1.17.2. Oktav Bantları ve Gürültünün Frekans Dağılımı

Duyduğumuz ses 20 - 20 000 Hz arasında değişir ve 20 000'e yakın frekanstan oluşur. Bu 20 000 frekansta işlem yapmak oldukça hantal ve zor olduğundan 20 000 frekans bazı aralıklara bölünmüştür. Ses analizinde incelenecek frekans aralığına, bandın üst frekansının alt frekansın iki katı olduğu oktav bandı adı verilmektedir. Her oktavda çok sayıda frekans vardır ve düşük frekansların özellikleri çok sık değiştiğinden, yüksek frekanslı oktavlardaki frekans sayısı daha fazla, düşük frekanslı oktavlardaki frekans sayısı ise daha azdır. Bu sayı düşük frekanslardan yüksek frekanslara doğru artar. Oktav bantları ve merkez frekansları Tablo 1.11'de gösterilmektedir. Her oktavda birçok frekans vardır. Bu frekansları temsil edecek merkez frekanslar vardır. Merkez frekansı frekans bandının geometrik ortalamasını verir (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011).

Yani;

$$f(merkez) = \sqrt{f_1 \cdot f_2} \qquad (1.26)$$
$$f_2 = 2f_1$$
$$f = \sqrt{2}f_1 = f_2 \cdot 1/\sqrt{2}$$

yazılır.

f : Merkez veya orta frekans
f_1 : Oktav bandın alt sınır frekansı
f_2 : Oktav bandın üst sınır frekansı

Oktav bandının üst sınır frekansının alt sınır frekansının iki katına ayarlanmasının nedeni kulağın yapısından kaynaklanmaktadır. Çünkü kulak frekans oranı tam sayı olan iki sesi benzer ses olarak algılar.

Çevresel gürültü ölçümlerinde genellikle 1/1 ve 1/3 oktav frekans bantları kullanılır. 1/1 oktav frekans bandında incelenen ses 8 merkez frekansa bölünür. İncelenen sesler daha detaylı bir analize olanak sağlamak amacıyla 1/3 oktav bantlarda 24 merkez frekansa bölündü.

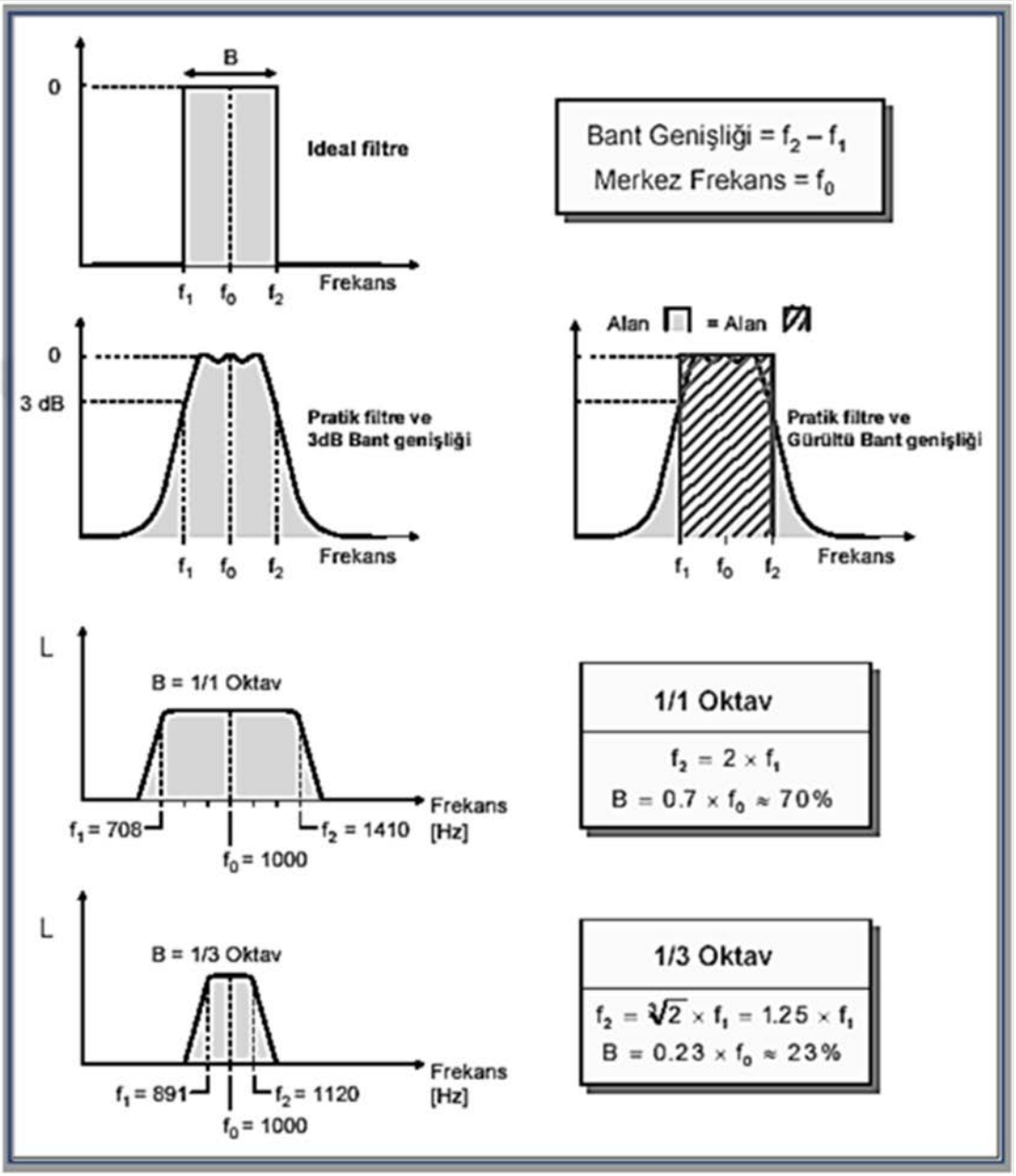
Yukarıda tanımlanan oktav bantlarına ek olarak 1/12 ve FFT (Fast Fourier Time) gibi gerektiğinde daha fazla veri sağlayabilecek frekans analiz durumları da bulunmaktadır. Standart çevresel gürültü ölçümlerinde kullanılan ana oktav bantları ve merkez frekansları Tablo 1.11'de gösterilmektedir.

Tablo 1.11: Oktav Bant Merkez Frekansları (Güler, 1997)

Merkez Frekansı [Hz]	**Alt Sınır Frekansı [Hz]**	**Üst Sınır Frekansı [Hz]**
63	44	88
125	88	177
250	177	355
500	355	710
1000	710	1420
2000	1420	2840
4000	2840	5680
8000	5680	11360

Bu frekans, işitme sistemi örnek alınarak oluşturulmuş olup, uluslararası standartlarla tanımlanmıştır. Ayrıştırma işleminin bir sonucu olarak, her bir frekans bandındaki seviye,

nominal bir seviye olarak kabul edilir ve o bölgedeki frekanslardaki akustik enerjinin bir göstergesi olarak gösterilir (Brüel ve Kjaer, 1998b; Kalelioğlu, 2021). Merkez frekansı (fo), adını ilgili frekans bandından alır ve işitme cihazlarının oktav aralığı, gürültü girişimi çalışmalarında yaygın olarak kullanılır. Her seviyenin merkez frekansı ile alt sınır (f1) ve üst sınır (f2) frekansı Şekil 1.32'de gösterilmiştir (Brüel ve Kjaer, 2001; Kaleloğlu, 2021). Oktav bandında frekans bandının üst sınırı alt sınırın iki katıdır, ve her frekans bandının üst sınırı alt sınırıdır Bir frekans bandının alt sınırıdır. Her bandın merkez frekansı, alt ve üst sınırların geometrik ortalamasıdır (Kalelioğlu, 2021).



Şekil 1.32: Standart, 1/1 ve 1/3 Oktav bant genişlikleri (Brüel ve Kjaer, 1998b)

Tablo 1.12'de verilen tam oktav bandı 3'e bölünerek 1/3 oktav bandı, oktav bandı 10'a bölünerek 1/10 oktav bandı bulunur. Sonuç olarak bilgi (ses enerjisi) 1/3, 1/10 vb. Örneğin, daha düşük frekans aralığındaki oktav analizi, daha doğru ses bilgilerinin ifade edilmesine yardımcı olur (Kalelioğlu, 2021).

Tablo 1.12: 1/1 ve 1/3 Oktav bantları alt, üst ve merkez frekansları (Fişne, 2008; Sabancı, ve Sümer, 2011).

Bant Numarası	Oktav Bant Merkez Frekansı	1/3 Oktav Bant Merkez Frekansı	Bant Sınırları	
			Alt	Üst
14	32	25	22	28
15		31,5	28	35
16		40	35	44
17	63	50	44	57
18		63	57	71
19		80	71	88
20	125	100	88	113
21		125	113	141
22		160	141	176
23	250	200	176	225
24		250	225	283
25		315	283	353
26	500	400	353	440
27		500	440	565
28		630	565	707
29	1000	800	707	880
30		1000	880	1130
31		1250	1130	1414
32	2000	1600	1414	1760
33		2000	1760	2250
34		2500	2250	2825
35	4000	3150	2825	3530
36		4000	3530	4400
37		5000	4400	5650
38	8000	6300	5650	7070
39		8000	7070	8800
40		10000	8800	11300
41	16000	12500	11300	14140
42		16000	14140	17600
43		20000	17600	22500

1.17.3. Third-octave Band Filtreler

Third-octave band filtreler çok daha duyarlı bir ölçüm yapmak için kullanılır. Her bir filtre bir oktav genişliğinin üçte biri kadar bir genişliğe sahiptir. Örnek olarak 500 Hz third-octave band filtre, 450 ile 560 Hz arasını içerip; 4000 Hz third-octave band filtre ise

3550 ile 4500 Hz arasını içermektedir. Daha dar bir frekans ranjında diğer frekansların etkisi olmadan ölçüm yapmak istersek oktav band ve third-octave band filtreler oldukça işe yarar (Özgüven, 2000).

1.17.4. Gürültü Ölçümleri

Gürültü ölçümü yapılırken hedef çalışma ortamlarında gürültü düzeylerinin istenilen düzeylerde olup olmadığının ölçümünün yapılmasının dışında gürültü kaynaklarının istenilen uzaklıklardaki ölçümü; frekans analizleri eşliğinde yapıldığında gürültünün kontrolüne ilişkin gerçekleştirilen çalışmalar arzu edilen amaca ulaşacaktır. Gürültünün çalışanlar üzerindeki oluşturduğu etki, alıcı ve gürültü kaynağı arasındaki yayılma alanına bağlı olarak değişir. Aralık artarsa, gürültüyü üreten ses dalgaları daha hızlı zayıflarsa gürültü seviyesi azalmaktadır (Kalelioğlu, 2021).

1.17.5 Frekans Analizi

Periyodik veya karmaşık seslerin, kendilerini oluşturan saf seslere ayrıştırılması işlemidir. Her harmonik için ses basıncındaki değişikliğin grafiksel olarak temsil edilmesine frekans dağılımı denir. Bu grafik ses veya gürültü enerjisinin frekansa göre dağılımını gösterir. Temel olarak, belirli bir frekans aralığında ses basıncındaki değişiklikleri elektronik olarak filtreler ve aradaki titreşimlerin genliğini veya enerjisini ölçer. Frekans analizi yapan cihazlar, işlemleri otomatik olarak gerçekleştiren sabit bant ve sabit yüzdeli bant genişliği analizörleridir. Bu cihazlara "frekans analizörleri" denir (Uyar, 2018).

1.17.6. Frekans Analizi Yorumları

İnsan kulağı 0 dB ile 140 dB arasındaki sesleri duyabilmektedir. Ayrıca insan kulağı 20Hz-20000Hz frekans aralığındaki sesleri duyamadığı gibi, bu aralıktaki farklı frekanslardaki sesleri de eşit şiddette algılayamaz. Orta frekanstaki sesler alçak ve yüksek frekanstaki seslere göre daha hassas olduğundan insan kulağına daha zararlıdır. Düşük frekanslı ses engellerden geçebildiğinden ve ortamda kolaylıkla yönlendirilebildiğinden nesneler tarafından engellenmesi daha zordur. Düşük frekanslı seslerin yoğunluğunu azaltmak için, yüksek frekanslı seslere göre daha kalın ses emici malzemelere ihtiyaç vardır. Doğadaki sesler frekans aralığına göre değişir. Bir ses üzerinde frekans analizi yapabilmek için sesin baskın frekansının bulunduğu aralığın bilinmesi gerekmektedir. Ses

kaynağında düşük frekanslı gürültü hakimse (en yüksek oktav ses seviyesi 500 Hz veya daha azdır), gürültü büyük olasılıkla titreşimdir ve bu durumla karşı karşıya kalındığında titreşimin azaltılması sağlanırsa aynı zamanda gürültüde azaltılmış olur. Ses kaynağından yüksek frekanslı gürültü çıkıyor ise gürültüyü azaltmak ve gürültü kontrolünü sağlamak için gürültü duvar, bariyerleri ve ses emici malzemeler kullanılmalıdır.

Frekansı 250 Hz'in altında olan seslere alçak frekanslı sesler, >250 Hz ile 2000 Hz arasındaki seslere orta frekanslı sesler, frekansı 2000 Hz'den büyük olan seslere ise yüksek frekanslı sesler denir. Düşük frekanslı sesler atmosfer tarafından kolayca absorbe edilmediğinden uzun mesafeleri etkileyebilir. İnsan kulağı düşük frekanslı seslere karşı çok hassas değildir, dolayısıyla düşük frekanslı sesler yorgunluğa neden olabilir ve konsantrasyon kaybına yol açabilir. Ayrıca denge kaybı, stres, yüksek tansiyon, kalp ritim bozuklukları, uyku bozuklukları gibi sorunlara da ortam yaratır. Yüksek frekanslı sesler aynı zamanda yüksek tansiyona, yorgunluğa ve işitme kaybına da neden olabilir. İnsanlar, frekansı 20 Hz'in altında olan dalgaları sadece titreşim olarak, 20 Hz ile 200 Hz arasında olan dalgaları ise titreşim ve ses olarak algılarlar. Ayrıca 200 Hz ile 20 kHz frekans aralığındaki dalgaları da ses olarak algılar. Her ne kadar kadınlar ve erkekler 80 yaşından sonra genellikle aynı derecede işitme kaybı yaşasalar da aralarında önemli farklılıklar vardır. Buradan kadınların düşük frekanslarda, erkeklerin ise yüksek frekanslarda işitme kaybı yaşayacağı anlaşılmaktadır.

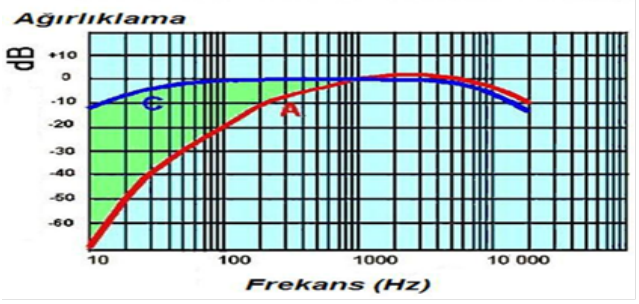
Çevremizde karşılaştığımız sesler çoğunlukla seslerin karışımından oluşur. Bu nedenle gürültü ölçümü ve analizinde analiz frekansı oldukça önemlidir. Karışık bir sesin frekans dağılımını incelersek, sesi tipik olarak hangi frekansların ürettiğini öğrenebiliriz. Gürültü kontrolü için birçok durumda gürültünün frekans dağılımının bilinmesi gerekmektedir (Özgüven, 1986). "Frekans analizi", periyodik veya karmaşık bir sesin, onu oluşturan saf seslere ayrıştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Harmonikler arasındaki ses basıncı farkını grafiksel olarak gösterme sürecine "frekans dağılımı" adı verilir. Bu grafik gürültü ve gürültü enerjisinin frekansa göre dağılımını göstermektedir. Genel anlamda frekans analizi, aralarındaki titreşim miktarının ölçülmesini ve belirli bir frekans aralığında ses basıncındaki değişikliklerin elektronik olarak filtrelenmesini içerir (Kalelioğlu, 2021).

1.17.7. Frekans Analizörü

Frekans analizinin amacı giriş ses sinyalinin frekans dağılımını belirlemektir. İşitilebilir frekans aralığı geniş olduğundan frekans bantlarının kullanılması işlemin daha kolay ve hızlı olmasını sağlar. Frekans analizi yapan cihaza "frekans analizörü" denir (Özgüven, 1986, IPCC, 2002; CCOHS, 1999; Cheremisinoff, 1996; Brüel ve Kjaer, 1984; Brüel ve Kjaer, 1998b; Ziel, 1976; MSHA, 1995, Michael ve Michael 2006a; Malchaire, 2001). Frekans analizi gerçekleştirmek için ticari ortamlarda kullanılabilecek birçok cihaz bulunmaktadır. Bu analizörleri iki kategoriye ayırabiliriz: laboratuvar analizörleri ve taşınabilir analizörler. Taşınabilir cihaz, ses seviyesi ölçerin iki sinyal amplifikatörü arasına yerleştirilen, 1/1 ve 1/3 oktav bantlarında frekans analizi yapan basit bir cihazdır. Laboratuvar ölçekli frekans analizörleri ise daha spesifik bir yapıya sahip olup tüm frekans bantlarını aynı anda analiz edebilmektedir (Savran, 2009).

Ağırlıklandırma ses ölçer sistemi ile ses ölçümü sırasında, değerlendirilen ses, hava basıncındaki değişikliklere duyarlı hassas diyaframlı bir mikrofon aracılığıyla elektrik akımına ve bir amplifikatör aracılığıyla uygun bir akım sinyaline dönüştürülür. Elde edilen sinyaller çeşitli ağırlıklandırma filtreleri kullanılarak analiz edilir. Bu filtreler sesin frekansına ve sesi değerlendirmek için kullanılan cihazın tepki süresine bağlı olarak iki türe ayrılır:

Frekans Ağırlıklandırma: Bu filtreler, kullanılan cihaz tarafından ölçülen sesi insan kulağının nasıl algıladığını gösterir ve genellikle A, B, C ve D ağırlıklandırması olarak adlandırılır. Bu ağırlıklardan çevresel gürültü ölçümü ve değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan A ve C ağırlıkları aşağıda açıklanmıştır (Şekil 1.33) (Uyar, 2018).



Şekil 1.33: A ve C ağırlıklamaları (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011).

A-Ölçümlü Ses Basınç Seviyesi (A-Ağırlıklama)

A- Ölçülen ses basıncı seviyeleri genellikle çevresel gürültü ölçümü ve değerlendirmesi için kullanılır. A Sınıfında ölçülen ses basıncı seviyesinde, düşük frekansların yoğunluğu, dB(A) cinsinden ölçülen orta ve yüksek frekansların yoğunluğundan daha düşüktür. İnsan işitme sistemi en çok 1000-4000 Hz arasındaki orta frekans aralığı değerlerine duyarlıdır (Ölçme, 2011; Uyar, 2018).

dB; Ölçüleni vermektedir

dBA; Kulağımızın algıladığı sesi vermektededir (Uyar, 2018)

C, ses basıncı seviyesini ölçer (C ağırlıklı) 31,5-8000 Hz arasındaki tüm frekanslar eşit öneme sahiptir. Neredeyse düz bir frekans tepkisine sahiptir. Tablo 1.13'te frekansa göre A, B ve C ağırlıklandırma katsayıları verilmektedir.

Tablo 1.13: Frekanslara göre A, B ve C ağırlıklandırmalarının yapılabilmesi için kullanılan katsayılar

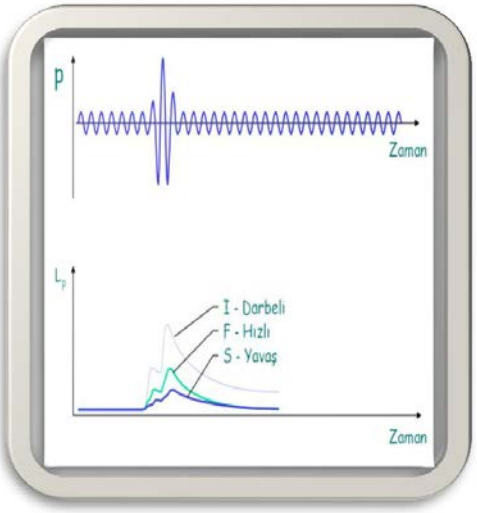
Frekans (Hz)	A – ağırlıklı (dB)	B – ağırlıklı (dB)	C – ağırlıklı (dB)
10	- 70.4	- 38.2	- 14.3
12.5	- 63.4	- 33.2	- 11.2
16	- 56.7	- 28.5	- 8.5
20	- 50.5	- 24.2	- 6.2
25	- 44.7	- 20.4	- 4.4
31.5	- 39.4	- 17.1	- 3.0
40	- 34.6	- 14.2	- 2.0
50	- 30.2	- 11.6	- 1.3
63	- 26.2	- 9.3	- 0.8
80	- 22.5	- 7.4	- 0.5
100	- 19.1	- 5.6	- 0.3
125	- 16.1	- 4.2	- 0.2
160	- 13.4	- 3.0	- 0.1
200	- 10.9	- 2.0	0
250	- 8.6	- 1.3	0
315	- 6.6	- 0.8	0
400	- 4.8	- 0.5	0
500	- 3.2	- 0.3	0
630	- 1.9	- 0.1	0
800	- 0.8	0	0
1,000	0	0	0
1,250	+ 0.6	0	0
1,600	+ 1.0	0	- 0.1
2,000	+ 1.2	- 0.1	- 0.2
2,500	+ 1.3	- 0.2	- 0.3
3,150	+ 1.2	- 0.4	- 0.5
4,000	+ 1.0	- 0.7	- 0.8
5,000	+ 0.5	- 1.2	- 1.3
6,300	- 0.1	- 1.9	- 2.0
8,000	- 1.1	- 2.9	- 3.0
10,000	- 2.5	- 4.3	- 4.4
12,500	- 4.3	- 6.1	- 6.2
16,000	- 6.6	- 8.4	- 8.5
20,000	- 9.3	- 11.1	- 11.2

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), öncelikli olarak düşük ve yüksek frekanslardan oluşan gürültüyü incelerken, A ağırlıklı ölçümlere ek olarak C ağırlıklı ölçümlerin kullanılmasını önermektedir çünkü belirli yüksek ve düşük frekans türleri, A ağırlıklı ölçümlerden daha rahatsız edici olabilir (Ölçme, 2011; Uyar, 2018).

1.17.8. Zaman Ağırlıklamaları

Ortam sesleri her zaman sabit bir yapıya sahip değildir (zamanla değişmez), ancak zamanla önemli ölçüde değişebilir. Gürültü ölçümü ve gürültü izlerindeki yapısal değişikliklerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan ölçüm sistemleri, tasarımları nedeniyle ortam gürültüsündeki ani azalma ve artışları anında tespit edememektedir. Bu seviyeye ulaşabilmeleri için kısa da olsa bir düşüş ve yükseliş döneminden geçmeleri gerekmektedir. Ses ölçüm ekipmanının sabit perdeli sinyallere tepkisi, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) tarafından standartlaştırılmıştır. Ortam gürültüsü ölçümlerinde kullanılan ses seviyesi ölçerlerin tepki süresini belirlemek için üç farklı zaman ağırlığı seçilmiştir. Yavaş, hızlı ve darbe süresi ağırlıkları ölçülecek gürültünün özelliklerine göre seçilmelidir (Şekil 1.34) (Ölçme, 2011).

Hızlı (F) zamanlı ağırlıklandırma: 1 saniyede 8 ölçüm kaydedebilen ve hızla değişen gürültünün değerlendirilmesi için kullanılan bu moda hızlı ölçüm modu denir.
Yavaş (S) zaman ağırlıklandırması: Ani ve istenmeyen seslerin (kapı çarpması gibi) ölçümleri etkilememesini sağlamak için yapılan değişiklikler
Herhangi bir gürültü göstermeyen sabit gürültüyü veya zamanla çok fazla değişmeyen gürültüyü değerlendirmek için kullanılır ve ölçümleri saniyede bir kaydeder.
Ölçüm modu.
Darbe (I) Zaman Ağırlığı: Patlama ve darbe gibi gürültüdeki ani değişiklikleri değerlendirmek için kullanılır.
Bu, her 35 mikrosaniyede bir kaydedilen ölçümlerle kullanılan ölçüm modudur (Ölçme, 2011).



Şekil 1.34: Zaman ağırlıklamaları (F,S,I) (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011).

1.17.9 Frekans Ağırlık Şebekeleri

İnsan kulağı her frekansa aynı derecede duyarlı değildir. Ses seviyesi ölçerler teorik olarak tüm frekanslara aynı tepkiyi verse de insanın işitme organı farklı frekanslara farklı tepki verebilir. Gürültü ölçerin ölçüm alırken insanın işitme organı gibi tepki vermesi için ses filtresi kullanılması gerekir. Dört farklı filtre geliştirilmiş ve farklı amaçlar için kullanılmıştır. (Brüel ve Kjaer, 1998a; Brüel ve Kjaer, 1998b; Fişne, 2008). Ses basınç düzeyi ses ölçümlerinde kullanılan temel fiziksel boyuttur. Fakat ses basınç düzeyi, sesin farklı frekanslarına ait insana olan ses hassasiyetini belirtmez. Örnek olarak, 1500 Hz ve altındaki frekanslarda, ses basınç düzeyi, 80 dB'in üstüne çıkarsa zararlı olur. Hâlbuki 8000 Hz frekansında, 78 dB epeyce tehlikelidir. Bu sebeple, uluslararası kuruluşlar tarafından, ölçülen değerin daha manalı ve açıklayıcı olabilmesi için bazı özel devrelere sahip gürültü ölçüm cihazları geliştirilmeye çalışılmıştır. Ses basınç düzeyleri bu cihazlarda mevcut olan A, B, C ve D frekans ağırlık devreleri sayesinde, ağırlıklı olarak belirtilir (Güler, 1997; Gürsoy, 2020).

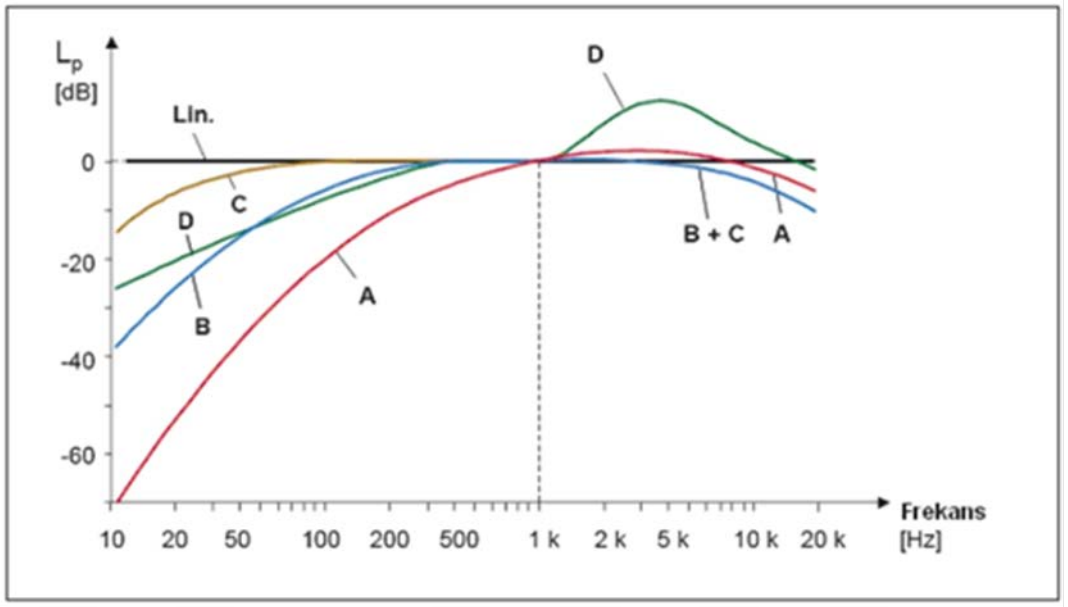
Ses düzeyi, ses basınç düzeyinin belirli bir eğriye göre ağırlığına denir. Karmaşık seslerin yüksekliğini tek bir değerle ifade edebilirsiniz. Üç tip ağırlık eğrisi vardır. A eğrisi düşük seviyeli sesler içindir ve C eğrisi yüksek seviyeli sesler içindir. A eğrisi tüm rakımlardaki ses seviyeleri içindir. Çünkü A eğrisi doğrudan kulak hassasiyet eğrisiyle ilgilidir. A, B ve C eğrileri kullanılarak gürültü ölçümleri yapıldı. Ses analizinde incelenecek frekans aralığına "oktav" adı verilmektedir. Bir sesin oktav veya 1/3 oktav ses basınç düzeyi

belirlenirse sesin toplam ses düzeyi bulunabilir. A, B, C ağırlıklandırma eğrisi, dBA; orta-yüksek frekanslara ağırlık veren ve insan kulağının oldukça hassas olduğu bir ses değerlendirme birimidir. Bu aynı zamanda ses yüksekliğinin öznel değerlendirmesiyle de ilgilidir. İnsan kulağının frekansa bağlı olarak sese olan duyarlılığını en iyi A ağırlık eğrisi temsil etmekte ve genelde A ağırlık eğrisi kullanılmaktadır (Yüksel, 2017; Sezek, 2009).

dBB; Z olarak da adlandırılan, anlık ses seviyelerini ölçmek için kullanılan bir ses ağırlığı eğrisidir. Bir jetin havalanırken çıkardığı ses "ani ses" örneğidir. Desibel; darbe gürültüsünün ölçümü olarak yorumlanır (Özgüven, 2008; Sezek, 2009).

Ses Spektrumu ve Perdesi: Sinüzoidal titreşimlerin ürettiği sese saf ton (saf ton) denir. Ses basıncının veya ölçülen yoğunluğun frekansın bir fonksiyonu olarak orantılı dağılımı, ses spektrumunun tanımıdır (Çalış, 2022)

Ağırlıklandırma ağları uluslararası standartlarla tanımlanır ve ses ölçümü için kullanılan cihazlarda elektronik devreler tarafından ses basınç seviyelerine uygulanır ve ölçüm sonuçları dB(A), dB(B), dB(C), vb. olarak verilir. Tüm filtreler 1000 Hz'de düz tepkiye sahiptir. İnsanın duyu organları çok yüksek ve çok düşük frekanslara yeterince duyarlı değildir. A ağırlıklı ses filtreleri en yaygın olarak gürültü kontrolü çalışmalarında kullanılır ve işitme sisteminin düşük ila orta şiddetteki seslere yönelik davranışını temel alır. Bunun nedeni, Filtre A'nın insan işitme sisteminin frekans yanıtını yansıtmasıdır. Bu nedenle gürültü maruziyetini tespit etmek için sıklıkla kullanılır. Sübjektif değerlendirmeler yapılırken A ağırlıklı ölçümlerin B ve C ağırlıklı filtrelere göre daha uygun olduğu, dolayısıyla A ağırlıklı filtrelerin ses düzeyi ne olursa olsun hemen hemen tüm ses türleri için uygun olduğu görülmüştür. C filtresi ise hemen hemen düz bir frekans tepkisine sahiptir. Genel olarak karayolu gürültüsünün içeriğindeki düşük frekans yoğunluğunu da dikkate almak için yeğlenmektedir. D filtresi ise yaygın olarak havaalanı ve civarında uçakların sayesinde oluşan gürültünün ölçülmesinde kullanılır (Cheremisinoff, 1996; Brüel ve Kjaer, 2001; Ziel, 1976; Michael ve Michael, 2006a; Fişne, 2008). Frekans ağırlık şebekeleri Şekil 1.35’de gösterilmiştir.

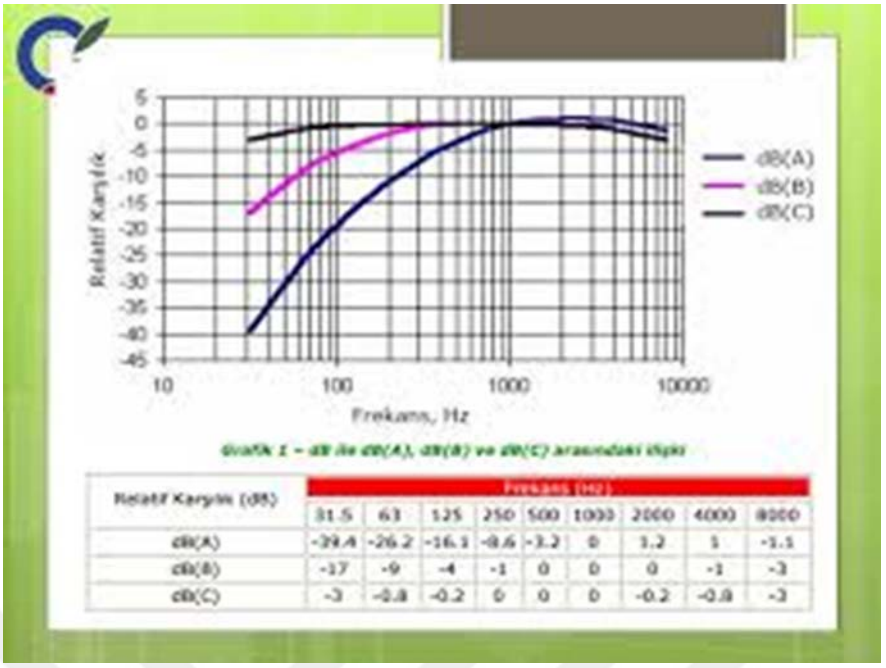


Şekil 1.35: Frekans ağırlık şebekeleri (Brüel ve Kjaer, 2001; Fişne, 2008).

1.17.10. Sound Level meter

Sound level meter ses basıncı ve ağırlıklanmış ses düzeylerinin ve gürültü ölçümünü yapan cihazlardır. Bu cihazlar ses dalgalarını algılayarak elektrik sinyaline dönüştüren bir mikrofona, mikrofondan gelen sinyalleri güçlendiren amplifikatöre, elektronik olarak ağırlıklama ve filtreleme yapmaya imkân sağlayan ve karasız gürültü düzeylerinin ölçümünü sağlayan devrelere, ölçülen değerlerin okunduğu gösterge ile ilgili donanımlara sahiptir. Odyometrelerin ve işitmeyi test eden diğer cihazların kalibrasyonlarının kontrol etmek ve çeşitli amaçlar doğrultusunda gürültü düzeyinin belirlenmesi için gerekli görülürse de yeniden yapılmasında, SLM ler kullanıllar. Ayrıca SLM ler ağırlıklanmış filtrelere veya oktav-band ya da third-octave band filtrelere göre de ölçüm yapabilirler. SLM'ler de ağırlıklanmış filtreler (weighting filters) vardır. Ağırlıklanmış filtreler, spektrumda belirli frekans bölgelerine verilen vurguyu azaltırken belirli frekans bölgelerine verilen vurguyu arttırırlar. Ağırlıklama terimi, ölçülen fiziksel basınç dalgalanmasının frekansa bağımlı olarak değiştirilmesi işlemini temsil etmek için kullanılılır. Uygulanan biçimlendirme işleminin tipine bağlı olarak elde edilen ses düzeyleri ise dBA, dBB, dBC cinsinden belirtilirler (Özgüven, 2000).

Ses düzeyleri uygulanan biçimlendirme işleminin tipine bağlı olarak gösterimi Şekil 1.36'da gösterilmiştir.



Relatif Kayıplık (dB)	Frekans (Hz)								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB(A)	-39.4	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1
dB(B)	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3
dB(C)	-3	-0.8	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.8	-3

Şekil 1.36: Ses düzeyleri uygulanan biçimlendirme işleminin tipine bağlı olarak gösterimi (Kent, 2023).

Bu cihazlar pille çalışır ve uçtaki mikrofon, ses seviyesi ölçerin doğruluğuna bağlı olarak piezoelektrik, kapasitif veya dinamik olabilir. Genel olarak konuşursak, ses seviyesi ölçerler, ses basınç seviyesi gibi en az bir ağırlıklı ses seviyesini ölçebilme özelliğine sahiptir. Çoğu uygulama A ağırlıklı ses seviyelerini kullandığından, hemen hemen tüm ses seviyesi ölçüm cihazları A ağırlıklı ölçüm özelliklerine sahiptir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Kararsız gürültü seviyelerini ölçmek için, ekran ünitesinin iki bağımsız zaman ağırlıklı F (hızlı) ve S (yavaş) çözüm yanıt karakteristiğine sahip olması prensibi dikkate alınarak, ekran ünitesinin konumu değiştirilerek kararsız gürültü seviyelerini hızlı bir şekilde ölçmek mümkündür. Cihazdaki ilgili düğmeyi F Sabit gürültü seviyesine getirmek gerekir. Gürültü sabitse, yani seviyede büyük sapmalar yoksa, gürültü ölçümlerini gerçekleştirmek için bu düğmeyi S'ye çevirilir.Gürültü ölçümlerini gerçekleştirmek için frekans ağırlıklandırma düğmesini istenen değere çevirilir. Konum, bu seviyeler Lin, A ağırlıklı veya C ağırlıklı olarak ayarlanabilir. Şu şekilde ölçülebilir: Bazı ses seviyesi ölçerler, F ve S zaman ağırlıklarına ek olarak, F darbe karakteristiğinden daha hızlı olan f (darbe) ile temsil edilen bir zaman ağırlık konumuna da sahiptir. Zaman ağırlıklandırma düğmesi I konumuna çevrildiğinde darbe gürültüsünü ölçer. Darbe türü gürültü ile ilgili olarak bilinen 140 dBA sınırı, Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nde gürültü düzeyleri ancak

I yanıt karekteristiği ile yapılan ölçümlere uygulanabilir. Ses düzeyi ölçerlerde ses düzeylerinin zamana göre integralini almaya imkân tanıyan elektronik devreler vardır. Belirtilen ses düzeyi ölçerleri kullanarak eşdeğer sürekli ses düzeylerini (Leq) ve ses etkilenim düzeylerini (SEL) ölçüm imkânı bulunur. Her iki ölçüm için ihtiyaç olan integrasyon işlemi, cihaz üzerinde mevcut olan bir başlatma (RESET) düğmesine basılarak başlatılır. Gürültü çıkaran veya araç gürültüyü yaymayı sürdürdüğü sürece SEL ölçümü için ölçüm alınmaktadır. Leq ölçümü ise genel olarak belli bir zaman için, standarlara uygun ya da var olan kısıtlı zaman içerisinde zamanın elverişli olmasına bakılarak örnek olarak 5 dakika ya da 1 dk 2dk ve 3 dk'lık ölçümlerle sürdürülür. Cihaz üzerindeki düğme, ses düzeyleri ya da anlık ses basıncı, Leq ya da SEL konumlarından birine getirilerek hangi ölçüm yapılmak isteniyorsa yapılmaktadır. Genel hatlarıyla anlatılan ve özetlenen ses düzeyi ölçerlerin en iyi ve verimli bir şekilde kullanmak için üretici firmanın hazırladığı kullanım kılavuzlarından faydalanılması lazımdır. Ölçülen düzeyler için desibel ölçeğiyle okunan gösterge, üst kısmında bir ibre taşıyan analog veya rakamların doğrudan okunduğu sayısal tipi bulunabilir. Ses düzeyi ölçerler, dışardan kolayca takılabilen elektronik filtre devreleri ile ölçülen gürültünün oktav band analizini yapma imkânında da sahiptirler. Ses düzeyi ölçerlerin dört ayrı doğruluk derecesi sınıfı vardır.(IEC 65'1). Laboratuvar referans standardı olarak nitelendirililen diğer ses düzeylerinin denetimi ve kalibrasyonu için kullanılan Tip 0 ses düzeyi ölçerler olarak adlandırılır. Tip 1 ses düzeyi ölçerler ise laboratuvar çalışmalarında ve denetimli ses alanlarında kullanımasına göre Tip O'a göre daha az duyarlı cihazlardır. Genel amaçta kullnılan ses düzeyi ölçerler Tip 2 olarak isimlendirilmekte ve genellikle laboratuvar dışı saha çalışmalarında kullanılmaktadır. Tip 3 ses düzeyi ölçerler ise ön çalışmalar ve gürültü düzeyleri hakkında fikir edinmek için kullanılan ses düzeyi ölçerleridir. Mikrofonun hassasiyetine göre ve ses düzeyi ölçerlerin elektronik özelliklerine göre burada verilen sınıflandırma yapılır. Belli bir ölçüm zamanı içerisinde ölçülen en düşük ve en yüksek düzeylerin değerleri sayısal teknoloji ile üretilmiş özel ses düzeyi ölçerlerin belleklerinde saklanabilip ve istendiğinde göstergeden okunabilmesi son yıllardaki sayısal elektronik teknolojisinin gelişmesinin neticesinde ortaya çıkmıştır (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

A ağırlıklı ses düzeyleri kişilerin gürültüden kaynaklanan işitme kaybı zararlarının değerlendirilmesinde kullanılırlar. B ve C ağırlıklı ses düzeyleri ise gürültü denetim ve gürültüden etkilenim çalışmalarında kullanılmaktadır. SLM'ler oktav band filtrelere sahip olmaları tüm frekanslar yerine SLM'nin belirli bir frekans ranjındaki seslere

odaklanmasını sağlamaktır. Oktav band filtreleme den dolayı analiz tüm frekans ranjı boyunca değil seçilen frekans aralığında yapılmış olur. Oktav band, merkez frekansına göre adlandırılır (Özgüven, 2000).

1.17.11. Gürültü Doz Ölçer

Bir kişi gürültülü bir ortamda çalışıyorsa, farklı zamanlarda farklı gürültü düzeyine sahip bir ortamda bulunuyorsa veya kararsız gürültüden etkileniyorsa, gürültü dozunun belirlenebilmesi için kişinin maruz kaldığı gürültü dozunun belirlenmesi gerekir. Gürültü dozu, kişinin gün boyunca maruz kaldığı toplam ses enerjisinin, bir standart tarafından belirlenen değere bölünmesiyle elde edilen orandır. Örneğin gürültü dozu %120 olan bir kişinin o ortamda %20 daha fazla zaman geçirdiği (olması gerekenden %20 daha fazla ses enerjisine maruz kaldığı) söylenebilir. Belirli bir süre boyunca sabit bir gürültü seviyesinden etkilenen bir kişinin maruz kalacağı gürültü dozu farklı yöntemlerle hesaplanır. Ancak kararsız gürültüden etkilenen kişiler için gürültü dozunun bulunmasında aynı yöntem kullanılamaz. Bu tür durumlarda kullanılmak üzere gürültü dozimetreleri geliştirilmiştir. Etkilenen gürültü dozu, kişinin gün boyunca yanında taşıdığı ve kulağa en yakın yere yerleştirilen dozimetre kullanılarak belirlenir. Tipik bir gürültü dozimetresi, belirli bir zaman diliminde bir kişiyi etkileyen gürültü dozunun yüzdesini ve maksimum gürültü seviyesini tespit eder ve toplam gürültü maruziyetini dBA cinsinden verir (CCOHS, 1999; Michael ve Michael 2006a; Ziel, 1976; MSHA, 1995; Brüel ve Kjaer, 1984; Brüel ve Kjaer, 2001; Malchaire, 2001; Cheremesinoff, 1996; Hassall ve Phil, 1979; Fişne, 2008).

Tablo 1.14: Ölçümlerde genel olarak bulunması gereken parametreleri (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011)

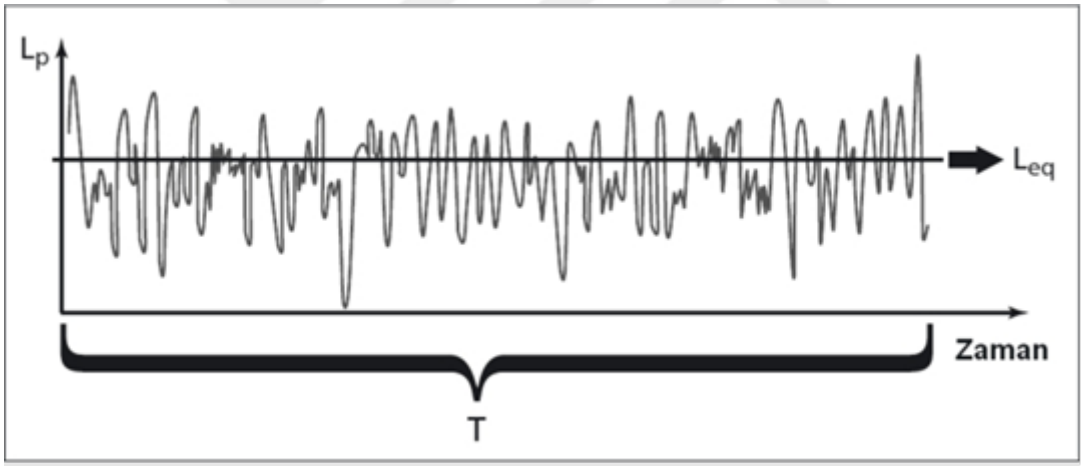
Ölçümlerde Genel Olarak Bulunması Gereken Parametreler:
Eşdeğer Gürültü Seviyesi (Leq, LAIeq, LAeq,LAFeq)
Ses Etkilenim Seviyesi (SEL, LE)
En yüksek ses seviyesi (Lmax)
En düşük ses seviyesi (Lmin)
En yüksek tepe değeri (MaxP, Peak)
Anlık ses seviyesi (SPL)

1.18. Ölçümlerde Genel Olarak Bulunması Gereken Parametreler

1.18.1. Eşdeğer Sürekli Gürültü Seviyesi (Leq)

Eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi (LAeq, T), belirli bir T zamanındaki ortalama ses basıncı seviyesini temsil etmek için kullanılır. Ortalama T süresini tanımlamak önemli bir özelliktir. T saniye, dakika veya saattir. Tipik olarak Leq, A ölçüm filtresi kullanılarak ölçülür. Bu nedenle literatürde sıklıkla LAeq, T olarak anılır. Ayrıca bazı ekipmanlarda eşdeğer gürültü seviyesi Leq, Leq(T) olarak da ifade edilir. T zamanındaki ortalama ses enerjisini hesapladığı için bu işleme enerji ortalaması da denilebilir (Ölçme, 2011).

Başka bir deyişle, ölçüm sırasında değişen ses ile aynı enerjiye sahip sabit bir gürültü seviyesinin eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi olarak tanımlanabilir (Şekil 1.37). Eşit enerji ilkesine göre gürültüyü oluşturan seslerin birleşik etkisi, bunların birleşik ses enerjisine bağlıdır (Brüel ve Kjaer, 2001; CCOHS, 1999; South, 2004; Barron, 2003; Green, 1986; Rainsford, 1982; Fişne, 2008).



Şekil 1.37: Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi (Brüel ve Kjaer, 2001)

$$L_{eq} = 10log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \left(\frac{P_A{}^{(t)}}{P_{ref}}\right)^2 dt\right] \quad (1.27)$$

Eşitlik (1.27)'de Leg hasaplama gösterilmiştir.

T : Toplam ölçüm süresi

$P_A^{(t)}$: A-filtreli anlık ses basıncı (Pa)

P_{ref} : Referans ses basıncı ($2x10^{-5}$ Pa)

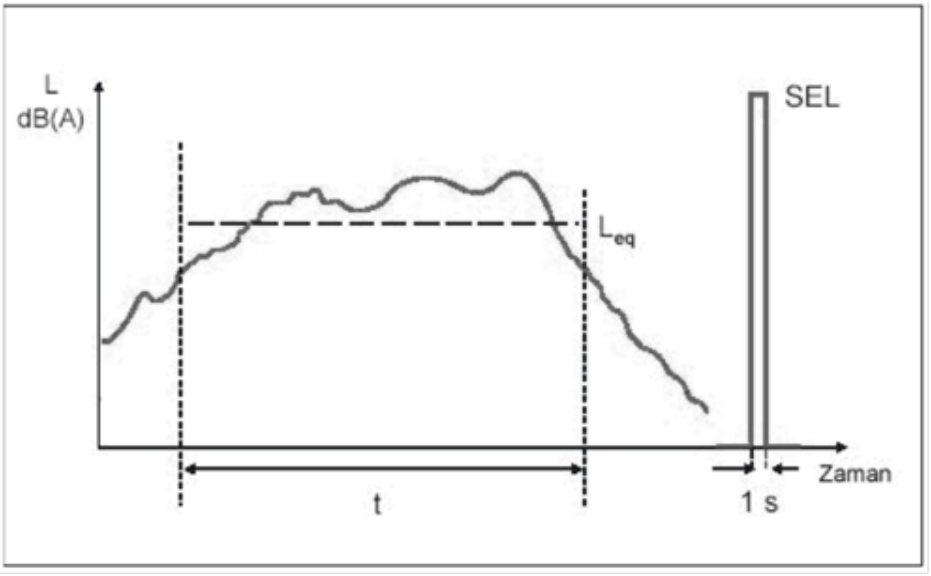
Eğer ses basınç seviyesi (L_p) dBA cinsinden ölçülmüş ise L_{eq} Eşitlik (1.28) ile hesaplanır

$$L_{eq} = 10log\left[\frac{1}{T}\int_0^T 10^{\left(L_p/10\right)}dt\right] \quad (1.28)$$

Eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi (Leq) aynı zamanda uzun süreli gürültüye maruz kalmayla başa çıkmak için uluslararası kabul görmüş bir değerlendirme standardıdır. ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü), Leq'i çevresel ve mesleki gürültü sorunlarını ve işitme kaybı riskini değerlendirmek için bir endeks olarak kabul etmiştir (ISO-1999, 1990, TS-2607, 2005; Brüel and Kjaer, 2001). Leq zaman integrasyonlu gürültü ölçerler sayesinde yavaş (SLOW) hızlı (FASTve ani (IMPULSE) tepki zamanlı gibi yollarla ölçülebilmektedir (Fişne, 2008).

1.18.2. Ses Etkilenim Seviyesi (SEL, LE)

Ses girişim düzeyi (SEL, LE), kısa bir süre süren, yükselen ve sonra düşen bireysel gürültü durumlarını temsil etmek için kullanılır ve tek bir değerle temsil edilir. SEL parametresi her zaman 1 saniyeye normalize edildiğinden farklı ölçüm sürelerine sahip olayları karşılaştırmak için de kullanılır. Ölçüm ekipmanlarının gelişmesiyle birlikte SEL parametreleri doğrudan ekipman üzerinden takip edilebilmekte ve farklı noktalardaki gürültüyü karşılaştırmak veya birleştirmek için kullanılmaya başlanılmaktadır (Ölçme, 2011).



Şekil 1.38: Eşdeğer ses basınç düzeyi ve ses etkilenim düzeyi arasındaki ilişki (Fişne, 2008).

Eşdeğer ses basınç düzeyi ve ses etkilenim düzeyi arasındaki ilişki Şekil 1.38'de gösterilmiştir.

Tek bir gürültü olayının SEL değeri aşağıdaki Eşitlik (1.29) ile hesaplanır.

$$SEL = 10.\log\left[\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{P_A^{(t)}}{P_{ref}}\right)^2 dt / T_{ref}\right] \quad (1.29)$$

Burada T_{ref} referans sure (1 saniye)'dir. Eğer ses basınç düzeyi dB(A) cinsinden ölçülmüş ise eşitlik aşağıdaki gibi olur.

$$SEL = 10\log\left[\int_{-\infty}^{\infty}\left(10^{L_A^{(t)}/10}\right) dt / T_{ref}\right] \quad (1.30)$$

Değişik SEL değerlerindeki n adet farklı olayın, toplam T saniyedeki eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$L_{eq} = 10\log\left[\frac{T_{ref}}{T}\sum_{i=1}^{n} 10^{SEL_i/10}\right] \quad (1.31)$$

Eğer n adet gürültü olayının SEL değerleri aynı ise eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi

$$L_{eq} = \mathrm{SEL} + 10\log n - 10\log T \quad (1.32)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

İstatistiksel ses seviyesi, belirli bir süre içerisinde ölçülen gürültü ortamını tanımlayan LN ile temsil edilen istatistiksel bir ses seviyesidir.Bu, gürültü seviyesinin zamanın standart %N'sini aştığı anlamına gelir. Çevresel gürültünün değerlendirilmesinde, istatistiksel dağılımların incelenmesi ve ölçülmesi epeyce yararlıdır.

Belirli olan bir olay esnasında (örneğin araç trafiği) istatistiki ses seviyesi, dalgalanan gürültü düzeylerini ifade eder. Kapsadığı zaman aralığı içinde herhangi bir uzunlukta olabilir, ama genel olarak bir saat ya da daha fazla olabilir. Farklı ağırlık unsurları da kullanılabilir fakat yaygın olarak A-ağırlıklı ses seviyesi kullanılır.

L10, L50 ve L90 en sık kullanılan istatistiksel değerlerdir. L10, kısa süreli ve yüksek seviyeli gürültünün ortalama ölçümünü verir. L50, zamanın %50'sini aşan ses seviyesini

gösteren orta ses seviyesidir. L90, zamanın %90'ını aşan ses seviyesini temsil eder (Ölçme, 2011).

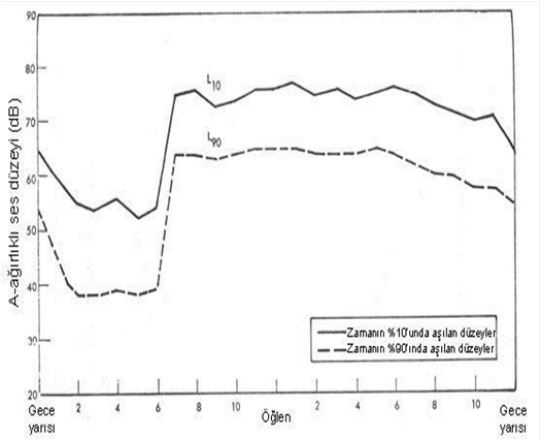
L10, L50, L90 en çok kullanılan istatistiki değerlerdir. L10, kısa süreli ve yüksek seviye gürültülerin ortalama bir ölçümünü vermektedir. L50, orta ses seviye olup zamanın %50 sinde aşılan ses düzeyini gösterir. L90 ise zamanın %90 ında aşılan ses seviyesini belirtir.

• L10 (Toplam Gürültü), ölçüm süresinin %10'u içinde aşılan gürültü seviyesini temsil eder. Gürültü seviyesi zamanın geri kalan %90'ında bu seviyenin altında kalır. Bu parametre maksimum ölçüm gürültüsü seviyesi hakkında bilgi içerir.

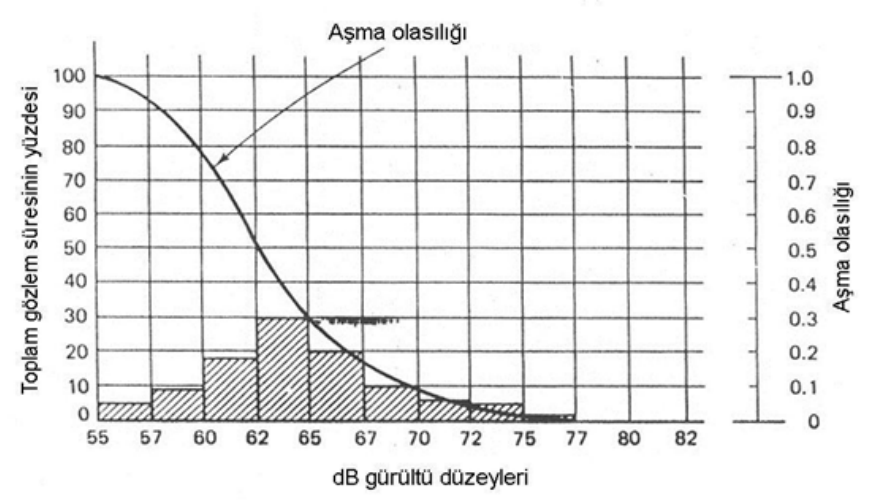
• L50 (toplam gürültü), ölçüm periyodunun %50'sinde aşılan gürültü seviyesini temsil eder. Bu parametre, ölçülen ortam gürültüsünün ortalama seviyesi hakkında bilgi içerir.

• L90 (Toplam Gürültü), ölçüm periyodunun %90'ında aşılan gürültü seviyesini temsil eder. Geriye kalan %10'luk süre boyunca gürültü seviyesi bu seviyenin altında kalır. Bu parametre, ortam gürültüsünün ölçülen arka plan seviyesi hakkında bilgi içerir.

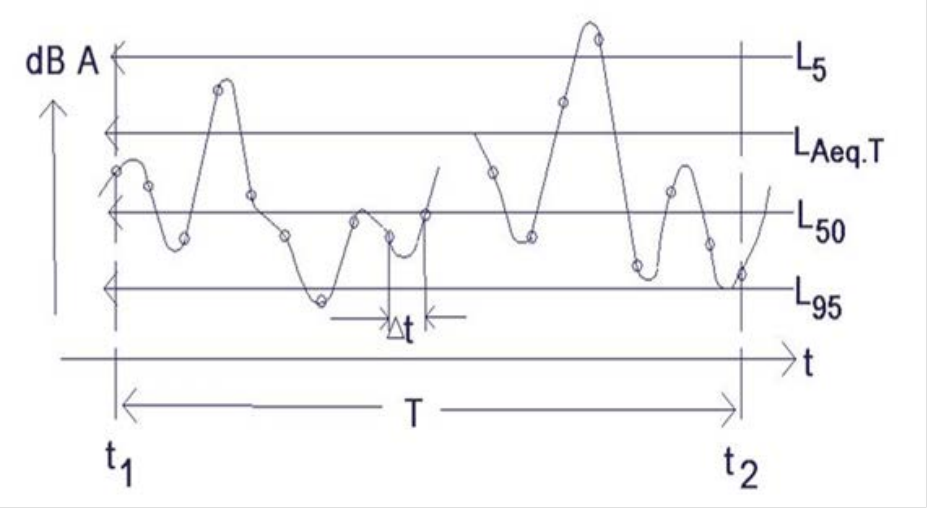
Şekil 1.39 kentsel bölgelerdeki gürültü seviyelerinin 24 saatlik bir süre içindeki istatistiksel dağılımını göstermektedir. Şekil 1.40 (a)'da aşılma olasılığı ve istatistiksel gürültü düzeyi grafiksel olarak açıklanmaktadır. Şekil 1.41 (b), istatistiksel ses düzeyi ile LAeq arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Ölçme, 2011).
Şehir içi bir yerin, 24 saatlik zamanda gürültü seviyelerinin istatistiki dağılımında L10 ve L90 günün her saati için ifade edilmiştir (Şekil 1.39).



Şekil 1.39: Şehir içi bir yerin, 24 saatlik zamanda gürültü seviyelerinin istatistiki dağılımı(Ölçme,2011).



Şekil 1.40: İstatistiki ses seviyesi ve aşma olasılığı (Ölçme, 2011).

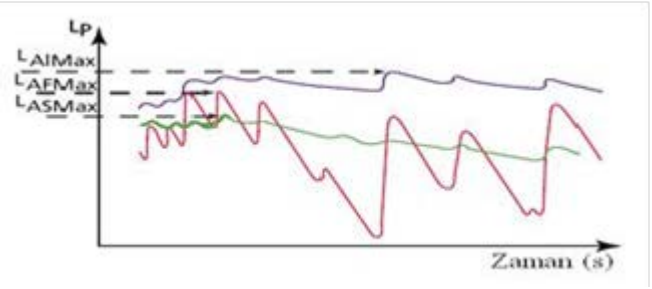


Şekil 1.41: İstatistiki ses seviyeleri ve LAeq ilişkisi (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011).

1.18.3. Maksimum ve Minimum Gürültü Seviyeleri

L max dB (En yüksek ses seviyesi) Maksimum gürültü seviyesi (LAFmx, LASsmx, LAImx , Lmax) LAFmx olarak ifade edilen ve bazen Lmax olarak adlandırılan, belirli bir frekans ağırlığı ve zaman ağırlığı ile desibel cinsinden en yüksek anlık ses basıncı seviyesidir (Hacer, 2005).

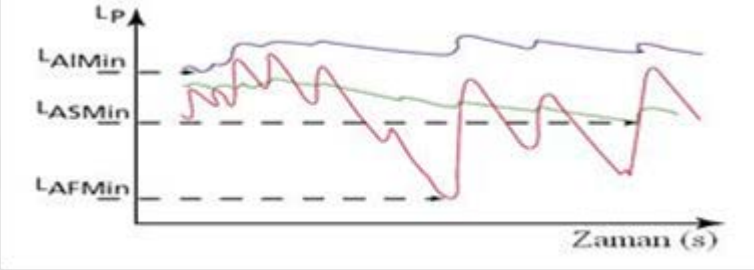
Ulaşılan maksimum ve minimum gürültü seviyelerinin, A-Ağırlıklı frekans filtresi ve darbeli ve hızlı, yavaş zaman ağırlıklamaları kullanılarak belirlenmesi de mühimdir. Şekil 1.42’ de görülmek üzere; LAFMax, LASMax ve LAIMax, parametreleri, ölçüm süresi zarfında gözlenen en yüksek çevresel gürültü seviyelerini göstermektedir (Ölçme, 2011).



Şekil 1.42: Zaman ağırlıklı Lmax değerleri arasındaki ilişkıı (Çevre ve orman bakanlığı klavuzu, 2011).

Lmin dB (En düşük ses seviyesi): Minimum gürültü seviyesi (LASmn, LAFmn, Lmin) bazen Lmin olarak adlandırılan LAsmn olarak ifade edilen belirli bir frekans ağırlığı ve zaman ağırlığı ile desibel cinsinden en düşük anlık ses basıncı seviyesidir.

Buna rağmen, Şekil 1.43'de LAFMin, LASMin ve LAIMin, parametreleri, ölçüm süresi zarfında gözlenen en düşük çevresel gürültü seviyelerini göstermektedir.



Şekil 1.43: Zaman ağırlıklıklı Lmin değerleri arasındaki ilişki (Ölçme, 2011)

1.18.4. Çevresel gürültünün rahatsızlık seviyesi

Tonal, darbeli veya kesikli çevresel gürültünün insanlar üzerinde oluşturduğu rahatsızlığın değerlendirilmesinde, eşdeğer sürekli ses seviyesi yeterli olmayabilir. Bu gibi durumlarda, tonal değişim, darbesellik etkilerinin de ilave edildiği Etkilenim Seviyesi kullanılır. Benzer eşit değerdeki seslere maruz kalan kişilerin etkilenme seviyeleri aynı olmayabilir (Ölçme, 2011, Uyar, 2018).

Lltm3 dB

Taktmaximal-3 seviyesi, önceki üç saniye boyunca meydana gelen en yüksek seviyeyi alarak ve 3 saniyelik aralığın tamamında mevcut olduğu varsayılarak her 3 saniyede bir hesaplanan zaman ortalama değeridir. Bu, araştırılan sesin dürtüselliğine bağlı olarak eşdeğer sürekli gürültü seviyesinden veya Leq'den daha yüksek olacak uzun vadeli bir

ortalama seviye üretmek için her 3 saniyede bir tekrarlanır. Bu sebeple, Ltm3 ve Leq'in karşılaştırılması, yüksek gürültü seviyelerinden oluşan rahatsızlığı veya işitme riskini değerlendirirken, gürültünün dürtüsel doğasının nesnel bir ölçüsünü verecektir.

Ltm5

Taktmaximal-5 seviyesi, önceki beş saniye boyunca meydana gelen en yüksek seviyeyi alarak ve 5 saniyelik aralığın tamamında mevcut olduğu varsayılarak her 5 saniyede bir hesaplanan zaman ortalama değeridir. Bu, araştırılan sesin dürtüselliğine bağlı olarak eşdeğer sürekli gürültü seviyesinden veya Leq'den daha yüksek olacak uzun vadeli bir ortalama seviye üretmek için her 5 saniyede bir tekrarlanır. Bu nedenle, Ltm5 ve Leq'in karşılaştırılması, yüksek gürültü seviyelerinden kaynaklanan rahatsızlığı veya işitme riskini değerlendirirken, gürültünün dürtüsel doğasının nesnel bir ölçüsünü verecektir.

Günlük Kişisel Maruz Kalma Düzeyi - LEP,d veya LEX,8saat, LEPd dB: LEP,d LEP,d = Leq(t) + 10 log(10) t/8 saat Avrupa iş yerinde gürültü düzenlemelerinde belirtildiği gibi günlük kişisel gürültüye maruz kalma seviyesidir. Sabit kavramsal eşdeğer 8 saat değeri olarak ifade edilen işyerinde toplam gürültüye maruz kalma süresinin bir ölçümüdür.

Gürültüye maruz kalma seviyesi (LEP,d LEX,8h)

dB cinsinden logaritmik bir terim olarak gürültü maruziyetinin ifadesidir. Avrupa İş Yerinde Gürültü mevzuatında Günlük Kişisel Gürültüye Maruz Kalma seviyesi LEP,d veya Lex,8h olarak ifade edilir.

Lden

Gündüz-akşam-gece seviyesidir. Gece gürültüsü (23.00-7.00) için 10 dB(A) ceza ve akşam için 5 dB(A) ek ceza ile tüm gün boyunca enerji eşdeğer gürültü düzeyine (Leq) dayalı bir gürültü düzeyi tanımlayıcısıdır.

LDEN veya CNEL (Topluluk Gürültü Maruziyet Seviyesi) tanımlayıcısı, bir alıcının tüm olaylardan kaynaklanan kümülatif gürültü maruziyetini tanımlar. Tam 24 saat boyunca [LEQ(24)], akşam saatlerinde (19:00 ile 22:00 arasında) 5 dB'lik bir ceza ve 10 dB'lik bir ceza ile gece saatlerinde (22:00 ile 07:00 saatleri arasında) uygulanır.

1.19. Gürültünün Etkileri

Gürültünün insan üzerindeki olumsuz etkileri aşağıdaki gibi incelenebilir.

- İşitme duyusuna yaptığı olumsuz etkiler
- Fizyolojik ve psikolojik etkiler

Olarak belirtilir (Laçiner, 2014).

Bir başka yöden, gürültünün insanlar üzerinde bıraktığı rahatsızlık etkisi kesin boyutlarıyla tam anlamıyla tespit edilememiştir. Fakat gürültünün rahatsız ediciliğine dair bazı bulgular tespit edilmiştir.

- Ses basınç düzeyi yükseldikçe, rahatsızlık düzeyi artar.
- Aynı basınç ve gürültü düzeyine sahip olsalar bile, aralıklı (kesikli) sesler, sürekli seslerden daha rahatsız edici özelliğe sahiptir (Ölçme, 2011).
- Yüksek frekanslı sesler (2000 Hz ve üstü), düşük frekanslı seslerden (2000 Hz'in altı) daha çok rahatsız edici özelliğe sahiptir (Duran, ve Doğan, 2018).
- Kaynağı belirlenemeyen sesler, kaynağı belirli seslerden daha rahatsız edici özelliğe sahiptir.
- Sürekli zihinsel konsantrasyon gerektiren işler sırasında, gürültü, çok daha rahatsız edici özelliğe sahiptir (Akgün ve Akgün, 2017).
- Öğrenmede rol oynayan etkinlikler esnasında, gürültüden daha çok rahatsızlık duyulur.

İnsanlar gürültüyü kontrol edebilir ve yoğunluğunu azaltabilirlerse etkisi büyük ölçüde azaltılabilir. Kontrol edilemeyen sesler, kontrol edilebilen seslerden daha büyük bir etkiye sahiptir (Ramsttetter ve Marlyn, 1977).

Gürültü beklendiğinde beklenen sesin etkisini azaltır. Tahmin edilemeyen, ani sesler daha da rahatsız edicidir. Ani, beklenmedik sesler insanların korkmasına ve öfkelenmesine neden olabilir. Ritmik sesler, aniden başlayıp duran seslere göre daha az rahatsız edicidir. Müzik genellikle beklenmedik ani zemin gürültüsünü maskelemeye yardımcı olur. Yumuşak bir zemin müziği kalabalık toplantılarda kişilerin rahatlamasını kolaylaştırmaktadır (Uyar, 2018; Ramsttetter ve Marlyn, 1977).

Yüksek düzeyde gürültü sinyalleri, geçici işitme kayıplarına sebep olmaktadır. Bu tip uyarılar devam ederse, kalıcı işitme kayıpları oluşur. Bu koşullar, sağırlık ya da kalıcı kulak rahatsızlıkları ortaya çıkar. Yüksek gürültülü düzeylerdeki ortamlarda uzun süre çalışmak, sağırlığa yol açar. Yüksek frekanslı gürültü kaynakları, düşük frekanslı ve kesikli gürültüden daha tehlikeli olup sürekli seslerden çok daha zarar vericidir (Özdemir, 2011; Doğan ve Çataltepe, 2018).

Gürültüye karşı bireysel duyarlılık, kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. Çok yüksek gürültü düzeyinde yıllarca çalışan işçilerin bazılarında, hiçbir rahatsızlık görülmeyebilir.

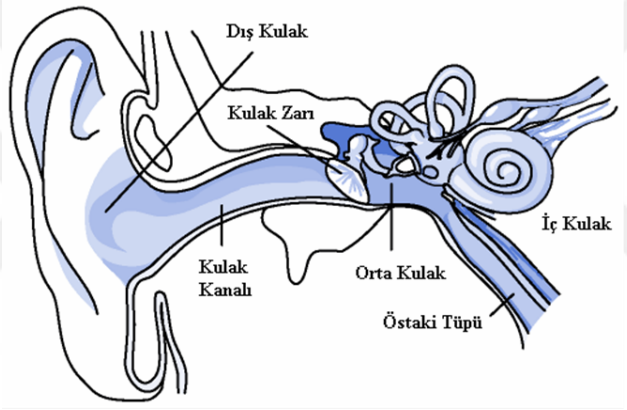
Gürültünün neden olduğu sağırlık sorunu, 4000 Hz gibi yüksek frekanslarda başlar ve daha sonra düşük frekanslara da yayılır. İşitme kayıplarının ilk aşamaları oldukça dikkat çekicidir. Düşük frekanslı gürültü ortamında çalışan kişilerde sağırlık etkisi kademeli olarak ortaya çıkar ve derece derece gelişerek, total sağırlığa ulaşır (Özdemir, 2011; Doğan ve Çataltepe, 2018).

Günde 8 saatlik ve 85 dB'in altında bir gürültü etkisi altında çalışma, çok nadir olarak işitme kaybına yol açar. Bu değeri izleyen gürültü düzeyleri, fabrikalar için maksimum düzey kabul edilir. Buna göre, 1000 Hz'i aşan frekanslarda 85 dB, 1000 Hz'in altındaki frekanslarda 95 dB, maksimum gürültü düzeyi sınırlarıdır. Bu değerler, günde 8 saatlik çalışma periyodu için geçerlidir. Bu değerlerin altındaki gürültü ortamlarında risk oldukça azdır (Laçiner, 2014; Ç.V.S.G.; Güner, 2000).

İşçiler 4 saat 90 dB(A) gürültü seviyesinde, 2 saat 95 dB(A) gürültü seviyesinde, 1 saat 100 dB(A) gürültü seviyesinde, 1 saat gürültü seviyesinde çalışmaktadır. 1 saat 15 dakika boyunca 110 dB(A), 115 dB(A) gürültü seviyesinde 8 dakika. dB(A) gürültü seviyesi. çalışabilirler. İşçiler 120 dB(A) gürültü seviyesinde çalışamazlar (OSHA, 1983; Kurban, 2015).

1.19.1. İşitme Anatomisi

Ses dalgaları, dış kulak tarafından toplandıktan sonra iç kulağa iletilerek, burada sinir uyarılarına dönüştürülmektedir. Kulak kepçesinin kendine özgü şekli yüzünden toplanan ses dalgaları, kulak zarında titreşimlerin oluşmasını sağlar. Orta kulak, bu titreşim uyarılarını yükseltip iç kulağa iletmektedir. İç kulaktaki kendisine haz mekanizması sayesinde, oluşan ses titreşimlerini iç kulak sıvısı yardımıyla sinir sinyallerine dönüştürüp sinir ağı ile beynin işitme merkezine iletmektedir. İşitme uyarıları, iki bağlantıdan geçtikten sonra beyin korteksindeki işitme merkezine ulaşmaktadır. Bu iki bağlantıdan da gelen uyarılar birleştirilip işitme olarak algılanmaktadır (Özdemir, 2011).Şekil 1.44'de kulak anatomi yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1.44: Kulak anotomi yapısı (Fişne, 2008).

Kulağa ulaşan her titreşim ses olarak algılanmaz. İnsan kulağının algılayabileceği frekans aralığı 20 Hz ile 20 kHz arasındadır. Kulağın en hassas olduğu frekans 3000 Hz'dir. Normal konuşmanın frekans aralığı 200-1000 Hz'dir. Konuşmanın insanlar tarafından anlaşılabilmesi için frekans aralığının 1000-2500 Hz frekans aralığında olması gerekir. Açıklandığı gibi incelenmesi gereken frekans aralığı oldukça geniştir ve sabit genişlikli frekans bantlarının kullanılması çoğu durumda çok uzun analiz süreleri gerektirir. Bu nedenle ses analizinde incelenmesi gereken frekans aralığı oktav adı verilen parçalara ayrılır (Özdemir, 2011; Çakır ve Tekin, 2022).

Kulak tarafından sesin algılanabilmesi için, sesin sahip olduğu minimum ses basınç düzeyine kulağın işitme eşiği denir. 2000-4000 Hz frekansında ve 2.10-6 Pa basıncında sürekli bir ses, 0 dB ses basınç düzeyine eşdeğer olmakta olup, kulağın işitme eşiğini oluşturmaktadır.

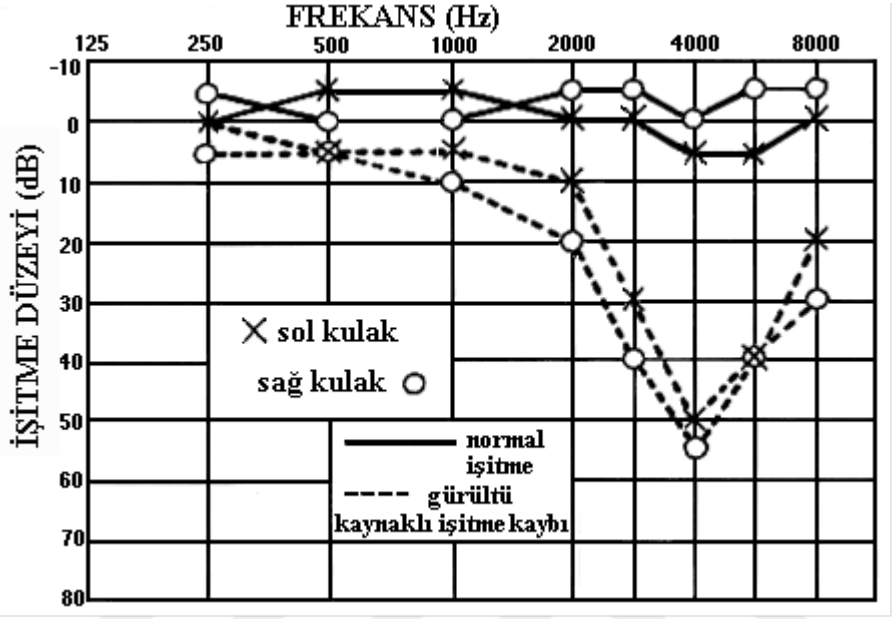
Gürültünün zararlı etkisi yalnızca kulak zarında bir zedelenme şeklinde olmamaktadır. Devamlı gürültülü bir ortamda zedelenen kısımlar, iç kulaktaki, ses dalgalarını sinir uyarılarına dönüştüren çok duyarlı yapıya sahip olan algı organlarıdır. Genel olarak bu tür işitme kaybını, gürültüye maruz kalan kişi kolay bir şekilde fark edemez. Bunun asıl sebebi, işitme kayıplarının çok uzun sürelerde oluşmasıdır. İşitme kaybı durumunun ciddi boyutlara ulaşması için, aynı kişinin 10 yıl süre ile birlikle günde 8 saat gürültülü bir ortamda çalışması gerekebilir. Başka bir taraftan, sözü edilen kişi, işitme kaybını, çalıştığı ortamdaki gürültüden çok, ileri olan yaşına da bağlayabilir. Yaşlı insanlarda işitme kaybı, sık gözlenen bir durumdur. Fakat gürültünün bu problemi arttırıp hızlandırdığı da bilinir (Laçiner, 2014).

Gürültüden kaynaklanan sağırlık hallerinin oluşmasında, normal konuşma seviyesindeki seslerin algılanması kâfi görülse de yaygın olarak düşük desibel değerindeki hafif seslerin algılanması zorlaşabilir. Bunun yanında konuşulanları yanlış algılama ya da tam anlayamama gibi algı güçlükleri de oluşabilir (Yüksel, 2019).

İnsanların işitme kayıplarını kolaylıkla fark edememesinin bir diğer sebebi bu kayıpların her frekans seviyesinde aynı olmamasından kaynaklanır. Ortamın gürültüsü tek bir ses bandı ve bu bandın çevresinde yoğunluk gösterirse, çalışanların işitme kaybı da, bu seslerin algılanmasında meydana çıkar. Gerçekte sesler, birkaç frekans düzeyindeki ses titreşimlerinin karışımı şeklinde olup yaygın olarak tek bir ses bandında sağırlık hali çok görülmez. Gürültü seviyesindeki seslerin işitme kaybı etkisi her ses bandında da farklı olur. Farklı araştırmalardan bulunan bulgulara göre, işitme kayıpları, ortam gürültüsünün genel desibel değerinin biraz üstündeki daha tiz ses bantlarında görülmektadir (Öz, 2023).

Uzun yıllar gürültülü ortamlarda çalışan insanların işitme durumunun odiyometrik değerlendirmesi, bu insanların daha çok 4000 Hz frekans bandı ve civarında işitme kaybı yaşadıklarını göstermiştir. Nitekim bu frekans bandı ve yakın frekanslar, insan kulağının en duyarlı olduğu ve en çok işitme kaybının yaşandığı ses bantları olarak bilinir. Seslerin frekans gruplarına göre ayrıldığı her oktav bandının zararlı olmaya başladığı ses basınç düzeyi (desibel değeri) farklıdır. Örneğin, 1500 Hz ve altındaki frekanslarda, ses basınç düzeyi, 80 dB'in üstüne çıktığında zararlı olmaktadır. Oysa 8000 Hz frekansında, 78 dB oldukça tehlikelidir. Farklı frekans değerlerine ait zararlı desibel sınırları, Tablo 1.15'te görülmektedir (Türkkahraman vd., 2003).

Bir iş yerinde genellikle gürültü düzeyi iniş çıkışlar gösterebileceğinden, zaman ağırlıklı ölçümün daha iyi değerlendirme olduğu görülür (Ocaktan, 2023). Şekil 1.45'de normal işitme duyusu ve gürültü nedeniyle zarar görmüş işitme duyusunun karşılaştırılması gösterilmiştir.



Şekil 1.45: Normal işitme duyusu ve gürültü nedeniyle zarar görmüş işitme duyusunun karşılaştırılması (Şahin ve Demir, 2017).

Sağlıklı kişilerde ve işitme kaybı olan kişilerde 4000 Hz'de odyogramlar (Cai ve Wang, 2019), "İşitme cihazı olan sağlıklı kişilerde ve işitme kaybı olan kişilerde odyogramlar" (Özce, 2018).

Tablo 1.15: Farklı Frekans Değerlerinin Zararlı Basınç Sınırları (Erkan, 2003)

Oktav Bandının Frekans Değeri (Hz)	Zararlı Ses Basıncı Değeri (dB)
63	97
125	91
250	87
500	84
1000	82
2000	80
4000	79
8000	78

İşitme duyusu zedelenen bir şahısda, işitme eşiğinin kayması ya da işitme kaybı ismi verilen, işitme yeteneğinde azalma görülür. İşitme eşiğinin kayması, geçici olabileceği

gibi, sürekli de olabilir. Eşik kaymasının derecesi, etkisi altında kalınan gürültü düzeyi, gürültünün frekans dağılımı, gürültüye maruz kalma süre ve kişisel duyarlılık gibi etmenler işitme eşiğinin kaymasının sürekli ya da geçici olmasını etkiler (Fişne, 2008).

Genellikle, 85 dB'in üzerindeki ses basınç düzeyinde olan seslerin geçici ve kalıcı işitme kayıplarına neden olguğu için, Uluslararası Çalışma Örgütü (WHO), 85 dB'i uyarı sınırı, 90 dB'i de tehlike sınırı olarak kabul etmiştir.

Gürültü, işitmeye zarar vermeyen seviyelerde bile, uyku sırasında bile bilinçaltında bir tehlike sinyali olarak algılanır (Babisch , 2002). Vücut, gürültüye "savaş ya da kaç" tepkisi verir, ortaya çıkan sinirsel, hormonal ve vasküler değişikliklerle geniş kapsamlı sonuçları vardır (Babisch, 2005; Babisch, 2003). İşitme mekanizmalarımız biz uyurken bile her zaman "açıktır" (Babisch, 2002). Geçmişteki gürültü sorunları, şu durumlarda önemini yitirir (Babisch, 2005). Gürültü evde, boş zamanlarında, uyku sırasında, seyahat ederken ve işte vb günlük yaşamdaki herkesi etkiler. Bununla birlikte, insan organizmaları gürültüyü kapatmaya hazır değildir. İşitme, akustik bilgileri filtrelemek ve yorumlamak için kortikal ve subkortikal yapıları kullanan kalıcı bir süreçtir; akustik sinyallerin analizi, insanın hayatta kalması ve iletişimi için esastır. Gürültü, örneğin işitme bozukluğu, uyku bozukluğu, kardiyovasküler etkiler, psikofizyolojik etkiler, psikiyatrik semptomlar ve fetal gelişim gibi birçok açıdan sağlığa zararlıdır (Stansfeld vd., 2000). Ayrıca, gürültünün gürültü rahatsızlığı, düşük performans ve artan saldırgan davranış gibi yaygın psikososyal etkileri vardır (Babisch, 2005).

Kısa süreli ses yoğunluğu veya tepe darbe gürültü seviyeleri çok yüksek olduğunda, gürültü iç kulaktaki koklea tüy hücrelerinde akut mekanik hasara neden olur. {LAF (A-ağırlıklı ses basınç seviyesi) > 120 dB; LCpk (C ağırlıklı tepe ses basıncı seviyesi) > 135 A ağırlıklı desibel [dB(A)]}. Uzun vadede, > 85 dB(A) ortalama ses basıncı seviyelerinin (LAeq), metabolik tükenme nedeniyle önemli işitme kaybına neden olması muhtemeldir (Mommertz, 2009). Bu, yalnızca mesleki ortamlarda değil, aynı zamanda havai fişekler, oyuncak tabancalar ve diğer gürültülü oyuncaklar da dâhil olmak üzere boş zaman etkinlikleri olan diskoteklerde, konserlerde ve kulaklıkla dinlerken yüksek sesli müzik ve gürültülü makineler ve aletlerle ilgili olarak da geçerlidir (Maassen vd., 2001). Özellikle çocuklar ve ergenler etkilenir (Bistrup vd., 2001). WHO ve ABD Çevre Koruma Ajansı, LAeq = 70 dB(A)'ya eşdeğer günlük ortalama ses maruziyetinin kulak için güvenli

olduğunu düşünmektedir (Berglund vd., 1999). İşitme engelli gençlerin çok sayıda olması bir uyarı işlevi görmelidir. "Gürültü hijyeni", özellikle okulda eğitim yoluyla iyileştirilebilir.

1.19.2. Gürültünün Konuşma ve Kelime Anlama Üzerindeki Etkileri

Anlaşılabilen en düşük ses düzeyi işitme eşiği olarak adlandırılır ve basıncının alt sınırı 0 dB'dir. Konuşmalarda, dinleyicinin, konuşmacının sadece sesini duyması değil, aynı zamanda konuşulanı anlaması da gerekmektedir. Sessiz harflerin yarattığı ses basıncı, sesli harflerin basıncından çok daha azdır. Ancak sessiz harfler, konuşulanın anlaşılması açısından çok önemli role sahiptir.

Uyarı mahiyetinde veya tehlike anında birçok makine uyarıcıları ve uyarı işaretleri belİ frekanslarda ses yayarak çalışanlar uyarı vermektedir. Fakat yüksek gürültülü olan çalışma ortamlarında bu sesler duyulmayıp kaza riski artmaktadır. Bu zararları en az dereceye getirmek için uyarı ve haberleşme işaretlerinde etkili görsel uyaranların kullanılması gerekli olup bunun dışında kapalı devre kulaklıkların ya da görsel iletişim teknikleri kullanılması önerilip çalışanlar arası haberleşme için dudak okuma tekniklerinin öğrenilmesi gerekmektedir (Taştan, 2016).

İki ya da daha fazla kişinin sözlü görüşme, danışma ve müzakere de bulunması olarak adlandırılan kavram konuşma olarak bilinir. Konuşmanın akustik enerjisinin en önemli enerji 300-3000 Hz arasında gerçekleşip en çok değeri 100-6000 Hz frekans aralığında bulunmaktadır. Aynı zamanda konuşma eylemi gürültüye karışan maskeleme işlemi olarak söyleyebiliriz. Konuşma seviyesi ne kadar yüksek olursa mühim frekanslarda sahip olduğu enerji, dinleyici için uygun olmayan seslerin daha çok olmasına neden olur. Çok sayıda davranış değişikliği ile de sonuçlanabilmesi gürültünün konuşmayı anlamaya etkisi olduğundan kaynaklanır. Öfke, yanlış anlamalar, çalışma performansının düşmesi, yoğunlaşma bozukluğu, yorgunluk, kararsızlık, kendine güvensizlik, insan ilişkilerinde sorunlar ve bir takım stres reaksiyonları ile ilgili sorunlar söylenebilir. Bu tür etkilere karşı savunmasız olup dile aşina olmayanlar yaşlılar, okuma öğrenme sürecinde çocuklar, işitme engelliler ve konuşulan kişilerdir (Berglund vd., 1999; Doğan ve Çataltepe, 2018).

Konuşma seviyeleri cinsiyet, ses yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olarak bireyler arasında farklılık gösterebilir. Buna ek olarak, dinleyici ile konuşmacı arasındaki mesafenin iki katı olan açık alanda konuşma seviyeleri yaklaşık 6 dB kadar azaltılmaktadır. Günlük

hayatta konuşma telaffuzu, yankılanma gibi oda özelliklerinin yanı sıra konuşma anlaşılırlığı, konuşma seviyesi, ses basınç seviyesi, dinleyici mesafesi ve parazit gürültüsü gibi diğer özelliklerden de bir dereceye kadar etkilenir. Dikkat düzeyi ve dinleyicinin işitme keskinliği gibi kişisel yetenekler de konuşmanın anlaşılırlığında önemli faktörlerdir. Konuşma iletişimi odanın yankılanma özelliklerinden etkilenir. Örneğin, 1 saniyeden daha büyük bir yankılanma süresi sesli iletişimin kaybolmasına neden olabilir. Daha uzun yankılanma süreleri, özellikle yüksek arka plan paraziti gürültüsüyle birleştiğinde, konuşmanın algılanmasını daha da zorlaştırır. Sessiz ortamlarda bile hassas grupların konuşma anlaşılırlığını sağlamak için yankılanma süresi 0,6 saniyeden az olmalıdır. Örneğin araştırmalar, yaşlılar ve işitme engelliler konuşma anlaşılırlığı için en uygun yankılanma süresinin 0,3 – 0,5 saniye olduğu bulunmuştur (Özgüven, 2008; Taştan, 2016; Özce, 2018; Babisch, 2000; Camkurt, 2007; TÇV; Aygün ve Çakır, 2022; Tomas, 2017; Doğan ve Çataltepe, 2018).

Normal işiten bir dinleyicinin bir cümlenin tamamını anlayabilmesi için sinyal-gürültü oranının (yani konuşma seviyesi ile gürültü ses basınç seviyesi arasındaki fark) 15-18 dBA olması gerekir. Bu, daha küçük odalarda 35 dBA'nın üzerindeki gürültü seviyelerinin konuşma anlaşılırlığını etkileyebileceğini göstermektedir. (Bradley, 1985). Önceki tekliflerde 45 dBA'ya kadar ses basıncı seviyelerinin kabul edilebilir olduğu belirtiliyordu. (ABD Çevre Koruma Ajansı, 1974). Yüksek sesle söylenen cümlelerin 55-65 dBA gürültü seviyelerinde %100 anlaşılır olduğu söyleniyor. Konuşmanın anlaşılmasını kolaylaştırmak için, karmaşık mesajları dinlerken (okulda yabancı dil dinlemek, telefonda konuşmak) sinyal-gürültü oranının en az 15 dBA olması önerilir. Bu nedenle 50 dB'lik bir konuşma seviyesinde (erkek ve kadın arasında 1 metre mesafedeki gündelik konuşma seviyesine eşdeğer), gürültüyle karışan ses basıncı seviyesi 35 dB'i aşmamalıdır. Hassas gruplar daha düşük gürültü seviyeleri gerektirir. Hassas durumlarda hassas gruplara yönelik en katı standartlar karşılanamıyorsa gürültü seviyelerinin azaltılması için çaba gösterilmelidir (Doğan ve Çataltepe, 2018).

Pek çok endüstriyel ortamda konuşulan seslerin anlaşılabilmesi için, bu seslerin basınç düzeyinin, ortam gürültü düzeyinden en az 10 dB yüksek olması gerekmektedir. Sözlü haberleşmede kullanılan ve çok fazla alışkın olunmayan deyimler ve yabancı kaynaklı kelimeler, yüksek değerde telaffuz ve heceleme gerektirirler. Konuşmada, telaffuzun %

80’inin anlaşılması hedefleniyorsa, konuşmanın ses basınç düzeyi ile ortam gürültü düzeyi arasında en az 20 dB fark olması gerekmektedir.

Farklı konuşma ses tiplerinin ses basınç düzeylerinin 1 m mesafedeki dB değerleri, Tablo 1.16’da görülmektedir.

Tablo 1.16: Farklı Konuşma Ses Tiplerinin Ses Basınç Düzeylerinin 1 m Mesafedeki dB Değerleri (Sabancı, 1999; Doğan ve Çataltepe, 2018; Göçmen, 2020).

Konuşma Tipi	**Ses Basınç Değeri (dB)**
Normal konuşma	60-65
Dikkat etme	65-70
Konferansta konuşmacı sesi	65-75
Oditoryumda ders verme	70-80
Bağırma	80-85

1.19.3. Gürültünün İş Verimi Üzerindeki Etkileri

Gürültünün is verimini azaltması ve işitilen seslerin anlaşılmaması gibi unsurlar gürültünün performans üzerine etkileridir. Konuşmanın anlaşılabilmesinin engellenmesi ve algılanabilmesi büyük oranda arka plan gürültüsünün seviyesi ile ilişkilidir. Bir ortamda belli olan fonksiyon ya da iş için belirlenen arka plan gürültüsünün fazla olması halinde is verimliliği düşebilir (Özkan vd., 2016, Akduman, 2008).

Baş dönmesi ve nistagmusa (Gözün istemsiz ritmik veya aritmik hareketi ne) sebep olabilir. Gece görme yetisi ve berrak görme kabiliyetini etkiler. Bu da ince yapılan işlerde göz verimliliğinin azalmasına neden olur (Taştan, 2016).

Gürültülü ortamlarda düşünmek ve yoğunlaşma sağlamak ve düşünmek kolay değildir. Yapılmış olan laboratuvar çalışmaları, gürültülü çevre koşullarının, hesaplama kabiliyetinin azalmasına, konsantrasyon düşmesine sebep olduğunu, reaksiyon zamanını uzamasını sağlayıp, reaksiyon oluşması için hazırlık evresini bloke ettiğini, ve ustalık gerektiren işlerde, iş verimininin düşmesine neden olduğunu göstermiştir. İş verimindeki düşüşün gözlenmesi, genellikle 50-60 dB’lik gürültü düzeyine geldiğinde başlar. Fakat zamanla, insan, belirli gürültü düzeyine adapte olabilir. Gürültü düzeyi, öğrenme periyodu esnasında özellilkle rahatsız edici bir özelliğe sahip olur.

Gürültünün iş verimi üzerindeki negatif etkileri, beyindeki ağ tabakada bulunan hareket merkezlerinin uyarılıp, beynin alarma geçmesinden doğar. Alarm sinyalleri, sürmekte olan göreve karşı olan ilginin azalmasına, karmaşık hareketler için zihinsel kapasitenin azalmasına ve buna dayanarak ta bilinç yeteneğini kötü bir şekilde etkiler.

Fon gürültü düzeyini azaltarak insan iş verimi ve kalitesi, artırılabilir. Gürültünün insan üzerinde rahatsızlık taratan özellikleri, genelikle 4 maddede belirtilir.

- Gelişigüzel, tahmin edilemeyen ve kaynağı belli olmayan sesler, kaynağı bilinen ve sürekli seslerden daha rahatsız edici bir özelliğe sahiptir.
- Yüksek frekanslı sesler, düşük frekanslı seslere göre daha rahatsızlık vericidir,
- Sürekli zihinsel konsantrasyonun gerektirdiği işlemler esnasında gürültü daha rahatsız edici olarak algılanmaktadır.
- Öğrenmede rol oynayan etkinlikler oldugu sırada gürültü daha fazla rahatsızlık edicidir (Doğan ve Çataltepe, 2018; Göçmen, 2020; Babisch, 2000).

Gürültünün üretkenlik ve verimlilik üzerindeki etkisini temel alan araştırmalar, karmaşık görevlerin gerçekleştirildiği ortamların sessiz olması gerektiğini, basit görevlerin gerçekleştirildiği ortamların ise biraz daha gürültülü olması gerektiğini öne sürüyor. İzin verilen gürültü seviyelerinin sınırlarını belirlemek amacıyla, çevrenin görev ve işlevlerini etkin ve faydalı bir şekilde yerine getirmek; aynı zamanda, uygulamada gürültü sınıflandırmaları (Avrupa ülkeleri) ve gürültü standartları (ABD ve Kanada) olarak adlandırılan standartlar oluşturulmaktadır. Ayrıca A ağırlık seviyesinde yükseltilir. Özetle, gürültü düzeyleri iş veya işlev için belirlenen arka plan gürültüsünden daha fazla etkilenirse üretkenlik azalabilir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994; TÇV, 2004).

Akut gürültü etkileri sadece mesleki ortamlardaki yüksek ses seviyelerinde değil, aynı zamanda daha da önemlisi konsantrasyon, rahatlama veya uyku gibi belirli faaliyetler bozulduğunda nispeten düşük çevresel ses seviyelerinde de meydana gelir (Babisch, 2000).

İşyerlerinden kaynaklanan gürültüler insanların, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozmakta, İşitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkilemekte, iş verimini azaltmakta, iş kazalarını ise arttırmaktadır. İşyerindeki gürültü düzeyi azaltılırsa işin zorluğu ve iş kazaları da azalır, iş verim yükselir (Camkurt, 2007).

1.19.4. Gürültünün Psikolojik Etkileri

Gürültünün insanlar üzerindeki psikolojik etkisini irdeleyen ve bulmaya çalışan çalışmalara bakılırsa; gürültü ve ruh sağlığı arasında bulunan ilişkileri ortaya çıkarmak için planlanan ilk araştırma, ABD donanması uçak gemilerindeki mürettebat arasında 1950'li yıllarda gerçekleştirilmiştir ve bu çalışmada gürültü ruh sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu araştırmalara göre gürültü ile stres; duygusal düzensizlik durumunu daha da ağırlaştırmakta ve birtakım davranış bozukluklarına yol açmaktadır (Aygün ve Çakır, 2022). Bu davranış bozuklukları genel olarak;

Çabuk öfkelenen ve öfkeyle baş edemeyen,

• Öfkenin içe dönük olması,

• Karamsar düşünme,

• Toleransın azalması,

• Endişe,

• Depresyon olarak kendini gösterir (Aygün vd., 2022).

Gürültünün psikolojik etkileri, bazı insanlarda hayali reaksiyonlar olarak görülebilir. Bazı sesler, sakinleştirici, hoşa giden bir özelliğe sahipken, bazı sesler ise rahatsız edici ve sıkıcı bir özelliğe sahiptir. Seslerin rahatsız edicilik durumu, aşağıdaki yazıda özetlenmiştir.

• Sesin rahatsız ediciliği gürültü yoğunluğu ve frekansı artarsa artar.

• Alışkın olunan ve sürekli seslere kıyasla aralıklı ve kaynağı bilinmeyen gürültüler daha rahatsız edicidir,

• Geçmiş anılarla bağlantılı olan seslere karşı, hayali reaksiyonlar oluşabilmektedir. Korkulu bir anı ile birleşmiş bir ses ya da uykuyu dağıtan bir ses bilinçaltına hoşlanılmayan ses olarak yer etmektedir.

• Gürültü kaynağı, kişinin yaşı ve yaşam tarzına bağlı olarak, hoşa giden bir ses olarak ya da rahatsızlık eden bir kaynak olarak değerlendirilebilir.

• Sesten duyulacak rahatsızlığın derecesini kişinin aktivitesi ve sesin gün içindeki ortaya çıkma zamanı belirtir (Doğan ve Çataltepe, 2018; (Aygün vd., 2022; Toprak ve Aktürk, 2004).

Gürültüden duyulan rahatsızlık belirli bir noktaya kadar tolere edebilir. Fakat bu tolerans derecesi, kişiden kişiye göre değişir. Genel olarak, gündüz arka plan gürültüsünün 5 dB'i geçtiği ve geceleyin arka plan gürültüsünün 3 dB'i geçtiği ortamlardaki ses düzeyi, tolere edilemez sesler olduğu bilinip kabül edilir. Başka bir taraftan gürültüye karşı oluşturulan duyarlılık da, insanların psikolojik yapısına bağlı olarak artabilmekte ve kişi, o ana kadar rahatsızlık duymadığı sesler birden kişiye rahatsızlık verebilmektedir (Doğan ve Çataltepe, 2018; Toprak ve Aktürk, 2004; Göçmen, 2020).

Kulağa güvenli olmayan ses seviyeleri, uyku ve rahatlama gibi eğlence etkinliklerine kronik olarak müdahale ederse iletişimi ve konuşma anlaşılırlığını bozarsa veya yüksek derecede dikkat ve konsantrasyon gerektiren zihinsel görevlere müdahale ederse işitsel olmayan sağlık etkilerine neden olabilir (Barber, 1992). Kesintisiz iletişim sağlamak için sinyal-gürültü oranı (sinyal işleme açısından) en az 10 dB(A) olmalıdır. Yüksek düzeyde sınıf gürültüsünün bilişsel performansı etkilediği gösterilmiştir (Özgüven, 2009). Yüksek düzeyde uçak gürültüsüne maruz kalan okul çocuklarında okuma ve hafızanın bozulduğu bildirilmiştir (Baranek ve Ver, 1992). Bazı araştırmalar, yüksek düzeyde topluluk gürültüsüne maruz kalan çocuklarda daha yüksek stres hormonu seviyeleri ve daha yüksek ortalama kan basıncı okumaları göstermiştir (Babisch, 2000; Passchier, 2000).

DEHB olan bireyler genellikle yüksek sesin olduğu ortamlardan etkilenirler. İlaveten, gürültü kısa süreli hafızada bozulma olmasına ve dikkatin dağılmasına neden olmaktadır. Gürültü artarsa DEHB"nin dikkatsizlikle ilişkin semptomlarının artması gürültü artarsa ortaya çıkar. Gürültülü rahatsız edici ortamlardaki bireylerde daha fazla emosyonel sorunlar yaşanıp hiperaktivite fazlalığı görülmektedir. Gürültü öğrencilerin günlük hayatına etki ettiği gibi eğitim faaliyetlerine de etki eder. DEHB olan kişinin gürültülü olan alanlarda yaptıkları ödevler başarı yönünden farklı olabilir (ASEAD, 2019).

1.19.5. Gürültünün Uyku Üzerindeki Etkileri

İnsan yaşamının sağlıklı bir şekilde devam etmesi için, gündüz tüketilip kaybedilen enerjinin, gece uyku sayesinde ile geri kazanılması gerekir. Vücudun bazal metabolizmaya çekilmesi ve kas aktivitesinin minimum düzeye gerilemesi uyku sırasında olur. Bu sırada beyin, gün içinde yaşananları irdeler düşünür ve kendisini, ertesi güne göre programlamaya çalışır. Bu işlem, önem arz eder. Beyin, ertesi gün için başta yaşamsal fonksiyonlar olmak üzere yapılacak olan işleri önem sırasına koyarak, kendisini

hazırlar. Uyku sık sık kesintiye uğrarsa ya da alışılmış uyku süresi kısalırsa, beynin bu programlama işlemi bu durumdan olumsuz etkilenir. Bu problem, gelecek gün için, insanın yoğunlaşma bozukluğu yaşamasına, insanın kendini iyi hissetmemesine ve iş veriminin düşmesine neden olacaktır (Doğan ve Çataltepe, 2018).

Tüm algısal olgular bakımından, işitme epeyce önemli bir yerdedir. Görsel algılara karşı, gözün kapatarak önlem alınırken kulaklarda bu mekanizma daha farklı bir şekilde çalışır. İnsanın bir uyarıya karşı güvenlik sistemi, uyku esnasında bile canlılığını koruduğundan dolayı İnsan, işitme eşiği üzerindeki sesleri uyku sırasında çok az kontrol edebilir (Doğan ve Çataltepe, 2018; Toprak ve Aktürk, 2004).

İnsanlar tarafından alışkın olunan sesler, diğer seslerle kıyaslandığında daha az rahatsız edici bir özelliğe sahiptirler. Ancak tahmin edilemeyen gürültüler ya da alışkın olunmayan gürültüler, güçlü uyku ihtiyacına bile engel olabilirler. Gürültünün etkisi, uykunun derinliğiyle de orantılıdır. Hafif bir ses, hafif uykudaki bir insanı uyandırırken, derin uykuda olan insana etki etmemektedir.

Kişileri uyandırmak için gerekli olan ses düzeyi kişiden kişiye değişmekte ve bunun yanında, aynı kişi için bile günden güne farklılaşmaktadır. Yaş ve devam eden fon ses düzeyi, psikolojik ve fizyolojik özellikler, uyandırma gürültüsü gibi etmenler eşik değerini belirler (Doğan ve Çataltepe, 2018; Toprak ve Aktürk, 2004).

Uyku sırasında, yatak odasındaki LAF = 40-45 dB(A) üzerindeki olayla ilgili maksimum gürültü seviyeleri için bir elektroensefalogramda elektrofizyolojik uyanma reaksiyonları tespit edilebilir (Örneğin: uçak uçuşları). Son çalışmalar daha da düşük eşikler önermektedir. Bu tür uyarılmaların uzun vadeli somatik sonuçları hala bir tartışma ve araştırma konusudur. Bununla birlikte, uyku yoksunluğu, artan kaza ve yaralanma riski ile ilişkilidir. Uyku sırasında bulunan kardiyovasküler tepkiler uyku bozukluğundan bağımsızdır. Bir özne nispeten yüksek gürültü seviyelerinde uyuyabilir ancak yine de otonomik tepkiler gösterebilir (Babisch, 2005).

1.19.6. Gürültünün Fizyolojik Etkileri

Gürültünün insan fizyolojisi üzerindeki kötü etkileri aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Kan basıncında artış,
- Kalp hızında artış,
- Derideki kan damarlarında daralma, cildin soluklaşması,

- Metabolik enerji tüketiminde artış,
- Beslenme oranlarının hareketlerinde azalma,
- Adale geriliminde artış,
- Göz bebeklerinin donuklaşması, göz kırpma sayısının artışı,
- Nefes tutulması,
- Sinirlilik ve gerginlik.

Derinin elektriğe olan direnci zayıflar.

Mide ve on iki parmak bağırsak ülserlerine, sindirim sistemi yavaşlamasına ve mide bulantısına neden olabilir (Taştan, 2016). Tablo 1.17 Bazı gürültü türlerinin desibel dereceleri ve psikolojik etkileri bulunmaktadır.

Tablo 1.17: Gürültü Şideti Derceleri ve insan üzerindeki etkileri (Akduman, 2008: Camkurt, 2007).

Gürültü Türü	dBA	Psikolojik Etkisi
Uzay Roketleri	170	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Canavar Düdükleri	150	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Kulak dayanmasınırı	140	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Makineli delici	120	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Motosiklet	110	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Kabare Müziği	100	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Metro gürültüsü	90	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Tehlikeli bölge	85	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Çalar Saat	80	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Telefon zili	70	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
İnsan sesi	60	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)
Uyku gürültüsü	30	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)

Tablo 1.18'de gürültü şiddeti dereceleri ve insan üzerindeki etkileri gösterilmektedir.

Tablo 1.18: Gürültü şiddeti dereceleri ve insan üzerindeki etkileri (Albayrak, 2014).

Derecesi	Şiddeti (Desibel)	İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi
1. Derece	30 dB (A) - 65 dB (B)	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu.
2. Derece	65-90 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonlar kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler.
3. Derece	90-120 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4. Derece	120 dB (B)	İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması.
5. Derece	140 dB (B)	Ciddi beyin tahribatı.

Tablo 1.19. Gürültü Kaynakları ve Etkileri (Sabancı ve Sümer, 2011; Toprak ve Aktürk, 2004; Doğan ve Çataltepe, 2018).

Gürültü Kaynağı	Gürültü Düzeyi (dB)	Etkileri
Normal konuşma, fon müziği	30 dB_A.....65 dB_B	Öfke, kızgınlık, konsantrasyon düşüklüğü, uyku bozukluğu ve rahatsızlık hissi
Kabinli traktör, freze tezgahı, yoğun trafik	65.....90 dB_B	Kan basıncının artması, kalp atışının ve solunumun hızlanması, beyin sıvısındaki basınç azalması, ani reflekslerin ortaya çıkması
Çim biçme makinası, tekstil fabrikası, kaya delici	90.....120 dB_B	Fizyolojik tepkilerin artması, baş ağrılarının oluşumu
Gök gürültüsü, çekiç sesi, kalabalık basketbol karşılaşması	120.....140 dB_B	İç kulakta kalıcı hasar, denge kaybı
Tüfek patlaması	140 dB_B ve üstü	Ciddi beyin tahribatı

Tablo 1.19 'da gürültü kaynakları ve etkileri gösterilmektedir.

Oluşan bu tip değişimler vücut fizyolojisinde, alarm reaksiyonları olup bu tepkiler, otonom sinir sisteminin büyük hassaslığı ile üretilir ve kontrol edilir. Tehlike anında bu

vücut reaksiyonları, vücudun adrenalin salgılamasını, kendini tehlikeye hazırlamasını sağlarlar.

Yıllardır diğer işitsel olmayan sağlık noktaları arasında, dolaşımdaki (kan basıncı, kalp hızı, kalp debisi ve vazokonstriksiyon dâhil) ve stres hormonlarının seviyelerindeki (epinefrin, norepinefrin ve kortikosteroidler dâhil-) kısa vadeli değişiklikler deneysel ortamlarda incelenmiştir (Babisch, 2003; Berglund, 1995). Bundan kalıcı gürültü stresinin yüksek tansiyon ve iskemik kalp hastalığı dâhil olmak üzere kardiyovasküler rahatsızlık riskini artırdığı hipotezi ortaya çıkmıştır. Yüksek düzeyde trafik gürültüsüne maruz kalan kişilerde klasik biyolojik risk faktörlerinin yükseldiği gösterilmiştir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994). Bunun gerekçesi genel stres kavramıdır: Ses/gürültü, sempatik ve endokrin sistemleri harekete geçiren psikososyal bir stresördür.

1.19.7. Gürültü ve Çalışma Saatleri

Gürültüden kaynaklanan ve başta işitme kaybı ile sonuçlanan olumsuz etkilerin, gürültüye maruz kalma süresi ile doğrudan bağlantılı olduğu bilinmektedir. Genel bir yaklaşımla, çalışılan ortamdaki ses basınç düzeyi arttıkça, bu basınç altındaki çalışma süresi kısaltılmalıdır. Bu doğrultuda iş güvenliği ve sağlık açısından belirli gürültü düzeylerinde çalışılabilir maksimum saatler, Tablo 1.20'de görülmektedir.

Tablo 1.20: İş Güvenliği ve Sağlık Açısından Gürültü Düzeyleri (Liljedahl ve ark., 1989).

Gürültü Düzeyi (dB_A)	**Çalışılabilir Süre (saat)**
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1,5
105	1
110	0,5

Tablo 1.21: Gürültü düzeylerine göre günlük çalışma süreleri (Nedenisg,2023).

GÜRÜLTÜ DÜZEYİ	GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ
90 dB(A)'dan az	Süresiz
90 dB(A)	8 saat
92 dB(A)	6 saat
95 dB(A)	4 saat
97 dB(A)	3 saat
100 dB(A)	2 saat
102 dB(A)	1,5 saat
105 dB(A)	1 saat
110 dB(A)	0,5 saat
115 dB(A)	0,25 saat
115 dB(A)'dan çok	ÇALIŞILMAZ

Gürültü düzeylerine göre günlük çalışma süreleri Tablo 1.21'de gösterilmiştir.

Yüksek ses basınç seviyelerinde yapılması gereken işlerde çalışma süresinin ses seviyesine göre ayarlanması ekonomi ve verimlilik açısından mümkün değildir. Bunun sonucunda insan kulağının deneyimlediği yüksek ses basıncı seviyeleri kabul edilebilir seviyelere indirilir. Yani yüksek ses basıncı insan kulağına ulaşmadan azaltılarak çalışanların nispeten sessiz ve sağlık açısından güvenli ses seviyelerinde çalışmasına olanak sağlanır. Bu amaca yönelik olarak alınan tüm önlemler ve işlemler, gürültü kontrolü olarak ifade edilir.

1.19.8. Gürültünün Sosyal Çevreye Etkileri

Gürültünün sosyal çevreye olan etkileri göz ardı edilemez. Gürültünün hayat standardı üzerindeki ekilerini ölçmek zordur. Ama bu zorluk, sorunun var olmasını etkilemez. Gürültünün insanlar üzerinde ruhsal olarak bunalımlara yol açtığı da görülmesi gereken bir unsurdur (Esen, 2010).

Çeşitli kullanım alanlarının kabul edilebilir üst gürültü seviyeleri Tablo 1.22'de gösterilmiştir.

Tablo 1.22: Çeşitli kullanım alanlarının kabul edilebilir üst gürültü seviyeleri (Esen, 2010).

Kullanım Alanı	**Ses basıncı düzeyi(gündüz)** **dBA**
Dinlenme Alanları	
Tiyatro Salonları	25
Konferans Salonları	30
Otel Yatak Odaları	30
Otel Restoranları	35
Sağlık Yapıları	
Hastaneler	35
Konutlar	
Yatak Odaları	35
Oturma Odaları	60
Servis Bölümleri (mutfak, banyo)	70
Eğitim Yapıları	
Derslikler, Laboratuarlar	45
Spor Salonu, Yemekhaneler	60
Endüstri Yapıları	
Fabrikalar (küçük)	70
Fabrikalar (büyük)	80

Tablo 1.23: Maksimum Müsade Edilebilir Ses Seviyeleri (Koçak, 2008).

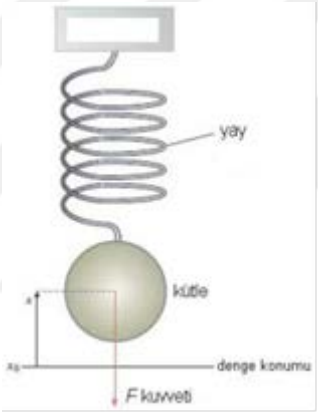
Alan	Maksimum Ses Limiti dB(A)
Çalışma Alanları: Makine alanı (içinde sürekli insan bulunan) Makine alanı (içinde sürekli insan bulunmayan) Makine kontrol odaları Atölye Belirtilmeyen alanlar	 90 110 75 85 90
Seyirle Đlgili Alanlar: Köprüüstü ve harita odası Dinleme noktası, kırlangıçlar ve lumbuzlar Telsiz odası Radar odası/ Alanları	 5 70 70 65
Yaşam Mahalli Alanları: Kamaralar ve revir Yemekhane ve istirahat alanları Umumi dinlenme salonları Ofisler	 60 65 75
Hizmet Verme Alanları: Gemi mutfağı Servis yapma yerleri ve kilerler	 75 75
Normalde boş olan alanlar ve belirtilmeyen alanlar	90

Maksimum müsade edilebilir ses seviyeleri Tablo 1.23'te gösterilmiştir.

1.20. Titreşim

Bir nesnenin belirli bir noktaya göre değişen yer değiştirmesi salınım hareketi olarak ifade edilir (SAE, 1975). Başka bir deyişle titreşim, mekanik bir sistemin hareketine veya konumuna ait bir büyüklüğün (uzama, hız veya ivme) zaman içindeki düzensiz veya düzenli değişimi olarak ifade edilir (ISO, 1975b). Titreşim hareketi salınımlı bir harekettir. Bu tür hareketler, harmonik hareket olarak da bilinen bir referans noktası veya denge noktası etrafındaki hareketlerdir. Yer değiştirme, nesnenin dinlenme konumuna göre mevcut konumunu temsil eder.

Titreşim olarak da bilinen, bir denge noktası etrafındaki mekanik salınım hareketi olarak tanımlanan titreşim, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye ve kinetik enerjinin de potansiyel enerjiye dönüştürülmesi işlemidir (Özmen, 2015; Zeybek, 2009).



Şekil 1.46: Kütle-Yay Sistemi (Zeybek, 2009)

Küçük bir kütlenin bir yaydan asıldığı durumdaki en basit titreşim durumu Şekil 1.46'da gösterilmektedir. Kütle serbest bırakılırsa, yerçekimi ve yayın gerilimi eşit olduğunda asılı kütle hareketsiz kalacaktır. Kütle denge konumundan biraz yukarı veya aşağı hareket ederse artık dengede değildir. Kütlenin denge konumu etrafındaki yukarı ve aşağı hareketi, bir dış kuvvet etki edene kadar devam eder. Bu tür harekete basit harmonik hareket denir (Zeybek, 2009; South, 2004).

Ses dalgaları gibi saniyede belirli sayıda tekrarlanan titreşimlere dalga adı verilir ve sesten en önemli farkı sesin havada yayılması, titreşimlerin ise vücudun sert kısımlarından vücuda girmesidir (Akduman, 2008).

Titreşimin formülü Eşitlik 1.33’te belirtilmiştir.

"v=k√Elp" (1.33)

k bir sabittir, E ortamın esnekliğidir ve p ortamın yoğunluğudur. Bu nedenle titreşimin oluşumu esneklik, ortamın yoğunluğu, dalga ve ortam parametresini gerektirir (Singh ve Davar, 2004). Titreşimlerin tümü kulak tarafından duyulamaz (Ölçme ve Kılavuzu, 2011).

1.21. Titreşimle İlgili Parametreler

1.21.1. Titreşimin Özellikleri

Hareketin tekrarlayan özelliklerine göre titreşim hareketi iki türe ayrılır: rastgele titreşim ve periyodik titreşim. "Periyodik titreşimler" belirli zaman aralıklarında kısmen veya tamamen tekrarlanır. Zamanla tekrarlanmayan titreşimlere rastgele titreşimler denir Broch, 1973). Titreşimler düzgün (sinüzoidal) tek bir frekans veya rastgele tipte karmaşık frekanslar olabilir.

Titreşim etkisini belirleyen faktörler genlik, frekans, darbe süresi, zaman içindeki değişim, titreşim yönü ve titreşimin etki noktasıdır. Frekans titreşimle ilgili en önemli kavramlardan biridir. Salınımın en yüksek dalga boyuna genlik de denir Griffin, 1990).

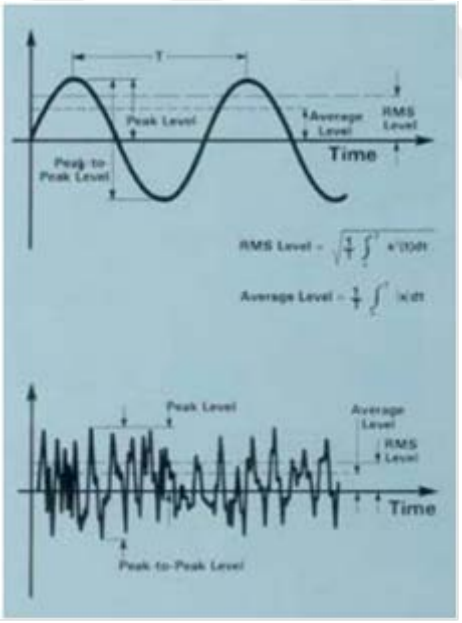
Mekanik titreşimlerin etkisi titreşimin, frekansı, ivmesi, etkilenen sistemin özgül frekansı ve rezonansına, etki süresi, bedene etki noktası gibi etmenlere bağlı olarak belirlenmektedir (Babalık, 2007).

Birbiri ile bağlantılı dört titreşim parametresi olan frekans, ivme, hız ve yer değiştirme için tek frekans değeri için bu parametrelerden ikisi biliniyorsa, geri kalan parametreler hesaplanabilir. Bir cismin bir saniyede kendi dönüşünü tamamlama sayısına frekans denir. Örneğin bir cisim saniyede 20 tam salınım yapıyorsa, cismin frekansı 20 devir/saniye yani 29 Hz olur. Salınım periyodu T= 1/f' dir. Bir cismin salınım hareketini tamamlaması için geçen süreye periyot denir. Hız, bir cismin yer değiştirmesinin zamana bölünmesiyle bulunur ve yer değiştirme fonksiyonunun birinci türevi hızı verir. Hızın zamana göre değişimi ivmeyi verir, yani birim zamandaki hız değişimidir ve yer değiştirme fonksiyonunun ikinci türeviyle bulunabilir. Yer değiştirme saniyede metre (m) cinsinden, hız saniyede metre (m/sn) cinsinden ölçülür ve ivme ise saniye başına metre kare (m/sn2) cinsinden ölçülür (South, 2004; Zeybek, 2009).

1.21.1.1 Titreşim genliği

Titreşen bir nesnenin hızı dönüşümlü olarak bir yönde ve ters yöndedir. Hızdaki bu değişimin önemi, nesnenin önce bir yönde, sonra ters yönde sürekli olarak hızlanması gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bir titreşimin büyüklüğü yer değiştirmesi, hızı veya ivmesi ile karakterize edilebilir. Pratikte ivme genellikle bir ivmeölçer kullanılarak ölçülür. Birimi saniye kare başına metredir (m/sn^2) (Stellman, 1998; Zeybek, 2009).

Salınımın genliği, merkez noktadan (yani denge konumundan) maksimum mesafe veya hareketin ulaştığı en uzak (en uç) noktalar arasındaki mesafe olarak ifade edilir. Titreşimin büyüklüğü, genellikle kareler toplamının (rms) karekökü olarak adlandırılan hareket ivmesinin ortalama değeridir. Tek frekanslı sinüzoidal hareket için Rms değeri, tepe değerinin 2'ye bölünmesiyle elde edilir (South ,2004, Measuring Vibration, Bruel&Kjaer Lecture Notes, 1982]. Titreşim genliği, titreşimin boyutunu tanımlar ve birçok yolla ölçülebilir. Şekil 1.47 sinüs dalgasının tepe-tepe, tepe, ortalama ve rms seviyelerini göstermektedir (Koçak, 2008).

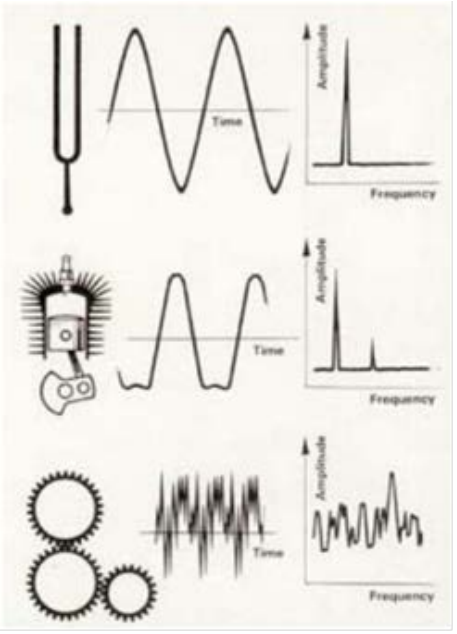


Şekil 1.47: Sinüs Dalgasının Pik-Pik Seviyesi, Pik seviyesi, Ortalama Seviyesi ve Rms Seviyesi (Koçak, 2008).

1.21.1.2. Titreşim frekansı

Hertz cinsinden ölçülen titreşim frekansı, saniyedeki devir sayısını temsil eder ve titreşimin bir nesne üzerindeki etkisinin derecesini ve titreşimin nesneye yayılma yolunu belirler. Kütle ve yay sisteminin frekansı büyük olasılıkla 1 Hz'yi geçmez. Titreşen nesnelerin çoğu bundan çok daha yüksek frekanslarda, yüzlerce hatta binlerce hertzde titreşir. İnsanları etkileyen titreşimlerin frekans aralığı genellikle duyulabilir sesin frekans aralığından çok daha küçüktür. Sağlık etkileri açısından bu iki bölge incelenen titreşim frekans aralığı yani 1-1000 Hz içerisinde örtüşmektedir. Ses hareketli dalgalar gibi görünürken, titreşimler sabit görünebilir. Titreşim aynı zamanda asimptotik bir fiziksel büyüklük olduğundan bu yöntem hala çok basit olabilir. Titreşim yayılmadığı takdirde, titreşim enerjisi insan vücuduna iletilmeyecek ve aletin içindeki titreşim mekanizması tarafından üretilen titreşimin, aletin elle tutulan kısmı boyunca yayılma yolu olmayacaktır. Ses ve titreşim arasındaki teorik farklar çok büyük olmadığından ikisi yan yana düşünülebilir. Titreşim hareketi iş yerinde kolayca anlaşılabilecek bir konu değildir ve sıklıkla statik bir olgu olarak görülür (Soulth, 2004; Zeybek, 2009).

Hareket, Şekil 1.48'de gösterilen diyapazon örneğinde olduğu gibi tek frekans değerine sahip olabileceği gibi, içten yanmalı bir motordaki piston örneğinde olduğu gibi aynı anda farklı frekans değerlerine de sahip olabilir.



Şekil 1.48. Diyapozandan ve Farklı Örneklerden Yayınlanan Titreşimler (Zeybek, 2009)

Frekans analizi yapılırken, makine titreşimlerinin genellikle farklı makine bileşenlerinin hareketine bağlı olarak periyodik olarak tekrarlanan birkaç ana frekans değerinden oluştuğu gözlemlenebilir. İstenmeyen titreşim kaynaklarının frekans analizi yoluyla izlenebilir (Zeybek, 2009).

Tüm vücut titreşiminin etkileri 0,5-100 Hz aralığının sonunda daha fazladır. Kol titreşimleri için 1000 Hz ve üzeri frekansların zararlı etkileri olabilir. 0,5 Hz'nin altındaki frekanslar hareket hastalığına neden olabilir (South, 2004; Zeybek, 2009).

İnsanın titreşime verdiği tepkiler titreşimin frekansına göre değiştiğinden, ölçülen titreşimin oluştuğu frekansa göre ağırlıklandırılması gerekir. Frekans ağırlığı, titreşimin neden olduğu olumsuz etkilerin derecesini yansıtabilir. Tüm eksenlerin ağırlıklandırılması gerekir. Kol titreşimleri ve tüm vücut titreşimleri farklı frekans ağırlıklarına sahip olmalıdır (Seybek, 2009; Ver ve Beranek, 2006).

Çoğu durumda titreşimin patolojik ve fizyolojik etkileri frekansına bağlıdır. Mekanik titreşim frekansına göre düşük frekanslı ve yüksek frekanslı olarak ikiye ayrılır. İki bölge arasındaki sınır 30 Hz ile 50 Hz arasındadır (Babalık, 2007; Kurban, 2015).

1.21.1.3. İvme

Mühim frekans bölgelerinde fizyoljik açıdan, titreşim zorlanmasının şiddeti ivme olarak isimlendirilir. Titreşim algılama değeri olarak kullanılan K- değerlerinin gerçeği temelini de titreşim ivmesi oluşturur.

Titreşimin yönü: Hız, yer değiştirme ve ivmenin tamamı vektörel büyüklüklerdir. Bu büyüklüklerin tam olarak ifade edilebilmesi için yönlerinin ve büyüklüklerinin belirtilmesi gerekir. Elde taşınan cihaz, karşılıklı olarak dik olan üç eksenden biri boyunca titreşebilir. Önden arkaya, baştan ayağa veya yukarıdan aşağıya doğru titreşebilir. Büyük olasılıkla hareketi bu üç yönün birleşimidir. Bir cihazın hareketini doğru bir şekilde tanımlamak için, birbirine dik üç eksen boyunca ortogonal ölçümler yapılması gerekir. Bu eksenlere sırasıyla x, y ve z eksenleri adı verilir. Kol ve tüm vücut titreşimleri için standart eksenler, insan eli ve vücuduna göre belirlenir. Bazı amaçlar için, titreşim genlikleri değerlendirilirken üç eksenin tümü ayrı ayrı dikkate alınabilir (South, 2004; Zeybek, 2009).

1.21.1.4. Titreşimin Süresi

İnsanın titreşime tepkisi, titreşime maruz kalmanın toplam süresine bağlıdır. Titreşim özellikleri zamanla değişmiyorsa, titreşimin rms değeri ortalama titreşim genliğini rahatlıkla ölçebilir. Titreşim özellikleri zamanla değişse de ölçülen ortalama titreşim, ölçümün zaman dilimine bağlı olacaktır. Mesleki maruziyetlerin çoğu aralıklıdır, rastgele şoklardan oluşur veya zaman içinde değişiklik gösterir. Büyük titreşimler için kısa periyotları ve küçük titreşimler için uzun periyotları kullanan bir yöntem, bu tür karmaşık hareketlerin toplam genliğinin hesaplanması için uygun olacaktır (South, 2004; Zeybek, 2009).

Titreşimin neden olduğu ağrı, titreşim eyleminin süresi boyunca ortaya çıkar. Hareketin süresi arttıkça rahatsızlık düzeyi de artar (Kurban, 2015).

Mekanik Empedans: Mekanik bir yapıya, insan vücuduna veya başka bir sisteme titreşimsel bir uyarı uygulandığında sistemdeki diğer noktalar ve uygulama noktası, uyarıyla aynı frekansta hareket etmeye başlar. Uyaran uygulanan bir sistemin mekanik empedansı, sistemin dinamik özelliklerini ve hareketini ifade etmek için kullanılabilir. Vücudun titreşim uyarımına karşı toplam dinamik direncinin bir ölçüsüdür. Empedans ölçümleri, vücudun veya el, kol gibi farklı vücut bölümlerinin dinamik özelliklerini belirlemek için kullanılan, invazif olmayan (cilde veya mukozalara nüfuz etmeden tıbbi müdahale yapılabilir) ölçümlerdir (Sağlam, 2011; Zeybek, 2009).

1.21.1.5. Rezonans

Her nesnenin doğal bir titreşim frekansı vardır. Doğal frekans, bir nesnenin kütlesine ve esnekliğine bağlı olarak, kuvvet kesildikten sonra dengeye dönene kadar ve nesneye serbest salınım hareketi oluşturacak bir kuvvet uygulandığında serbestçe titreştiği frekans olarak ifade edilir. Bir nesnenin doğal frekansıyla tutarlı bir frekansta uyarılmasıyla ortaya çıkan fiziksel olaya rezonans denir. Örneğin bir asma köprünün doğal frekansı, büyüklüğü, yapım yöntemi ve yapım malzemeleri gibi faktörlere bağlıdır. Bu nedenle kalabalık askeri birlikler böyle bir köprüden geçerken serbestçe yürüme emri verilmiştir. Aksi takdirde askeri yolculuğun düzenli ve sert temposu, köprünün doğal frekansıyla aynı frekansta olacak ve tehlikeli titreşimler meydana gelecektir. Buna ek olarak kuvvetli rüzgarların asma köprünün doğal frekansına eşit şiddette bir köprüye çarpması

durumunda köprü çökebilir. 1940 yılında Tacoma Narrows Köprüsü rüzgarın rezonansı nedeniyle çökmüştür (Şekil 1.49). (Kurban, 2015).



Şekil 1.49: ABD' de Tacoma Narrow köprüsünün rezonans sonucu çöküşü (Kurban, 2015)

İnsan vücudunun belirli bir frekansı yoktur. Her organın kendine özgü bir frekansı vardır (Babalık, 2007; Kurban, 2015).

1.21.1.6. Titreşimin Bedene Etki Noktası

Çalışma ortamındaki titreşim, insan sağlığı ve güvenliğinin yanı sıra iş verimliliğini de olumsuz yönde etkileyebilir. Endüstride iki tip titreşimden bahsedilmektedir.

- Kol titreşimi
- Tüm vücut titreşimi

Titreşim iki türe ayrılabilir: el titreşimi ve tüm vücut titreşimi. Titreşimi mekanik enerjinin vücuda aktarılması olarak da tanımlayabiliriz. Dolayısıyla iletim ve maruz kalma durumu; frekansın (saniyedeki titreşim sayısı - Hertz (Hz)) ve titreşim yüksekliğinin (yoğunluğunun) zaman içindeki değişimiyle doğru orantılıdır. Titreşim vücudu iki şekilde etkiler: lokal ve sistemik olarak. Vücudun belirli bir bölgesinde meydana gelen titreşimler genellikle ellere, parmaklara ve kollara ulaşarak vücudun belirli bir bölümünü etkiler buna lokal titreşim etkisi denir. Yerel titreşime maruz kalma gibi, tüm vücut titreşimine maruz kalma da çalışanın konforunu ve işteki performansını olumsuz yönde etkileyebilir (Akduman, 2008).

1.21.2. El- Kol Titreşimi ve Tüm Vücut Titreşimi

Deneysel sonuçlar, insan üst ekstremitesinin mekanik davranışının karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.Titreşim genliği, frekansı, kuvveti, yönü vb. farklılıklar olduğunda, titreşime direnen kol sisteminin empedansı önemli ölçüde değişecektir. Kol sistemi titreşim eksenine göredir. İnsan vücudunun yapısı ve çeşitli organları arasındaki fiziksel ve kimyasal farklılıklar, direnci üreten temel faktörlerdir. Çalışma sırasında yaşanan titreşimin miktarı değiştiğinde, kişinin titreşim yayan aleti kavrama gücüne bağlı olarak direnç de değişir. Direncin büyük ölçüde kişinin titreşim kaynağıyla yönüne, frekansına ve temas durumuna bağlı olduğu tespit edilmiştir. Yüksek direnç yukarıda sayılan hastalıkların yanı sıra birçok fiziksel etkiyi de beraberinde getirebilmekte ve bu hastalıkların ağırlaşmasına veya seyrinin uzamasına neden olabilmektedir (Sağlam, 2011; Çalak, 2017).

Tüm vücut titreşimi tipik olarak bir kişi titreşen bir yüzey tarafından desteklendiğinde meydana gelir. Bir kişinin oturduğu, ayakta durduğu, eğildiği veya yattığı bir yüzey titriyorsa vücut bu titreşimi emer ve dirence neden olur. Bu titreşimin etkisi tıpkı kol titreşimi gibi hızına, ivmesine, frekansına ve kişinin direncine bağlıdır (Sakarya, 2016). Verici ekipmanlarla karşılaştırıldığında tüm vücut titreşiminin frekansını ve gücünü ölçmek çok daha zordur.Kolun titreşimi ve bu titreşimin süresi ve büyüklüğü aynı zamanda kişinin fiziksel gücüne, kilosuna, yaşına ve diğer faktörlerede bağlıdır (Çalak, 2017; Chen vd., 2016).

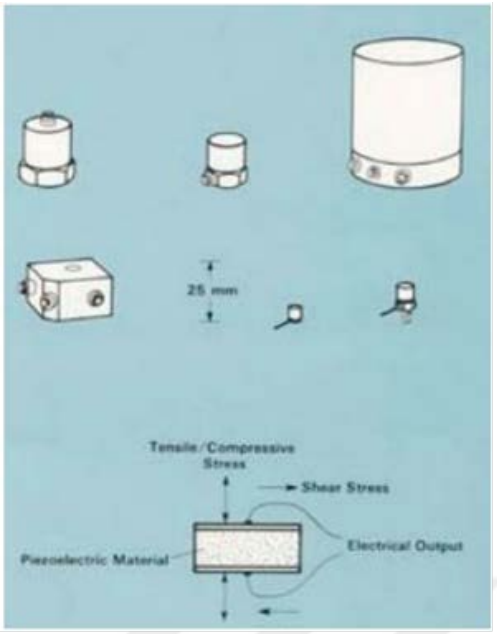
1.21.3. Titreşim Ölçerler

Piyasada çok sayıda titreşim ölçer bulunmasına rağmen HAVS maruziyetini ölçmek için kol titreşimini ölçmek üzere tasarlanmış cihazlar kullanılmaktadır. Bazı cihazlar sadece kol titreşimini ölçerken bazıları da tüm vücut titreşimini ölçebilmektedir (Ikeda ve Ishizuka, 1998; Zeybek, 2009.

Kol titreşim ölçerler ses seviyesi ölçerlere benzer ve çoğu cihaz her iki işlevi de yerine getirecek şekilde tasarlanmıştır. Ses seviyesi ölçer de, çalışma sırasında cihazın kolay konumlandırılabilmesi için mikrofon cihazın önüne monte edilir ve ölçüm yeri çalışanın kulaklarına yakın olmalıdır. Kullanılan aletin sap kısmından el-kol titreşim ölçümleri yapılmalıdır. İvmeölçer, titreşim ölçüm cihazının sensörüdür ve ölçüm cihazının sabit

kısmına kısa bir kablo (genellikle 0,5 ila 1 m uzunluğunda) kullanılarak bağlanmalıdır. Ölçüm için gerekirse kablo daha uzun olabilir (South, 2004; Zeybek, 2009).

Şekil 1.50'de gösterilen piezoelektrik ivmeölçerler kol titreşimlerini ölçmek için yaygın olarak kullanılır. Piezoelektrik ivmeölçerler diğer ivmeölçer türlerine göre daha fazla çok yönlülük sergiler. Dinamik aralığa ve doğrusal geniş frekansa sahiptirler. Özellikleri uzun süre değişmeden kaldığından güvenilir sonuçlar verirler. Piezoelektrik ivmeölçerler kendi başlarına çalışırlar ve harici bir güç kaynağına ihtiyaç duymazlar. Aşınacak hareketli parça yoktur. Piezoelektrik ivmeölçerin merkezinde, piezoelektrik etki sergileyen yapay olarak polarize edilmiş ferroelektrik seramik piezoelektrik malzeme bulunur. Bu ivmeölçerler 1-50000 Hz frekans aralığını ölçmek için tasarlanmıştır. Titreşim bir piezoelektrik ivmeölçerle karşılaştığında kristal elemanın yüzeyinde küçük bir kütleyi hareket ettirir. Piezoelektrik ivmeölçerler, çok yüksek frekanslı doğrusal çalışma aralıkları gerektiren şok testlerinden çok düşük frekanslı sismik uygulamalara kadar birçok ölçüm uygulamasında kullanılabilen ve yüksek sıcaklık aralıklarında çalışabilen küçük, endüstri standardı ivmeölçerlerdir. Kuvars veya seramik kristalleri, kuvvete maruz kaldıklarında pikokoulomb seviyesinde yükler geliştirir. Bu malzemeler aynı zamanda birçok gaz lambasında da kullanılmaktadır. Titreşen nesne hareket ettikçe, en basit piezoelektrik ivmeölçerde, piezoelektrik kristal dönüşümlü olarak sıkıştırılır ve gerilir, sonuçta vibrometrenin girişi olarak bir elektrik sinyali üretilir. Kristalin yükündeki değişiklik, yerçekimi ivmesindeki değişiklikle doğru orantılıdır. İvmeölçerdeki sismik kütlenin ivme altında uyguladığı atalet kuvveti, piezoelektrik kristal üzerinde etki eder ve yerçekiminin ivmesiyle orantılı bir elektrik sinyali çıkış ivmesi verir (Bruel ve Kjaer, 1982; Zeybek, 2009).

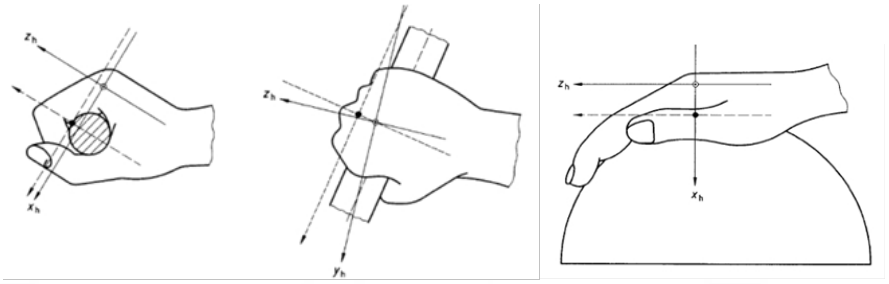


Şekil 1.50: Piezoelektrik İvme Ölçerler (Zeybek, 2009).

Titreşimi ölçerken, ölçülen titreşimin darbesiz bir aletten mi yoksa darbeli bir aletten mi geldiğinin belirlenmesi gerekir. Havalı matkaplar, pnömatik çivi çakma makineleri, eğeler, pnömatik çekiçler vb. gibi darbeli aletler, tüm titreşim spektrumuna hakim olan darbe titreşimleri üreten aletlerdir. Darbesiz aletler arasında taşlama makineleri, havalı burguları, zincirli testereler, freze makineleri, elektrikli daire testereler ve benzeri aletler yer alır. Darbeli aletlerin titreşim genliğini ölçmek için mekanik filtrelerle birlikte sıradan ivmeölçerler kullanılmalı ve özel olarak tasarlanmış darbeli ivmeölçerler kullanılmalıdır. Bu ivmeölçerler, yüksek tepe faktörlü titreşim darbelerine ve tekrarlanan yüksek seviyelere dayanabilir. Şok içeren titreşim türlerini ölçerken normal bir ivmeölçer kullanılırsa, ölçüm sonuçları ciddi şekilde hatalı olabilir. Bu hatalar, ölçülen düşük frekanslı titreşim genliğini büyük ölçüde değiştiren ivmeölçerdeki DC sapması nedeniyle ortaya çıkar. Şok ivmeölçerler şoksuz ve darbeli titreşimleri ölçmek için kullanılabilir. Şoksuz ivmeölçerler yalnızca şoksuz titreşimleri ölçmek için kullanılabilir (South, 2004).

İvmeölçer ölçülen titreşim genliğini etkilememelidir. Büyük ivmeölçerler kuruldukları alanda kütlesel yükleme oluşturabilirler. Kütle yüklemesi, ivmeölçerin kütlesinin bağlı olduğu nesneye göre çok büyük olması ve ölçülen titreşim sinyalini etkilemesidir. Ticari olarak temin edilebilen ivmeölçerlerin çoğunun kütlesi yaklaşık 5 g veya daha azdır. Bir ivmeölçer seçmek, özel uygulamanız için en hafif ivmeölçeri seçmenizi sağlar. Çoğu durumda ivmeölçerin ve montaj bloğunun kütlesi 20 gramı geçmemelidir. Küçük ve hafif

aletlerin titreşim ölçümleri için. Ağırlığı 20 gramın altında olan ivmeölçerler kullanılabilir (Albayrak, 2014). South T., İşyerinde Gürültü ve Titreşimi Yönetmek, Elsevier, 2004. Titreşim vektörel bir büyüklük olduğundan üç dik eksende ölçülmelidir. Bu eksenlerin yönelimi standartta gösterildiği gibi Şekil 1.51'de gösterilmektedir (Piava vd., 2019; Norton, 1989).



Şekil 1.51: Elle Tutma ve El Ayasının Düz Olduğu Durumlar İçin Kullanılacak Eksen Yönelimleri (Zeybek, 2009).

Kesintisiz çizgilerle gösterilen eksenler biyodinamik koordinat sistemini temsil eder; noktalı çizgilerle gösterilen eksenler taban merkezli koordinat sistemini temsil eder.

Üç eksenli titreşim ölçümleri, titreşim yapan aletin veya iş parçasının ele maksimum enerjinin girdiği veya kullanıldığı sapa en yakın yerde alınmalıdır. Üç dik eksendeki titreşimler, özel olarak tasarlanmış üç eksenli ivmeölçerler kullanılarak veya yukarıda verilen eksen yönelimlerine göre tek eksenli ölçümler için tasarlanmış ivmeölçerler kullanılarak ölçülebilir. İvmeölçer doğrudan titreşen yüzeye takılmalı, ivmeölçer ve yüzeye monte edilmesini sağlayan bileşenler titreşim ölçümlerini etkilemeyecek şekilde seçilmelidir (Donati, 2001).

İvmeölçerler iki ortak konfigürasyona sahiptir. Kayma ivmeölçerinde bir kütle piezoelektrik malzemeye kesme kuvveti uygular. Basınç tipi ivmeölçerde, bir kütle piezoelektrik malzeme üzerine bir sıkıştırma kuvveti uygular. Gerçek ivmeölçerlerde piezoelektrik malzeme basınçtan ziyade kayma deformasyonunu yansıtacak şekilde yapılandırılmıştır. İlk bakışta piyasada o kadar çok ivmeölçer türü var ki seçim yapmak zor olabiliyor. Birkaç "genel" tür çoğu ihtiyacı karşılayabilir. Bu tip ivmeölçerler kabloya üstten veya yandan bağlanır ve 1-10 mV veya pC/ms-2 hassasiyete sahiptir (Bruel ve Kjaer, 1982).

Diğer ivmeölçerlerin işlevselliği uygulama alanlarına bağlıdır. Örneğin, yüksek frekanslı veya yüksek seviyeli ölçümler ve paneller vb. için 0,5-2 g ağırlığındaki küçük ivmeölçerler kullanılır. Üç eksendeki titreşim seviyelerini aynı anda ölçebilen, yüksek şok seviyeleri altında diğer ivmeölçerleri kalibre edebilen, yüksek sıcaklıklarda titreşim seviyelerini ölçebilen, son derece düşük titreşim seviyesini ölçebilen ve titreşimi sürekli olarak izleyebilen özel ivmeölçerler gibi hassas noktalardaki ölçümler için ilk tercihtir. endüstriyel makinelerin titreşim değerleri (Esen, 2010). Kullanışlı ivme ölçerler, beklenen frekans aralığındaki titreşimlere maruz kaldıklarında doğrusal davranış sergilerler. İvme iki katına çıkarsa çıktının da iki katına çıkacağı anlamına gelir. İvmeölçerler bunu sınırlı bir frekans aralığında yapar. Çıkışın frekanstan bağımsız aralığı, ivmeölçerin etkili bir şekilde çalışabileceği frekans aralığıdır ve bu faydalı frekans aralığı, ivmeölçerin rezonans frekansı ile sınırlıdır. Bu nedenle ivmeölçerin rezonans frekansı beklenen maksimum frekansından çok daha büyük olmalıdır. Laboratuvarda ölçülen frekans tepkisi, ivmeölçer ile titreşen yüzey arasında sert bir bağlantı olduğunu varsayar. Aslında titreşen yüzey ile sap arasındaki bağlantı tam olmaktan uzaktır. Bunun rezonans frekansını ve dolayısıyla ivmeölçerin kullanılabileceği faydalı frekans aralığını düşürme etkisi vardır. İvmeölçerin rezonans frekansının ölçülecek en yüksek frekanstan en az dört kat daha büyük olması önemlidir (South, 2004).

İvmeölçer aleti: İvmeölçer aletinin sabit kolunu titreştirdiğimizde yapılan titreşimin değeri kablosuz bağlantı yolu ile elde edilen verilerle internete aktarılıyor. Sabit koldaki ucu titreştirdiğimizde 1 sn 617 kez titreşim yaptığını bilgisayar ekranından görülebilir. Ayrıca sabit kolun yan tarafında ise pozisyon ölçer vardır. Yapılan hareketin titreşimi ölçülürken aynı anda pozisyonunu da ölçebiliriz ve pozisyon ölçer ile 1 sn de 1000 ölçüm yapabiliriz. İvmeölçer aleti ile hareketi üç boyutlu olarak bilgisayar ekranından görebiliyoruz. Bu sekilde hareketin konumu, ivmesi ve hızı ölçülmektedir.

1.21.4. Titreşim Ölçümleri ile İlgili Genel Faktörler

Diğer ortamlarda ve işyerlerinde ölçülen toplam titreşime katkıda bulunan birçok titreşim frekansı vardır. Kol titreşimine ilişkin ISO standardı, 5,6-1400 Hz'lik geçerli bir frekans aralığını belirtir. Ancak 5000-10000 Hz aralığında frekans üreten birçok cihaz bulunmaktadır.

Belirli bir titreşim seviyesinin bir standart veya yönetmeliğin verdiği değerler dahilinde olup olmadığını ölçerken, titreşim yoğunluğunu temsil edecek tek sayılara ihtiyaç duyulur. Kol titreşimi için ANSI (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü), ISO, ACGIH (Amerikan Devlet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı), BSI (İngiliz Standartlar Enstitüsü) tarafından gereken frekans ağırlıklı ivme seviyesini metre/saniye^2 birimi cinsinden ifade etmek için kullanılan tek sayıdır. Frekans ağırlıklı hızlanma, titreşim sinyalinin frekans ağırlıklı bir filtreden iletilmesiyle elde edilebilir. Elde taşınan iş parçalarının veya titreşimli aletlerin çoğunda titreşim sinyali oldukça kısa sürelidir. Bu nedenle, bu sinyalin titreşim ivmesinin 1/3 oktav merkez frekansını ölçmek veya karşılık gelen titreşim spektrumunu ölçmek için gerçek zamanlı bir analizör kullanılmalıdır. Analizör, tüm frekanslardaki titreşim genliklerini aynı anda hesaplar veya ölçer. Bu analizörlerde dinamik aralığın 5-5000 Hz aralığında mümkün olduğu kadar geniş olması gerekmektedir (Zeybek, 2009).

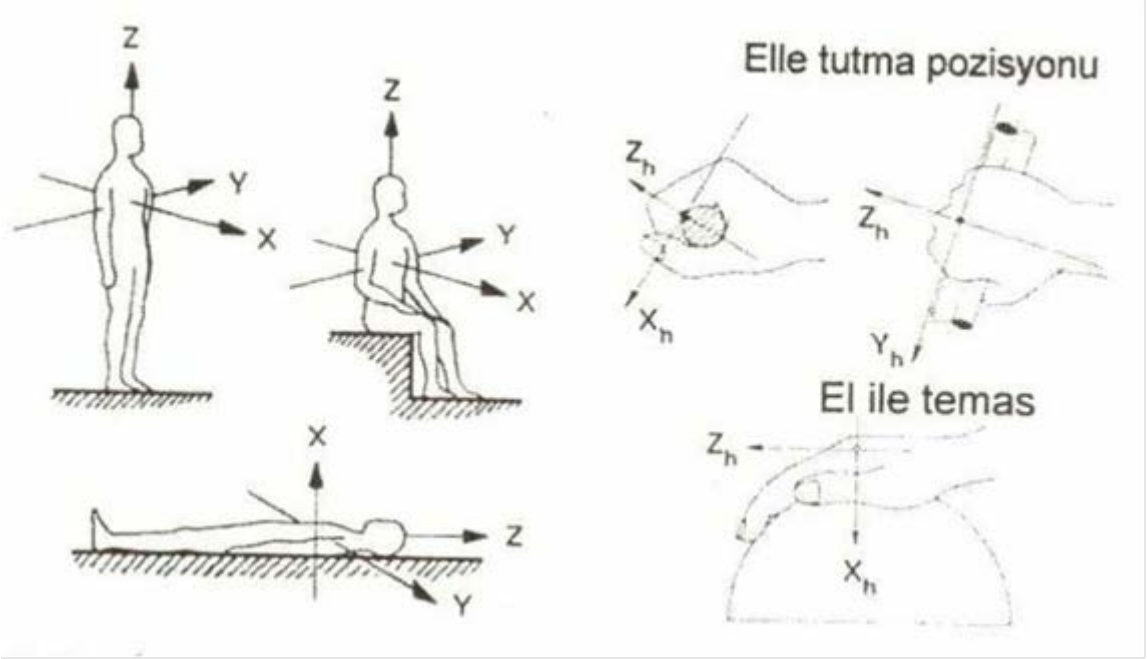
Bir titreşim sinyalini analiz etmek için öncelikle sinyalin kaydedilmesi ve daha sonra kayıt cihazından analizöre geri getirilmesi gerekir. Bu işlem genellikle her iki elden aynı anda çok eksenli ölçüm yapılmasını gerektirir. Tipik olarak kayıt cihazı, kaydedilen sinyali bilgisayara ileten çok kanallı bir analogdan dijitale dönüştürücü veya çok kanallı bir FM kayıt cihazıdır (Bruel ve Kjaer, 1982; Zeybek, 2009).

Kol titreşim sinyalleri zamanla değişebilir. Bu nedenle ivmeyi ölçerken her zaman belirli bir süre boyunca değerlerin ortalamasını almalısınız. İvme m/s^2 cinsinden rms (ortalama karekök) olarak ölçülür ve raporlanır (Ikeda ve Ishizuka, 1998; Zeybek, 2009). Titreşim ölçümleri yapılırken, ölçülen iş parçası veya aletin günlük işlerde nasıl kullanıldığını en iyi yansıtacak şekilde kullanılması gerekir. Her üç eksende ölçülen titreşim sinyalleri, 1/3 oktav merkez frekans değerinin rms'si olarak rapor edilecektir (Zeybek, 2009; Ikeda ve Ishizuka, 1998).

1.21.5. Mekanik Titreşimlerin Ölçülmesi ve Sınır Değerleri

Titreşim ivmesi genellikle gerinim ölçerlerden, piezoelektrik veya endüktif tambur sistemlerinden yapılan ölçüm cihazları kullanılarak ölçülür. Sonucun ilk integrali titreşim hızı, ikinci integrali ise titreşim genliğidir. Titreşim titreşen kısımda ölçülürse ölçülen miktara "emisyon genliği", insan vücudunda ölçülürse "emisyon büyüklüğü" adı verilir. Titreşimin insan vücudu üzerindeki etkisini incelemek ve görüntülemek amacıyla Şekil

1.52'deki koordinat sistemi belirlenmiştir. Ayakta duran ve oturan bir kişi için yatay düzlemdeki sagittal ve frontal eksenlerin X ve Y eksenleri olarak kabul edildiği varsayılmaktadır. Z ekseni gövdenin uzunlamasına ekseni olarak kabul edilir. Bu eksen sisteminin yatan kişiler için etkili olduğu bulunmuştur. Örneğin tekerlek çerçeve sisteminin ve sedye üzerinde yatan yaralı cankurtaran hastaneye nakledilirken yaydığı titreşimler hastaya Z yönünde titreşim değil, X yönünde titreşimdir. El- kol sisteminde Z ekseni olarak uzunlamasına eksen alınmıştır (Babalık, 2007; Kurban, 2015).



Şekil 1.52: İnsana etkiyen titreşimlerin incelenmesinde x, y ve z eksenleri (Babalık, 2007).

Standartlara göre titreşim değerleri belirlenirken temel büyüklük olarak frekans ağırlıklı ivmenin ortalama karekökü (RMS) değeri kullanılır.El ile iletilen titreşimin 1/3 oktavlık frekans bandının aralarında olduğunu bilmek önemlidir. 6,3 Hz ve 1250 Hz önemlidir. (Civelek ve Gülsoylu, 2010; Kurban, 2015).

Eşitlik (1.34)'de gösterilen formül kullanılarak frekanslar ağırlıklandırılır ve frekans ağırlıklı ivme (ahw) değerlerinin ortalama karesinin karekökü belirlenir.

$$\sqrt{\sum_i (W_{hi}\alpha_{hi})^2} \qquad (1.34)$$

ahw: Frekans ağırlıklı ivmenin karelerinin ortalamasının karekökü (m/s^2)

whi: i’ inci 1/3oktav bandı için ağırlıklandırma formülü

ahi: i’ inci 1/3 oktav bandı içinde ölçülen RMS değeri ($m/s^{2)}$

ahw değeri belirlendikten sonra, 3 eksenli frekans ağırlıklı ivmeleri birleştiren toplam titreşim değeri Eşitlik(1.35)’de verilen formüle göre oluşturulmuştur.

$$a_{hv} = \sqrt{a^2{}_{hwx} + a^2{}_{hwy} + a^2{}_{hwz}} \tag{1.35}$$

ahv: Toplam titreşim değeri (m/s^2)

ahwx: X eksenindeki frekans ağırlıklı ivmenin RMS değeri (m/s^2)

ahwy: Y eksenindeki frekans ağırlıklı ivmenin RMS değeri (m/s^2)

ahwz: Z eksenindeki frekans ağırlıklı ivmenin RMS değeri (m/s^2)

Toplam titreşim değerlerinin belirlenmesinden sonra ise günlük titreşim maruziyetinin [a(8)] belirlenmesi gerekir. Bu hedef içerisinde toplam titreşim değeri ahv ve günlük titreşime maruz kalma süresini (T) içeren denklem (Eşitlik 1.36) kullanılır (Kurban, 2015).

$$a(8) = a_{hv}\sqrt{\frac{T}{T_0}} \tag{1.36}$$

a(8) : El-kol titreşimi tehlike sınır değeri (8 saatlik mesai) (m/s^2)

ahv: Ölçülen el-kol titreşim değeri (m/s^2)

T: Günlük titreşime (ahv) maruz kalma süresi (saniye / saat)

T0: 8 saatlik (28800 sn) referans süre

Yönetmelikte sınır konulan maruziyet değerleri aşağıda ifade edilmiştir (TS EN 12096, 2001; EN 12096, 1997 ve Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, 2013).

kol titreşimi için;

8 saatlik çalışma süresi için maruz kalma sınırı 5 m/s^{2}'dir

Günde 8 saatlik çalışma için etkili maruz kalma değeri 2,5 m/s^{2}'dir

tüm vücut titreşimi için;

8 saatlik çalışma süresi için günlük maruz kalma sınırı 1,15 m/s^2'dir

Günde 8 saatlik çalışma için etkili maruz kalma değeri 0,5 m/s^2

Mekanik titreşimin insan sağlığına etkileri

Fizik ve biyomekanik, psikoloji ve duyum, fizyoloji, patoloji.gibi bahsedilen etkiler birbiriyle yakından ilişkilidir. Titreşim özelliklerinin üretilmesinde en önemli faktör frekanstır. Titreşimin tıbbi ve biyolojik etkileri büyük ölçüde yoğunluğuna ve süresine bağlıdır. İnsan vücudu üzerinde önemli etkileri olan titreşim frekansları 1 ile 1000 Hz arasındadır.

Titreşimin insan sağlığını ne ölçüde etkilediği aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

• Titreşimin şiddeti, frekansı ve yönü

• Uygulandığı bölge

• Maruz kalınan süre

• Titreşime maruz kalan kişinin kişisel duyarlılığı ile genel sağlık durumu yaşı ile cinsiyeti (Sabancı ve Sümer, 2011; Kurban, 2015).

Titreşimin insan vücudu üzerindeki etkileri aşağıda gösterilmiştir.

• Vücutta bazı dokularda deformasyon meydana getirme,

• Oksijen ve enerji tüketiminde artış olması,

• Solunum hızında artış olması,

• Kalp atım sayısı ve kan basıncında artışların görülmesi,

• Performansta azalma

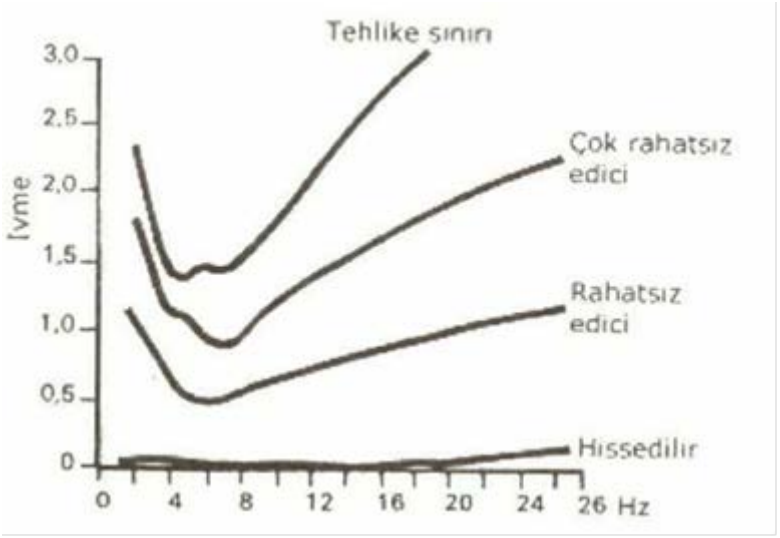
• Uyku bozuklukların yaşanması

• Yorgunluk, şiddetli titreşim ve baş ağrıları psikomotor performansı olumsuz yönde etkileyebilir. Örneğin, bir süre motorlu testereyle çalışan bir işçi, el becerisi gerektiren bir testereyi kullanırken önceki işine göre daha düşük beceri düzeyi sergiliyor.

• Özellikle 4Hz olmak üzere 2-16 Hz arasındaki titreşimlerin sürüş kabiliyetinde bozulmaya neden olduğu görülmüştür. Titreşim ivmesi arttıkça performans düşüşü giderek kötüleşir.

• Hızlanma 0,5 m/s^2'ye ulaştığında sürücü hataları daha sık görülmeye başlar.

• Tehlike sınırı olarak belirlenen 2,5 m/s^2 hızlanmada sürücü hatası önemli ölçüde artmaktadır. Titreşim ivmesine ilişkin tolerans sınırları Şekil 1.53'te gösterilmektedir.



Şekil 1.53: Titreşim ivmelerine tahammül sınırları (Kurban, 2015).

Titreşimin sebep olduğu şikayetler ve frekans değerleri Tablo 1.24'te gösterilmiştir (Babalık, 2007; Kurban, 2015).

Tablo 1.24: Titreşimin sebep olduğu şikayetler

Titreşim Kaynaklı Şikayetler	Titreşimin Frekans Değerleri (Hz)
Nefes alma zorluğu	(1-4 Hz)
Karın ağrısı, göğüs boşluğunda ağrı	
Kas reaksiyonları, çene rezonansı	
Genel huzursuzluk	(4-10 Hz)
Sırt ağrıları	(8-12 Hz)
Kas gerilmeleri, baş ağrısı	
Görme bozuklukları, boğaz ağrısı	
Konuşma zorluğu, tuvalet ihtiyacı hissi	(10-20 Hz)
Deniz tutması, kusma	(0,2-0,7 Hz)

Beyaz parmak hastalığı mide ve omurga hastalıklarının yanı sıra titreşimden kaynaklanan bir diğer önemli meslek hastalığıdır (Şekil 1.54). Bu, kolun uzun süre titreşime maruz kalması nedeniyle oluşur. Bu rahatsızlık esas olarak ormancılık, madencilik, inşaat vb. alanlarda, özellikle titreşimli/elektrikli aletlerin kullanımı sırasında oluşan titreşimlerden kaynaklanır. Hastalık ellerde uyuşma ve fonksiyon kaybına neden olur ve kangren gelişebilir (Sabancı ve Sümer, 2011; Kurban, 2015).



Şekil 1.54: Beyaz parmak hastalığı Kurban, 2015

Titreşimler insanlarda fizyolojik değişikliklere neden olabilir çünkü yüksek frekanslar el, kol, ayak ve bacak organlarını etkiler. Bu değişiklikler nabız atışını artırabilir, nefes almayı ve enerji tüketimini artırabilir, vücut reflekslerini bozabilir, kas yorgunluğuna neden olabilir, sinir sistemini etkileyebilir, işitme kaybına, vücut ağrısına neden olabilir ve kramplara neden olduğu bulunmuştur (Kaminsky, 1975; Kurban, 2015).

Titreşim şiddeti: Titreşimin meydana geldiği ortamda, titreşimin oluşturduğu enerji hareketinin yönüne dik olarak birim alan ve birim zamandaki akım yoğunluğuna titreşim şiddeti denir.

Titreşimin genliği ayrıca frekans, maruz kalma süresi ve çalışma süresi gibi faktörlere de bağlıdır. Yapılan işin niteliğine bağlı olarak titreşim, çalışanların vücut ve kol bölgelerinde bir takım rahatsızlıklara neden olabilir. Titreşimin insan sağlığı üzerindeki etkileri farklılık gösterebilmektedir. Örneğin: sanayi, sıcak dövme projeleri, taş ocakları, inşaat projeleri vb. Bu yerlerde iki tekerlekli araçlar ve elektrikli matkap gibi basit ev aletleri kullanan kişiler, kollarındaki titreşimlerden etkilenir. Genel anlamda aracın parmakları vasıtasıyla insan vücuduna iletilen enerjik mekanik enerjiyi kol titreşimi olarak tanımlayabiliriz. Titreşimin etkisi altında çalışan insanlar sıklıkla sinirlerine, kaslarına, kan damarlarına ve hatta kemiklerine zarar verir. Bu tür olaylar çalışanların konforunu ve üretkenliğini azaltabilir. Ek olarak, tüm vücut titreşimine maruz kalan işçiler/operatörlerde kalıcı omurga bozuklukları gelişebilir (Ünver ve Bozkurt, 2018). Laboratuvar ortamlarında çalışan kişiler de çeşitli alet ve ekipmanların kullanımından kaynaklanan titreşimlerden etkilenebilirler. Titreşim üreten cihazın ürettiği titreşim eşiğinin normal değeri aşması laboratuvar çalışanlarında fizyolojik ve psikolojik sorunlara neden olacak ve çeşitli meslek hastalıklarına yakalanmalarına neden olacaktır.

Bu nedenle laboratuvar ortamlarının çalışanların sağlık ve güvenliğine yönelik riskleri en aza indirecek şekilde tasarlanması gerekmektedir (Yakut, 2019; Yılmaz ve Bilici, 2020).

Titreşim enerjisi avuç içinden ele, elden arkaya, elden kola ve koldan omuza geçerken momentumunu kaybeder. Bu rahatlama esas olarak omuz ekleminde meydana gelir. Vücudun mekanik titreşime tepkisi karmaşık bir konudur ve henüz detaylı bilgi mevcut değildir. Ancak vücuttaki bazı doku yapıları deforme olur, nefes alma hızı hızlanır, artan oksijen tüketimi nedeniyle enerji tüketimi artar ve kalp atış hızı hızlanarak kan basıncının yükselmesine neden olur (5 Hz frekansında ısrar eden kişilerin %50'sinden fazlası) titreşim, kan basıncının yükseldiği durumlara neden olacaktır). ,Algılama bozukluğunun merkezi sinir hücresi fonksiyonunun bozulmasına yol açtığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak kandaki glikoz ve glikojen konsantrasyonunun da azaldığı bilinmektedir. Bu değişikliklerin çoğu titreşime maruz kalmanın başlangıcında yüksek olsa da daha sonra normale dönebilir (Çalış, 2022).

1.22. Titreşimin Etkileri

Titreşimler değerlerine bağlı olarak yapıları farklı seviyelerde etkiler. Bu durum, dış bir kaynaktan kaynaklanan titreşimlerin taşıyıcı sistem aracılığıyla zeminden temele, temelden bina bileşenlerine yayılmasıyla meydana gelir. Kaynak içeriden ise titreşimler önce zemine, sonra da tüm yapıya ulaşır. Tüm titreşimler yapıya iletilmesinin yanı sıra kullanıcıya da iletilir ve kullanıcı üzerinde farklı bir etki yaratır.

1.22.1. Yapı Üzerindeki Etkileri

Modern yapılar titreşim olaylarının daha az etkisinde kalırlar. Kalıcı hasar oluşturmasa da titreşimler devamlı olması durumunda yapı elemanlarında tahribatın olmasına neden olabilirler. Betonarme yapıların yüksek sönüm oranına kıyasla hafif yapım sistemleri düşük sönüm oranlarına sahip olduğu için titreşimlerden daha fazla etkilenir. Kritik titreşim değerlerine sahip olduğu için laboratuvarlar, tarihi yapılar ve müzeler gibi fonksiyonel yapılar daha hassas özelliğe sahiptirler (Işık ve Kuruşçu, 2018).

1.22.1.1. Hasar Oluşumu

Anlık veya sürekli titreşimler yapı elemanlarına zarar verebilir. Her biri farklı doğal frekansa sahip olan zemin, taşıyıcı bileşen, duvar taşıyıcı bileşen gibi yapı bileşenlerinin

frekansları titreşim frekansı ile uyumlu ise rezonans nedeniyle etki 0,5-5 kat artırılabilmektedir (Işık ve Kuruşçu, 2018).

Yapı elemanlarının doğal frekans değerleri:

Kirişler : 5 – 50 hz

Döşemeler ve plaklar : 10 – 30 hz

Pencereler : 10 – 100 hz

Sıvalı tavanlar : 10 – 20 hz

Oluşabilecek hasarlar BS 7385'de (BS 7385-2, (1993). Kozmetik hasar (ince çatlak) ,küçük hasar (geniş çatlak), büyük hasar (yapı elamanlarının zarar görmesi) olarak sınıflandırılmıştır.

Kozmetik hasar: sıvada, blok malzeme derzlerinde bölme duvarda, saç teli kalınlığında çatlaklar oluşmasıdır.

Küçük hasar: tavan sıvalarının dökülmesi ve duvarlarda, kirişlerde geniş (10 mm) çatlakların oluşması durumudur.

Büyük hasarlar: Yapı elemanlarının bozulması, kolon ve kirişlerde çok geniş (25 mm) çatlakların meydana gelmesi ve bağlantıların gevşemesidir.

Bütün hasarlar titreşim kaynaklı olmayıp, devamlı takip ve titreşim ölçümlerinin analiz edilmesiyle tespit yapılması önemli yapılarda mutlaka olmalıdır.

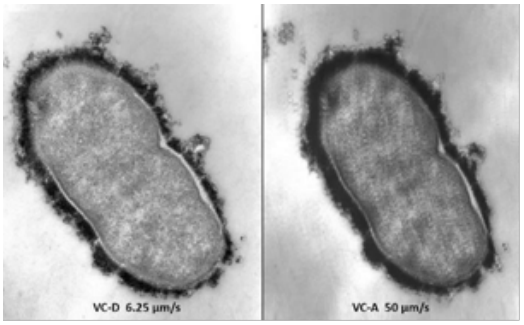
1.22.1.2. İşlev

Yapıların farklı işlev ve kullanım amaçları mevcuttur. Titreşimlerin, hasar oluşturmanın dışında yapının işlevine zarar verme, yapı içindeki çalışmaları durdurma veya hatalı işlemler yapılmasına neden olabilme gibi durumların oluşmasına neden olabilir. Müzeler, tarihi yapılar vb gibi yapı içindeki unsurlar kritik titreşim düzeyleri olduğunda zarar görebilir.

1.22.1.3. Hassasiyet Gerektiren Çalışma Alanları

Araştırma merkezleri ve Laboratuvarlar gibi mühim çalışma alanları ve ortamlarında kullanılan görüntüleme cihazları ve elektron mikroskopu, vb. ekipmanlar çok düşük titreşim düzeylerine karşı bile hassas bir yapıya sahiptirler. Kabul edilmeyen titreşim düzeyleri oluştuğunda; alet kalibrasyonununda bozulma olması, görüntü netliğinde azalma olması, hatalı ölçümlerin yapılması gibi negatif durumlar oluşabilir. Şekil 1.55'te

Farklı titreşim seviyelerindeki e bir E.coli bakterisinin lektron mikroskobu altında 6500 kat büyütülmüş görüntüsü resmedilmiştir (Cai vd., 2019).



Şekil 1.55: Farklı titreşim düzeylerinde E. Coli bakterisinin mikroskop görüntüsü (Işık ve Kuruşçu, 2018).

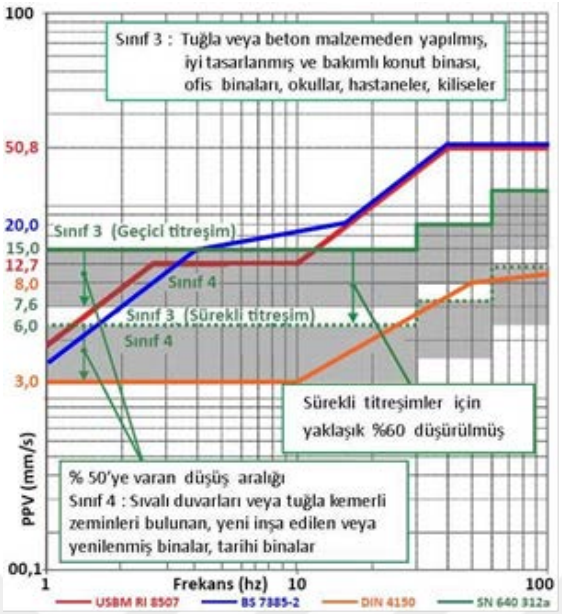
Bu hassasiyeti gerektiren çalışma ortamları ve alanlar, titreşim kaynağından mümkün olduğu kadar uzak olmalıdır ancak yapının yerini belirlemek çoğu zaman imkansızdır. Sorunlar ortaya çıktığında yalıtım şilteleri kullanılıyor ancak bu çözüm yeterince verimli olmuyor. Görüntüleme ekipmanları düşük frekanslarda hassas olsa da izolasyon pedleri yüksek frekanslarda daha verimli çalışır ve titreşimin etkilerini tamamen ortadan kaldırmaz (Davis, 2017).

1.22.1.4. Özel Nitelikli Yapılar

Tarihi yapıların yıkıma uğraması fiziksel bir hasar oluşmasından daha çok tarihi ve kültürel değerlerin koruma altına alınamaması yönünden mühimdir Genel olarak bu yapılar ahşap malzemeden karkas sistem veya taş malzemeden yığma sistem şeklinde yapılmıştır. Bundan dolayı güncel yönetmeliklerle değerlendirilme yapılması çok olanaklı olmamaktadır. Her bir yapı farklı malzeme ve strüktürleri nedeniyle titreşim olayları olduğu zaman değişik tepkiler verecektir. Çoğu ülkede bu konu hakkında çalışmalar yapılmış, farklı parametreleri bulunan DIN 4150, USBM RI 8507 (Ruiz vd., 2016). USBM RI 8507, (1990). Structure Response And Damage Produced By Ground Vibration From Surface Mine Blasting, USBM.] BS 7385, SN 640 (Zanni vd., 2003). SN 640 312a, (1992). Shocks; Vibration, Effects On Buildings] SN. standartları (Şekil 1.56) sunulmuştur. Genel ilke olarak betonarme yapıların hasar kriterleri kullanılıp parametrelere göre belirli emniyet oranları uygulamaya alınmıştır.

- Yapının kültürel ve tarihsel değeri,
- Var olan hasarlar ve zayıflığı,

- Yapı sisteminin titreşime karşı hassasiyeti,



Şekil 1.56: Tarihi yapılarda hasar standartların karşılaştırılması(Işık ve Kuruşçu, 2018).

Tarihi yapılarda emniyet oranları uygulanmakta olup ama buna karşın bile birçok zaman betonarme yapılardan iyi bir durumda bulunabilmektedir. Her bir yapının titreşim altındaki gösterdikleri hassasiyetleri ve tepkileri değişiklik göstermesi nedeniyle öznel bir şekilde değerlendirilip; tarihsel ve kültürel değeri, kullanılan malzemeler, strüktür, var olan durumu ve duyarlı noktaları ele alıp incelenmelidir. Bu analizin sonucunda dayanım sürecine ve yapının önemine bakılarak bulunan yönetmelik ve standartlarla uygun titreşim seviyeleri hazırlanmaktadır.

Tablo 1.25: Organların doğal frekansları Kullanıcılar Üzerindeki Etkileri(Işık ve Kuruşçu, 2018).

Organlar	Doğan Frekans
Kafa	20-40
Omurga	8
Göğüs kafesi	60
Karın	4-8
Omuz	4-8
Akciğer	4-8
Ayak	2-20
El ve kol	20-70
Gör küresi	60-90
Çene	100-200

1.22.2. Kullanıcılar Üzerindeki Etkileri

İnsan vücudu algısı ve hassasiyeti çok gelişmiş olup çevresel etkilere karşı epeyce duyarlıdır. Buna karşın titreşim meydana geldiği zaman verdiği tepki yaptığı faaliyete, bulunduğu mekân göre farklılık gösterebilir. Yapıda oluşan titreşim insan vücuduna dolaylı olarak etki etmektedir (Griffin, 1996).

İnsan vücudu birbiriyle bağlantılı olup birden çok parçadan oluşmuş bir sistem şeklinde düşünülebilir. Bunun nedeni her organın birbirinden değişik çeşitli doğal frekanslara sahip olmasındandır (Tablo 1.25). Her organın titreşime karşı tepki ve duyarlılık derecesi farklı olup, bu durumda hastalık ve konfor ve hastalık kaybına neden olabilmektedir. Bundan dolayı titreşim karşısında insan vücudunun tepkisini irdelerken değerlendirirken fiziksel ve psikolojik etkilerini de göz önünde bulundurmak gerekir.

İnsanların titreşime karşı olan tepkisi hakkında değerlendirme yaparken değişik çeşitli çoğu kriteri eş zamanda hesaba katmak çok zor bi iştir. Bundan dolayı yapılan deneyler ve çalışmaların analizi neticesinde standartlar oluşturulmuştur. Türkiye'de titreşim algılama değerleri ISO 2631-1 standardında söylenmiş ifade edilmiştir (Tablo 1.26).

Tablo 1.26: Titreşim algı eşiği (ISO 2631-1)

RMS Ağırlıklı İvme (m/s²)	**Algı**
< 0.01	Algılanamaz
0.015	Algı eşiği
0.015 – 0.020	Neredeyse algılanabilir
0.020 – 0.080	Kolayca algılanabilir
0.080 – 0.315	Güçlü algılanabilir
> 0.315	Çok güçlü algılanabilir

1.22.2.1. Hastalık

Yapılardaki titreşime maruz kalma neticesinde sağlık sorunları ve kalıcı hastalıklar görülmez fakat alçak frekanstaki titreşimlerden dolayı oluşan konsantrasyon kaybı, mide bulantısı, gibi geçici sağlık problemleri ortaya cıkabilmektedir.

Alçak genlikli, yüksek frekanslı, devamlı olan bir titreşim konsantrasyon kaybına neden olup yüksek genlikli, alçak frekanslı bir ani şok da iç organlarda ve kaslarda zedelenmeye yol açabilmektedir.

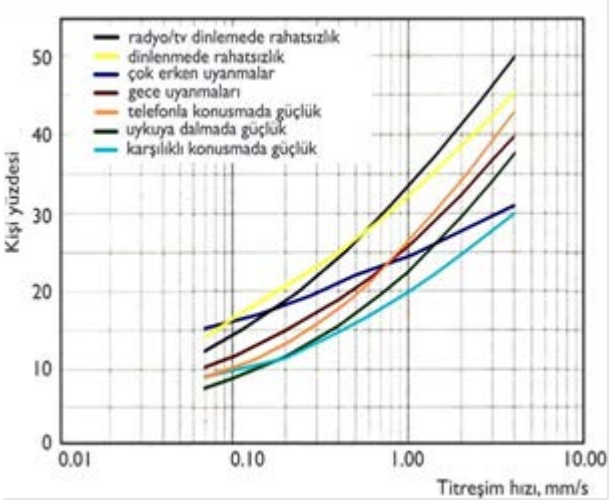
Rüzgar kaynaklı oluşan başlıca yüksek yapılarda alçak genlik ve frekanslı (<2hz) titreşimler “hareket hastalığı”na sebep olur.Genel olarak baş dönmesi, mide bulantısı gibi belitiler görülüp halsizlik ve el – göz koordinasyonundaki azalma az görülen olaylardır (Tamura ve Kareem, 2013).

1.22.2.2. Konfor

Standartların daha çok sayıda olmasıyla günlük hayatta kişiler her alanda bağlı oldukları araçlarda ve eşyalarda kullanışlılıkları dışında konfor ve rahatlık beklentisi içinde olmaları normaldir. Benzer şekilde yapılardan da titreşim olayları ile karşılaştıklarında zarara uğramamaları, işlerine de konfor eksikliği olmadan rahat bir şekilde devam edebilmek isterler.

"Konfor" kelimesi, "günlük yaşamı kolaylaştıran maddi rahatlık" olarak tanımlanmakta olup TDK sözlüğünde ve yabancı dil kaynaklarında "rahatsızlığın olmaması" olarak geçmektedir. İnsanlar ağrı, hastalık gibi durumlarda rahatsızlığı algılamak için sinir duyusunu kullansalar da kendilerini rahat hissetme yeteneğine sahip değillerdir. Konfor düzeyleri kişiden kişiye değişir ve kişisel faktörlere bağlı olarak ortaya çıkar. Yaş, duruş, cinsiyet, zihinsel durum, görme, vücut kitle indeksi vb. Bu unsurlardan bazılarıdır (Duarete ve Pereira, 2006).

Titreşimin algılanmasında kişinin yaptığı iş, bulunduğu yer çeşitli değişik neticelere neden olacaktır. Her kişinin uyurken veya televizyon seyrederken titreşimden dolayı meydana gelecek rahatsızlık düzeyleri aynı olmaz. (Şekil 1.57). Titreşimin meydana gelişi zamanı, yönü ve frekanslı, devamlılığı gibi faktörlerin çevresel ve kişisel unsurlarla birarada değerlendirilmesi neticesi konforlu mekanlar oluşturulur.



Şekil 1.57: Çeşitli durumlarda titreşim hızı ilişkisi (Işık ve Kuruşçu, 2018).

Televizyon izlerken göz – kulak koordinasyonu gerektirmesi, yüksek titreşim hızında en büyük orandaki rahatsızlıgın oluşmasına neden olmaktadır.En düşük oranlar ise erken uyanma ve karşılıklı konuşmadaki rahatsızlık oranlarıdır.

Konfor konusunda yapılan çalışmalar ve yayınlar sayesinde pek çok etkili unsur belirlenmiş, parametreler doğrultusunda çeşitli hesaplamalar ve değerlendirmeler yapılarak çeşitli standartlar geliştirilmiş ve oluşturulmuştur. Sürekliliğin sağlanması ve insan konforunun sağlanmasına yönelik hesaplama yöntemleri Türk ISO 2631-2 (Raimbault vd., 2003). ISO 2631-2, (2013) tarafından kabul edilmiştir. Standart Mekanik titreşim ve insanın tüm vücudunun titreşime maruz kalmasının etkilerinin değerlendirilmesi binalarda titreşim (1 Hz - 8 Hz) standartta gösterilmektedir.

Titreşimin tanımladıktan sonra titreşimi oluşturan kaynakların neler olduğu ve etkileri belirtilmiştir. Yapı titreşiminden bahseden uluslararası standartlar, yöntemlerı ve sınır değerleri baz alınarak kıyaslanmıştır. Ülkeler arasındaki referanslardaki ve yöntemlerdeki farklılık titreşim algısının mekana ve duruma göre degiştiğini, bireysel düşüncelerin ortaya çıktığını tekrar kanıtlayıp göz önüne sermektedir. Bu nedenle yalnızca konforun sağlanıp sağlanamaması biçiminde değil bir standardın gösterdiği yöntem ve referanslar eşliğinde yapılan titreşim ölçümleri neticesinde titreşimin kişiler üzerindeki etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Türk standartları tarafından kabul edilmiş ISO 2631-2 standardı ve sınır değerleri gösterilmiş olan DIN 4150-2 (Stansfeld ve Matheson, 2003)

DIN 4150-2, (1999). Vibrations in Buildings - Part 2: Effects on Persons in Buildings, DIN] standardı yapılan bu çalışmalar için uygun görülmüştür.

1.22.2.3. Standartlar

Yapılarda titreşim konforunu ifade etmek için yapılmış birçok standart mevcuttur. Bunlardan en başında gelen ISO 2631-2, DIN 4150-2, BS 6472-1 (Aktaş, 2002) BS 6472-1, (2008). Guide to Evaluation of Human Exposure to Vibration in Buildings. Vibration Sources Other Than Blasting, BS.] , UNI 9614 (Froehlich, 2013) UNI 9614, (1990). Vibration measurement in buildings and noise evaluation criteria, UNI.], SS 460 48 61 (Abdulkadir, 2007) SS 460 48 61, (1992). Vibration And Shock - Measurement And Guidelines for The Evaluation Of Comfort in Buildings, SS.] , FRA (Murat, 207) Federal Railroad Administration FRA (2005): High-Speed Ground Transportation – Noise and Vibration Impact Assessment, October,US Department of Transportation.] ve FTA (Girice, 2018) Federal Transit Administration FTA (2006): Transit Noise and Vibration Impact Assessment, May, US Department of Transportation]uluslararası standartlar titreşim olaylarının analizinde farklı unsurları değerlendirmektedir:

- Titreşimin yönü ve aksı ,

- Titreşimin devamlı olması,

-İnsan vücudunun pozisyon durumu,

- Titreşimin oluşma zamanı,

- Ölçümün yapıldığı mekanın işlevi,

Bu unsurların incelenmesinin arkasından frekans ağırlıklandırma çarpan katsayısı, gibi yöntemlerle birarada değişik farklı hesaplama tipleri uygulanmaktadır.

-Hız veya ivme değerlerinin karelerinin ortalamasının karekökü (RMS),

-Titreşim doz değeri (VDV),

-Maksimum titreşim transfer değeri (MTVV) (Işık ve Kuruşçu ,2018)

(PEAK) (dB) : Tepe titreşim ivmesi

(P-P) (dB): Tepe-tepe titreşim ivmesi

(VDV) (dB): Titreşim dozu değeri

(RMS) (dB): Frekans ağırlıklı ivme sinyallerinin karelerinin ortalamasının karekökü

CRF (dB): Tepe faktörü (Doğan vd., 2015).

1.23. İlgili Literatür Taramaları

Sound and Structural Vibration(Ses ve Yapısal Titreşim) kitabının ilk baskısı 1980'lerin başında yazılan kitapta o zamandan beri vibroakustik alanında iki büyük gelişme yaşandı. Yapısal titreşimin, akustik alanların ve akışkanlar ve yapılar arasındaki akustik etkileşimlerin sayısal analizi için güçlü hesaplama yöntemleri ve prosedürleri geliştirilmiştir. Bunlar artık araştırmacılar, danışmanlar ve endüstriyel kuruluşlar tarafından evrensel olarak kullanılmaktadır. Sinyal işleme sistemlerinde ve algoritmalarda, dönüştürücülerde ve yapısal malzemelerde ve yapı biçimlerinde kaydedilen ilerlemeler, yapısal titreşimi ve ilgili ses radyasyonunu azaltmak veya değiştirmek amacıyla yapılara aktif ve uyarlanabilir kontrol sistemlerinin uygulanmasına yönelik pratik araçların geliştirilmesini kolaylaştırmıştır (Fahy ve Gardonio, 2007).

Gong ve arkadaşlarının hazırladıkları silindirik atalet blok geometrisine sahip düşük titreşimli bir laboratuvarın tasarımı ve karakterizasyonu adlı makalesindeki görüşlerine göre: Birçok modern nanofabrikasyon ve görüntüleme tekniği, optimum çözünürlüğe ulaşmak için ultra sessiz bir ortam gerektirmektedir. Ortam titreşimlerinden izolasyon, genellikle hassas enstrümanın hava yayları üzerinde yüzen ve akustik bariyerlerle çevrili büyük bir bloğun üzerine yerleştirilmesiyle sağlanmaktadır. Tipik bina gürültüsü 120 Hz' nin üzerine düştüğü için atalet bloğunun ve aletin eğilme rezonans frekanslarını 120 Hz' nin çok üzerine çıkarmak avantaj sağlar. Bununla birlikte, basit bir dikdörtgen tasarım kullanarak yüzer bloğun yüksek bir temel frekansını elde etmek zor olabilir. Burada, en düşük rezonans frekansı 249 Hz olan, sonlu eleman analizi simülasyonu ile doğrudan ölçülen modlar arasında iyi bir uyum gösteren silindirik bir atalet bloğuna sahip bir titreşim izolasyon sistemi tasarlanmış, inşa edilmiş ve karakterize edilmiştir. Yani silindirik bir tasarımın aynı kütlenin dikdörtgen tasarımından daha yüksek temel rezonans frekansına ulaşabileceğini gösteren simülasyonların geliştirilmesine katkıda bulunmuşlardır (Gong vd., 2021).

Atomik ölçekli imalat ve ölçüm ekipmanlarındaki devrim niteliğindeki gelişmeler, titreşim azaltma teknolojisinde paralel ilerlemeler gerektirmiştir. Atomik ölçekli araçlar

arasında aynı zamanda titreşimlere karşı en hassas olanı olan, taramalı tünelleme mikroskobu (STM), en çok yönlü ve popüler olanlardan araçlardan biri olmaya devam ediyor. Bir STM, bir yüzeyin topografik şeklini atom altı hassasiyetle görüntülemek, durumların hem dolu hem de boş elektronik yoğunluğunu (Ge vd., 2019) ölçmek, quasiparticle interferans görüntüleme yoluyla momentum çözümlü elektronik bant yapısını ölçmek ve tek tek atomları manipüle etmek için kullanılabilir (Colatta vd., 2014). Bu işlemlerin tümü, ilgili numunenin bir nanometresi içinde atomik olarak keskin bir ucun hassas bir şekilde konumlandırılmasını gerektirir.

Sonuç olarak ultra düşük titreşimli bir laboratuvar tesisi tasarlarken, 0-120 Hz aralığında tipik baskın bina gürültü kaynaklarına duyarlılığını en aza indirmek için büyük bir atalet bloğunun temel eğilme modu frekansını en üst düzeye çıkarmayı amaçlanmıştır. Bu nedenle, titreşime duyarlı araştırmalarda kullanım için ilk silindirik takviyeli beton atalet bloğu geliştirilmiştir. Kontrollü kütle ve bileşime sahip çeşitli blok şekillerinin simülasyonları, daha yüksek simetrinin daha yüksek frekanslı bükülme modlarına yol açtığını göstermektedir (MacLeod, 2015).

Bir atalet bloğunun eğilme modlarının hem dikey hem de yanal bileşenlerini ölçmek için sistematik bir yöntem sunulmuştur. Önceki ölçümler blok hareketinin dikey bileşenine odaklanmıştı (MacLeod, 2015). Çünkü bir STM'nin üstel olarak hassas uç-örnek bağlantısının tipik yönüne en doğrudan birleşir ancak üç boyutlu blok modları yanal gürültüyü – bina titreşimleri veya akustik uyarılar – üst yüzeyin dikey yer değiştirmesine bağlayabildiğinden eğilme modlarının yan bileşenlerini anlamak önemlidir. Örneğin: Bir STM'deki piezo tarama elemanının bir analizi, bir sürüş sinyalinin, piezo'nun yatay ve dikey hareketini birleştiren süper ve alt harmonik frekans tepe noktaları üretebileceğini göstermiştir (Rost vd., 2009).

Simüle edilmiş ve deneysel rezonanslar arasındaki karşılaştırma, hem mod şekillerinde hem de frekanslarda kendi kendine tutarlılık gösterir böylece hem modeli hem de ölçüm tekniğini doğrular. Bir betonarme atalet bloğunun karmaşık içyapısı, basit sonlu eleman analizi simülasyonlarının ölçülen rezonansın frekansları $\sim 2 -$ %4'ü içinde doğru tahminler verecek şekilde ağırlıklı ortalama kütle yoğunluğu ve Young modülü ile tek tip bir kompozisyon varsayılarak makul bir şekilde tahmin edilebilir. Bu kanıtlanmış modelleme kolaylığı ve doğruluğu ile bloğun temel frekansının bina gürültü

kaynaklarının çok üzerinde olmasını sağlamak için bir atalet bloğunun tasarım sürecinde bilgisayar simülasyonları etkin bir şekilde kullanılabilir (Gong vd., 2021).

Tunay ve Tuna' nın araştırma makalesine göre odun hammaddesi üretiminde gelişmiş ülkelerde ağacı kesme ve devirme işlemleri teknolojik boyutta gelişmiş üretim araçları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ormanlar dağlık alanlarda bulunduğu için üretimin gelişmiş tekniklerle yapılması zorlaşır. Çeşitli tip ve büyüklükte farklı üretim araçları kullanılarak ülkemizde ormancılık üretim faaliyetleri yapılmaktadır. Motorlu testereler bu üretim araçları arasında yer alıp geniş kullanım özelliğine sahiptir. Motorlu testere operatörleri sıklıkla motorlu testerelerin ürettiği kol titreşimlerinin zararlı etkilerine maruz kalırlar. Motorlu testere operatörlerinin farklı ağaç türleriyle (kayın, meşe, köknar, çam) çalışırken maruz kaldıkları titreşim genliklerini ortaya koymak amacıyla, öngörülen sekiz saatlik çalışma sırasında her ağaç türü için günlük maruz kalma eylemleri/sınırları ortaya çıkarılmıştır. Limitler uluslararası standartta (ISO 2631-1) yer almaktadır. Maksimum çalışma süresi, bu değerlerin operatör nabız değeri ile ilişkilendirilmesi ve operatör nabız değerindeki değişikliklerin karşılaştırılmasıyla hesaplanır. Titreşim genliğini tehlikeli sınırların altına düşürmek için titreşim sönümleyici eldivenler kullanılarak mevcut (ikinci el) ve yeni fabrika zincirli testerelerde ölçümler yapıldı ve sonuçlar karşılaştırıldı. Sağlık ve konfor koşulları birlikte değerlendirildiğinde, her bir ağaç türü için mevcut motorlu testere ile yapılan ölçümlerin tehlike sınırı üzerinde (>5 ms-2)bulunduğu, yeni motorlu testere ve titreşim sönümleyici eldiven kullanarak değerlerin tehlike sınırının altına (<5 ms-2) çekilebildiği bulunmuştur. En yüksek titreşim değeri farklı ağaç türleri arasında meşe ağacı için tespit edilmiş ve çalışanın el-kol titreşimine maruziyetinden oluşabilecek risklerin kontrol altına alınması için gerekli önlemler ileri sürülmüştür (Tunay ve Tuna, 2015).

Şahin vd 'lerine göre döküm taşlama yapan dökümhane çalışanları arasında kol titreşimleri ve buna bağlı vücut stresi araştırıldı. Döküm taşlama prosesinde vardiya sırasında taşlama takımının çalışanların el ve kollarına ilettiği titreşim değerlerinin öğrenilmesi ve yüksek titreşim değerlerinin azaltılmasına yönelik çözümler geliştirilmesi amaçlandı. Bu amaçla TS EN 5349 taşlama operatörleri standardında belirtilen yöntemler kullanılarak 21 adet döküm taşlama operatörü üzerinde çalışılmış ve beş farklı taşlama prosesinde ölçümler yapılmıştır. Döküm taşlayan çalışanlar arasında 8 saatlik maruziyet sonrasında vardiya sırasında sağ taraftan ölçümler yapıldı ve 1,79 m/sn² ile 95,69 m/sn²

arasında değişen değerler bulundu. Motor bloğunun rotora bağlı kısmındaki deliği havalı çekiçle temizlerken, A(8)=95,69 m/s2, yere sabitlenmiş bir makinede taşlama yaparken, A(8)=20,43 m/s2, son öğütme işlem sırasında en yüksek değer A(8).=12.76 m/s^2 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre ilk amaç, dökümü taşlanması gereken yüzeyi azaltacak şekilde tasarlayarak kol titreşimine maruz kalmayı azaltmaktı. Sorun kaynağında giderilmeli, kumla tıkanmış delikler için yüksek mukavemetli maça kullanılmalı ve döküm hava tabancasıyla açılmalıdır. Maça kumunun maça yüzeyinde çapak oluşturarak boşluk oluşturması engellenmelidir (Şahin vd., 2022).

Akduman'ın yüksek lisans tez araştırmasında metal işleme tesislerinde titreşim ve gürültü ölçümleri yapılmış ve sonuçlar titreşim ve gürültü yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Ölçüm çalışması yapmadan önce ekipmanın üretim alanı içerisinde teknisyenlerin çalıştığı noktaları belirlemek ve bu noktalarda titreşim ve gürültü olup olmadığını kontrol ederek risk değerlendirme çalışması yapmanın önemi vurgulanmıştır. Bulgular, teknisyenlerin üretim alanlarında daha fazla tüm vücut titreşimine ve gürültüye maruz kaldıklarını göstermektedir (Akduman, 2008).

Onur'un araştırma yazısında mobilya imalat sanayinin ülkemiz imalat sanayi içinde önemli bir yer tuttuğu belirtiliyor. Mobilya üretiminin büyük bir kısmı küçük ve orta ölçekli (KOBİ) işletmelerde yapılmaktadır. Bu firmalarda mobilya üretimi çoğunlukla bağımsız, CNC ve NC makineler kullanılarak yapılmaktadır. Bu makineler işçileri gürültüye maruz bırakıyor. Faaliyet gösteren KOBİ'ler genellikle Ankara'nın Siteler bölgesinde bulunmaktadır. Ankara Siteler'de bulunan 1500 m^2'lik bir KOBİ'nin üretim sisteminde gürültü analizi yapılmıştır. Atölyede makinenin yüksüz ve tam yük durumuna göre 21 noktada gürültü analizi yapılarak maruziyet seviyeleri belirlenmiştir. Günlük 8 saatlik çalışma sürecinde 85 dB(A) değerinde ve üzerinde olan maruziyetler riskli maruziyet olarak değerlendirilmiş, riskli gruba giren makine ve iş istasyonları belirlenmiş, çalışanlar bilgilendirilmiş ve maruziyet değerlerini azaltan seçenekler arttırılmıştır (Ülker, 2018; Çakmak ve Alayunt, 2009).

Şahin, vd. nin makalesine göre çalışmanın amacı: Makineler üretimde ve günlük hayatın her yerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretim ve boş zamanlarında çalışan her makine gürültü kirliliğine neden olur. İş yeri ve küçük işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği kurallarının yeterince uygulanmaması nedeniyle bu makineler çalışanlar üzerinde daha

olumsuz etki yaratacaktır. Kahramanmaraş ilinde bulunan iş yeri ve küçük orman ürünleri işletmelerinde yapılmıştır.Bu işletmelerde bulunan ağaç işleme makinelerinin ortalama gürültü seviyeleri grup bazında belirlenmiştir. Kahramanmaraş'ta 56 işletmede yaygın olarak kullanılan 22 numaralı makine tipinin gürültü seviyeleri belirlenmiştir. Ölçülen makinelerin %48'i mobilya için kullanılırken, %52'si mobilya ve kapı üretimi için kullanılmıştır. Ağaç işleme makinesi sınıflandırmasına göre, makine yüklü olan planya makinesinin en yüksek gürültü düzeyine sahip olduğu (ortalama 95,17±4,5 dB(A)); üst yüzey işleme makinesi, makine boştu, en yüksek gürültü seviyesine sahipti (ortalama 88,09±0,36 dB(A)) Ağaç işleme makinelerinin çoğu kritik gürültü seviyelerine sahiptir, bu nedenle bu durum çalışanlar için tehlikeli olabilir. İşletmenin sürdürülebilirliği ve üretkenliği, bu çalışma ortamı nedeniyle her zaman düşer. İş sağlığı ve güvenliği için yöneticiler ve çalışanlar kurallara uymak zorundadır (Şahin vd., 2017).

Kalelioğlu ve Köse'nin "Çimento fabrikalarında gürültü düzeyinin belirlenmesi" başlıklı makalesine göre, sanayileşme ve modern teknolojilerin gelişmesiyle ortaya çıkan sorunlardan biri de ses kirliliğidir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na göre meslek hastalıklarının %10'u gürültüye bağlı işitme kaybı olarak tanımlanıyor. Yüksek gürültü seviyeleri canlıların yaşamları üzerinde olumsuz etki yaratabilir. İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması veya ortadan kaldırılması için gerekli önlem ve tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışma, gürültünün etkisini araştırmak, işletme içindeki gürültü düzeyini belirlemek ve çalışanlar üzerindeki etkisini ortaya koymak için TS 2607 ISO 1999:2005 ve TS EN ISO 11204 standartlarını referans olarak kullanmaktadır. 6 alanda ve her alanın bulunduğu noktalarda maruziyet ölçümleri yapılarak 6 adet ortam gürültüsü ölçümü yapılmıştır. Yüksek gürültü düzeylerinin ölçüldüğü yerlerde teknik ve çalışanlara yönelik önlemler sunulmuştur (Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Değer 'in yüksek lisans tez araştırmasında gürültü, yani zararlı ses veya ses kirliliği, iş sağlığı ve güvenliği alanında önemli konulardan biridir. Ahşap işleme atölyeleri de gürültüye maruz kalma oranının yüksek olduğu işyerlerinden biridir. Bu makalenin amacı Ankara'nın Siteler bölgesindeki marangozluk atölyelerinde çalışanların gürültü maruziyetini belirlemek ve bu sektörde gürültü maruziyetinin işçiler üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik çözümler sunmaktır. Bu çalışmada Siteler bölgesinde faaliyet gösteren 10 marangozluk atölyesinin gürültü maruziyeti belirlenerek incelenmiştir. Seçilen işyerleri arasında 5 mikro KOBİ, 3 küçük KOBİ ve 2 orta ölçekli KOBİ bulunmaktadır.

Yukarıda bahsedilen işyerleri için ortak prosedürler belirlenmiş ve bireysel süreçlerden kaynaklanan maruziyetin yanı sıra tüm işletmelerde günlük bireysel gürültü maruziyeti ölçülmüştür. Yapılan ölçümler TS EN ISO 9612:2009 standardına göre belirlenir. Gürültü ölçümleri, ölçüm yapılan tüm şirketlerde çalışanların günlük kişisel gürültü maruziyetinin yasal maruz kalma sınırlarının üzerinde, sağlık açısından zararlı ve işitme kaybına yol açabilecek seviyelere ulaştığını gösterdi. Seçilen ahşap işleme atölyesi çalışanları için ortaya çıkan gürültü değerleri risk teşkil etmekte ve kapsamlı bir gürültü önleme programının uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Araştırma raporunda alınması gereken önlemler ve iyileştirmeler ayrıntılı olarak anlatılıyor (Değer, 2015).

Kürklü vd.göre desibel ölçümleri Afyonkara Hisar Üniversitesi'ndeki meslek liseleri, çıraklık eğitimi ve inşaat laboratuvarları, ahşap ve metal atölyelerinde yapılarak öğrencilerin gürültüye maruz kalma düzeyleri ölçüldü. Bu ölçümler sonucunda 85 dB kritik bir seviye olarak değerlendiriliyor ve birçok cihazın bu seviye ve üzerinde değerlere sahip olduğu gözlemleniyor. Bu tehlike ve risklerin kontrol altına alınması ve önlenmesine yönelik bazı araştırmaların yapılabileceğine de inanılıyor (Kürklü vd., 2013).

Ozan'ın yüksek lisans tez çalışmasında işletmelerde iş güvenliğinin sağlanmasında ve iş güvenliği faktörlerinin geliştirilmesinde ortam ölçümlerinin yapılması ve çıkan sonuçlara göre risk değerlendirmesi yapılması cok önemlidir. Bu çalışmada iş güvenliği ortam ölçümlerinin yapılması için bir işletme pilot tesis olarak seçilerek iç mekan gürültü, iç mekan ısıl konforu, iç aydınlatma ve iç mekan toz ölçümleri yapılmıştır. Saha ölçüm sonuçlarının ölçüm ekipmanları ile kontrol edilmesi ve iç ortam ölçümlerinin iş sağlığı ve güvenliği değerlendirmesinin yapılması ve 5x5 matris yöntemi ile çevre koşullarının risk değerlendirmesinin yapılması sağlanmıştır. Risk analizi yoluyla işletmelerin iş güvenliği durumunun proaktif olarak iyileştirilmesi için önemli önerilerde bulunmuştur.(Albayrak, 2014).

Abdul vd. (2022)'e göre TVET Enstitüsünde çeşitli makine, ekipman ve elektrikli aletlerin kullanılması, enstitü ortamının endüstriye benzer gürültü tehlikelerine maruz kalmasına sebep olmaktadır. Fakat TVET enstitülerinde gürültüye maruz kalma ile ilgili çok fazla veri yayınlanmamıştır. Malezya'da metal imalatı, mobilya imalatı ve otomotiv bakımı alanlarında beceri eğitimi programları uygulayan kamu TVET enstitülerinde iş

faaliyetleri eğitiminin gürültüye maruziyetini belgelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Aşırı gürültünün belirlenmesi, görev bazlı gürültü maruziyetinin izlenmesi ve kaynak ölçümü yapılmıştır. Her bir iş faaliyetinin günlük A ağırlıklı gürültüye maruz kalma düzeyine ve makine ve ekipmanlardan yayılan ses basıncı seviyesine olan gürültü katkısı belgelenmiştir. Bu çalışmanın bulguları, günlük A ağırlıklı gürültü maruziyet seviyesine görev bazlı gürültü katkısı 75,3 dB ile 95 dB arasında olan 20 faaliyet kaydetmiştir. Bulgulara göre, TVET enstitülerindeki eğitim ortamı aşırı gürültü ile çalışma riskine sahiptir. Belgelenen veriler, TVET enstitülerinde uygun gürültü kontrol tedbirlerinin uygulanmasının planlanmasında kullanılabilir (Abdul vd., 2022).

Onur (2016) 'un araştırma makalesinde, Yunanistan'ın Teselya bölgesindeki bir mobilya fabrikasında yapılan araştırmada, 8 saatlik iş günü boyunca oluşan gürültü maruziyeti ölçüldü ve 12 farklı iş istasyonunun standart değerleri aştığı ortaya çıktı. Gürültü risk seviyesi 85 dB(A)'dır. İş istasyonlarının şerit testereler, CNC freze makineleri, kalibreli zımpara makineleri, çok delikli matkap presleri, presler, dikiş makineleri, daire testereler, kenar bantlama makineleri ve CNC çok amaçlı kesiciler olduğu söyleniyor. Yunanistan'ın orta kesimindeki Teselya bölgesi incelendi. Çalışanların günlük olarak izin verilen gürültü sınırlarının üzerinde, işitme kaybına neden olabilecek ve diğer zararlı sağlık etkilerine neden olabilecek gürültüye maruz kaldıkları ortaya çıktı. Bu çalışanları işyerinde aşırı gürültüye maruz kalmaktan korumak için kapsamlı bir işitme koruma programı uygulanmalıdır (Ntalos ve Papadopoulos, 2005; Ülker, 2018).

Gholamiyan, Gholampoor ve Hassanpoor Tichi (2022) ’ e göre yumuşak ağaç ve sert ağaçta kesme koşullarının ses seviyesi ve yüzey kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Odun örneklerinin yüzey pürüzlülüğü ve topoğrafyasının yanı sıra kesme işleminden (şerit testere) kaynaklanan ses emisyon düzeyi değerlendirilmiştir. Ses emisyon seviyesi ile numunelerin yoğunluğu, nem içeriği, besleme hızı ve boyutları arasında doğrudan bir ilişki bulundu. Numunelerin düz kesilmesi, eğri yönde kesilmesine göre daha az ses emisyonuna neden olmuştur. Kulaklıkların koruyucu etkisi çok önemliydi ve ses emisyon seviyesini 88 dB'den 38 dB'ye düşürdü. Sonuçlar, numunelerin yoğunluğunun ve boyutlarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün azaldığını, nem içeriği ve besleme hızının artmasıyla kesme yönünün düzden eğimliye değiştiği yönündedir (Gholamiyan vd., 2022).

Kara ve Savaş (2021) ‘a göre endüstriyel alanda iş kazaları ve meslek hastalıkları sıklıkla meydana gelmekte, zaman ve iş gücü kaybı gibi olumsuz etkenlere yol açmaktadır. Sanayi sektörü iş sağlığı ve güvenliği bilimi açısından önemli bir araştırma alanıdır. İş sağlığı ve güvenliği bilimi alanı, endüstriyel risklerin tespit edilmesi, analiz edilmesi ve risklerin tanımlanmasının sağlanması için gerekli eğitim ve önleyici tedbirleri sağlamaktadır. En büyük tehlikelerden biri gürültüdür. Zararlı gürültüden kaynaklanan mesleki işitme kaybı, en uzman çalışanları bile etkiler ve dolayısıyla meydana gelen hasarın büyük bir kısmını oluşturur. İşletmelerin iş sağlığı ve güvenliği gürültü ortamı ölçümleri ve gürültü kişisel maruziyet ölçümlerini endüstriyel alanda daha sık yapmaları ve bu alanda ciddi araştırmalar yapmaları konusunda teşvik edilmesi faydalı olacaktır. Bu çalışmada otomotiv, tekstil ve metal sanayinde faaliyet gösteren beş farklı firmaya ait gürültü çevresel ölçümleri ve kişisel gürültüye maruz kalma değerleri bulunmuş ve bu sonuçlar Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı yönetmeliklerine göre iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde değerlendirilmiştir (Kara ve Savaş, 2021).

Tedik (2021) 'in yüksek lisans tezinde plastik enjeksiyon ekipmanlarında gürültü ölçümü ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları araştırıldı.Enjeksiyon makinelerinin ürettiği gürültünün kişisel maruziyet, çevresel ve odyometrik ölçümleri yapılarak çalışanlar üzerindeki etkisi araştırıldı. Ortam gürültüsü ve kişisel maruziyet değerleri belirlendi. Çalışanları gürültüden korumak için ne gibi önlemlerin alınması gerektiğini açıklamıştır.(Tedik, 2021).

Duran vd. (2018a)’ın "Alçı fabrikalarında gürültü maruziyetinin iş güvenliği açısından değerlendirilmesi" adlı çalışmasında, ağır sanayi sektöründe çalışanlar için gürültünün en önemli fiziksel risk faktörlerinden biri olduğu ortaya çıktı. Çalışma kapsamında alçı fabrikası çalışanlarının çalışma ortamları belirlenmiş, yaptıkları işe göre gürültü ölçümleri yapılmış, sonuçlar değerlendirilmiş ve frekans-gürültü ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle, bu ünite en yüksek gürültü seviyelerine sahipken, yönetim binası personeli en düşük gürültü seviyelerine sahiptir. Maruz kalma sınırlarını aşan alanlar paketleme ve taş kırma üniteleridir. Ölçüm alanında çalışanların maruz kaldığı maksimum gürültü seviyesi orta frekans aralığına, minimum gürültü seviyesi ise düşük ve yüksek frekans aralığına karşılık gelmektedir. Tüm şube çalışanlarının maruz kaldığı maksimum gürültü seviyesi frekans aralığı 250 Hz ila 2500 Hz'dir. Makinelerin ürettiği gürültü seviyeleri geniş frekans aralığında olup, fabrikadaki gürültü kaynaklarından çıkan maksimum sesler ince

ses olarak tanımlanmaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda çoğunlukla fabrika personelinin maruz kaldığı maksimum gürültü seviyelerinin insan kulağının en hassas olduğu frekans aralığının dışında kaldığı hesaplanmıştır (Duran vd., 2018a).

Duran vd. (2018b)'ın araştırma yazısında normal bir insan kulağı 20 Hz – 20000 Hz frekans aralığındaki sesleri duymakla beraber bu aralıktaki farklı frekanstaki sesleri eş şiddetle algılayamaz. Bu sebeple insan maruziyetinin belirlenmesinde gürültü seviyelerini belirlemenin yanı sıra, gürültünün frekansı da önemlidir. Sivas ve komşu illerde yer alan toplam altı çalışma ortamında kullanılan 67 adet iş makinesinden gürültü ölçümleri alınmış ve frekans-gürültü ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Elde edeilen sonuçlara göre paletli dozer ve lastik tekerlekli yükleyici operatörlerinin maruz kaldığı maksimum gürültü seviyesi büyük oranda düşük frekans aralığına, diğerleri orta frekans aralığına düşmektedir. Tüm iş makinesi operatörlerinin maruz kaldığı minimum gürültü seviyeleri yüksek frekans aralığında bulunmuştur. Ölçüm yapılan iş makinelerinin maksimum gürültü seviyelerinin insan kulağının en duyarlı olduğu frekans aralığının dışında olduğu saptanmıştır. İş makinelerinin meydana getirdiği gürültü geniş frekans aralığında bulunmaktadır. Gürültü düzeyleri, zamanla değişim ölçütüne göre sınıflandırılırsa ölçüm alınan tüm iş makineleri kararsız gürültü sınıfında bulunmaktadır (Duran vd., 2018b).

Soylu ve Gökkuş (2016)'un, "Tekstil Fabrikalarında Endüstriyel Gürültü Kirliliğinin Araştırma ve Uygulama Örnekleri" başlıklı makalesinde, endüstriyel kirlilik yüklerinde hava kirliliği ve su kirliliği gibi faktörlerin ilk sırada yer almasına rağmen, gürültü kirliliği ve etkilerinin olumsuz düzeyde yıkıcılık etkisine sahip olduğu ve hepimizin bildiği gibi, bu sıralamada ağırlıklı olarak yer almaktadır. Gürültü kirliliği ticari faaliyetlere, verimliliğe ve hatta çalışanların sağlığına ciddi zararlar verebilir. Oluşum döneminde frekans ve maruz kalma süresi gibi birçok olumsuz etkinin temel nedeni gürültü kirliliğidir.Endüstriyel kirlilikte gürültü kirliliğinin oluşum ve etki mekanizmaları incelenmiştir. Buna dayanarak, gürültüye maruz kalma düzeyini belirlemek amacıyla Kayseri'deki bir tekstil fabrikasının dokuma bölümünde gürültü ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde belirlenen ortalama eşdeğer gürültü seviyesinin 73,4 ile 94,4 dBA arasında değiştiği görüldü. Ölçüm sonuçları, dokuma ünitesinin belirli kısımlarındaki gürültü seviyelerinin, Gürültü Kontrolü Yönetmeliği kapsamında gürültü seviyesi sınıfları ve tanımları için izin verilen sınırları aştığını gösterdi. Bulunan eşdeğer gürültü seviyesi değerleri, çalışanların işitme özelliklerine ve işitme kayıplarına göre

yorumlanarak etkileri karşılaştırılır. Gürültünün kaynağında azaltılması ve çalışanların gürültünün olumsuz etkilerinden korunmasına yönelik önerilerde bulunulmaktadır (Soylu ve Gökkuş, 2016).

Dal ve Baklavacı (2021)'in çalışmasında sanayileşmenin yarattığı gürültü seviyelerinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olabileceği belirtiliyor. Gürültülü işyerlerinde çalışanların yüksek düzeyde gürültüye maruz kalması çalışan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bir tekstil firmasının tezgah modeli olarak kullandığı kumaş cila tezgahının titreşim ve gürültü sorunları üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışanların gürültüye maruz kaldığı bir çalışma alanında pilot iş istasyonu olarak bir kumaş parlatıcı seçilmiştir. Polisaj makinesi ve çevresi üzerinde belirli noktalardan gürültü ve titreşim ölçümleri alınmakta ve elde edilen titreşim ve gürültü ölçümleri analiz edilerek cila makinesinin özellikleri, gürültü ve titreşim düzeyleri belirlenmektedir. Makinelerin gürültü emisyonlarını azaltmak amacıyla farklı ses ve titreşim izolasyon uygulamaları yapılmıştır. Gürültünün yayılmasını azaltmak için ofis alanı ile kumaş işleme alanı arasına ses geçirmez duvar yerleştirildi. Fan kanalı ses yalıtımlı malzeme ile kaplanmıştır ve titreşimden kaynaklanan gürültüyü azaltmak için tabure ayaklarının altına titreşimi azaltan kauçuk takozlar yerleştirilmiştir. Aynı koşullar altında tekrarlanan ölçümler ve analizler sonrasında cila makinesinin gürültü ve titreşim seviyelerinin önemli ölçüde azaldığı tespit edildi (Dal ve Baklavacı, 2021).

Çetinkaya vd., (2017).'e göre gürültü, insan sağlığını ve günümüz yaşam ortamının kalitesini olumsuz yönde etkileyen rahatsız edici sesler olarak tanımlanmaktadır. Okul öncesi öğretmenleri okulda fiziksel bir risk faktörü olan gürültüye maruz kalabilmektedir. Eğitimciler yaşlandıkça ve daha sonra gürültüye maruz kalma nedeniyle işitme kaybı meydana gelebilir. Uşak ilinde okul öncesi eğitim veren 10 kurumda gürültü ölçümleri yapmakta ve öğretmenlerin gürültüye maruziyetlerini değerlendirmektedir. Ölçümler sınıflarda, kafeteryalarda ve oyun alanlarında yapıldı. Dozimetreleri kullanarak ortam gürültüsü yoğunluğu ve kişisel gürültü maruziyetini ölçülmüştür. Kişisel dozimetre ölçümlerine göre öğretmenler sınıfta ortalama 87,45 desibel, kafeteryada 84,15 desibel ve oyun alanında 89,28 desibel gürültüye maruz kaldı. Çevresel dozimetre ölçümlerinde öğretmenler sınıfta ortalama 82,18 desibel, kantinde 81,18 desibel, oyun alanında ise 86,85 desibel gürültüye maruz kaldı. Kişisel koruyucu donanımların kullanımına ilişkin "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği"ne göre işverenlerin gürültü ortamı 80 desibel olan

işyerlerinde kulak koruyucusu bulundurması , çalışanların ise gürültü ortamı 85 desibel olan ortamlarda kulaklık takması zorunludur. Eğitim kurumlarında kulak koruyucu kullanımının pratik olmadığı göz önüne alındığında, öğretmenlerin gürültüye maruz kalmasını azaltacak önlemler alınmalıdır.Öğretmenlerin gürültüye maruz kalmasını azaltmak için bazı öneriler sunarken aynı zamanda işitmeyi koruma programlarına olan ihtiyacı da vurgulamaktadır (Çetinkaya vd., 2017).

1.24. İç Mekân Hacim Akustiği Parametreleri

1.24.1. Arka Plan Gürültüsü

Arka plan gürültüsü ISO 1996 standardına uygundur; "ortamda incelenen ses bastırıldığında, belirli bir durumda ve belirli bir konumda kalan toplam ses" olarak ifade edilir. Tanım olarak arka plan gürültüsü, çevremizde duymak istediklerimizi duymamızı engelleyen gürültüdür. Bu sesler etrafımızdaki trafikten, binalarda kullanılan makinelerden, halka açık yerlerde, ısıtma ve soğutma sistemlerinden gelebileceği gibi okullarda öğrencilerin çıkardığı seslerden dolayı da ortamda gürültü kavramının oluşması mümkündür. Arka plan gürültü seviyesi eğitim alanında son derece önemli bir kriterdir.Öğretmen sesinin arka plan gürültüsünün üzerinde olması gerekir ki öğrenciler arka plan gürültüsüne kapılmadan öğrencilere anlatmak istediklerini net bir şekilde anlayabilsinler (Üstündağ, 2015).

Arka plan gürültüsü düzeyleri gerekli mevzuatta belirlenmiş olan değerlerden daha yüksek dezeyde olursa, kabul edilebilir en yüksek gürültü seviyesi; (arkaplan) dBA + 3 veya (arkaplan) dBA +5 olarak ele alınmıştır (Kurra, 2009).

1.24.2. Yankı Süresi (Reverbrasyon Time T60)

Yankı kelimesinin Türk dil derneğindeki anlamına bakacak olursak; "bir sesin bir yere çarpıp geri dönmesiyle duyulan ikinci ses, yankı, yansıma" anlamlarına gelir. Echo'ya gecikmeli ilk yansıma olayı da denir (Yaşar, 2021).

Üstündağ'a göre yankı; buna "sert bir yüzeye çarpıp kaynağına dönen ses dalgası" denir. Hava ortamında yankı olayının meydana geldiğinin anlaşılabilmesi için ses kaynağı ile sesin çarptığı engel arasındaki mesafenin en az 17 m olması gerekmektedir. Bir ses kaynağından yayılan ses dalgaları kulağa doğrudan ya da yüzeylerden yansıma veya

yankılanma yoluyla ulaşabilir. Ses kaynağı ile yüzey arasındaki mesafe 17 m'den az ise kaynaktan gelen ses ile kulağa ulaşan sesin yankılanma veya yansıma nedeniyle kulağa ulaşan sesten ayırt edilmesi mümkün olmaz. (Üstündağ,2015) Bir bina ya da herhangi bir yapı tasarlanırken yapılacak olan birimlerin amaçlarına göre sesin en elverişli biçimde anlaşılabilirliğini sağlamak için yankı süreleri temel alınarak tasarım yapılır. Yankı süresi, oda içerisindeki malzemelerin sönümüyle ters orantılı, ölçülen odanın hacmi ile de doğru orantılı olmalıdır. Bu durum frekansa göre de farklılık gösterir. Yankılanma süresi tasarlanan hacimde kullanılan malzemeler ile yankı süresini alçak bir değere çekebiliriz. Bir yankı olayının meydana gelmesi için gereken minimum mesafe 17 metreye yakın olmalıdır. Engelle aramızdaki mesafe 17 metreden az olduğunda yansıyan ses dalgalarını ayırt edemiyoruz. Ortamdaki yankı süresi arttıkça ortamdaki seslerin netliği de aynı oranda azalır. Ortamdaki ses yankıları ortamın gürültüsünü arttırır, bu da o ortamdaki insanların psikolojisi ve bedeni üzerinde olumsuz etki yaratır. Yankı sürelerini azaltmak için emici malzemeler gibi önleyici malzemelerin kullanılması yankı sürelerinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Yankı, ele alınması ve gerekli önlemlerin alınması gereken büyük bir akustik sorundur (Üstündağ, 2015).

1.24.3 Yansışım Süresi (Rt60)

Yansışım

Yansıma, bir oda hacmindeki bir ses kaynağından gelen sesin oda yüzeylerine yansıtılması, başka bir deyişle yansıma yoluyla yayılmasıdır. Sabine tarafında oluşan yansıma süresi hacim akustiği açısından önemli bir parametredir. Ses enerjisi her yansımada azalarak bir birim tarafından emilir ve belli bir süre sonra teorik olarak yok olur. Bu durumda çok kısa bir ses bile yansıma nedeniyle var olduğundan daha uzun algılanabilir (Sirel, 1988; Yaşar, 2021).

Yansışım süresi (reverbrasyon time)

Yansıma, sürekli yansımalarda ses enerjisinin emildiği ve ses kaynağı sustuktan sonra ses basınç seviyesinin 60dB'e düştüğü süreyi ifade eder. Bu süre mekanın amacına ve iç mekanın büyüklüğüne göre belirlenir. Yansıma süreleri uzadıkça seslerin estetik değeri artarken, kısa süreli sesler birbirini maskeler. Konuşma anlaşılmaz hale gelir. Daha kısa yansıma süreleri sırasında sesin estetik değeri azalır ve konuşma net bir şekilde anlaşılır.

(Sirel, 1998). Frekansa bağlı olarak yansıma süresi değişirse ses yapısı bozulacaktır. Münhasıran müzik amaçlı kullanılan salonların distorsiyondan arındırılmış olması gerekmektedir. Netliğin önemli olduğu iç mekan kurulumlarında yansıma süresi hesaplamaları önemlidir. Bir mekan içerisinde oluşan çoklu yankıların zayıflamasına yansıma denir.Bu süre ne kadar kısa olursa kullanıcı o kadar az yorulur ve duyduğu sesin kalitesi de o kadar yüksek olur. Bu yansışım süresini ortadan kaldırmak için tasarlanan hacimlerde kullanılacak ürünleri ve malzemeleri iyi bir şekilde seçip hem estetik hem de akustik anlamda hacimlere yeni baştan düzenlemeler yapılabilir (Yaşar, 2021).

Yansımanın faydalı etkileri;

Yansıma süresinin uzun olması sesin estetik değerini arttırır.

*Sesin mekanda daha eşit yayılmasını sağlar.

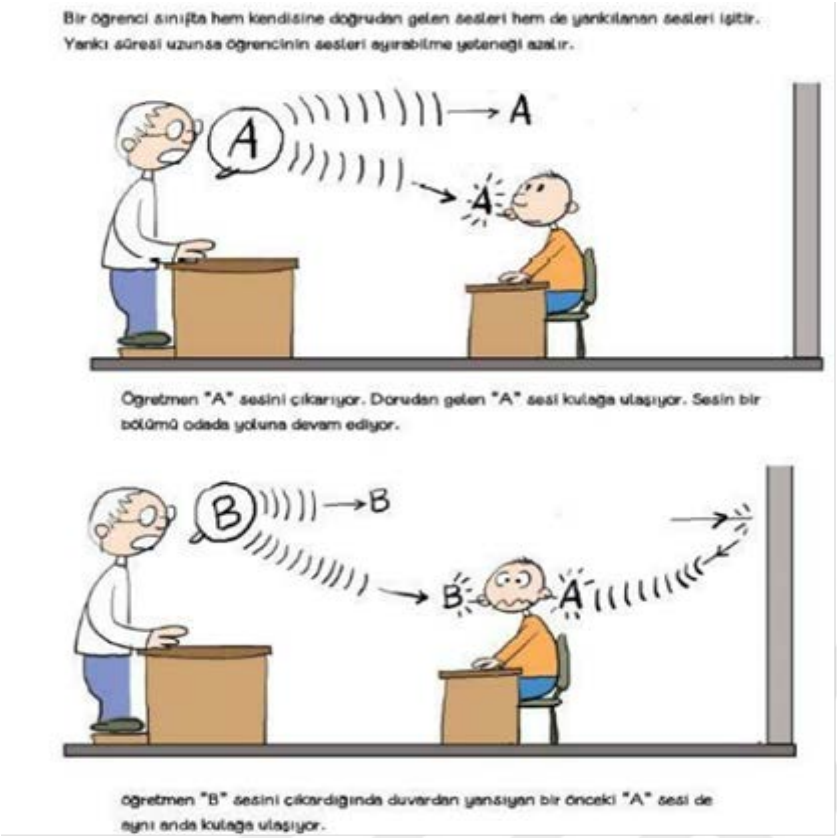
* Yavaş ve düşük tempolu müziğin ses kalitesini, zenginliğini ve kalitesini artırmaya yardımcı olur.

Yansımanın zararlı etkileri;

*Yansıma süresinin uzun olması hızlı konuşma ve yüksek sesli müzikte ses kalitesini düşürecektir.

*Yansıma süresi uzun olursa tıkanma meydana gelir.

Enstrümanların ve vokallerin dolgunluğu ve netliği yansıma süresine bağlıdır. Müzik dinleyen insanların yansımalarının yarattığı dinamizm, konser salonunun akustik konforu açısından oldukça önemlidir. Bir konser salonunda doğrudan ses ile yansıyan sesin aynı anda izleyiciye ulaşması durumunda buna "kuru salon" denir. Bir konser salonunda yansıma süresi uzunsa "canlı konser salonu" olarak tanımlanır (Yaşar, 2021).



(Okullarda iç çevre kalitesi rehperi,2023)

Şekil 1.58: Yanşısım

1.25. Yapı Mimarisi

Tarihsel gelişim sürecinde kentsel yerleşimlerde ve yapıların mimarisinde oluşan değişiklikler günümüzde gürültünün mühim bir problem olmasının temel nedenleri arasında yer alır. Sanayileşme ve hızlı kentleşme, yapım teknolojisinin nedeniyle yapılarda kullanılan gereçlerin ve taşıyıcı sistemin değişimi bu durumda rol oynamaktadır. Kırsal alanda yer alan tek ya da az katlı, kalın duvarların-döşemelerin kullanıldığı ve ağır, yığma yapılarda dış gürültüler yapı içini etkilememişler ve yapı bölümleri arasındaki ses geçişleri için sorun oluşturmamışlardır. Fakat yapıda taşıyıcı ve taşıyan öğelerin ayrılmasıyla ve iskelet sisteminin ortaya çıkması ile yapılar hafiflemiş olup pencere alanları büyümüş, çok katlı ve giderek giydirme cepheli yapıların uygulamada kullanılmasıyla da, yapı bölümleri arasında da ses geçişlerinin rahatsız edici durumların meydana gelmesi ve yapı kabuğu aracılığı ile dış gürültülerinin yapı içini daha fazla etkilemesi gibi olumsuz etkiler oluşmuştur (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

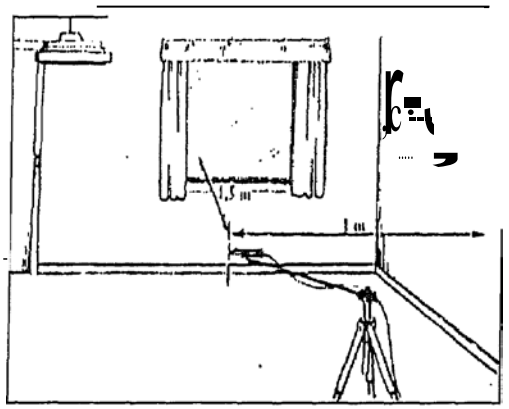
Yapı içi gürültünün artmasına neden olan başka unsurlar yapılarda teknolojinin gelişmesi ve sanayi ürünlerinin artmasına parelel olarak karıştırıcılar, TV, radyo, yıkayıcılar, kurutucular gibi elektrikli araç-gerecin kullanılması, çok katlı yapılarla birlikte hidrofor, asansör, böyle ve benzeri teknik donatıların kullanıması ve yaygınlaşması yapı içi gürültünüğn artmasına neden olan başka unsurlardır.

Ulaşımda yaya-araç trafiği yönünden ve kullanıcı sayısı yani, nüfus artışı ve kimi zaman da yapı yüzlerinden olan yansımalardan dolayı bu tür yerleşmeler gürültü düzeyinin yükselmesine sebep olur. Yine yoğun yerleşmeler, küçük sanayi kuruluşlarının, trafik, dar yollar, olması sebebiyle eski kent bölgelerinde ise, gürültü düzeyi epeyce fazladır.

Yapı dışı ve yapı içi gürültülerin etkili aktif olmadığı dönemde, yapılar gürültüye karşı daha korunumlu olurken, gürültü düzeylerinin epeyce yükseldiği günümüzde yapılar gürültüye karşı zayıf kalmakta, bu nedenle de gürültü problemi ortaya çıkmaktadır. Çağdaş yaşam gereği yeni teknolojileri, araç-gereç ve ürünleri kullanmak zorunda kalınmaktadır. Bunların bep olduğu sorunların çözüme ulaşması, belirli koşullarının yerine getirilmesi, konuya tüm ayrıntılarıyla irdeleyerek planlı bir biçimde yaklaşıp bakmakla imkânlı olur (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.25.1. Bina İçinde Yapılan Ölçümler

Gürültünün olduğu kapalı yerlerde bu tür ölçümler yapılmaktadır. Aksi söylenmedikçe ölçülmesi seçilen ölçüm konumları ana yankı yüzeylerinden veya duvarlardan en az 1 m, pencerelerden 1,5 m azaklıkta döşemeden en az 1,2 m - 1,5 m yüksekliktedir.



Şekil 1.59: Bina içindeki ölçümlerde mikrofonun konumu (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Ses seviyeleri(TS 2606), aralarında ± 0,5 m uzaklık bulunan en az 3 noktada yapılacak olan ölçümlerin ortalaması alınanarak belirlenir. Genellikle pencereler kapalı iken ölçümler yapılmalıdır. Ölçümler hacim normal olarak pencereler açık olarak kullanılıyorsa, bu koşul altında yapılması gerekir.

Gürültü kararlı bir gürültü olmazsa, gürültünün süresi ve seviyesi bulunmalıdır. Gerekli ise gürültü seviyesi kaydedilebilir. Ses seviyesinin zamana bağlı olarak gözlemek için zamanın periyodu gürültünün değişim özelliğine uygun bir şekilde seçilmesi gerekir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Gürültünün kaynakları, gürültüye maruz kalan kişilerin aynı çevre içindeki konumlarına ve gürültünün yayılma yollarına bağlı olarak yapı içi ve yapı dışı çevre gürültüleri olarak iki grupta toplanır. Yapı içi gürültüler: Yapı içinde yer alan her türlü mekanik sistemler, elektronik, hayati faaliyetlerden meydana gelen bütün gürültüleri içine alır.

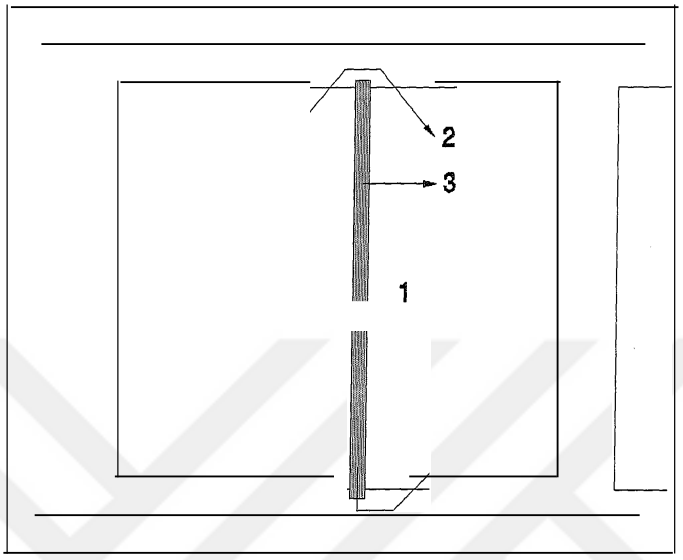
Yapı dışı çevre gürültüleri: Gerek yapı içindeki hacimleri gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan şahısları etkileyen ve yapı dışında yer alan kaynaklardan yayılan gürültüler olarak ifade edilir. Yapı dışı çevre gürültüleri kısaca: ulaştırma gürültüleri (karayolu, denizyolu, havayolu, havaalanı gürültüleri), inşaat (şantiye) gürültüleri (yol ve bina inşaatı gürültüleri sahaları, atış poligonları), endüstri gürültüleri (endüstri makineleri ve işyeri gürültüleri), rekreasyon gürültüleri (çocuk bahçeleri ve parkları, spor sahaları, atış poligonları ve benzeri gürültüler) ve ticari amaçlı gürültüler (açık hava sinemaları, yüksek sesli reklam ve müzik yayınları, eğlence yerleri, pazar yeri gürültüleri, sokak satıcılarının gürültüleri) şeklindedir (Ölçme ve Kılavuzu, 2011; Savur, 2009).

1.25.2. Sesin Geçmesi

Yapılarda sesin geçmesi olayı, yapı dışı gürültülerin ve yapı içi gürültülerin, kullanıcıları etkilemesinde büyük önem taşımaktadır.

Yapı dışı gürültülerinde yapı kabuğu vasıtasıyla geçen ses yapıya etki eder. Mesala, trafik gürültüsü yapılarda problem yaratabilir. Yapı içi gürültülerde bazı zamanlarda yapı kabuğu yoluyla çevreyi rahatsız edebilir. Örnek olarak, sanayi yapılarından oluşan gürültüler gibi. Genelde döşemelerden, bitişik hacimler ve katlararası bölme duvarlardan sesin farklı yollarla geçmesi yapı içi gürültülerinin kullanıcıları tesir etmesinde rol oynamaktadır (Ölçme ve Kılavuzu, 2011).

Ses enerjisinin bir ortamdan başka bir ortama geçmesi genellikle sesin geçmesi olarak bilinir. Duvar titreşimiyle, iki ortamı ayıran elemandan sesin geçirgenlikle ve mevcut ise açıklıklardan dolaysız olarak bu geçiş gerçekleşmektedir.Bunun yanında, sesin ara bölme haricinde yan duvarlar vasıtasıyla dolaylı bir şekilde de geçişi söz konusudur (Şekil 1.60)



Şekil 1.60: Sesin bir ortamdan başka bir ortama geçişi (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

1.25.3. Sesin Cidar Titreşimi İle Geçmesi

Ses dalgaları,kapı, cam, duvar, döşeme, vb. bir cidarla karşılaştığı zaman, bunu bütünüyle titreştirmeye zorlar. Bu cidarlar titreştiğinde cidarların arkasında bulunan havanın titreşmesiyle ses geçmesi sağlanır.Cidar gelen ses dalgalarıyla hava basıncında beliren değişmelerin doğurduğu itme ve çekmelere, cidar kendisini tamamiyle titreştirmeye zorlayan bu güce kütlesiyle direnip karşı koyar. Cidarın ağır olması, onu titreştirmeyi o oranda zorlaştırır. Bu ‘’kitle yasası’’olarak adlandırılır. Cidarın sesgeçirmezliğini (ses geçiş kaybını) titreşen bir cidarla geçen sesteki azalış göstermektedir. Frekans artarsa ses geçirmezlik de artar. Buna dayanarak ince seslere karşı kitlelerin ses geçirmezlik değerleride doğru orantılı olarak yüksek değer olur. Yapılarda mevcut olan iş yaparken kullanılan her türlü öge, gereç ve bileşenlerin sesgeçirmezlik değerleri hesaplanarak ve ölçülerek bulunabilir.Fakat, ölçmelerin standartlara uygun olarak yapılması önemli bir husus olup, ampirik formüllerle yapılan hesaplamalar ele alındığında ise, hesaplara katılmayan unsurların gözönünde bulundurulması gereklidir (Ölçme ve Kılavuzu, 2011).

1.25.4. Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımı

Kabul edilebilir maksimum gürültü seviyesini belirlemek (binanın işlevine göre değişir) ve ardından uygun malzemelerin seçimi ve uygulanmasıyla gerekli ses yalıtımını sağlamak gerekir. Ses yalıtımı yaparken ses yolunu anlamak ve ses yalıtımı önlemleri almak önemlidir. Bir yapı elemanının yüzeyine çarpan ses enerjisinin bir kısmı malzemenin yüzey özelliklerine bağlı olarak emilir, bir kısmı ise yüzeyden yansıtılır. Gerisi diğer tarafa aktarılır. Bu geçiş durumu şu şekilde ifade edilir:

Malzemedeki delik ve boşluklardan geçerek: Bu geçişin neden olduğu gürültü azalması, gelen ses enerjisinin frekansına ve delik ve boşlukların boyutuna bağlıdır.

– İletişim yoluyla: Ses titreşimleri katı nesnelerdeki moleküller arasında ilerler ve bu şekilde ilerleyen ses kayıplara uğrar.

– Duvar titreşimleri: Ses enerjisinin çoğu bu şekilde aktarılır. Bu geçiş şeklinde ses titreşimleri aradaki bölmeyi titreştirir. Titreşen bölme diğer taraftaki havayı da aynı frekansla titreştirir ve ses geçmiş olur.

– Dolaylı geçiş: Ses titreşimlerinin cidarlarda meydana getirdiği dalgalanmalar bir yüzey boyunca yayılıp daha uzakta bulunan mekânlara da geçebilmektedir.

Yapıda ses yalıtımını sağlamak için bütün yapı elemanları ayrı ayrı ele alınarak, ses geçirmezlik değeri düşük olan elemanın yalıtım özelliği diğerlerine yakın duruma getirilmelidir. Çünkü ses yalıtımı iyi olmayan bir yapı elemanı tüm yapının yalıtım özelliğini negatif yönde etkileyebilir.

Ses iletimini önlemek amacıyla yapı elemanları kompozit veya basit olarak düzenlenebilir. Bu basit eleman tek katmandan oluşan devasa bir yapıya sahip olup, elemanın kütlesi ses iletimini engellemektedir. Her ne kadar ses yalıtımı kütleyle birlikte artsa da bu çözüm gürültüyü kontrol etmenin çok etkili bir yolu değildir. Ayrıca ağırlık arttıkça taşıyıcı sistem ilave yükleri taşıyacaktır. Kompozit elemanlar (sandviçler), birim kalınlığı ve ağırlığı daha düşük, ancak ses yalıtım değeri daha yüksek olan katmanlardan oluşan sistemlerdir (Cansaran, 2019).

1.25.5. Duvarlarda Ses Yalıtımı

Duvar tek katmanlı ve masif olduğunda (betonarme perde duvar, tuğla duvar, hafif talaş, talaş levhalar gibi) sesin yayılması duvarın kütlesi tarafından engellenecektir.Duvarın birim ağırlığı artarsa , sesin yayılması duvar kalitesi nedeniyle engellenecektir. Ağırlığı arttıkça titreşim zorlaştığından değeri de artar.

Hafif bölme duvarların ve yeterli ses yalıtımını sağlamayan ağır tek katlı masif duvarların olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için duvarlar katmanlar halinde düzenlenebilir. Çok katmanlı duvarlarda ses yalıtımına olumlu etkisi vardır ve aynı zamanda yük taşıyıcıdır, ana kural aralarındaki mesafeyi geniş tutmak, farklı malzemelerden aynı sayıda katmana sahip olmak veya aynı maddi etkinin,farklı kalınlıklarda, ses köprüleri olmadan ve aralarında esnek bağlantılar mümkündür (Karpuzcu, 2012).

Ses yalıtımı için tabakalı duvar sistemi

Katmanlar arasındaki boşluklar esnek ve yumuşak ses yalıtım malzemeleriyle doldurulursa duvarın ses yalıtım işlevi artar. Örneğin; 12,5 cm. Aralarında 50 mm kalınlığında alçı levhalardan oluşur. Boşluklu hafif bir bölme duvarın ses yalıtım değeri 35 dB'dir ancak boşluklar ses yalıtım malzemesi ile doldurulursa değer 45 dB olur. Bu tür elemanların kullanılması durumunda, yer kaybı ve yüzey birim ağırlığının çok düşük olması, daha yüksek bir ses yalıtımı durumuyla sonuçlanır. Çift cidarlı bölme sandviç duvarları, hafif bir çekirdek malzemeden ve her iki tarafta bir kaplamadan oluşur; bu da onları özellikle hafif yapılar için uygun kılar. Bu katmanlar alçı beton, metal ve benzeri malzemelerden yapılabilir. Duvarlarda çok yüksek ses yalıtımı istenildiğinde, tabakalı ağır (taşıyıcı) duvarlar düşünülür. Bu duvarlarda aradaki boşluk ve tabakaların ağırlığı mümkün olduğu kadar çok olmalı, ses yalıtımı hiç kesilmeden sürekli bir biçimde düzenlenmeli ve tabakaların kalınlıkları değişik olmalıdır. Duvar tabakalarının her birinin yüzey birim ağırlığı ve kalınlığı arttıkça da sistemin ses yalıtım değeri de artacaktır(Karpuzcu, 2012).

Tabakalı ağır duvarlar ve ses yalıtımının sürekli uygulanması yoluyla ses geçişinin önlenmesi

Duvarlarda ses yalıtımı yapmak için uygulanan bir sistem de yapım sırasında veya sonradan ilave olarak bir ses yalıtımı yapılıp, bunun her hangi bir kaplama malzemesiyle kaplanmasıdır. Bu biçimde her tür duvar üzerine uygulanan ses yalıtımının yüzü ahşap,

alçı, cam levha, metal gibi farklı türlü malzemelerle kaplanabilmektedir (Karpuzcu, 2012).

1.25.6. Döşemelerde Ses Yalıtımı

Çok katlı yapılarda döşeme vastasıyla ses geçişi, insanları epeyce rahatsız etmekle beraber mahremiyeti bozmaktadır. Zorlayıcı yönetmeliklerin olmamasına karşın, insanların yaşadıkları mekânların konforlu olmalarını sağlamak için döşemelerde ses yalıtımına gerekli olan önem verilmelidir. Döşemelerden geçen ses, hava sesi ve strüktür doğuşlu darbe sesi olarak iki ayrı grupta ele alınmalıdır. Havada yayılan ses, yalnızca hava yardımıyla iletilir ve döşemenin birim yüzey alanına bağlı olarak geçerken, darbe sesi katı cisimlerin içinde oluşan titreşimlerin vasıtasıyla iletilir ve daha etkilidir. Darbe sesinin önlenmesinde döşeme birim yüzeyinin artırılması çok etkili olmadığından dolayı döşemenin kendisinden doğrudan ve yan duvarlardan dolaylı bir şekilde ses geçişi kalınlık ile önlenememektedir (Karpuzcu, 2012).

Darbelere ve havadan gelen seslere karşı koruma söz konusu olduğunda tek katmanlı döşeme yerine "yüzer döşeme" sisteminin kullanılması olumlu sonuçlar doğurabilir. Bu sistemde taşıyıcı zemin ve kaplama birbirinden ayrıldığı için kaplama-zemin kaplama duvarından ses iletimi ortadan kaldırılmıştır.

Yüzer döşemelerin ana kuralı şudur: eğri, yumuşak, esnek yalıtımın ve oldukça sert katmanların üst üste kullanılmasıdır. Yüzer döşemelerde dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biri de yüzer harç duvar bağlantısıdır. Burada sesin duvardan geçmesini önlemek için ses yalıtım malzemesinin kenardan duvara doğru çevrilmesi gerekir (Karpuzcu, 2012).

Daha çok dekoratif amaçlarla yapılan asma tavanlarla da hacim akustiği ve ses yalıtımı konularında başarılı çözüm yollarına ulaşmak olasıdır. Asma tavan sistemindeki olan ara boşluğa ses yalıtım malzemesi konulabilir.

1.26.7. Asma Tavanda Ses Yalıtımı

Fakat burada dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

– Aradaki hava boşluğunun ses köprüsü olmaması için kâfi düzeyde yüksek tutulmalı,

– Asma tavanın taşıyıcı elemanları, yine ses köprüsü gibi çalışmaması için tavana yumuşak bir malzeme vasıtasıyla bağlanmalı,

– Asma tavan panelleri, kâfi düzeyde ses geçirmezliği sağlayacak olan birim yüzey ağırlığına sahip olmalı,

– Asma tavanın yatayda da ses geçişini engelleyecek çareler düşünülmelidir (Karpuzcu, 2012).

1.26.8. Kapı ve Pencerelerde Ses Yalıtımı

Kapı ve pencere doğramalarında ses yalıtımının sağlanmak, yapının diğer elemanlarına göre daha zor olmaktadır. Bu sebeple üzerinde daha önemle durulması gerekir. Çünkü doğramaların birim yüzey alanlarının azlığı ve kolay titreşen plaklar biçiminde olmaları, ayrıca açılır- kapanır olmaları sebebiyle, ses geçirme özellikleri yüksektir. Doğramalarda ses, doğrama ile yapı kabuğu ve kasa-kanat arasındaki derzlerden, doğrama kesitinden ve doğrama içinde yer alan cam malzeme vasıtasıyla geçer.

Doğramaların ses geçirimsizliklerini arttırmak için birim yüzey ağırlıklarını arttırılması, örnek olarak kalın cam kullanmak çoğu zaman kâfi olmamaktadır. Cam kalınlığını 2 katına çıkarmak ses geçirmezlikte fakat 3 dB'lik bir artış sağlamaktadır. Doğramalarda yüksek ses geçirmezlik istendiğinde çift tabakalı sistemler teşkil edilmekte ve sesin doğrama yüzeyine dik açı ile gelmemesini sağlamak için eğik yüzeyler biçiminde tasarlanması elverişli olur. Çift cam sisteminde kâfi düzeyde ses yalıtımının sağlanmak için aşağıda belirtilen konulara dikkat edilmelidir:

–Camlardan biri eğimli olarak düzenlenmeli ve camlar değişik kalılıkta olmalıdır (Karpuzcu, 2012).

Pencerelerde daha iyi bir ses yalıtımı oluşturmak üçlü yüzey oluşturulması

– Cam titreşimlerinin doğrama ve taşıyıcı sisteme geçmesini düşürmek için camlar doğramaya elastik bir malzeme ile oturtulmalıdır.

Aradaki boşluğun ses köprüsü gibi çalışmaması için en az 10 cm. olması gerekir.

Doğrama- doğrama, duvar- doğrama, doğrama- cam bağlantıları iyi yalıtılmalı, arada boşluk bırakılmaması gerekir.

Daha yüksek ses yalıtımı yapmak için çift camlar açılmamalı ve sabit düşünülmelidir.

Yüksek ses geçirmezlik istendiği takdirde üçlü bir yüzey oluşturulmalıdır.

Kapılarda ses yalıtımı için alınacak tedbirler pencerelerde alınan tedbirlere benzemektedir. Kasa-duvar ve Kasa-kanat bağlantıları elastik malzemelerle yapılması, kapı birim ağırlığının arttırılması, kapı altı açıklıklarının ve anahtar deliklerinin kapatılması gereklidir. Konstrüksiyon kapılarda, kapıyı meydana getirilen tabakaların aralarının yalıtım malzemesi ile doldurulması, ses köprüsü oluşmasını da engelleyerek daha iyi bir netice alınmasını sağlar. Daha yüksek ses geçirmezlik istendiği takdirde ise mekân ile gürültü kaynağı arasında bir tampon bölge bırakacak çift kapılı bir çözüme gitmek yararlı olacaktır.

Sonuç olarak gürültü savaşımında izlenmesi gereken yollar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Kaynakta Denetim: Gereksiz gürültü kaynaklarını ortadan kaldırmak, gürültü kaynaklarının gürültü düzeylerini azaltmak ve/ya da gürültünün niteliğini değiştirmek. Bu sebepten dolayı:

– Kaynağın hareket genliğini azaltmak gerekir.

– Kaynağı iç tarafı ses yutucu gereçlerle kaplanmış ağır, katı duvarlar içine hapsetmek gerekir.

– Kaynağı, zemin ile dolaysız bağlantısı kesilecek şekilde titreşim yalıtıcıları üzerine yerleştirmek

– Yüzer döşeme ya da esnek bir döşeme kaplaması oluşturmak

Yolda Denetim: Alıcı ve kaynak arasındaki yolda sesin azaltılmasına yönelik tedbirlerin tamamı

a- Yayılımda Denetim; İlgilenilen yapı bölümünün sınırlarına yani, döşeme, duvar, tavanına kadar alınacak tedbirler

b- Geçmede Denetim; İlgilenilen yapı bölümünün sınırlarında yani, duvarda (dolu kısım, kapı, pencere),tavanda ve döşemede alınacak tedbirler

Bu amaçlara elverişli olarak:

1)Yapı konumunu gürültü azaltımı tedbirlerini en aza indirgeyecek şekilde tasarlamak.

-Yapı ile otoyol arasındaki mesafeyi arttırmak

- Kaynak ile yapı arasına gürültüden daha az etkilenebilecek yapılar yerleştirmek

- Yol kesimlerinden, doğal arazi biçimlerinden veya yapay engellerden yararlanarak akustik gölgeler oluşturmak (Karpuzcu, 2012).

-Yapıları, trafik gürültüsünü yansıma ile artmasına en aza indirgeyecek şekilde tasarlamak

2) Yapı içindeki hacimlerin yerlerini, gürültü azaltımı tedbirlerini en aza indirgeyecek şekilde tasarlamak.

-Belirgin gürültü kaynakları barındıran hacimlerin sessiz kalması gerekli olan hacimlerden kesitte ve planda uzağa yerleştirmek

3) Duvarları geçen kanallar, borular vb. etrafındaki çatlakları, açıklıkları, boşlukları kapatmak.

4) Bölme ögelerinin ses geçiş kaybını arttırmak.

-Var olan bir duvara esnek tespitle ahşap ya da alçı levhalar eklemek

-Var olan duvarın kütlesini arttırmak

-Tek elemanlı duvarı "akustik çift cidar" durumuna getirmek

5) Mevcut döşemenin ses azaltımını arttırmak için

-Alttaki tavana esnek tespitli asma tavan uygulamak gerekir

-Döşemenin üzerini esnek olan gereçlerle kaplamak

6) Katılarda oluşan gürültünün yayılımını azaltmak için yayılım yolu üzerinde kesintiler yapmak gerekir.

7) Hacimdeki ses seviyesini düşürmek için mekâna ses yutucu gereçler eklemek gerekir.

8) Açık planlı büro gibi olan hacimlerde yüksekliği sınırlı bölücü elemanlar kullanması gerekir.

Alıcıda Denetim: Gürültüden etkilenen insanın, kulak tıkacı vb. gibi tedbirlerle gürültüden korunması.

Bu amaçlarla:

1. Alıcıyı, içinde çalışabileceği kısmi bir bölmenin içine yerleştirmek gerekir.

2. Alıcıya kulak koruyucularını kullandırmak gerekir.

Kısacası gürültüye karşı alınabilecek tedbirler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1- Yeşillendirme ve ağaçlandırma

2- Trafik akışının devamlı olması

3- Gürültü perdeleri

4- Egzosların kontrolü

5- Taşıtların hızının kontrolü

6- Korna yasağı

7- Sanayi-konut yerleşim yerlerinin ayrımı

8- Reklam ve eğlence amaçlı gürültü kontrolü yapmak

9- Binalarda ses yalıtımı yapmak

10- Eğitim vermek

11- Gürültüsüz olan toplu taşıma araçlarına öncelik vermek

12- Yapı ve malzemenin akustik bakımdan standardizasyonu sağlaması gerekmektedir (Karpuzcu, 2012).

1.27. Yapılarda Gürültü Sorunu ve Denetimi

Çevre kirliliği sorunu olan gürültü, İnsanların tüm hayatı boyunca etki etmekte ve çeşitli yönlerden istenmeyen olumsuz durumların meydana gelmesine neden olmaktadır. İnsan yaşantı ve eylemlerinin büyük bir bölümü yapıların içinde geçmekte olduğu için, yapılarda kullananlarının rahatını bozan gürültü problemine dikkat edilmeli ve bu soruna çözüm yollarının getirilmesi, yani "gürültü denetimi''yapılması önemli bir özelliktir.

Yapılarda gürültünün belirgin bir sorun olarak oluşmasının esas ana sebeplerine bakılırsa aşagıdakı belirtilen konulara bakmak gerekir.

1.27.1. Doğuş Şekline Göre Gürültü Kaynakları

Yapı dışı gürültüleri (kent gürültüsü),

Yapı içi gürültüleri,

Yapı mimarisi-kentsel yerleşmeler

1.27.1.1. Yapı Dışı Gürültüleri (kent gürültüsü)

Bu gürültüler yapının dış kısmında oluşarak kent gürültüsüne sebep olup açık havada olan insanları etkilemesinin yanında çoğu zaman farklı yönlerden yapı içlerini de etki etmektedirler. Bu gürültiler üç ana gruna ayrılır. Trafik ve Taşımacılık Gürültüsü Sanayi Gürültüsü, Açık Hava Etkinlikleri Gürültüsü gibi gürültü örnekleridir

1.27.1.2. Yapı İçi Gürültüleri

Yapıların İşlevlerine Bağlı Gürültüler: Yapılarda kullanım amaçlarına göre makine, motor, araç, gereç ve benzerlerinin oluşturduğu gürültülerdir.

Yapı Döşemleri ve Teknik Donatıların Gürültüsü: Yapılarda asansör, havalandırma, ısıtma, soğutma gibi donatılardan ve elektrik, pis su-temiz su gibi döşemlerden oluşan gürültüler.

İnsan Gürültüleri: Yapı kullanıcılarının belirli sebeplerle istemli ya da istemsiz olarak çıkarttıkları gürültülerdir. Buna örnek olarak, yüksek düzeyde radyo, TV ve benzeri şeylerin dinlenmesi, bağırıp-çağırma, eşyaları itip-çekme, gibi.

1.28. Gürültü Denetimi

Etkin ve ekonomik bir gürültü denetiminin olması için belirli bir planlamaya ve sisteme göre yapılması gerekmektedir. Gereksiz olan türlü gürültü kaynaklarının oluşturulmasını önlemeye çalışmak gürültü denetiminin temel ilkelerin başında bulunur.

1.28.1. Gürültünün Kaynakta Denetimi

Bu, gürültü çıkartan kaynak ya da kaynakların nitelikleri önemlidir. Yapı içi ve yapı dışı gürültüleri olarak, çevreye türlü şekillerde yayılmadan önlemek ya da azaltmak için ilk kademede önemli olan en etkin ve çoğu kez en ekonomik yoldur.

1.28.2. Gürültünün Kaynakla-Alıcı Denetimi

Gürültü kaynakta azaltılamıyorsa, yeterli değilse veya türlü sebeplerden dolayı kaynakta denetim yapılamazsa bu kez gürültünün yayılma ortamında (havada ya da katılarda), kaynakla alıcı arasında denetiminin yapılması gerekmektedir. Her türlü kaynak için bu denetim biçimi geçerli ve kullanışlı olmayabilir. Bu tür denetimde kaynak ve kaynağın bulunduğu çevrenin (yapı içi - yapı dışı gibi) özelliği mühimdir.

1.28.3. Gürültünün Alıcıda Denetimi

Yukarıdaki söylenen aşamalar yeterli denetim yapılmasını sağlayamazsa ya da hiç bir biçimde gürültünün azaltılması söz konusu değilse, o zaman denetimin alıcıda yapılması gereği doğar. Bu da değişik niteliklerdeki kulak koruyucularının kullanılmasıyla sağlanır (Karpuzcu, 2012)

Denetim yapılırken konuya iki temel açıdan yaklaşılabilir. Bunlardan biricisi teknik olarak kent, mimarlık, mühendislik uygulamaları ıle yapılan denetimdir. İkincisi ise birinci yöntem yetersiz kaldığında yani gereklı koşullar sağlanamadığında yasaklamalar, süre sınırlamaları ve benzer ornekler gibi yönetimle ilgili olan denetimdir.

İlk iki aşama hem yapı içi gürültülerin, hem de yapı dışı gürültülerin denetlenmesi yönünden önemlidir. Gürültü denetiminde eğer dış gürültünün etkisi önemli olursa, o zaman yapı kabuğunun ses geçirmezliği ön planda bulunur. Dış gürültü düzeyi ve yapının işlevine göre bu kabuğun (duvarlar + çatı) niteliği, yani nasıl olması gerektiği belirlenmelidir. Okullar, yeşil alanlar, konut yerleşim alanları, yollar, sanayi bölgeleri, hastaneler ve benzerleri gerekli önlemler alınmışsa ve gürültü yönünden doğru planlanmışsa, kentsel planlama aşamasında yapıların büyük bir çoğunluğunda yapı kabuğu için önlem alınması yani gürültü denetimi gerekmemektedir. Fakat konut alanları ile sanayinin iç içe olması, eski kentlerin plansız büyümesi, insan, taşıt yoğunluğunun artması, yeni yollar açılması nedeniyle kentlerin çoğunda dış gürültü problem olduğundan dolayı günümüzde yapılar için denetim gerekli olmaktadır. Yapı içi gürültülerin yapı ile igili denetiminde, bitişik hacimler arası duvarlar ya da bölmeler ve katlar arası döşemeler, önem taşırlar. Gürültülerin niteliğine, yapıların işlevine, sayılan yapı öğelerinin ses geçirmezliklerinin kâfi düzeyde karşılanması gereklidir (Karpuzcu, 2012).

Yapı içinde titreşim yapan araç-gereç, makine-motor gürültülerinin denetiminde olursa, havada ve de katılarda yayılan seslerin ve titreşimlerin özellikleri ne ise ona göre tedbirler alınmalıdır.

Yapı içi ve yapı dışı gürültülerin dolaylı ya da dolaysız bir şekilde ortaya çıkmasında insan mühim bir rol oynamaktadır. İnsanlar toplumda birbirlerine saygılı bir biçimde yaşamayı öğrendiklerinde ve belirli bir uygarlık düzeyine ulaştıklarında kişilerin sadece kendi istek ya da çıkarları için başkalarını rahatsız eden gürültüler oluşturmayacak, yarar sız ve istenmeyen gürültüler ortaya çıkmayacaktır.

Toplumu radyo, televizyon, basın ve benzerleri gibi türlü iletişim yollarını kullanarak bilgi vermek, eğitmek, uyarmak, türlü kurum ve kuruluşlarca, konunun üzerinde önemle durulmalıdır. Bu konuda yayınlanmış olan yasa ve yönetmelik hükümlerinin sağlıklı bir biçimde uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek önemlıdir (Karpuzcu, 2012).

1.29. Gürültü Kontrolü

‘‘Hoşa gitmeyen, istenmeyen ve rahatsız edici ses’ olarak tanımlanan gürültü, sağlığa zarar verecek seviyede olmasada, rahatsız edici gibi bir özelliği olduğu için, azaltılmalı ya da ortadan kaldırılmalıdır. Gürültünün rahatsız edici olması, 3 temel özelliğinden oluşur.

- Gürültünün cinsi,
- Gürültünün yüksekliği,
- Gürültünün değişkenliği.
- Endüstriyel gürültü, gürültü düzeyinin rahatsız ediciliğinden de önemli sırada yer alan, zararlı düzeyde yüksek olmasından kaynaklanıp bu gürültü çeşidinin azaltılması gerekir. Gürültünün yayıldığı ortamın özelliklerine bakılarak, çalışanların gürültüye maruz kalma sürelerine ve koşullarına dayanılarak, farklı gürültü düzeylerinin sınır değerleri saptanıp gürültünün verdiği zararı engellemek hedeflenmiştir (Karpuzcu, 2012; Özkan vd., 2016; R.G. 2002).

Bu değerler standart değerlerdir. Bazı ülkelerde tüzüklerle ya da kanunlarda yasal zemin kazanmıştır. Endüstriyel alanlarda, bu sınırlara uygun yapılanmaları gerçekleştirmek zorunlu kılınmıştır Gürültü seviyesini belirlenen sınırların altına indirmenin teknik olarak olanaksız olduğu hallerde, çalışanların, değişik yöntemlerle gürültüden korunmaları gerekir. Herhangi bir ses kaynağından yayılan gürültü niteliğine sahip sesleri, kabul

edilebilir seviyeye indirmek, hoşa giden veya daha az rahatsız eden bir başka ses ile maskelemek, akustik özelliğini değiştirmek, etki süresini azaltmak, gibi yöntemler kullanarak zararlı etkilerini kısmen veya tamamen yok etmek için yapılan işlemleri gürültü kontrolü olarak adlandırırız. Getirilecek tedbirlerin, istenilen sınır değerleri sağlaması, diğer standartlar bakımından da kabul edilebilir , uygulanabilir ve ekonomik olması gerekmektedir (Resmi Gazete, 2002). Kısacası Çalışanları gürültünün olumsuz etkilerinden korumak için alınan tüm yapılanmalar ve önlemler, Gürültü Kontrolü olarak belirtilir. Gürültü kontrolü, ana esas l olarak, 3 şekilde gerçekleştirilmektedir.

- Gürültüyü kaynağında azaltılması,
- Gürültüyü, yayılma alanlarında (kaynakla alıcı arasındaki yolda) azaltılması,
- Gürültüyü algılandığı noktada (alıcıda) azaltılması (Şahin, 2003; Laçiner, 2014; Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Temelde, gürültüyü, kaynağında azaltmak en ideal gürültü kontrolüdür. Gürültünün tüm yayılım alanı koruma altına alınması bu şekilde sağlanır. İkinci seçenek ise, gürültünün yayılım alanında azaltılmasıdır. Bu seçeneklerede yeterli derecede etkili olmaması ya da ekonomik açıdan sıkıntılar yaratan durumlarda, kişisel koruyucuların kullanılması gündeme gelerek gürültünün algılandığı noktada azaltılması hedeflenir (Şahin 2003).

Gürültüden teknik korunma yöntemleri Tablo 1.27'de gösterilmiştir.

Tablo 1.27: Gürültüden Teknik Korunma Yöntemleri (Belgin ve Çalışkan, 2004)

1. KAYNAKTA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER	2. ORTAMDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER	3. KİŞİDE ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER
Makineyi Değiştirmek *«Kullanılan makinelerin, **gürültü düzeyi düşük** makineler ile değiştirilmesi»*	***Ses Emici Malzeme Kullanmak*** ***Yansımayı Engellemek*** *«Sesin geçebileceği ve/veya yansıyabileceği **duvar, tavan, taban** gibi yerleri ses emici malzeme ile kaplanmak»*	***Sessiz Bölme İçine Almak*** *«Gürültüye maruz kalan kişinin, sese karşı **iyi izole edilmiş bir bölme** içine alınması»*
İşlemi Değiştirmek *«Gürültü düzeyi yüksek olarak yapılan işlemin, daha **az gürültü gerektiren işlemle** değiştirilmesi»*	***Araya Engel-Bariyer Koymak*** ***Sesin Yayılmasını Engellemek*** *«Gürültü kaynağı ile kişi arasına **gürültüyü önleyici engel** koymak»*	***Maruziyet Süresini Azaltmak*** *«Gürültülü ortamdaki çalışma **süresinin kısaltılması-rotasyon»***
İşleyişi Değiştirmek *«Gürültü çıkartan makinelerin işleyişini yeniden düzenlemek»*	***Mesafeyi Artırmak*** *«Gürültü kaynağı ile kişi arasındaki **mesafeyi** artırmak»*	***İş Programını Değiştirmek***
Ayrı Bölmeye Almak *«Gürültü kaynağının **ayrı bir bölmeye** alınması»*	***Kaynağın Yerini Değiştirmek*** *«Gürültü kaynağının konumunu değiştirmek»*	***KKD Kullanmak*** *«Gürültüye karşı etkin **kişisel koruyucu** kullanmak»*

1.29.1. Kaynakta Gürültü Kontrolü

Kaynakta gürültü kontrolü, temel olarak üç şekilde gerçekleştirilebilir.

- Kaynağın yaydığı ses enerjisinin azaltmak,
- Kaynak ile sesi yayan yüzey arasındaki yalıtımı sağlamak,
- Yüzeyin yaydığı sesi azaltmak (Esen, 2010; Tomas, 2017).

Yukarıda belirtilen 3 kontrol önlemiminin gerçekleştirilebilmesi için, aşağıda belirtilen çeşitli yöntemler kullanılabilir.

- Planlama ve bakım yaparak gürültünün kontrol edilmesi,
- Gürültü kaynağının ses yutucu ve yalıtıcı malzeme ile kaplanması,
- Susturucuların kullanılması,
- Titreşimin yalıtılması,
- Titreşim sönümleyici malzemeler kullanarak titreşen yüzeylerin kaplanması,
- Kapalı hücreler içine gürültü kaynağının alınması,
- Malzeme ve tasarım değişikliğinin gürültünün kaynağında yapılması.
- İşletmenin koşullarının değiştirilmesi,
- Daha az sesin olduğu işletmelerin seçilmesi,
- Gürültü kaynaklarının yanları ve üzerinin kapatılması (Kalelioğlu ve Köse, 2021),
- Mevcut makinelerde, eskiyen parçaların değiştirilmesi ve yağlama işleminin sık yapılması, (Esen, 2010).

Ekipmanların her birinden çevreye yayılan gürültü seviyesi (dBA), formülüyle Eşitlik (1.37)'de hesaplanmıştır.

$$Lpt = Lw + 10 \text{ Log } Q / 4\pi r^2 \qquad (1.37)$$

Lw = Makinelerin Ses Basınç Düzeyi (SBD) değerleri (dBA)

Q= Yerleşim alanının vaziyetine göre seçilen indirgeme faktörü (sesin yayılmasında techizat vb. engeler bulunması sebebiyle alınarak modelleme yapılmıştır.)

r = mesafe (m)

Ekipmanların aynı anda çalıştığı hallerde oluşan toplam gürültü seviyesi, Eşitlik (1.38) ile gösterilmiştir.

Leg = 10 log 1/n Σ10 Lpt / 10 (Esen, 2010). (1.38)

1.29.2. Yayılma Alanında Gürültü Kontrolü

Yayılma alanında gürültü kontrolü, üç şekilde gerçekleştirilebilir.

- Gürültü kaynağının bulunduğu bölgenin ses yalıtıcı malzemeler ile ayrılması,
- Ses bariyerlerinin kullanılması,
- Gürültü yayılma alanının kontrolü.

Ses yalıtıcı malzemeler ile gürültü kaynağının bulunduğu bölgeyi ayırmak: Duvar, taban ve tavan yüzeylere ses yutucu malzemeler yerleştirilmesi.

Ses bariyerlerini kullanmak: Yapısal bir şekilde ses kırıcı bariyer ve duvar uygulamaları ile yapılmaktadır (Şahin, 2003).

Gürültünün yayılma alanlarında (gürültü kaynağı ile alıcı arasında bulunan yolda) azaltılması için belirli önlemlere başvurulmaktadır (Kalelioğlu, 2021).

1.29.3. Aktif Olarak Uygulanan Gürültü Kontrol Yöntemleri

1.29.3.1. Planlama ve Bakım ile Gürültü Kontrolü

Genel olarak en az önem verilen gürültü kontrolü planlama ile gürültü kontrolüdür. Gürültünün, oluştuktan sonra azaltılmasının yerine oluşmadan önce engellenmesi, çok daha kolay ve etkili bir yoldur. Planlama ile gürültü kontrolü, atölye fabrika vb. üretim ortamlarında, tezgâhların, işlemlerin belirlenmesi ve işletme yerleşimi bakımından ileride oluşacak gürültüyü en az seviyeye getirmek üzere alınacak planlamaları ve tedbirleri içermektedir. Bu nedenle işlem ve tezgâhları seçmek, fabrika içi yerleşimin planlanması gerekir. Fabrikada gürültü kaynağı yaratan birimlerin yerlerinin değerlendirilerek, en ideal yerleşim planının oluşturulması gerekir. Bunun yanında gürültü kaynağı olarak davranan makinaların bakım ve onarımlarının yapılmasıda gürültü kontrolü bakımından önemlidir. Buna dayanarak dönen parçaların dengelenmiş olup olmadıkları sık zaman

aralıklarında kontrol etmek, makineların periyodik bakımlarını aksatmamak, gevşeyen parçaları sıkıştırıp, aşınan parçaları anında değiştirmek gerekir (Tomas, 2017).

Alan müsait olduğu takdirde, makinelerin birbirlerine olan mesafelerinin ayarlanması gerekir (Esen, 2010).

1.29.3.2. Ses Yutucu Malzeme İle Gürültü Kontrolü

Oda akustiğinin değiştirilmesi kapalı yerlerde gürültü kontrolünün sağlamasında kullanılan yöntemlerden birisidir. Oda akustiğinin değiştirilmesi ile ilgili gürültü kontrolü, kaynaktan uzak bölgeleri içerir. Kaynağa yakın bölgelerde, bu yöntemle gürültü azaltılması mümkün değildir.

Kapalı bir bölgede oda sabitinin değiştirilmesi, odanın iç yüzeyinin ses yutucu malzeme ile kaplanarak, odanın ses yutma katsayısının artırılması ile sağlanır (Karpuzcu, 2012). Alan müsait olduğu takdirde, makinelerin birbirlerine olan mesafelerinin ayarlanması gerekir (Esen, 2010).

Bu durum sağlanamazsa, yapısal olarak düşük gürültülü bariyerler ve duvarlar kullanılıp duvarlara, tavana ve zemine ses emici malzemeler yerleştirilebilir. Genellikle su geçirmez, hava geçirmez malzemeler ve sert, pürüzsüz malzemeler sesi yansıtırken gözenekli malzemeler (talaş ,cam elyafı,ağaç lifi, mineral yün, vb.) ve yumuşak malzemeler sesi emerler. Gürültü seviyesi fazla olan iş yerlerinin tavan ve duvarlarını bu tip malzemelerle kaplandığında gürültünün fazla kısmı duvarlara hapsolup ses dalgasının süreklilik hali kaybolur. (Elbistanlıoğlu, 1988; Koç, 1997; Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Başka bir yöntem ise gürültü kaynağının bir bölüm içine alınıp uzaktan kumanda ile çalıştırılmasıdır. Eğer bu durum sağlanamıyorsa işçiler ve gürültü kaynağı arasına bir pano veya ekran konulması gerekir (Esen, 2010).

Bütün yapı ve yalıtım malzemeleri sesi belli miktarlarda yutarken ve ısıya dönüştürürken “akustik malzeme” adı verilen bazıları ise yüksek ses yutma niteliğiyle tasarımlanmaktadır. Akustik malzemeler gözenekli yapıya sahip oldukları için ses enerjisi, akuistik malzemelerde ısıya dönüşmekte ve ses dalgaları boşluklarda kolay bir şekilde ilerleyip yayılmaktadır. Malzemeler yeterince kalın ve gözenekli olduğunda ses

dalgası enerjisinin %95'inden fazlası bu yolla tutulmaktadır. Bazı malzemelerin ses yalıtımı aşağıda yazılmıştır (Çınar, 2005; Kalelioğlu ve Köse, 2021).

a) Polietilen esaslı malzemeler darbe seslerini keserek bir amortisör gibi çalışarak 20 dBA civarında ses indirgeme değerine sahip olup üzerlerine gelen sesleri yutarlar.

b) Taşyününden yapılmış malzemelerle ses yalıtımı, taşyünü malzemenin kalınlık değerine göre 2 cm'de 29 dBA, 3 cm'de 37 dBA kadar olmaktadır.

c) Poliüretan esaslı olan malzemeler kullanılarak ses yalıtımları yüzey hacmi arttırılarak yapılıp ve bu malzemelerin ses indirgeme değeri ise 30 dBA'dır. Bunun dışında, önemli bir termoplastik olan polistiren'in farklı amaçlı kullanım alanı olan ve ses izolasyonu değeri hesaplanmış olup 12 kg/m³ yoğunlukları olan polystren 2000 Hz – 3500 Hz frekans aralığında %28değeri kadar ses yalıtımı sağladığı belirtilmiştir.

d) Arazi gibi açık alanların olduğu ortamlarda ise oluşturulmuş olan yapay setlerle (ahşap elemanlı, toprak set ya da bitkilendirme beton elemanlı,) gürültünün azaltılması sağlanabilmektedir. İyi şekilde planlanmış olan uygulamalar ve doğru seçilen bitki türü sayesinde gürültü düzeyinde 16 dBA'a varan bir düşüş sağlanabilmektedir (Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Absorber malzemenin kabarıklıkların bulunduğu, muntazam olmayan bir şekilde yerleştirilmesi düzgün bir yüzey halinde konulması yerine göre daha etkili ve uygun olacaktır. Çalışılan yerin diğer bölümler ve dışarıdan gelen gürültüden etkilememesi için gürültülü atölye ile çalışılan yerin ortak olan duvarları daha çok kalınlaştırılmalı, gerekli görüldüğünde ise absorbe edici malzeme ile kaplanmalıdır (Esen, 2010).

Malzemelerin Ses İletim Kaybı

Gürültü kontrolünde, hücre içine alma, ses bariyerleri kullanımı ve duvarla ayırma gibi yöntemlere göz atmadan önce, ***'Ses İletim Kaybı (Ses Yalıtım Endeksi)'*** kavramını incelenmek gerekir.

Ses iletim kaybı (TL), aşağıdaki Eşitlik (1.39) ile belirtilir.

$$TL = 10.log\frac{W_1}{W_2} \qquad (1.39)$$

TL: Ses yalıtım endeksi (dB)

W_1: Malzeme üzerine gelen toplam ses enerjisi

W_2: İletilen ses enerjisi

Ses İletim Katsayısı (Ses Geçirme Katsayısı) ise, Eşitlik (1.40) ile belirtilir.

$$T = \frac{W_2}{W_1} \quad (1.40)$$

Ses iletim kaybı, ses iletim katsayısı cinsinden, $TL = log.10\frac{1}{T}$ şeklinde belirtilir.

Ses yalıtımı bakımından, bir malzemenin ses iletim katsayısının küçük (dolayısıyla ses iletim kaybının büyük) olması istenilir. Frekansa ve malzemenin yüzey yoğunluğuna (birim alanın kütlesine) bağlı kalarak bir malzemenin ses iletim kaybı, değişmektedir (Çay, 2014).

Duvarlarda Gürültü Yalıtımı

Gürültülü bölgeyi, bir duvarla ayırmak en etkili gürültü kontrol yöntemlerinden biridir. Duvarın diğer tarafındaki ses basınç düzeyi ses iletim kaybı bilinen bir duvarın bir tarafındaki ses basınç düzeyi bilinirse, de hesaplanabilir. Duvarın sağlamış olduğu Gürültü Azalması (NR) Eşitlik (1.41) ile gösterilir

$$NR = Lp_1 - Lp_2 \quad (1.41)$$

NR: Gürültü azalması

Lp_1: Gürültü kaynağının bulunduğu odada duvara yakın bir noktadaki ses basınç düzeyi

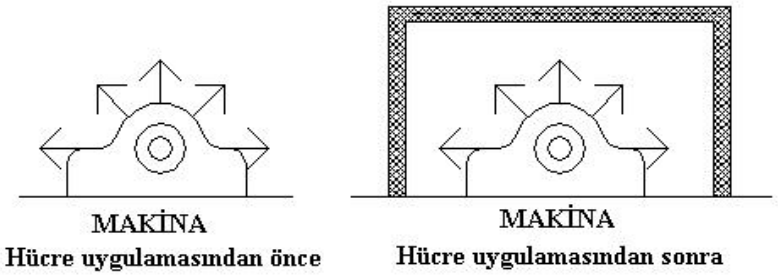
Lp_2: Gürültünün iletildiği odada duvara yakın bir noktadaki ses basınç düzeyi (Çay, 2014).

1.29.3.3. Gürültü Kaynağının Örtülmesiyle Gürültü Kontrolü

Örtme ile gürültü kontrolü, gürültü kaynağının tamamen ya da kısmen örtülerek oluşturduğu gürültünün azaltılması durumudur. Bu amaçla 2 temel uygulama söz konusudur (Tomas, 2017).

- Gürültü kaynağını hücre (odacık) içine alma
- Gürültü kaynağını kısmi hücre içine alma

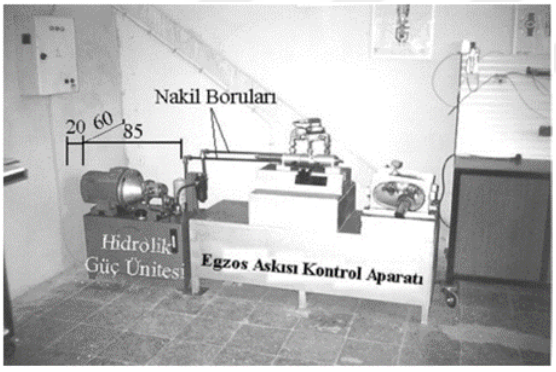
Hücre içine alma, gürültü kaynağının üzerinin tamamen örtülmesi olup ve en etkili gürültü kontrol uygulamasıdır. Bu uygulamada ya tüm makina hücre içine alınır, ya da makinenin ana gürültü kaynağı hücre içine alınır (Tomas, 2017).



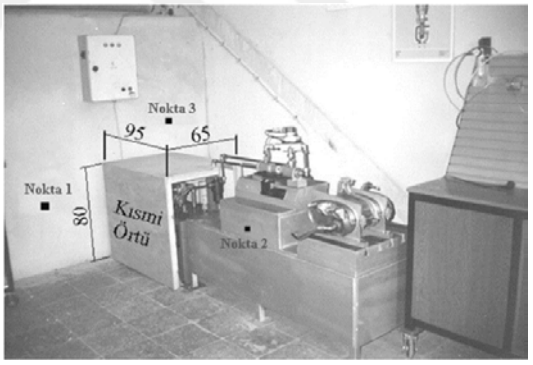
Şekil 1.61: Hücre Uygulaması (Demet, 1986)

Hücre uygulaması Şekil 1.61'de, ses kaynağı örneği Şekil 1.62'de, ses kaynağının örtülmesinin örneği Şekil 1.63'de ve kabin duvarına çarpan sesin elemanları Şekil 1.64'te gösterilmiştir

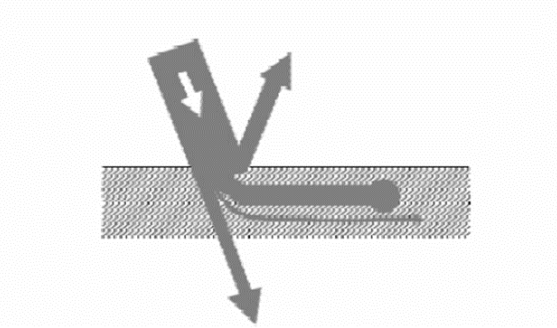
Hücre uygulaması



Şekil 1.62: Ses kaynağı örneği (Esen, 2010)



Şekil 1.63: Ses kaynağının örtülmesinin örneği (Esen, 2010)



Şekil 1.64: Kabin duvarına çarpan sesin elemanları (Esen, 2010).

· Geri yansıyan ses

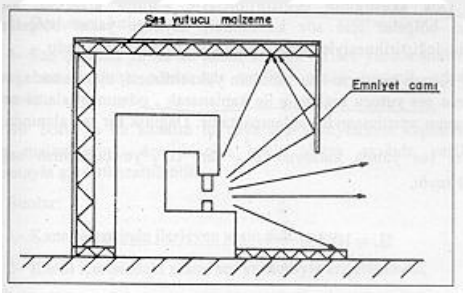
· Yutulan (absorbe edilen) ses

· Gövde sesi olarak nakledilen ses (yapısal gürültü)

· Kabin duvarından geçip dış ortama yayılan ses

Pratikte kütle kanununa göre, kabin duvarında kullanılan tek katmanlı bir ses kesme malzemesinin kütlesi iki katına çıkarıldığında ses kesme etkisinde yaklaşık 6 dB(A) kadar bir artış olur. Bu yaklaşık hesabı veren bağıntı şu şekildedir:
Bu bağıntıda,
m: Ses kesme malzemesinin metrekare başına düşen kütlesi (kg/m2),
ρ: Malzemenin yoğunluğu (kg/m3), c: Ses hızı (m/s)'dir (Esen, 2010).

Kısmi hücre uygulamasında ise, makinaya ulaşmak amacıyla sürekli açık olan bir giriş bölmesi bulunmaktadır. Kısmi hücreler, çok az etkilidirler ve bu nedenle zorunlu olmadıkça kullanılmazlar (Tomas, 2017).



Şekil 1.65: Kısmi hücre uygulaması (Esen, 2010).

Hücre uygulamalarında, büyük hücreler ile 10-40 dB gürültü kaybı sağlanabilmektedir. Bu uygulama, epeyce mühim seviyede gürültü kaybı sağlamasına karşın, hücre içine alınan makinenin kullanımı ve bakım-onarımı bakımından problemlere yol açtığından dolayı, son seçeneklerden biri olarak değerlendirilir. Buna karşın uygulama bazında, pompa, hız testeresi, döküm ocağı, otomatik pres gibi çok farklı gürültü kaynaklarında, gürültü kontrolü için tam hücre yöntemi, genel olarak kullanılır.

Hücre uygulamaları ile genellikle preslerde 20-30 dB, döküm ocakları ve testerelerde 10-15 dB gürültü kaybı sağlanabilmektedir.

Akustik düzenleme

Akustik Düzenleme; Mevcut kapalı bir ortamda yansıma (reveberasyon) süresinin düzenlenmesine denir. Melamin köpüğü, ahşap yünü ve cam yünü, taş yünü, yumuşak poliüretan esaslı köpükler, gibi malzemeler detay çözümlerinde kullanılmaktadır.

Tablo 1.28: Akustik malzemelerin ses yutma katsayısı(Esen, 2010).

Akustik Malzemelerin Ses Yutma Katsayısı						
Malzeme	Frekanslara (Hertz) göre ses yutma katsayısı					
	125	250	500	10000	2000	4000 (Hz.)
Mineral Yünler (camyünü ve taş yünü) (50 mm kalınlıkta)	0,10	0,60	0,90	1,00	1,00	0,95
Poliüretan yumuşak köpük (50 mm kalınlıkta)	0,08	0,27	0,70	1,07	1,05	1,04
Melamin köpük (50 mm kalınlıkta)	0,15	0,27	0,63	0,91	1,03	1,06
Ahşap Yünü	0,50	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90

Ses, bir engelle karşılaştığında, bir ortamda yayılırken üç şekilde davranır. Sesin bir bölümü karşılaştığı engelden yansıyıp, bir bölümü engel tarafından yutulup, kalanı da engelin diğer tarafına geçer. Bu durumlardan dolayı her malzeme bir ses yutma katsayısı (α) na sahiptir. Tablo 1.28'de çeşitli akustik malzemelerin ses yutma katsayılarını gösterilmiştir (Esen, 2010).

Ses yalıtımı

Yapı elemanlarının hafiflemesiyle gelişen teknolojiye paralel olarak gürültü problemleri meydana gelebilmektedir. Bu nedenle yapı elemanlarının ses dalgaları karşısındaki sahip oldukları hareketleri iyi bilmek, sonradan oluşacak masraflı, telafisi zor durumları ortadan kaldırmayı sağlayabilir. Yapı elemanları sayesinde iletilen bu seslerin miktarlarını azaltmak için alınan tedbirlere"Ses Yalıtımı" denir.

Yapı elemanlarında sesin yalıtımı ve iletimi yayılımı iki şekilde olur:

1. Hava doğuşumlu olan sesin bir mekandan diğerine iletilmesinin gerçekleşmesi ile olur.

2.Alıcı mekanda darbe sesi hava doğuşumlu ses gibi yayılması ya da strüktür yoluyla uzak mekanlara taşınarak hava doğuşumlu ses olarak yayılması ile gerçekleşir.

Konut, hastane, okul ve insanların çalıştığı önemli üretim alanlarında yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerlerinin belli sınır değerlerde olması gerekir. Mimari tasarım aşamasında yapı akustiği açısından en doğru seçenek gürültü kontrolünün yapılmasıdır.

Mekanların işlevleri ve bu mekanları etki altına alan gürültü kaynakları göz önünde bulundurulduğunda önceden alınabilecek bazı tedbirler aşağıda belirtilenler gibidir.

• Yapının Konumu

- Yapının demiryolu ve havayolu taşıtlarının gürültülerinden, otoyollardaki trafik gürültüsünün etkisi altında kalmaması için yapıları mümkün olduğu kadar belirtilen yerlere uzak yapmak gerekir.

Seçilen yerleşim merkezleri ile gürültü kaynağı arasına ağaçlar, tepeler veya yapay settler koymak gerekir (Esen, 2010).

- Yansıma oluşturacak bina şekilleri kurmamak (U şeklinde, avlu tipi) -sıcaklık değişimlerini ve var olan rüzgarı dikkate almak.

• Yapı içinde bulunan bölme elemanlarının sahip olduğu ses yalıtımı; - Yapı ögelerinin yoğunluğunu yükseltmek.

- Çift tabakalı duvar uygulaması oluşturmak,

- Camlarda lamine cam ve çift cam uygulaması yapmak.

- Boşluksuz, kalın ver ağır kapılar kullanmak. Kullanılamazsa bu durumda tedbir almak.

- Duvarları delip geçen havalandırma kanallarından, borulardan ve etrafındaki boşluklarda sesin sızmasını engellemek.

- Darbe sesine önlem almak için bu ses karşı yüzer döşeme uygulamaları oluşturmak (taşyünü döşeme detayları ,neopren, polietilen) , esnek tespitli olan asma tavan çeşidi uygulamak (Esen, 2010).

1.29.3.4. Hava Kanallarında Ses Yalıtıcı ve Ses Yutucu Malzeme İle Gürültü Kontrolü

Hava kanallarının ilettiği ya da sebep olduğu gürültünün düşürülmesi maksadıyla çok çeşitli uygulamalar yapılabilir. Isıtma ve havalandırma sistemlerinde özellikle mühim olan hava kanallarında gürültüyü kontrol etmek için kullanılan birtakım yöntemler, aşağıda belirtilmiştir.

- Kanalların iç yüzeylerinde, ses yutucu malzeme kullanılarak bu yüzeylerin kaplanması,

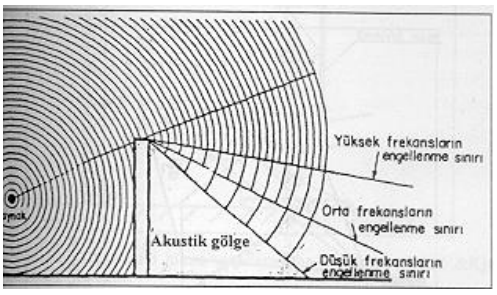
- Kanalları birleştiren dirseklerin iç yüzeylerinin ses yutucu malzeme ile kaplanması,
- Susturucuların kullanılması,
- İki kanal arasına ya da fan çıkışına içi ses yutucu malzeme ile kaplanmış, ***ses azaltma odası*** adında geniş hacimli odacıklar konulması.

Ses yutucu olarak kullanılan gözenekli ve hafif malzemelerle kaplanan kanal yüzeyleri içinde ilerleyen ses dalgaları, bu malzemeler tarafından yutulur. Kalın ve ağır malzemeler kullanılarak yapılan kaplama ile çeperlerin ses iletim kaybı artırılarak, gürültü yalıtımı sağlanır. Malzemenin diğer özelliklerine bağlı kalarak her iki tip malzeme de, farklı boyutlarda titreşim sönümlenmesi sağlayarak kaplandıkları yüzeyin yaydığı sesi azaltır (Karpuzcu, 2012).

1.29.3.5. Bariyerlerle Gürültü Kontrolü

Bariyerler (ses engelleyiciler), alıcı ile gürültü kaynağı arasına yerleştirilen setlerdir. Bariyerler, serbest ses alanlarının bulunduğu yerlerde etkili olup, dağınık sınırlı ses alanlarında hiçbir yararları yoktur (Tomas, 2017).

Bariyerlerle akustik gölge elde edilmesi Şekil 1.66 ‘da gösterilmiştir. Bariyerlerin, ses enerjisinin bir kısmının iletilmesini engellemesi ve akustik gölge adı verilen bir bölge oluşturması söz konusudur. Bariyerler, yüksek ses frekanslarını daha kolay engelleyebilmektedir. Bariyerlerle 10 dB’in üzerinde gürültü kaybı sağlamak zordur. Ulaşılabilecek en yüksek gürültü kaybı değerleri ise, 15-25 dB civarındadır. (Karpuzcu, 2012).



Şekil 1.66: Bariyerlerle akustik gölge elde edilmesi (MagisterSRL,2023).

Bariyerle gürültü kontrolü

Bariyer malzemeleri olan genel olarak, kontrplak, tahta ve beton metal levha, tuğla, cam gibi standart olan yapı malzemeleri kullanılmaktadır (Karpuzcu, 2012). Yüksek ses frekanslarında bariyerlerin etkili olmasından dolayı, yüksek frekanslarda gürültü oluşturan makinaların kısmi hücre içine alınması uygulamalarında pozitif neticeler bulunur. Kısmi hücreler, daha çok pres, perçin makinası gibi kullanım için açık kısımlara ihtiyaç duyan makinalarda kullanılır. Bariyer ve kısmi hücre uygulamalarında dikkate alınması gereken temel kurallar 7 maddede toplanabilir.

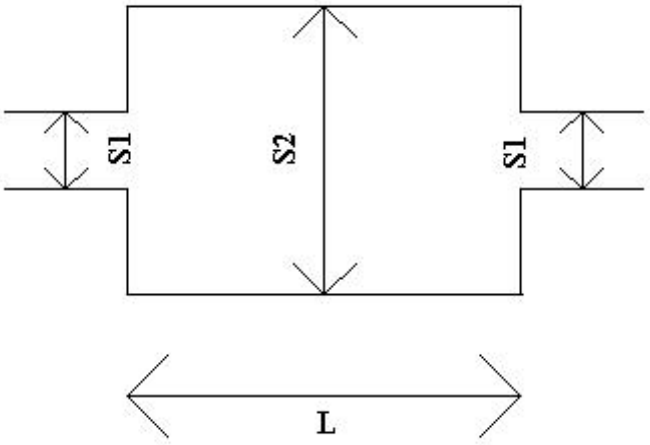
- Bariyerlerin boyutları, kaynağın boyutlarına ve azaltılacak en önemli frekansın dalga boyuna göre çok daha fazla olmalı, (Tomas, 2017)
- Bariyer, kaynağa ya da alıcıya, koşullar elverdiğince yakın olmalı (Tomas, 2017)
- Yankılanma süresi küçüldükçe, bariyerin etki düzeyi artar, (Karpuzcu, 2012),
- Bariyer üzerinde delik ya da benzeri açık bulunan bir bölge bulunmamalı,
- Bariyer, çevredeki yansıtıcı yüzeylerden uzak bir yere yerleştirilmeli ya da kaynağa bakan tarafı, ses yutucu malzeme ile kaplanmış olmalı,
- Eğer mümkünse, bariyer, ses kaynağını ya da alıcıyı çevreleyecek şekilde yerleştirilmeli,

Bariyerler, yüksek frekanslı seslerin baskın olduğu ses kaynaklarının kontrolünde azaltılmasında kullanılmalı (Tomas, 2017; Karpuzcu, 2012).

1.29.3.6. Susturucularla Gürültü Kontrolü

Boru ve kanalların çıkış ağızlarında gürültü düzeyi oldukça yüksektir. Dışarıya açılan boru ve kanalların oluşturdukları gürültünün kontrol edilmesinde ya da boru ve kanalların dışarıya ilettikleri sesin azaltılmasında, filtre elemanı olarak susturucular kullanılır.

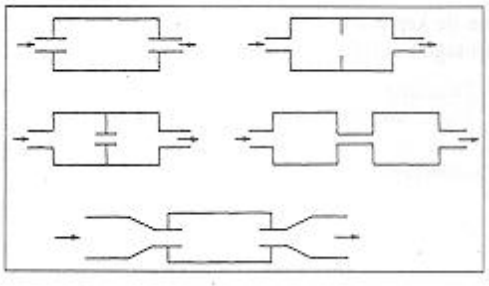
Çok çeşitli susturucu tipleri vardır. En basit susturucu tipi ise, tek genleşme odalı (Şekil 1.1) susturucudur (Karpuzcu, 2012).



Şekil 1.67: Tek genleşme odalı susturucu(Karpuzcu, 2012).

Bir susturucunun girişindeki ses basınç düzeyi ile çıkışındaki ses basınç düzeyinin farkı olarak ifade edilen susturucunun ses iletim kaybı, *düşüş* adı verilen S2/S1 oranına, susturucunun boyuna ve söz konusu sesin frekansına bağlıdır.

Uygulamada, bu tip susturucular, daha çok belirgin bazı frekanslardan oluşan gürültülerin azaltılmasında kullanılır. Özellikleri belirli olan bir susturucu, dar bir frekans bandında etkili olmaktadır. Farklı susturucu tipleri Şekil 1.68'de gösterilmiştir. Farklı özelliklerdeki susturucuların seri olarak bağlanması ile değişik frekans bantlarındaki gürültülerin azaltılması, daha geniş bir spektrumda mümkün olmaktadır (Karpuzcu, 2012).



Şekil 1.68: Farklı susturucu tipleri(Karpuzcu, 2012).

Susturucular boru ve kanalların dış kısımlarında, gaz türbinlerinde, kompresörlerde, fabrika dışındaki egzoz gazları için boru çıkışlarında, ısıtma ve havalandırma sistemlerindeki hava kanallarında, motorlarda, fanlarda vb. kullanılır. Makine hava girişlerinde, vakum pompalarında ve pistonlu makine hava çıkışlarında gürültü kontrolünde yaygın olarak kullanılır.

1.29.4. Algılama Noktasında Gürültü Kontrolü

Sesin kaynakta ve yayıldığı ortamda azaltılamaması durumunda gürültüye maruz kalan kişi üzerinde koruyucu önlemlere başvurulur (Feldman ve Grimes ,1985) Bu tedbirleri şöyle sıralayabiliriz:

1. Gürültüye maruz kalmış kişiyi tecrit etmek,

2. İdari tedbirler kullanarak gürültü kontrolü,

3. Gürültülü yerlerde rotasyonla çalışma veya gürültüye maruz kalma süresini azaltmak

4. Kişisel kulak koruyucuları kullanmak (Şahin, 2003).

Bu yöntemde, gürültü azaltılmamakta, fakat çalışanlar, gürültünün zararlı etkilerinden korunmaktadır. Gürültü kontrolünde alınabilecek önlemlerin bir kısmı mühendislik uygulamalarını bir kısmı ise bir yönetsel önlemleri içerir. Bu seçeneklerden hangisinin uygulanacağı ekonomik kısıtlamalara göre değerlendirilmektedir.

Aktif olarak uygulanan gürültü kontrol yöntemlerinden biride kulak koruyucularıyla gürültü kontrolü dür.

1.29.4.1. Kulak Koruyucularıyla Gürültü Kontrolü

Kulak koruyucularının kullanımı, temel olarak tam bir gürültü kontrol yöntemi olmayıp, genel olarak diğer farklı önlemlerin alınamadığı, ya da diğer tedbirlerin ekonomik ve pratik olmadığı durumlarda, çalışanların işitme mekanizmalarını gürültüden korumak için uygulanan bir yöntemdir (Tomas, 2017).

Gürültünün algılandığı noktada kontrolü, gürültünün azaltılmasından daha fazla insanların gürültüden korunmasını ön plana çıkartır. Bunu gerçekleştirmek içinde kulak koruyucuları kullanılır. Kulak koruyucuları; kulak manşonları, kulak tıkaçları ve kulak koruyucu baretler olarak bilinir (Kalelioğlu ve Köse, 2021).

- Kulak tıkaçları,
- Manşonlar.
- Kulak koruyucu baretler

Kulak tıkaçları, dış kulak kanalının içine giren ya da kanal girişini tıkayan ve cam pamuğu, plastik, kauçuk vb. yumuşak malzemelerden yapılan tıkaçlardır. Bu tıkaçlar, en

az 15 dBA'lık bir gürültü azalması sağlayabilmektedir. Manşonlar, kulak kepçelerini içine alan ve baş üzerinden geçen bir bantla birbirine tutturulmuş iki kısımdan oluşur. Bu kulak koruyucularının dış kısımları sert, iç kısımları ise yumuşak ve ses yutucu malzeme ile kaplanmıştır. Manşonlar, en az 20 dBA'lık bir gürültü azalması sağlayabilmektedir . (Tomas, 2017).

Tıkaç şeklindeki koruyucularla kulağın dış bölgesindeki kulak kanallarını kapatacak şekilde gürültüleri minumum seviyeye indirirken, manşonlu olan kulak koruyucularla ise belirli bir akustik kapatma işlemi sağlamak için de kulak kepçesi de kapatılabilir. 1952 yılında Kanada madenlerinde kullanıldığı söylenen ilk kulak tıkaçları parafin emdirilmiş pamuktan imal edilmiştir, İşitme koruyuculu baretler, başın kemik bölümlerini kapatıp sesin kemik iletimi vasıtasıyla girmesini engellerler. Bu gibi etkenler genelde, gürültünün çok yüksek olduğu hallerde (115 dBA - 120 dBA) kullanılır (Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Plastik köpükten yapılmış ya da cam pamuğundan olan kulak tamponları bireysel gürültüden korunma yöntemlerinden en basit olanıdır. (Şekil 1.69). Kullanılması çok gerekli olmadıkça bireysel korunma yönteminin, geçici bir tedbir olarak düşünülmesi üzerinde durulmuştur (Kalelioğlu ve Köse, 2021).



Şekil 1.69: Kulak tıkaçı.

Gürültü oluşturan kaynağın ulaşım yollarında ve kaynakta gürültüyü azaltmak kolay ya da ekonomik olmazsa, gürültünün limit değerlere azaltılması için kişisel koruyucuları kullanmak gerekir. 100-110 dB arasındaki gürültülü alanlarda kulaklıklar daha etki göstermektedir (Şekil 1.70). Gürültü spektrumu tek tip veya düşük frekansta ve gürültü

seviyesi 80-100 dB arasında olursa kulak tıkaçlarını kullanmak seçimi yapılır. Eğer gürültü 120-125 dB arasında olursa, tıkaçların ve kulaklıkların birarada kullanılması gerekir. (Şekil 1.71) (Kalelioğlu ve Köse, 2021).



Şekil 1.70: Kulak koruyuculu baret.

Gürültü seviyeleri 125 dB'in de üstünde olursa kemik yolu ile birlikte hava yollarınıda koruma altına alan başlıkların tercih edilmesi gerekir. Kulak koruması seçerken, güvenliğine ve erişilebilirliğine, amacına, temizliğine, rahatlığına, dikkat edilip önem verilmesi gerekir (Tonguç, 1992; Kalelioğlu ve Köse, 2021).



Şekil 1.71: Plastik kulak tıkacı ve kulak koruyucu.

Gürültüye karşı alınabilecek diğer bir tedbirde gürültü maruziyet sürelerinin azaltılmasıdır. Daha kısa vardiyalar, çalışma saatleri ve molalar sebebiyle çalışanlar gürültüye daha az maruz kalırlar (Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Gürültülü ortamlarda çalışanlara düzenli bir şekilde sağlık kontrolleri yapılmalı ve kontrollerin sonuçlarına bakılarak gerekli olan işlemlerin yapılması gerekmektedir.

Sabuncu (1998), 90 dBA değerinde 50 dakikalık gürültüye maruz kalan bir kişide 15 dBA – 20 dBA seviyesinde geçici işitme kayıplarının giderilmesine dayanarak çalışanın bu ortamlardan 500 dakika süresince uzak kalması gerektiği ifade edilmiştir. Geçici işitme kaybından kurtulmak için gerekli olan süre, gürültülü bir alanda geçirilen süreden 10 kat daha uzun olup ve gürültü seviyesi ne kadar uzun ise, işitme kaybından kurtulmak için söylenilen kadar uzun süre gerekir. İnsanlarda gürültü farkındalığının oluşturulması gürültünün çevresel boyutta dikkat edilmesi gerekli olan en önemli özelliğidir. İlkokul döneminden itibaren, gürültünün sağlık üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu ve bir tür çevre kirliliği olduğu hakkında farkındalık oluşturması gerekir. (Güler ve Çobanoğlu, 1994; Çınar, 2005; Kalelioğlu ve Köse, 2021).

Tıkaçların ya da manşonların tercih edilmesi, tamamen kişisel seçimlere bağlıdır. Her ikisinin de bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

Kulak tıkaçlarının avantajları:

- Küçüktürler ve taşıma kolaylığı sağlarlar,
- Başka koruyucular (gözlük, başlık vb.) ile birlikte kullanımları kolaydır,
- Sıcak ortamlarda kullanımları, manşonlardan daha rahattır,
- İlk yatırım masrafları, manşonlardan daha düşüktür. Ancak tek kullanımlık tipleri, manşonlardan daha masraflıdır.

Kulak tıkaçlarının dezavantajları:

- Ses azaltma yetenekleri, manşonlardan daha düşüktür,
- Kulağa uygun biçimde yerleştirilmeleri uzun sürer ve uğraş gerektirir,
- Ses azaltma özellikleri, kulağa yerleştirilme şekline bağlı olarak değişir,
- Kulağa yerleştirilmeleri sırasında, kulak kanalına kir kaçmasına ya da kulak kanalının tahriş edilerek enfekte olmasına neden olabilirler,
- Tıkacın takılı olup olmadığı, uzaktan seçilemediği için, koruyucu kullanması gereken kişilerin uzaktan denetimi zordur.

Çeşitli kulak koruyucularının ses azaltma özellikleri, Tablo 1.29'de görülmektedir

Tablo 1.29: Çeşitli Kulak Koruyucularının Ses Azaltma Özellikleri (Çalışkan, 2004).

Kulak Koruyucular	Gürültü Azaltma Derecesi (dB)
Pamuk	5.....16
Parafinli pamuk	20.....35
Cam pamuğu	7,5.....32
Kulak tıkacı	20.....45
Manşon	12.....48

Manşonların avantajları:

- Kulak tıkaçlarına nazaran, daha etkili işlev görürler.
- Uzaktan rahatlıkla görülebildikleri için, koruyucu kullanması gereken kişilerin denetimi kolaydır,
- Kullanıcılar, manşon kullanmaya kolaylıkla alışabilirler, manşonları kulak tıkaçları kadar kolay kaybetmezler.
- Kulak kanalında herhangi bir rahatsızlığa neden olmazlar.

Manşonların dezavantajları:

- Sıcak ortamlarda, kullanıcıyı rahatsız ederler,
- Saklanmaları ve taşınmaları, kulak tıkaçlarına kıyasla daha zordur.
- Başlık, gözlük vb. koruyucularla birarada kullanımları zordur,
- Kulak tıkaçlarına kıyasla daha pahalıdırlar,
- Dar çalışma alanlarında, kafa hareketini sınırlayabildikleri için, kullanımları zordur,
- Kafa üzerinden geçen bandın zamanla esnemesi ile kulaklık kısmı, kulak üzerine yeterli kuvvetle bastıramaz. Bu nedenle beklenen ses azaltma özelliklerini sergileyemezler,
- Ortalama etkileri, kulak tıkaçlarından daha yüksektir. Ancak düşük frekanslı sesler için, kulak tıkaçları daha etkilidir.

Manşonların ve Kulak tıkacılarının birarada kullanımlarını gerektirecek çok yüksek gürültü düzeyinde (115-120 dB_A) çalışma ortamları olabilir. Bu gibi hallerde, toplam ses azalması 50 dB'i geçmez. Bunun nedeni bu düzeye ulaşıldığında, kafatası kemiklerinin titreşimi ile iletilen ses, kulak tarafından iletilen sesten daha baskın olur ve bu durumun, kulak koruyucuları ile önlenebilmesi mümkün olmaz (Çalışkan, 2004; Kalelioğlu ve Köse, 2021).

1.30. Titreşim Maruziyetini Azaltmak İçin Makineler Üzerine Uygulanabilecek Yöntemler

Titreşimin insanları ve çalışma ortamını etkilemesini engelleyebilecek bazı titreşim izolasyon malzemeleri bulunmaktadır. Kullanılan yalıtım malzemelerini seçerken en yüksek verim ve en düşük maliyet ilkeleri amaçlanmalıdır. Elde edilen bağıl yalıtım, titreşim jeneratörünün çalışma frekansının seçilen yalıtım malzemesinin doğal frekansına oranına eşittir, bu da farklı yalıtım malzemeleri kullanılmasının önemli nedenlerinden biridir. İyi yalıtım özellikleri elde etmek için yalıtım malzemesinin doğal frekansı genellikle makinenin titreşim frekansından üç ila beş kat daha düşük olmalıdır. Makinenin ürettiği titreşimler çok fazla değiştirilemediğinden, iyi bir yalıtım elde etmek için yeterince düşük doğal frekansa sahip yalıtım malzemeleri kullanmak iyi bir çözümdür. Yalıtım malzemesi yüklenerek veya deforme olmaya zorlanarak doğal frekans azaltılabilir. Deformasyon ne kadar büyük bir değere sahip olursa doğal frekans ta o kadar küçük bir değere sahip olmaktadır. Tipik olarak makineler tarafından yayılan titreşimleri yalıtır; kullanılan malzemeler arasında mantar, çelik yay izolatörleri, elastomerler (ayak paspasları, keçe ped tabanları, zemin ve tavan askı elemanları, mantar elastomerleri, elastik paneller, elastomer ağır hizmet yalıtım blokları), titreşim sönümleyici kaplama katmanı bulunur. Yalıtım malzemelerinin seçimi için tablolar vardır. Seçilen izolasyon tipi izolasyon yapılacak makinenin frekansına, büyüklüğüne, çalışma durumuna, özelliklerine ve konumuna göre belirlenir. Çelik yay yalıtıcılar elastik deformasyonu en büyük derecede sağlayan en yaygun, en iyi performansın alındığı malzemelerdir. Titreşim kontrolünde kullanılan çelik yay yalıtıcılar, amaçlarına, taşıyacağı yüke, değişik kullanılış yerlerine, makinenin devir sayısına uygun bir şekilde A, B, C, D ve E tipi olmak üzere farklı tiplerde üretilir ve kullanıcılar tarafından listelenen özelliklere göre seçilirler (Zeybek, 2009).

Elastomerler esas olarak orta ve yüksek hızlı ekipmanların titreşim yalıtımında kullanılır. Bu malzeme hafif ve orta hizmet tipi inşaat ekipmanları için daha ekonomiktir. Yüksek frekanslı titreşim üreten birçok dinamik makinede, araç gövde izolasyonunda, yağlar, asitler gibi endüstriyel koşullarda başarıyla kullanılabilir. Neopren malzemeden yapılmışlardır ve bu tür maddelere karşı dayanıklıdırlar.

Yalıtım mantarları, dönen ve ileri geri hareket eden makineların oluşturduğu titreşimlerin çalışma ortamına iletilmesini engeller ve makineların ürettiği titreşimleri ekonomik olarak kabul edilebilir seviyelere düşürür. Yalıtım mantarları farklı kalınlık ve yoğunluklarda olabildiği için geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Yapışkan bant şeklinde çeşitli malzemeler, visko elastik, püskürtülebilen veya spatula ile sürülen macun şeklinde ki malzemeler titreşim söndürücü kaplama olarak kullanılabilir. Bu malzemeler titreşim yayan makine veya cihazın etrafını bir örtü gibi saracak şekilde uygun bir malzeme üzerine tatbik edilmiş olarak veya titreşime uğrayan saç veya levha metaller üzerine uygulanarak kullanılmaktadır. Sayılan metotlara ilaveten darbeli çalışan makinelerde titreşim kontrol yöntemleri bilgi olarak söylenebilir. Düzgün bir şekilde dizayn edilmiş beton temelin yaylar üzerinde asılı yerleştirilmesi ile darbeli çalışan makinelerin çelik yaylarla titreşim kontrolü yapılır. Darbeli çalışan şahmerdan veya pres gibi makinelerin üzerine bağlanacak beton blok, darbe kuvvetinin blokta hasar oluşturmaması için ve darbe yükünün temel bloğuna düzgün bir şekilde dağılması için demir çubuklar kullanılarak ilaveli yapılması gerekir. Şahmerdan veya pres operatörü iyi bir titreşim yalıtımı yapılmış ise çalışma sırasında herhangi bir titreşim hissetmez. Darbeli makinelerde gerçekleştirilen titreşim yalıtım teknikleri nedeniyle çalışan, işyeri ve makine veriminde, artış görülür. Makine temeli ömrü artar, bina ve makine bakım mal oluş fiyatları düşer (Zeybek, 2009).

1.31. Gürültü ve Titreşimi Engellemek İçin Çözümü İçin Yaklaşımlar

Titreşimin bir sonucu olarak üretilen ses gürültü ve titreşim kaynağı olan makinelerden parçalar arasındaki mekanik şoklar ve sürtünme(kesme aletleri, presleme, çekiçleme, çalışan dişliler, huniler, oluklar gibi),dengesiz hareketli parçalar(örn dengesiz rijit rotorlar),büyük yapıların titreşimi(örn havalandırma kanalları, makinelerdeki korumalar, ekipman destek yapıları) yer alır. Cihazların etrafındaki yansıtıcı yüzeyler tarafından ses yükseltilebilir.

Hava dağıtım sistemindeki basınç düşüşleri, borular ve fanlardan geçen hava veya sıvı akışları aerodinamik gürültü kaynakları arasında yer alır, Örnekler şunları içerir: Egzoz valflerinden çıkan buhar, borulardan türbülanslı su akışı, yanmalı motorlar gibi

İşyerinde gürültünün etkin ve verimli bir şekilde kontrol altına almak için alınması gereken önlemler atılması gereken adımlar aşağıda belirtilmiştir.

Ses kaynaklarını tanımlanır: titreşen kaynaklar ve aerodinamik akışı belirlemek gerekir. Gürültünün kaynaktan işçiye giden yolu, her kaynağın ses seviyesini ve aşırı gürültüye göreli katkısı belirlenir ve kaynak buna göre derecelendirilir. Önemli ölçüde gürültü azaltmasını yaratmak için, önce baskın kaynaklar kontrol edilir. Sağlık ve güvenlik mevzuatında tanımlanan kabul edilebilir maruz kalma limitlerini bilmek ve gerekli ses azaltımını ölçmek gerekir. Sesin zayıflama derecesi, çalışma ve üretkenlik kısıtlamaları ve maliyeti göz önünde bulundurarak çözümler belirlenir.

Gürültü maruziyetini nasıl azalır?

Gürültüye maruz kalma, gürültü kaynağını ortadan kaldırmak için, ilk olarak kaynağı daha sessiz bir kaynakla değiştirerek kaynakta gürültüyü azaltma daha sonra sırayla mühendislik değişiklikleri uygulayarak, idari kontroller ve koruyucu ekipman kullanarak gürültü maruziyeti azaltılır.

Gürültüye maruz kalmayı azaltmanın en kaliteli ve iyi yolu, onu tasarım aşamasında yani makine tasarlanırken yaratmaktır. Ekipmanlar için, her zaman gürültü seviyesini kabul edilebilir minimum seviyeye indirecek özellikler seçilmeye çalışılmalıdır. Yeni kurulumlar bakımından, sessiz ekipman seçilmeli, sessiz ekipman almayı tercih eden bir satın alma politikasına sahip olunmalı ve gürültüyü artırabilecek tasarımlardan kaçınılmalıdır.

Tasarım aşamasında gürültü korumasının hesaba katılmadığı kurulu işyerlerinde tercih edilen gürültü kontrol yöntemleri sesin kaynağını veya yolunu etkileyen mühendislik değişiklikleridir Kaynağı kontrol eden çözümlerin, gürültüyü azaltma sırası yolunda gürültüyü kontrol eden çözümlerden daha uygun maliyetli olduğu genelikle kabul edilir. Bunun için örnek olarak aşağıdaki mühendislik çözümlerine bakılmalıdır.

Çalışandaki gürültüyü kontrol eden önlemler olarak idari kontroller (işçinin gürültülü bir alanda çalışması gereken sürenin kısaltılması gibi) ve kişisel koruyucu ekipman (KKD) kullanımı vardır. Gürültünün düzeyine ve türüne bağımlı kalarak; mühendislik kontrolleri, maruz kalan işin türü ve işçi sayısı, her zaman mantıklı ve uygun çözümler olarak kabul görülmeyebilir. İdari kontrol (maruziyet süresinin sınırlandırılması) ve kişisel koruma ekipmanının bir kombinasyonu maruz kalmanın daha masraflı çözümlerin uygulanmasını haksız kıldığı durumlarda düşünülür. Fakat idari tedbirlerin ve KKD kullanımının işçileri korumada tesirli güçlü olmayabilir. (Örn. KKD yanlış kullanılabilir

veya hiç kullanılmayabilir; idari kontrollere uyulmayabilir vb.) Bu durumları unutmamak gerekir. Gürültüye maruz kalmayı kontrol etmek için son çare KKD'nin kullanımı olmalıdır.

Titreşim kaynaklı gürültüyü azaltmak ve titreşimi kaynağında azaltmak için tavsiye edilen mühendislik çözümleri:

Fanın hızını düşürmek, çarpma kuvvetini azaltmak, enerji kaynağının değiştirmek vb. gibi. Mekanik kuvvetler nedeniyle titreşen yüzeyleri (örn. oluklar ve hazneler) bitümastik, plastik, silikon, sert kauçuk ve diğer elastomerik polimerler gibi viskoelastik malzemelerle sönümleme veya kaplamak gerekir. Yüzey, yüzeyin kendisinden bir ila üç kat daha kalın bir malzeme tabakasıyla kaplandığında tek katmanlı sönüm, oluşur. Bu çare ince yapılar için elverişli olup münasiptir.

Sürtünme ve diğer malzemelerden kaynaklı çarpma sebebiyle oluşan hasarı engellemek için, sönümleme malzemesi ekipmanın duvarı ile bir çelik sac veya aşınmaya dayanıklı başka bir malzeme arasına sıkıştırılıp konulabilir. Bu işlem, baskı tabakası işlemi olarak bilinir ve oluklar, besleme hunileri, makine korumaları, konveyörler vb. için münasiptir.

Ayrıca makine korumalarındaki boşlukların en aza indirilmesi ve/veya bunların akustik emici malzeme ile kaplanması, zincir ve dişli tahriklerinin kayış tahrikleriyle değiştirilmesi, metal dişlilerin plastik dişlilerle değiştirilmesi, sessiz bir çalışma sağlayan diş desenlerine sahip dişlilerin kullanılması (örneğin, şerit ve diğer sarmal desenler),metal parçaların plastik olanlarla değiştirilmesi ve motorları daha sessiz olanlarla değiştirmek gerekir.

Aerodinamik kaynaklı gürültüyü azaltmak için kullanılacak mühendislik çözümleri

Gürültü kontrol uzmanları, dengesiz hava veya su akışıyla bağlantılı gürültüyü azaltmak için aşağıdaki mühendislik uygulamalarının uygulanmasını tavsiye etmektedir.

Sıvı hızını en aza indirmek ve boruların çapını artırtırmak

Kavisli kanatlı büyük, düşük hızlı fanlar kullanıp türbülansı en aza indirmek. Fan hızının düşürülmesi ile gürültü azaltma arasındaki ilişkiyi aşağıdaki Tablo 1.30’da gösterilmektedir.

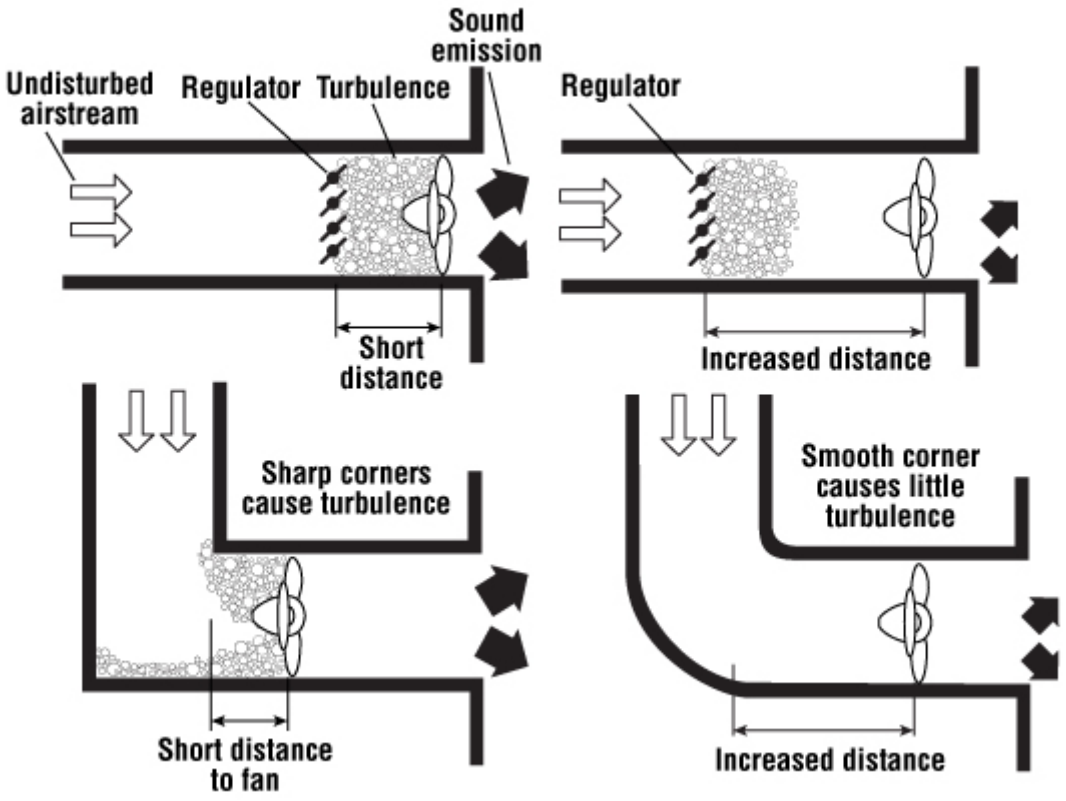
Tablo 1.30: Hızın düşürülmesi ile gürültü azaltma arasındaki ilişki(Sağlık ve Güvenlik Yöneticisi (tarih yok) – Gürültü Kontrolünde En İyi Uygulama)

Hız Azaltma	Gürültü Azaltma dB
%10	2
%20	5
%30	8
%40	11
%50	15

Bir santrifüj fan takarken dirseklerden kaçınılmalıdır.

Gürültüyü artırabilecek ve verimliliği aza indirebilecek fanlar ve cihazlar arasındaki mesafeyi artırılmalıdır. (virajlar, amortisörler)

Türbülanstan nasıl kaçınıldığı Şekil 1.72'de gösterilmiştir.



Şekil 1.72: Türbülanstan nasıl kaçınılır? (CCOHS,2023).

Basit nozullar yerine sessiz sürükleyici nozullar (havayı sessizce çekmek ve nakletmek için tasarlanmış nozullar) seçilmelidir.

Diğer mühendislik kontrolleri:

Muhafaza ve izolasyon

Ses yalıtımı, akustik panjurlar veya sızdırmaz pencere ve kapılar gibi özel akustik özelliklere sahip alanlara veya odalara gürültülü ekipman, kapatılabilir. Odayı inşa etmek için kullanılan malzemelerin gürültü azaltma özelliklerine ses azaltma derecesi bağlı kalır.

Pek çok durumda sadece tek bir makine kapatılır. Tam veya kısmi muhafaza yapılmış olabilir. Kısmi muhafazalar çalıştırma veya bakım için çalışan erişiminin gerekli olduğu durumlarda kısmi yeğlenir. Buna ek olarak, kısmi mahfazalar tarafından ortaya konulan gürültü azaltma, toplam mahfaza tarafından ortaya konulan gürültüden daha düşüktür. Ekipmanın kapatılmasına bir alternatif, olarak çalışanların ayrı bir ortamda bulunması gerekir. İşçiler, ekipmanı izole edilmiş bir odadan uzaktan çalıştırabilir.

Titreşimler yoluyla iletilen sesi azaltmak izolasyon için kullanılır. Ekipman, yayılan yüzeylerden yaylar, mantar, köpük kauçuk ve elastomerik malzemeler gibi malzemelerle izole edilmiştir. Örnek olarak ağır titreşimli makineler, kauçuk eklerle ve izole edici yaylarla desteklenebilir yahut titreşimli borular, yaylarla doldurulmuş braketlerle veya kauçuk izolatörlerle desteklenebilir.

Gürültü kaynağı ile işçi arasına yerleştirilen, ses emici malzemeden yapılmış paneller akustik bariyerler olarak adlandırılır. Paneller elverişli bir şekilde planlanıp dizayn edilmelidir.(Örneğin, yüksek oranda yansıtıcı odalara yerleştirilen paneller, işçiye ulaşan gürültüyü azaltmada her zaman etkili değildir).

Kanallara ve pnömatik egzozlara susturucu montajı

Sıvının geçmesine izin veren ancak sesi yansıtarak veya dağıtarak sesin geçişini kısıtlayan cihazlara susturucu chazlar denir. Emici malzemeler bulunan susturucularda ses yayılımı oluşur. Genleşme kamberleri (araba susturucularında olduğu gibi) veya açıklıkların varlığı sebebiyle yansıtıcı susturucularda ses yayılımı azalır.

Gürültüyü kontrol etmek için başka alınacak genel önlemler:

Düzenli bakım yapılmalıdır. Aşınmış veya gevşek parçalar belirlenmeli ve değiştirilmelidir. Hareketli parçaları yağlamaya ve dönen ekipmanın dengesinin bozulmaması sağlanmalıdır.

Gürültülü süreçler daha sessiz olanlarla değiştirilmelidir. Örnek olarak

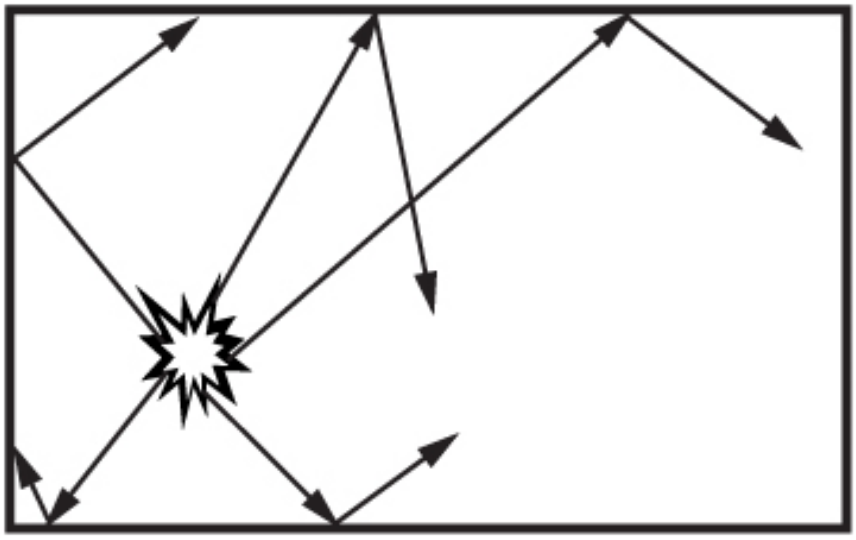
Mekanik olanlar ile pnömatik ejektörler

Presleme ile haddeleme veya dövme

Kaynaklı darbeli perçinleme

Sönümlemeli bıçaklı daire testere bıçakları

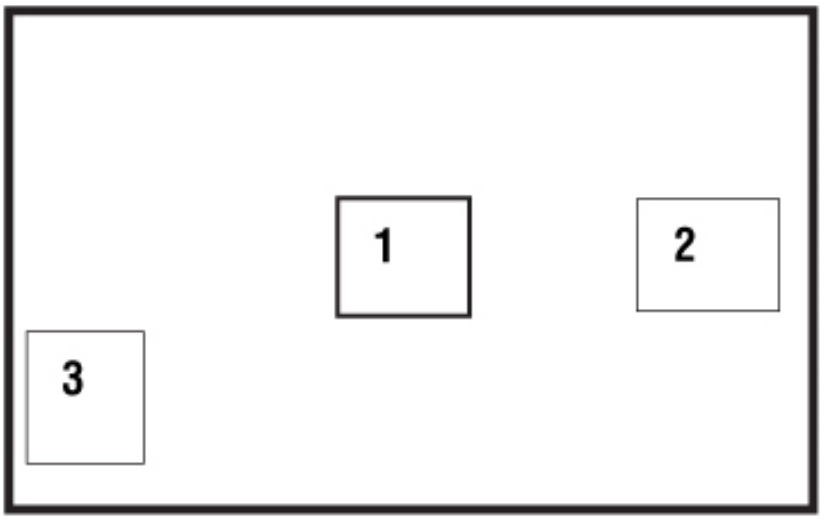
Odadaki ses yankılanmasını azaltmak gerekir. Bir mahfazada üretilen ses sert bir yansıtıcı yüzeye çarptığında yankılanma oluşur. Ses odaya geri yansır ve orijinal kaynağa kendini gösterir. Kaynaktan yankılanan yüzeye olan mesafe ile yankılanmanın gücü azalır. Bazı vaziyetlerde yankılanan ses orijinal sese baskın gelme durumu yaşanabilir. Bu gibi hallerde yansıtıcı yüzeylerin ses emici malzemelerle doldurulması ses seviyesinin azalmasına neden olur. Bir odadaki ses yankılanması Şekil 1.2 'te gösterilmiştir.



Şekil 1.73: Bir odadaki ses yankılanması (CCOHS,2023).

Odadaki ekipman, çok sayıda yansıtıcı inşaya çok yakın olmayacak şekilde düzenlenerek yankılanma azaltılabilir. Yansıtıcı sert yüzeylerin yakınına yerleştirilen bir gürültü kaynağının sahip olduğu ses seviyesi her yüzey için 3 dB artmaktadır. Örnek olarak, bir motor doğrudan zemine, odanın duvarlarından birine yakın yerleştirilirse (motor iki yüzeye yakındır) (Konum 2), ses seviyesi 6 dB artacaktır; aynı motor odanın köşesine

yerleştirilirse (üç yüzeye yakın: iki duvar ve zemin) (Konum 3), ses seviyesi 9 dB artacaktır. Sesin yansıması ve odadaki ekipmanların yerleşimi Şekil 1.3 ‘de gösterilmiştir.



Şekil 1.74: Sesin yansıması ve odadaki ekipmanların yerleşimi (CCOHS,2023).

Ses yayılımını azaltmanın başka bir yöntemi ise, yayılan yüzeyi azaltılmasını sağlamaktır (örneğin, bir transmisyon dişlisini içi dolu bir kutu yerine kafes bir mahfaza ile kaplamaktır (CCOHS,2023).

Gürültüye maruz kalan kişiler iyi ses geçirmez kabinlere yerleştirilmelidir. Gürültülü ortamlarda çalışma saatleri kısaltılmalıdır. Belirli dinlenme süreleri gürültüden kaynaklanan hasarları önleyebilir. Gürültüye karşı önlemleri planlarken dikkate alınması gereken en önemli faktör mazeretlerdir. Çalışanları etkileyen maruz kalma miktarını belirlemek için, çalışanlar tarafından kullanılan kişisel kulak koruyucuların koruyucu etkinliği dikkate alınarak maruz kalma sınırları uygulanır. Günlük gürültü maruziyetinin günden güne önemli ölçüde değiştiği işlerde, riski en aza indirmek için yeterli adımların atılması ve 87 dB(A) maruz kalma sınırının aşılmaması koşuluyla günlük maruz kalma değerleri yerine haftalık maruz kalma değerleri kullanılabilir. Hiçbir durumda çalışanların maruziyeti maruz kalma limitlerini aşmamalıdır. Gürültüye karşı etkili kişisel koruma kullanılmalıdır. Gürültüye maruz kalmaları minimum maruz kalma eylem değerini aşarsa çalışanlara işitme koruyucu ekipman sağlanmalıdır. Çalışanların maksimum maruz kalma eylem değerinde veya üzerinde gürültüye maruz kalması durumunda, çalışanların işitme koruyucu ekipman kullanması sağlanmalı ve denetlenmelidir. İşveren tarafından sağlanan işitme koruyucu ekipmanlar;” (Kır, 2019). “7 Şubat 2013 tarihli Resmi Gazete’de

yayımlanan (28695 Sayılı) İşyerlerinde Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımına İlişkin Yönetmelik ve mevzuata uygun olmalıdır. 29 Kasım 2006 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanımlar Yönetmeliği'nin düzenleme numarası 26361'dir. İlgili risklerin önlenmesine ve kendine ek riskler yaratmamasına uygun yapılmıştır. İşitme ile ilgili riskleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için seçilir. Çalışanlar bunu uygun şekilde korur ve kullanır. Kullananın ergonomik ihtiyaçlara ve sağlık durumuna uygun olur. Gerekli ayarlamalar yapıldığında kullanana tam uyar. Hijyenik şartların gerektirdiği hallerde çalışana husisi olarak sağlanır (Laçiner, 2014).

1.32. Yasal Mevzuat

Maruziyet Eylem Değerleri ve Maruziyet Sınır Değerleri Tablo 1.1'de, Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri Tablo 1.2'de gösterilmektedir.

Tablo 1.31: Maruziyet Eylem Değerleri ve Maruziyet Sınır Değerleri

	(LEX, 8saat)
En düşük gürültü Maruziyet Eylem Değeri	80 dB(A)
En yüksek Maruziyet Eylem Değeri	85 dB(A)
Maruziyet Sınır Değeri	87 dB(A)
*****Maruziyet sınır değerleri değerlendirilirken, çalışanların maruziyetinin tespiti yapıldığında kullanılan Kişisel Koruyucu Donanımın (KKD) koruyucu etkisi de esas alınmalıdır.	
*Kulak koruyucularının etkisi maruziyet eylem değerlerinde dikkate alınmaz.	
*Gürültü maruziyetlerinde, kesin olarak ispat edilmiş günlük olarak sürekli farklılık gösteren yerlerde haftalık gürültü maruziyet değeri kullanılabilir. Bu değer 87 dB(A) yı geçemez.	

Tablo 1.32: Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri (Fişne, 2008).

HSE (Health and Safety Executive – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği	**Düşük maruziyet eylem değerleri:** - Günlük veya haftalık kişisel maruz kalma düzeyi: 80 dB(A) - Peak Ses basıncı seviyesi: 135 dB(C)
	Yüksek maruziyet eylem değerleri: - Günlük veya haftalık kişisel maruz kalma düzeyi: 85 dB(A) - Peak Ses basıncı düzeyi: 137 dB(C)
	Maruziyet sınır değerleri: - Günlük veya haftalık kişisel maruz kalma düzeyi; 87 dB(A) - Peak Ses basıncı seviyesi: 140 dB(C)
OSHA (Occupational Safety and Health Administration – Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)	8 saat maruz kalma değeri: 90 dB(A)
NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health – Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)	8 saat maruz kalma değeri: 85 dB(A)

1.32.1. Avrupa Birliği Gürültü Direktifi

Gürültü kontrolü birçok Avrupa ülkesinde uzun yıllardan beri yoğun bir şekilde çalışılmakta, Avrupa Birliği'nin kurulmasıyla birlikte araştırmalar daha da ileri taşınmış ve evrensel çözümler üretilmeye başlanmıştır. Ancak yerel uygulamalara ve sendikalar ile üye devletlerin gürültü yasalarına rağmen gürültü maruziyeti yüksek olmaya devam ediyor.

Avrupa Birliği, mesleki gürültüye maruz kalma konusunda sınırlamalar getirmek istediği için ilk standartları 1986 yılında uygulamaya koydu. İttifak standartta iki ayrı limit belirlemiştir: günlük gürültüye maruz kalma seviyeleri ve haftalık gürültüye maruz kalma seviyeleri (EU-2003/10/EC) (Fişne, 2008).

Günlük gürültü etkilenim düzeyi 8 saatlik bir iş günü için, anlık darbeli gürültünün de kapsadığı bütün gürültü etkilenim düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması olarak ifade edilmekte (ISO-1999, 1990, TS-2607, 2005) ve Eşitlik (1.42) aracılığıyla hesaplanır.

$$L_{EX,8\,\text{saat}} = L_{\text{Aeq},T_e} + 10\log\left[\frac{T_e}{T_0}\right] \qquad (1.42)$$

Burada

LAeq, Te L: Te süresince etkisinde kalınan eşdeğer sürekli gürültü düzeyi (dBA)

Te: Etkilenim süresi (saat)

T_0: Günlük çalışma süresi (8 saat).

Standart, günlük gürültüye maruz kalma seviyeleri için iki sınır belirler: 85 ve 90 dBA. Günlük gürültüye maruz kalma düzeyi 85 desibeli aşıyorsa işveren gerekli önlemleri almak zorundadır; 90 dBA'yı aşarsa işi durdurmak, gürültünün sebebini bulmak ve çevresel gürültü düzeyini belirlenen sınır değerlerin altına indirmek için gerekli gürültü kontrol çalışmalarını yapmak gerekir. (AB -2003/10/EC, Güney, 2004:Fişne, 2008).

AB, günlük gürültüye maruz kalma seviyelerinde günden güne önemli değişikliklerin tespit edildiği durumlarda günlük gürültüye maruz kalma değerleri yerine haftalık gürültüye maruz kalma değerlerinin kullanılmasını önermektedir. Haftalık gürültüye maruz kalma düzeyi, beş adet 8 saatlik iş gününden oluşan günlük gürültüye maruz kalma düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanır. (ISO-1999, 1990, TS-2607, 2005) ve Eşitlik (1.43) ile hesaplanır (Fişne, 2008).

$$L_{EX,8h} = 10\log\left[\frac{1}{5}\sum_{k=1}^{m} 10^{0.1\,(L_{EX,8\,\text{saat}})_k}\right] \qquad (1.43)$$

Burada;

(LEX, 8 saat)k: k'ıncı günde maruz kalınan günlük eşdeğer gürültü düzeyi (dBA)'dir.

Avrupa Birliği sonrasında yürürlükteki standartta değişiklik yapmıştır.2003 yılında çıkardığı yeni standardın tüm üye ve aday ülkelerde uygulamaya geçirilmesi için Şubat 2006 tarihine kadar süre vermiştir (EU-2003/10/EC). Yeni standartta, Tablo 1.33'den de

görüleceği gibi sınır değerler eskisine nazaran daha aşağı değerlere çekilmiştir (Fişne, 2008).

Tablo 1.33: En yüksek ses basıncına göre günlük gürültü etkilenim düzeyi

Etkilenim Değerleri	**Günlük Gürültü Etkilenim Düzeyi ($L_{EX,\ 8\ saat}$) (dBA)**	**En Yüksek Ses Basıncı (Pa)**
En düşük etkilenim değeri	80	200
En yüksek etkilenim değeri	85	200
Etkilenim sınır değeri	87	112

Avrupa Birliğinin 2003 yılı standardındaki etkilenim sınır değerleri Tablo görü 1.33 ‘de görülmek üzere Avrupa Birliği en düşük etkilenim sınır değerini eskisine göre 5 dB azaltarak 80 dBA olarak saptamıştır. En yüksek etkilenim sınırı ise 87 dBA olarak verilmiştir (Fişne, 2008).

1.32.2. Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik

Maruziyet eylem Değerleri ve maruziyet sınır Değerleri

MADDE 5-(1)Bu yönetmeliğin uygulanması bakımından Maruziyet eylem Değerleri ve maruziyet sınır Değerleri aşağıda verilmiştir.

a) a) En düşük maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 80 dB(A) veya (Ptepe) = 112 Pa [135 dB(C) re. 20 µPa] (20 µPa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer).

b) En yüksek maruziyet eylem değerleri: (LEX, 8saat) = 85 dB(A) veya (Ptepe) = 140 Pa [137 dB(C) re. 20 µPa].

c) Maruziyet sınır değerleri: (LEX, 8saat) = 87 dB(A) veya (Ptepe) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20 µPa].

(2) Maruziyet sınır değerleri uygulanırken, çalışanların maruziyetinin tespitinde, çalışanın kullandığı kişisel kulak koruyucu donanımların koruyucu etkisi de dikkate alınır.

(3) Maruziyet eylem değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmaz.

(4) Günlük gürültü maruziyetinin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin kesin olarak tespit edildiği işlerde, maruziyet sınır değerleri ile maruziyet eylem değerlerinin uygulanmasında günlük gürültü maruziyet düzeyi yerine, haftalık gürültü maruziyet düzeyi kullanılabilir. Bu işlerde;

a) Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi, 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşamaz.

b) Bu işlerle ilgili risklerin en aza indirilmesi için uygun tedbirler alınır.

Maruziyetin belirlenmesi

MADDE 6 – (1) İşveren, çalışanların maruz kaldığı gürültü düzeyini, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde ele alır ve risk değerlendirmesi sonuçlarına göre gereken durumlarda gürültü ölçümleri yaptırarak maruziyeti belirler.

(2) Gürültü ölçümünde kullanılacak yöntem ve cihazlar;

a) Özellikle ölçülecek olan gürültünün niteliği, maruziyet süresi, çevresel faktörler ve ölçüm cihazının nitelikleri dikkate alınarak mevcut şartlara uygun olur.

b) Gürültü maruziyet düzeyi ve ses basıncı gibi parametrelerin tespit edilebilmesi ile 5 inci maddede belirtilen maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerlerinin aşılıp aşılmadığına karar verilebilmesine imkân sağlar.

c) Çalışanın kişisel maruziyetini gösterir.

MADDE 8 – (1) İşveren, risklerin kaynağında kontrol edilebilirliğini ve teknik gelişmeleri dikkate alarak, gürültüye maruziyetten kaynaklanan risklerin kaynağında yok edilmesini veya en aza indirilmesini sağlar ve 8, 9, 10 ve 11 inci maddelere göre hangi tedbirlerin alınacağını belirler.

(2) İşveren, maruziyetin önlenmesi veya azaltılmasında, Kanunun 5 inci maddesinde yer alan risklerden korunma ilkelerine uyar ve özellikle;

a) Gürültüye maruziyetin daha az olduğu başka çalışma yöntemlerinin seçilmesi,

b) Yapılan işe göre mümkün olan en düşük düzeyde gürültü yayan uygun iş ekipmanının seçilmesi,

c) İşyerinin ve çalışılan yerlerin uygun şekilde tasarlanması ve düzenlenmesi,

ç) İş ekipmanını doğru ve güvenli bir şekilde kullanmaları için çalışanlara gerekli bilgi ve eğitimin verilmesi,

d) Gürültünün teknik yollarla azaltılması ve bu amaçla;

1) Hava yoluyla yayılan gürültünün; perdeleme, kapatma, gürültü emici örtüler ve benzeri yöntemlerle azaltılması,

2) Yapı elemanları yoluyla iletilen gürültünün; yalıtım, sönümleme ve benzeri yöntemlerle azaltılması,

e) İşyeri, işyeri sistemleri ve iş ekipmanları için uygun bakım programlarının uygulanması,

f) Gürültünün, iş organizasyonu ile azaltılması ve bu amaçla;

1) Maruziyet süresi ve düzeyinin sınırlandırılması,

2) Yeterli dinlenme aralarıyla çalışma sürelerinin düzenlenmesi,

hususlarını göz önünde bulundurur.

(3) İşyerinde en yüksek maruziyet eylem değerlerinin aşıldığının tespiti halinde, işveren;

a) Bu maddede belirtilen önlemleri de dikkate alarak, gürültüye maruziyeti azaltmak için teknik veya iş organizasyonuna yönelik önlemleri içeren bir eylem planı oluşturur ve uygulamaya koyar.

b) Gürültüye maruz kalınan çalışma yerlerini uygun şekilde işaretler. İşaretlenen alanların sınırlarını belirleyerek teknik olarak mümkün ise bu alanlara girişlerin kontrollü yapılmasını sağlar.

(4) İşveren, çalışanların dinlenmesi için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyinin, bu yerlerin kullanım şartları ve amacına uygun olmasını sağlar.

(5) İşveren, bu Yönetmeliğe göre alınacak tedbirlerin, Kanunun 10 uncu maddesi uyarınca özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanların durumlarına uygun olmasını sağlar.

Ses Yalıtımı Uygulama Süreci ve Yalıtım Kuralları

Hava doğuşlu sesler ve darbe sesleri için sınır değer belirleme yöntemleri

MADDE 15 – (1) Bu Yönetmelikte belirtilen hava doğuşlu ve darbe sesleri için yalıtım sınır değerlerinin belirlenmesi ve uygulanmasındaki süreç EK-7'de yer almaktadır.

(2) Mekanik odalarda ve ses yükseltici sistemlerin kullanıldığı mekanlarda uygulanacak en düşük hava doğuşlu ses yalıtım değeri EK-4 Tablo 4.1'de belirtilen düzeyleri sağlayacak şekilde EK-7'de verilen hesaplama yoluyla belirlenir.

Yalıtım tasarlama, hesaplama ve modelleme yöntemleri

MADDE 16 – (1) İstenilen yalıtımın tasarlanmasında uygulanacak kurallar EK-7'de yer almaktadır.

a) Yapı elemanları ve bileşenlerinin 6 ncı maddeye göre ölçülmüş ses azaltım indeksi R ve darbe sesi basınç düzeyi L_n değerleri spektral düzeyler olarak oktav veya 1/3 oktav bantlarda beyan edilmiş ise yalıtım tasarlama ve hesaplamalarında bu değerler kullanılır.

b) Laboratuvarda yapılmış ölçüm sonuçları bulunmuyorsa; ses azaltım indeksi R ve darbe sesi basınç düzeyi L_n değerleri spektral veya ağırlıklı düzeyler R_w ($C;C_{tr}$) ve $L_{n,w}$ olarak, sesin doğrudan iletimi için literatürde genel kabul görmüş bilimsel yöntemler veya bu yöntemlere dayalı yazılımlar kullanılarak hesaplanabilir.

c) Laboratuvar ölçümleri veya bilimsel yöntemlerle saptanan R ve L_n değerlerine yapı elemanlarının birleşim bölgesi özelliklerine göre gerçekleşen yanal iletimleri de ekleyerek bina içinde ses yayılımını modelleyen TS EN 12354-1, TS EN 12354-2 ve TS EN 12354-3 standartlarının ilgili bölümleri kullanılarak yapı elemanlarının ses yalıtım performansı hesaplanır.

ç) Uygulanacak yapı elemanları akustik projede/mimari akustik raporda liste halinde ses yalıtım detayları ve hesaplanan akustik performans değerleri ile birlikte verilir; uygulama ilkeleri açıklanır.

d) Özel durumlar için gürültü kaynaklarına ve mekanların iç akustik gereklerine bağlı olarak istenen yalıtım değerleri EK-7'de verilen hesaplama yöntemine göre ayrıca hesaplanarak yapı elemanı ve detaylar bu değere göre belirlenir.

(2) Laboratuvar ölçümleri veya hesaplarla belirlenen R_w (C;C_{tr}) ve $L_{n,w}$ performans değerlerinin hesaplama ile $D_{nT,A}$ veya $D_{nT,50}$ ve $L'_{nT,w}$ veya $L'_{nT,50}$ değerlerine dönüştürülmesi için literatürde genel kabul görmüş bilimsel yöntemler kullanılabilir.

Kişisel korunma

MADDE 9 – (1) Gürültüye maruziyetten kaynaklanabilecek riskler, 8 inci maddede belirtilen tedbirler ile önlenemiyor ise işveren;

a) Çalışanın gürültüye maruziyeti 5 inci maddede belirtilen en düşük maruziyet eylem değerlerini aştığında, kulak koruyucu donanımları çalışanların kullanımına hazır halde bulundurur.

b) Çalışanın gürültüye maruziyeti 5 inci maddede belirtilen en yüksek maruziyet eylem değerlerine ulaştığında ya da bu değerleri aştığında, kulak koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmasını sağlar ve denetler.

c) Kulak koruyucu donanımların kullanılmasını sağlamak için her türlü çabayı gösterir ve bu madde gereğince alınan kişisel korunma tedbirlerinin etkinliğini kontrol eder.

(2) İşveren tarafından sağlanan kulak koruyucu donanımlar;

a) 2/7/2013 tarihli ve 28695 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik ve 29/11/2006 tarihli ve

26361 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği hükümlerine uygun olur.

b) İşitme ile ilgili riski ortadan kaldıracak veya en aza indirecek şekilde seçilir.

c) Çalışanlar tarafından doğru kullanılır ve korunur.

ç) Çalışana tam olarak uyar.

d) Hijyenik şartların gerektirdiği durumlarda çalışana özel olarak sağlanır.

El kol ve bütün vücut titreşimi için kullanılan standartlar TS EN ISO 1032+A1, TS ISO 2631-1, TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349-2 dur. Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik kullanılmıştır.

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte belirtilen;

a) Bütün vücut titreşimi: Vücudun tümüne aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşimi,

b) El-kol titreşimi: İnsanda el-kol sistemine aktarıldığında, çalışanın sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşimi,

c) Maruziyet eylem değeri: Aşıldığı durumda, çalışanın titreşime maruziyetinden kaynaklanabilecek risklerin kontrol altına alınmasını gerektiren değeri,

ç) Maruziyet sınır değeri: Çalışanların bu değer üzerinde bir titreşime kesinlikle maruz kalmaması gereken değeri,

İfade eder.

Maruziyet Sınır Değerleri Ve Maruziyet Eylem Değerleri

Maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri

MADDE 5 – (1) Bu Yönetmeliğin uygulanması bakımından, maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri aşağıdaki gibidir.

a) El-kol titreşimi için;

1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s2.

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 2,5 m/s2.

b) Bütün vücut titreşimi için;

1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 1,15 m/s2.

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 0,5 m/s2.

Yapılan modelleme çakışmasında ölçüm yapılan laboratuvarlarda DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması yapılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığından: Binaların gürültüye karşı korunması hakkında yönetmelik kullanılmıştır.

Harici gürültü düzeltme faktörü Tolerans payı KAL u-prog

Harici gürültü seviyesi referansı

Ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi: (R_w, R'_w) R'w + C

Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Dn,Tw

Standart ses seviyesi farkı:

Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi:

Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi: ($L'_{nT,w}$):

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

a) A - ağırlıklı ses basınç düzeyi (dBA): İnsan işitme sisteminin düşük basınçlı seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren ve gürültüden olan etkilenmeyi belirleyen ve gürültü kontrolünde yaygın olarak kullanılan A-ağırlık şebekesi yardımıyla elde edilen tek sayılı bir ses düzeyi birimini,

b) Ağırlıklı darbe sesi yalıtımı iyileştirme indeksi (ΔL_w): 1/3 oktav bantlarda belirlenen darbe sesi yalıtımı iyileştirme indeksi ΔL'nin bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı değerini,

c) Ağırlıklı ses azaltma indeksleri (R_w, R'_w): Yapı elemanlarının yalıtım performanslarını belirtmek üzere elemanın ses azaltım indeks veya görünür ses azaltım indeksi değerlerinden, bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı yalıtım göstergelerini,

ç) Ağırlıklı ses azaltma iyileştirme indeksi (ΔR_w):1/3 oktav bantlarda belirlenen ses azaltma iyileştirme indeksi ΔR'nin, bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı değerini,

d) Ağırlıklı ses yutuculuk kat sayısı (α_w): Ses yutuculuğunun frekansa bağlı değerlerinin, bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı değerini,

e) Ağırlıklı standardize edilmiş cephe düzeyi farkı ($D_{2m,nT,w}$): Cephenin 2 metre önünde mevcut trafik gürültüsü veya özel bir ses verici kaynak yardımıyla ölçülen ses basınç düzeyi ile alıcı odadaki ses basınç düzeyi arasındaki farkın, alıcı odasındaki reverberasyon süresine göre düzeltilmiş değerinden bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı yalıtım göstergesini,

f) Ağırlıklı standardize edilmiş darbe sesi basınç düzeyi ($L'_{nT,w}$): Alan ölçümlerinde alıcı odasında ölçülmüş ve hesaplanmış darbe sesi basınç düzeyinin, alıcı odasının reverberasyon süresine bağlı bir düzeltme terimi kullanılarak azaltılmış spektral değerinden bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı yalıtım göstergesini,

g) Ağırlıklı standardize edilmiş düzey farkı ($D_{nT,w}$):Bitişik iki odadan birisinde bir veya daha fazla ses kaynağı tarafından üretilen hava doğuşlu sesin her iki odada oluşturduğu ses basınç düzeylerinin yer ve zaman ortalamaları arasındaki farkın, alıcı odanın reverberasyon süresine göre düzeltilerek elde edilen spektral değerinden bir referans eğri kullanılarak elde edilen tek sayılı yalıtım göstergesini,

ğ) Akustik: Ses dalgalarının oluşumu, yayılması, ses kaynakları, işitme-algılama-etkilenme, ölçüm, kontrol teknolojileri gibi konuları inceleyen ve uygulama olanaklarını araştıran bilim dalını,

h) Akustik performans belgesi: Bu Yönetmeliğe göre tüm gürültüye karşı hassas binalar veya içindeki bağımsız birimler için yapılacak akustik testler sonucunda akustik performans sınıfını gösteren belgeyi,

ı) Akustik performans sınıfı: Binalarda ve içindeki bağımsız birimlerde iç gürültü düzeylerine, yapı elemanlarının yalıtım değerlerine, tesisat ve servis ekipmanlarından kaynaklanan iç gürültü düzeylerine ve reverberasyon zamanlarına bağlı olarak bir bağımsız birim veya binanın tümü için yapılan değerlendirme ile ortaya konulan; A, B, C, D, E veya F şeklinde ifade edilebilen derecelendirme sistemini (A, en yüksek performansı; F, en düşük performansı gösterir),

i) Akustik proje: Bu Yönetmelik hükümleri kullanılarak hazırlanan akustik proje ve detay çizimlerini, anahtar paftaları, hesap ve/veya ölçüm sonuçlarını, değerlendirme raporlarını içeren proje dökümanlarını,

j) Alıcı odası: Bir ses yalıtımı ölçümünde sesin iletildiği ve alıcı mikrofonların konumlandığı odayı,

k) Arka plan gürültüsü (binalar için): Bir çevrede veya kapalı mekânda incelenen gürültü kaynağı faaliyette değil iken aynı konum ve koşulda ölçülen geriye kalan toplam sesi,

l) Arka plan gürültüsüne göre düzeltme: Bir çevrede veya kapalı mekânda gerçek kaynak değerinin; ölçülmüş toplam değerden arka plan gürültüsünün logaritmik çıkarma işlemiyle bulunması işlemini,

ğğ) Frekans: Saf ton ses dalgasının saniyedeki titreşim sayısını,

Spektrum uyarlama terimleri (C_{tr}, C, C_I, $C_{tr,50\text{-}3150}$, $C_{50\text{-}3150}$, $C_{I,50\text{-}2500}$): Tek sayılı yalıtım göstergelerinin elde edilmesi için belirli bir standart frekans spektrum eğrisi kullanılarak oktav veya 1/3 oktav bantlar için TS EN ISO 717-1 ve TS EN ISO 717-2 standartlarına göre hesaplanan terimleri,

ooo) Standardize edilmiş cephe düzeyi farkı ($D_{2m,nT}$): Cephenin 2 metre önünde mevcut trafik gürültüsü veya özel bir ses verici kaynak yardımıyla ölçülen ses basınç düzeyi ile alıcı odadaki ses basınç düzeyi arasındaki farkın alıcı odasındaki reverberasyon süresine göre düzeltilmiş değerini,

öööö) Standardize edilmiş darbe ses basınç düzeyi (L'_{nT}): Alan ölçümlerinde alıcı odasında ölçülmüş ve hesaplanmış darbe sesi basınç düzeyinin, alıcı odasının reverberasyon süresine bağlı bir düzeltme terimi kullanılarak azaltılmış spektral değerini,

ppp) Standardize edilmiş düzey farkı (D_{nT}): Bitişik iki odadan birisinde bir veya daha fazla ses kaynağı tarafından üretilen hava doğuşlu sesin her iki odada oluşturduğu ses basınç düzeylerinin yer ve zaman ortalamaları arasındaki farkın, alıcı odanın reverberasyon süresine göre düzeltilerek elde edilen spektral değerini,

rrr) Standardize edilmiş eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi ($L_{eq,nT}$): Oktav veya 1/3 oktav bantlarda referans reverberasyon süresi 0.5 s alınarak standardize edilmiş eşdeğer sürekli ses basınç düzeyini (A Ağırlıklı ses düzeyi olarak ölçüldüğü zaman $L_{A,eq,nT}$ olarak adlandırılır)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığından:

MADDE 1 – 31/5/2017 tarihli ve 30082 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliğin 5 inci maddesinin beşinci ve altıncı fıkraları aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

"(5) Ruhsata tabi yapılardan altıncı fıkra haricindekiler için proje müellifi veya akustik uzman tarafından mimari akustik raporu düzenlenir. Akustik rapor, bu Yönetmelikte öngörüldüğü şekilde; mekânların, gürültüye hassasiyet ve gürültülülük yönünden birbirleri ile olan ilişkilerine ve ses iletim yollarına (hava doğuşlu ve darbe sesi) ait analizleri; hedeflenen akustik kalite ve yalıtım sınıfına göre uygulanacak sınır değerleri; bu değerlere ve analizlere göre mimari ve/veya tesisat projelerinde gösterilecek yapı elemanları ve bileşenleri ile noktasal birleşim detaylarını içerir.

(6) Aşağıda sayılan binalar için mimari ve tesisat projelerinden ayrı olarak, akustik uzman tarafından akustik proje hazırlanır ve (b) bendindeki yapılar için akustik performans belgesi düzenlenir.

a) Bir bodrum katı ve çatı arası hariç yediden fazla katlı konutlar, toplam inşaat alanı 2.000 metrekareyi geçen ikiden fazla katlı konut dışı binalar, EK-2 Tablo 2,1'de verilen bina işlevlerinden birden fazlasını içeren binalar, konser ve dinleme salonları gibi özel akustik tasarım gerektiren kullanımları içeren binalar,

b) A veya B akustik performans sınıfını hedefleyen binalar."

MADDE 2 – Aynı Yönetmeliğin 11 inci maddesinin üçüncü fıkrası ile EK-3 Tablo 3.2 ve Tablo 3.4'ün üç numaralı dipnotlarında geçen "10 dB" değeri "14 dB" olarak değiştirilmiştir.

MADDE 3 – Aynı Yönetmeliğin EK-3 Tablo 3.5'i ekteki şekilde değiştirilmiştir.

MADDE 4 – Aynı Yönetmeliğin EK-4'ü ekteki şekilde değiştirilmiştir.

MADDE 5 – Aynı Yönetmeliğe aşağıdaki geçici madde eklenmiştir.

"**GEÇİCİ MADDE 1 –** (1) Bu maddenin yürürlük tarihinden itibaren bir yıl süreyle, bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinin altıncı fıkrasına göre düzenlenmesi gereken akustik proje yerine mimari akustik rapor hazırlanabilir."

Tablo 1.3: Farklı bina tiplerinde kaynak odası döşemelerinde sağlanacak en yüksek darbe sesi düzeyleri (L`nT,w[1]dB)

Bina İşlevi	KOMŞULUK İLİŞKİSİ	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
	Kaynak Odası (üst kat)	A	B	C	D	E	F
KONUT BİNALARI	Bağımsız birim Ortak alan	46	50	54	58	62	66
	Ticari işletme Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
	Aynı bağımsız birime ait mekanlar arası döşemeler	54	58	62	66	70	74
EĞİTİM YAPILARI	Derslik İdari oda Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Özel derslik Spor salonu Oyun alanı (Kreş) Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
	Okuma odası Yatak odası (Kreş)	50	54	58	62	66	70
SAĞLIK TESİSİ / YAŞLI BAKIM EVİ	Hasta odası Muayene odası Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Ameliyathane Laboratuvar	50	54	58	62	66	70
	Teknik Merkez	40	44	48	52	56	60
BÜRO VE İDARİ BİNALAR	Özel oda Açık planlı alan Toplantı odası Dinlenme alanı Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
KONAKLAMA TESİSLERİ	Yatak odası Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Restoran Hizmet destek alanları Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60
YURT BİNASI	Yatakhane Etüd odası Sirkülasyon alanı	46	50	54	58	62	66
	Yemekhane Teknik Merkez, Çatı üstü ekipmanı	40	44	48	52	56	60

[1]14 üncü maddede belirtilen durumlarda $L'_{nT,50} = L'_{nT,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ değeri de kullanılabilmektedir."

"Ek 4 - Binalarda İzin Verilen İç Gürültü Düzeyleri

Tablo 4.1. Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekan içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB

	MEKAN	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}[1]

BİNA İŞLEVİ			ZAMAN DİLİMİ Gece: 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
				A	B	C	D	E	F
Konut Binaları	Yatak Odaları		Gece	26	30	34	38	42	46
	Yaşam Alanları		24 saat	31	35	39	43	47	51
	Mutfaklar		24 saat	31	35	39	43	47	51
Eğitim Tesisleri	Derslikler		Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Özel Derslikler[2]		Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	İdari Odalar		Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Spor Salonu		Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Okuma Odaları		Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Sirkülasyon Alanları[3]		Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Kreşler	Oyun-yemek alanları	Gündüz	36	40	44	48	52	56
		Yatak odaları	Gündüz	26	30	34	38	42	46
Sağlık Tesisleri/ Yaşlı bakım evleri	Özel Hasta Odaları		24 saat	26	30	34	38	42	46
	Çok Yataklı Odalar		24 saat	31	35	39	43	47	51
	Ameliyathaneler		24 saat	31	35	39	43	47	51
	Muayene-Tedavi Odaları		24 saat	31	35	39	43	47	51
	Laboratuvarlar		24 saat	36	40	44	48	52	56
	Sirkülasyon Alanları[3]		24 saat	41	45	49	53	57	61
Büro ve İdari Binalar	Özel Odalar		Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Açık Planlı Alanlar		Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Toplantı Odaları		Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Telekonferans Odaları		Gündüz-Akşam	26	30	34	38	42	46
	Dinlenme Alanları		Gündüz-Akşam	36	40	44	48	52	56
	Sirkülasyon Alanları[3]		Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Mahkeme Salonları		Gündüz	31	35	39	43	47	51
Konaklama Tesisleri	Yatak Odaları		Gece	26	30	34	38	42	46
	Lokantalar		24 saat	41	45	49	53	57	61
	Hizmet Destek Alanları		24 saat	46	50	54	58	62	66

	Sirkülasyon Alanları[3]	24 saat	41	45	49	53	57	61
Yurt Binaları	Yatakhane	Gece	26	30	34	38	42	46
	Etüd odası	Gündüz-Akşam	31	35	39	43	47	51
	Yemekhane	24 saat	41	45	49	53	57	61
	Sirkülasyon Alanları[3]	24 saat	41	45	49	53	57	61

Tablo 4.1-devamı. Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekan içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	ZAMAN DİLİMİ Gece: 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}[1] AKUSTİK PERFORMANS SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
Kültürel Tesisler	Tiyatro-Konferans Salonları-Oditoryum	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Sinema Salonları	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Konser Salonları	24 saat	26	30	34	38	42	46
	Müzeler	Gündüz	36	40	44	48	52	56
	Kütüphaneler	24 saat	31	35	39	43	47	51
	Müzik-TV Stüdyoları	24 saat	21	25	29	33	37	41
	Sirkülasyon Alanları[3]	24 saat	41	45	49	53	57	61
Ticari Tesisler	Mağaza-Dükkan	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Alışveriş Merkezleri (galeri, atrium gibi sirkülasyon alanları)	Gündüz-Akşam	46	50	54	58	62	66
	Süpermarketler	Gündüz-Akşam	46	50	54	58	62	66
	Postane - Genel Bankacılık	Gündüz-Akşam	41	45	49	53	57	61
	Sirkülasyon Alanları[3]	24 saat	41	45	49	53	57	61
Terminaller	Bekleme alanları	24 saat	41	45	49	53	57	61
	Personel Ofis-Dinlenme Odaları	24 saat	36	40	44	48	52	56
Dini Tesisler	İbadet alanları	24 saat	31	35	39	43	47	51
Eğlence/	Lokantalar-Yemek Alanları	24 saat	41	45	49	53	57	61

Spor Tesisleri	Eğlence Yerleri (Canlı müzik olan restoranlar, bar, kafe, gazino, düğün salonu vb.)		Gece	51	55	59	63	67	71
	Spor Tesisleri	Spor Salonları	Gündüz	41	45	49	53	57	61
		Yüzme Havuzu	Gündüz	41	45	49	53	57	61
Sanayi Tesisleri	Laboratuar Alanları		24 saat	46	50	54	58	62	66
	Hassas Montaj veya Ölçüm Alanları		24 saat	41	45	49	53	57	61
	Kontrol Odaları		24 saat	51	55	59	63	67	71
	Personel Ofis-Dinlenme Odaları		24 saat	36	40	44	48	52	56
	Sağlık Odaları		24 saat	31	35	39	43	47	51
	Sirkülasyon Alanları[3]		24 saat	41	45	49	53	57	61

[1]İç gürültü karakteristiği içerisinde ani sesler, alçak frekans bileşenlerine sahip sesler, tekil gürültü olayları ve tonal bileşenler varsa TS 9315 ISO 1996-1'e göre düzeltmeler uygulanarak değerlendirmeler yapılacaktır.
[2]Özel derslik: Müzik odası, dans odası, resim ve el işi dersliği gibi bireysel çalışmaya dayalı derslikleri ifade eder.
[3]Sirkülasyon alanı: Koridorlar, bekleme holü, merdiven holü, antre, girişi holü gibi ortak alanları ifade eder."

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada çeşitli laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği koşullarını değerlendirmek amacıyla yerinde iç ortam ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm standartlarına uygun bir şekilde " İç Ortam gürültü '' ve " İç Ortam titreşim ölçümleri'' yapılmıştır.

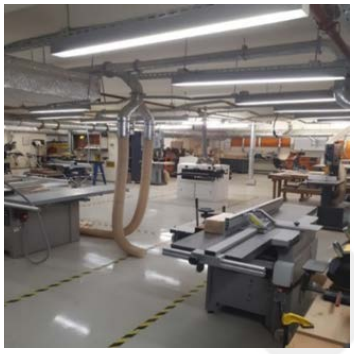
Laboratuvarlarda her ne kadar çalışanlardan kaynaklanan kapı çarpma, müzik, konuşma ve adım sesleri olabilse de deney cihazları ve deneylerde kullanılan malzemelerin ve numunelerin hazırlanmasında kullanılan araçlar temel gürültü kaynaklarını oluşturmaktadır (Deveci, 2004).

2.1. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24

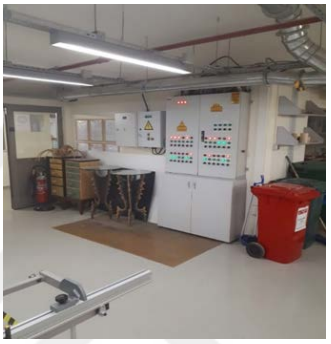
Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) Laboratuvarı öğrencilere tasarımla ilgili her türlü ihtiyacı karşılayabilmekte ve sanayicinin bunun yanında girişimcilerin hizmetine sunarak öğrencilere yeni iş imkânları sunmaktadır .Yaşar Üniversitesi Tasarım ve Araştırma Merkezi'nde 5 tane laboratuvar vardır. Bunlardan birisi de Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesidir. İçerisinde bulunan farklı makinelerle öğrencilerin mukavva, ahşap, kagıt, strofor gibi malzemeleri kullanarak bu cihazlarla nasıl çalışma yapacakları öğretilmekte ve yeni ürünler ortaya çıkarmaya teşvik edilmektedir. Bu laboratuvarda öğrenciler ve hocalar makineleri kullanmaktadır (YÜTAM,2023)

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi'nde 17.03.2023 tarihinde aldığımız ölçümlerde matkap delik delme makinesi, taşlama makinesi, planya makinesi, gönye kesme makinesi, taşlama makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, yatar daire kesim makinesi, dremel gravür makinesi gibi makinelerden her bir makine için birer dk. lık iç ortam gürültü değerleri ve ikişer dk.lık günlük kişisel gürültü maruziyet (Görev tabanlı) ölçüm değerleri hesaplanmıştır. Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'de 14.12.2022 tarihinde alınan 30 sn.lik ölçümlerde içinde daire testere, planya, zımpara makinesi, daire zımpara, freze

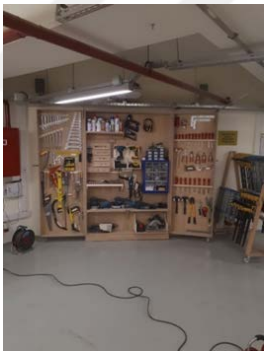
makinesi ve gönye kesme makinesi gibi cihazlardan her bir cihaz için iç ortam gürültü değerleri farklı bir gürültü ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür . Şekil 2.1‘de Ahşap atölyesi, Ahşap Atölyesi B 24 Giriş kapısı Şekil 2.2’de, Ahşap Atölyesi B 24 orta kısım tezğah Şekil 2.3.’de,Ahşap Atölyesi Şekil 2.4.’de, Ahşap Atölyesi B 24 yapılan çalışma örneği Şekil 2.5’te, Ahşap Atölyesi B 24 giriş holü Şekil 2.6.’da, Ahşap Atölyesi B 24 orta hol Şekil 2.7.’de, Ahşap Atölyesi B 24 hol Şekil 2.8.’de, Ahşap Atölyesi B24 asansör odası Şekil 2.9.’da , Ahşap Atölyesi B 24 giriş kapısı Şekil 2.10‘da, Ahşap Atölyesi B24 giriş orta bölme Şekil 2.11’de gösterilmiştir.



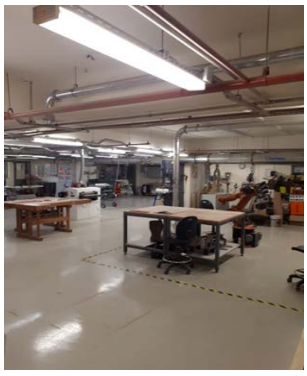
Şekil 2.4: Ahşap Atölyesi



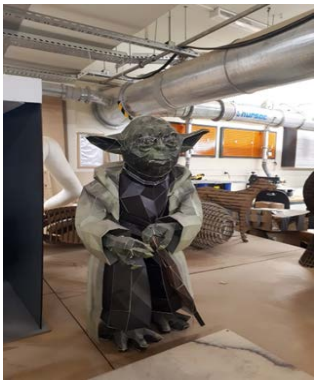
Şekil 2.5: Ahşap Atölyesi B24 Giriş kapısı



Şekil 2.6. Ahşap Atölyesi B24 orta kısım tezgah



Şekil 2.7: Ahşap Atölyesi B24



Şekil 2.8: Ahşap Atölyesi B24 yapılan çalışma örneği



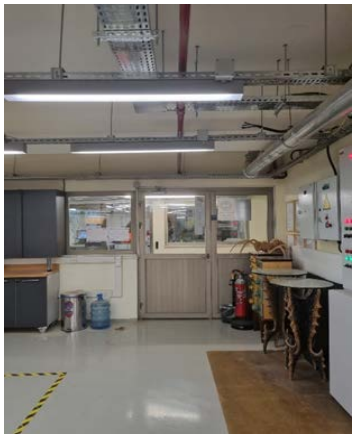


Şekil 2.9: Ahşap Atölyesi B 24 giriş holü **Şekil 2.10:** Ahşap Atölyesi B 24 orta hol





Şekil 2.11: Ahşap Atölyesi B 24 hol **Şekil 2.12.** Ahşap Atölyesi B 24 asansör odası



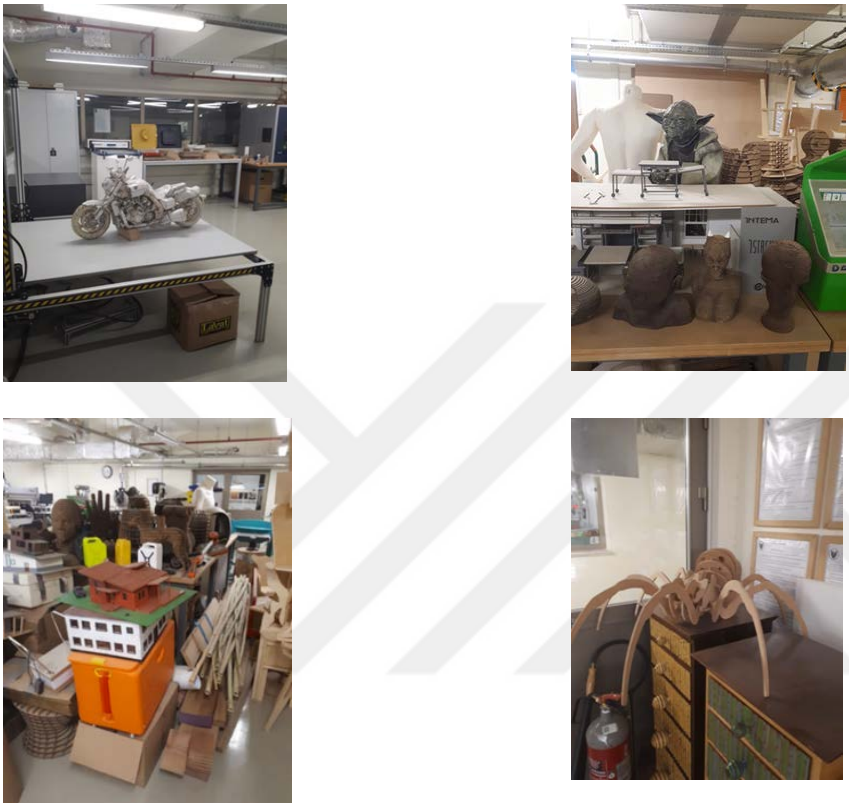


Şekil 2.13: Ahşap Atölyesi B24 giriş kapısı **Şekil 2.14:** Ahşap Atölyesi B24 giriş orta bölme

Yapılan Çalışmalar

Öğrenciler hocanın eşliğinde üsteki makineleri kullanarak kâğıt, mukavva, ahşap ve kil maddeleriyle çeşitli ürünler ortaya çıkartmaktadır. Ahşap Atölyesi'nde yapılan kağıt tahta calışmalar ve Ahşap Atölyesi B 24 ahşap örümcek Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

Örnekler



Şekil 2.15. Ahşap Atölyesi'nde yapılan kağıt tahta calışmalar ve Ahşap Atölyesi B24 ahşap örümcek

2.2. Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesinde 17.03.2023 tarihinde gürültü maruziyetinin 2 dk.lık ölçümlerde gürültü ve 1 dk'lık ölçümlerde titreşim değerlerinin ölçüldüğü makineler

2.2.1. Ölçüm Yapılan Makineler

Matkap Delik Delme Makinesi

Matkap delik delme makinesi genellikle bir sütun üzerine oturtulmuş gövde, sütun üzerinde bulunan hareketli bir sehpa ve alt tabandan oluşur. Gövdenin üzerinde bir

elektrik motoru ve bu motordan dönme hareketini matkap miline aktaran kayış kasnak sistemi bulunur.

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Siteler bölgesindeki mobilya imalatında kullanılan makineler ile polyester (cila, boya, lake) sektöründe yangın ve patlama riskleri bazlı programlı teftiş genel değerlendirme raporu, ÇSGB, 2012 (Değer, 2015).



Şekil 2.16. Matkap Delik Delme makinesi



Şekil 2.17. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm metodu



Şekil 2.18. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Matkap Delik Delme makinesi Şekil 2.19'te, kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.20'de , iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.21'te gösterilmiştir.

Taşlama Makinesi

Taşlama bir "talaş kaldırma" yöntemidir. Malzemenin yüzeyinden aşındırma yoluyla talaşların çıkarılmasıyla gerçekleştirilir. Taşlama, talaşları iş parçasının yüzeyinden çıkarmak için farklı formlarda sert aşındırıcılar kullanır. Taşlama işlemini gerçekleştiren makineye de öğütücü denir. Taşlama makineleri, ürünlerin yüzey kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Malzemenin yüzeyi bir öğütücü kullanılarak düzeltilir. Öğütücülerde kullanılan kesme taşları öğütücü üzerinde çok yüksek hızlarda dönmektedir. Bu kesme taşları iş parçasıyla temas ettiğinde talaşları giderir. Amaç yüzeyin pürüzsüz hale getirilmesi ve yüzey kalitesinin arttırılmasıdır. Bunun üretim sürecinin son adımı olduğu söylenebilir.



Şekil 2.16. Taşlama makinesi



Şekil 2.17. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm



Şekil 2.18. İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

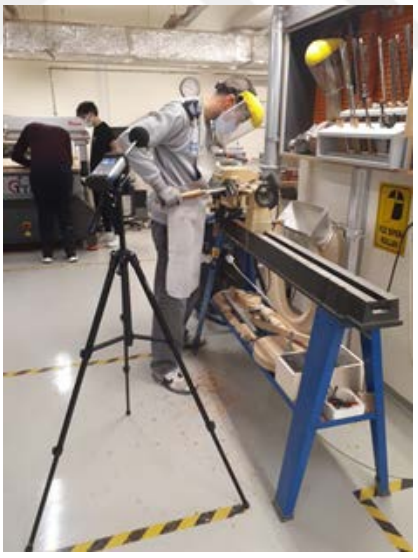
Taşlama makinesi Şekil 2.16'da , Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.17'de, İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.18'de gösterilmiştir.

Torna Makinesi

Ağaç işleme tornası, ahşap parçaları silindirik, konik veya çeşitli dairesel şekillerde işlemek için kullanılan bir ağaç işleme makinesidir. Torna kullanırken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.



Şekil 2.19. Torna makinesi



Şekil 2.20. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm

Torna makinesi Şekil 2.19'da, Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.20'de gösterilmiştir.

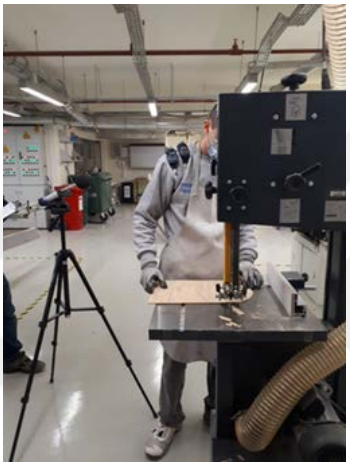
Şerit Testere

Şerit testere makineleri, özel olarak eğrisel/kavisli işlenecek parçaların ve masif parçaların kesilmesinde, açılı-dairesel, kama kesimi, kalas ve parçaların boylarını, genişlik ve kalınlıklarını istenilen ölçülerde kesilmesi işlerinde, kertmeli iş parçalarının resimlendirilmesi, bunun dışında ilaveten lamba, zıvana açma, kiniş, kanal, kordon gibi çok farklı amaçlarda kullanılan makinelerdir.

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Siteler bölgesindeki mobilya imalatında kullanılan makineler ile polyester (cila, boya, lake) sektöründe yangın ve patlama riskleri bazlı programlı teftiş genel değerlendirme raporu (ÇSGB, 2012)



Şekil 2.21: Şerit testere makinesi



Şekil 2.22: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm



Şekil 2.23: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Şerit testere makinesi Şekil 2.21'de, kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.22'de, iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.23'te gösterilmiştir.

Titreşim Zımpara Makinesi

Dikdörtgen zımparalama tabanına sahip olan ince finisaj zımparasına denir. Büyük yüzeylerin ince finisajı için elverişlilidir. Komple boya ya da vernik yüzeyleri zımparalamak gerekmiyorsa bu zımpara kullanılır.



Şekil 2.24: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ve iç ortam gürültü ölçüm metodu



Şekil 2.25: Titreşim Zımpara makinesi

Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ve iç ortam gürültü ölçüm metodu Şekil 2.24'te, Titreşim Zımpara makinesi Şekil 2.25'te gösterilmiştir.

Dremel Gravür

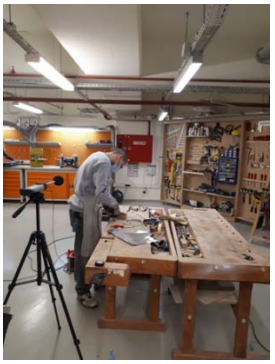
Diğer isimleri ise el frezeleme veya el taşlamasıdır. Zanaatkarlar ve ustalar tarafından daha çok tercih edilen dremel, oyma, temizleme, gravür, zımparalama, cilalama veya bileme gibi çeşitli işlemleri gerçekleştirebilen bir araçtır. Başarılı çalışma, farklı çalışma seviyelerine uyacak şekilde ayarlanabilen ve kullanılacak nesneye bağlı olarak farklı kafa seçeneklerine sahip olan dremel'e atfediliyor. Dremel el aletleri, gümüş parlatma, denim yaşlandırma ve tezgah üstü zımparalama gibi çeşitli işlemleri kolaylıkla gerçekleştirebilir. Dijital hız kontrolü sağlanarak istenilen birçok işlem ancak yüzeye temas halindeyken ve hafif basınç yön belirlediğinde yapılabilmektedir. İş yapmak istediğinizde öncelikle hangi unvanı kullanmanız gerektiğini bilmeniz gerekir.



Şekil 2.26:. Dremel Gravür makinesi



Şekil 2.27: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm



Şekil2.28: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Dremel Gravür makinesi Şekil 2.26'da, Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.27'de, İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.28'de gösterilmiştir.

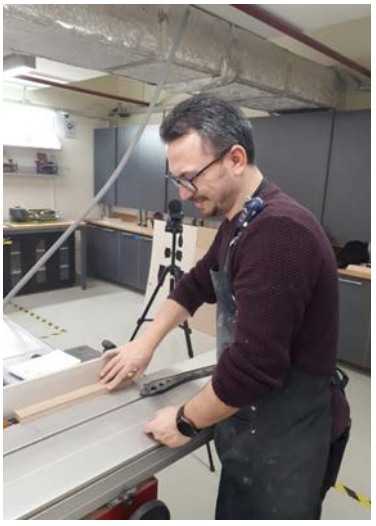
Daire Testere Makinesi

Daire testere makinası levhaların (sunta, kontrplak, MDF, HDF, masif levhalar vb.) uzunluğunu, kalınlığını ve genişliğini istenilen açı ve ebatlarda pürüzsüz bir yüzeyle keser; farklı levha ve masaların boyutlarını belirler; diğerlerinin yanı sıra aynı zamanda en önemli ağaç işleme makinelerinden biridir ve zıvana, ışık, halat, şev ve kanal, açıklık gibi birçok farklı amaç için kullanılır. Tek motorlu daire testereler özellikle kaba işleme için uygundur. İki motor olması durumunda, ilk motor ana parçalama testeresini tahrik eder. İkinci motor, panel yüzeyine önceden yapıştırılmış kaplamaların (doğal ahşap kaplama, melamin, laminat vb.) hassas şekilde boyutlandırılması için bir kazıyıcı görevi görür.

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Siteler bölgesi mobilya imalatı ve polyester (vernik, boya, cila) sanayilerinde kullanılan makinelerin yangın ve patlama riskine göre planlı denetimlerinin genel olarak değerlendirilmesine ilişkin rapor (ÇSGB, 2012).



Şekil 2.29: Daire testere makinesi



Şekil2.30: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm



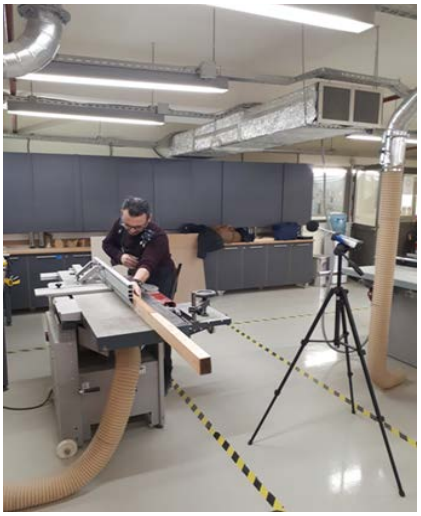
Şekil 2.31: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Daire testere makinesi Şekil 2.29'da, kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.30'da ve iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.31'de gösterilmiştir.

Planya

Planya, birbirine dik veya gerekli açıda olan iki bitişik yüzeyi planyalamak ve iş parçasının yüzeyini planyalama yoluyla düzeltmek için kullanılan bir makinedir (Rey ve Morillas, 2016).

.

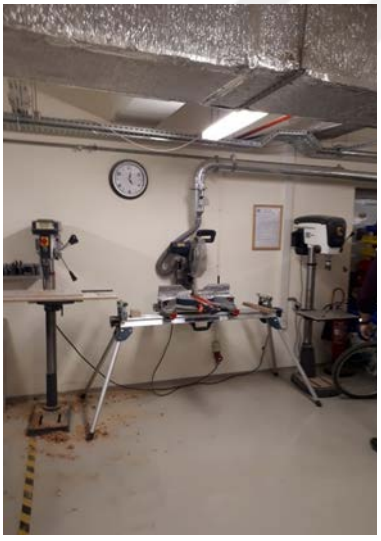


Şekil 2.32: Kişisel gürültü maruziyeti ve iç ortam gürültü ölçümü metodu

Kişisel gürültü maruziyeti ve iç ortam gürültü ölçümü metodu Şekil 2.32'de gösterilmiştir.

Gönye Kesme Makinesi

Gönye kutusu, her türlü ahşapta hassas kesitler oluşturmayı mümkün kılan ve istenilen nesneye geometrik şekil verilmesini kolaylaştıran bir araçtır. Teknik çizimin gerekli olduğu alanlarda da kullanılır. Gönye kesme makinesı özellikle imalat sanayinde sıklıkla kullanılan çalışma makinalarından biridir. Bu makineler genellikle iki farklı modelde gelir. Birincisi sabit testere, ikincisi ise mobil testeredir. Sabit gönye testere kullanıldığında, kesme işlemi için malzemenin testereye taşınması gerekir. Çünkü eğim açısı sabittir. Geniş ve uzun malzemeler için çoğunlukla sabit gönye testereler kullanılır. Mobil gönye testere modellerinde testere malzemenin üzerine indirilir ve bu şekilde kesme işlemi gerçekleştirilir. Gönye testereler çeşitli malzemeleri kesebilir. Bu kesimlerin yapılması farklı bıçakların kullanılmasını gerektirir. Ahşap, metal, alçıpan veya plastik gibi malzemeleri kesebilir.



Şekil 2.33: Gönye kesme makinesi



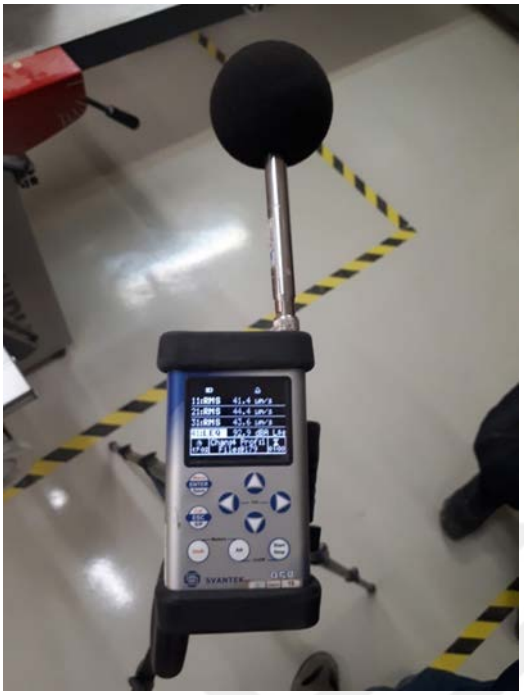
Şekil 2.34: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm



Şekil 2.35: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Gönye kesme makinesi Şekil 2.33'te, kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.34'te ve iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.35'te gösterilmiştir.

Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24'de Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazı



Şekil 2.36: Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı



Şekil 2.37: Cel 253

Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı Şekil 2.36'da ve Cel 253 gürültü dozimetresi Şekil 2.37'de gösterilmiştir.

2.3. Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24'de Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazının Özellikleri

Cihaz tipi: Svan 958A

Seri No: 34544

Dâhili yazılım sürümü: 3.19.1

Dosya sistemi sürümü: 3.19

Svan 958A 4 Kanallı Gürültü ve Titreşim cihazı, tip 1 gürültü ve titreşim ölçümlerini 3 eksende ve eş zamanlı yapabilme özelliğine sahiptir. Sahip olduğu oldukça geniş bantta (20kHz-band) gürültü ve titreşim ölçümü yapabilme kabiliyeti ile de eş zamanlı tip 1 (class 1) gürültü ve 3 eksenli (tri-axial) titreşim ölçümü gerektiren uygulamaların tümünde duyarlı ölçümler için kullanılır.

Gürültü değerleri A,B, C ve Z (Lin) bantlarınd ölçülüp, titreşim değerleri ise x, y, z eksenlerinde eş zamanlı olarak ölçülür. SVAN PC++ yazılımı aracılığıyla ölçüm neticeleri bilgisayara hızlı bir şekilde aktarılır, hesaplanmış veriler hem rakamsal hem

grafiksel gösterimleriyle kolay bir şekilde ve kapsamlıca incelenebilir, erişilebilecek şekilde kaydedilir.

- 4 Kanal, 20kHz-band gerçek zaman, eş zamanlı gürültü ve titreşim ölçümleri

  Bu 4 kanalın her biri, kullanıcılara müthiş bir ölçüm esnekliği sağlayan farklı filtreler ve RMS detektör zaman sabitleri vasıtasıyla gürültü ve titreşim ölçümleri için ayrı ayrı ayarlanabilmektedir.

  SVAN 958A'nın temel avantajı ise ses seviyesi ölçer modunda ileri derecede eş zamanlı analizler yapma yeteneğidir.

  Pratikte ise bu, Leq, RMS, LMin, , LMax, LPeak gibi çok geniş bantta neticelerle beraber FFT veya oktav bant analizi gibi 4 kanal analizlerinin kolaylıkla yapılmasını sağlamaktadır.
- Analizör seçenekleri
  - FFT analizi (20 kHz bantta 1600 line'a varan) yapması
  - 1/1 ve 1/3 oktav gerçek zaman (real-time) analizleri yapması
  - Zaman aralık sinyal (time-domain signal) kaydı alma
  - Ses yoğunluğu (sound intensity)
  - FFT çapraz spektrumlar (cross spectra)
  - RT 60 yankılama zamanı (reverberation time)
  - Akustik doz metre (Acoustic dose meter)
  - Wav formatında 4 kanal zaman-alan sinyal (time-domain signal) kaydı ise özel özelliklei arasındadır.
- İnsan titreşimi ISO 8041:2005 (VDV and MTVV dâhil) standardını sağlar.
- Ses seviyesi ölçer tip 1 (class 1), IEC 61672 dir.
- İleri düzeyde veri kaydedici/data logger - spektral analiz
- USB hafıza kartı hemen hemen sınırsız kayıt kapasitesine sahiptir.
- Gelişmiş alarm fonksiyonları ve triggerı vardır.
- USB 1,1 Client ve USB Host arayüzleri vardır.
- RS 232 modem desteği için (GPRS, Ethernet, WLAN) a sahiptir.
- AA standart veya şarj edilebilir pillerle çalışmaktadır (Econorm, 2023).

Kalibrasyon

Ölçmeden önce gürültünün nasıl ve hangi amaçla değerlendirileceğini planlamak, süreyi değerlendirmek, ölçüm ekipmanı donanımını kontrol etmek, pil durumunu kontrol etmek, ekipmanı kontrol etmek, doğruluğunu, gürültü kaynaklarını, etkilenen alanları test etmek için bir ekipman kalibratörü kullanmak ve kalibre etmek gerekir. Gürültüyü inceleyerek gerekli bilgileri toplamak ve gürültünün yayılma yolunu incemek gerekir. Bu şekilde ölçüm için büyük kolaylık sağlanmaktadır (Kürklü vd. 2013: 26).



Şekil 2.38: Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı kalibrasyon



Şekil 2.39: Svantek 958 İç ortam gürültü ölçüm cihazı doğrulama

Ölçüm yapılmadan önce ve sonra cihazlar kalibre edilmiştir. Şekil 2.38'de Svantek 958 iç ortam gürültü ölçüm cihazı kalibrasyonu ve Şekil 2.39'da Svantek 958 iç ortam gürültü ölçüm cihazı doğrulama gösterilmiştir.

2.4. Metot

2.4.1. Ahşap Atölyesi B 24 İçin Ölçüm Yöntemi

Bu tez araştırmasında, çeşitli laboratuvar ortamlarında makinelerin ses desibel değerinin ölçülmesi için dozimetre ölçüm cihazları kullanılmış olup, yerinde ölçüm ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi benimsenmiştir. Kantitatif bir yöntemdir. Seçilen laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği iç ortam koşulları parametrelerinin ölçümü için her unsurun kendine özgü yöntem ve standartları vardır. Her parametre kendi

standartlarına göre ölçülmekte ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde güncel mevzuat kullanılmaktadır.

TS EN ISO 9612 standardının amacı, çalışanların veya çalışanların maruz kaldığı gürültünün değerlendirilmesine yardımcı olmaktır. Ülkemizde çalışanların gürültü ve risklerden korunmasına ilişkin düzenlemelerde maruz kalma limitleri yer almaktadır. TS EN ISO 9612 standardı üç ölçüm stratejisini tanımlamaktadır. Bunlar aşağıda listelenmiştir.

• Görev bazlı ölçümler

• İş bazlı ölçümler

• Tam gün ölçümleri (Balcı, 2016).

Ölçüm stratejisinin seçimi

Ölçüm stratejisinin belirlenmesinde birkaç unsur rol oynamaktadır. Bunlar; ölçümün amacı, kaç çalışanın gerekli olduğu, iş durumunun karmaşık olması, iş gününün etkin olan süresi, ölçüm ve analiz için mevcut zaman ve ayrıntılı ne kadar bilgi gerektiği gibi etmenlerdir. Ölçüm stratejisi, görev-tabanlı ölçüm, iş-tabanlı ölçüm, ya da tam gün ölçümlerinden seçilmelidir (Mehta ve Rocafort, 1999).

Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 9612:2009 Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler, 2009 (Balcı, 2016).

Görev-tabanlı ölçüm

Bu ölçüm stratejisinde gün boyunca yapılan işler görevlere bölünür ve bu görevlerin gürültü düzeyleri ayrı ayrı ölçülür. Tekdüze gürültüye maruz kalan bir grup işçi tarafından gerçekleştirilen her farklı görev için ölçümler alındı. Bu ölçümler gürültü dağılımının tamamının örneklenmesini içermelidir. Süresi 5 dakikadan az olan görevler için ölçüm süresi en az 5 dakika, süresi 5 dakikadan uzun olan görevler için ilgili görevler için ölçüm süresi en az olmalıdır. Görev periyodik gürültü içerse bile ölçüm periyodu en az 3 periyottan oluşmalıdır. Her görevi temsil etmek için üç örnek alın. Alınan 3 ölçümün herhangi ikisi arasında 3 dB veya daha fazla fark varsa, görevi temsil etmek için 3 ölçüm daha alınır (Kürklü vd., 2013).

Homojen bir gürültüye maruz kalan grup veya çalışanın değerlendirme aşamasında nominal bir gün görevlere bölünür ve gürültüye neden olan tüm faktörler dikkate alınır. (Mehta, Johnson, ve Rocafort, 1999).Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 9612:2009 Akustik çalışma ortamlarında gürültü maruziyetinin ölçülmesi ve değerlendirilmesine ilişkin esaslar, 2009 Sorumluluk süreleri amirler ve çalışanlarla yapılan görüşmelerle

belirlenir veya en uygun zaman dilimini belirlemek için birden fazla çalışana ve yöneticiye danışılır. Her görev, her biri en az 5 dakika boyunca üç kez ölçülür. 3 ölçüm arasında 3 dB veya daha fazla fark varsa, 3 ölçüm daha yapılır veya görevi alt görevlere bölerek işlemi tekrarlanır.

Bulunan ölçüm sonuçları, cihaz tarafından otomatik olarak atanan veya kendimizin belirlediği bir dosya adıyla cihaza kaydedilmektedir. Daha sonra veriler kullanılan yazılım programı yüklü olan bilgisayara ara bağlantı kablosu sayesinde bağlanarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. İSGÜM bünyesinde oluşturulmuş hesap programları vasıtasıyla gerekli hesaplamalar yapılıp netceler raporlanmıştır (Balcı, 2916).

• İş bazlı ölçüm: Bir işin gerçekleştirilmesi sırasında özel olarak bir dizi rastgele ses basıncı seviyesi örneği alınır. Bu ölçüm stratejisinde, belirli bir işi temsil etmek için birden fazla ölçüm (en az 5) rastgele gerçekleştirilir. Prensip, homojen gürültüye maruz kalan bir grup işçiden rastgele en az 5 ölçüm yapılmasıdır. Bir ölçüm yapılır. Bir grup çalışan içinde aynı gürültüye maruz kalan çalışan sayısı belirlenir. Çalışan sayısına bağlı olarak minimum toplam ölçüm süresi Tablo 2.1'de belirlenmiştir.

Tablo 2.4: Çalışan sayısına göre ölçüm süreleri(Tedik, 2021)

Homojen Maruziyet Grubundaki Çalışan Sayısı	nG Minimum Toplam Ölçüm Süresi*
nG ≤ 5	5 h
5< nG ≤ 15	5 h + (nG – 5) x 0,5 h
15< nG ≤ 40	10 h + (nG – 15) x 0,25 h
nG >40	17 h Ve ya grup bölünmelidir.

Bu döngü, homojen bir maruz kalma grubu içindeki tüm ölçümlerin toplamını verir. Her homojen grubu temsil edecek en az 5 ölçüm alındı. Bu 5 ölçümün toplam süresi, yukarıda belirtilen minimum toplam ölçüm süresine eşit veya bundan daha fazla olmalıdır. Bu 5 ölçüm farklı kişilerden rastgele alınabilir ancak ölçüm süreleri mümkün olduğunca eşit seçilmelidir. Ölçüm sonuçlarında c1u1 belirsizlik bileşeni değerinin 3,5 dB'i aştığı tespit edilirse grup yeniden belirlenmeli veya gruptaki ölçüm sayısı artırılmalıdır (Tedik, 2021).

• Tam gün ölçümleri: Ses basıncı seviyeleri çalışma günü boyunca sürekli olarak ölçülmektedir (Tedik, 2021). Bu çalışmada göreve dayalı bir ölçüm stratejisi izlenmiştir.

Ölçümler çalışma süresi boyunca gürültü ve sessiz dönemleri içerir. Çalışanın maruziyetini belirlemek için üç ölçüm yapılmalıdır. Ölçüm tarihi, ilgili çalışma grubunu ve çalışmayı doğru şekilde temsil eden bir tarih olmalıdır. Bazı nedenlerden dolayı tüm çalışma süresi boyunca ölçüm yapmak mümkün olmayabilir. Bu durumda ölçüm periyodu mümkün olduğu kadar uzun olmalı ve tüm gürültü periyotlarını kapsamalıdır. 3 ölçümün herhangi ikisi arasındaki fark 3 dB'i aşarsa, 2 tam gün ölçüm daha yapılması gerekir.

Her halde bu üç değişik ölçüm stratejisi kullanarak aynı neticeye varmak olasıdır. Ancak bazı durumlarda belirli ölçüm stratejilerinin uygulanması daha kolay olabilir ve farklı şekillerde avantajlar sunabilir. Hangi ölçüm stratejisinin hangi koşullar altında daha doğru olduğu aşağıdaki Tablo 2.2'de gösterilmektedir.

Tablo 2.5: Çalışma şekli ve prosedürü (Tedik, 2021).

Çalışma Şekli veya Prosedürü	**ÖLÇÜM STRATEJİSİ**		
	Görev Bazlı Ölçüm	**İş Bazlı Ölçüm**	**Tüm Gün Ölçüm**
Sabit Çalışma Ortamı – Basit veya Tek Görev	□*	–	–
Sabit Çalışma Ortamı – Kompleks veya Birden Fazla Görev	□*	□	□
Hareket Halinde Çalışan – Tahmin Edilebilir Çalışma Prosedürü – Az Sayıda Görev	□*	□	□
Hareket Halinde Çalışan – Tahmin Edilebilir Çalışma Prosedürü – Çok Sayıda Görev veya Kompleks Çalışma Yöntemi	□	□	□*
Hareket Halinde Çalışan – Tahmin Edilemeyen Çalışma Prosedürü	–	□	□*
Sabit veya Hareket Halinde Çalışan – Süreleri Belirli olmayan birden Fazla Görev	–	□*	□
Sabit veya Hareket Halinde Çalışan – Görev Tanımlanmamış	–	□*	□

Bu strateji kullanılabilir. * Tavsiye edilen strateji.

Yapılan bu çalışmada görev tabanlı ölçüm stratejileri kullanılmıştır (Tedik, 2021).

Genel olarak konuşursak, bu tür işletmelerde, her proseste/araçta/bölümde çalışanların çalışma saatleri neredeyse doğru bir şekilde belirlenebiliyorsa anlık gürültü ölçüm ekipmanları yeterlidir. Ancak birçok çalışanın aynı ortamda ve farklı zaman dilimlerinde farklı ses basınç seviyelerinde iş yapması durumunda çalışma saatlerinin belirlenmesi zor olduğundan anlık gürültü ölçüm ekipmanları yetersiz kalmaktadır. Bu durumda dozimetre kullanmak gerekir. Maruz kalma süresinin hesaplanması için anlık gürültü cihazı ölçümlerinden bireysel maruziyetlerin hesaplanması gerekmesine rağmen, cihazın mikrofonunun 8 saat boyunca (günlük maruz kalma) kişinin yakasına takılması veya bir dozimetre üzerine ölçümler yapılabilir. İş yapılır ve hiçbir özel hesaplamaya gerek yoktur (Kürklü vd., 2013).

2.5. Gürültü ve Titreşim Ölçüm Yöntemi

TS EN ISO 11202:2010 Akustik - Makine ve teçhizattan yayılan gürültü - İş istasyonlarından ve benzer çevresel düzeltmelerin uygulandığı diğer belirlenmiş yerlerden yayılan ses basınç seviyelerinin belirlenmesine yönelik standartlar açısından yorumlanır.

TS EN ISO 11202 Akustik - Makine ve teçhizattan yayılan gürültü - İş istasyonlarında ve benzer çevresel düzeltmelerin uygulandığı diğer belirlenmiş yerlerde yayılan ses basınç seviyelerinin belirlenmesi TS ISO1996-2 Akustik - Ortam gürültüsünün tanımı, ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2 Ortamın belirlenmesi Gürültü seviyesi 28.07.2013 Resmi Gazete'de yayımlanan 28721 sayılı Çalışanların Gürültüye Bağlı Risklerden Korunması Hakkında Yönetmelik gibi ulusal düzenlemeler; NIOSH gibi uluslararası veriler dikkate alınarak yorumlanması ilgili maddedir. ve OSHA. Matkap delik delme makinesi, planya makinesi, testere makinesi, taşlama makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, yatar daire kesim makinesi, tesviye makinesi sayılan makineler için Svan 958 cihazı ölçüm yapılmıştır.

TS ISO 1996-2 Kapsamında makinelerden cıkan iç ortam gürültü seviyeleri ölçülmüştür. TS ISO 1996-2 Kapsamında Yapılan gürültü ölçüm sonuçları ve “ TS EN ISO 9612:2009 Akustik - Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu” kullanılarak günlük kişisel gürültü Maruziyeti (Görev tabanlı) hesaplanmıştır. Makineden 1 metre uzaklıktaki üç farklı noktadan birer dk’ lık Svan 958 gürültü ölçüm cihazı ıle iç ortam ölçümü ve kişinin yakasına takılan Cel 350 gürültü dozimetresiyle kişisel günlük

maruziyet değerleri ölçülmüştür. Daha sonra her makineden alınan gürültü iç ortam gürültü değerleri için üç ölçüm değerlerinin logaritmik ortalaması alınarak ölçüm sonucu bulunmuştur. Titresim olarak TS EN ISO 1032+A1, TS ISO 2631-1, TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349-2 Kapsamında ki stadartlara dayanarak tesviye ve zımpara makinesi için sağ ve sol el için el kol titreşimleri titreşim ölçüm cihazı ile hesaplanmıştır.

2.6. Sessiz İç Ortam Gürültü Ölçümü



Şekil 2.40: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.40'ta gösterilmiştir.

2.7. Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesinde 14.12.2022 tarihinde aldığımız 30 sn. lik ölçümlerde gürültü ve titreşim değerlerinin ölçüldüğü makineler

2.7.1. Gürültü Ölçümü Yapılan Makineler

Daire Testere

Gerekli ölçülerde düz yüzeyi farklı kalınlarda kesme işine yarar aynı zamanda gönyelemeye yardımcı olur.



Şekil 2.41: Daire testere makinesi



Şekil 2.42: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Daire testere makinesi Şekil 2.41 ‘de, iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.42’de gösterilmiştir.

Planya

Ahşap malzemenin bir yüzeyini düzeltmek amaçlı kullanılan bir tarafını düzelttiğiniz tarafı sipere dayayıp diğer yüzeyi 90 derece olacak şekilde ayarlayan talaş çıkartmada düzeltme işlemi yapan makinedir.



Şekil 2.43: Daire testere makinesi

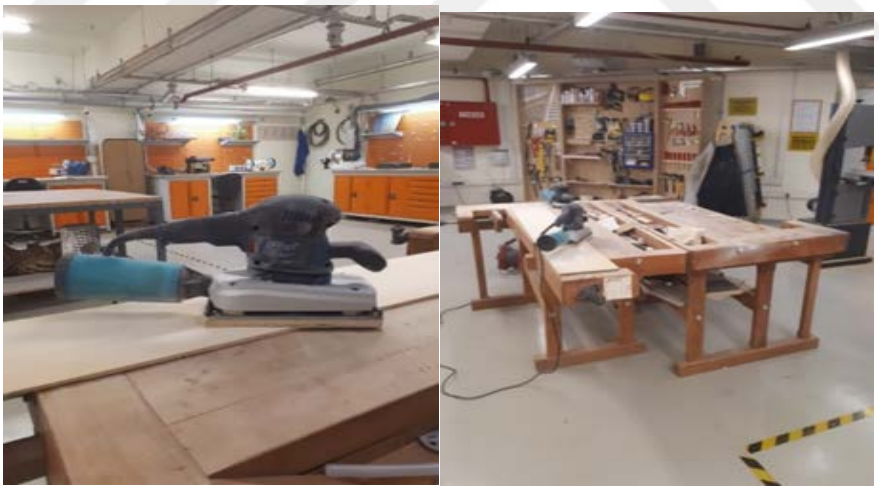


Şekil 2.44: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

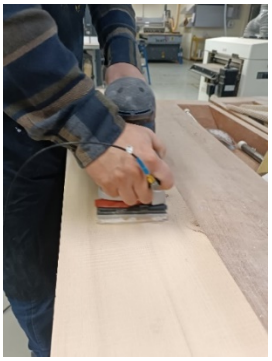
Daire testere makinesi Şekil 2.43'te ve iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.44'te gösterilmiştir.

Titreşim Zımpara Makinesi

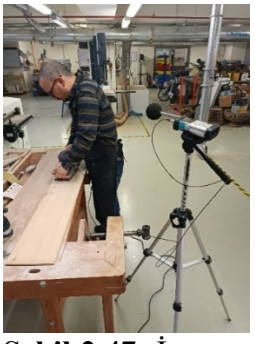
Yüzeyi pürüzlü olan ahşap parçaları farklı grit (kum) kalınlığında işlem gördüren zımparadır.



Şekil 2.45: Titreşim zımpara makinesi



Şekil 2.46: El kol titreşim ölçümü



Şekil 2.47: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Titreşim zımpara makinesi Şekil 2.45'te,el kol titreşim ölçümü 2.46'da ve iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 2.47'de gösterilmiştir.

Bant Zımpara

Bant zımpara makinesi, genellikle geniş düzlem yüzeyli tablaların perdah edilmesinde kullanılır Afyonlu A. Safa(1981), Ağaç İşleri Takım ve Makine Bilgisi (Temel Ders Kitabı), MEB, İstanbul. Pürüzlü olan kenarları zımpara yapan ve nesneleri açılı düzeltme işlemi yapan makinedir (Ulusoy vd., 2018).



Şekil 2.48: Bant zımpara makinesi



Şekil 2.49: Bütün vücut titreşimi ölçümü



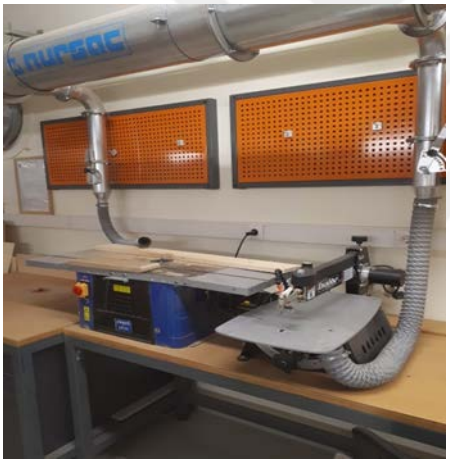
Şekil 2.50: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Bant zımpara makinesi Şekil 2.48'de, bütün vücut titreşimi ölçümü Şekil 2.49'da ve iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.50'de gösterilmiştir.

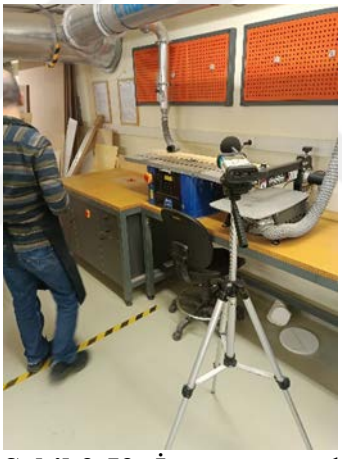
Freze Mekinesi

Kanallı çelik halatları ahşap parçaların yüzeyinden ve kenarlarından çekmek için farklı bıçaklar kullanan bir makinedir. İki tür freze makinesi vardır: yatay ve dikey (dikey), ancak aynı işlevi yerine getirirler. Bu makinelerde istenilen çizimlere uygun kesiciler yardımıyla ahşap ve ahşap ürünlerin yüzey ve kenarları boyanabilir ve temizlenebilir. Bir iş parçasının kenarlarını konturlamaya ve düzleştirmeye veya iş parçasını istenen şekle sokmak için bir şablon kullanmaya yardımcı olur.

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Siteler bölgesi mobilya imalatı ve polyester (vernik, boya, cila) sanayilerinde kullanılan makinelerin yangın ve patlama riskine dayalı usul denetimlerinin genel değerlendirmesi hakkında rapor (ÇSGB, 2012).



Şekil 2.51: Freze makinesi

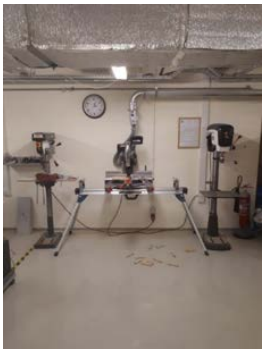


Şekil 2.52: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

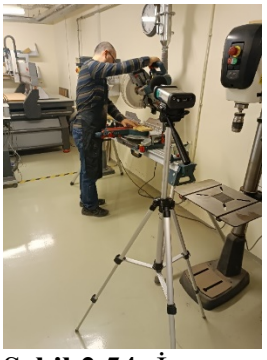
Freze makinesi Şekil 2.51'de ,iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.52'de gösterilmiştir.

Gönye Kesme Makinesi

Belli farklı açılarda ahşap parçayı kesmeye yarayan makinedir.



Şekil 2.53: Gönye kesme makinesi



Şekil 2.54: İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Gönye kesme makinesi 2.53'te ve iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.54'te gösterilmiştir.

2.8. Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24'de 30 Saniyelik Ölçümler İçin Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazı

SVAN 958 Model Tip-1 Gürültü Ölçüm ve Titreşim Ölçüm Cihazı

Gürültü ve titreşim ölçümleri Svantek firmasının ürettiği 958 Tip-1 gürültü ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. İşte cihazın teknik özellikleri.

• 10Hz ile 20kHz arasındaki gürültüyü ölçebilir. SPL, LEQ, SEL, Lden, Ltm3, Ltm5 vb. istatistikler sağlayabilir.

• IMPULSE, FAST, SLOW dedektörlerinin A, C, Lin frekans bantlarındaki her kanalı bağımsız olarak ölçebilir.

• Cihaz ölçüm sonuçlarını otomatik olarak hafızaya kaydeder.

• Karanlık ortamlarda aydınlatma kullanılarak ölçüm yapılabilir.

• Zaman sabitleri: (SOLW, FAST, IMPULSE) mevcuttur.

• 0,8 Hz'den 20kHz'e kadar 1/1 ve 1/3 oktav bant analizi (45 filtre) yapabilmektedir.



Şekil 2.55: Svan 958 Model Tip-1 Gürültü Ölçüm ve Titreşim Ölçüm Cihazı

2.9. Metot

Bu tez araştırmasında, çeşitli laboratuvar ortamlarında makinelerin ses desibel değerinin ölçülmesi için dozimetre ölçüm cihazları kullanılmış olup, yerinde ölçüm ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi benimsenmiştir. Kantitatif bir yöntemdir. Seçilen laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği iç ortam koşulları parametrelerinin ölçümü için her unsurun kendine özgü yöntem ve standartları vardır. Her parametre kendi standartlarına göre ölçülmekte ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde güncel mevzuat kullanılmaktadır.

2.10. İç Ortam Gürültü Ölçümü Yöntemi

TS EN ISO 11202:2010 Akustik- Makina ve donanımdan yayılan gürültü –Bir iş istasyonundaki ve benzer çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini standartlarına göre yorumlanmıştır.

TS EN ISO 11202 Akustik - Makina ve donanımdan yayılan gürültü - Bir iş istasyonundaki ve benzer çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini kullanılmıştır.

TS ISO 1996-2 Kapsamında makinelerden cıkan iç ortam gürültü seviyeleri ölçülmüştür.

Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24’ de bulunan daire testere, planyum, zımpara makinesi, daire zımpara, freze makinesi ve gönye kesme makinesi gibi cihazlarla farklı Svan 958 gürültü ölçer cihazıyla üçer farklı noktadan zaman kısıtlı olduğu için 30 sn arayla üç ölçüm daha kayıt altına alınmıştır. Farklı ölçüm cihazlarıyla bazı aynı özelliğe sahip cihazlar için gürültü ölçüm seviyeleri tartışma kısmında yorumlanmıştır.

Titresim olarak TS EN ISO 1032+A1, TS ISO 2631-1, TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349-2 Kapsamında ki stadartlara dayanarak zımpara makinesi için sağ ve sol el için el kol titreşimleri, daire zımpara içinde bütün vücut titreşimleri ölçüm cihazı ile hesaplanmıştır.

2.11. Ölçümü Yöntemi

TS ISO1996-2Akustik - Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi – Bölüm 2 Çevre gürültü seviyelerinin tayini 28.07.2013 Tarih ve28721 Resmi gazete sayılı Çalışanların Gürültü ile ile İlgili Risklerden Korunmalarına dair yönetmelik gibi ulusal;

NIOSH ve OSHA gibi uluslararası verilerin ilgili maddeleri dikkate alınarak yorumlanmıştır. Matkap delik delme makinesi, planya makinesi, testere makinesi, taşlama makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, yatar daire kesim makinesi, tesviye makinesi sayılan makineler için Svan 958 cihazı ile yapılan ilk çalışmada üçer farklı noktadan 1 er dakika arayla üç ölçüm kayıt altına alınmıştır. İç ortam ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca kişinin yakasına takılan dozimetreler ile görev tabanlı ölçümler yapılıp kişisel maruziyet ölçülmüş sadece zımpara ve tesviye makineleri için el kol titreşim ölçümleri alınmıştır. Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24' de bulunan daire testere, planyum, zımpara makinesi, daire zımpara, freze makinesi ve gönye kesme makinesi gibi cihazlarla farklı Svan 958 gürültü ölçer cihazıyla üçer farklı noktadan zaman kısıtlı olduğu için 30 sn arayla üç ölçüm daha kayıt altına alınmıştır. Farklı ölçüm cihazlarıyla bazı aynı özelliğe sahip cihazlar için gürültü ölçüm seviyeleri tartışma kısmında yorumlanmıştır.

2.12. A Kamu Kurumundaki Laboratuvarlar

2.12.1. 1 Nolu Laboratuvar

2.12.1.1. 1 Nolu Labortuvarda Gürültü ve Titreşim Ölçümü Alınan Makineler

Öğrencilere mühendislik konularında bilgi verilen, çeşitli makine kullanımlarının öğretildiği, deneylerin yapıldığı , projelerin ortaya çıkarıldığı, yeni bilgilerin bulunduğu ve ufukların açıldığı bir laboratuvardır. Laboratuvar içerisinde laboratuvar görevlileri ve öğrenciler çalışmaktadır. Bu laboratuvarda taşlama, daire testere, matkap, kıl testere ve torna makinesinden etrafa yayılan gürültü ve titreşim değerleri ölçülmüştür.

Taşlama Makinesi



Şekil 2.56: Taşlama makinesi



Şekil 2.57: Taşlama makinesi makine titreşim ölçümü

Taşlama makinesi Şekil 2.56'da ve taşlama makinesi makine titreşim ölçümü Şekil 2.57'de gösterilmiştir.

Kıl Testere

Dekupaj testeresi, kaplama ve eğimli veya düz parçaları kesmenin yanı sıra kesme, ayarlama ve gravür için kullanılan çok ince bir testeredir. Testere gövdesi "U" şeklindedir ve çalışma sırasında kolayca döndürülebilir. Gövde ucundaki iki kelebek somun arasında gerilerek sıkılan testerenin gerginliğinin ayarlanması önemlidir, çok sıkı veya çok gevşek sıkılırsa testere hemen kırılabilir.

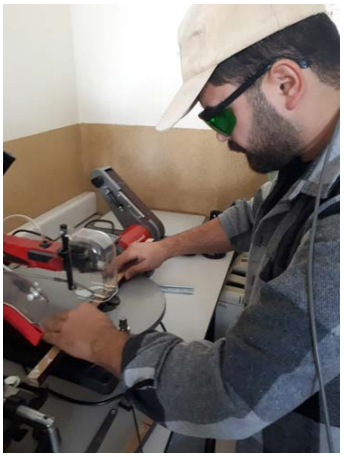
Dekupaj testereleri, uçlarındaki ve kalınlıklarındaki farklılıklara göre sınıflandırılan "tek yönlü dişli" ve "helisel dişli" tiplerinde gelir.



Şekil 2.58: Kıl testere makinesi



Şekil 2.59: Kıl testere makinesi makine titreşim ölçümü



Şekil 2.60: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm

Kıl testere makinesi Şekil 2.58, kıl testere makinesi makine titreşim ölçümü Şekil 2.59'da ve kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.60'da gösterilmiştir.

Matkap Delik Delme Makinesi

Dikey delme makineleri, kısa iş parçalarının kafalarında ve uzun iş parçalarının ve çalışma tezgahlarının yüzeylerinde çeşitli konumlandırma pimleri, vida delikleri, zıvanalar, eğimler vb. delmek için ve ticaret için kullanılır.



Şekil 2.61: Dik matkap makinesi



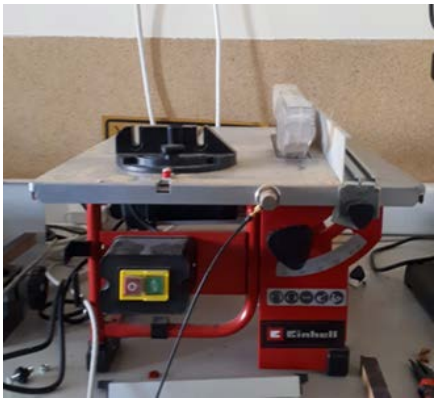
Şekil 2.62: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm

Dik matkap makinesi Şekil 2.61'de ve kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.62'de gösterilmiştir.

Daire Testere

Daire testere makinesi; bir iş parçasının uzunluğunu, genişliğini ve kalınlığını istenilen boyut ve açıda düzgün (düzgün) bir yüzeye kesen; boyut şeması; en önemli ağaç işleme makinelerinden biridir ve birçok farklı amaç için kullanılır. Kesme ışıkları, eğimler,

kanallar ve zıvanalar vb. Mobilya ve İç Mekan Tasarımı (2011a), Makine Planlama, MEGEP, Ankara (Ulusoy vd., 2018).



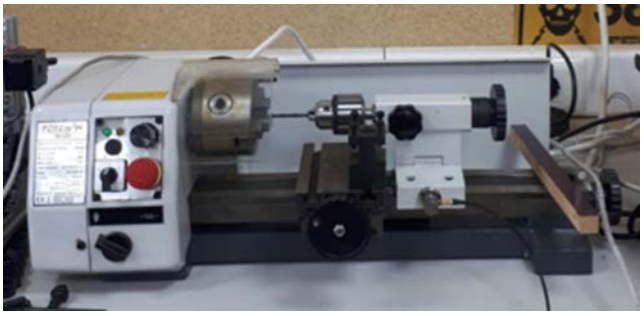
Şekil 2.63: Daire testere makinesi



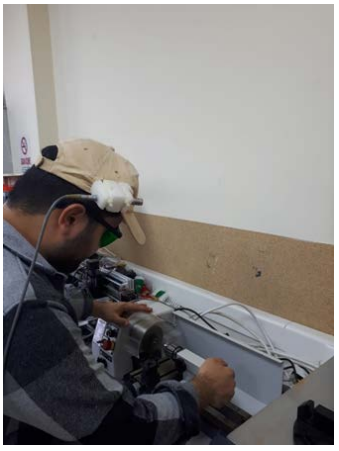
Şekil 2.64: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm

Daire testere makinesi Şekil 2.63'te ve kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.64'te gösterilmiştir.

Torna Makinesi



Şekil 2.65: Torna makinesi



Şekil 2.66:. Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm

Torna makinesi Şekil 2.65'te ve kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.66'da gösterilmiştir.

2.12.2. 2 Nolu Laboratuvar

2.12.2.1. 2 Nolu Laboratuvarda Gürültü ve Titreşim Ölçümü Alınan Makine



Şekil 2.67:Çekme basma test cihazı



Şekil 2.68: Kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm

Kamu kurumunda çekme basma test cihazı laboratuvar ortamına gürültü ve titreşim yayar. Bu sesler kulaklar için risk oluşturur. Çekme basma test cihazları iş alanlarında kullandığımız malzemelerin ne kadar dayanıklı olduklarını ölçerler.Çekme basma test cihazı Şekil 2.67'de ve kişisel gürültü maruziyeti dozimetre cihazı ile ölçüm Şekil 2.68'de gösterilmiştir.

2.12.3. 3 Nolu Laboratuvar

2.12.3.1. 3 Nolu Laboratuvarda Gürültü ve Titreşim Ölçümü Alınan Makineler

Bu Laboratuvar sıvıların hareketleri incelenmektedir. Bu laboratuvarda (Karıştırıcı Shaker) karıştırıcı ve sıvı sirkülasyon cihazından çıkan gürültü ve titreşim ölçümleri alınmıştır

(Karıştırıcı Shaker) Karıştırıcı

Örnekleri karıştırmak için kullanılan titreşim aracıda ortama titreşim yayıp insan vücudunda örneği tutulan bölgenin titreşmesine yol açmaktadır fakat bu gürültü ve titreşim çok ciddi düzeyde değildir. Karıştırıcı Şekil 2.69'da gösterilmiştir.



Şekil 2.69: Karıştırıcı

Su Sirkülasyon Cihazı: Sıvı inceleme laboratuvarında sıvıların elektriksel iletkenliklerini ve yüzey gerilimini ölçmek için kullanılan deney düzeneği içinde su sirkülasyon cihazı etrafa az miktarda olsa gürültü yaymaktadır. Gürültü ve Titreşim Maruziyeti Ölçümü Şekil 2.70'de gösterilmiştir.



Şekil 2.70: Gürültü ve Titreşim Maruziyeti Ölçümü

2.13. A Kamu Kurumunda Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazları

2.13.1. Brüel&Kjaer (Nærum-Denmark) Ölçüm Düzeni



Şekil 2.71: Brüel&Kjaer (Nærum-Denmark) Ölçüm Düzeni



Şekil 2.72: Mikrofonlu şapka

Cihazın özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan titreşim değerlerini belirleyebilmek için ivmeölçer, veri toplayıcı, güç kaynağı, haberleşme modülü, analiz programı, bağlantı kablosu ve mıknatıstan oluşan portatif titreşim ölçüm cihazı ile dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Brüel&Kjaer (Nærum-Denmark) ölçüm düzeni Şekil 2.71'de, mikrofonlu şapka Şekil 2.72'de gösterilmiştir.

Kullanılan program ve ölçüm sistemi yardımı ile tüm ivme, frekans değerleri bu titreşim büyüklüklerinin spektrum olarak gösterimi ve istenilen frekans aralıklarında istenilen hassasiyette ölçümler yapılabilmektedir.

Cihazın özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan titreşim değerlerini belirleyebilmek için ivmeölçer, veri toplayıcı, güç kaynağı, haberleşme modülü, analiz programı, bağlantı kabloları ve mıknatıslardan oluşan portatif (Brüel & Kjaer-Denmark) titreşim ölçüm cihazı ile dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Kullanılan analiz programı ve ölçüm sistemi yardımı ile tüm ivme, frekans değerleri, istenirse ayrıca minimum-maksimum ivme değerleri belirlenebilmekte, bu titreşim büyüklüklerinin spektrum olarak gösterimi ve istenilen frekans aralıklarında istenilen hassasiyette ölçümler yapılabilmektedir. Sistemde kullanılan ivme ölçer ve bağlantı elemanları Şekil 2.73'te verilmiştir.





Şekil 2.73: Sistemde kullanılan ivme ölçer ve bağlantı elemanları

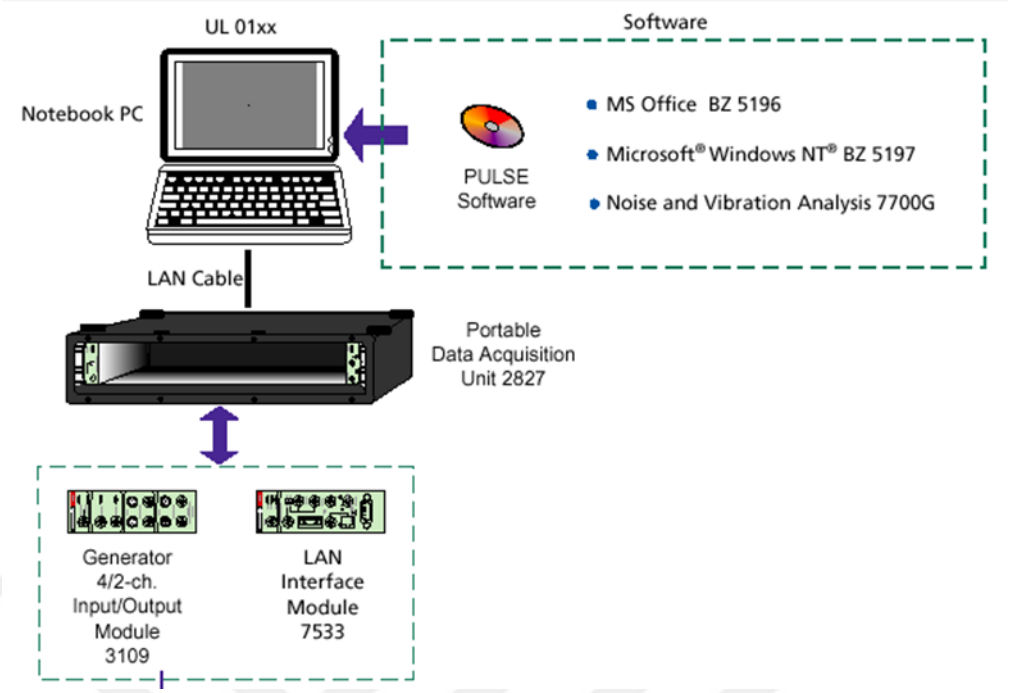
Kullanılan program ve ölçüm sistemi yardımı ile cihazlara ait ses basınç değerleri belirlenen frekans aralıklarında ölçümler yapılabilmiştir. Ses basıncının ölçümünde kullanılan mikrofon vardır. (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) Ses Analizörü Şekil 2.74'te gösterilmiştir.

Ses basınç düzeyi ve titreşim ölçmelerinde Brüel&Kjaer (Nærum-Denmark) firması tarafından sahada kullanılmak üzere geliştirilen modeli olan taşınabilir PULSE sistemi (Portable PULSE Multi-analyzer System Type 3560 C, Seri No:2245009) kullanılmıştır.



Şekil 2.74: (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) Ses Analizörü

Gürültü basınç düzeyi ve titreşim ölçmelerinde kullanılan taşınabilir PULSE sistemi



Şekil 2.75: (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) sistemi düzeneği

PULSE, B&K firmasının bilgisayarı analizör olarak kullanan çok kanallı analiz sistemine verilen genel isimdir. Çalışmada kullanılan 3560 C tipi PULSE sistemi aşağıda verilen ana parçalardan oluşmaktadır. (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark) sistemi düzeneği Şekil 2.75'te gösterilmiştir.

Bilgisayar: Microsoft Windows NT 4.0 platformunu kullanan, Celeron 500 işlemcili, 128 MB RAM, özelliklerine sahip Hewlet Packard bir laptop bilgisayardır.

Veri Toplama Ünitesi (Data Acquisition Front-end): B&K 2827 tipi (Seri No:2254048) veri toplama ünitesi sistemde yer almaktadır. Ses basınç seviyesi ve titreşim ölçümü yapan transdüserlerin bağlandığı ünitedir. Burada transdüserlerden alınan sinyaller filtrelenerek işlenmek üzere DSP kartına aktarılmaktadır.



Şekil 2.76: (Brüel&Kjaer, Nærum-Denmark)

Şekil 2.76’da gürültü basınç düzeyi ve titreşim ölçmelerinde kullanılan 2827 tipi Veri Toplama Ünitesi (Data Acquisition Front-end) gösterilmiştir.

DSP Kartı: Veri toplama sisteminden gelen datanın işlendiği yerdir. Bilgisayar içerisinde bulunan boş slotlara yerleştirilebilmektedir. Adedi 1'den 4'e kadar arttırılabilmektedir.

LAN Interface Module: B&K 7533 tipi (Seri No:2244756)

Input/Output Module: B&K 3109 tipi (Seri No:2251709)

PULSE Yazılımı - 7700 (Noise and Vibration Analysis): Bilgisayar üzerinde çalışan ve tüm sistemi kontrol eden program olup, çalışmada PULSE LabShop Version 5.1.2.5. kullanılmıştır. Tüm konfigürasyon, kalibrasyon, ölçüm ve raporlama fonksiyonları 7700 üzerindedir. PULSE sisteminde sanal analizörler tanımlanarak analiz yapılmaktadır.

Analizörler aynı anda çalışabilmekte ve hatta aynı sinyal üzerinde işlem yapabilmektedir. Böylece tek bir kanaldan gelen sinyalin hem FFT hem de Oktav Bant analizi tek ölçümde yapılabilmekte ve zaman kaybı önlenmiş olmaktadır.

Aynı analizörden 1'den fazla tanımlamak mümkündür. Örneğin bir ölçüm için iki veya üç FFT analizörü birden tanımlanabilmektedir. Bunların frekans aralığı, çizgi sayısı vs. gibi özelliklerini değiştirerek ölçüm tekrarı yapmadan istenen tüm sonuçları bir seferde elde edebilmek mümkündür.

Özellikle akustik uygulamalara yönelik olarak PULSE, bir ses ölçüm cihazı gibi davranabilmekte ve ses basınç düzeyi (SPL) değerini aynı anda farklı zaman ağırlıkları (F, S, I) ve/veya frekans filtreleri (A, B, C, D, L) ile ölçebilmeye olanak sağlamaktadır.

Front-end üzerinde en az bir adet jeneratör modülü (3107) mevcutsa, çeşitli dalga formları (sinüzoidal, rastlantısal, impulsif vs.) üretmek amacıyla jeneratör tanımlanabilmektedir.

2.14. Ölçüm Metodu

Mikrofon yüksekliği kulak hizasında ve gürültü kaynağına bakacak şekilde ayarlanmıştır. Rüzgâr hızının 5 m/s’den fazla olmadığı tespit edilmiştir.

2.15. Gürültü Yöntemi

Ölçümleri yapmak için B&K titreşim ve ses analizörü kurulmuştur. Özel bir mikrofon, amfi ve modül kullanılmıştır. Bilgisayarın içinde pulse yazılımı vardır. Modül bilgisayara

bağlanmış ve bu modülde cihazın pulse programı kullanılmıştır. Software MS Office programları, Mikrosoft Windows NT BZ 5196 işletim sistemi, Noise and vibration 7700G pulse saf değeri kullanılmıştır. Taşınabilir veri toplama ünitesi var olan sistemde, kabloyla bilgisayara bağlanılmış ve ses için cpp kullanılmıştır. Matematiksel fonksiyon formüle cevirim yaparak cihaz toplam ivme değerlerini hesaplamıştır. Ölçümler yapılırken ilk olarak laboratuvar ortamı sessizdir ve her bir makine teker teker çalıştırılmış ses basınç düzeyi cihazlardan 1 metre uzaklıkta kulak hizasında özel bir şapka kullanarak ölçülmüştür. Bu ölçüm 3 kez tekrarlanmış ve bu ölçüm içinde A ağırlıklı filtre olarak max çıkan gürültü ya da ses basınç düzeyi hesaplanmıştır. Her makine için 3 tane Leg değeri bulunmuştur ve bu değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Titreşim ölçümü olarak ta ölçüm yapılan makinelere titreşim ölçüm cihazı X, Y ,Z yönlerindeki titreşimleri ölçecek şekilde takılarak titreşim değerleri elde edilmiştir.

TS EN ISO 11202: 2010 Akustik- Makina ve donanımdan yayılan gürültü –Bi iş istasyonundaki ve benzer çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini standartlarına göre yorumlanmıştır.
TS ISO 1996-2 Kapsamında her bir makine için iç ortam gürültüsü ölçülmüştür. TS EN ISO 9612 Kapsamında mikrofonlu şapka kulak hizasında kişiye takılarak iş bazlı ölçüm yapılmıştır.

- Görev-tabanlı ölçüm: Gün boyunca yapılan çalışmalar analiz edilir ve birkaç parça görev şeklinde bölünür ve her bir görev için ayrı bir ses basınç seviyesi ölçülür.
- İş-tabanlı ölçüm: Özellikle işlerin yürütülmesi sırasında bir dizi rastgele ses basınç seviyesi örnekleri alınır.
- Tam-gün ölçümü: Ses basınç seviyesi tam iş günü içerisinde sürekli olarak ölçülür. (Balcı 2016).

Bu çalışmada görev tabanlı ölçüm stratejisi kullanılmıştır.
Tez çalışmasında B kamu kurumunda 4 nolu laboratuvarda farklı akışkanları kullanarak farklı deneyler yaparak akışkanlar mekaniği ve hidroliği hakkında öğrencilere bilgiler verilir. 4 nolu laboratuvarda akış döngü düzeneği iç ortam gürültü ölçümü alınmıştır. 9 ve 10 nolu laboratuvarlarda içyapı incelemesi yapılmadan önce laboratuvarda kullanılan numune hazırlama yöntemleri ile numune kesme cihazları, numune zımparalama ve parlatma cihazları, numune kalıplama cihazları, dijital kameralı düz ve ters tip metal mikroskopları bulunmaktadır. 9 nolu laboratuvarda kaba kesme cihazı, hassas kesme

cihazı, sıcak kalıplama bakalite alma makinesi, zımparalama ve parlatma cihazı, 10 nolu laboratuvarda halkalı öğütücü, sıcak soğuk pres cihazı, hidrolik pres anlatılmıştır

2.16. B Kamu Kurumundaki Laboratuvarlar

2.16.1. 4 Nolu Laboratuvar

Akış döngüsü düzeneğinde basınçlı akışlarda enerji kayıplarına bakmak için enerji verimliliği üzerine çalışıldığından dolayı basınç kayıplarına bakarak enerji verimliliği ölçülür. Bu sistem bir boru hattı, tank, pompa, vana, debimetre, basınç ölçerler ve sıcaklık ölçerlerden kurulan bir sistemdir. Gürültü çıkaran kısım pompadır. Tankın içinde akışkan hazırlanır ve pompayla sisteme basılır sistemde akışkan devir daim olur. Bu devir daim suresince de debi, basınçlar ve sıcaklıklar farklı noktalardan ölçülür ve daha sonra bu veriler çalışmada analiz edilir. Ölçülen veriler bilgisayara aktarılır . Bu düzenekte tankta akışkanlar dinamiği çalışıldığı için newton yen olarak su nannewtonyen olarak farklı polimerler kullanılır. Sıcaklığı ölçen alet RTD rezistans termal detektördür ve bir rezistans olarak görev yapar. Bilgisayardan direnç verisini sıcaklık verisine dönüştürür.



Şekil 2.77: Akış Döngüsü Düzeneği



Şekil 2.78: Akış Döngüsü Düzeneği pompa makinesi



Şekil 2.79: Akış Döngüsü sıcaklık ölçer



Şekil 2.80: Akış Döngüsü Düzeneği



Şekil 2.81: Akış Döngüsü basınç ölçer

Akış Döngüsü Düzeneği Şekil 2.77'de, Akış Döngüsü Düzeneği pompa makinesi Şekil 2.78'de, Akarsu döngüsü sıcaklık ölçer Şekil 2.79'da, Akış Döngüsü Düzeneği Şekil 2.80'de, Akarsu döngüsü basınçölçer Şekil 2.81'de gösterilmiştir.



Şekil 2.82: Akış Döngüsü Düzeneği bütün görünüm



Şekil 2.83: Akış Döngüsü Düzeneği iç kısım



Şekil 2.84: Akış Döngüsü Düzeneği iç kısım su akışı



Şekil 2.85: Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe iç ortam gürültü ölçümü



Şekil 2.86: Akış Döngüsü Düzeneği alt kat büyük pompa



Şekil 2.87: Akış Döngüsü Düzeneği alt kat küçük pompa

Akış Döngüsü Düzeneği bütün görünüm Şekil 2.82'de, Akış Döngüsü Düzeneği iç kısım Şekil 2.83'te, Akış Döngüsü Düzeneği iç kısım su akışı Şekil 2.84'te, Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe iç ortam gürültü ölçümü 2.85'te, Akış Döngüsü Düzeneği alt kat büyük pompa Şekil 2.86'da ve Akış Döngüsü Düzeneği alt kat küçük pompa Şekil 2.87'de gösterilmiştir.



Şekil 2.88: Akış Döngüsü Düzeneği dış bina görüntüsü



Şekil 2.89: Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe iç ortam gürültü ölçümü



Şekil 2.90: Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe sağ cephe iç ortam gürültü ölçümü

İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu akarsu modeli sol, orta ve sağ yandan üç noktadan gürültü ölçümü. Akış Döngüsü düzeneği dış bina görüntüsü Şekil 2.88'de, Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe iç ortam gürültü ölçümü Şekil 2.89'da ve Akış Döngüsü Düzeneği ön cephe sağ cephe iç ortam gürültü ölçümü Şekil 2.90'da gösterilmiştir.

2.17. B Kamu Kurumundaki Araştırma Laboratuvarı



Şekil 2.91: Araştırma Laboratuvarı

Bu laboratuvarda, temel analiz ve testlerin yapılması ve sanayi kuruşları ile çalışmalar ortaya çıkarmak, bilimsel projelerinin araştırmaların oluşturulması amaçlanmıştır. Bu tezimizde Araştırma Laboratuvarı bünyesinde bulunan 5, 7 ve 8 nolu laboratuvarlarda gürültü ve titreşim çıkaran cihazlardan gürültü ve titreşim ölçümü alınmıştır.Şekil 2.91'de Araştırma laboratuvarı, Şekil 2.92'de 5 nolu laboratuvar dış bina görüntüsü gösterilmiştir.

2.17.1. 5 Nolu Laboratuvar



Şekil2.92: 5 nolu laboratuvar bina dışı görüntü

Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı)



Şekil 2.93: Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı)

Master Sizer Hydro 3000 cihazı hem kuru hem yaş numunelerin içerisindeki parçacık boyutlarını nanometre mertebesinden milimetre mertebesine kadar belirleme olanağı sağlar. Numuneye gönderilen lazer ışığının numune içerisindeki parçacıklardan yansıması ve kırılması sonucunda elde edilen ışığın saçılma açısına ve şiddetine bakılarak analiz işlemi yapılır ve parçacık boyutlarının belirlenmesi sağlanır. Cihaz taşıdığı özellikler sebebiyle kimya, seramik, ilaç, boya ve mürekkep analizleri, toz yiyecek

analizleri, mühendislik uygulamaları, madencilik, toz metalürjisi ve mineral prosesleri analizleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı) Şekil 2.93'te gösterilmiştir.

BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı)



Şekil 2.94: BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı)

BET Micrometrics 3 Flex yüzey karakterizasyon sistemi numune içerisindeki gözenekli malzemenin boyutlarını ve dağılımlarını, alçak ve yüksek basınçlarda belirlenmesi ve ayrıca absorblayıcı azot gazı kullanılarak makro boyutlarda gözenek içeren toz veya katı numunelerin fiziksel absorbsiyon yöntemiyle numunenin yüzey alanını hesaplaması gerekçesi ile kullanılır. Numunenin yüzeyinin tek bir molekül tabaka ile kaplanması için gerekli olan gaz miktarının hesaplanması esasına dayanarak analiz yapılan BET cihazında Brunaver Emmett ve Teller teorisini kullanılmaktadır. BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı) Şekil 2.94'te gösterilmiştir.

Elektronik, yakıt hücreleri, maden, plastik ve polimerler, yapı malzemeleri, boya ve kaplamalar, filtreleme teknolojileri, seramik, jeoloji, nanotüpler, Farmosötik ve medikal implant gibi araştırma ve uygulama alanlarında da yüzey karakterizasyonu amacı ile kullanılan BET cihazı ile mühendislik uygulamaları ve temel bilimler gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılan gözenekli malzemelerin yüzey analizleri yapılabilir.

2.17.2. 6 Nolu Laboratuvar



Şekil 2.95: Reometre cihazı



Şekil 2.96: 6 nolu laboratuvar



Şekil 2.97: 6 nolu laboratuvar dış ön cephe



Şekil 2.98: 6 nolu laboratuvar dış sağ cephe

Cihaz, viskozite ölçümlerinin yanı sıra gerinim ve gerilim ölçümlerini de yapabilmektedir. Dinamik reoloji ölçümleri yapılırken malzeme artan ve azalan gerilimlere maruz kalır. Bu sayede elde edilen en yüksek gerilim değeri, gerinim ve gerilim arasındaki faz farkı aralığını ölçmek için kullanılabilir. Genel olarak konuşursak bunlar, üretilen gerilimin gerinimle orantılı olduğu ve sinyallerin aynı fazda olduğu elastik malzemelerdir. Gerinim gerilim oranıyla orantılıdır ve sinyaller arasında 90° faz farkı olan malzemeler viskoz malzemelerdir. Viskoelastik malzemeler, gerinim ve gerilim sinyalleri arasındaki faz farkı 0° ila 90° arasında değişen malzemeleri ifade eder. Bu bilgilere dayanarak malzemenin yapısal özellikleri hakkında bilgi elde edilebilir.

Reometre cihazı genel olarak kimya, biyomühendislik, malzeme mühendisliği, polimer sanayii, gıda ve kozmetik gibi birçok alan da; orta ve yüksek viskoziteli sıvılar, kompozitler, kauçuk karışımları, polimerler ve erimiş polimer karışımlarının reolojik davranışlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Reometre cihazı Şekil 2.95'te, 6 nolu laboratuvar Şekil 2.96'da, 6 nolu laboratuvar dış ön cephe Şekil 2.97'de, 6 nolu laboratuvar dış sağ cephe Şekil 2.98'de gösterilmiştir.

Cihazın markası Thermo Cube Chiller. Reometre cihazında (Discovery HR-2 - TA Instruments) sıcaklığı sabit tutmak için sıvı sirkülasyonu sağlıyor

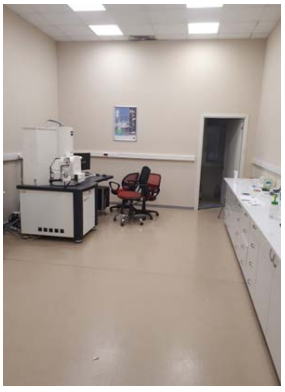


Şekil 2.99: Chiller soğutucu sistemi (Solid State, 2023)

ThermoCube "Sıvı-Sıvı" su soğutmalı (400L, 400LS, 600L) ve 600LS) sirkülasyonlu soğutucular, termoelektrik teknolojisini kullanır. ThermoCube Sıvıdan Sıvıya Üst düzeyde yapılandırılabilir, sıvı (PCW) soğutmalı, hassas termoelektrik sirkülasyonlu soğutma grubunun içinde yer alır. Chiller soğutucu cihazı Şekil 2.99'da gösterilmiştir.

Termoelektrik sıvı soğutmalı devri daim soğutucu mevcut uygulamaları yarı iletken fabrika ekipmanı sıcaklık kontrolü, evde soğutulmuş suyun sirkülasyonu olan laboratuvarlar, lazer soğutma, gaz tüpü sıcaklık kontrolü, taramalı elektron mikroskopları ve diğer uygulamalar, kesintisiz doğru sıcaklık, katı hal soğutma sistemleri, kompakt, soğutucusuz ve son derece güvenilir.

2.17.3. 7 Nolu Laboratuvar



Şekil 2.100: 7 nolu laboratuvar



Şekil 2.101: 7 nolu laboratuvar iç oda camlar



Şekil 2.102: 7 nolu laboratuvar iç oda



Şekil 2.103: 7 nolu laboratuvar bina dış görünüş



Şekil 2.104: Carl Zeiss 300VP SEM Cihazı



Şekil 2.105: ++ Kaplama (QUORUM Q150 RES)

7 nolu laboratuvar Şekil 2.100'de, 7 nolu laboratuvar iç oda camlar Şekil 2.101'de, 7 nolu laboratuvar iç oda Şekil 2.102'de ve . 7 nolu laboratuvar bina dış görünüş Şekil 2.103'te . Carl Zeiss 300VP SEM Cihazı Şekil 2.104'te ,++ Kaplama (QUORUM Q150 RES) Şekil 2.105'te gösterilmiştir.

Taramalı Elektron Mikroskobu

Numuneye gönderilen hızlandırılmış elektronların numune atomları ile etkileşimi nedeniyle saçılan elektronlar çeşitli dedektörler yardımıyla analiz edilerek görüntülenir. Bu saçılmaları değerlendirerek malzemelerin içindeki yapıları mikrometre (10^{-6}m) ve nanometre (10^{-9}m) ölçeğinde görüntülemek mümkündür. Haritalama teknikleri sayesinde elementlerin dağılımı izlenebilmekte ve bir numune içerisinde kalitatif ve kantitatif element analizi yapılabilmektedir.

Carl Zeiss 300VP SEM cihazıyla iletken olmayan numunelerde daha ayrıntılı ve net görüntü alabilmek için QUORUM Q150 RES kaplama cihazı kullanılabilir ve numunelerin kaplama yapılmadan görüntülemesi sağlanabilmektedir.

(İKÇÜ-MERLAB) bulunan SEM cihazının detektörleri ve bunların analiz kabiliyetleri aşağıda sıralanmıştır.

- C2D dedektörü: Topografik görüntünün elde edilmesinde,
- HD-BSD dedektörü: Topografik görüntünün ewlde edilmesinde,
- In-Lens dedektörü: 1,5 milyon büyütmeyi sınır alan yani bu değere kadar topografik görüntü elde edilmesinde,
- Tarama transmisyon elektron (STEM) dedektörü: 30kV değerine kadar TEM görüntülerinin elde edilmesi

• EDX dedektörü vasatasıyla haritalandırmayla malzemelerin dağılımı belirlenebilirken bunun yanında malzeme içerisindeki yapıların nicel ve nitel elementel analizleri yapılabilmektedir

• Geri saçılmış elektron (BSE) dedektörü veya karışık (SE+BSE): Atomik kontrasta ilişkin 2 boyutlu görüntü elde edilmesinde.

2.18.4. 8 Nolu Laboratuvar

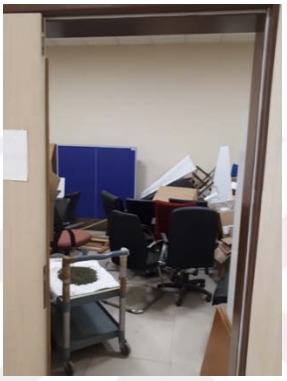
X Işını Difraksiyonu(XRD)



Şekil 2.106: 8 nolu laboratuvar ön hol



Şekil 2.107: 8 nolu laboratuvar sol hol



Şekil 2.108: 8 nolu laboratuvarı yan oda



Şekil 2.109: X Işını Difraksiyonu(XRD)



Şekil 2.110: 8 nolu laboratuvar pompa makinesi



Şekil 2.111: XRD (X-Ray Diffraction)

8 nolu laboratuvar ön hol Şekil 2.106'da , 8 nolu laboratuvar sol hol Şekil 2.107'de, 8 nolu laboratuvarı yan oda Şekil 108'de, X Işını Difraksiyonu(XRD) Şekil 109'da, 8 nolu

laboratuvar pompa makinesi Şekil 2.110'da ve XRD (X-Ray Diffraction) Şekil 2.111'de gösterilmiştir.

XRD (X-Ray Diffraction) X-ışınları sayesinde oluşturulmuş olan kırınım deseninden atomik seviyede bilgilenmek için X-Işınları Kırınımı, XRD (X-Ray Diffraction) kullanılılır. Kristale zarar vermeksizin kristalin yapısı hakkında bilgi verip X ışınları ile ölçüm yapılır. Katı ve toz numunelerin nitel ve nicel analizleri, yapı çözümlenmesi, ince film malzemelerin faz analizleri ve kalınlıklarının belirlenmesi, fazların miktarları, kristal boyutu, atom pozisyonları, latis parametreleri ve kristal yönlenmesi tayini elde edilir.

Çok hedefli birçok alanda kullanım alanı olan XRD sistemi ile tekstür ve stres analizleri ile Rietveld (yapım çözümleme) analizleri, reflektivite (yansıma) ve küçük açı X ışını saçınımı (SAXS) ölçümleri ince film kalınlığı, yoğunluğu ve yüzeyin pürüzlülüğü yapılabilir. X-Işınları kırınımı yöntemi, madencilik, biyoloji, malzeme ve metalürji, çimento, fizik, kimya, biyokimya, jeoloji, seramik ve teknolojik uygulamalarda geniş bir alan yelpazesinde kullanılır.

Uygulama Alanları

- Arkeoloji alanında tarihi yapıları oluşturan malzemelerin tayini gibi birçok bilimsel araştırma ve geliştirme alanlarında kullanılabilir.
- Petrol ürünleri boya ve ince film analizlerinde
- Çimento ve seramik sanayinde ve özellikleri ve yapısı üzerine bilgilerin elde edilmesinde
- Polimerlerin analiz edilmesinde
- Kömürde nem, kül ve kükürtün belirlenmesinde
- Radyoaktif cevher ve maden filizleri analizlerinin yapılmasında
- Jeolojide kayaçların, miktarlarının saptanmasında killerin ve minerallerin tanımlanmasında
- Metalurjide ince metal ve film kaplama kalınlıkları tayin edilirken, metal ve alışımlarının analizleri yapılırken
- Malzeme bilimi ve Temel fizik araştırmalarında
- İlaç endüstrisi bünyesinde malzeme içerindeki safsızlıkların ve yapıların tespit edilmesinde
- Farklı bitki türlerinin yapısının incelenirken
- Endistürü bünyesinde kâğıt, lastik, plastik ve cam gibi maddelerdeki safsızlık analizleri yapılırken

2.18.5. 9 Nolu Laboratuvar ve 10 Nolu Laboratuvar

B kamu kurumunda ayrıca 9 nolu laboratuvar malzemelerin içyapı incelemesi yapılmadan önce laboratuvarda kullanılan numune hazırlama yöntemleri ile numune kesme cihazları, numune zımparalama ve parlatma cihazları, numune kalıplama cihazları, dijital kameralı düz ve ters tip metal mikroskopları bulunmaktadır. Bu çalışmamızda 9 nolu laboratuvarda kaba kesme cihazı, hassas kesme cihazı, sıcak kalıplama bakalite alma makinesi zımparalama ve parlatma cihazı, 10 nolu laboratuvarda halkalı öğütücü, sıcak soğuk pres cihazı, hidrolik pres makinelerinden gürültü ölçümü alınmıştır.

9 Nolu Laboratuvar



Şekil 2.112: 9 nolu laboratuvar



Şekil 2.113: 9 nolu laboratuvar



Şekil 2.114: 9 nolu laboratuvar ön cephe

9 nolu laboratuvar Şekil 1.112 ve Şekil 2.113'de, 9 nolu laboratuvar ön cephe Şekil 2.114'de gösterilmiştir.

Abrasiv(Kaba) Kesme Cihazı(Mikro Test-Cut30m)

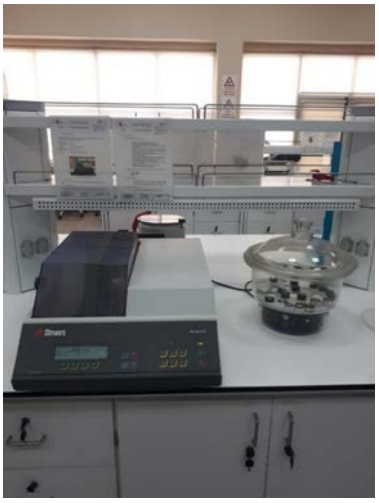
Malzemelerin numune alma ve kesme, numune hazırlanması işlemlerinde kullanılmaktadır. Marka modeli Cut30M ve özelliği kaba kesmedir. Kapalı alanda kesme işlemini sağlar. Abrasiv(Kaba) Kesme Cihazı Şekil 2.115'te gösterilmiştir.



Şekil 2.115: Abrasiv(Kaba) Kesme Cihazı

Hassas Kesme Cihazı (Struers Accutom 5)

Metalik malzemeler için öncelikle büyük boyuttan küçük boyuta indirdiğimiz numuneleri ince ve hassas bir şekilde optik mikroskopta incelemek üzere kesme yapan cihazdır. Kabakesme cihazıyla kesilemeyecek duyarlılığa sahip olan malzemelerin metalografik numune hazırlamada kesilmesi maksadıyla kullanılmaktadır. Optik mikroskopta mikro yapısını incelemek istersek bunun için istediğimiz ebatlarda maksimim birkaç cm den büyük malzemeyi hassas kesme cihazında kesemeyiz. Cihaz ile birlikte kullanılması zorunlu güvenlik ekipmanları eldiven, emniyet gözlüğü ve çalışma önlüğüdür. Hassas kesme cihazı (struers accutom 5) Şekil 2.116'da gösterilmiştir.



Şekil 2.116: Hassas kesme cihazı (struers accutom 5)

Sıcak Kalıplama Bakalite Alma Makinesi

Metalografik numune hazırlanma işleminde metal, seramik veya toz malzemelerin kalıplanması amacıyla kullanılmaktadır. Maruz kalacağı ısıdan dolayı malzeme deformasyona uğramıyor olması gerekmektedir. Cito press -1 modelinde olup özelliği Sıcak Kalıplama Bakalite Alma Makinesidir. Metalografik işlemleri kapsamında mikro yapısını incelemek istediğimiz numuneleri öncelikle çok büyüt boyuttaysa kaba kesme yapıp küçük boyutlara indirilir. Küçük boyutlara indirdikten sonra daha ince ayar yapıp daha fazla şekil verebilmek için hassas kesme cihazında gerekli ise kesme yapılır. Hassas kesmeden sonra da zımparalama işleminde numuneyi kolay tutabilmek için yüzeyini iyi zımparalayabilmek daha sonrasında da parlatabilmek için numune kalıplanabilir. Bu işlem genellikle küçük numunelerde elle tutulamayacak kadar ya da şekli düzgün olmayan numunelerde yapılır. İki farklı kalıplama türü vardır. Biri soğuk kalıplamadır ve uzun sürer, sıcak kalıplama ise hızlı ve sıcak adı üstünde belirli sıcaklıkta bakalit ya da kalıbın malzemesi neyse onu ergitip malzemenin çevresine tutunur, soğutarak bize numuneyi ve malzemeyi verir. Daha sonra bir sonraki aşamaya zımparalamaya hazır numune elde edilir. Cihaz için kullanılması gereken zorunlu güvenlik ekipmanları eldiven ve çalışma önlüğüdür. Sıcak kalıplama bakalite alma cihazı Şekil 2.117'de gösterilmiştir.



Şekil 2.117: Sıcak kalıplama bakalite alma cihazı

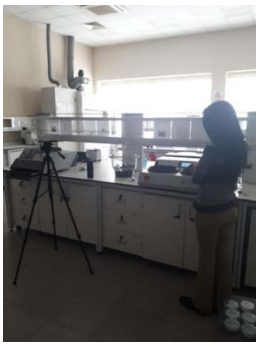
Zımparalama ve Parlatma Cihazı

Kaba kestiğimiz daha sonra gerektiğinde hassas kestiğimiz numuneyi sıcak ya da soğuk kalıpladıktan sonra zımparalama işlemine tabi tuttuğumuz cihazdır. Bu cihazda farklı kaba ve hassas olarak nitelendirdiğimiz zımpara kâğıtlarıyla kabadan hassasa doğru numune yüzeyini zımparalarız. Daha sonra en düşük en hassas zımpara kâğıdından sonra parlatma işlemini yaparız. Bu işlemleri yapmamızın sebebi daha sonra optik mikroskobun altında numunenin mikro yapısının görülebilmesini kolaylaştırmaktır. Cihaz için

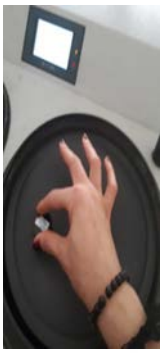
kullanılması gereken güvenlik elemanları eldiven ve çalışma önlüğüdür. Zımparalama cihazı Şekil 2.118 ve 2.120'de , zımparalama cihazı iç ortam gürültü ölçüm Şekil 2.119'da gösterilmiştir.



Şekil 2.118: Zımparalama cihazı



Şekil 2.119: Zımparalama cihazı iç ortam gürültü ölçüm



Şekil 2.120: Zımparalama cihazı

10 Nolu Laboratuvar



Şekil 2.121: 10 nolu laboratuvar



Şekil 2.122: 10 nolu laboratuvar ön cephe

15.03.2023 tarihinde iç ortam gürültü ölçümleri ğerçekleştirlmiştir. 10 nolu laboratuvar Şekil 2.121 'de ve 10 nolu laboratuvar ön cephe Şekil 2.122'de gösterilmiştir.

Halkalı Öğütücü (Değirmen)

Kaba olarak var olan toz partikülleri daha ince partikül haline getirmek için öğütme işlemi yapılır. Bu işlemi çoğu yerde kullanabiliriz. Halkalı öğütücü (Değirmen) 2.123'te, Halkalı Öğütücü (Değirmen) için iç ortam gürültü ölçüm Şekil 2.124'te gösterilmiştir.



Şekil 2.123: Halkalı öğütücü (Değırmen),
Halkalı Öğütücü (Değırmen),Sıcak ve Soğuk Pres ve Diger Cihazlar İçin Sesiz Arka Plan



Şekil 2.124: Halkalı Öğütücü (Değırmen) için İç ortam gürültü ölçüm

Halkalı Öğütücü(Değirmen)

Partikül boyutlarının küçültülmesi için kullanılır. Cihaz için kullanılması gerekli olan güvenlik ekipmanları eldiven, emniyet gözlüğü ve çalışma önlüğüdür. Cihazın çalışması için cihaz fişi takılıp cihaz açılıp kapağı yukarı kaldırılmalı numuneler hazne içine yerleştirilmelidir. Hazne cihaz içerisindeki yuvaya yerleştirilerek kol yardımıyla sabitleyerek cihazın kapağı kapatıldıktan sonra yuvarlak tuş yardımı ile süre ayarlanır ardından devir hızı ayarlanır. Start tuşuna basılıp cihaz çalıştırıldıktan sonra çalışma bittiğinde cihaz içerisi ve hazne temizlenmelidir. Hazne ıslak bırakılmamalıdır. Cihaz kapatılmalı ve fişi çekilmelidir. Beklenmedik durumlarda cihaz sorumlusuna başvurulmalıdır. Laboratuvar sorumlusu her takvim yılı başında laboratuvar cihazları alım bakım ve onarım birimine (LACAB)tezgâh bakımı/kalibrasyonu için ÜBYS sistemi

üzerinden talepte bulunur. Halkalı Öğütücü (Değırmen) için sessiz iç ortam gürültü ölçüm Şekil 2.125'te gösterilmiştir.



Şekil 2.125: Halkalı Öğütücü (Değirmen) için sessiz İç ortam gürültü ölçüm

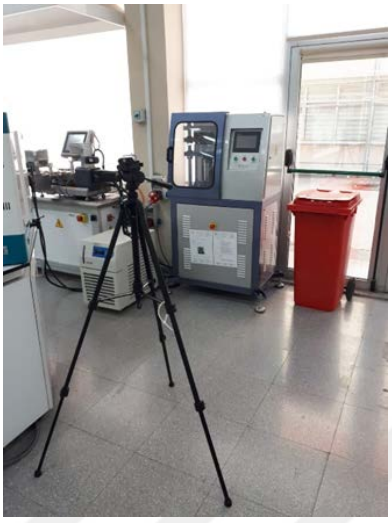
Sıcak Soğuk Pres



Şekil 2.126: Sıcak soğuk pres

Malzemelerin kalıp yardımı ile sekillendirilmesi için kullanılır. Cihazın fişi takılıp arkasında bulunan kol çevrilerek cihaz açılmalıdır cihazın yanında bulunan soğutma sistemi açılır cihaz ekranından ayarlar kısmında işlem parametreleri belirlenmelidir alt ve üst kalıp işlem sıcaklıkları ayarlanmalıdır sıcak ve soğuk pres kademeleri ayarlanmalıdır. İşlem parametreleri tamamlandıktan sonra ekrandan ana sayfaya geçilmeli sıcak pres için sıcak pres start tuşuna basılmalıdır. Kalıbı üst kısımdan alt kısıma doğru almak gerekir. Soğuk pres için soğuk pres start tuşuna basılmalıdır. Cihaz soğutma sistemi ve su girişi olmadan çalıştırılmamalıdır. Cihazı kapatıp fiş çekilmelidir. Beklenmedik durumlarda cihaz sorumlusuna başvurulmalıdır. Cihaz ile kullanılan güvenlik ekipmanları çalışma

önlüğü, eldiven ve emniyet gözlüğüdür. Sıcak soğuk pres Şekil 2.126'da, Halkalı Öğütücü (Değırmen) için iç ortam gürültü ölçümü Şekil 2.127'de gösterilmiştir.



Şekil 2.127: Halkalı Öğütücü (Değırmen) için İç ortam gürültü ölçümü

Hidrolik Pres



Şekil 2.128: Hidrolik pres

Yüzeylerine tutkal sürülüp iş parçalarının birbirine sıkılarak yapıştırılmasında kullanılan makineler genellikle "pres" olarak adlandırılır.

Yağ konulmadan kesinlikle çalıştırılmaz. Yağ tankı hidrolik yağ ile doldurulur. Motor çalışma yönü ok işareti ile belirtilmiştir (Ahşap Teknolojisi (2008), Tornalamaya Hazırlık, MEGEP, Ankara.).

Hidrolik pres Şekil 2.128'de, Hidrolik pres İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.129'da gösterilmiştir



Şekil 2.129: Hidrolik pres İç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

2.19. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Labaoratuvarda Akış Döngüsü İçin Kullanılan Gürültü Ölçüm Cihazı



Şekil 2.130: Svantek 971 gürültü ölçer cihazının kailbrasyonu

İç ortam gürültü ölçümlerinde, frekans aralığı 10 Hz- 20 kHz, ölçümlerden önce ses seviyesi ölçüm cihazı 94dB 1000Hz ile şekil kalibre edilmiştir. ölçüm aralığı ise 25 – 136 dB(A) olan IEC , bölüntüsü 0,1, IEC 61672-3 ve IEC 61672-1 uluslararası standartlara uygun SVANTEK marka tipi SVAN971/7052E model gürültü cihazı kullanılmıştır. Ölçümlerden önce ses seviyesi ölçüm cihazı 94 1000Hz ile kalibre edilmiştir. Svantek 971 gürültü ölçer cihazının kailbrasyonu Şekil 2.130'da gösterilmiştir.

2.20. B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki Halkalı Öğütücü, Sıcak Soğuk Pres Cihazı, Hidrolik Pres Makineleri İçin Kullanılan Gürültü Ölçümü Cihazı



Şekil 2.131: Svantek marka Svan 971 model gürültü ölçüm cihazı



Şekil 2.132: Svantek marka svan 971'in kalibrasyon cihazı

Svantek 971 ölçüm cihazı kullanılmıştır. Svantek marka Svan 971 model gürültü ölçüm cihazı Şekil 2.131'de ve Şekil 2.132'de Svantek marka Svan 971'in kalibrasyon cihazı gösterilmiştir.

B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar, 9 Nolu ve 10 Nolu Laboratuvarlarda 3 Dk Lık Süre İçerisinde Kullanılan Ölçüm Cihazı

Cihaz Bilgileri

Cesva SC310 Ortam Gürültü Ölçüm Cihazı – Seri Numarası: T244748

Casella CEL-120/1 Ses Kalibratörü – Seri Numarası: 4478526

Teknik Özellikler:

Cesva SC310

- OSHA ve IEC Standartlarında Doz Ölçümü
- Kullanıcı tanımlı ölçüm düzeneği
- Ayarlanabilir kriter seviyesi
- Kişisel maruziyet seviyesi ve çalışma ortam gürültü ortam seviyesi değerlendirme
- 1 saniye ile 1 saat aralığında zamanlandırılabilir

- Ölçüm Aralıkları
- 60–130 dB / 70-140 dB (A/C Bandında)
- 60-130 dB / 93-133 dB (C ya da Z (Lienar) Pik)
- 70-140 dB / 103-143 dB (C ya da Z (Linear) Pik)
- Eşik Seviyesi: 70-90
- Tepki Seviyesi: Yavaş / Hızlı
- Ölçüm Süresi: 5, 10,15 ve 30 Dakika. 1, 2, 4, 8, 12 ve 24 Saat
- Yüksek Seviye Dedektörü: 115,130 ve 140 Db



Şekil 2.133: Cesva SC310 Ortam Gürültü Ölçüm Cihazı

2.21. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar, 9 Nolu ve 10 Nolu Laboratuvarlarda 5 Dk.lık Süre İçeriside Alınan Ölçümlerde Kullanılan Ölçüm Cihazı

Cihaz tipi SVAN 971,seri Numarası 51611,dâhili yazılım sürümü 1.09.1,dosya sistemi sürümü 1.09 dur.

- IEC 61672:2002 standardına uygundur. Tip 1, 1/1 ve 1/3 oktav bantlara sahip olup, A, C, Z (Lin) bantlarında gürültü ölçümlerini eş zamanlı olarak gerçekleştirir. SVAN PC++ ile ölçüm sonuçları kolaylıkla bilgisayara aktarılabilir.
- Tip 1 ses seviyesi ölçer IEC 61672:2002'ye uygundur.
- Akustik ölçümlerin yanı sıra İSG ve ortam gürültüsü ölçümlerini de gerçekleştirin.
- OSHA, MSHA ve ACGIH ve ISO 9612 ile uyumludur,
- Titreşim sensörleri, gürültü ölçümlerine müdahale edebilecek titreşimleri algılar ve uyarı verir.
- Yatay konuma dayalı ekran döndürme işlevi (döndürme işlevi)

- Enerjinin verimli kullanımı ve güç verimliliği. SVAN 971'i kullanmanın en büyük avantajlarından biri, 2-3 iş gününe (16-24 saat) kadar dayanabilen bir dizi küçük AAA pille çalışan güç verimliliğidir.
- Önceden tanımlanmış ayar dosyalarının kullanımı kolaydır
- Kullanımı son derece kolay başlatma/durdurma modu fonksiyonu,
- 3 paralel bağımsız profile sahiptir
- 3 paralel bağımsız profile sahiptir
- 1/1 ve 1/3 oktav gerçek zamanlı analiz fonksiyonu ile,
- Gelişmiş günlük kaydı yeteneklerine sahiptir (zaman geçmişi)
- MicroSD hafıza kartı neredeyse sınırsız kayda olanak tanır
- Akustik doz ölçümü
- Not bırakın ve kayıtlı sesli açıklamalar yapın ve
- Renkli OLED ekranlarda kontrast ve gelişmiş çözünürlük özellikleri
- IP65 koruma sınıfı ve çok dayanıklı koruyucu kılıf
- Sonuçların zaman geçmişi İki eşzamanlı kayıt adımı (örn. Leq, Max, Min ve Peak) şu hafızaya kaydedilir: 8 GB microSD kart (128 GB'a kadar genişletilebilir).

Cesva SC310 Ortam Gürültü Ölçüm Cihazı 2.133'de gösterilmiştir.

2.22. Ölçüm Metodu

Gürültü ölçüm cihazı gürültü yapan makineden 1 metre uzaklıkta gürültü kaynağına bakacak şekilde ayarlanmıştır. Arka plan gürültü düzeltmeleri gerekli hallerde göz önüne alınmıştır. Rüzgâr hızının 5 m/s'den fazla olmadığı tespit edilmiştir.

2.23. İç Ortam Gürültü Ölçümü Yöntemi

TS EN ISO 11202:2010 Akustik - Makine ve teçhizattan yayılan gürültü - İş istasyonlarından ve benzer çevresel düzeltmelerin uygulandığı diğer belirlenmiş yerlerden yayılan ses basınç seviyelerinin belirlenmesine yönelik standartlar açısından yorumlanır.

Ayrıca TS EN ISO 11204 (Makine ve teçhizattan yayılan akustik gürültü - İşyerleri ve belirlenen diğer yerlerden yayılan ses basınç seviyelerinin ölçülmesi - Çevresel düzeltme gerektiren yöntem) ve TS EN ISO 11200 (Makinelerden yayılan akustik gürültü)

standartlarına uygun olarak da ölçümler yapılmıştır. ve teçhizat - İşyerleri ve belirlenen diğer yerlerden yayılan ses basınç seviyelerinin ölçülmesi - Çevresel düzeltme gerektiren yöntemler) ve TS EN ISO 11200 (Makine ve teçhizattan yayılan akustik gürültü - Teçhizattan yayılan ses basıncı seviyelerinin ölçülmesi - Temel malzemelerin kullanımına ilişkin rehber işyerlerinde ve diğer belirlenmiş yerlerde yayılan ses basıncı seviyelerinin belirlenmesine yönelik standartlar).

4 nolu laboratuvardaki Akış Döngüsü düzeneğinden farklı bir svantek 971 model marka cihaz kullanarak 3 noktadan beşer dk.lık iç ortam gürültü ölçümü alınmıştır. Bulunan düzeneğin sol, orta ve sağ yanından elde edilen Leg 1, Leg 2 ve Leg 3 değerlerinin logaritmik ortalaması alınmıştır. Ayrıca bu düzenek için sessiz ortam gürültüsü de ölçülmüştür.

Ölçüm sonuçları çalışma ortamında gürültü kaynağına (makine, tezgah) bir metre mesafede cihaz sabitlenerek gürültü değerlerinin stabil hale geldiğinde B kamu kurumunda Cesva SC310 ortam gürültü ölçüm cihazı ile akış döngüsü düzeneğinden, Araştırma Laboratuvarı bünyesinde bulunan 5 nolu laboratuvardaki Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı)'ndan ve BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı)'ndan, 8 nolu laboratuvarda X Işını Difraksiyonu (XRD) cihazından, 7 nolu laboratuvarda Taramalı Elektron Mikroskobu cihazından üçer dakika arayla üç ölçüm kayıt altına alınmıştır. 9 nolu laboratuvarda kaba kesme cihazı, hassas kesme cihazı, sıcak kalıplama bakalite alma, makinesi zımparalama ve parlatma cihazından bir noktadan birer dakika arayla üç ölçüm kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bir noktadan her cihaz için alınan Leg1, Leg2, Leg 3 değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır.9 nolu laboratuvarda, zımparalama cihazından ayrıca Svan 971 gürültü ölçer cihazıyla üçer farklı noktadan beşer dakika arayla üç ölçüm daha kayıt altına alınmıştır. Farklı ölçüm cihazlarıyla aynı cihaz için gürültü ölçüm seviyeleri tartışma kısmında yorumlanmıştır. 10 nolu laboratuvarda halkalı değirmen, filtre pres (sıcak soğuk pres) , hidrolik pres makinelerinden de Svan 971 gürültü ölçer cihazıyla üçer farklı noktadan beşer dakika arayla üç ölçüm daha kayıt altına alınmıştır.

Gürültü Ölçümü Hakkında

Gürültü İle İlgili Terimler

dB(A): İnsan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir.

LAeq -Eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi: Zamanla değişen şartlara bağlı olarak, bir ölçme zaman aralığındaki ortalama ses basınç seviyesidir.

(LCpeak) En yüksek ses basıncı: “C”-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının maksimum değeridir.

Ölçüm Standartı

- TS ISO 1996-2 Akustik - Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi -Bölüm 2: Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini

2.24. Özel Z Çevre Laboratuvarı



Şekil 2.134:Özel Z Çevre Laboratuvarı



Şekil 2.135: Özel Z Çevre Laboratuvarı



Şekil 2.136: Kimyasal Analiz pompası için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

ÖZEL Z Çevre Laboratuvarı, İzmir İl Çevre Koruma Vakfı tarafından kurulmuş bir kuruluş olup, "TS EN ISO/IEC 17025" standardına göre TÜRKAK tarafından akredite edilmiş bir laboratuvardır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "Çevre Metrolojisi Analiz Laboratuvarları Yeterlilik Yönetmeliği" ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı "İş Sağlığı Metrolojisi Test ve Analiz Laboratuvarları Yeterlilik Yönetmeliği" uyarınca yetkilendirilerek test ve ölçümler yapılmakta ve analizler yapılmaktadır. bu kuruluşların yönetmeliklerine uygun olarak yürütülür (İzçev,2023).

Çevre Koruma Vakfı'na bağlı bir diğer kuruluş olan özel Z Çevre Laboratuvarı ise bakanlık ve komisyon niteliklerini alarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından verilen "Çevre Ölçüm ve Analiz Yeterlilik Belgesi" ile "İş Sağlığı Ölçümü, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından verilen Test ve Analiz Sertifikası". Ayrıca TÜRKAK akredite bir laboratuvar olup, akreditasyon belgelerine sahip olup, uluslararası standartlarda hizmet vermektedir. Laboratuvar faaliyet alanlarımız;

> Su ve atık su örneklemesi ve analizi
> Atık yağ örneklemesi ve analizi
> Katı atık, arıtma çamuru numune alma ve analizi
>Toprak örneklemesi ve analizi
>Emisyonlar (baca gazı) ve emisyon ölçümü
>Gürültü seviyesi ve akustik ölçümler
>İş sağlığı ölçümü, (İzçed,2023).

Özel Z Çevre Laboratuvarı'nda belirli cihazlar çalıştırılarak çıkan gürültü değerleri ölçülmüştür. Svantek gürültü ölçüm cihazı ile üç noktadan gürültü ölçülürken aynı anda yine aynı noktalarda telefonla ses kaydı çekilmiş ve bu kayıtlar bir ses programına yüklenerek makinelerden çıkan gürültü değerlerinin üç boyutlu grafikleri ile Svantek cihazından elde edilen gürültü grafikleri ile karşılaştırılmıştır. Özel Z Çevre Laboratuvarı Şekil 2.134 ve 2.135'te , kimyasal analiz pompası için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.136'da gösterilmiştir.

Kimyasal Analiz Pompası

Yüksek Çıkışlı Pompa, daha fazla güç için piston tahrikli bir tasarıma sahiptir. Kimyasal Görev Pompası, aşındırıcı kimyasallar ve çözücülerle kullanım için kimyasallara dayanıklı bir başlığa ve diyaframa sahiptir. Vakum yaparak süzme işlemi yapar. Pompa 70 cm 1/4" hortum ve hat içi nem koruması için Millex FA50 filtre ile birliktedir. UL

listesinde ve CE işaretlidir. Yüksek çıkışlı ve kimyasal görev pompaları, proses filtreleme süresini azaltmak için yüksek akış hızlarını destekleyebilir.

Özellikler ve Avantajlar

Yüksek akış hızları filtrasyon işlem süresini azaltır. Aşındırıcı buharlarla uyumluluk için isteğe bağlı kimyasallara dayanıklı dâhili bileşenler ,taşınabilir tasarım, iş istasyonları arasında kolay paylaşım sağlar

Uygulamalar

Samplicity filtrasyon sistemi, SNAP i.d.2.0 sistemi, multiscreen HTS filtrasyon manifoldu ve stericup filtreler dâhil filtre tutucular, manifoldlar ve cihazlar için vakum kaynağıdır. Kimyasal Analiz pompası Şekil 2.137 ve 2.138'de gösterilmiştir



Şekil 2.137: Kimyasal Analiz pompası



Şekil 2.138: Kimyasal Analiz pompası



Şekil 2.139: Kimyasal Analiz pompası için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu



Şekil 2.140: Android telefonla alınan ses kaydı ölçüm metodu

Kimyasal Analiz pompası için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu 2.139'da ve Android telefonla alınan ses kaydı ölçüm metodu Şekil 2.140'da gösterilmiştir.

Su Banyosu

Farklı reaksiyonlar gerçekleşirken sıcaklığı sabit seviyede tutan cihazlardır. Ayrıca titreşimde yapabilir. Su banyosu Şekil 2.141'de ve su banyosu için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.142'de gösterilmiştir.



Şekil 2.141: Su banyosu



Şekil 2.142: Su banyosu için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

2.25. Özel Z Çevre Laboratuvarı İçin Kullanılan Ölçüm Cihazı

SVAN 971, Sınıf 1 IEC 61672-1: 2013 standartlarına uygun son derece küçük cep boyutunda gövdede ses seviyesi ölçer

• Sınıf 1 IEC 61672-1,2013 doğruluğunu karşılayan gürültü ölçümleri
• Üst üste binen iki geniş ölçüm aralığı
• 1/1 & 1/3 oktav gerçek zamanlı frekans analizi (seçenek)
• İşyerinde kişisel gürültü izleme için dozimetre işlevi (isteğe bağlı)
• Sesli olay kaydı (seçenek)
• 10 yüzdelik değere kadar istatistiksel analiz
• İki kayıt adımı aralığına sahip zaman tanım alanı
• Otomatik kalibrasyon başlatma ve kaydetme
• Serbest alan ve dağınık alan ölçümleri
• Entegrasyon ölçümü çalışma süresi 24 saate kadar programlanabilir
• Supervisor veya SvanPC++ yazılımıyla kullanılabilen kurulum düzenleyicisi
• Süper kontrast renkli OLED ekran

• Geniş sıcaklık çalışma koşulları aralığı
• Çok kullanışlı, hafif ve sağlam cep boyutunda çanta
• Hızlı başlatma ve durdurma için kolay ve kullanıcı dostu arayüz
SLM modu: Lpeak, Lmax, Lmin, L, Leq, LE, Lden, LEPd, Ltm3, Ltm5, Leq istatistikleri (Ln), beklenen Leq değeri (EX), standart Leq sapması (SD), ölçüm süresi ve aşırı yük süresi % (OVL) ve Sınıf 1 IEC 61672-1: 2013 doğruluğuna sahip iki çalışan Leq (LR15 ve LR60) frekans aralığı 10 Hz ÷ 20 kHz
• SEM modu: Lpeak, Lmax, Lmin, L, Leq, LE, LEPd, Ltm3, Ltm5, Leq istatistikleri (Ln), bekleniyor. Leq değeri (EX), standart Leq sapması (SD), Lc-a, DOSE, D_8h, PrDOSE, LAV, SEL8(LAE8),PSEL(PLAE), E, E_8h, tepe sayacı (PTC), tepe eşiği (PTP), üst limit süresi (ULT), TWA, Sınıf 1 IEC 61672-1: 2013 doğruluğu ile PrTWA, ölçüm süresi ve aşırı yük süresi % (OVL) 10 Hz ÷ 20 kHz frekans aralığında
• A, B, C, Z ve LF ile ölçümler için paralel Darbe, Hızlı ve Yavaş dedektörler frekans filtreleri
• toplam doğrusallık ölçüm aralığı 25 dBA LEQ ÷ 140 dB PEAK; iki aralığa ayrılmıştır:
- düşük aralık: 25 dBA LEQ ÷ 123 dB PEAK
- yüksek aralık: 30 dBA LEQ ÷ 140 dB PEAK
• SLM modu: Lpeak, Lmax, Lmin, L, Leq, LE, Lden, LEPd, Ltm3, Ltm5, Leq istatistikleri (Ln), beklenen Leq değeri (EX), standart Leq sapması (SD), ölçüm süresi ve aşırı yük süresi % (OVL) ve Sınıf 1 IEC 61672-1:2013 doğruluğuna sahip iki çalışan Leq (LR15 ve LR60) frekans aralığı 10 Hz ÷ 20 kHz
• SEM modu: Lpeak, Lmax, Lmin, L, Leq, LE, LEPd, Ltm3, Ltm5, Leq istatistikleri (Ln), bekleniyor. Leq değeri (EX), standart Leq sapması (SD), Lc-a, DOSE, D_8h, PrDOSE, LAV, SEL8(LAE8), PSEL(PLAE), E, E_8h, tepe sayacı (PTC), tepe eşiği (PTP), üst limit süresi (ULT), TWA, Sınıf 1 IEC 61672-1: 2013 doğruluğu ile PrTWA, ölçüm süresi ve aşırı yük süresi % (OVL) 10 Hz ÷ 20 kHz frekans aralığında
• A, B, C, Z ve LF ile ölçümler için paralel Darbe, Hızlı ve Yavaş dedektörler frekans filtreleri
• toplam doğrusallık ölçüm aralığı 25 dBA LEQ ÷ 140 dB PEAK; iki aralığa ayrılmıştır:
- düşük aralık: 25 dBA LEQ ÷ 123 dB PEAK
- yüksek aralık: 30 dBA LEQ ÷ 140 dB PEAK

• 10 için IEC 61260-1: 2014' ün Sınıf 1 gereksinimlerini karşılayan 1/1 Oktav gerçek zamanlı analiz (seçenek) 31,5 Hz'den 16 kHz'e kadar olan merkez frekansları, üç adet kullanıcı tanımlı ile aynı anda kullanılabilir. Geniş bant ölçümleri (SLM), zaman geçmişi kaydı ve ses kaydı için profiller.

• 31 için IEC 61260-1: 2014'ün Sınıf 1 gereksinimlerini karşılayan 1/3 Oktav gerçek zamanlı analiz (seçenek) 20 Hz'den 20 kHz'e kadar merkez frekansları, üç adet kullanıcı tanımlı ile aynı anda kullanılabilir. Geniş bant ölçümleri (SLM), zaman geçmişi kaydı ve ses kaydı için profiller (Svantek, 2020).

Gürültü ölçümleri TS EN ISO 11201:2012 Akustik- Makine ve donanımdan yayılan gürültü -ihmal edilebilir düzeydeki çevresel düzeltmelerle yansıtıcı bir düzlem üzerinde esas olarak açık bir alandaki iş mahalinde ve belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini ve TS EN ISO 11202:2010 Akustik- Makina ve donanımdan yayılan gürültü –Bi iş istasyonundaki ve benzer çevresel düzeltmeler uygulanmış belirtilen diğer konumlardaki emisyon ses basınç seviyelerinin tayini standartlarına göre yorumlanmıştır.

2.26. X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı



Şekil 2.143: X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu

Materyaller: Bu çalışma, pilot olarak seçilen: X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı'nda iş sağlığı ve güvenliği durumunu, yerinde yapılan iç mekan çevre ölçümleri yoluyla değerlendirmektedir. Ölçüm yapılırken Svan 958 model 1 dozimetre kullanılacaktır. Ölçüm standartlarına göre "iç mekan gürültüsü ve iç mekan titreşimi" ölçümleri sahada gerçekleştirildi. Çeşitli laboratuvar ortamlarında makinelerin ses desibel değerini yerinde ölçüm ve değerlendirme yoluyla ölçmek için dozimetre ölçüm cihazları ve yöntemleri kullanılmaktadır. Kantitatif bir yöntemdir. Seçilen laboratuvarlardaki iş sağlığı ve güvenliği iç ortam koşulları parametrelerinin ölçülmesinde her unsurun kendine özgü yöntemi ve standartları bulunmaktadır. Her parametre için kendine ait standartlara uyularak ölçümler alınmış ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde yürürlükteki güncel mevzuatlar kullanılmıştır. X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı için iç ortam gürültü ölçüm cihazı ile ölçüm metodu Şekil 2.143'de gösterilmiştir.

Ölçüm cihazı

Ölçüm yaparken Svan 958 model tip 1 dozimetresi kullanılamıştır.

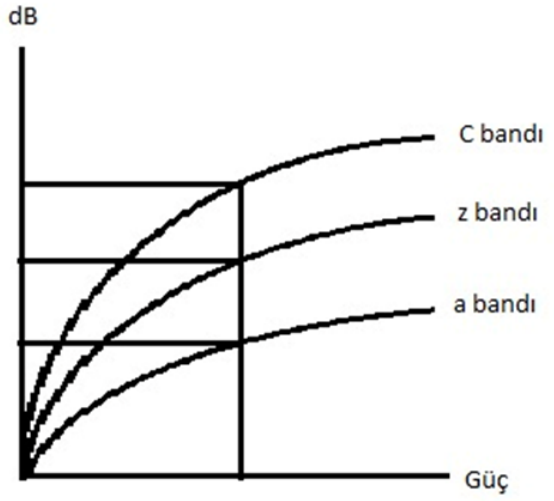


Şekil 2.144: Svantek 958 marka ölçüm cihazı

Svantek 958 marka ölçüm cihazı Şekil 2.144'de gösterilmiştir.

2.27. Ölçüm Yöntemi

Aynı gücün farklı frekans bantlarındaki değerleri A ve C frekans bantlarıdır. Leg gürültü ölçüm süre zarfındaki alınan logaritmik ses ortalamadır. Gürültü ölçümü 1996-2 standartına göre yapılmış buna dayanarak Leq A ve Leq C değerleri ile Imax A ve Fmax A değerleri arasında ilişkilendirerek nihai Leq A dediğimiz sonuc bulunmuştur. Fmax A ve Imax A anlık en yüksek frekans bant değerleridir. Güç desibel ilişki grafiği Şekil 2.145'te gösterilmiştir.



Şekil 2.145: Güç desibel ilişki grafiği

İlgili standartlar

- ✓ Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, 22.08.2013 tarih, 28743 sayılı Resmi Gazete
- ✓ TS EN ISO 5349-1: 2005 Kişilerin Maruz Kaldığı Elle İletilen Titreşimin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi

TS EN ISO 5349-2: 2004 Kişilerin Maruz Kaldığı Elden Vücuda İletilen Bölüm

3. BÖLÜM: BULGULAR

Bu çalışmada, çeşitli makinelerden kaynaklanan gürültünün belirlenmesi için Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24'de farklı zaman aralıklarında belirli cihazlar ve iç ortamında kaynaklanan gürültünün belirlenmesi için kişisel gürültü ölçümleri yapılmış ve günlük maruziyet değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda, ayrı ayrı işlemlerden (kesim, delik delme, zımparalama, frezeleme, tornalama) matkap delik delme makinesi, taşlama makinesi, planya makinesi, gönye kesme makinesi, taşlama makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, yatar daire kesim makinesi dremel gravür gibi makinelerden kaynaklanan gürültü maruziyet değerlerinin hesaplanabilmesi için görev tabanlı ölçüm stratejisi seçilmiş ve günlük maruziyet değerleri tablolar halinde sunulmuştur. Belirtilen cihazlar için iç ortam gürültü ölçümleri, belirli cihazlar için de el kol titreşimi ve tüm vücut titreşimi ölçümleri alınmıştır. A kamu kurumunda 1 nolu laboratuvarda taşlama makinesi, daire testere, matkap, kıl testere ve torna makinesi, 2 nolu laboratuvarda çekme basma cihazı, 3 nolu laboratuvarda karıştırıcı ve su sirkülasyon cihazı, gibi gürültü yayan makinelerden iç ortamında yerinde gerçekleştirilen görev tabanlı kişisel gürültü ölçümleri yapılmış, makinelerden yayılan titreşim ölçüm sonuçları da kayıt altına alınmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.B kamu kurumunda 4 nolu laboratuvarda akış döngüsü düzeneğinde (akarsu model) Araştırma Laboratuvarları 'nda bulunan 5 nolu Laboratuvarda gürültü ölçümü alınan cihazlardan master sizer (Parçacık boyut analiz cihazı) ve yine araştırma laboratuvarlarında bulunan 6 nolu laboratuvarda bulunan chiller cihazlarından, 8 nolu Laboratuvarda XRD cihazından ve 7 nolu Laboratuvarda taramalı elektron makinesi ve düzeneğinden gürültü çıkaran cihazlardan iç ortam gürültü ve ölçümü alınmıştır. 9 nolu laboratuvarda kaba kesme cihazı, hassas kesme cihazı, sıcak kalıplama bakalite alma makinesi zımparalama ve parlatma cihazı, 10 nolu laboratuvarda halkalı öğütücü, sıcak soğuk pres cihazı, hidrolik pres, 4 nolu laboratuvarda akış döngü düzeneği anlatılıp iç ortam gürültü ölçümü alınmıştır. Her bir laboratuvardaki makinelerden hesaplanan sayısal veriler birbirleriyle karşılaştırılmış ve grafikleri gösterilmiştir.

3.1. Ölçüm Yapılan İşyerleri

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap atolyesi B24 'de 1 dk.lık sürede makinelerden alınan iç ortam gürültüsü.

3.2. Ölçüm Sonuçları

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama Ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B24 'de 1 dk.lık ölçüm yapılan matkap delik delme makinesi, taşlama makinesi, planya makinesi, gönye kesme makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, yatar daire kesim makinesi dremel gravür gibi makinelerden elde edilen iç ortam gürültü seviyesi ölçüm sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

İç ortam gürültü seviyesinin, laboratuvarın dokuz ayrı yerinde yapılan ölçüm sonuçlarına göre planya, testere, zımpara, yatar daire kesme makineleri için yasal sınırın üzerinde olduğu bulunmuştur. Zımpara makinesi için en yüksek, matkap delik delme bölümünde ise en düşük seviyede bulunduğu belirlenmiştir.

3.2.1. Ahşah Atölyesi İç Ortam, Gürültü, Ölçüm Sonuçları

Tablo 3.1: Ortam Gürültü Seviyesi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm No	Ölçüm Bölümü	Ölçüm Tarihi	Sıcaklık (°C)	Basınç (hPa)	Nem % Rh	Artık Ses (dBA)	Leq (dBA)
1	MATKAP DELİK DELME MAK.	17.03.2023	24,0	997,7	41	43,4	71,8
2	PLANYA MAKİNESİ	17.03.2023	23,1	998,1	42	43,4	92,9
3	GÖNYE KESME MAKİNESİ	17.03.2023	24,1	997,7	43	43,4	99,7
4	TAŞLAMA MAKİNESİ	17.03.2023	24,0	997,6	42	43,4	77,7
5	TORNA MAKİNES	17.03.2023	24,2	998,1	41	43,4	82,8

Tablo 3.1. Devamı

6	ŞERİT TESTERE MAK.	17.03.2023	24,1	998,1	40	43,4	83,3
7	ZIMPARA MAKİNESİ	17.03.2023	24,1	998,7	41	43,4	105,5
8	YATAR DAİRE KESİM MAK.	17.03.2023	24,0	997,7	41	43,4	101,7
9	DREMEL GRAVÜR MAKİNESİ	17.03.2023	23,1	998,1	42	43,4	81,2

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B24 'de 1 dk.lık iç ortam gerültüsü, 2 dk.lık yapılan ölçümlerden görevlerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değerleri matkap delik delme makinesi, taşlama makinesi, planya makinesi, testere makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi, zımpara makinesi, yatar daire kesim makinesi deremel gravür için değerler Tablo 3.2'de verilmiştir. Laboratuvarda bir kişi işlem yapılacağı süreler tam olarak belli olmadığı için ölçüm yapılacak cihazlardan ikişer dk.lık ölçümler alınmış ve görev tabanlı günlük maruziyet değeri ölçülmüştür. İşyerlerinde bulunan fanların gürültüleri sürekli olarak sürmekte olup fakat görevlerin oluşturduğu gürültü şiddetinden daha az bir gürültü şiddeti oluşturduğu için gürültü maruziyet değerlerini etkileyecek bir etki oluşturmaz.

3.3. Ahşap Atölyesi İçin Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları

TS EN ISO 9612 Kapsamında Yapılan Ölçüm Sonuçları

Tablo 3.2.: Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev Tabanlı)

Ölçüm No	**Ölçüm Bölümü/Çalışan Adı Soyadı/Ünvanı**								**Ölçüm Tarihi**
1	Marangozhane operatör								17.03.2023
	Görev 1			**Görev 2**			**Görev 3**		
	Matkap delik delme			Planya kesim			Taşlama işlemi		
Görev Süresi (saat)	1			1			1		
Cihaz No	7-10-6			10-7-6			7-10-6		
Belirsizlik	1,5			1,5					
	Leq (dBA)	**Peak C (dBC)**	**Ölçüm Süresi (dk)**	**Gürültü Seviyesi (dB)**	**Peak C (dBC)**	**Ölçüm Süresi (dk)**	**Gürültü Seviyesi (dB)**	**Peak C (dBC)**	**Ölçüm Süresi (dk)**
1. Ölçüm	71,1	103,6	2	85,3	110,9	2	77,8	99,0	2
2. Ölçüm	72,6	106,7	2	83,0	106,8	2	77,6	103,8	2
3. Ölçüm	70,7	104,7	2	84,3	113,8	2	77,7	98,7	2
4. Ölçüm									
5. Ölçüm									
6. Ölçüm									

Sıcaklık (°C)	**Basınç (hPa)**	**Nem % Rh**	**Günlük Gürültü Seviyesi ($L_{EX,8h}$)**	***Ölçüm Belirsizliği (Ux)***	**Ç.G.R.Y.K. Madde 5-(1)**
20,7	1012,7	40			***MSD=87 EYMED=85 EDMED=80***

Ölçüm No	**Ölçüm Bölümü/Çalışan Adı Soyadı/Ünvanı**			**Ölçüm Tarihi**
2	Marangozhane operatör			17.03.2023
	Görev 1	**Görev 2**	**Görev 3**	
	Gönye kesme makinesi	Torna mak.	Şerit testere mak.	
Görev Süresi (saat)	1	1	1	
Cihaz No	7-10-6	10-7-6	7-10-6	
Belirsizlik	1,5	1,5	1,5	

Tablo 3.2. Devamı

	Leq (dBA)	Peak C (dBC)	Ölçüm Süresi (dk)	Gürültü Seviyesi (dB)	Peak C (dBC)	Ölçüm Süresi (dk)	Gürültü Seviyesi (dB)	Peak C (dBC)	Ölçüm Süresi (dk)
1. Ölçüm	95,2	111,	2	77,5	106,5	2	82,7	105,7	2
2. Ölçüm	97,2	113,0	2	77,1	116,0	2	82,4	106,7	2
3. Ölçüm	94,4	109,0	2	79,6	105,4	2	82,0	103,3	2
4. Ölçüm									
5. Ölçüm									
6. Ölçüm									

Sıcaklık (°C)	Basınç (hPa)	Nem % Rh	Günlük Gürültü Seviyesi ($L_{EX,8h}$)	*Ölçüm Belirsizliği (Ux)*	Ç.G.R.Y.K. Madde 5-(1)
20,7	1012,7	40			***MSD=87 EYMED=85 EDMED=80***

Ölçüm No	Ölçüm Bölümü/Çalışan Adı Soyadı/Ünvanı	Ölçüm Tarihi
1	Marangozhane operatör	17.03.2023

	Görev 1	Görev 2	Görev 3
	Zımpara mak.	Dremel gravür mak.	
Görev Süresi (saat)	1	1	
Cihaz No	7-10-6	7-10-6	
Belirsizlik	1,5	1,5	

	Leq (dBA)	Peak C (dBC)	Ölçüm Süresi (dk)	Gürültü Seviyesi (dB)	Peak C (dBC)	Ölçüm Süresi (dk)	Gürültü Seviyesi (dB)	Peak C (dBC)	Ölçüm Süresi (dk)
1. Ölçüm	86,9	111,5	2	81,2	111,5	2			
2. Ölçüm	85,2	102,1	2	80,9	110,2	2			
3. Ölçüm	86,9	111,5	2	81,9	109,5	2			
4. Ölçüm									
5. Ölçüm									
6. Ölçüm									

Sıcaklık (°C)	Basınç (hPa)	Nem % Rh	Günlük Gürültü Seviyesi ($L_{EX,8h}$)	*Ölçüm Belirsizliği (Ux)*	Ç.G.R.Y.K. Madde 5-(1)
20,7	1012,7	40			***MSD=87 EYMED=85 EDMED=80***

Tablo 3.3: Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev Tabanlı)

Görev adı	Görev 1		Görev 2		Görev 3		Görev 4		Görev 5		Görev 6		Görev 7	
	Matkap Delik Delme makinessi		Planya Kesim		Taşlama işlemi		Gönye kesme		Torna amakinesi		Şerit testere		Zımpara Mak	
Örnek numarası	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)
1	71,1	1	85,3	1	77,8	1	95,2	1	77,5	1	82,7	1	86,9	1
2	72,6		83		77,6		97,2		77,1		82,4		85,2	
3	70,7		84,3		77,7		94,4		79,6		82		86,9	

SONUÇLAR			Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
				Matkap Deli	Planya Kesi	Taşlama işl	Gönye kesn	Torna amak	Şerit tester	Zımpara Mak
Ortalam gürültü seviyesi (dB)		(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	**71,5**	**84,3**	**77,7**	**95,8**	**78,2**	**82,4**	**86,4**
Süre (saat)		(9.2 : (5))	**Tm**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**
m görevinin Lex,8 'e katkısı		(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	63,1	75,8	69,2	87,3	69,8	73,9	78,0
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi		$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,4	0,0	0,0	0,0
	Süre		$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ölçüm cihazı		$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ölçme pozisyonu		$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,00	0,00	0,00	0,6	0,0	0,0	0,0
	Her m görevinin toplamı		$u^2 (L_{EX,8h})$ m	0,00	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2 (L_{EX,8h})$ = 1,07

Birleştirilmiş standart belirsizlik $u(L_{EX,8h})$ 1,0 dB **Genişletilmiş belirsizlik**

Günlük gürültü maruziyeti seviyeleri (C.2) **$L_{EX,8h}$ = 87,8 dB** $U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h})$ = **1,7 dB**

Veri girişinden elde edilen sonuçlar

Günlük gürültü seviyesi

$L_{EX,8h}$ =
87,8

Tanımlanan görevler

Sayı
7

Süre toplamı (saat)

7,0

SONUÇLAR			Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
				Matkap Deli	Planya Kesi	Taşlama işl	Gönye kesn	Torna amak	Şerit tester	Zımpara Ma
Ortalam gürültü seviyesi (dB)		(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	**71,5**	**84,3**	**77,7**	**95,8**	**78,2**	**82,4**	**86,4**
Süre (saat)		(9.2 : (5))	**Tm**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**
m görevinin Lex,8 'e katkısı		(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	63,1	75,8	69,2	87,3	69,8	73,9	78,0
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi		$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,4	0,0	0,0	0,0
	Süre		$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ölçüm cihazı		$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ölçme pozisyonu		$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,00	0,00	0,00	0,6	0,0	0,0	0,0
	Her m görevinin toplamı		$u^2 (L_{EX,8h})$ m	0,00	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0

Tüm görevlerin toplamı (C.3) $u^2 (L_{EX,8h})$ = 1,07

Birleştirilmiş standart belirsizlik $u(L_{EX,8h})$ 1,0 dB **Genişletilmiş belirsizlik**

Günlük gürültü maruziyeti seviyeleri (C.2) **$L_{EX,8h}$ = 87,8 dB** $U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h})$ = **1,7 dB**

Tablo 3.3. Devamı

Günlük gürültü maruziyet seviyesi (dB)	**87,8**	**Görev sayısı**	**7**
Genişletilmiş belirsizlik (dB)	**1,7**	**Günlük toplam süre (saat)**	**7,0**

Belirsizlik raporu		(referans)	semboller, ilişkiler	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
Gürültü seviyesi	Standart belirsizlik	(C.6)	$u_{1a,m}$	0,58	0,67	0,06	0,8	0,8	0,2	0,6
	Hassasslık katsayısı	(C.4)	$c_{1a,m}$	0,00	0,06	0,01	0,8	0,0	0,0	0,1
Süre	Standart belirsizlik	(C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hassasslık katsayısı	(C.5)	$c_{1b,m}$	0,01	0,24	0,05	3,4	0,1	0,2	0,4
Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı			$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,00	0,04	0,00	0,7	0,0	0,0	0,1
Görev sürelerinin belirsizlik katkısı			$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı			$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı			$c_{1a,m} * u_3$	0,00	0,06	0,01	0,8	0,0	0,0	0,1

Günlük Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçüm Sonuçları (Görev Tabanlı) hesaplamalar Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4: TS EN ISO 1032+A1, TS ISO 2631-1, TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349 Kapsamında Yapılan Ölçüm Sonuçları

El-Kol Titreşimi (Sağ El)									
	Yapılan İş		x (m/s^2)	y (m/s^2)	z (m/s^2)	Ölçüm Süresi (dk)	Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyeti (m/s^2)	*Ölçüm Belirsizliği (Ux)*
1. Görev	Zımpara Makinesi	1. Ölçüm	0,300	0,607	0,431	1	10	0,356	
		2. Ölçüm	0,370	0,886	0,621	1			
		3. Ölçüm	0,410	0,860	0,569	1			
2. Görev	Tesviye Makinesi	1. Ölçüm	0,318	0,306	0,714	1	10		
		2. Ölçüm	0,308	0,369	0,557	1			
		3. Ölçüm	0,353	0,360	0,368	1			
3. Görev		1. Ölçüm							
		2. Ölçüm							
		3. Ölçüm							
El-Kol Titreşimi (Sol El)									
	Yapılan İş		x (m/s^2)	y (m/s^2)	z (m/s^2)	Ölçüm Süresi (dk)	Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyeti (m/s^2)	*Ölçüm Belirsizliği (Ux)*
1. Görev	Zımpara Makinesi	1. Ölçüm	0,463	0,584	0,669	1	10	0,412	
		2. Ölçüm	0,981	1,10	1,27	1			
		3. Ölçüm	0,554	0,652	0,772	1			
2. Görev		1. Ölçüm							
		2. Ölçüm							
		3. Ölçüm							
3. Görev		1. Ölçüm							
		2. Ölçüm							
		3. Ölçüm							
Günlük Çalışma Süresi (saat)	Otomatik Kontrol Sistemi Mevcut mu?		Titreşimin Gücü ve Darbe Hızı		Makinenin Markası	Modeli	Seri Numarası	Sıcaklık (°C)	20
								Basınç (hPa)	1011
8	Hayır		150		bosh			Nem % Rh	45

TS EN ISO 1032+A1, TS ISO 2631-1, TS EN ISO 5349-1 ve TS EN ISO 5349 Kapsamında Yapılan Ölçüm Sonuçları Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

3.4. Titreşim Zımpara Makinesi ve Dremel Gravür İçin El Kol Titreşim Ölçüm Sonuçları

Tablo 3.5: Titreşim Zımpara ve dremel gravür içim el kol titreşim ölçüm sonuçları

		Yapılan İş	Ölçülen titreşim büyüklükleri						ahv	Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyetleri		
			a_w x-ekseni m/s²	X ekseni ortalama	a_w y-ekseni m/s²	Y ekseni ortalama	a_w z-ekseni m/s²	Z ekseni ortalama			A1(8) m/s²	A2(8) m/s²	A3(8) m/s²
1. Görev	1.ölçüm	zımpara makinesi	0,300	0,360	0,607	0,784	0,431	0,540	1,018	180	0,62	0,44	0,00
	2.ölçüm		0,370		0,886		0,621						
	3.ölçüm		0,410		0,860		0,569						
2. Görev	1.ölçüm	Tesviye mak	0,318	0,326	0,306	0,345	0,714	0,546	0,724	180			
	2.ölçüm		0,308		0,369		0,557						
	3.ölçüm		0,353		0,360		0,368						
3. Görev	1.ölçüm			0,000		0,000		0,000	0,000				
	2.ölçüm										Günlük Titreşim Maruziyeti, m/s² A(8		
	3.ölçüm										0,765		

Zımpara ve dremel gravür içim el kol titreşim ölçüm sonuçları Tablo 3.5'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Profil değerlerine göre eksen çeşitleri

Profil 1	Profil 2	Profi3
X ekseni	Y ekseni	Z ekseni

Zımpara makinesi el kol titreşimi için X eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 0,666 ahwx deri, Y eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 0,779 ahwy değeri ve Z eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 0,904 değeri ahwz olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin her birinin karesi alınarak bu sonuçlar toplanıp hesaplanan sonucun karesi alınarak toplam ahw değeri olan 1,008 sayısal değeri bulunmuştur. Daha sonra bu ahw değerinin karesi alınarak ölçüm zamanı olan 180 dk ile çarpılıp 480 e bölünerek bu son işlemin karekökü alınarak elde edilen sonu 0,765 olarak ölçülmüştür. Fakat burda diğer sonuçlarda işleme eklenir. Karekökün içine 0,724 ün karesi alınıp 180 ile çarpılıp bu ifade 1,008 in karesi alınarak buda 180 ile çarpılıp iki değer toplanıp 480 e bölünüp karekökü alınır. Sonuç 0,765 bulunur. Profil değerlerine göre eksen çeşitleri Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.7: Profillere göre ses bandı

Profile 1	Profile 2	Profile 3
A	C	A
Fast	Fast	Impulse

Profillere göre ses bandı Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

3.5. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24 'de D 30 Sn.Lik Makinelerden Alınan İç Ortam Gürültü, Günlük Kişisel Maruziyet ve Belirli Cihazlar İçin El Kol Titreşimi Ve Bütün Vücut Titreşimi Ölçüm Sonuçları

Tablo 3.8: Ölçüm alınan makinelerin profil 1 deki Lmax [dB], Lmin [dB], SPL [dB] ve Leg değerleri

		Multifile	Channel 4	Channel 4	Channel 4	Channel 4	Channel 4
			Profile 1	Profile 1	Profile 1	Profile 1	Profile 1
		Elapsed time	Lpeak [dB]	Lmax [dB]	Lmin [dB]	SPL [dB]	Leq [dB]
	No.						
Daire testere	1. ölçüm	00:00:30	101,89	90,48	74,84	88,72	84,92
Daire testere	2. ölçüm	00:00:30	116,38	92,63	81,66	82,88	83,76
Daire testere	3. ölçüm	00:00:30	98,89	85	77,15	81,89	82,72
zımpara makinesi	1. ölçüm	00:00:30	91,77	81,03	56,93	77,71	76,91
zımpara makinesi	2. ölçüm	00:00:30	93,21	81,05	74,63	77,72	77,56
zımpara makinesi	3. ölçüm	00:00:30	91,9	80,85	73,37	79,92	77,26
daire zımpara	1. ölçüm	00:00:30	92,54	80,19	73,94	79,01	77,28
daire zımpara	2. ölçüm	00:00:30	92,75	79,95	73,76	78,41	76,86
daire zımpara	3. ölçüm	00:00:30	86,94	73,29	61,35	62,52	63,29
planya	1. ölçüm	00:00:30	94	82,95	68,69	76,64	76,79
planya	2. ölçüm	00:00:30	101,96	85,84	69,77	77,26	76,81
planya	3. ölçüm	00:00:30	100,29	88,29	69,69	71,63	79,39
fan arka plan	1. ölçüm	00:00:30	80,89	69,67	62,03	64,62	64,17
fan arka plan	2. ölçüm	00:00:30	79,03	66,44	61,54	63,74	63,37
fan arka plan	3. ölçüm	00:00:30	84,93	71,76	61,36	69,17	64,77
freze makinesi	1. ölçüm	00:00:30	95,17	83,79	78,6	80,19	80,92
freze makinesi	2. ölçüm	00:00:30	105,03	94,07	78,18	93,83	88,01
Freze makinesi	3. ölçüm	00:00:30	105	93,9	78,41	92,03	88,98
Gönye kesme	1. ölçüm	00:00:30	103,01	90,61	84,56	89,18	87,46
Gönye kesme	2. ölçüm	00:00:30	105,84	90,63	85,5	87,62	87,93
Gönye kesme	3. ölçüm	00:00:30	103,65	91,01	86,07	89,48	88,27
Sessiz arka plan	1. ölçüm	00:00:30	56,72	44,32	32,7	40,41	36,54
Sessiz arka plan	2. ölçüm	00:00:30	56,18	42,22	32	36,85	35,66
Sessiz arka plan	3. ölçüm	00:00:30	66,07	54,3	31,62	35,3	39,86

Ölçüm alınan makinelerin profil 1 deki Lmax [dB], Lmin [dB], SPL [dB] ve Leg değerleri Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

Tablo 3.9: İç ortam ölçümünde makinelerden alınan Leg değerlerinin sıcaklık basınç ve yükseklik etkisinde elde edilen leg ortalama değer sonuçları

Ölçüm yer no:	1. ölçüm (leq A)	2. ölçüm (leq A)	3. ölçüm (leq A)	Peak(C)	Deniz seviyesinden yükseklik	sıcaklık °c	basınç (hpa)	leqA	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ-LEQ A	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	sıcaklık ve basınçtan gelen dÜzeltilmiş Leq-a
Daire Testere	*84,92*	*83,76*	*82,72*	114,29	50	25	997	83,9	39,86	44,0	0	83,9
Planya	*76,79*	*76,81*	*79,39*	100,59	50	25	998	77,8	39,86	38,0	0	77,8
Freze	*80,92*	*88,01*	*88,98*	104,37	50	25	999	87,1	39,86	47,3	0	87,1
Gönye Kesme	*87,46*	*87,93*	*88,27*	104,59	50	25	997	87,9	39,86	48,0	0	87,9
Zımpara	*76,91*	*77,56*	*77,26*	97,92	50	25	998	77,3	39,86	37,4	0	77,3
Daire Zımpara	*77,28*	*76,86*	*63,29*	94,98	50	25	998	75,4	39,86	35,5	0	75,4

İç ortam ölçümünde makinelerden alınan Leg değerlerinin sıcaklık basınç ve yükseklik etkisinde elde edilen Leg ortalama değer sonuçları Tablo 3.9'da gösterilmiştir. İç ortam ölçümünde makinelerden alınan Leg değerlerinin soğurma katsayısı, uzaklık mesafesi vb etkisinde kalarak elde edilen Leg ortalama değer sonuçları Tablo 3.10'da gösterilmiştir.

Tablo 3.10: İç ortam ölçümünde makinelerden alınan Leg değerlerinin soğurma katsayısı, uzaklık mesafesi vb etkisinde kalarak elde edilen Leg ortalama değer sonuçları

α-Deney odasının ortalama akustik sogurma katsayısı	Sv:Ölçüm alanı taban,tavan ve duvar alanları toplam m2 si	d:Deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesidir.	S:2pid^2	A = α. Sv	k3	K3	Rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) Sonuç	Rapor edilmesi gereken Peak(C)
0,2	759,09	1	6,283185	151,8187	0,665288	0,665288	83,2	114,3
0,2	759,09	1	6,283185	151,8187	0,665288	0,665288	77,2	100,6
0,2	759,09	1	6,283185	151,8187	0,665288	0,665288	86,5	104,4
0,2	759,09	1	6,283185	151,8187	0,665288	0,665288	87,2	104,6
0,2	759,09	1	6,283185	151,8187	0,665288	0,665288	76,6	97,9
0,2	759,09	1	6,283185	151,8187	0,665288	0,665288	74,7	95,0

İç ortam gürültü sonuçları

Tablo 3.10'da daire testere, planya, freze, gönye, zımpara ve daire zımpara makinelerinin her birinden 3 er tane gürültü ölçümü alınıp çevre şartlarına deniz seviyesinden yükseklik ve sıcaklığa bakılarak bu değerlerden gelen düzeltilmiş Leg A değeri ikinci kırmızı sütunda her bir makine için gösterilmiştir. Çevre şartları 11200 standartlarına göre

hesaplanan Leg değerlerini etkilememiştir. Aynı sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve kırmızı 3 sütundaki düzeltme katsayıları hesaplamaları her bir makine için hesaplanarak bütün bu bilgilerin birleşimi sonucunda elde edilen rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) o ortamda hissedilen gürültüleri verecek değer de sonuç olarak mavi 1. sütunda elde edilmiştir. α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesi gibi değerlerinin sonuçları işleme konulduğunda bu değerler ortamda hissedilen gürültü değerlerine azaltıcı bir etki oluşturmuştur.

Zımpara Makinesi İçin El Kol Titreşim Hesaplamaları

Tablo 3.11: Titreşim Zımpara makinesi için el kol titreşim hesaplamaları

		Yapılan İş	Ölçülen titreşim büyüklükleri						ahv	Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyetleri		
			a_w x-ekseni m/s²	X ekseni ortalama	a_w y-ekseni m/s²	Y ekseni ortalama	a_w z-ekseni m/s²	Z ekseni ortalama			A1(8) m/s²	A2(8) m/s²	A3(8) m/s²
1. Görev	1.ölçüm	zımpara makinesi	1,603	2,416	1,563	1,558	1,822	2,128	3,577	180	2,19	0,00	0,00
	2.ölçüm		2,523		1,256		1,968						
	3.ölçüm		3,122		1,854		2,594						
2. Görev	1.ölçüm			0,000		0,000		0,000	0,000				
	2.ölçüm												
	3.ölçüm												
3. Görev	1.ölçüm			0,000		0,000		0,000	0,000				
	2.ölçüm										Günlük Titreşim Maruziyeti, m/s² A(8		
	3.ölçüm										2,190		

El kol Titreşimi hesabı için ; $a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}$

$$a_{hw} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (1.44)$$

$$A(8) = a_{hw}\sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (1.45)$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{n} a_{hvi}^2\, T_i} \quad (1.46)$$

Titreşim zımpara makinesi için günlük titreşim maruziyetleri ortalama değer bulma formülü Eşitlik 1.44'te Eşitlik 1.45 ve Eşitlik 1.46'da gösterilmiştir.

Titreşim zımpara makinesi el kol titreşimi için X eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 2,416 ahwx deri, Y eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 1,558 ahwy değeri ve Z eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 2,128 değeri ahwz olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin her birinin karesi alınarak bu sonuçlar toplanıp hesaplanan sonucun karesi alınarak toplam

ahw değeri olan 3,577 sayısal değeri bulunmuştur. Daha sonra bu ahw değerinin karesi alınarak ölçüm zamanı olan 160 dk ile çarpılıp 480 e bölünerek bu son işlemin karekökü alınarak elde edilen sonu 2,190 olarak ölçülmüştür. Titreşim zımpara makinesi için el kol titreşim hesaplamaları Tablo 3.11' de gösterilmiştir.

Bant Zımpara Makinesi İçin Bütün Vücut Titreşim Ölçümü

Tablo 3.12: Bant zımpara makinesi için bütün vücut titreşim hesaplamaları

	Yapılan İş	Ölçülen titreşim büyüklükleri						Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyetleri		
		ah_w x-ekseni m/s²	X ekseni ortalama	ah_w y-ekseni m/s²	Y ekseni ortalama	ah_w z-ekseni m/s²	Z ekseni ortalama		A(8) x-ekseni m/s² A(8)	A(8) y-ekseni m/s² A(8)	A(8) z-ekseni m/s² A(8)
1.ölçüm	Bant Zımpara	2,877	2,495	1,954	1,450	2,234	1,678	180	2,139	1,243	1,028
2.ölçüm		2,350		1,045		1,663					
3.ölçüm		2,257		1,351		1,138					
1.ölçüm			0,000		0,000		0,000		0,000	0,000	0,000
2.ölçüm											
3.ölçüm											
1.ölçüm			0,000		0,000		0,000		0,000	0,000	0,000
2.ölçüm											
3.ölçüm											
☐ Giriş Değerleri k(1,4) Faktörü ile Çarpılmış(*)									Toplam A(8) maruziyetleri		
									2,139	1,243	1,028
									Günlük Titreşim Maruziyeti, m/s² A(8)		
									2,139		

$$a_{wx}, a_{wy}, a_{wz} \tag{1.47}$$

$$a_{wmax} = \max(1{,}4a_{wx}, 1{,}4a_{wy}, a_{wz})$$

$$A(8) = a_{wmax}\sqrt{\frac{T}{T_0}} \tag{1.48}$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{n} a_{hvi}^2\, T_i} \tag{1.49}$$

Bant zımpara makinesi için bütün vücut titreşim hesaplamaları Eşitlik (1.47), (1.48), (1.49)'da gösterilmiştir.

Bant zımpara makinesi için bütün vücut titreşimi için X eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 2,495 awx değeri, Y eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 1,450 awx değeri ve Z eksenindeki ölçülmüş 3 titreşim değerinin ortalaması alınarak 1,687 awz değeri hesaplanmıştır. Daha sonra awx değeri olan 2,495 degeri ve awy degeri olan 1,450 degeri olan giriş değerleri k(1,4) faktörü ile çarpılmış, awz degeri olan 1,687 değerine herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Bu degerlerın sonucunda en buyuk sonuç çıkan değer karaekök hesaplaması içine kullanılır. 2,495.1,4 degerinin karesi alınarak ölçüm zamanı olan 180 dk ile çarpılarak bulunan sonuç 480 dk ya bölünerek bu sonucun karekökü alınmış ve elde edilen sonuç 2,139

degeri elde edilmiştir. Bant zımpara makinesi için bütün vücut titreşim hesaplamaları Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

3.6. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24'de 30 Sn. Lik Makinelerden Alınan İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları Yorumları

İşittiğimiz sesler, aralığı olan 20 – 20 000 Hz arasında yaklaşık olarak 20 000 tane frekanstan oluşur, bu 20 000 tane frekansta işlem yapmak oldukça zor ve zahmetli olduğundan 20 000 tane frekans bazı aralıklara bölünmüştür. Ses analizlerinde incelenecek frekans aralıklarına oktav bandı denir ve bir oktav bandında, bandın üst limit frekansı alt limit frekansının iki katına eşittir. Her oktav bandında çok sayıda frekans vardır, alçak frekansların özellikleri çok sık aralıklarla değiştiğinden, alçak frekansların oktav bantlarında frekans sayısı az, yüksek frekanslı oktav bandında frekans sayısı daha fazladır. Bu sayı alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru artar. Her oktav bandında çok sayıda frekans bulunmaktadır. Bu frekansları temsil etmek için merkez frekanslar bulunur. Merkez frekanslar bandın geometrik ortalamasını verirler. Bir matematiksel ifade oluşturmak için bu ölçtüğümüz frekans değerlerini belirli bir skalaya yerleştirelim ve bu skalada ölçtüğü ortam değerlerinin 1/1 oktav bandındaki bazı değerler 1/3 oktav bandındaki bazı değerlere karşılık gelir (Tonalite) (Değer, 2015).

Profile 1 A bandı, Profile 2 C bandı ve Profile 3 Z bandıdır. Total değerleri ile Leg değerleri nerdeyse aynıdır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapıyor bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden kendi kalibrasyon değeriyle alakalı onunla aşağı yukarı aynıdır. Hareketli makinede el kol titreşimi tüm vücut titreşimini ve oturarak yapılan titreşim için X, Y ve Z koordinatlarını tutturmak zordur. Makineden yukarıya dışarıya olan kısım Z koordinatıdır. Makinaya dik olan kısım makinanın boyunda olan kısım X kordinatı, X koordinatına dik olan makineye dik olan kısım da Y kordinatıdır. El kol titreşiminde buna çok bakılmaz çünkü makinenin en çok verdiği titreşim değeri neyse ona göre maruziyet alınır. Profil 1 X ekseni, Profil 2 Y ekseni, Profil 3 Z eksenidir. X ekseni çalışanla makineye dikey gider. Elimizi tabanca gibi yaptığımızda kaynağı gösteren işaret parmağı

X ekseni olur. Orta parmak Y ekseni, yukarı bakan başparmak Z ekseni olur. Hangi değer yüksekse maruzıyet bu değere göre belirlenir. Titreşimin geldiği yöne x eksenini oturturulur.

Yorum

İnsan kulağı 0 dB – 140 dB aralığındaki sesleri duyar. Ayrıca insan kulağı 20 Hz – 20000 Hz frekans aralığındak sesleri duyup bu aralıktaki farklı frekanstaki sesleri eş şiddetle algılayamaz. Orta frekanslı sesler düşük ve yüksek frekanslı seslerden daha duyarlı olduğundan insan kulagına daha çok zarar verir. Düşük frekanslı sesler engellerden geçebildigi ve ortamda kolayca yönlenebildiğinden nesneler tarafından engellenmeleri daha zordur. Düşük frekanslı seslerin şiddetini azaltmak için yüksek frekanslı seslere göre daha kalın ses emici malzemeler kullanmak gerekir. Doğadaki seslerin frekans aralıkları değişkenlik gösterir. Sesin frekans analizini yapmak için sesin baskın frekansının Hangi aralıkta olduğunu bilmek gerekir. Bir ses kaynağında düşük frekanslı gürültü baskın ise (en yüksek oktav bandı ses seviyeleri 500 Hz veya daha düşük frekansta ise) gürülte büyük olasılıkla titreşimden oluşmuştur ve bu durumla karşı karşıya kalındıgında titreşimin azaltılması sağlanırsa aynı zamanda gürültüde azaltılmış olur. Ses kaynağından yüksek frekanslı gürültü çıkıyor ise gürültüyü azaltmak ve gürültü kontrolünü sağlamak için gürültü duvar, bariyerleri ve ses emici malzemeler kullanılmalıdır.

250 Hz'den düşük frekanslı sesler düşük frekanslı ses, >250 Hz – 2000 Hz arası sesler orta frekanslı ses, 2000 Hz'den büyük frekanslı sesler yüksek frekanslı ses olarak bilinir. Düşük frekenslı sesler atmosfer tarafından daha az yutulduğu için uzak mesafelere kadar etki ederler. İnsan kulağı alçak frekanslı seslere az duyarlıdırbu yüzden düşük frekanslı sesler yorgunluk hissi oluşturup yoğunlaşma bozukluklarına neden olur. Bunun yanında denge yitimi, baskı, yüksek tansiyon, kalp ritim bozukluğu ve uyku bozukluğu gibi sorunlarada ortam oluşturur. Yüksek tansiyon, yorgunluk ve işitme kaybı rahatsızlıklarada yüksek frekanslı sesler yol açar. İnsanoğlu 20 Hz'den düşük frekansa sahip dalgaları sadece titreşim olarak, 20 Hz ve 200 Hz arasında frekansa sahip olan dalgaları hem titreşim hem de ses olarak hisseder. 200 Hz ile 20 kHz frekans aralığında olan dalgaları da ses olarak algılar. Kadınlar ve erkekler genelikle 80 yaşından sonra eşit seviyelerde işitme kaybına uğramış olsa dahi aralarında bariz farklılıklar vardır. Buna dayanarak kadınların daha önce düşük frekanslarda, erkeklerin ise yüksek frekanslarda işitme kaybına maruz kaldıkları bilinmektedir (Duran vd., 2017).

3.7. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B-24'nde 30 Sn.Lik Makinelerden Alınan İç Ortam Gürültü ve Titreşim Grafikleri

Arka Plan Gürültü Seviyesi

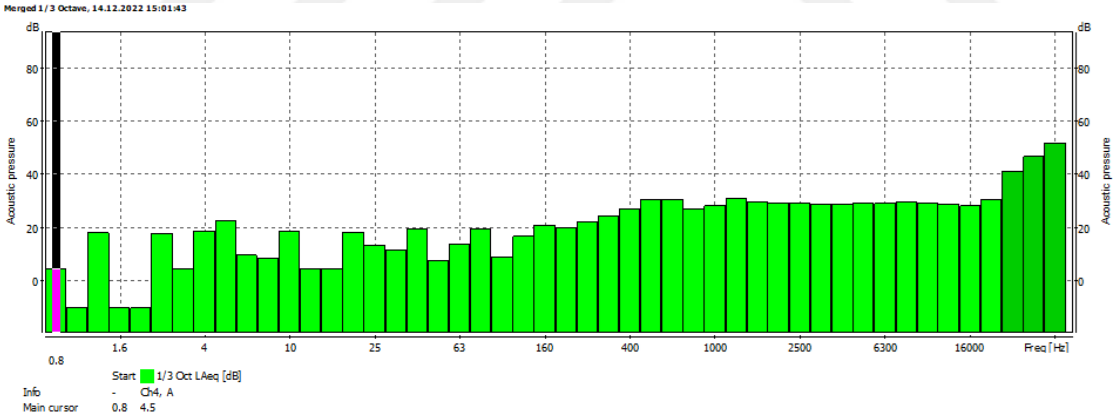
Bir çevrede incelenen gürültü kaynağı susturulduğunda ortamda geriye kalan diğer kaynakların aynı anda oluşturdukları toplam sestir.

İlgili belirli gürültünün sebep olduğu dışındaki tüm kaynakların toplam gürültü seviyesi. 90. yüzdelik gürültü seviyesi olarak isimlendirilen birim, L90%, çoğunlukta bunu ifade eder.

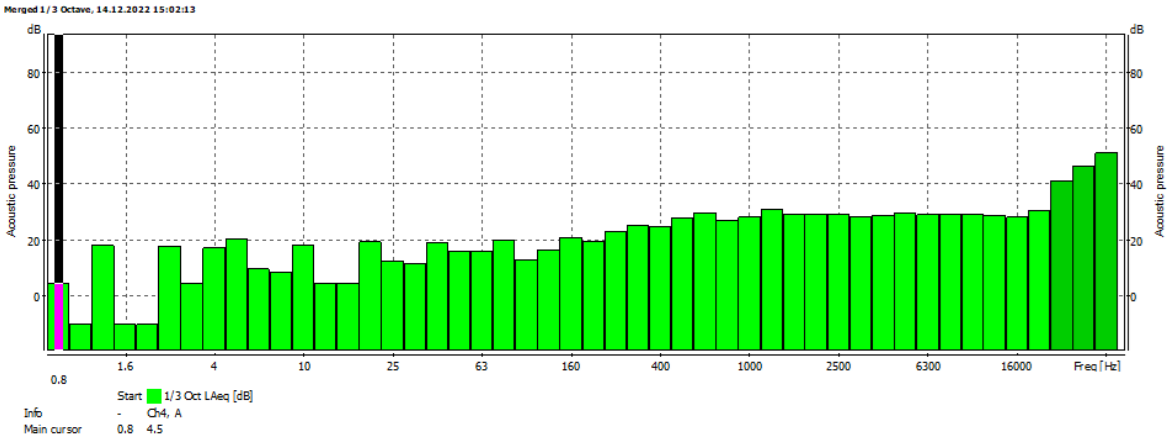
Sessiz Arka Plan

Sessiz arka plan arka plan gürültü seviyesi ile aynı anlama gelmektedir. Bir çevrede incelenen gürültü kaynağı susturulduğunda ortamda geriye kalan diğer kaynakların aynı anda oluşturdukları toplam sestir.

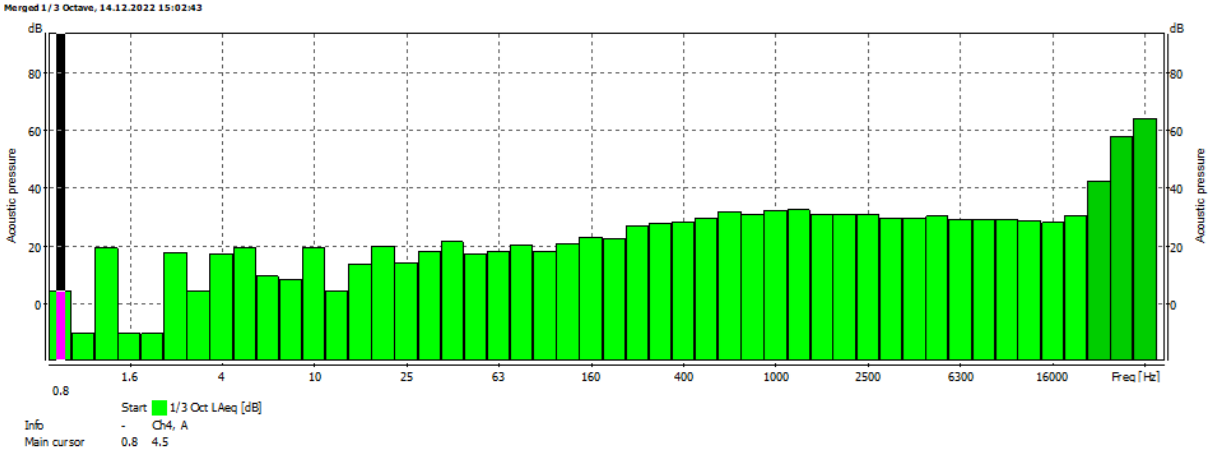
Sessiz arka plan arka plan gürültü seviyesi ile aynı anlama gelmektedir. Bir çevrede incelenen gürültü kaynağı susturulduğunda ortamda geriye kalan diğer kaynakların aynı anda oluşturdukları toplam sestir.



Şekil 3.1: Ahşap atölyesi'nde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 1.ölçüm



Şekil 3.2: Ahşap atölyesi'nde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 2. ölçüm



Şekil 3.3: Ahşap atölyesi'nde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 3 .ölçüm

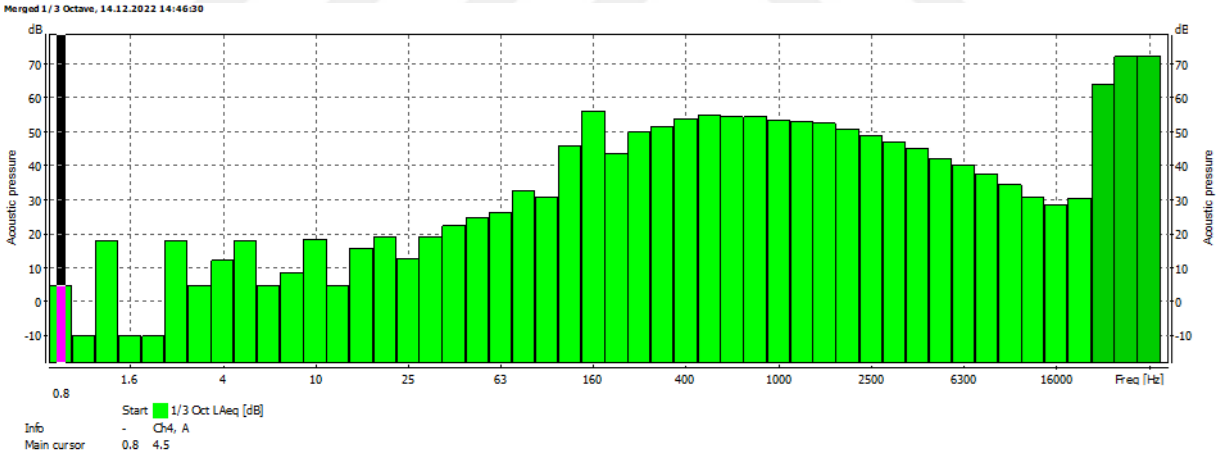
Ahşap atölyesinde bütün makineler kapatılarak alınan arka plan gürültüsü için 1.ölçüm Şekil 3.1'de,2. ölçüm Şekil 3.2'de,3. ölçüm Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

Üsteki üç sesiz ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Gürültü ölçümlerindeki grafikler 1/3 Oktav Bant yani ana frekanslarında (1/1 Oktav) 3 e bölünmesiyle elde edilen grafiklerdir. Ana Frekanslar 31.5-63-125-250-500-1000-2000-4000-8000-16000 Hz olurken 1/3 oktav bant'a kısaca örnek vermek gerekirse 125-160-200-250 Hz diye devam eder. Grafikteki düşey eksen ses basıncını dB cinsinden ifade eder. Yatay eksen 0.8-20000 Hz Frekans aralığını ifade eder. Gürültü grafiklerinde ilk koyu yeşil sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. Yani toplam total değerleri ile Leg değerleri nerdeyse aynıdır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Sağ köşedeki ilk koyu yeşil uzun sütun

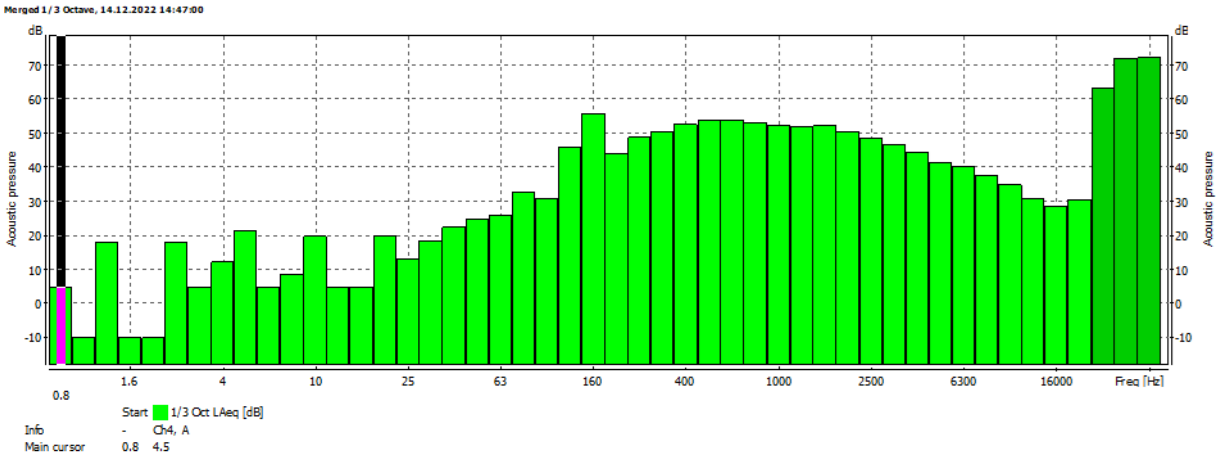
A bandı, ikinci koyu yeşil uzun sütun C bandı ve üçüncü koyu yeşil uzun sütun Z bandıdır. Total değerleri ile Leg değerleri nerdeyse aynıdır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. İlk grafiği yorumlamak gerekirse 630 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 31 dBA civarındayken toplam ses basıncı seviyesi 36,54 dBA civarındadır. İlk grafik Leg değeri olarak 36,54 dB A dır. İkinci grafiği yorumlarsak 1250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 31-32 dBA civarındayken toplam ses basıncı seviyesi 35,66 dBA civarındadır. ikinci grafik 35,66 dB A, üçüncü grafik 39,86 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 kusur Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır.

1) Fan Sesi Arka Plan

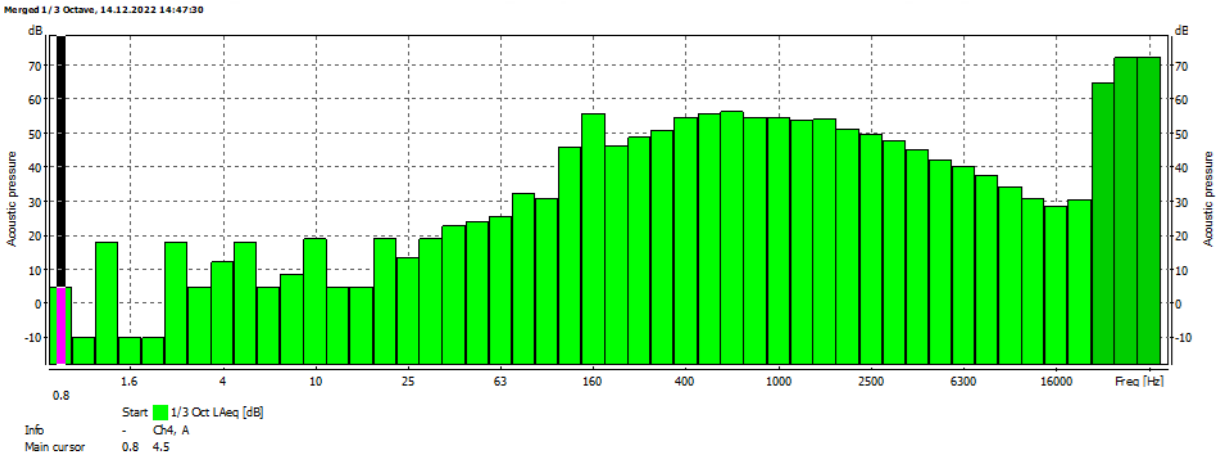
Fan çalısırken diğer cıhazlar kapalıyken ortamdaki sestir.



Şekil 3.4: Ahşap atölyesi'nde fan çalısırken diğer cihazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 1.ölçüm



Şekil 3.5: Ahşap atölyesi'nde fan çalısırken diğer cihazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 2.ölçüm

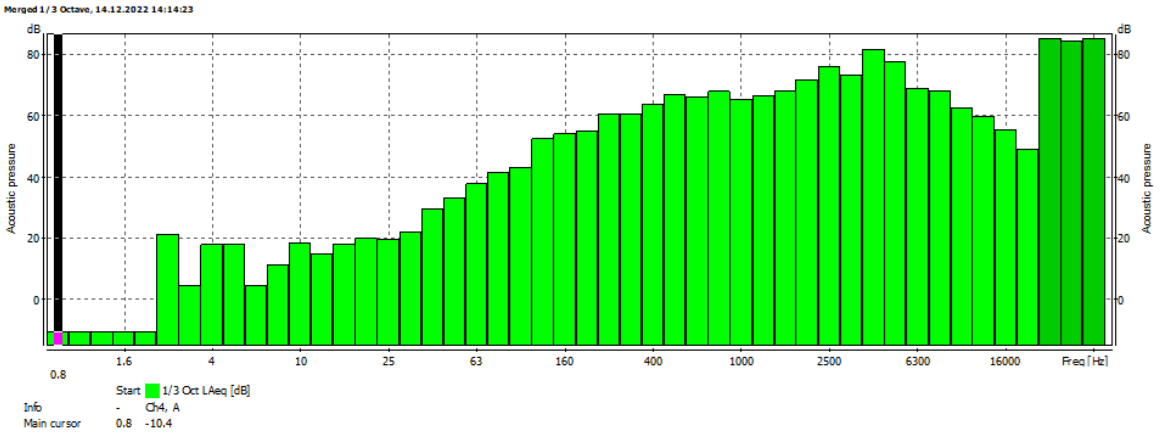


Şekil 3.6: Ahşap atölyesi'nde fan çalısırken diğer cihazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 3.ölçüm

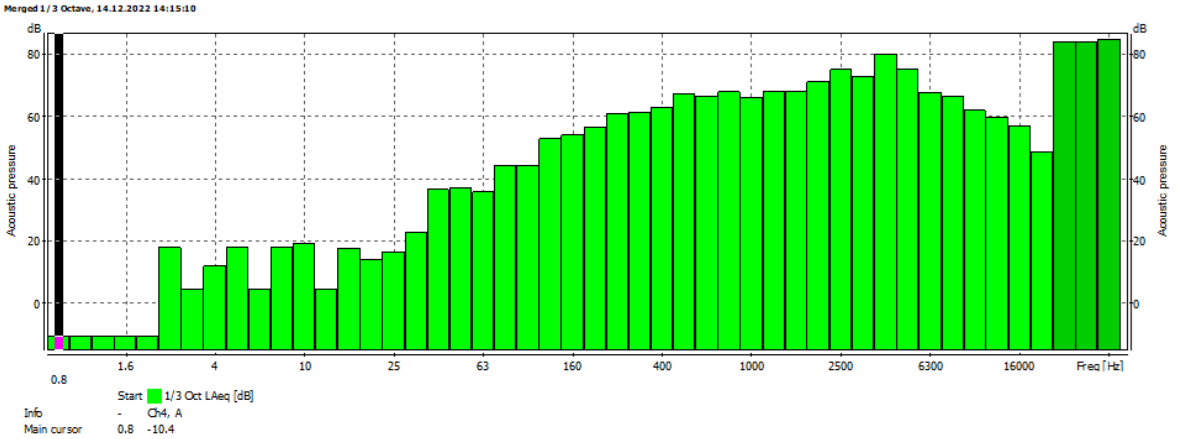
Ahşap atölyesinde fan çalısırken diğer cıhazlar kapalıyken alınan arka plan gürültüsü için 1.ölçüm Şekil 3.4'te, 2 ölçüm Şekil 3.5'te,3.ölçüm Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Üsteki üç sesiz ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. İlk grafik Leg değeri olarak 64,17 dB A , ikinci grafik 63,37 dB A, üçüncü grafik 64,77 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 küsür Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır.

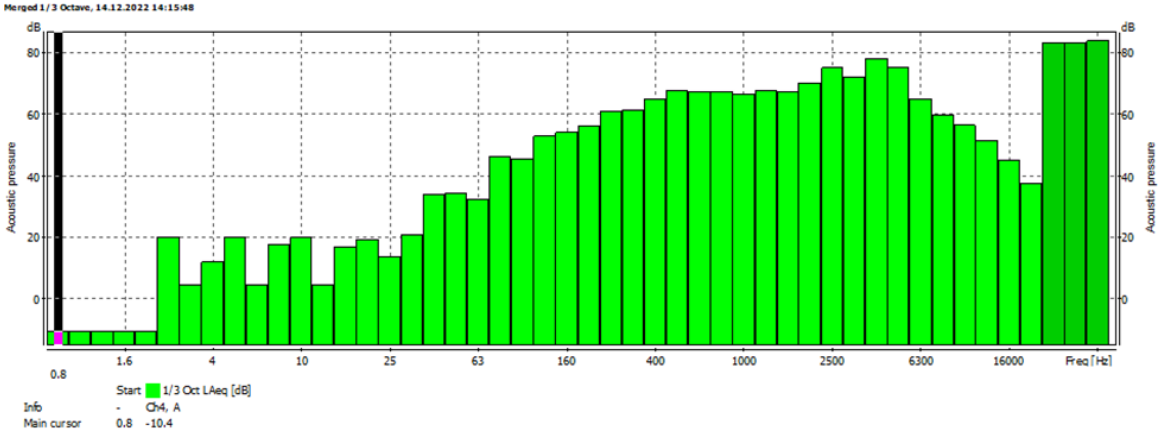
Daire Testere İçin İç Ortam Gürültü Grafiği



Şekil 3.7: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm



Şekil 3.8: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm

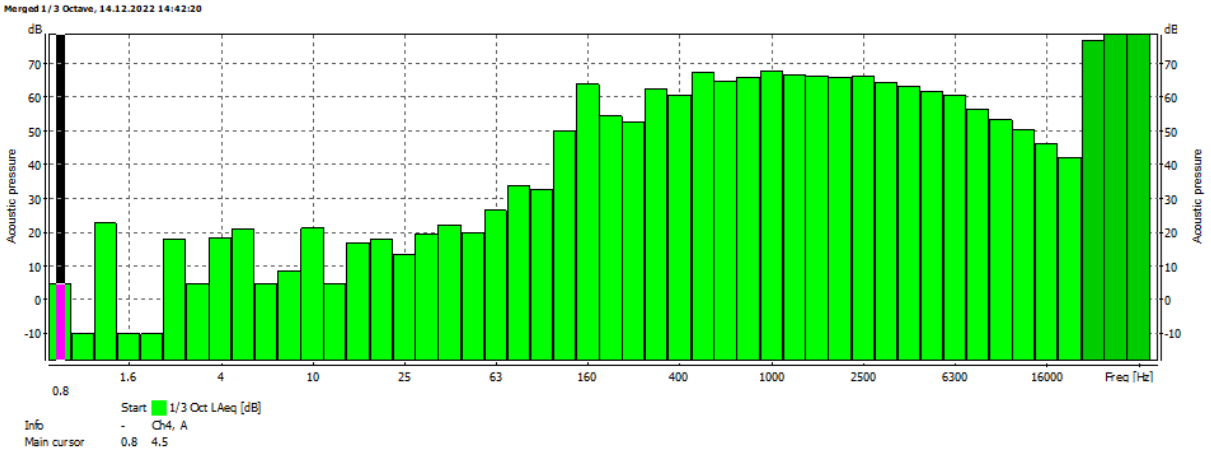


Şekil 3.9: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm

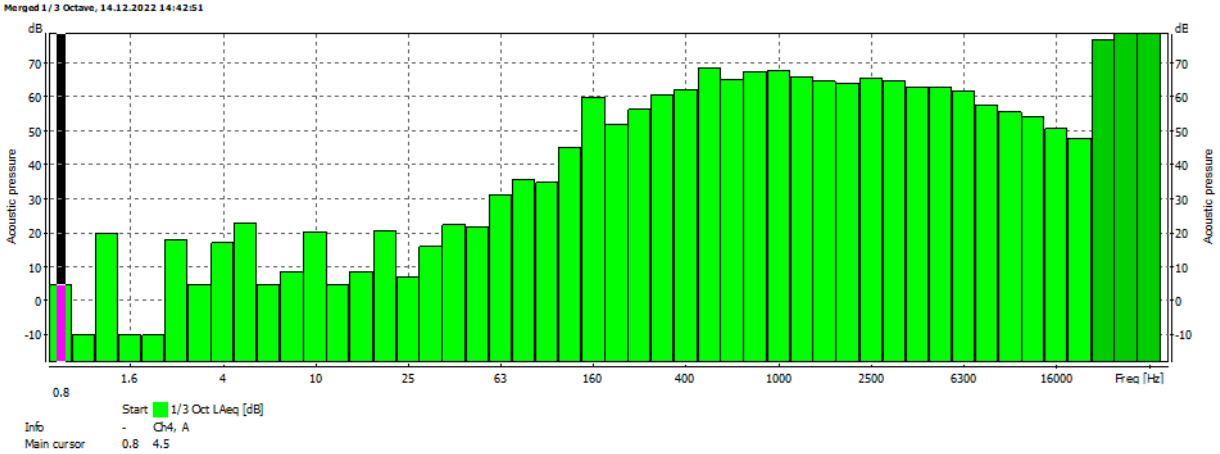
Üsteki üç sesiz ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. İlk grafik Leg değeri olarak 84,92 dB A, ikinci grafik 83,76 dB A, üçüncü grafik 82,72 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans

bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 kusur Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır. Ahşap atölyesinde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm Şekil 3.7'de ,2.ölçüm Şekil 3.8'de,3.ölçüm Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

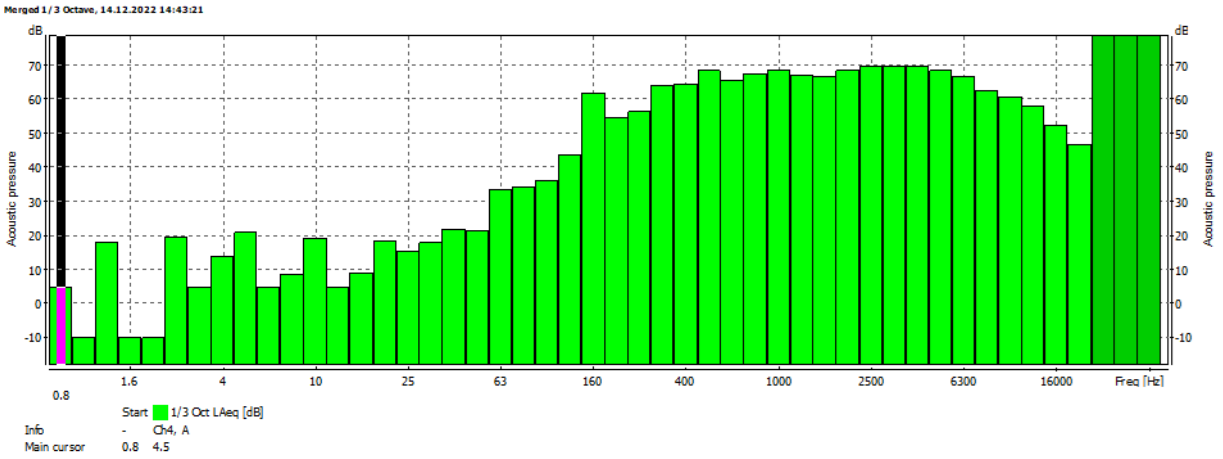
Planya



Şekil 3.10: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm



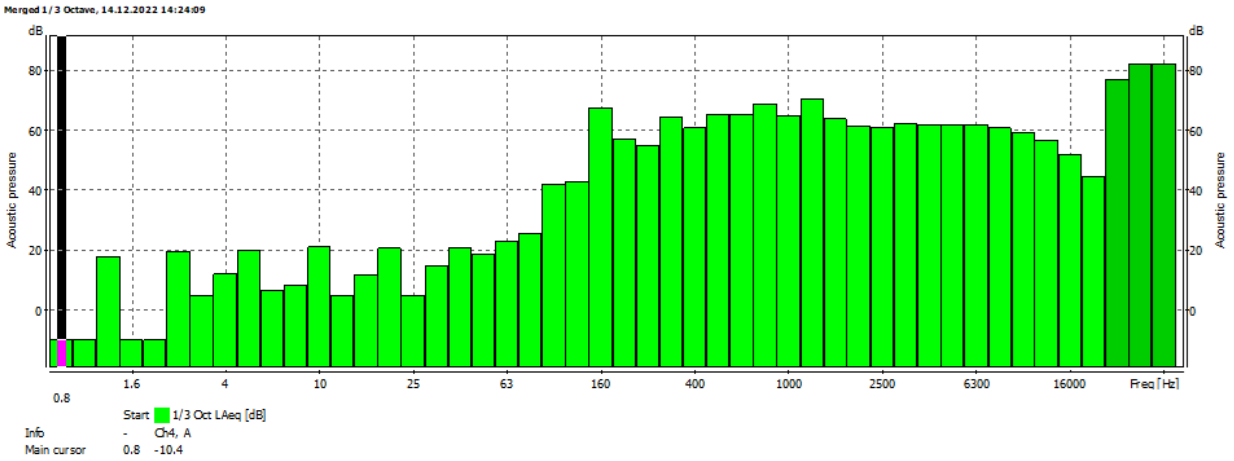
Şekil 3.11: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm



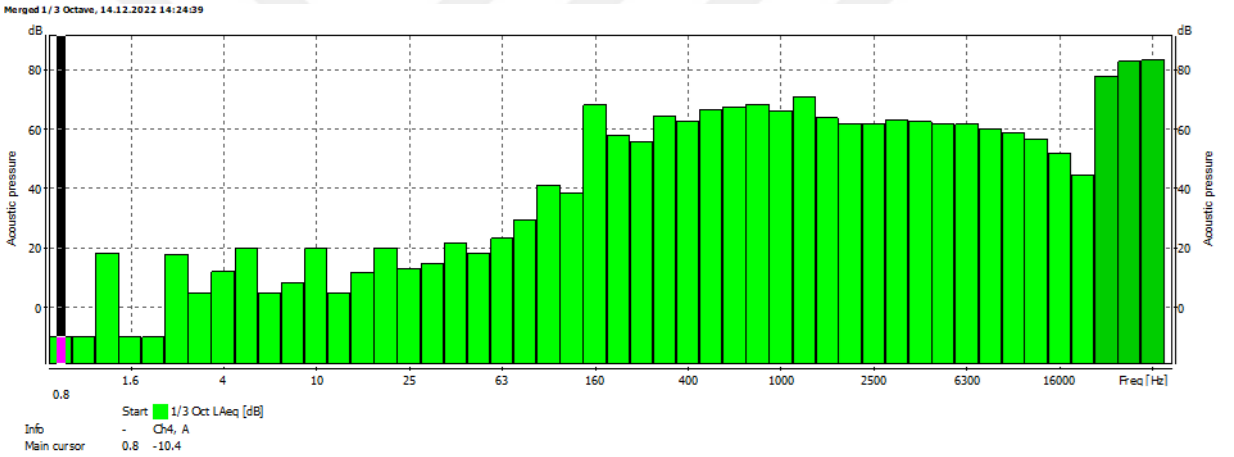
Şekil 3.12: Ahşap atölyesi'nde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm

Üsteki üç planya makinesinden elde edilen iç ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. Gürültü ölçümlerindeki grafikler 1/3 Oktav Bant yani ana frekanslarında (1/1 Oktav) 3 e bölünmesiyle elde edilen grafiklerdir. Ana Frekanslar 31.5-63-125-250-500-1000-2000-4000-8000-16000 Hz olurken 1/3 oktav bant'a kısaca örnek vermek gerekirse 125-160-200-250 Hz diye devam eder. Grafikteki düşey çizgi ses basıncını dB cinsinden ifade eder. Yatay çizgi 0.8-20000 Hz Frekans aralığını ifade eder. Gürültü grafiklerinde ilk koyu yeşil sütun Tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. İlk grafiği yorumlamak gerekirse 400 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53-54 dBA civarındayken toplam ses basıncı seviyesi 63-64 dBA civarındadır. İlk grafik Leg değeri olarak 76,79 dB A, ikinci grafik 76,81 dB A, üçüncü grafik 79,39 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 küsür Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır. Ahşap atölyesinde daire testere için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm Şekil 3.10'da ,2.ölçüm Şekil 3.11'de ve 3.ölçüm Şekil 3.12'de gösterilmiştir.

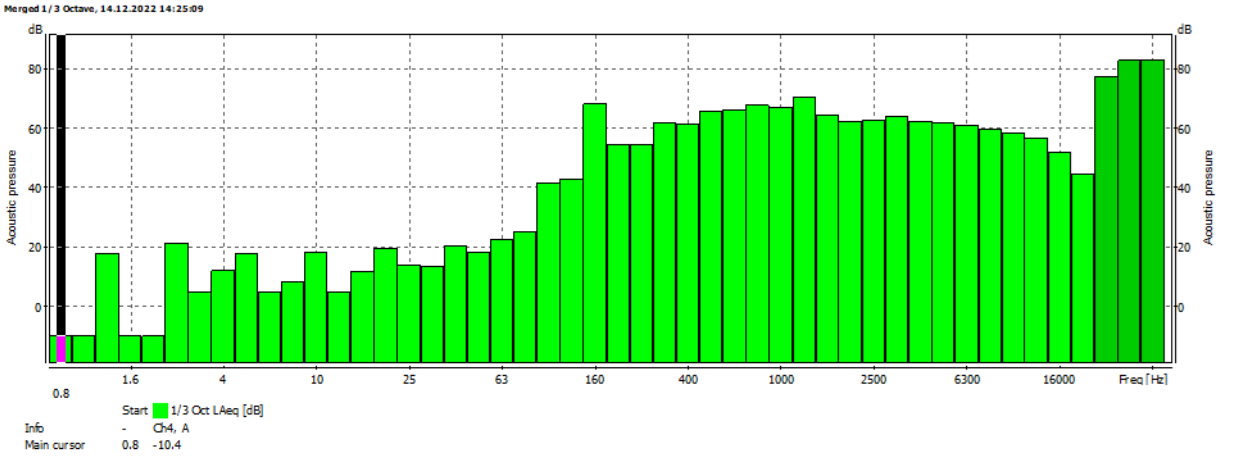
Titreşim Zımpara Makinesi İçin İç Ortam Gürültü Grafikleri



Şekil 3.13: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm



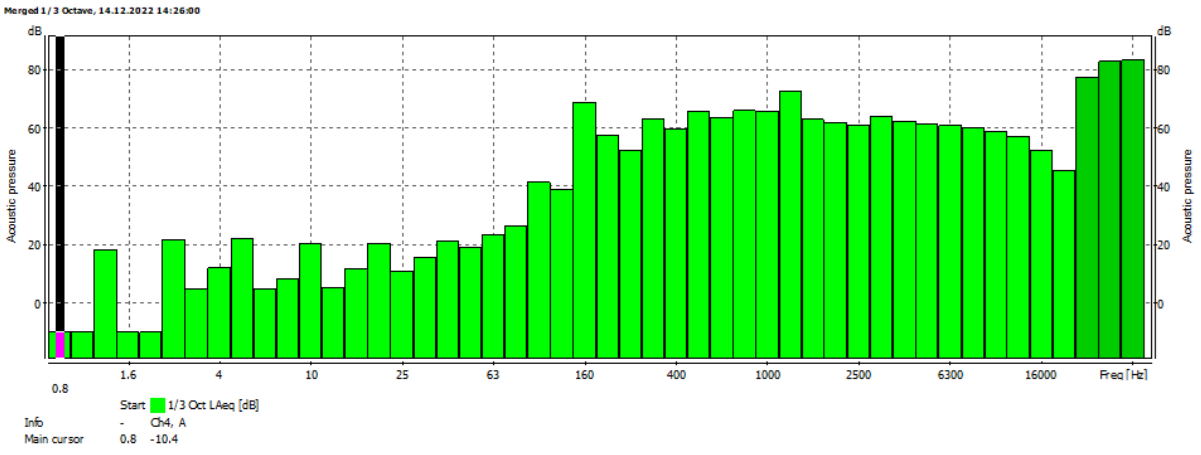
Şekil 3.14: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm



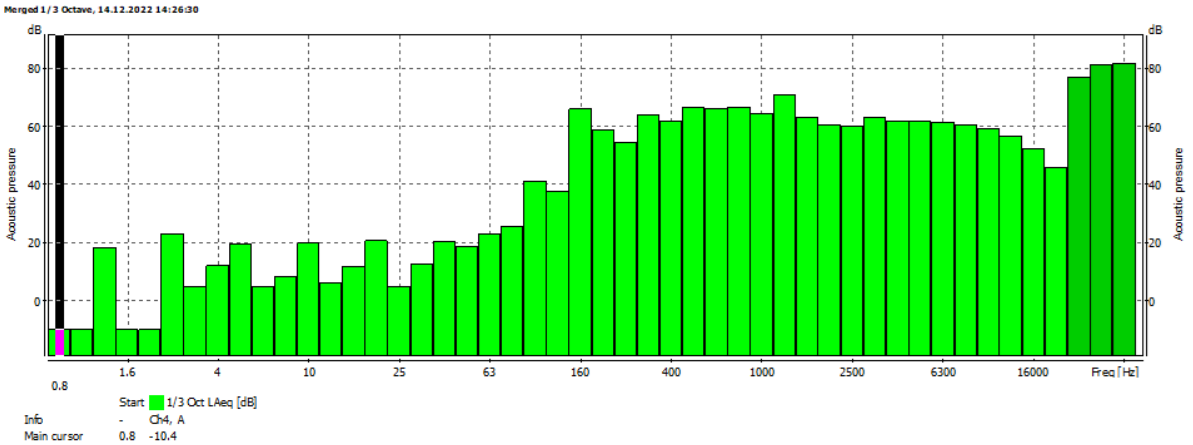
Şekil 3.15: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm

Üsteki üç zımpara makinesi ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. Gürültü ölçümlerindeki 1/3 Oktav Bant yani ana frekanslarında (1/1 Oktav) 3 e bölünmesiyle elde edilen grafiklerdir. Ana Frekanslar 31.5-63-125-250-500-1000-2000-4000-8000-16000 Hz olurken 1/3 oktav bant'a kısaca örnek vermek gerekirse 125-160-200-250 Hz diye devam eder. Grafikteki düşey eksen ses basıncını dB cinsinden ifade eder. Yatay eksen 0.8-20000 Hz Frekans aralığını ifade eder. Gürültü grafiklerinde ilk koyu yeşil sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. İlk grafiği yorumlamak gerekirse 400 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53-54 dBA civarındayken toplam ses basıncı seviyesi 63-64 dBA civarındadır. İlk grafik Leg değeri olarak 76,91 dB A, ikinci grafik 77,56 dB A, üçüncü grafik 77,26 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 küsür Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır. Ahşap atölyesinde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm Şekil 3.13'te, 2.ölçüm 3.14'de ve 3.ölçüm Şekil 3.15'te gösterilmiştir.

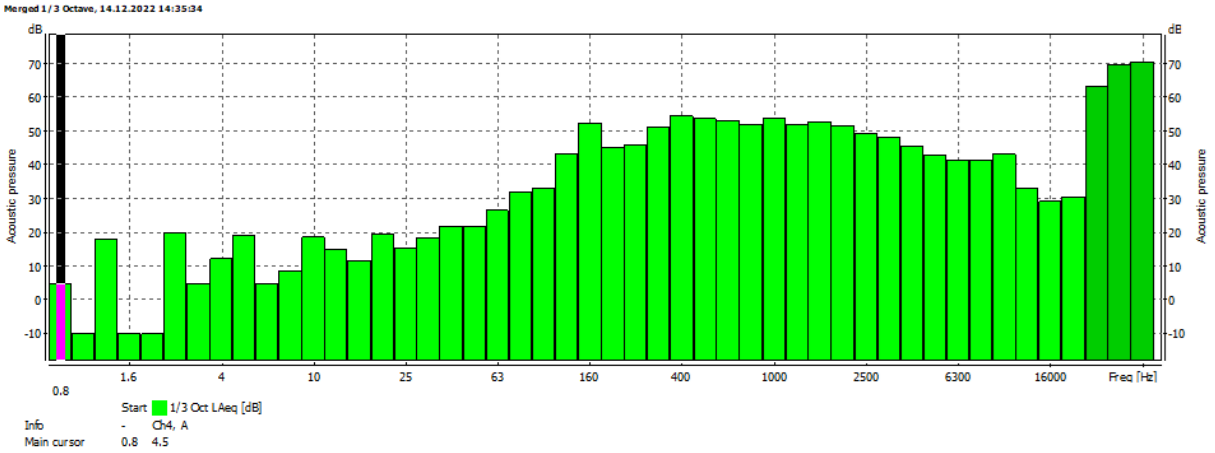
Bant Zımpara İçin İç Ortam Gürültü Grafikleri



Şekil 3.16: Ahşap atölyesi'nde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm



Şekil 3.17: Ahşap atölyesi'nde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm

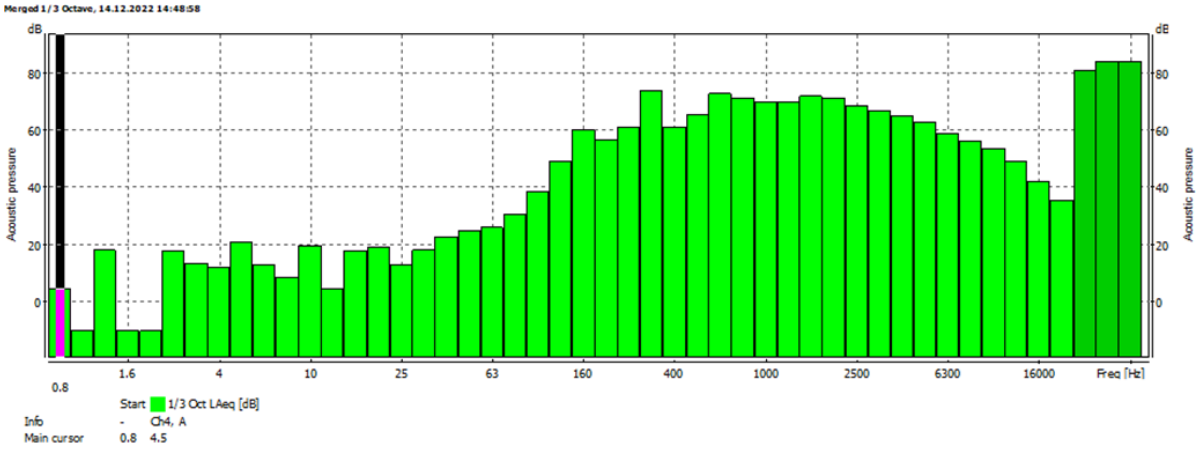


Şekil 3.18: Ahşap atölyesi'nde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm

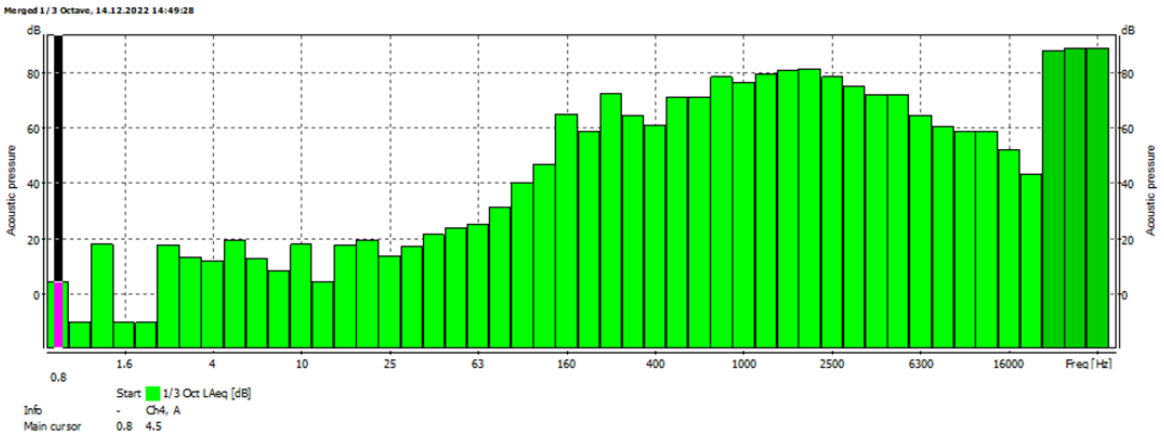
Üsteki üç daire zımpara için iç ortam gürültü grafikleri birbirine benzer çıkmıştır. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Gürültü ölçümlerindeki grafikler 1/3 Oktav Bant yani ana frekanslarında (1/1 Oktav) 3 e bölünmesiyle elde edilen grafiklerdir. Ana Frekanslar 31.5-63-125-250-500-1000-2000-4000-8000-16000 Hz olurken 1/3 oktav bant'a kısaca örnek vermek gerekirse 125-160-200-250 Hz diye devam eder. Grafikteki düşey eksen ses basıncını dB cinsinden ifade eder. Yatay eksen 0,8-20000 Hz Frekans aralığını ifade eder. Gürültü grafiklerinde ilk koyu yeşil sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. İlk grafiği yorumlamak gerekirse 400 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53-54 dBA civarındayken toplam ses basıncı seviyesi 63-64 dBA civarındadır. İlk grafik Leg değeri olarak 77,28 dB A, ikinci grafik 76,86 dB A,

üçüncü grafik 63,29 dB A değerini göstermektedir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 kusur Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz' deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır. Ahşap atölyesinde bant zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm 3.16'da ,2.ölçüm 3.17'de ve 3.ölçüm Şekil 3.18'de gösterilmiştir.

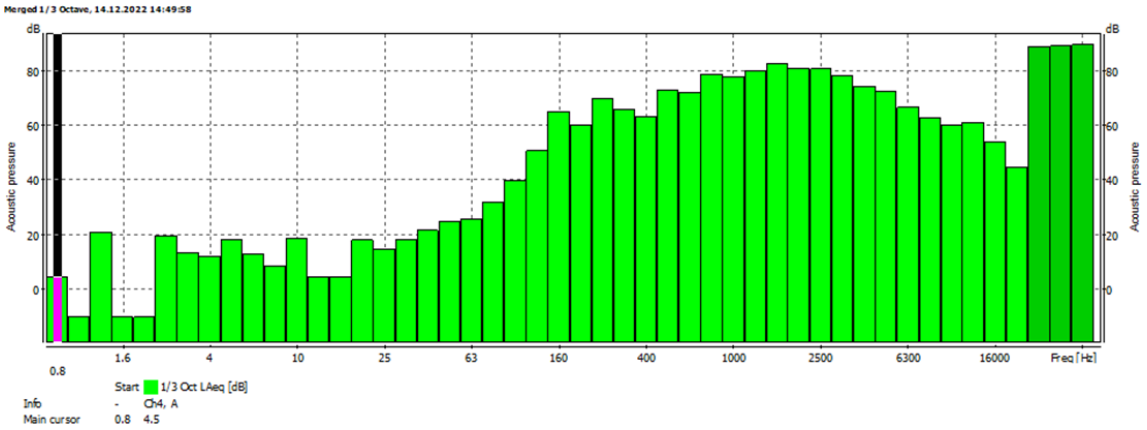
Freze Makinesi İçin İç Ortam Gürültü Grafikleri



Şekil 3.19: Ahşap atölyesi'nde freze makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm



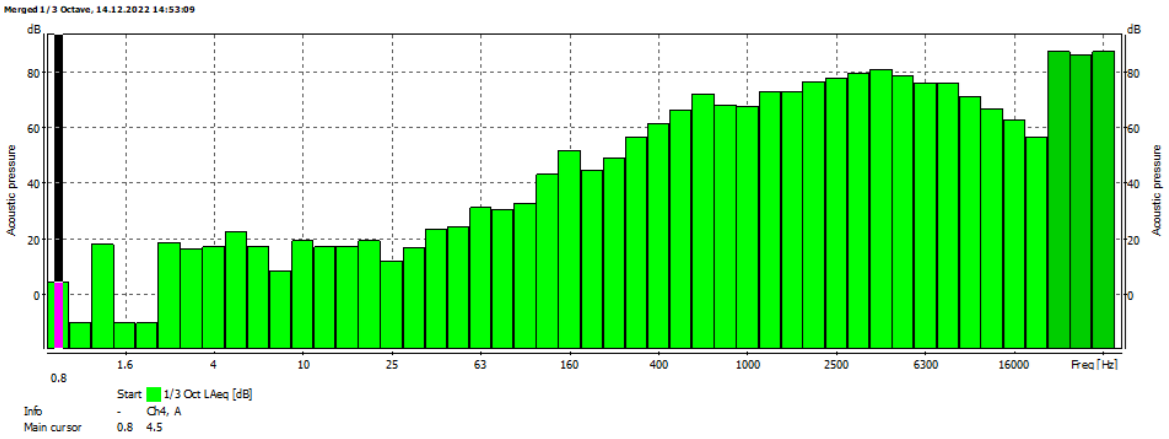
Şekil 3.20: Ahşap atölyesi'nde freze makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm



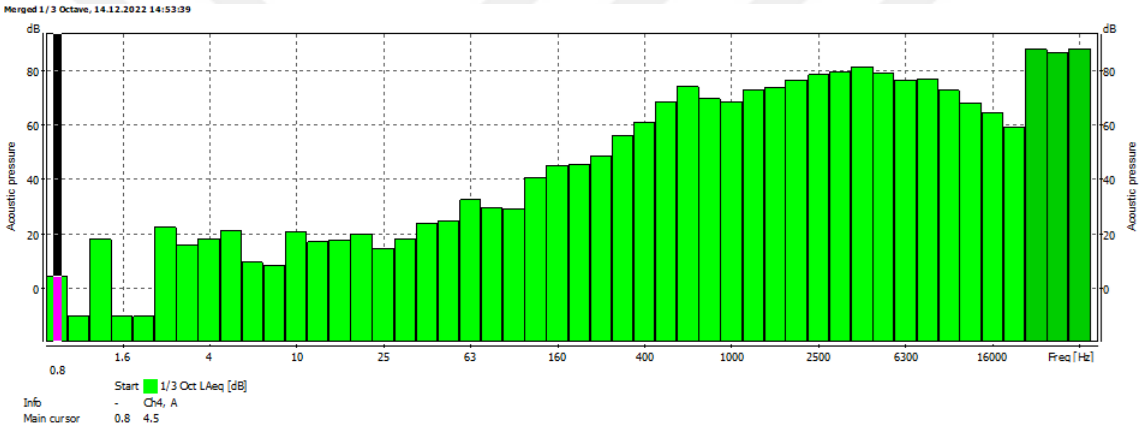
Şekil 3.21: Ahşap atölyesi'nde zımpara makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3.ölçüm

Üsteki üç sesiz ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. İlk grafik Leg değeri olarak 80,92 dB A, ikinci grafik 88,01 dB A, üçüncü grafik 88,98 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 küsür Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır. Frekans (Hz) desibele dönüştürülebilir. Açık yeşilin sonunda 20000 Hz bitmiştir. Koyu yeşil sütunlar sırayla A, C ve Z bandını gösterir. A bandı dar bir aralıkta, C bandında geniş bir aralıkta ve Z bandında iki değerin karışımı frekans logaritmik ortalaması alınır. Ahşap atölyesinde freze makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm Şekil 3.19'da ,2 ölçüm 3.20'de ve 3. Ölçüm Şekil 3.21'de gösterilmiştir.

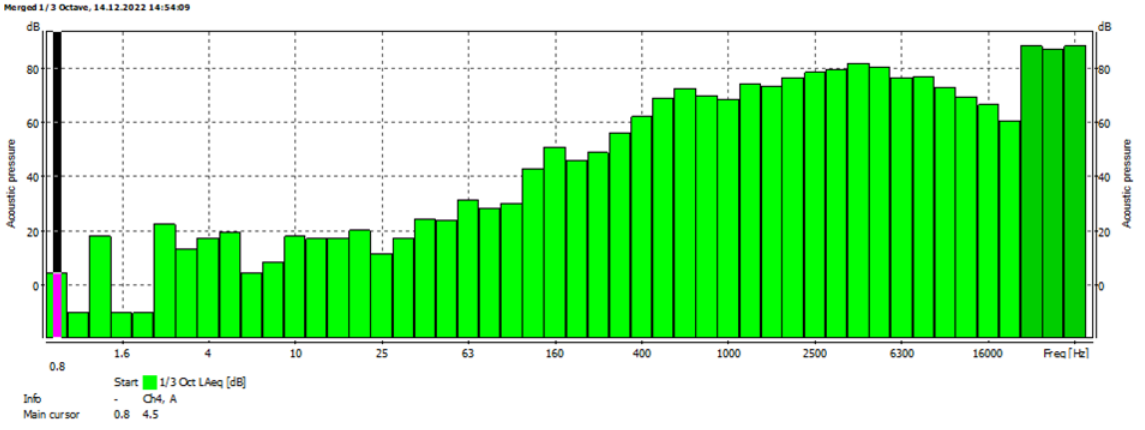
Gönye Kesme Makinesi İçin İç Ortam Gürültü Grafikleri



Şekil 3.22: Ahşap atölyesi'nde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm



Şekil 3.23: Ahşap atölyesi'nde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 2.ölçüm



Şekil 3.24: Ahşap atölyesi'nde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 3. ölçüm

Üsteki üç sesiz ortam gürültü grafiği birbirine benzer çıkmıştır. İlk grafik Leg değeri olarak 87,46 dB A, ikinci grafik 87,93 dB A, üçüncü grafik 87,27 dB A değerini göstermektedir. ⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılarak her frekans bandında gürültü düzeyi grafiksel olarak gösterilmiştir. Burada, frekans-gürültü analizi yapılan makinenin en büyük gürültü düzeyi 1000 küsür Hz'de gerçekleşmiştir. Çok düşük frekanslar olan 20 Hz ve 25 Hz'deki gürültü düzeyleri işitme eşiğinin altında olduğu için bu frekanslardaki sesleri duyulmamaktadır. En düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dBA' dan daha düşük gürültüye maruz kalmıştır. Ayrıca orta frekans aralığındaki gürültü düzeylerinde fazla değişkenlik bulunmamaktadır. Ahşap atölyesinde gönye kesme makinesi için iç ortam gürültü grafiği 1.ölçüm Şekil 3.22'de ,2 ölçüm Şekil 3.23'de ve 3. Ölçüm Şekil 3.24'de gösterilmiştir.

Gerçekte mekanik titreşimlerde ölçülen birim konum, hız veya ivmedir. 1000 Hz'den yüksek frekanslarda ivme(mm/s2), 10 Hz ≤ f ≤ 1000 Hz aralığında hız(mm/s) tercih edilir. 10 Hz'den küçük titreşimlerde ise konum (mikron) kullanılır. Spektrum analizi uzmanlık gerektirdiği için titreşim gücünün araştırılması bulunması RMS değeri üzerinden bakılabilir. Ayrıntılı bilgi vermese de titreşim yoğunluğunun artıp azaldığı bu değer üzerinden bakılabilir. Bu değer Frekans-Genlik(RMS) grafiğinin altında kalan alandır. Burada titreşimin saniyede kaç kez tekrar ettiğini frekans göstermektedir.

Ses ve titreşim çalışmaları birbirleriyle oldukça yakın şekilde bağlantılıdır. Ses, basınç dalgaları, ses telleri gibi yapıları titreştirerek oluşturulur ve basınç dalgaları da kulak zarı gibi yapıların titreşimine sebep olur. Bu yüzden, gürültüyü azaltmaya çalışmak sıklıkla bir titreşimi azaltma problemidir. (Wikipedia,2023).

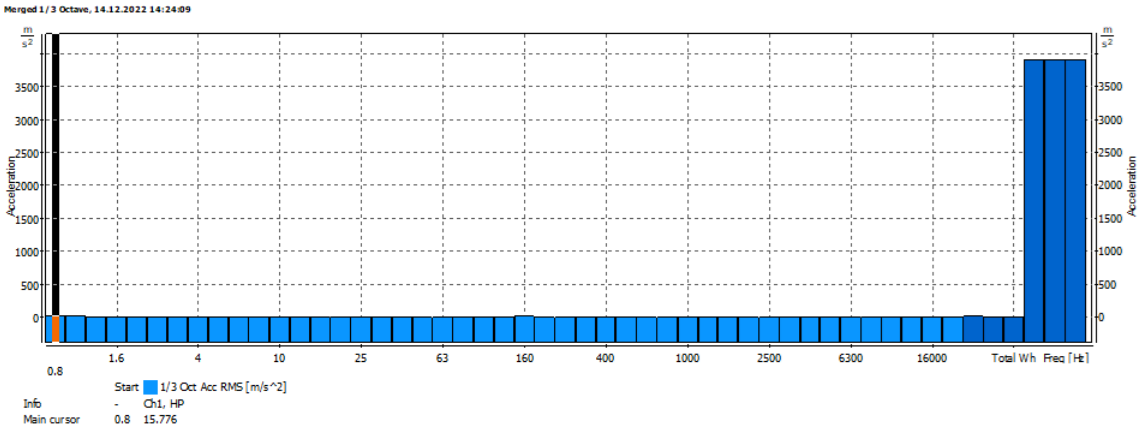
Titreşim Grafikleri

Zımpara Makinesi

El Kol Titreşim 1. Ölçüm

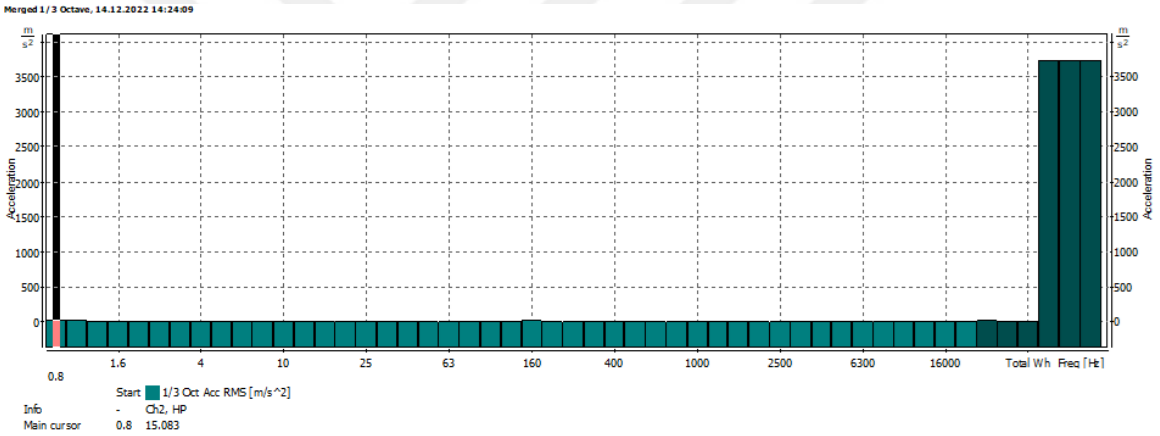
Profil 1 X ekseni, profil 2 Y ekseni ve Profil 3 Z eksenidir. Channel 1 X ekseni, channel 2 Y ekseni ve Channel 3 Z eksenidir. Bir ölçümde bir ham datada X, Y ve Z kordinatları değerleri ölçülür. 3 tane ham datadan 3tane X, 3 tane Y ve 3 tane Z değeri elde edilir.

Profil 1



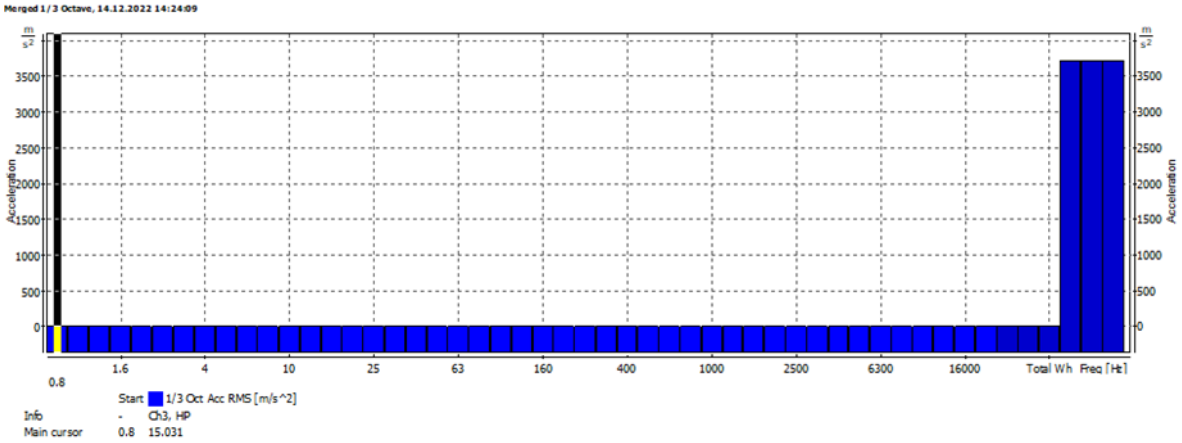
Şekil 3.25: Zımpara makinesi için 1 ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği

Profil 2



Şekil 3.26: Zımpara makinesi için 1. Ölçümde Y eksenindeki el kol titreşim grafiği

Profil3



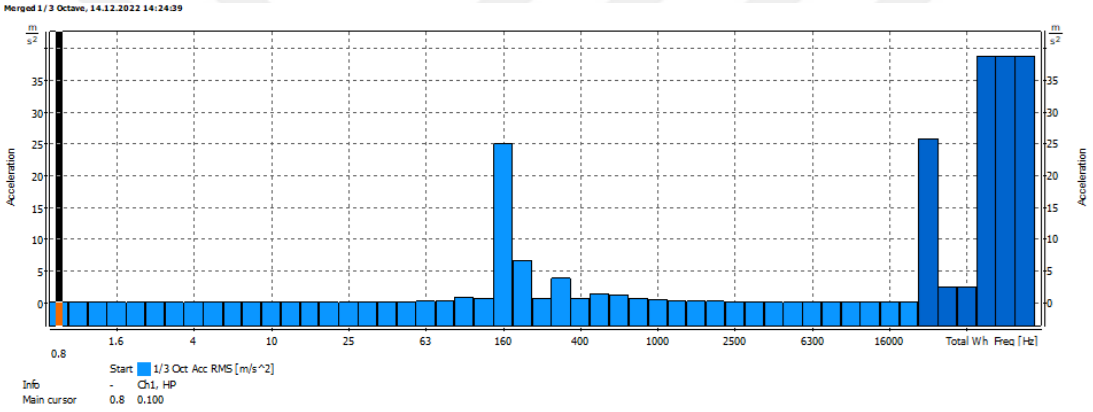
Şekil 3.27:Zımpara makinesi için 1. ölçümde Z eksenindeki el kol titreşim grafiği

Üsteki üç titreşim grafiği birbirine benzer çıkmıştır. X, Y ve Z koordinatlarını göstermektedir. Düşey sütundaki çizgi ivme ve frekans grafikleri incelenmiştir. Zımpara makinesi el kol titreşim ivme frekans grafiğinde ivme sabit bir gidişat izlemiştir çünkü aynı genlik yani aynı bir ivmede zorlama ya da kuvvet uygulandığı için aynı genlik elde edilmiştir. Grafiklerde ilk koyu mavi, koyu yeşil sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam ivmeyi ifade eder. Zımpara makinesi için 1 ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.25'te , Y eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.26'da ve Z eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.27'de gösterilmiştir.

Zımpara Mekinesi El Kol Titreşimi

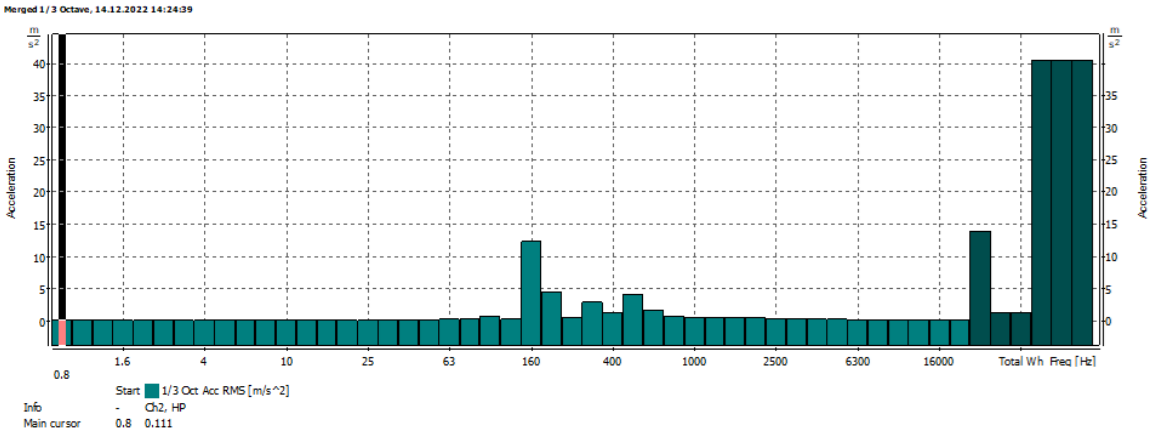
2 Ölçüm

Profil 1



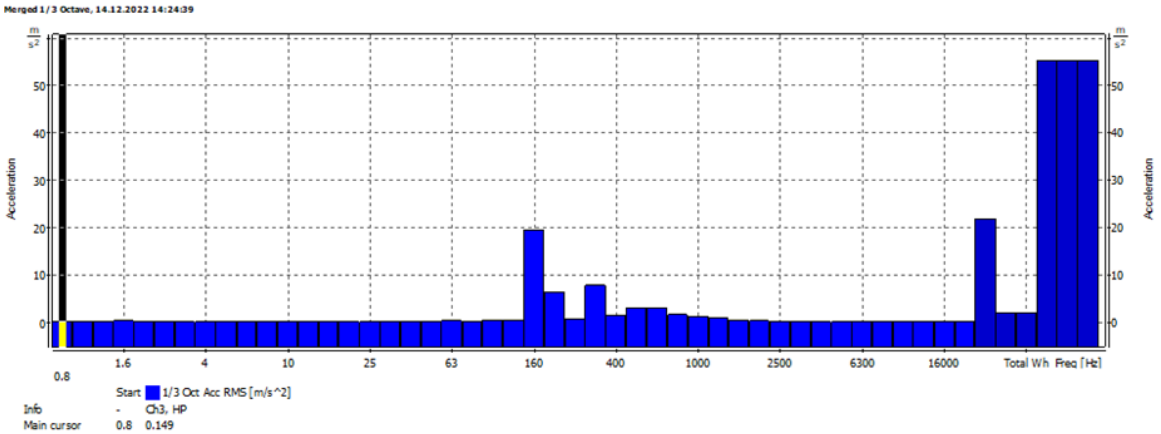
Şekil 3.28: Zımpara makinesi için 2. ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği

Profil 2



Şekil 3.29: Zımpara makinesi için 2. ölçümde Y eksenindeki el kol titreşim grafiği

Profil 3

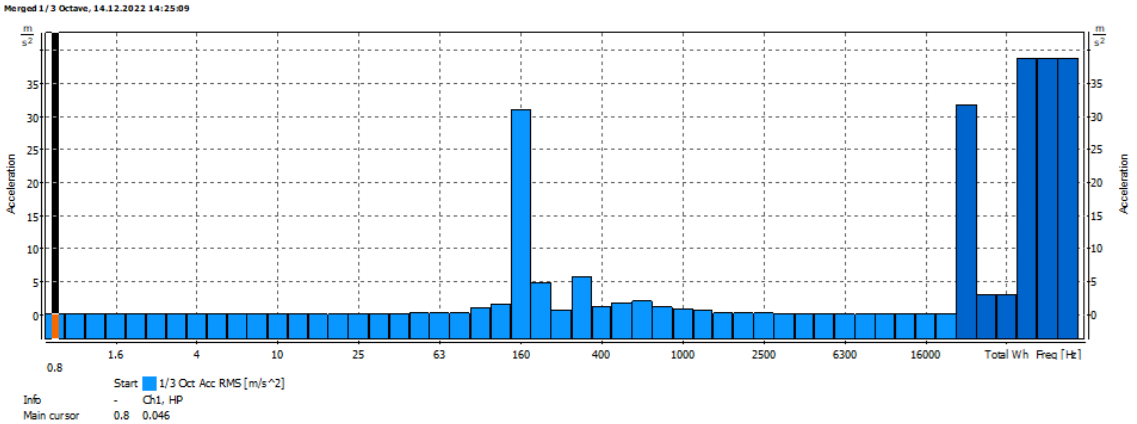


Şekil 3.30: Zımpara makinesi için 3. ölçümde Z eksenindeki el kol titreşim grafiği

Yapılan 3 kez tekrarlanan 2. ölçümde üsteki üç titreşim grafiği birbirine benzer çıkmıştır. X, Y ve Z koordinatlarını göstermektedir. İvme ve frekans grafikleri incelenmiştir. Zımpara makinesi el kol titreşim ivme frekans grafiğinde aynı genlik yani aynı ivmede zorlama ya da kuvvet uygulandığı için aynı genlik yani ivme değeri bir süre sabit gidip 160 Hz frekansında yaklaşık ilk grafikte 25 m/sn^2 bir ivme, ikinci grafikte 12,5 m/sn^2 ve üçüncü grafikte 20 m/sn^2 ivme değeri bulunmuştur. Bunun nedeni sönüm sürtünmeden kaynaklı olabilir. Grafiklerde ilk koyu mavi sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam ivmeyi ifade eder. Zımpara makinesi için 2 ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.28'de , Y eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.29'da ve Z eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.30'da gösterilmiştir.

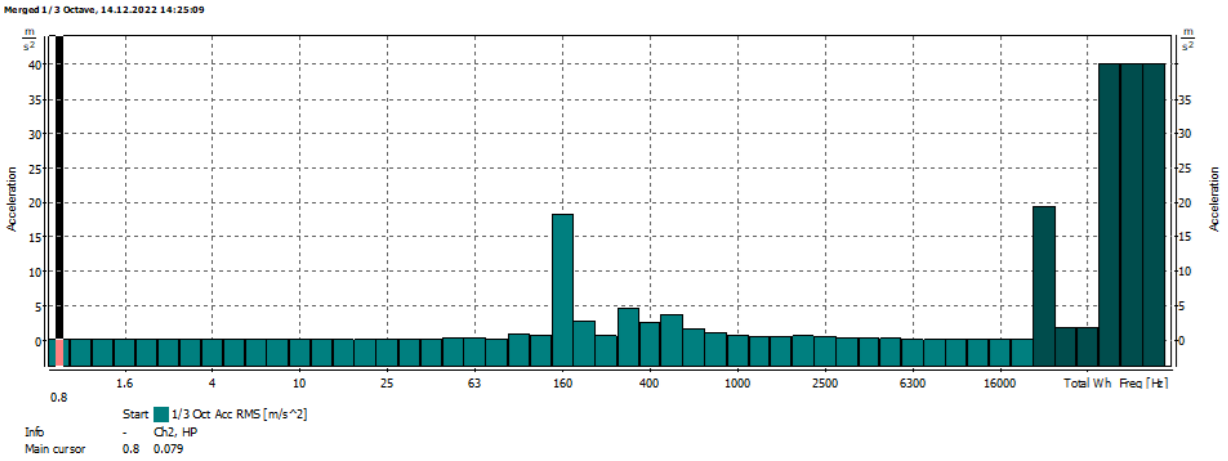
Zımpara Makinesi El Kol Titreşimi 3. Ölçüm

Profil 1



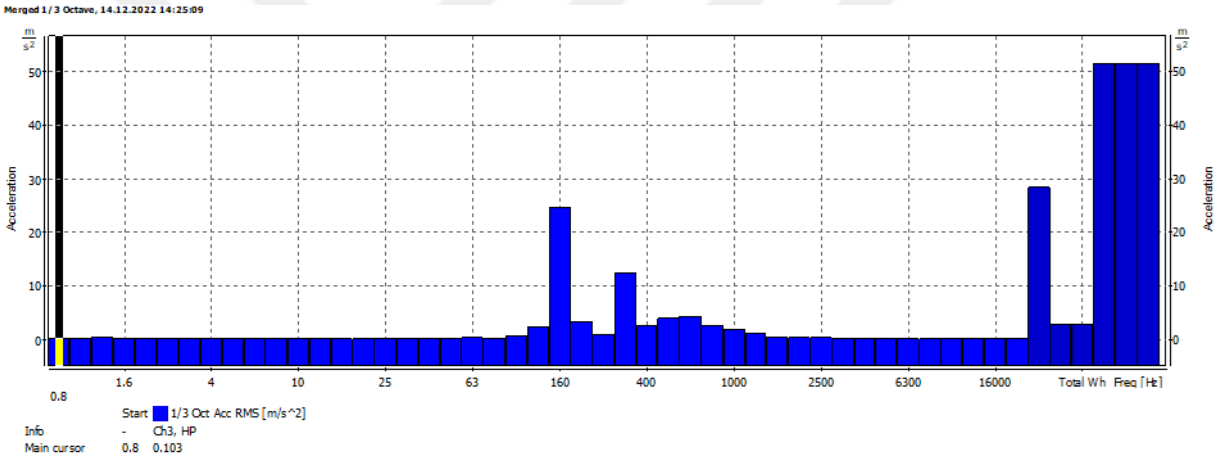
Şekil 3.31: Zımpara makinesi için 3. ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği

Profil 2



Şekil 3.32: Zımpara makinesi için 3. ölçümde Y eksenindeki el kol titreşim grafiği

Profil 3



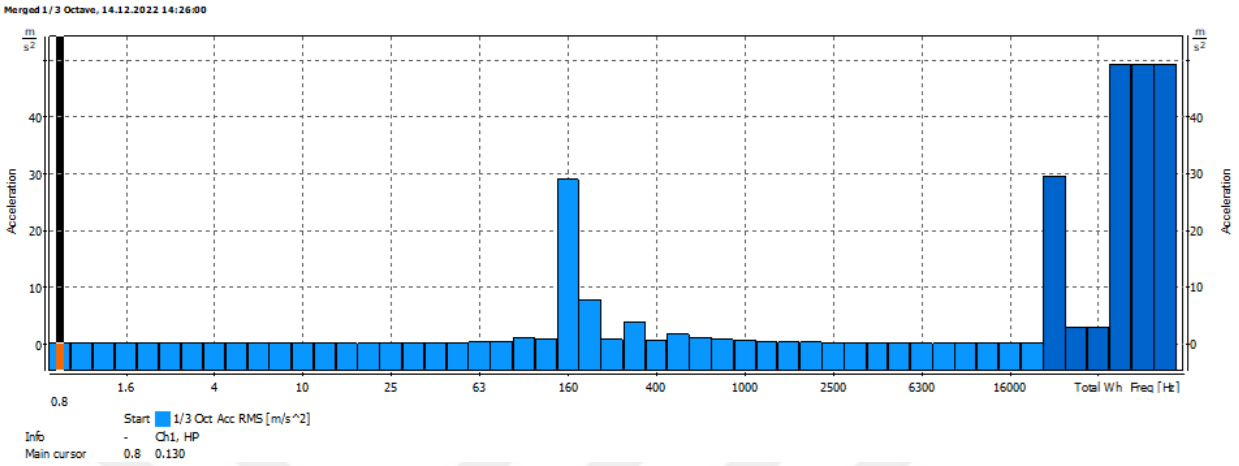
Şekil 3.33: Zımpara makinesi için 3. ölçümde Z eksenindeki el kol titreşim grafiği

Yapılan 3 kez tekrarlanan 3. ölçümde üsteki üç titreşim grafiği birbirine benzer çıkmıştır. X, Y ve Z koordinatlarını göstermektedir. İvme ve frekans grafikleri incelenmiştir. Zımpara makinesi el kol titreşim ivme frekans grafiğinde aynı genlik yani aynı bir ivmede zorlama ya da kuvvet uygulandığı için aynı genlik yani ivme değeri bir süre sabit gidip 160 Hz frekansında yaklaşık ilk grafikte 31 m/sn karelik bir ivme, ikinci grafikte 18 m/sn^2 ve üçüncü grafikte 24 m/sn^2 bir ivme değeri bulunmuştur. Bunun nedeni sönüm sürtünme den kaynaklı olabilir. Grafiklerde ilk koyu mavi sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam ivmeyi ifade eder. Zımpara makinesi için 3. ölçümde X eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.31'de , Y eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.32'de ve Z eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.33'de gösterilmiştir.

Bant Zımpara İçin Tüm Vücut Titreşim

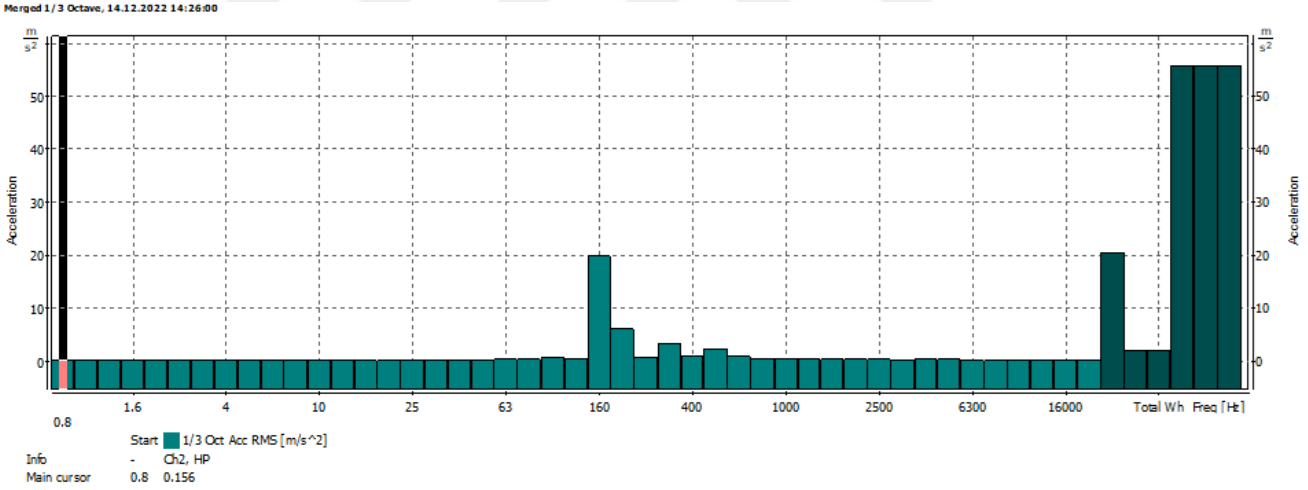
1 Ölçüm

Profil 1



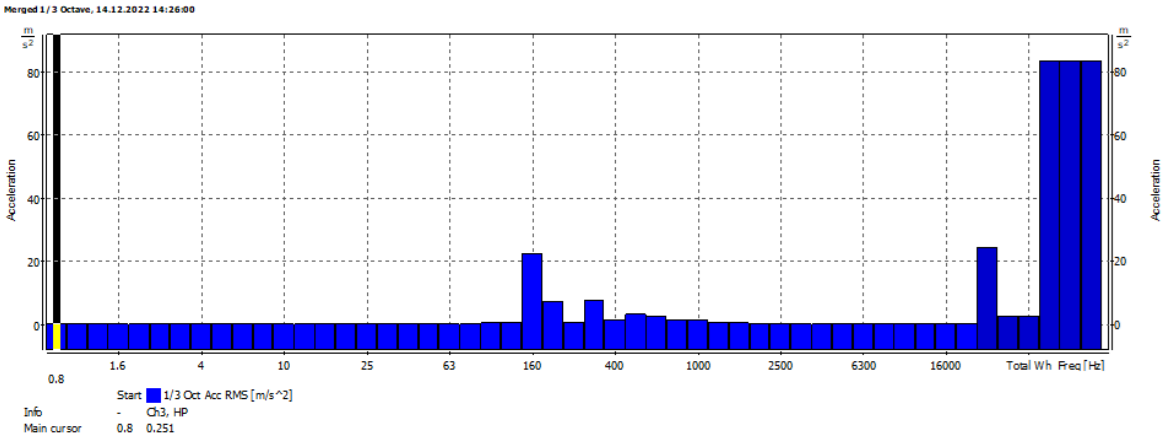
Şekil 3.34: Bant zımpara makinesi için 1. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Profil 2



Şekil 3.35: Bant zımpara makinesi için 1. ölçümde Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Profil 3



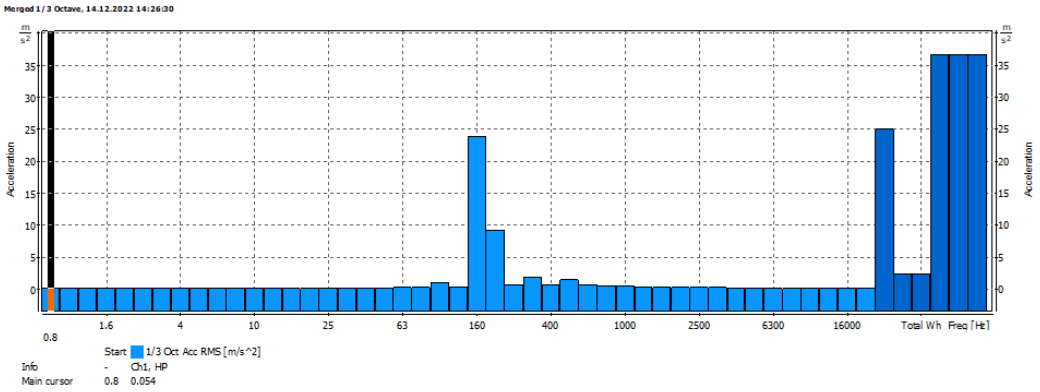
Şekil 3.36: Bant zımpara makinesi için 1. ölçümde Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Yapılan 3 kez tekrarlanan 1. ölçümde üsteki üç titreşim grafiği birbirine benzer çıkmıştır. X, Y ve Z koordinatlarını göstermektedir. İvme ve frekans grafikleri incelenmiştir. Daire zımpara makinesi bütün vücut titreşim ivme frekans grafiğinde aynı genlik yani aynı bir ivmede zorlama ya da kuvvet uygulandığı için aynı genlik yani ivme değeri bir süre sabit gidip 160 Hz frekansında yaklaşık ilk grafikte 29 m/sn^2 bir ivme, ikinci grafikte 20 m/sn^2 ve üçüncü grafikte 23 m/sn^2 bir ivme değeri bulunmuştur. Bunun nedeni sönüm sürtünme den kaynaklı olabilir. Grafiklerde ilk koyu mavi sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam ivmeyi ifade eder.Daire zımpara makinesi için 1. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.34'de , Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.35'te ve Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.36'da gösterilmiştir.

Bant Zımpara Tüm Vücut Titreşim

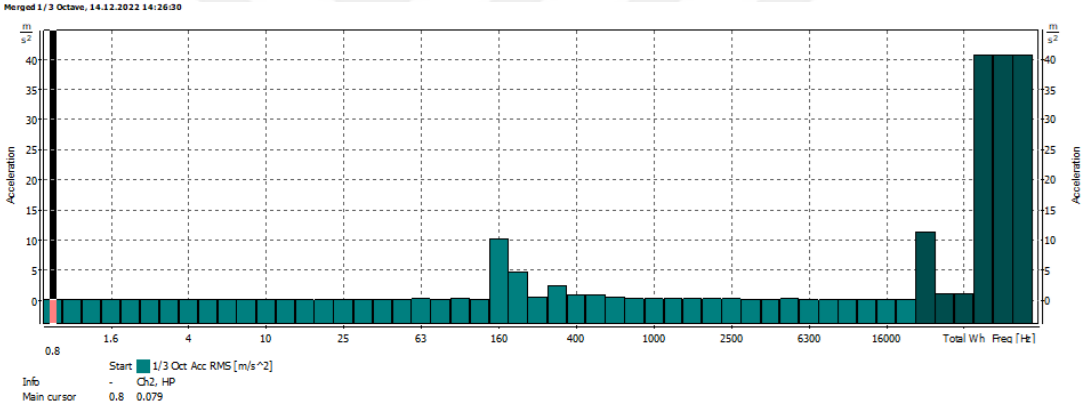
2 Ölçüm

Profil 1



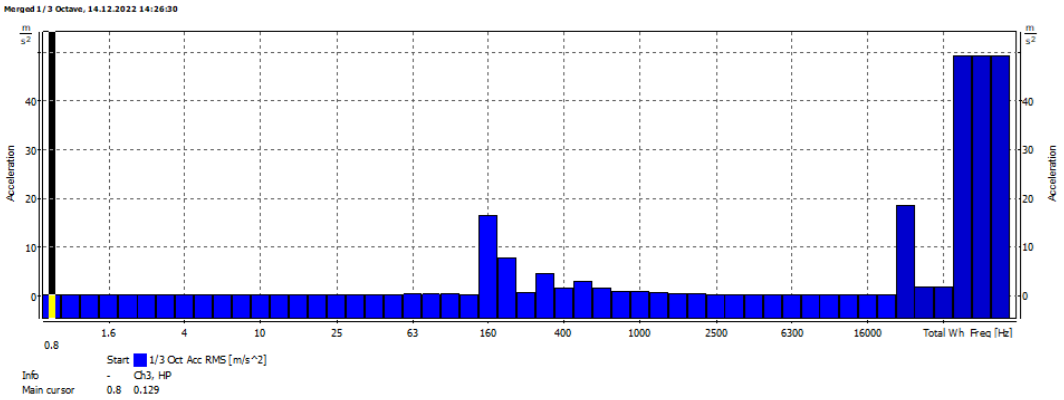
Şekil 3.37: Bant zımpara makinesi için 2. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Profil 2



Şekil 3.38: Bant zımpara makinesi için 2. Ölçümde Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Profil 3



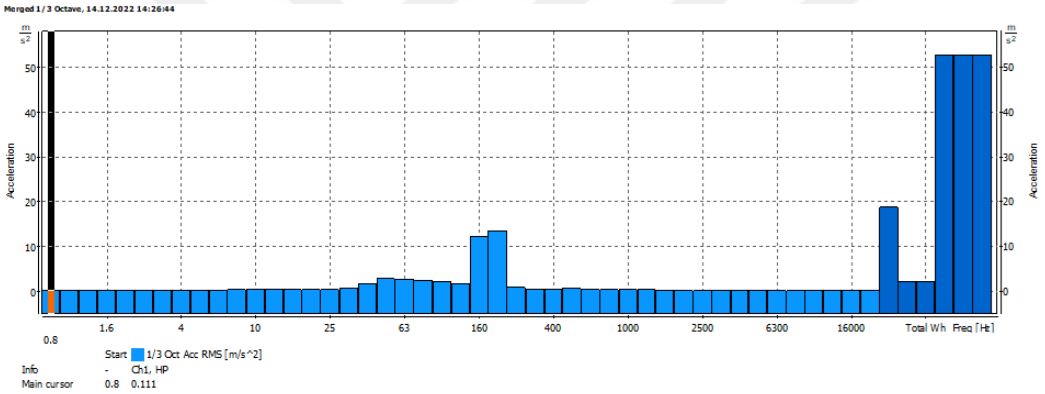
Şekil 3.39: Bant zımpara makinesi için 2. ölçümde Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Yapılan 3 kez tekrarlanan 2. ölçümde üsteki üç titreşim grafiği birbirine benzer çıkmıştır. X, Y ve Z koordinatlarını göstermektedir. İvme ve frekans grafikleri incelenmiştir. Daire zımpara makinesi bütün vücut titreşim ivme frekans grafiğinde aynı genlik yani aynı bir ivmede zorlama ya da kuvvet uygulandığı için aynı genlik yani ivme değeri bir süre sabit gidip 160 Hz frekansında yaklaşık ilk grafikte 24 m/sn^2 bir ivme, ikinci grafikte 10 m/sn^2 ve üçüncü grafikte 16 m/sn^2 bir ivme değeri bulunmuştur. Bunun nedeni sönüm sürtünme den kaynaklı olabilir. Grafiklerde ilk koyu mavi sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam ivmeyi ifade eder. Daire zımpara makinesi için 2. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.37'de , Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.38'te ve Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.39'da gösterilmiştir.

Bant Zımpara Tüm Vücut Titreşim

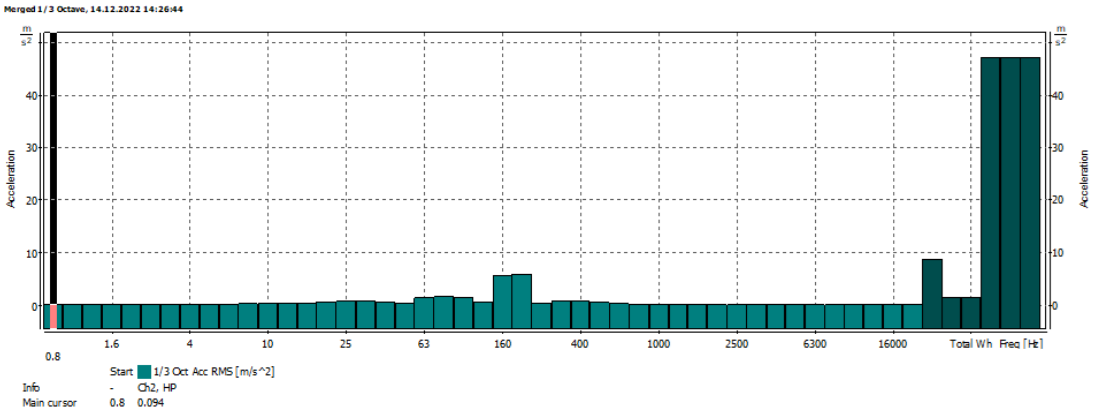
3. Ölçüm

Profil 1



Şekil 3.40: zımp Bant ara makinesi için 3. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

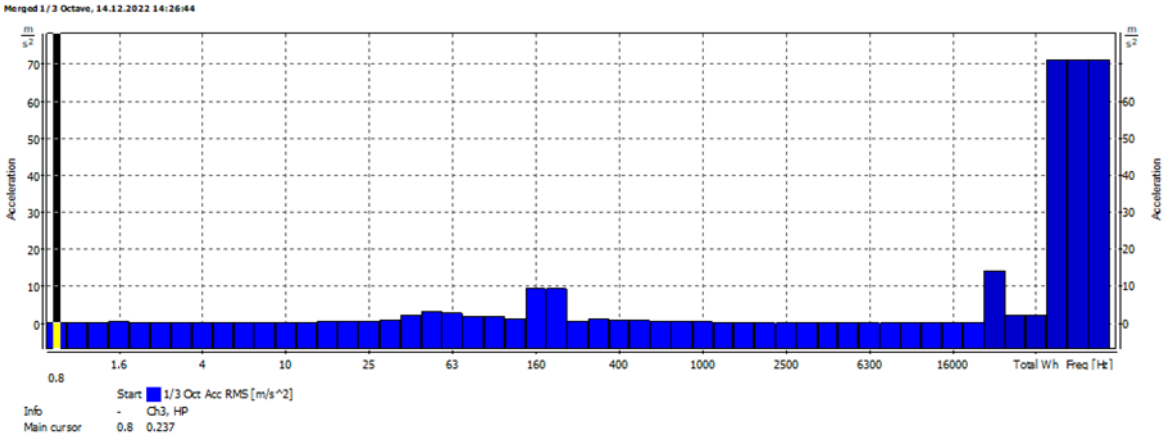
Profil 2



Şekil 3.41: Bant zımpara makinesi için 3. ölçümde Y eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Profil 3

Multifile (4) : Merged 1/3 Octave, 14.12.2022 14:26:44



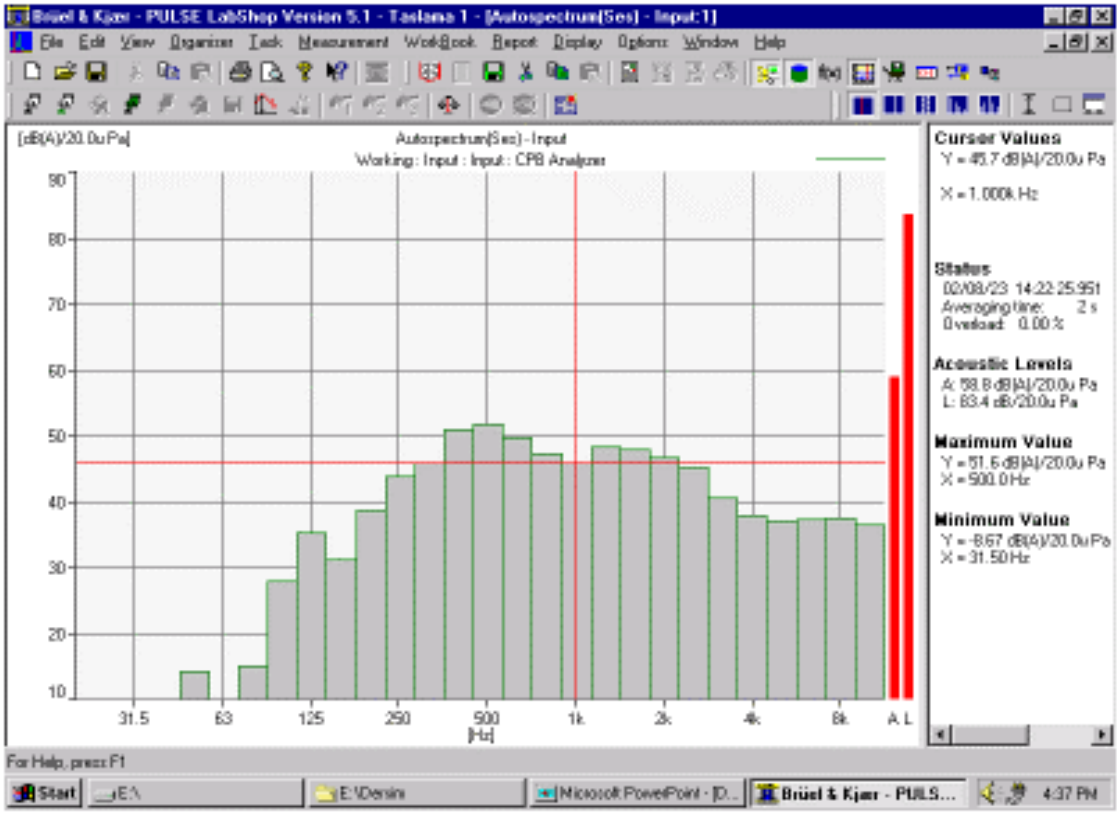
Şekil 3.42: Bant zımpara makinesi için 3. ölçümde Z eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği

Yapılan 3 kez tekrarlanan 3. ölçümde üsteki üç titreşim grafiği birbirine benzer çıkmıştır. X, Y ve Z koordinatlarını göstermektedir. İvme ve frekans grafikleri incelenmiştir. Daire zımpara makinesi bütün vücut titreşim ivme frekans grafiğinde aynı genlik yani aynı bir ivmede zorlama ya da kuvvet uygulandığı için aynı genlik yani ivme değeri bir süre sabit gidip 220 Hz frekansında yaklaşık ilk grafikte 13 m/sn^2 ivme, ikinci grafikte 6 m/sn^2 ve üçüncü grafikte 10 m/sn^2 ivme değeri bulunmuştur. Ayrıca 160 Hz de de artışlar azalışlar olup 220 Hz ivme değeri olarak baskın olmamıştır. Bunun nedeni sönüm sürtünme den kaynaklı olabilir. Grafiklerde ilk koyu mavi sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam ivmeyi ifade eder. Daire zımpara makinesi için 3. ölçümde X eksenindeki bütün vücut titreşim grafiği Şekil 3.40'da , Y eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.41'de ve Z eksenindeki el kol titreşim grafiği Şekil 3.42'de gösterilmiştir.

3.8. A Kamu Kurumundaki 1 Nolu Laboratuvar İçin Ölçülen Günlük Gürültü Maruziyeti ve Makine Gürültü ve Titreşimi Ölçüm Grafiklari

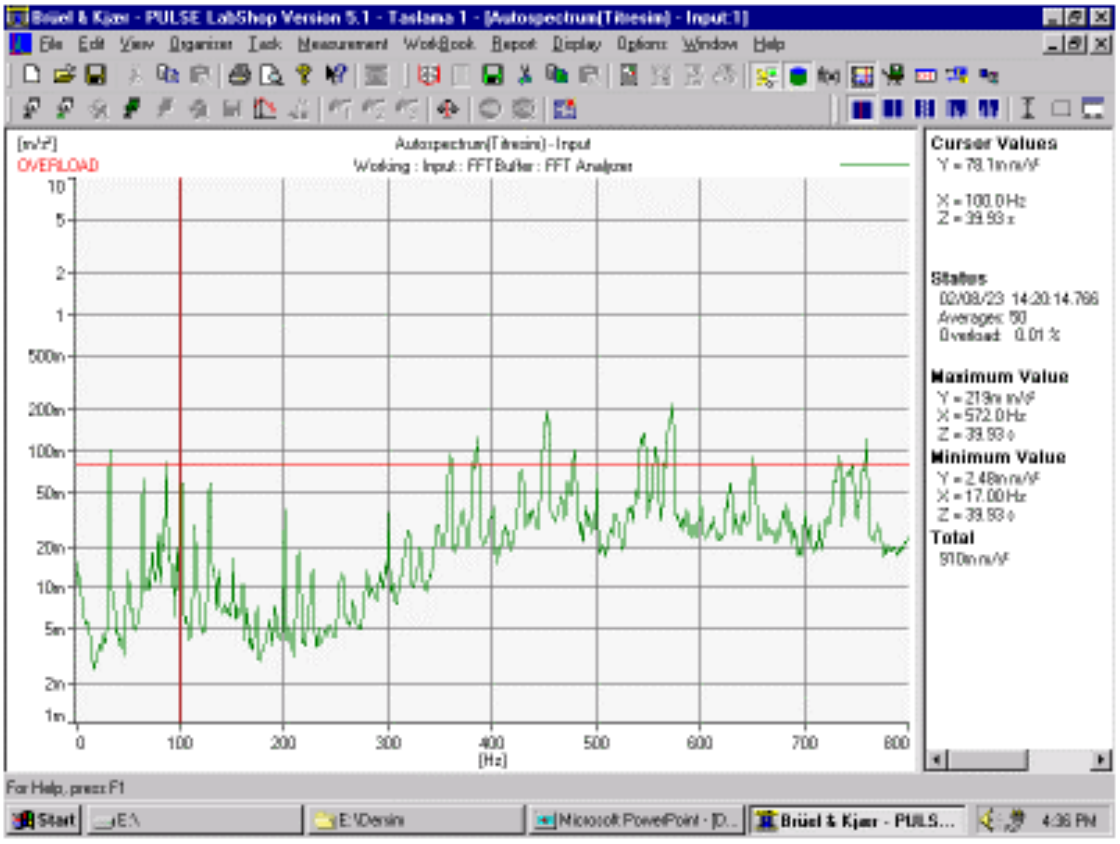
Taşlama Makinesi Gürültü Maruziyeti ve Titreşim Grafikleri

1.Ölçüm



Şekil 3.43: Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

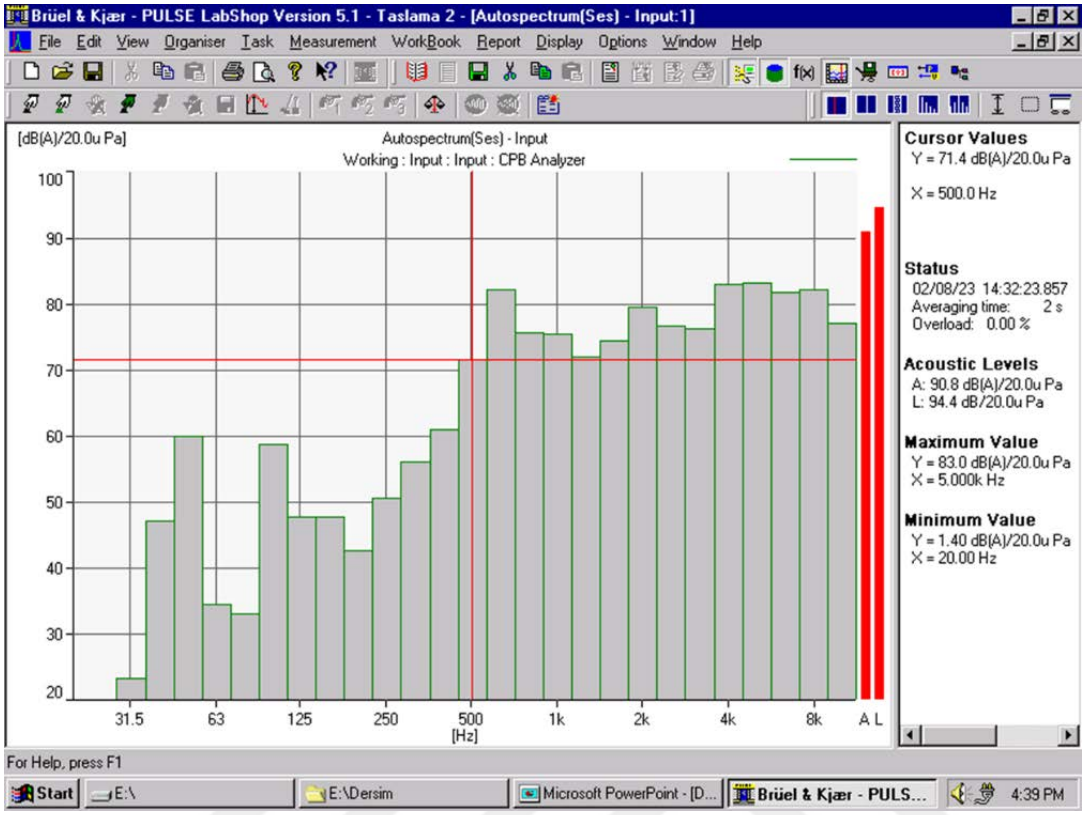
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 59,8 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimum ses değeri 900.0 Hz de 51,6 dB A olarak ölçülmüştür. Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.43'de gösterilmiştir.



Şekil 3.44: Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 219 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 572 Hz dir. Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.44'de gösterilmiştir.

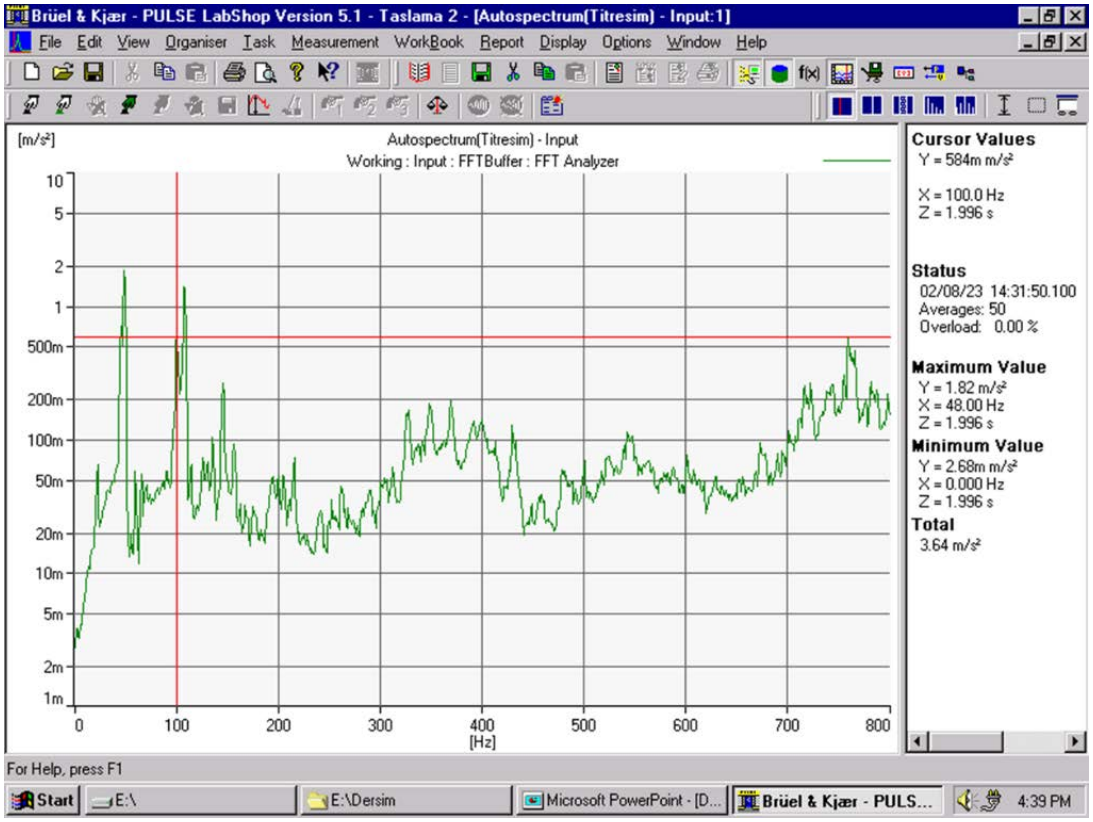
2.Ölçüm



Şekil 3.45: Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 90,8 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimim ses değeri 5.000k Hz de 83.0 dB A olarak ölçülmüştür.

Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.45'de gösterilmiştir.

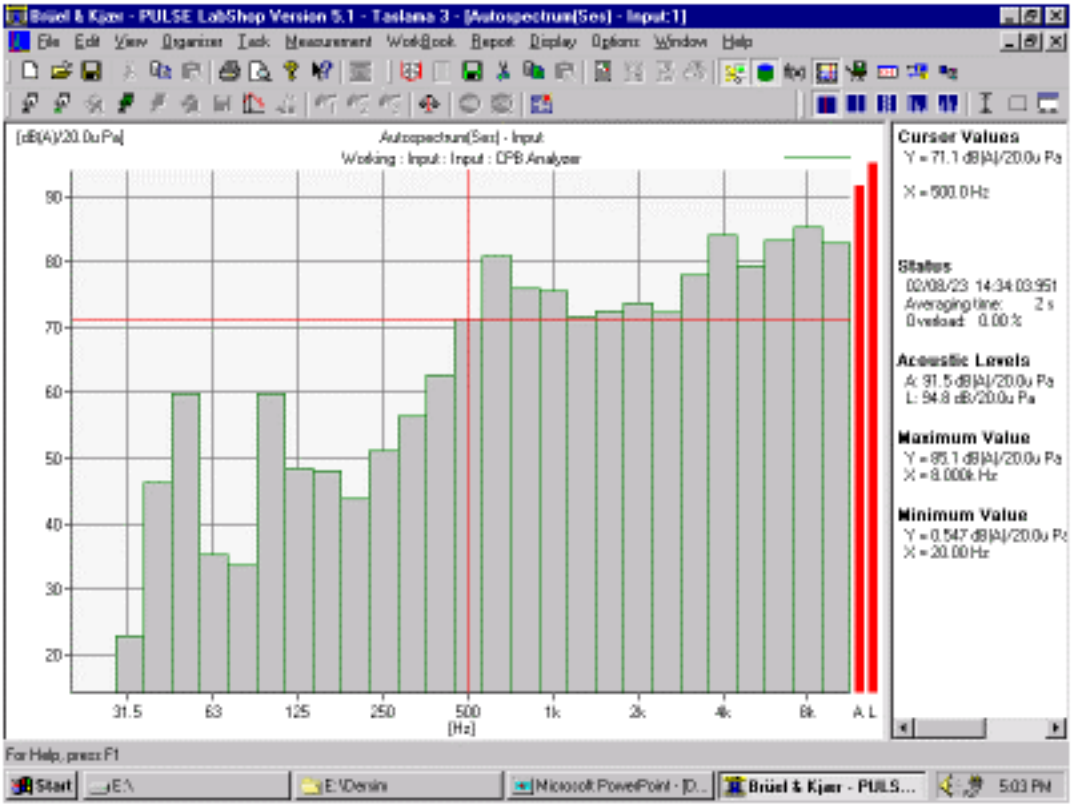


Şekil 3.46: Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 1,82 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 48 Hz dir.

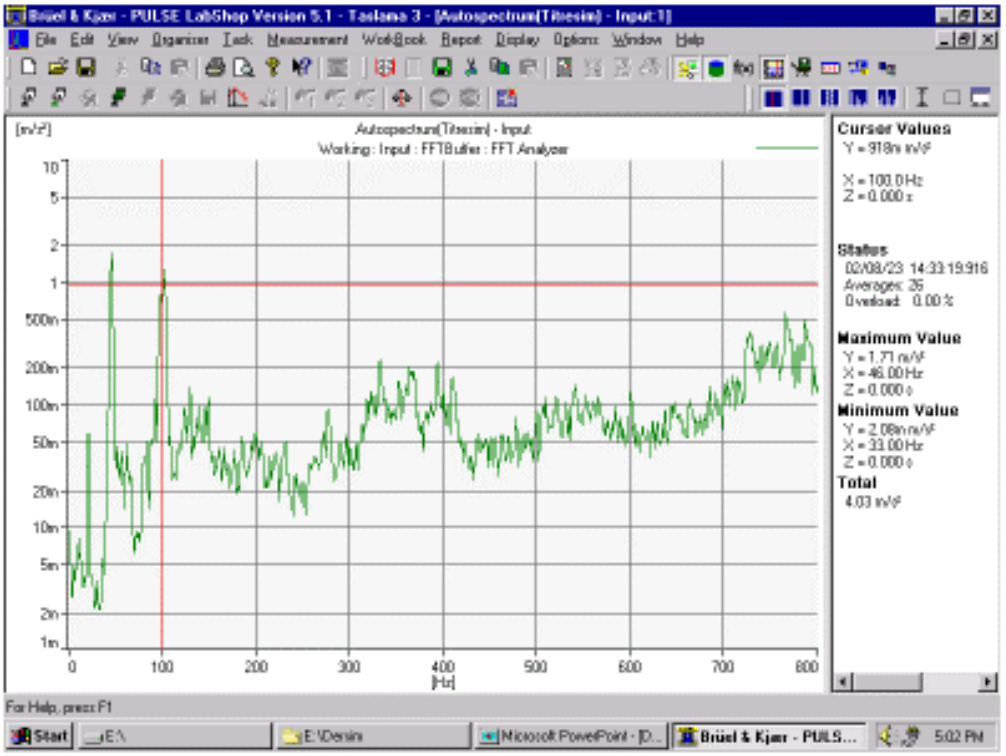
Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.46'da gösterilmiştir.

3. Ölçüm



Şekil 3.47: Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

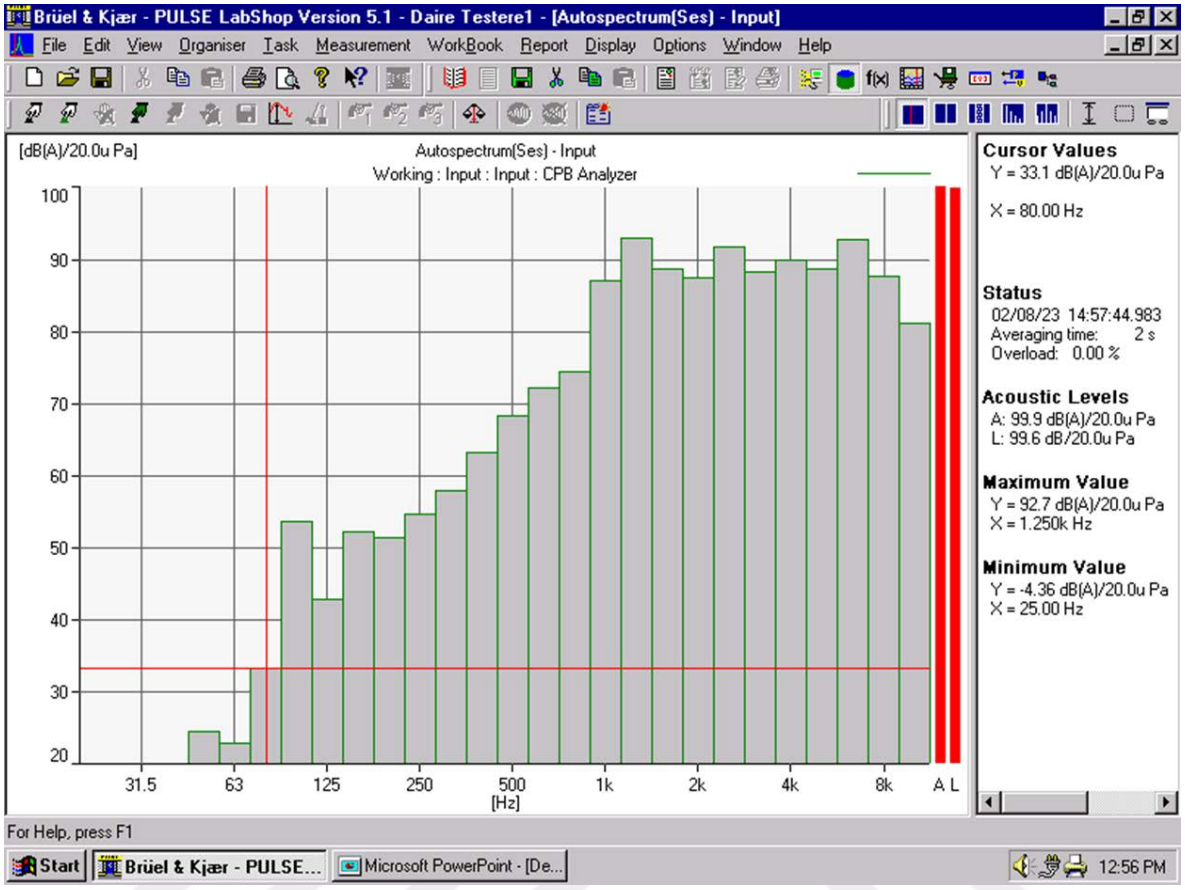
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 91,5 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimim ses değeri 8.000k Hz de 85,1 dB A olarak ölçülmüştür. Taşlama makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.47'de gösterilmiştir.



Şekil 3.48: Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

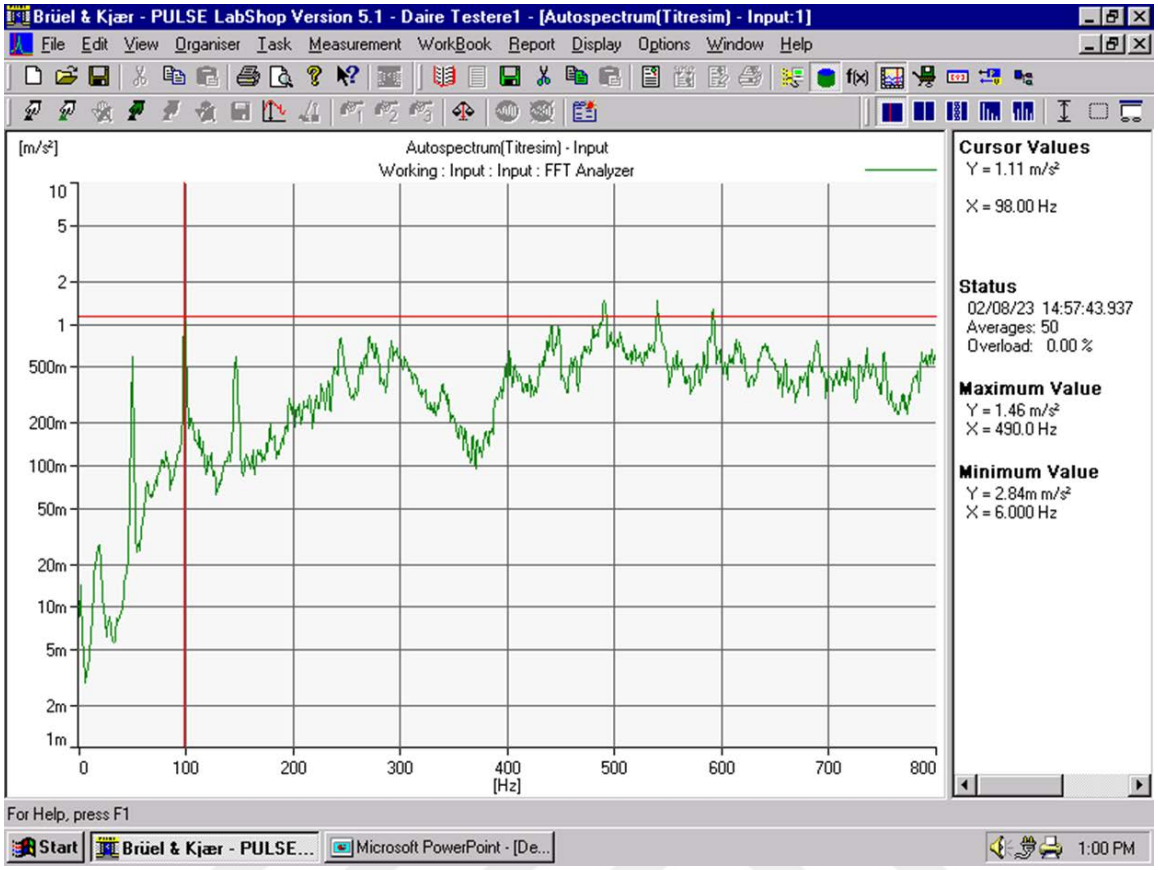
Titreşimde Y koordinatında 1,71 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 46.00 Hz dir. Taşlama makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.48'de gösterilmiştir.

Kıl Testere İçin Gürültü ve Titreşim Ölçüm Grafikleri



Şekil 3.49: Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

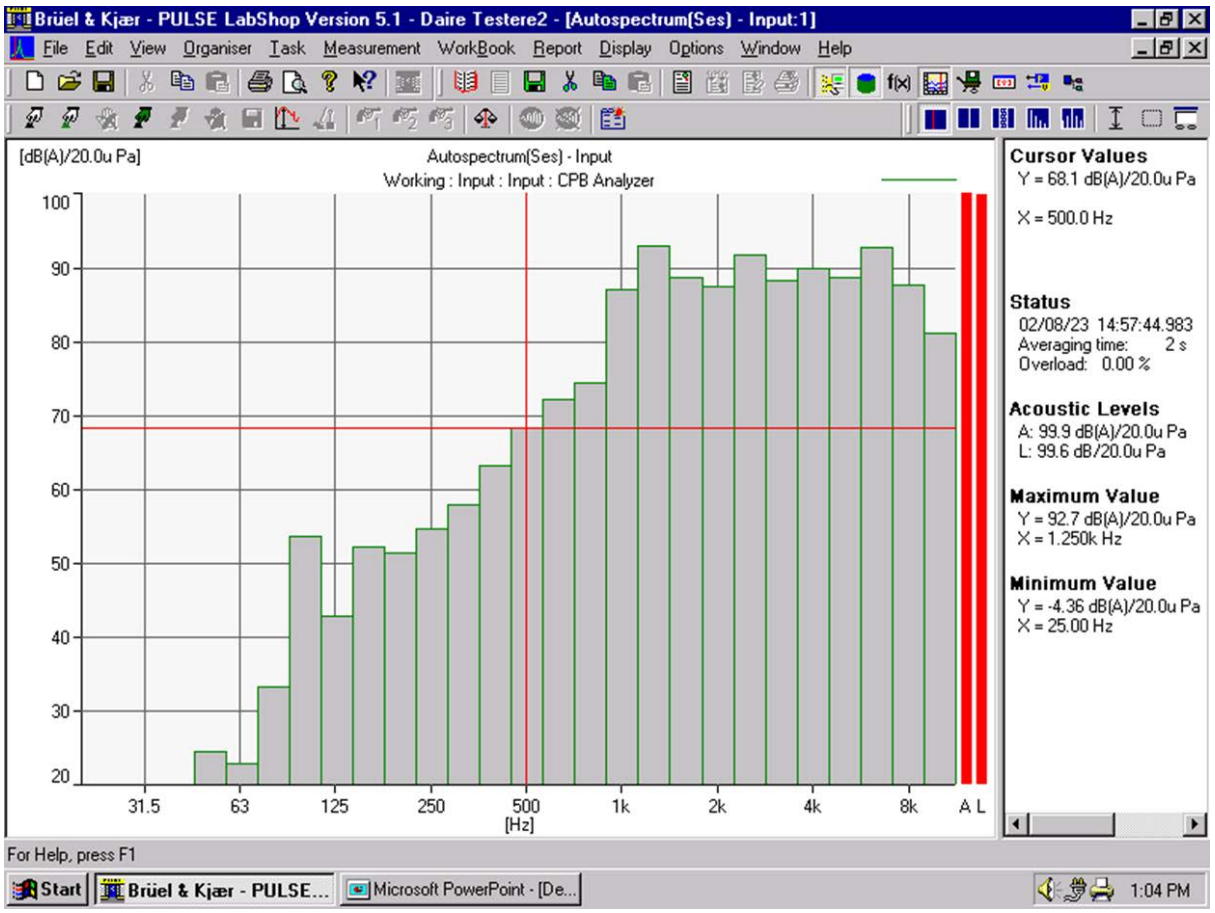
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 99,9 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 1.250k Hz de 92,7 dB A olarak ölçülmüştür. Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.49'de gösterilmiştir.



Şekil 3.50: Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

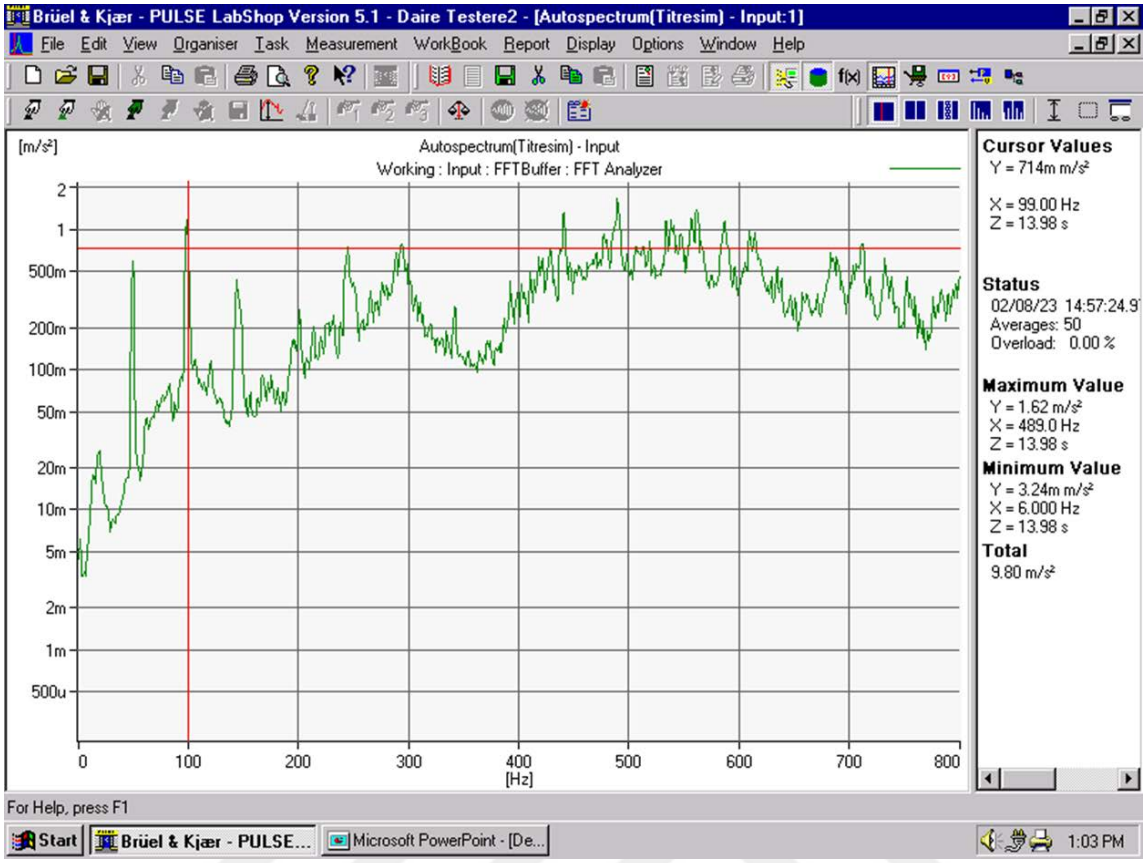
Titreşimde Y koordinatında 1,46 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 490.0 Hz dir. Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.50'de gösterilmiştir.

2. ölçüm



Şekil 3.51: Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

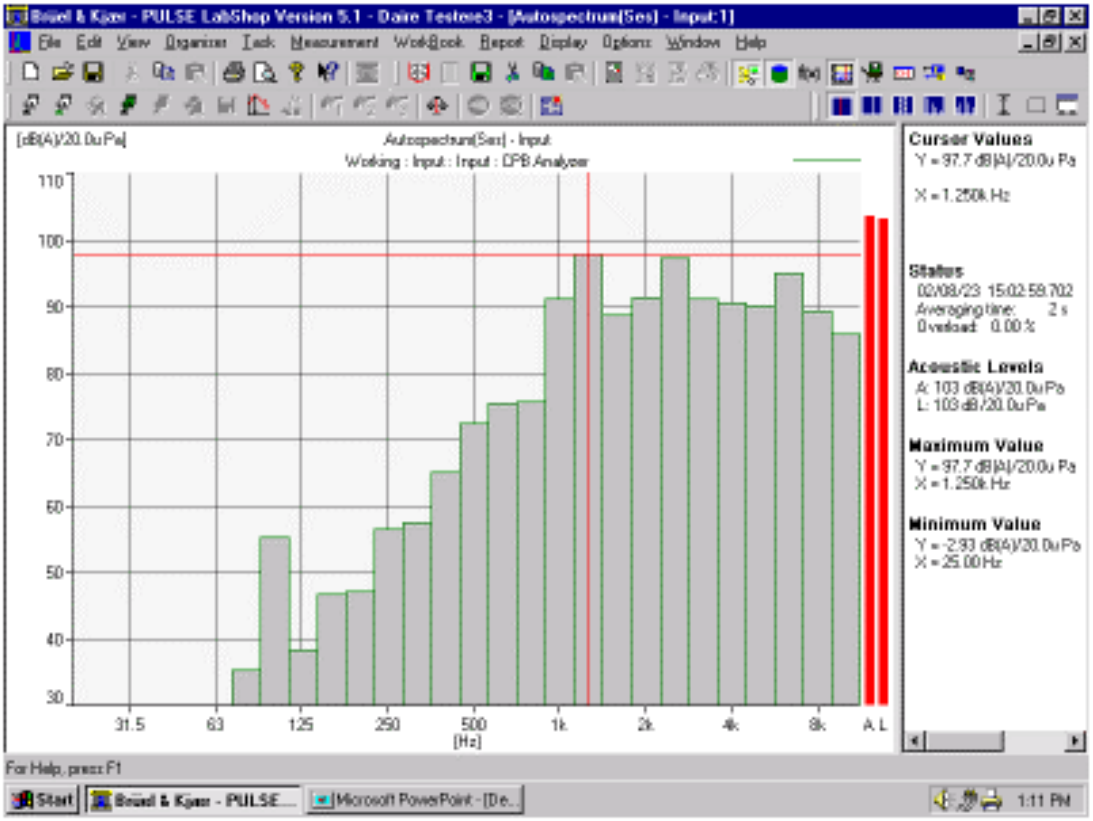
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 99,9 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimim ses değeri 1.250k Hz de 92,7 dB A olarak ölçülmüştür. Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.51'de gösterilmiştir.



Şekil 3.52: Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

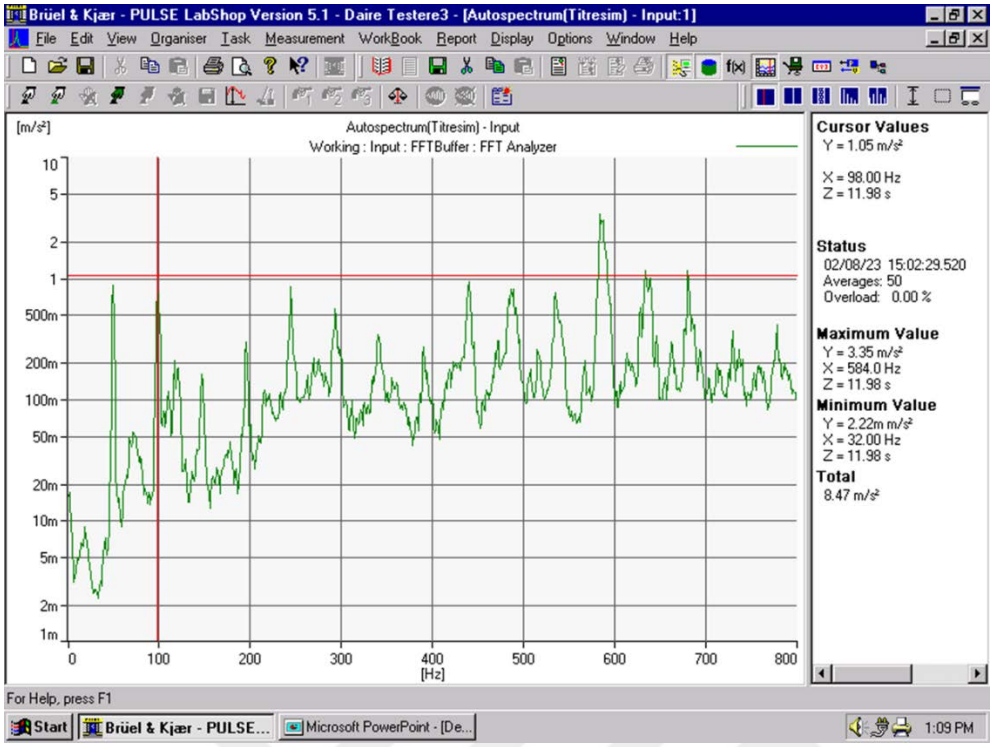
Titreşimde Y koordinatında 1,62 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 489.0Hz dir.Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.52'de gösterilmiştir.

3.ölçüm



Şekil 3.53:Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 103 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 1.250k Hz de 97,7 dB A olarak ölçülmüştür. Kıl testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.53'te gösterilmiştir.

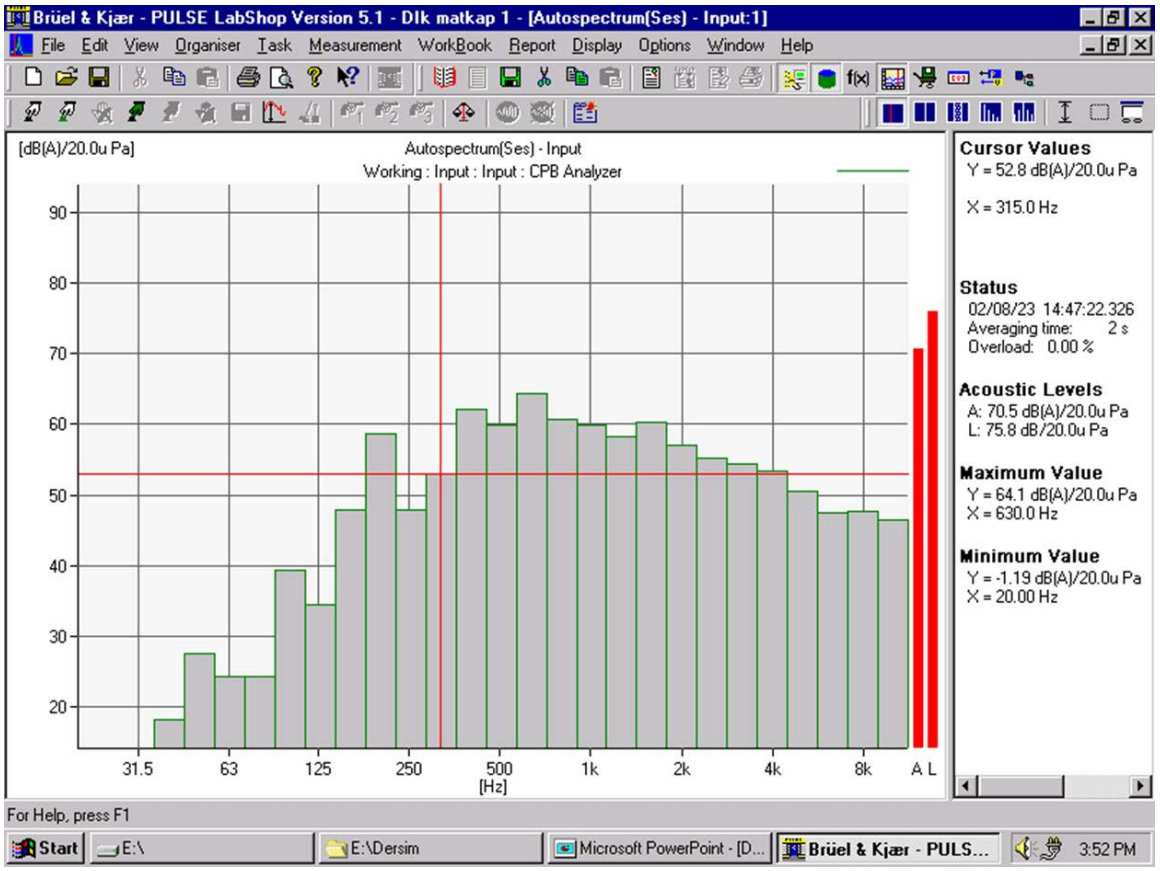


Şekil 3.54: Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 3,75 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 584.0 Hz dir. Kıl testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.54'de gösterilmiştir.

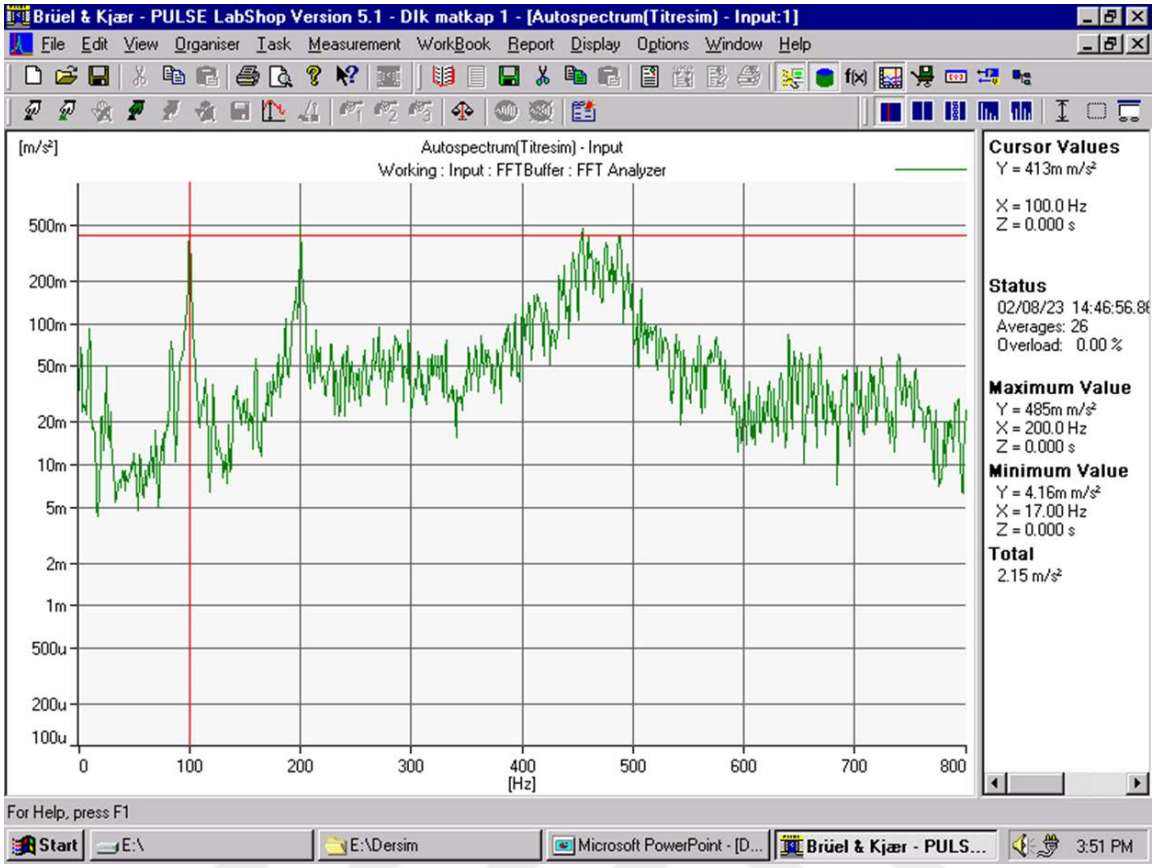
Matkap

1.ölçüm



Şekil 3.55: Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

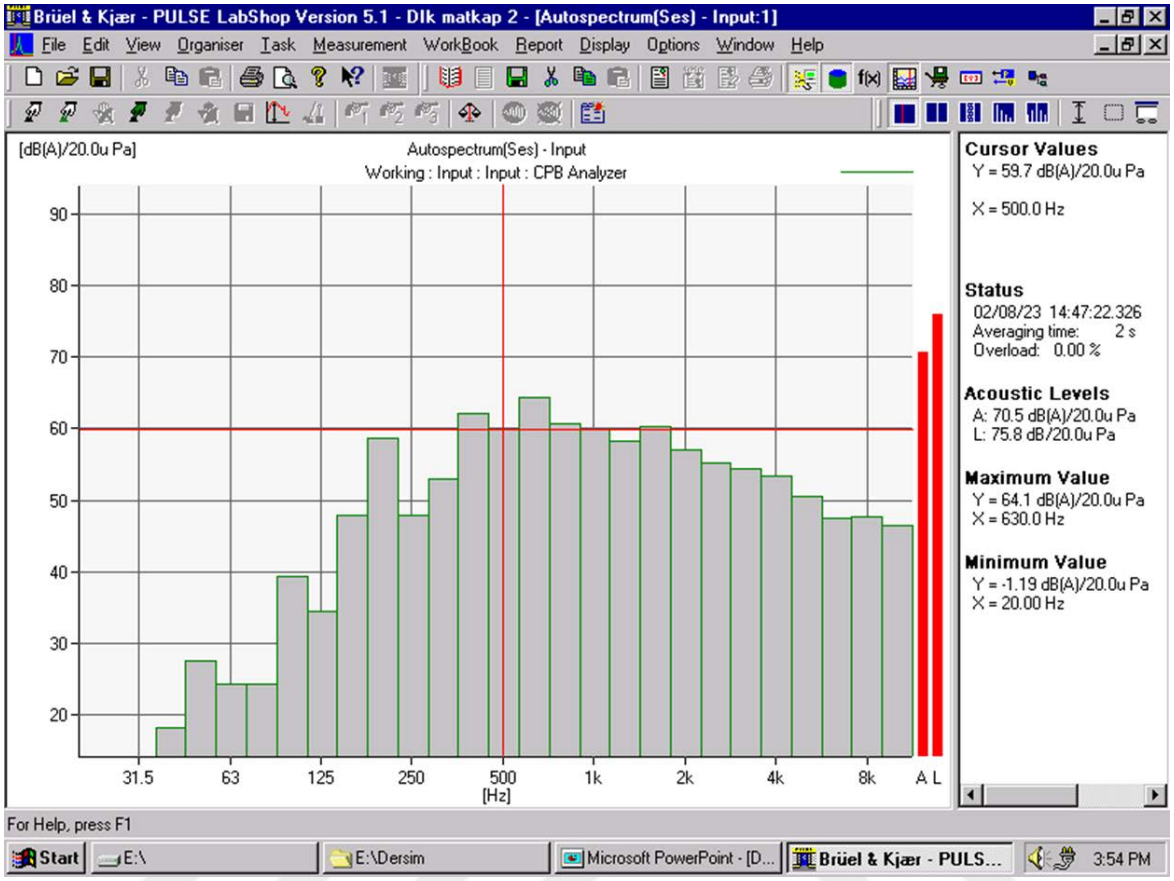
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 70,5 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimim ses değeri 630.0 Hz de 64,1 dB A olarak ölçülmüştür. Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.55'de gösterilmiştir.



Şekil 3.56: Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

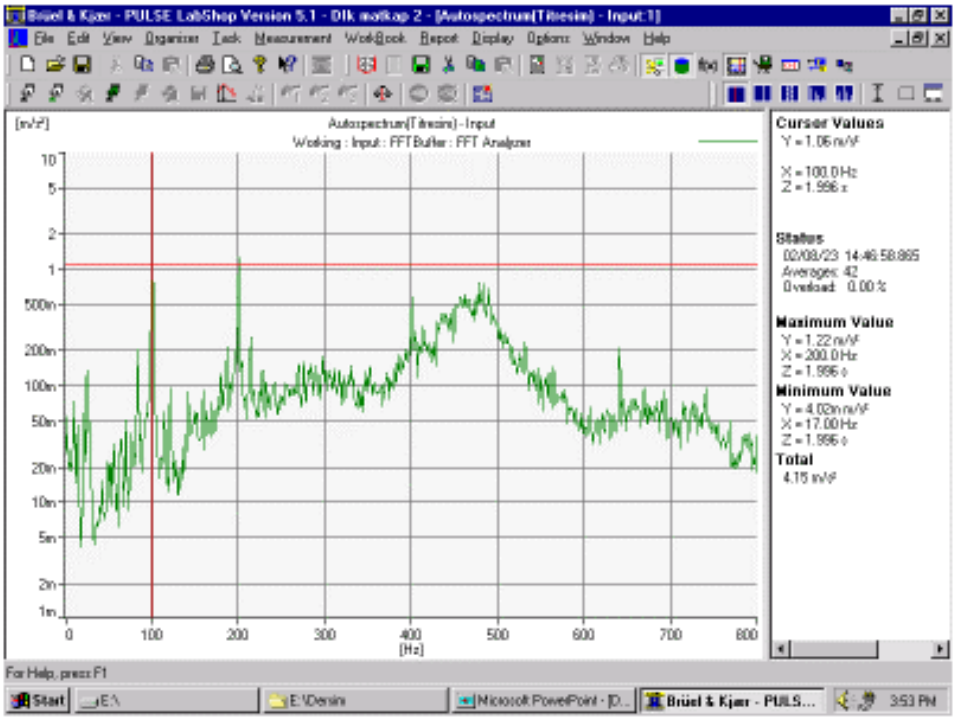
Titreşimde Y koordinatında 485 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 200 Hz dir. Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.56'da gösterilmiştir.

2.ölçüm



Şekil 3.57: Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

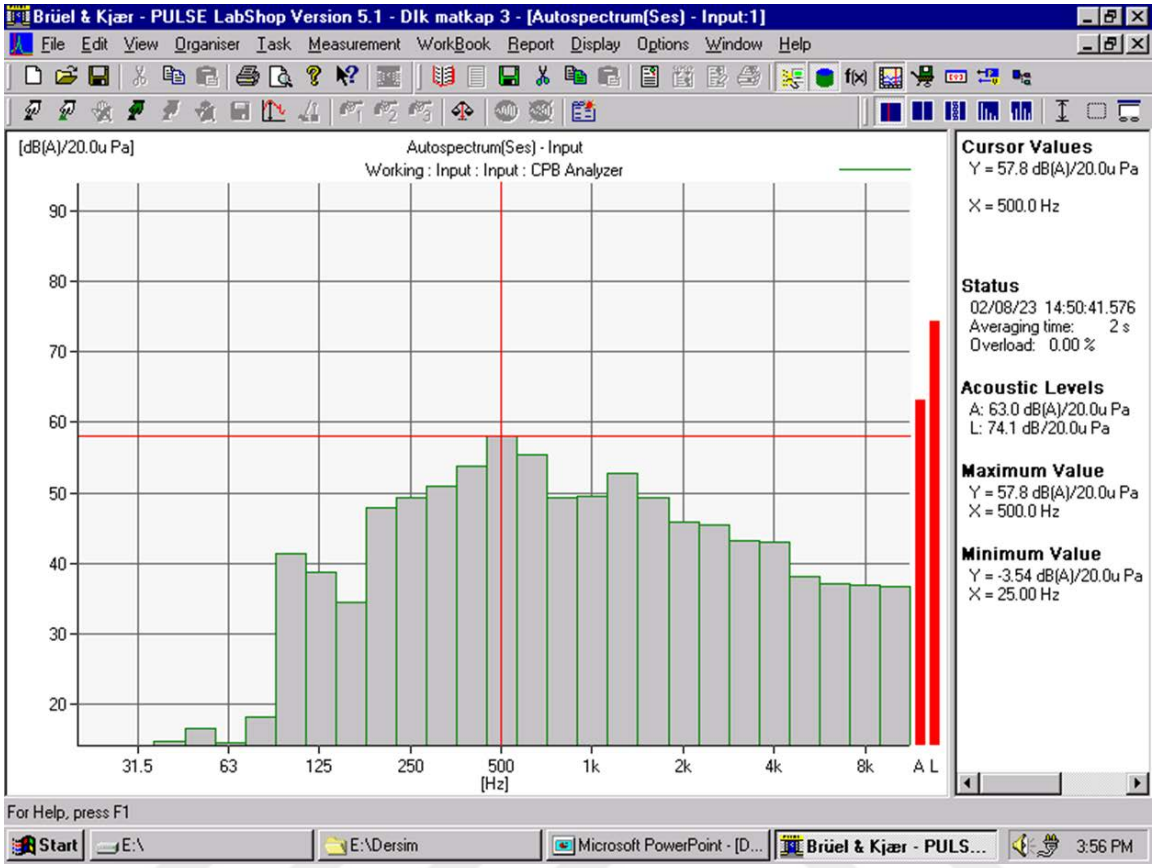
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 70,5 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimim ses değeri 630.0 Hz de 64,1 dB A olarak ölçülmüştür.Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.57'de gösterilmiştir.



Şekil 3.58: Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

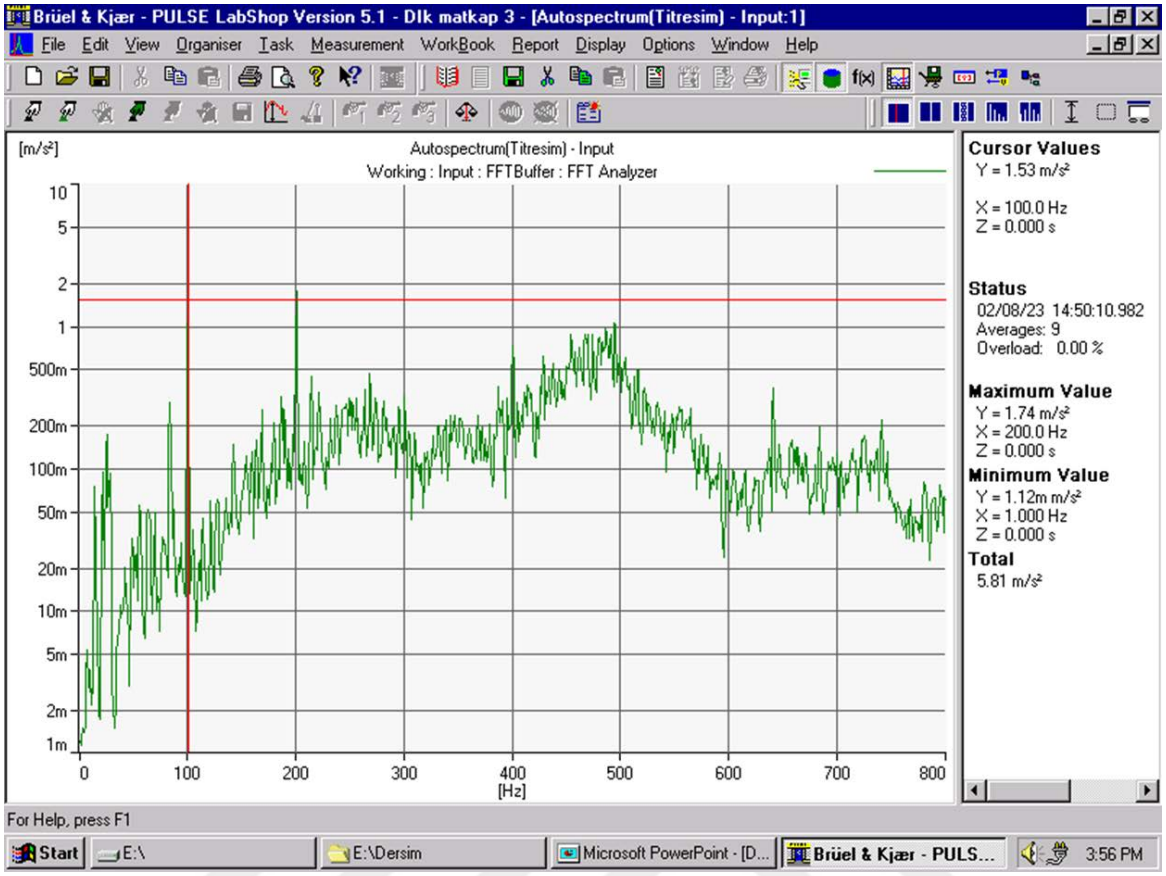
Titreşimde Y koordinatında 1,22 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 200.0 Hz dir. Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.58'de gösterilmiştir

3.ölçüm



Şekil 3.59: Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 63.0 dB A olarak ölçülmüştür. Maksimim ses değeri 500.0 Hz de 57,8 dB A olarak ölçülmüştür.Matkap makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.59'da gösterilmiştir.

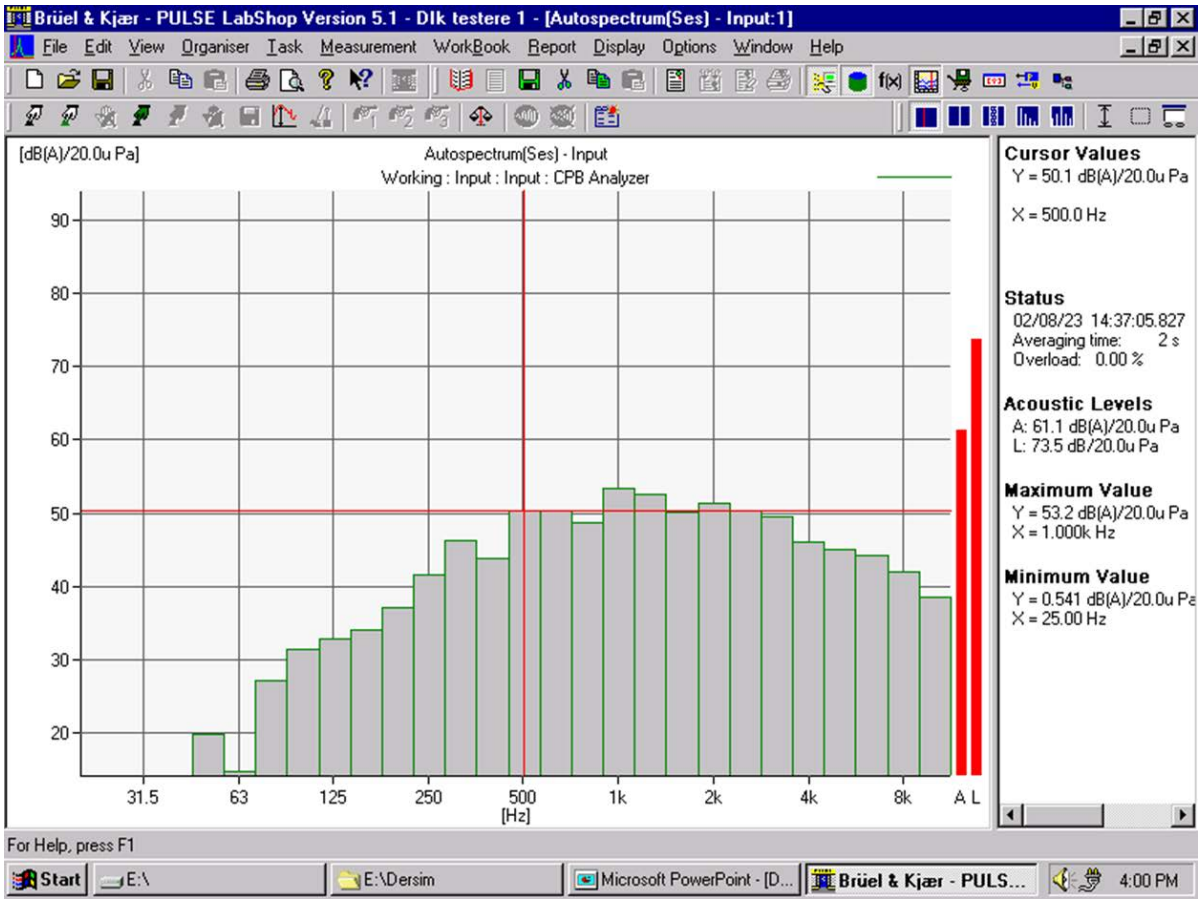


Şekil 3.60: Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 1,74 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 200.0 Hz dir. Matkap makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.60'da gösterilmiştir

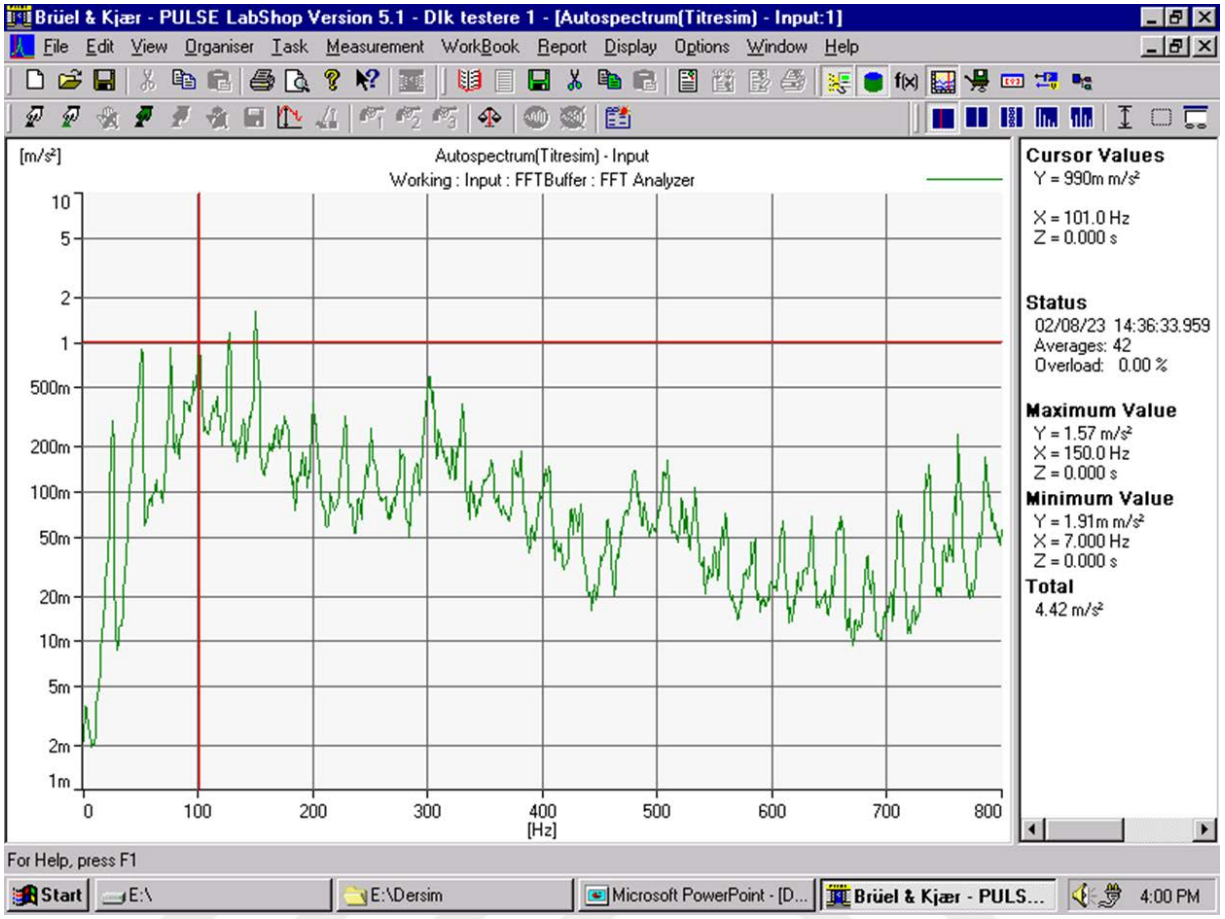
Daire Testere

1.Ölçüm



Şekil 3.61: Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

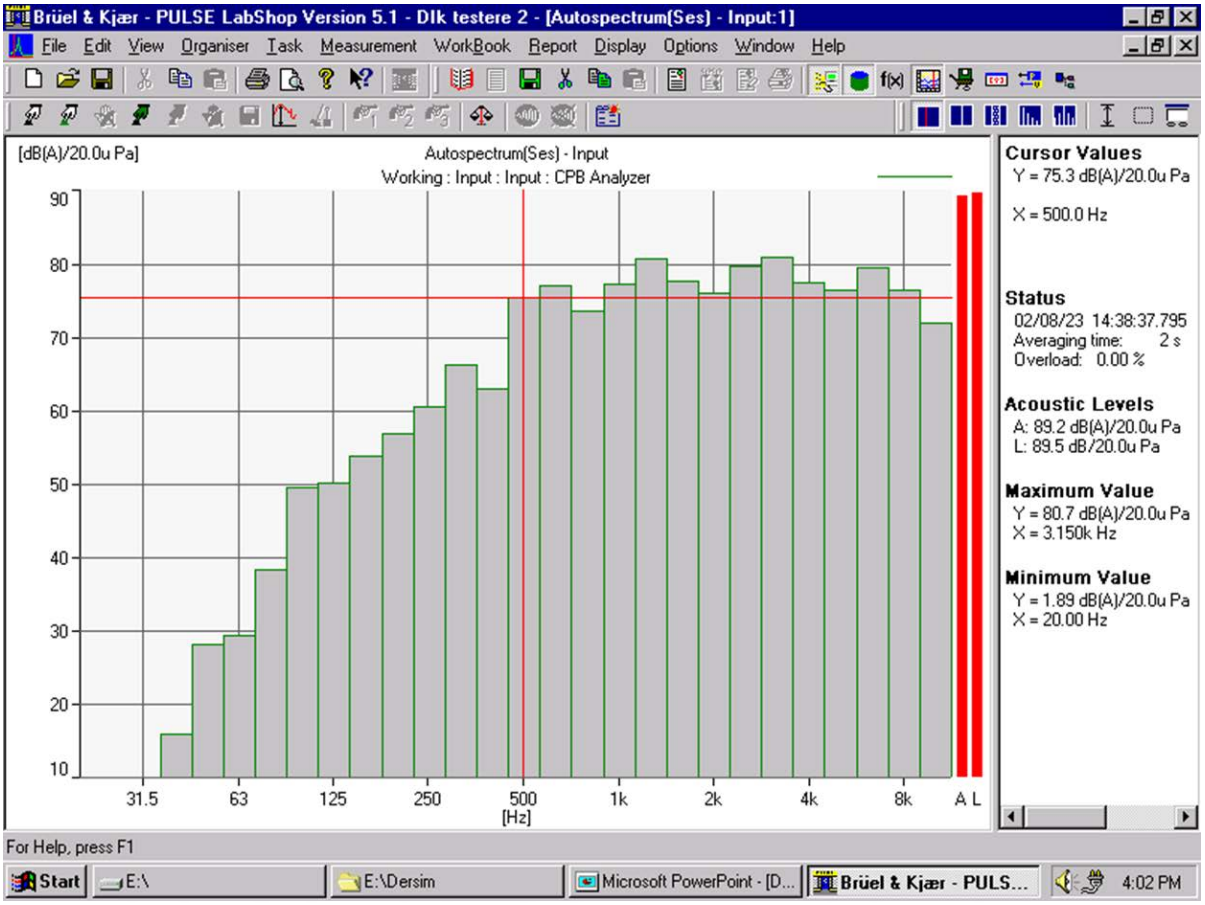
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 61,1 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 1.000k Hz de 53,2 dB A olarak ölçülmüştür. Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.61'de gösterilmiştir.



Şekil 3.62: Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

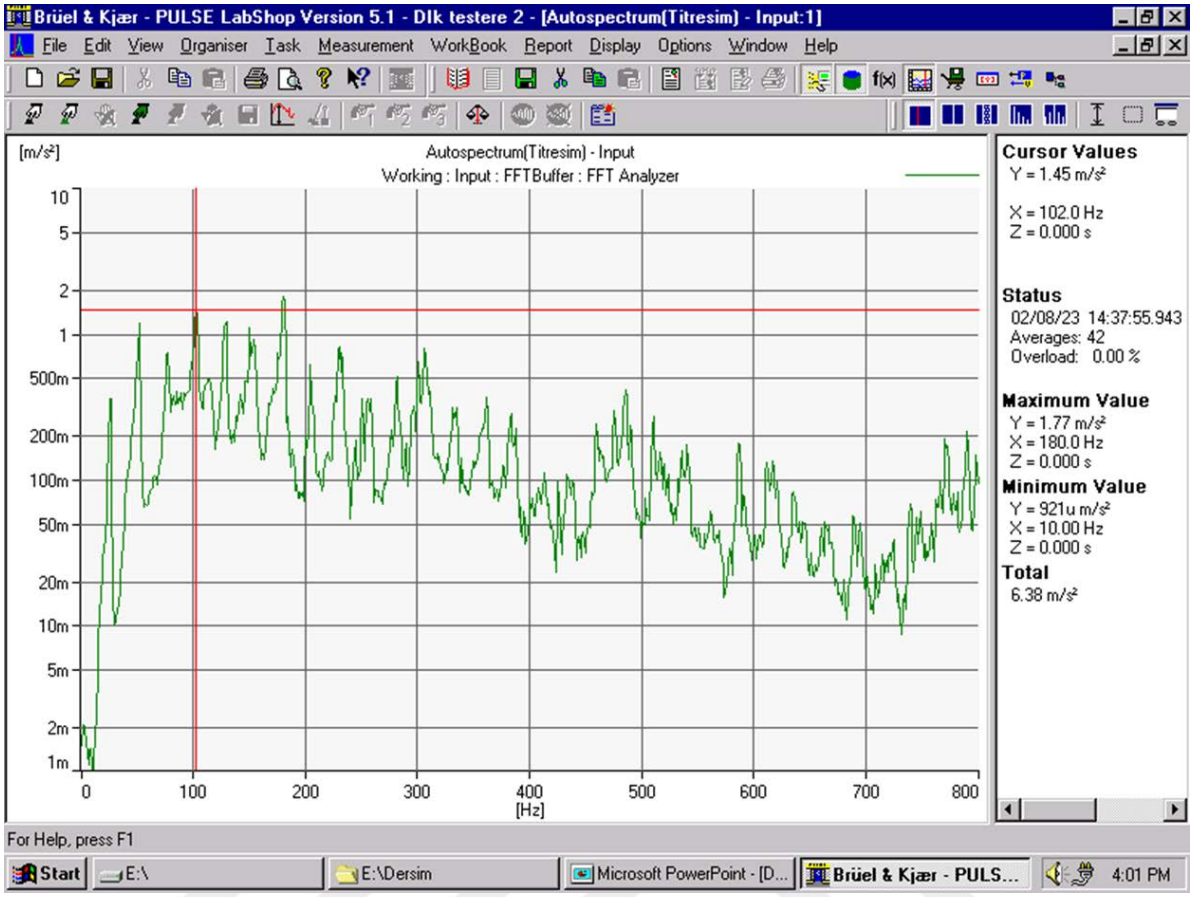
Titreşimde Y koordinatında 1,57 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 150.0 Hz dir. Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.62'de gösterilmiştir

2.Ölçüm



Şekil 3.63: Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafiği 2.ölçüm

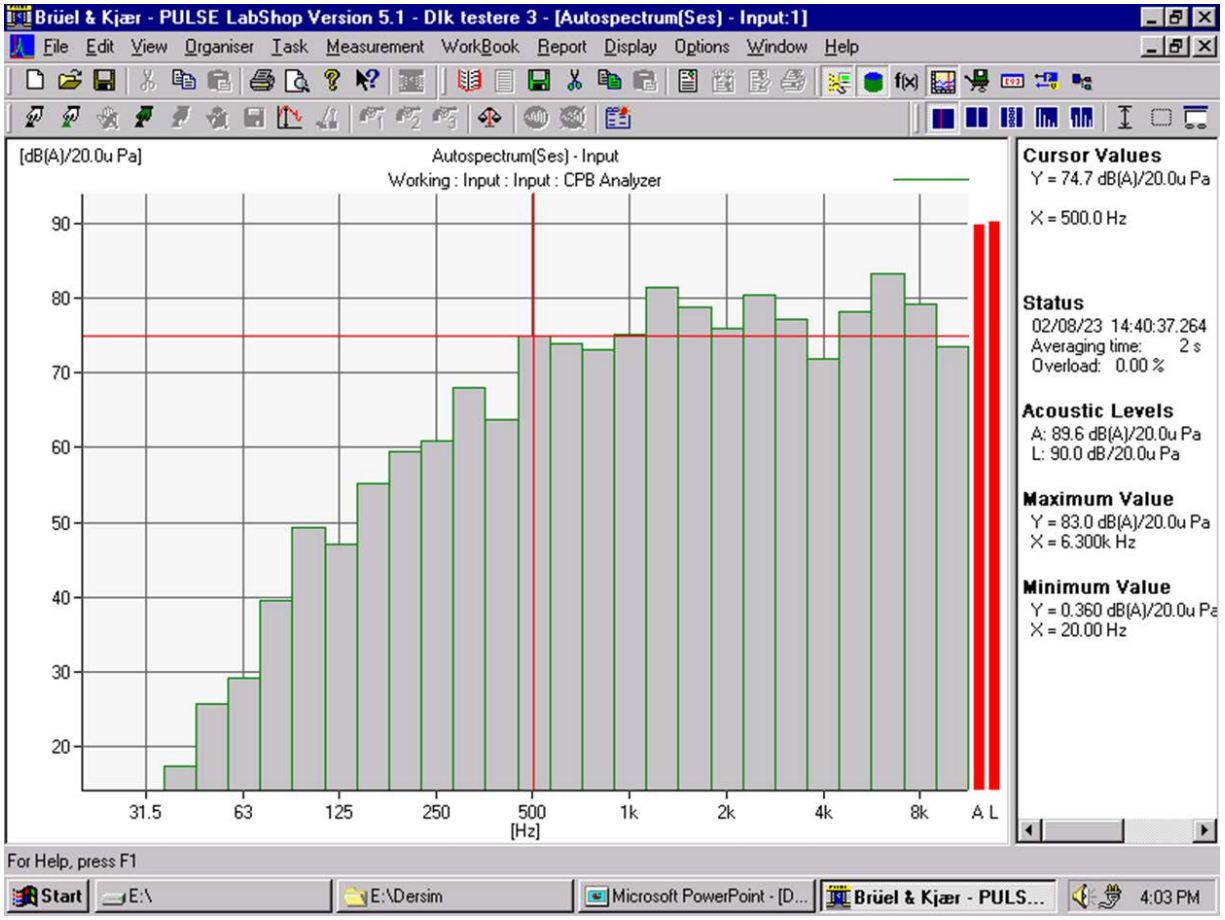
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 89,2dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 3.150k Hz de 80,7 dB A olarak ölçülmüştür. Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.63'te gösterilmiştir.



Şekil 3.64: Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

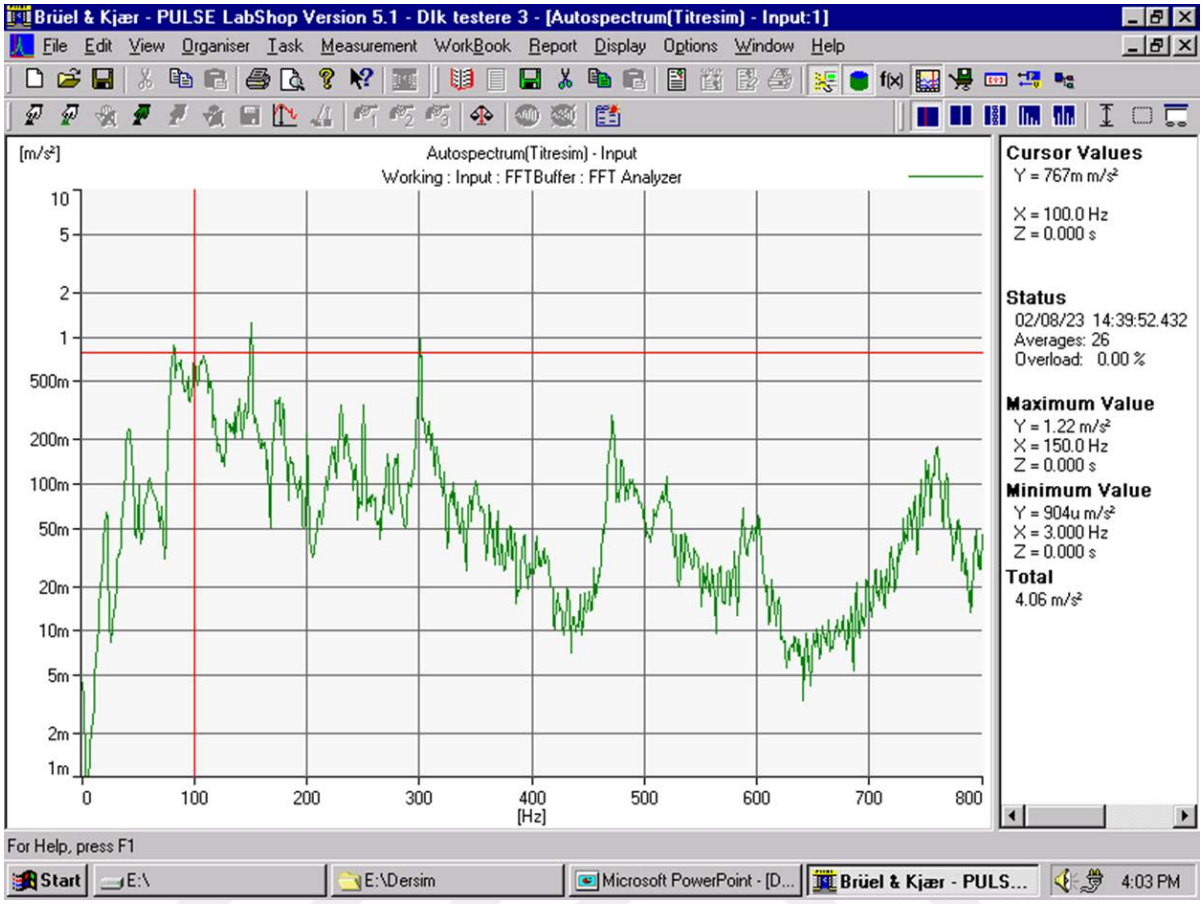
Titreşimde Y koordinatında 1,77 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 180.0 Hz dir. Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.64'de gösterilmiştir

3. Ölçüm



Şekil 3.65: Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 89,6 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 6.300k Hz de 83.0 dB A olarak ölçülmüştür. Daire testere makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.61'de gösterilmiştir.

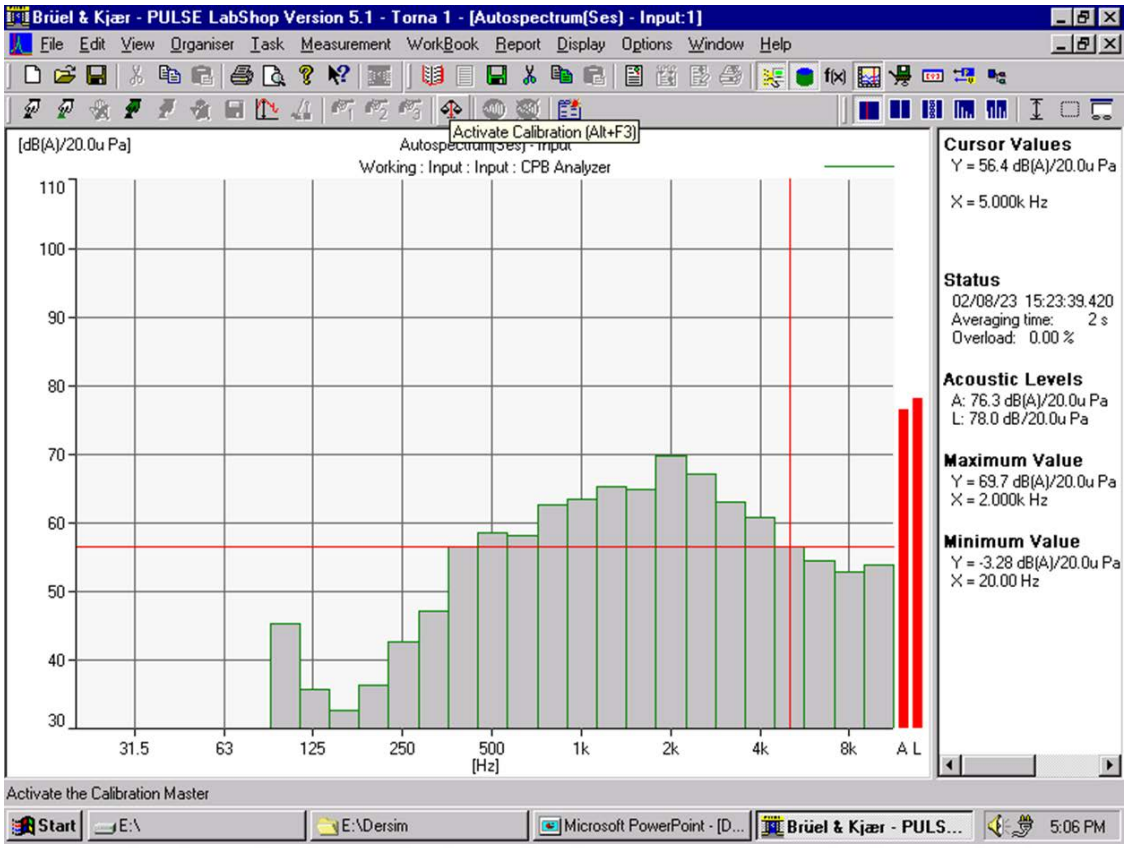


Şekil 3.66: Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 1,22 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 150.0 Hz dir. Daire testere makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.66'da gösterilmiştir

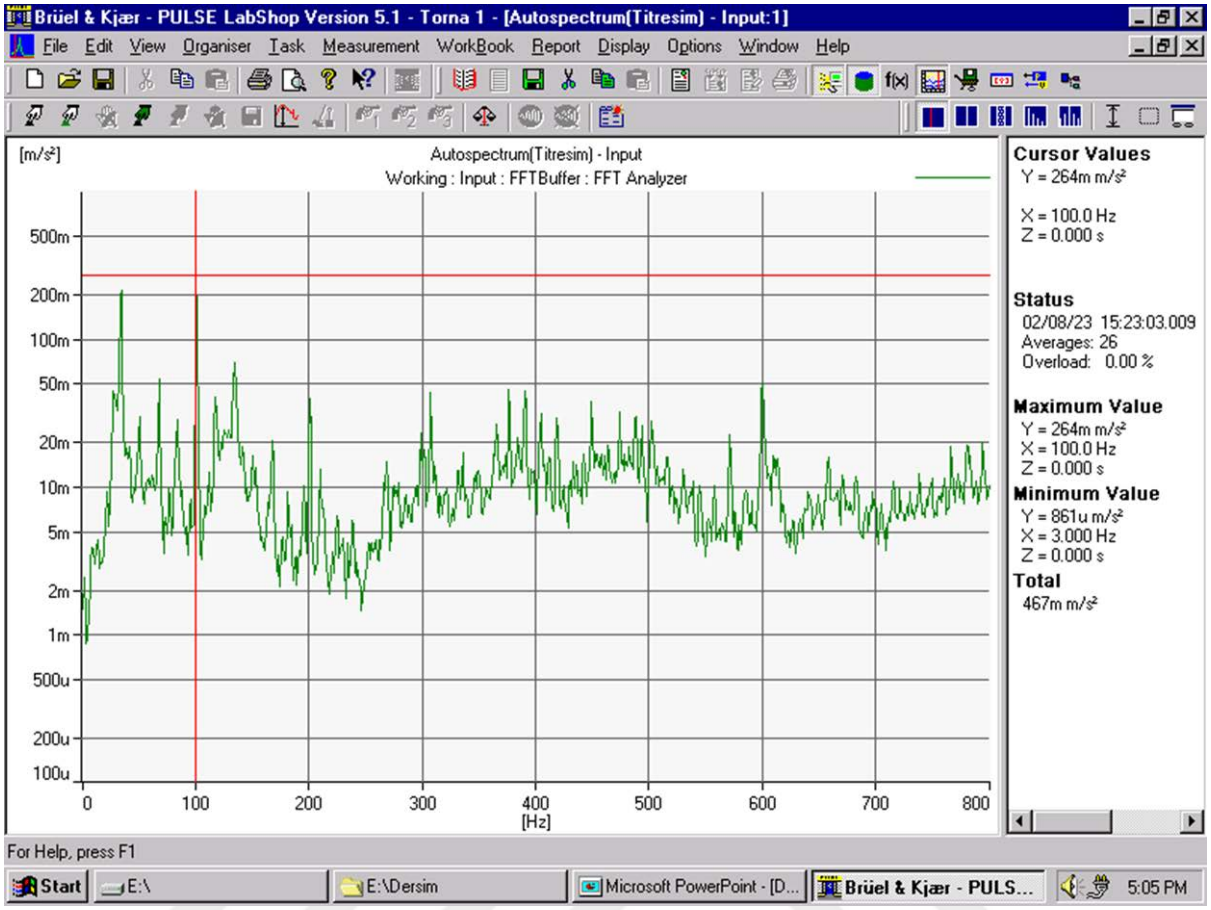
Torna Makinesi İçin Gürültü ve Titreşim Grafikleri

1 Ölçüm



Şekil 3.67: Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

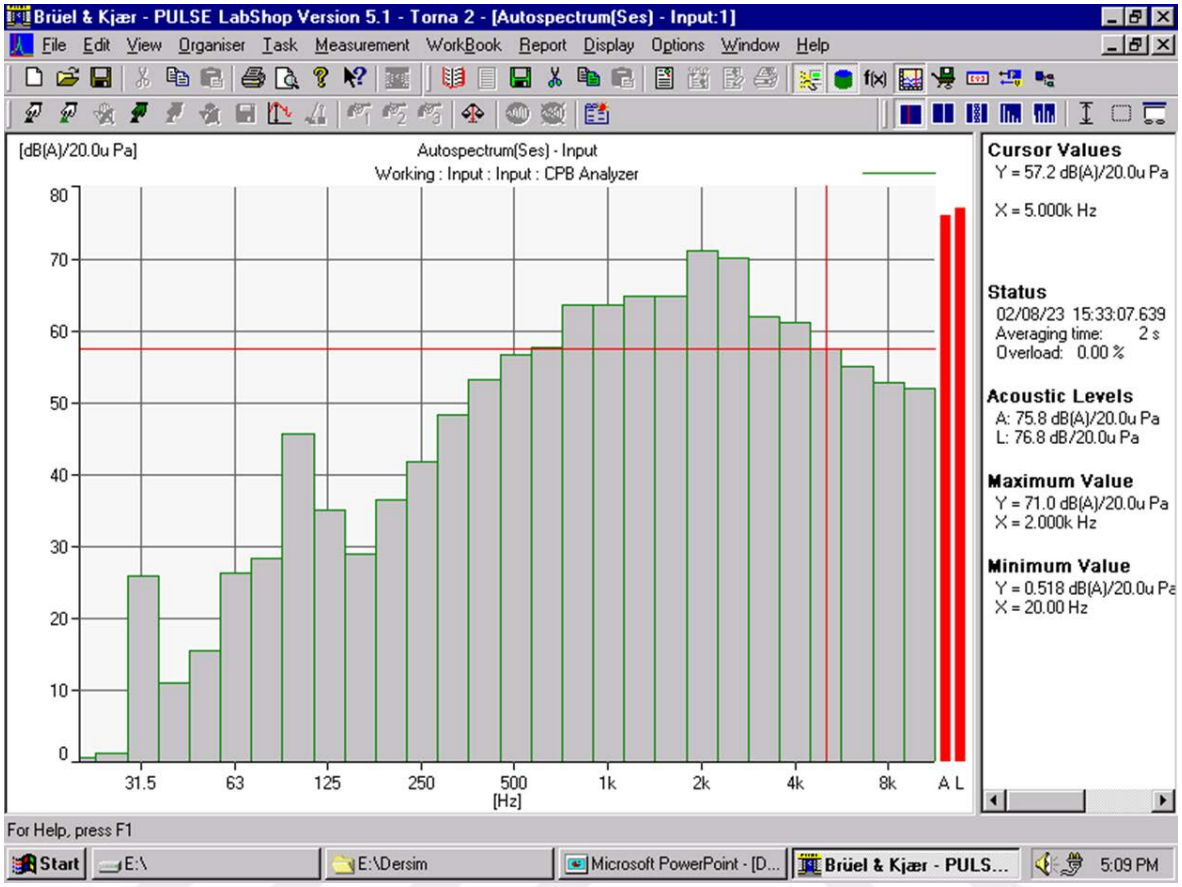
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 76,3 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 2.000k Hz de 69,7 dB A olarak ölçülmüştür. Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.67'de gösterilmiştir.



Şekil 3.68: Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

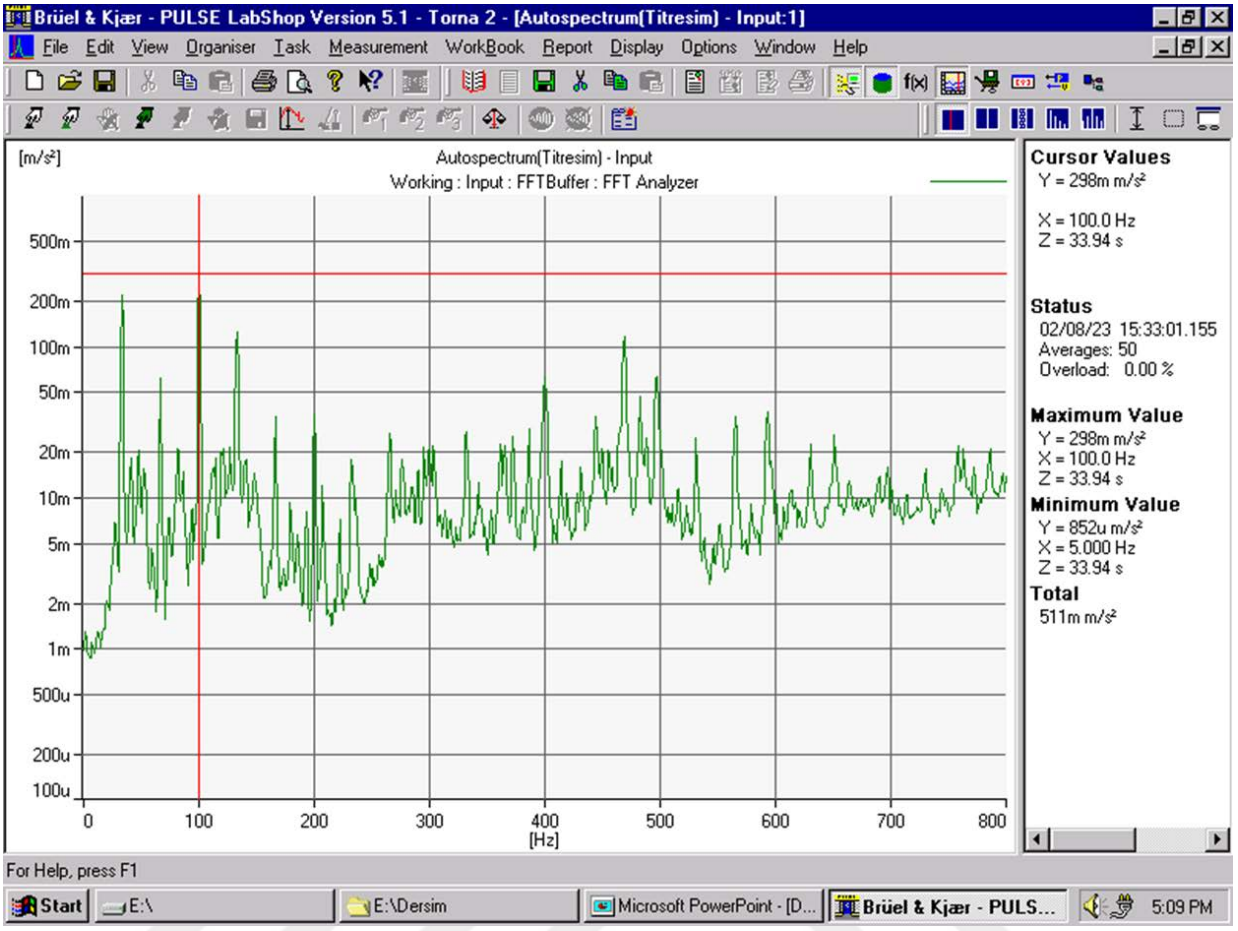
Titreşimde Y koordinatında 264 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 100.0 Hz dir. Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.68'de gösterilmiştir

2.Ölçüm



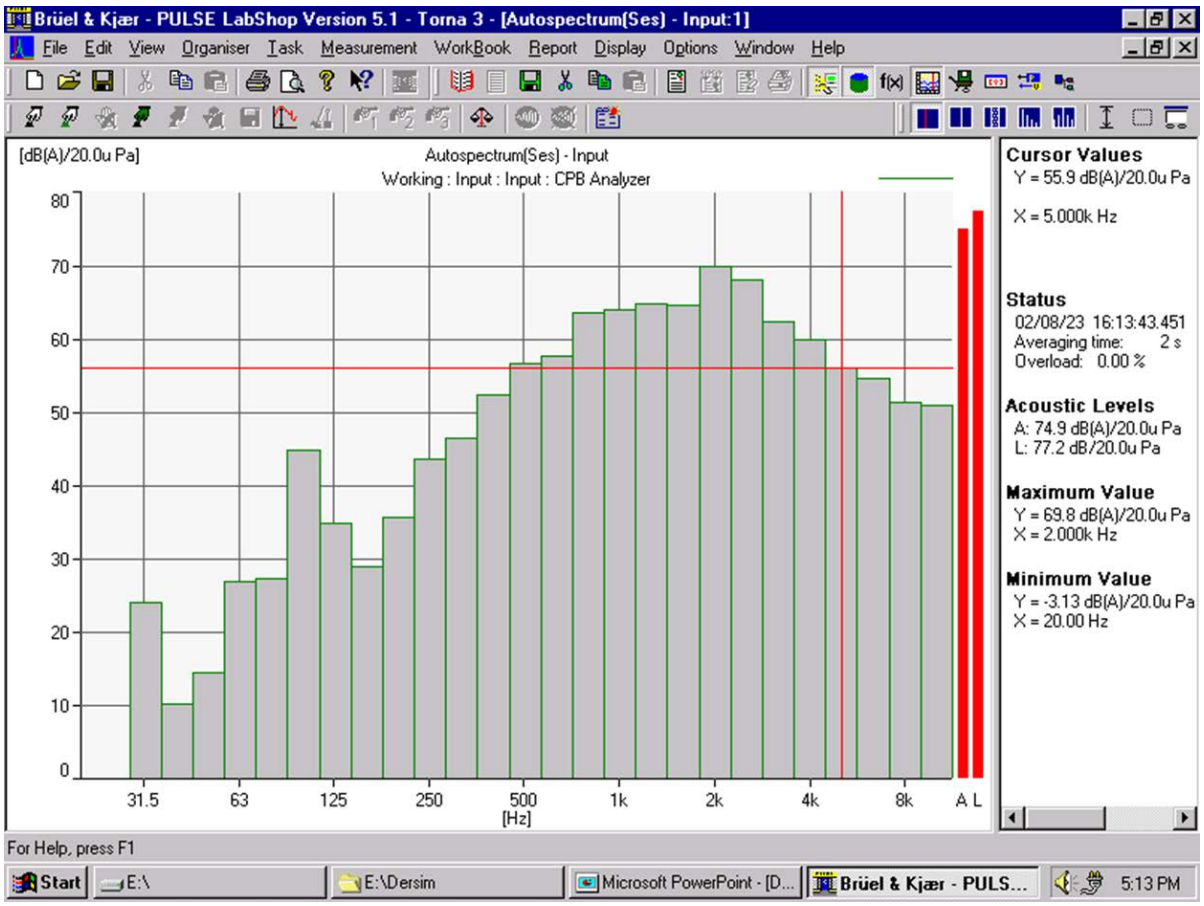
Şekil 3.69: Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 75,8 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 2.000k Hz de 71.0 dB A olarak ölçülmüştür. Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.69'da gösterilmiştir.



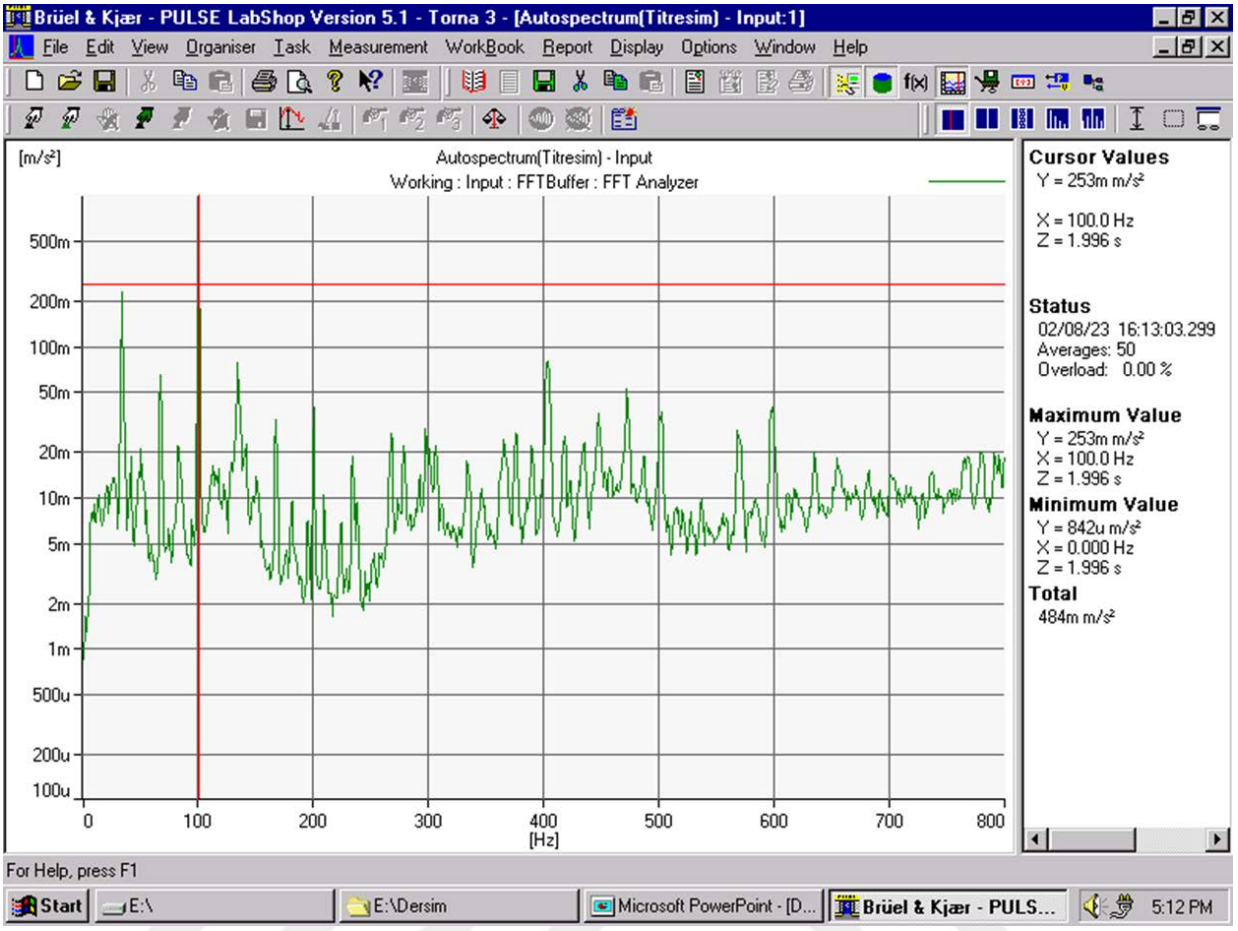
Şekil 3.70: Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 298 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 100.0 Hz dir. Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.70'de gösterilmiştir



Şekil 3.71: Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 74,9 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 2.000k Hz de 69,8 dB A olarak ölçülmüştür. Torna makinesinin oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.71'de gösterilmiştir.



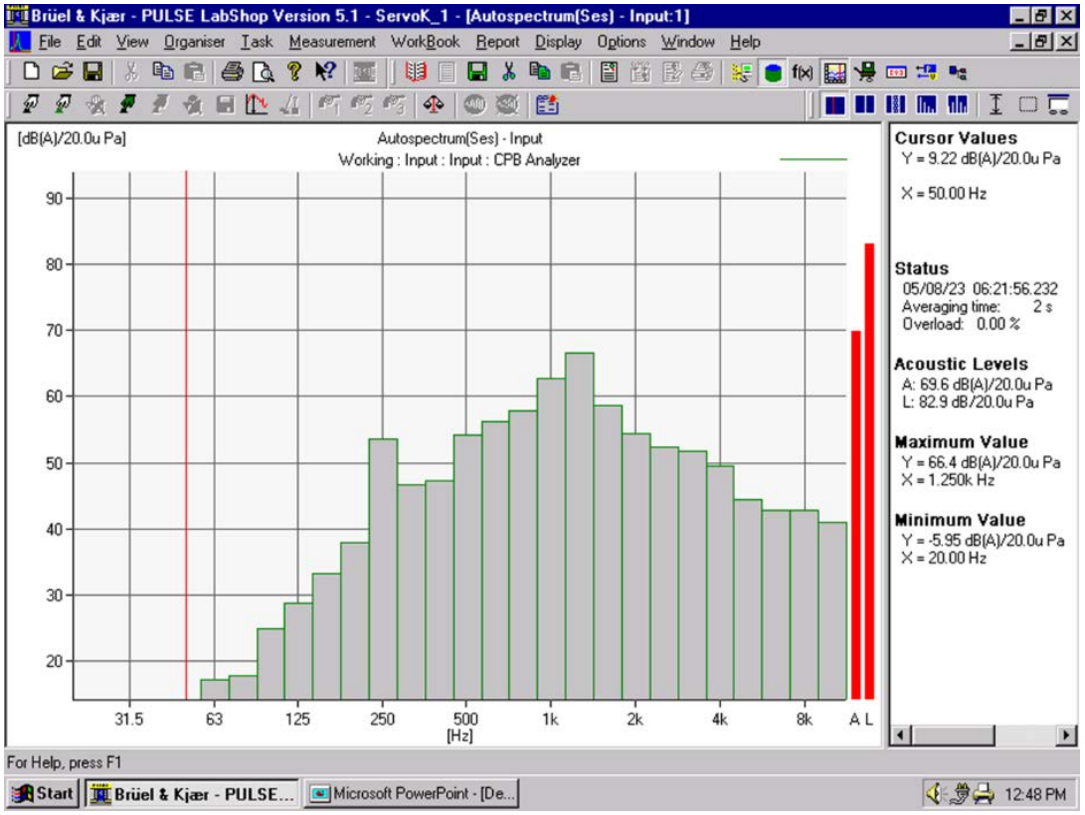
Şekil 3.72: Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 253 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 100.0 Hz dir. Torna makinesinin oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.72'de gösterilmiştir

A Kamu Kuruluşunda 2 Nolu Laboratuvar İçin Ölçülen Günlük Gürültü Maruziyeti ve Makine Titreşimi Ölçüm Sonuçları

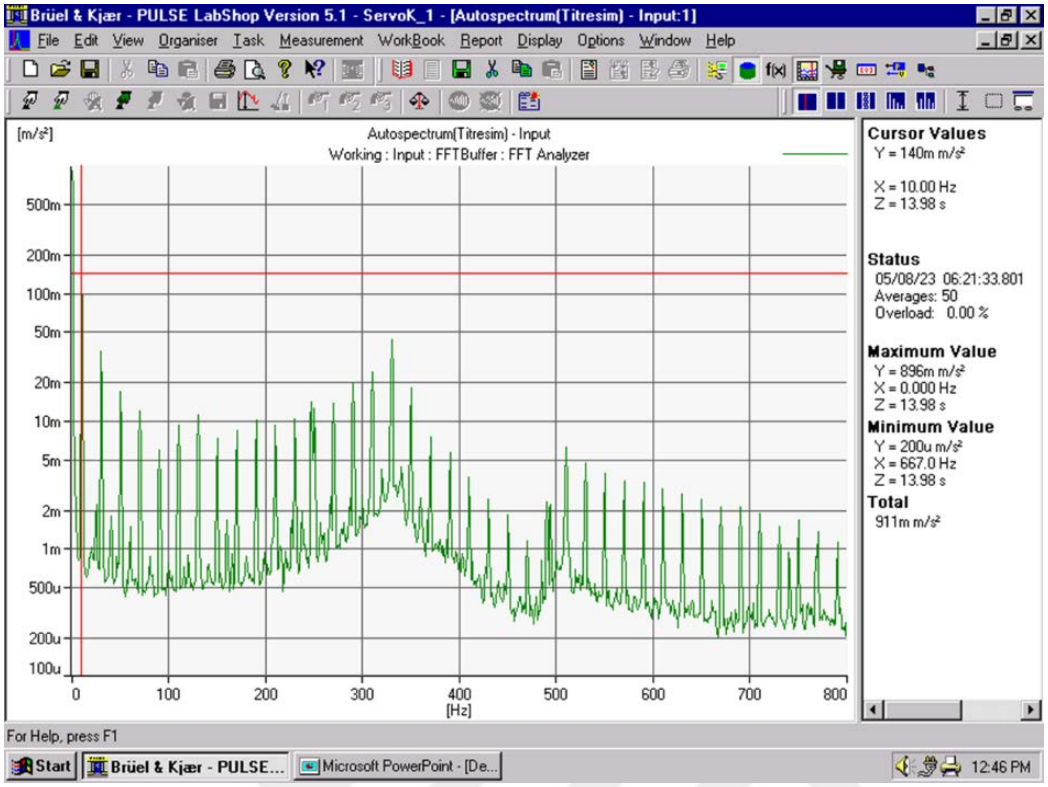
Çekme Basma Cihazı İçin Grafikler

1. Ölçüm



Şekil 3.73:Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

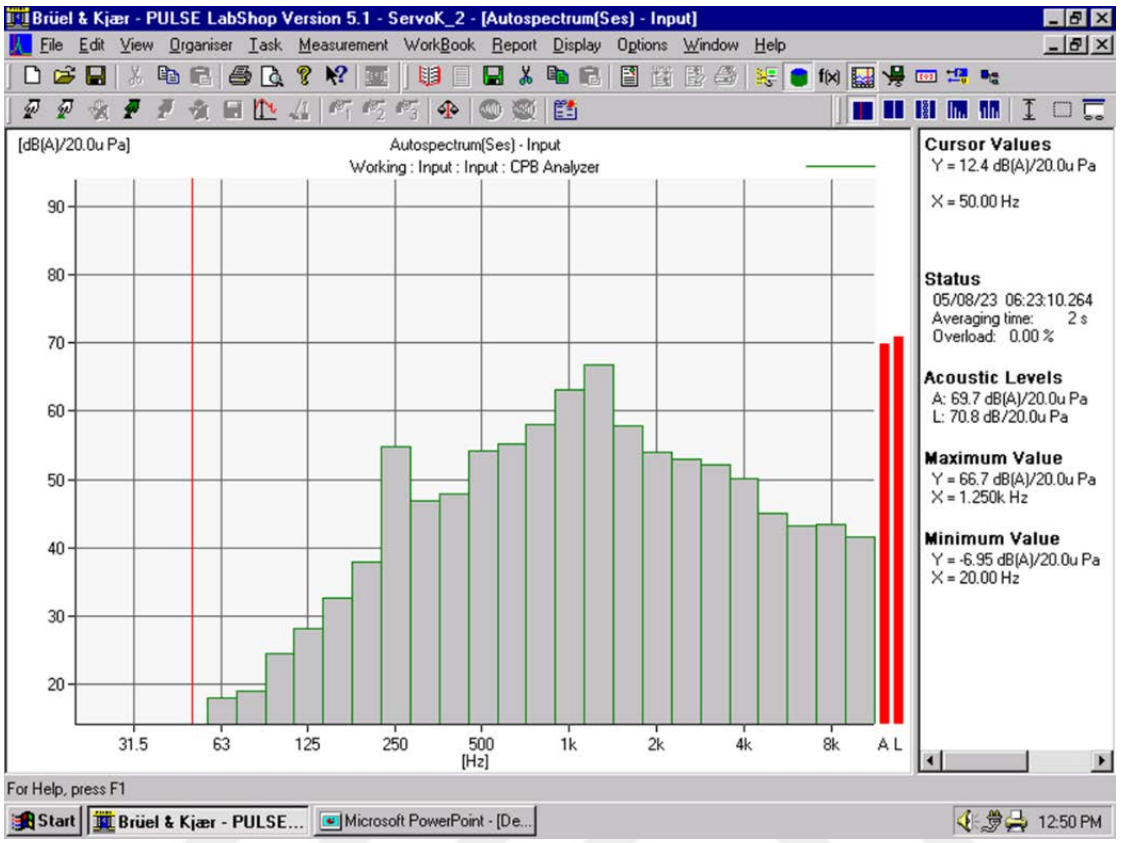
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 69,6 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 1.250k Hz de 66,4dB A olarak ölçülmüştür. Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.73'te gösterilmiştir.



Şekil 3.74: Çekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

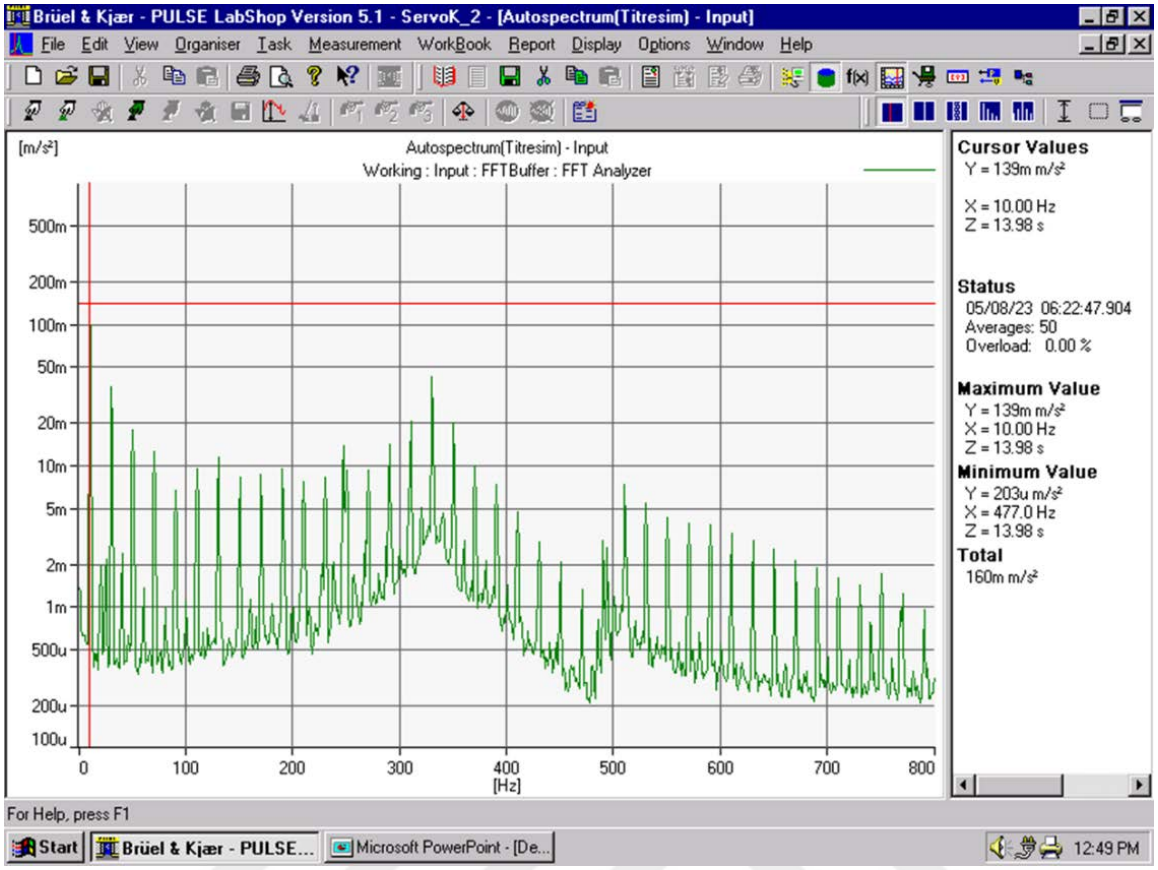
Titreşimde Y koordinatında 896 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 0.000Hz dir. Çekme basma cihazının titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.74'de gösterilmiştir

2.Ölçüm



Şekil 3.75: Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

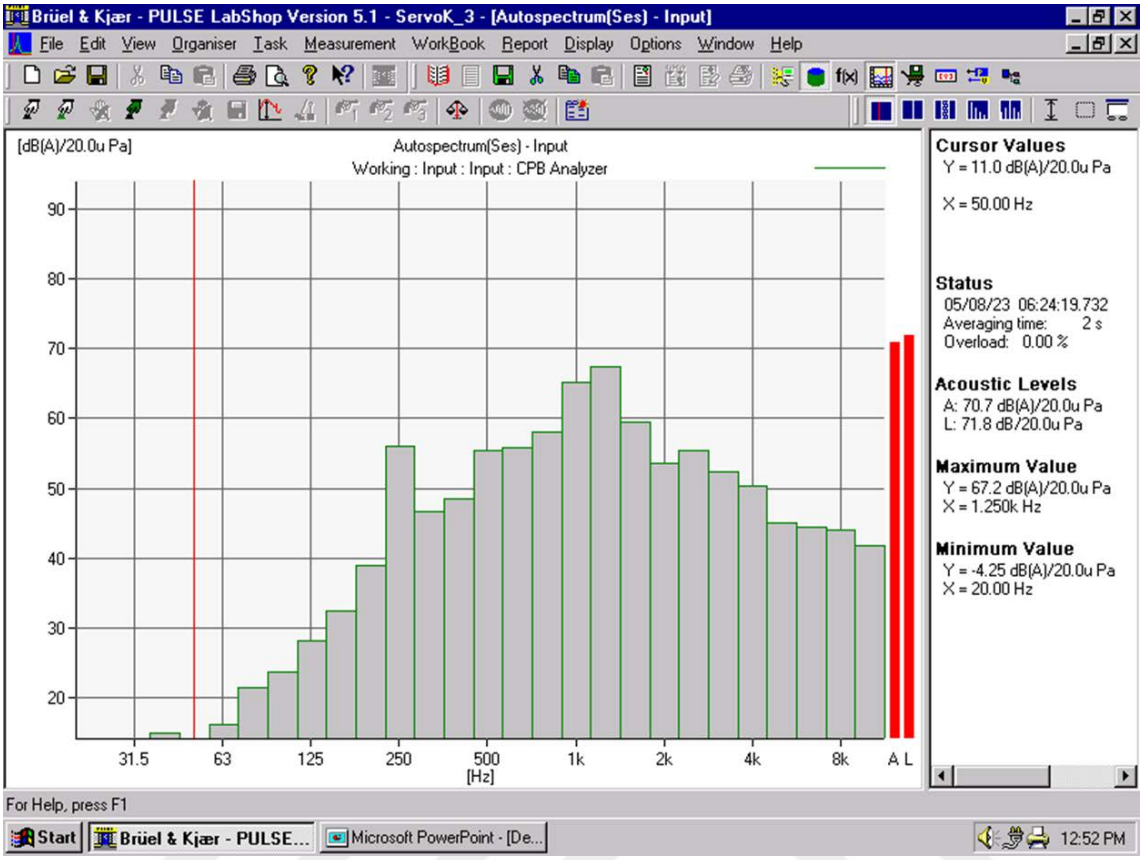
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 69,7 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 1.250k Hz de 66,7 dB A olarak ölçülmüştür. Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.75'te gösterilmiştir.



Şekil 3.76:Çekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

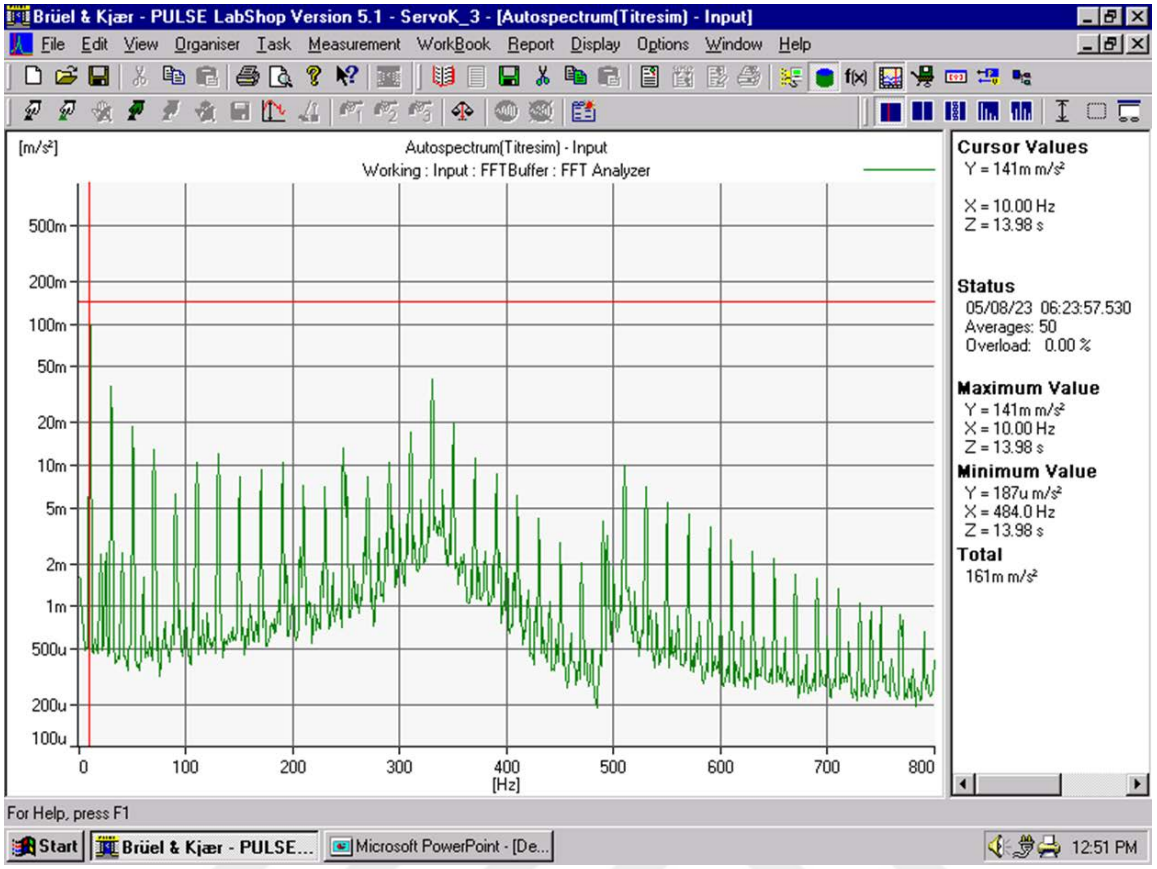
Titreşimde Y koordinatında 139 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 10.00 Hz dir. Çekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.76'da gösterilmiştir.

3 Olçüm



Şekil 3.77:Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 70,7 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 1.250 k Hz de 67,2 dB A olarak ölçülmüştür. Çekme basma cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.77'de gösterilmiştir.



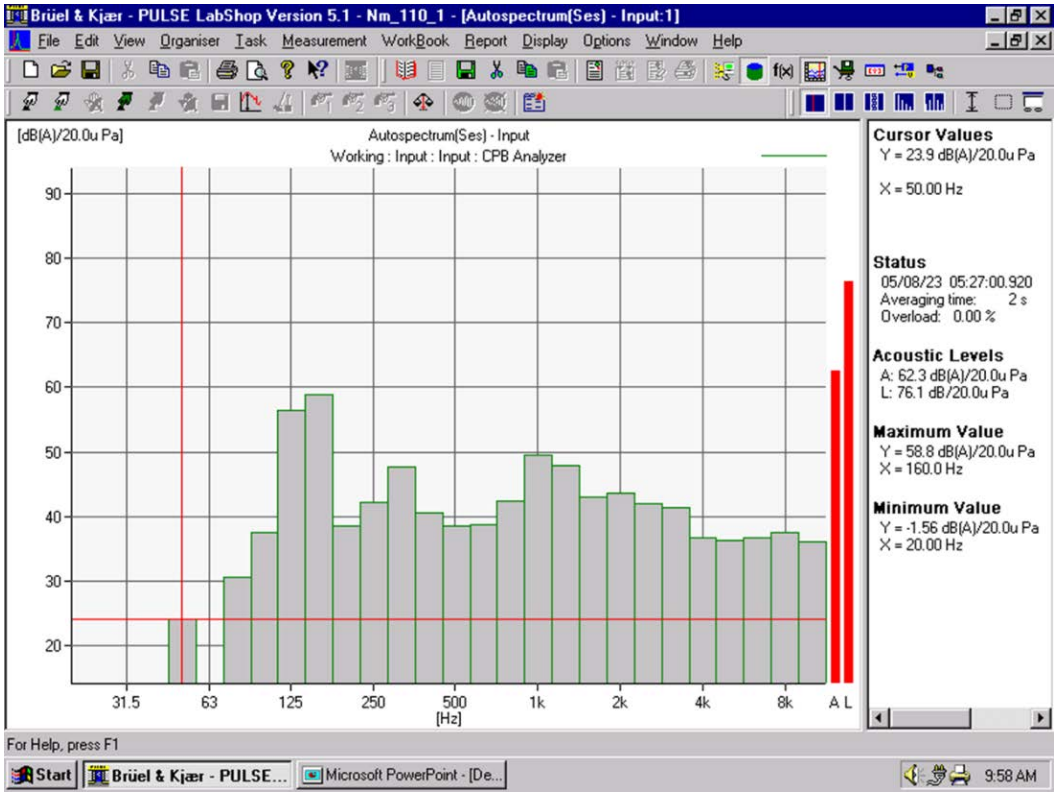
Şekil 3.78: Çekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 141 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 10.00 Hz dir. Çekme basma cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.78'da gösterilmiştir.

A Kamu Kurumunda 3 Nolu Laboratuvar İçin Ölçülen Günlük Gürültü Maruziyeti ve Makine Titreşimi Ölçüm Sonuçları

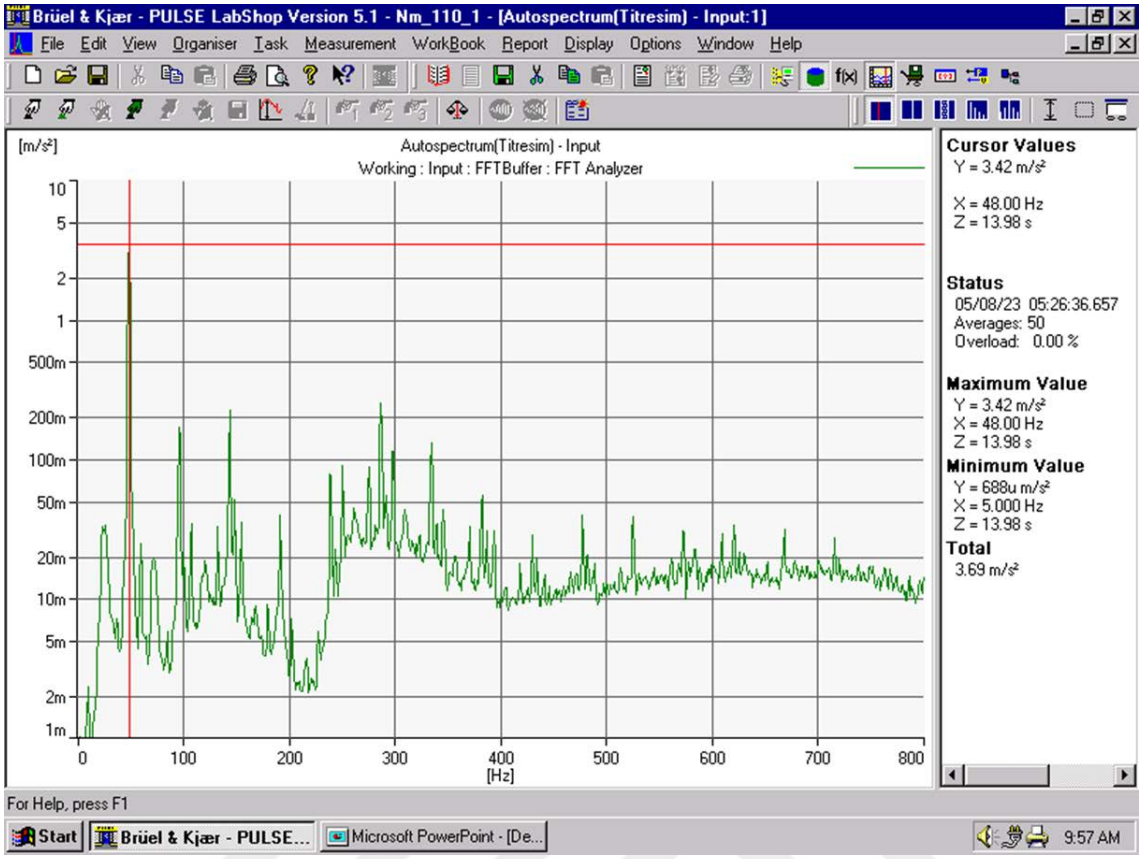
Karıştırıcı

1 Ölçüm



Şekil 3.79: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm

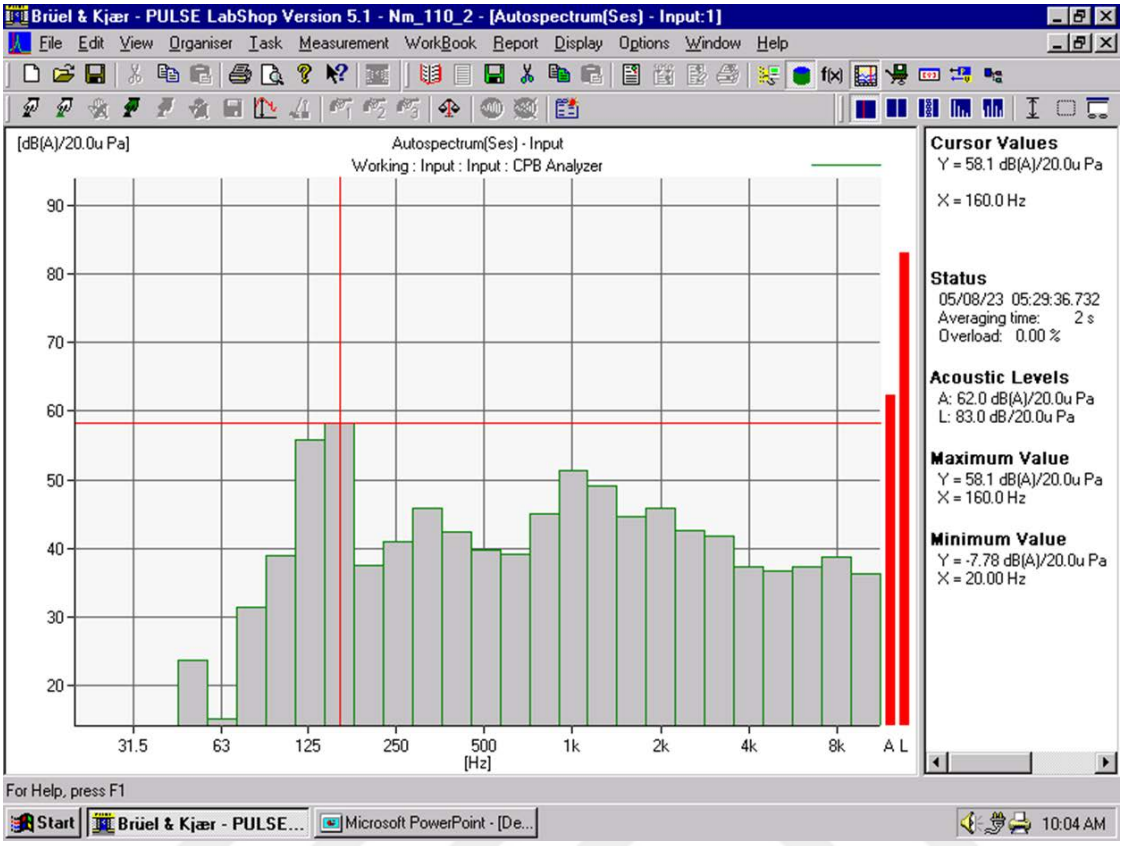
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 62,3 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 160 Hz de 58,8 dB A olarak ölçülmüştür. L ise insan kulağının duyabildiği ve duyamadığı sesler, tüm etraftaki basınç düzeyi tam olarak insan kulağı duyamadığı, toplam ses basınç düzeyi total olarak bilinir. İnsan kulağı L yi tam olarak duyamadığı için A filtresi kullanılır. Biz bu ölçümlerde A değerine bakarız.Karıştırıcı makinesi için çalışma sırasında 3 tane A değeri için ortalama ses basınç düzeyi kabul edilebilirin içindedir yani her hangi bir tedbir almaya gerek yoktur. Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.79'da gösterilmiştir.



Şekil 3.80: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

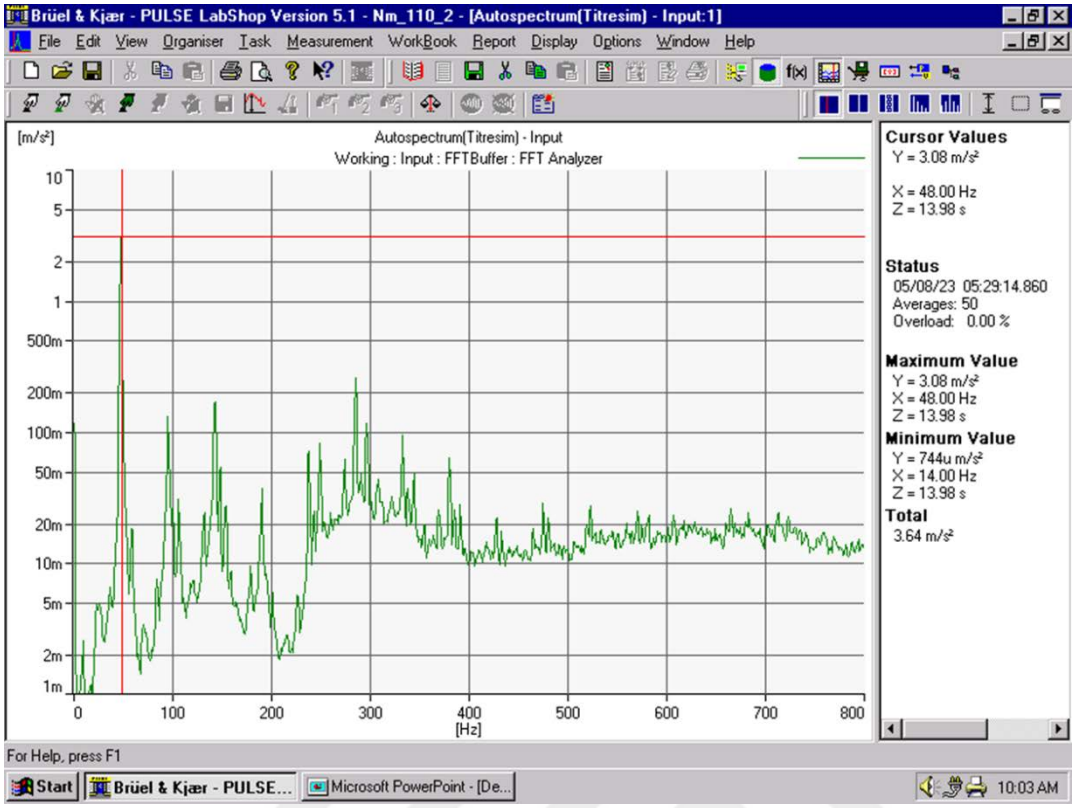
Titreşimde Y koordinatında 3,42 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 48 Hz dir.Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.80'da gösterilmiştir.

2.Ölçüm



Şekil 3.81: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 62,0 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 160 Hz de 58,1 dB A olarak ölçülmüştür. Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.81'de gösterilmiştir.

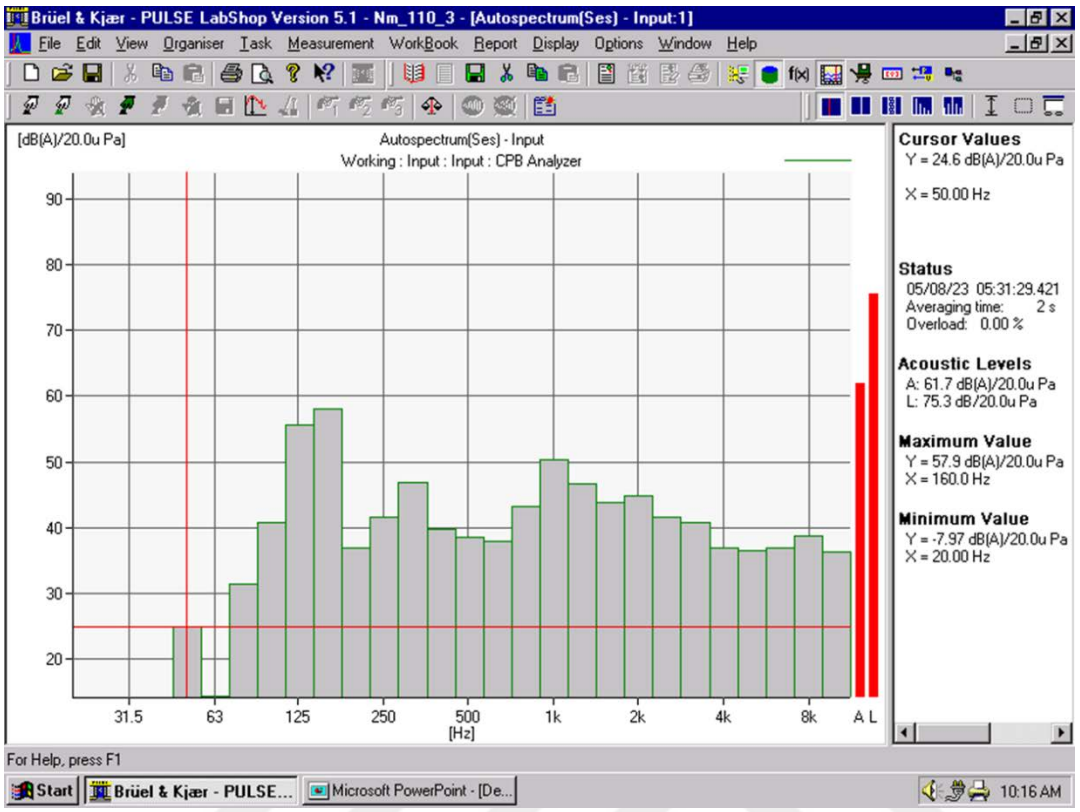


Şekil 3.82: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 3,08 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 48 Hz dir.

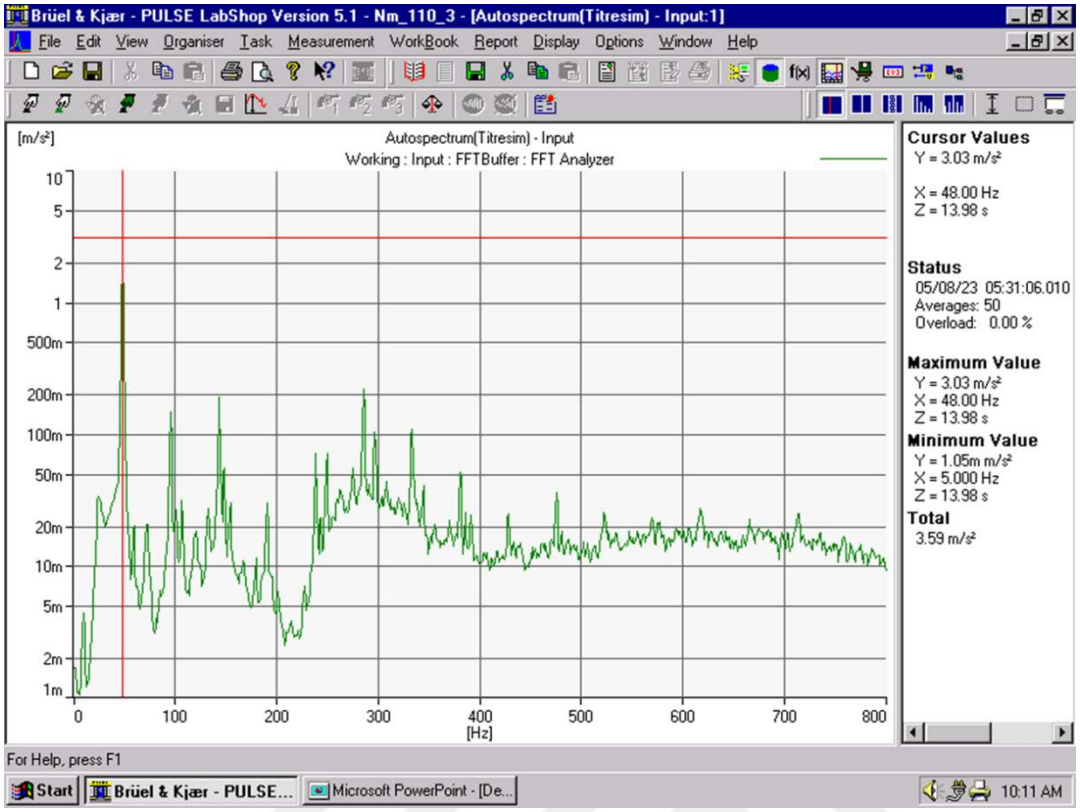
Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.82'da gösterilmiştir.

3.Ölçüm



Şekil 3.83: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 61,7 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 160 Hz de 57,9 dB A olarak ölçülmüştür. Karıştırıcı cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.83'de gösterilmiştir.

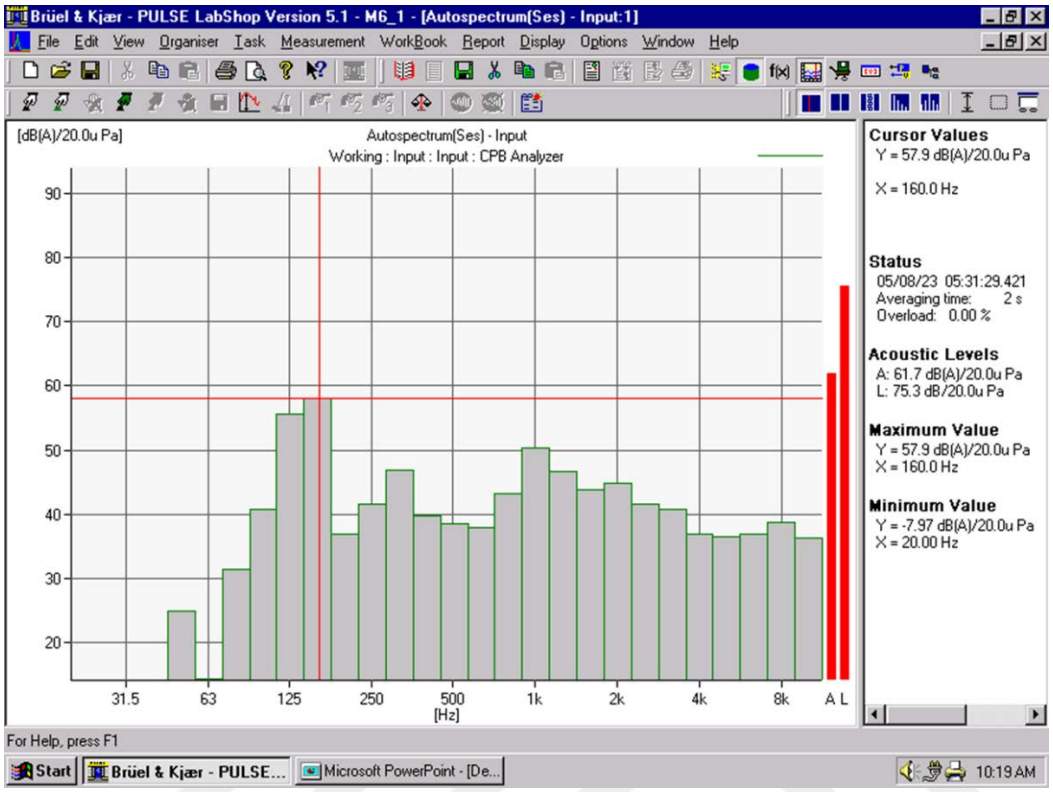


Şekil 3.84: Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 3,03 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 48 Hz dir.Karıştırıcı cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.84'de gösterilmiştir.

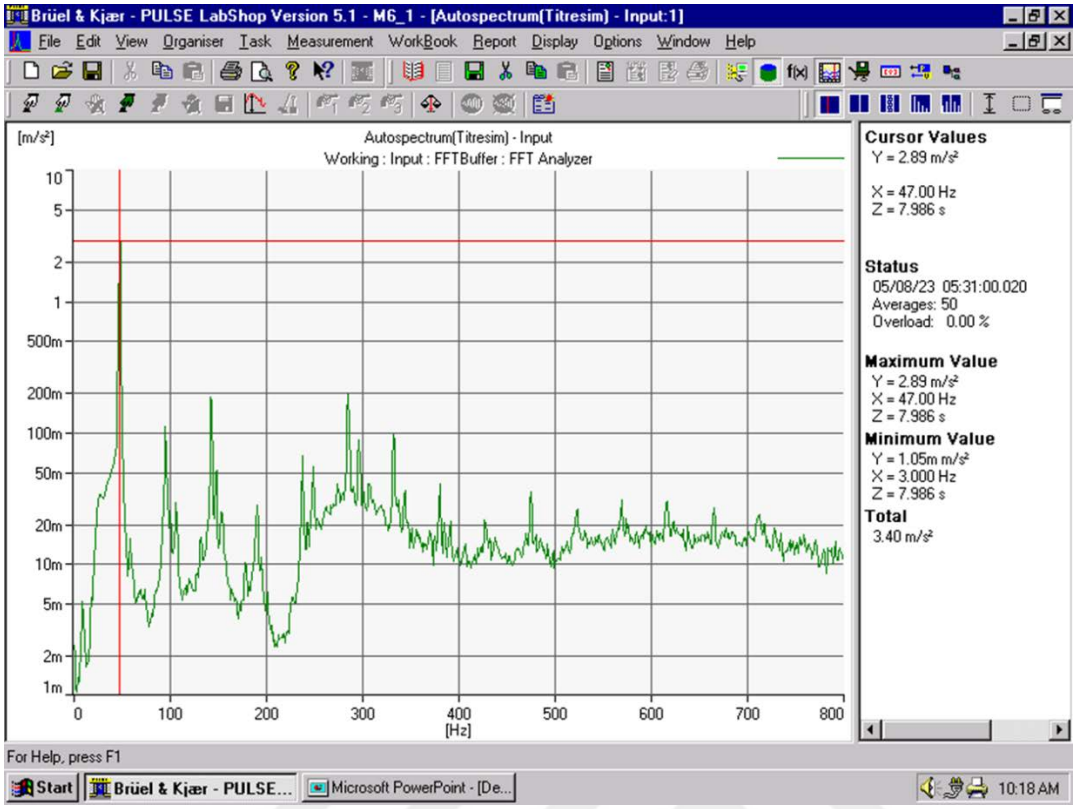
Sıvı Sirkülasyon Cıhazı İçin Gürültü ve Titreşim Grafikleri

1 Ölçüm



Şekil 3.85: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

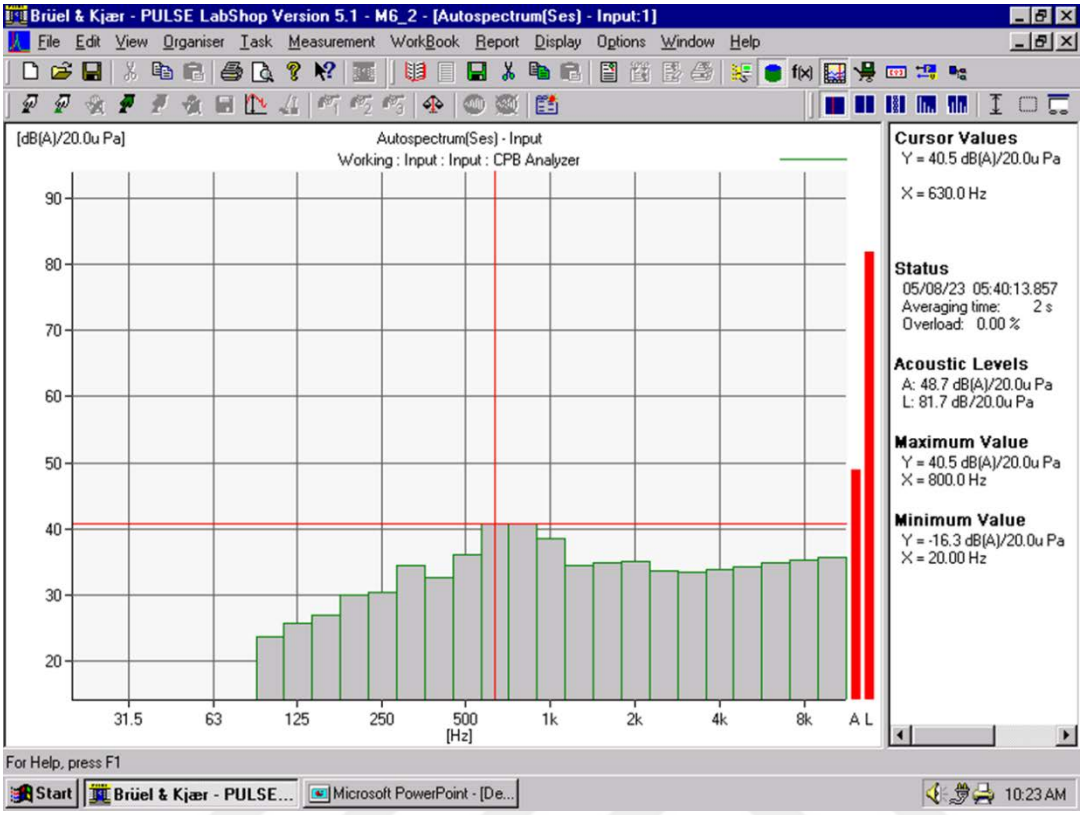
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 61,7 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 160 Hz de 57,9 dB A olarak ölçülmüştür. Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 1.ölçüm Şekil 3.85'te gösterilmiştir.



Şekil 3.86:Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm

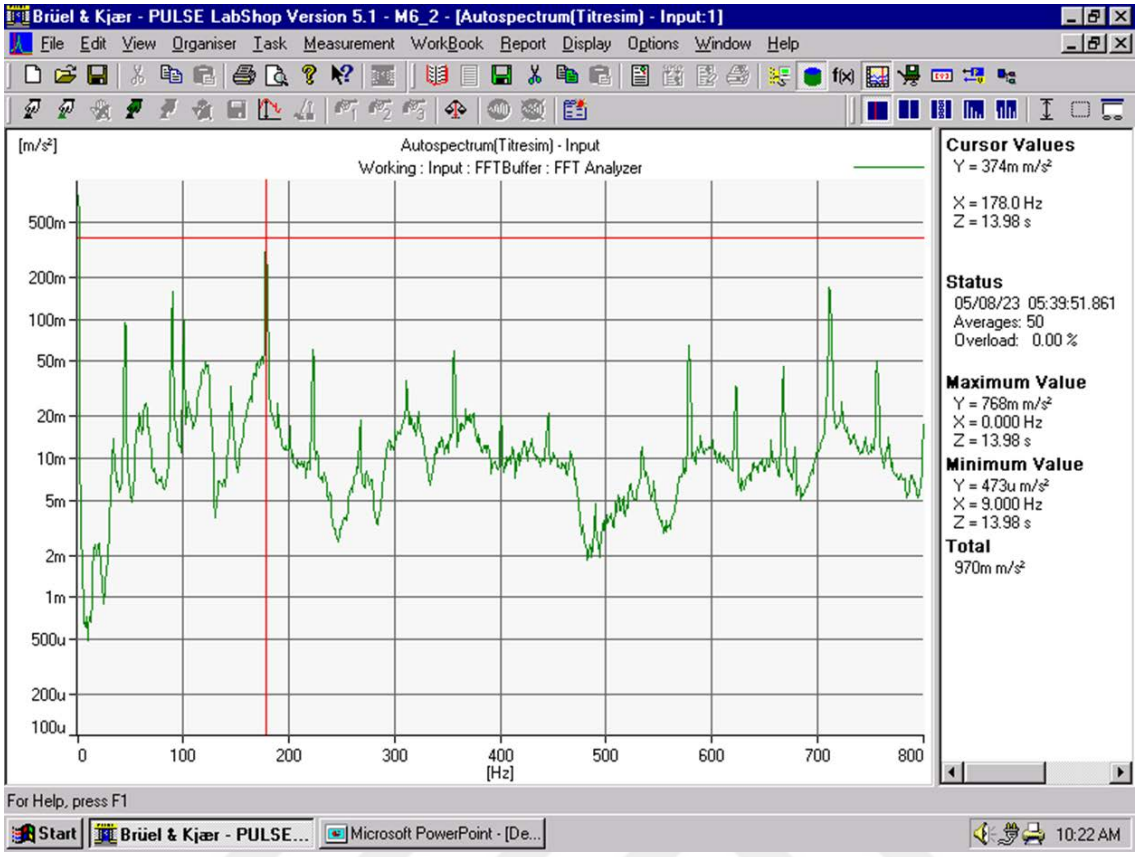
Titreşimde Y koordinatında 2,89 m/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 47.00 Hz dir. Sıvi sürkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 1.ölçüm Şekil 3.86'da gösterilmiştir.

2.Ölçüm



Şekil 3.87: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm

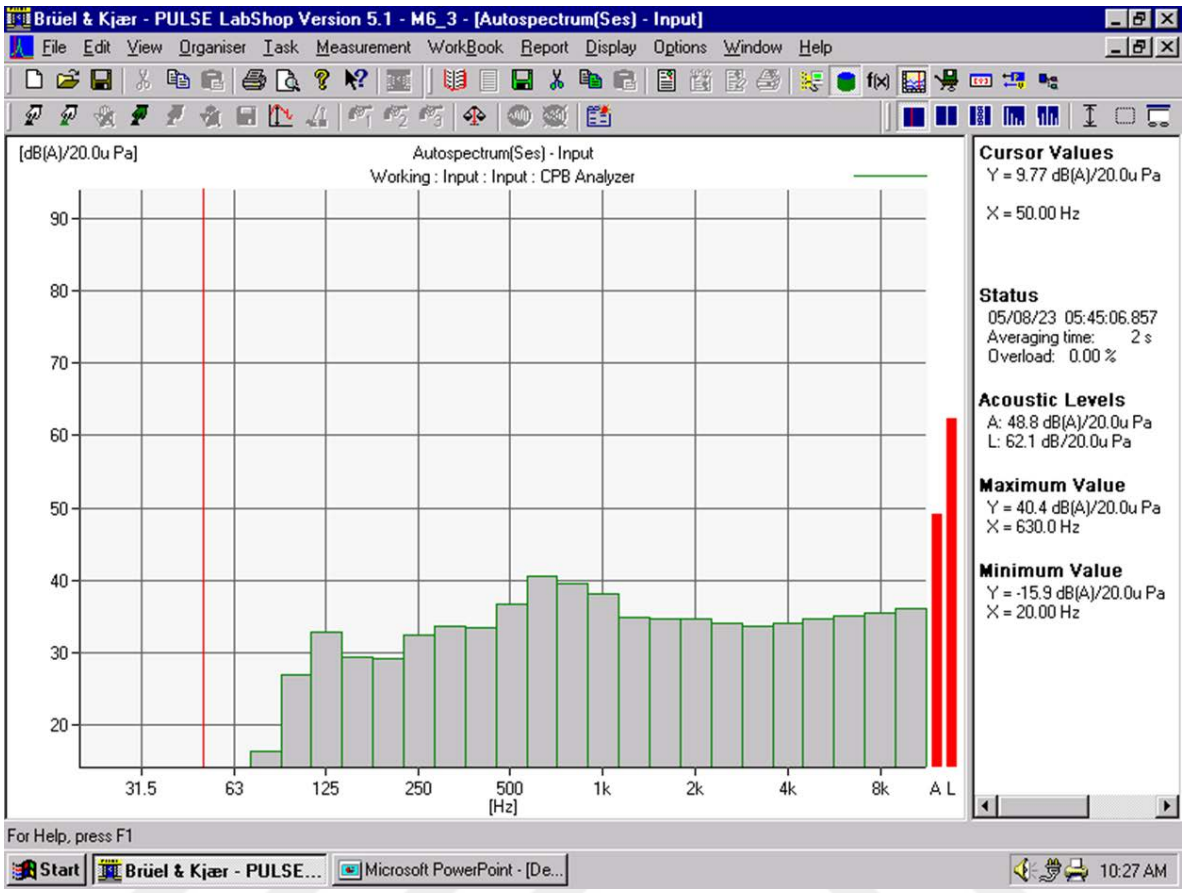
Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 48,7 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 800.0 Hz de 40,5 dB A olarak ölçülmüştür. Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 2.ölçüm Şekil 3.87'de gösterilmiştir.



Şekil 3.88: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm

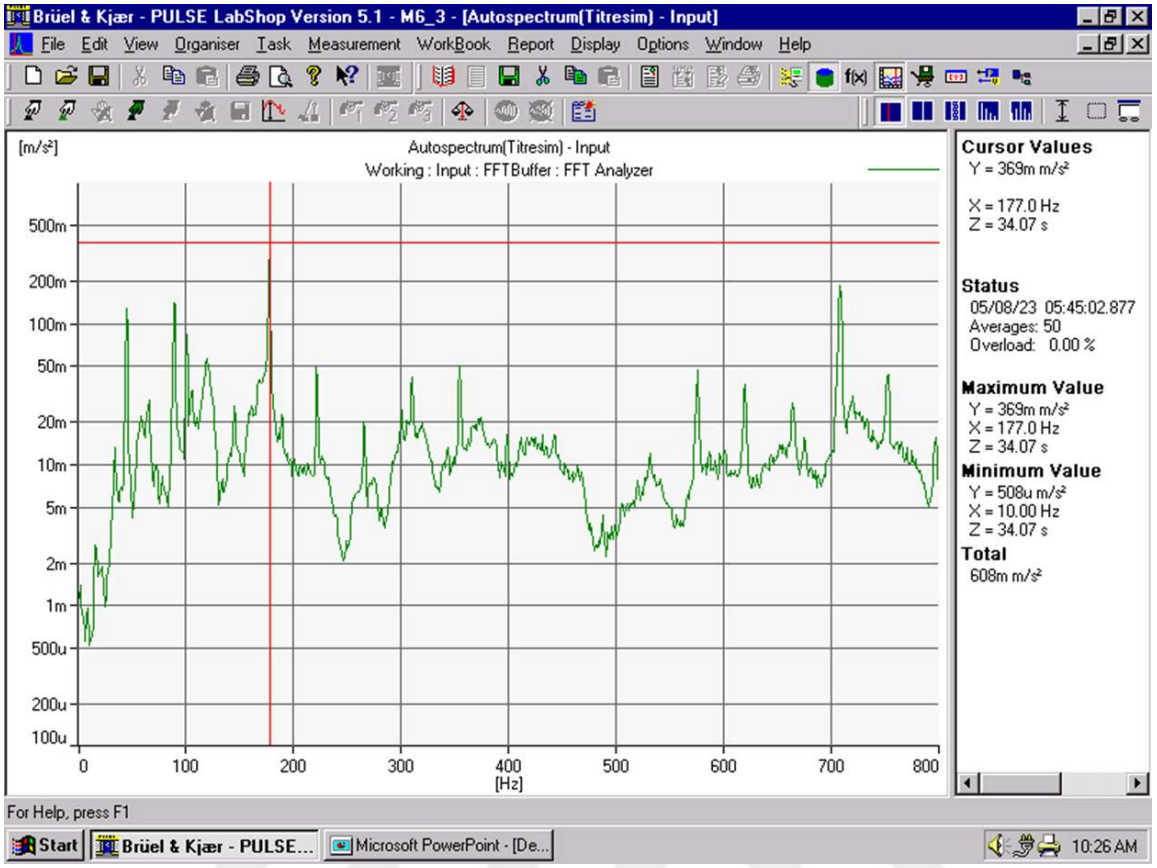
Titreşimde Y koordinatında 768 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 0.000 Hz dir. Sıvı sürkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 2.ölçüm Şekil 3.88'de gösterilmiştir.

3.Ölçüm



Şekil 3.89: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm

Gürültüde A değeri kulağımızın işittiği ses basınç düzeyi 48,8 dB A olarak elde edilmiştir. Maksimim ses değeri 630 .0 Hz de 40,4 dB A olarak ölçülmüştür. Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu kişisel gürültü maruziyeti grafigi 3.ölçüm Şekil 3.89'da gösterilmiştir.



Şekil 3.90: Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm

Titreşimde Y koordinatında 369 mm/sn^2 lik bir değer elde edilmiştir. Frekansı ise 177.0 Hz dir. Sıvı sirkülasyon cihazının oluşturduğu makine titreşim grafigi 3.ölçüm Şekil 3.90'da gösterilmiştir.

dB A değerinin 0 ı ya da 1 dB A sı 20 mıkro pascala tekabül eder.20/1 olarak düşünürüz insan kulağının duyabileceği basıncın çok çok altındadır. Düşük frekanslardaki ivmeler bizim için risklidir. Düşük frekanslarda yüksek ivme vardır.

3.9. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar İçin Ölçülen İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları ve Gürültü Grafikleri

Tablo 3.13: B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvar için ölçülen ortalama Leg dB A iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm yer no:	1. ölçüm (leq A)	2. ölçüm (leq A)	3. ölçüm (leq A)	Peak(C)	Deniz seviyesinden yükseklik	sıcaklık °c	basınç (hpa)	leqA	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ-LEQ A	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	sıcaklık ve basınçtan gelen dÜzetlmiş Leq-a
Akış Döngüsü Düzeneği(Akarsu modeli)	*74,2*	*74,5*	*74,9*	89,8	16	25	1002	74,5	47,8	26,7	0	74,5

B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvar için ölçülen ortalama Leg dB A iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 3.13'te gösterilmiştir.

Tablo 3.14: B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvar için ölçülen iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

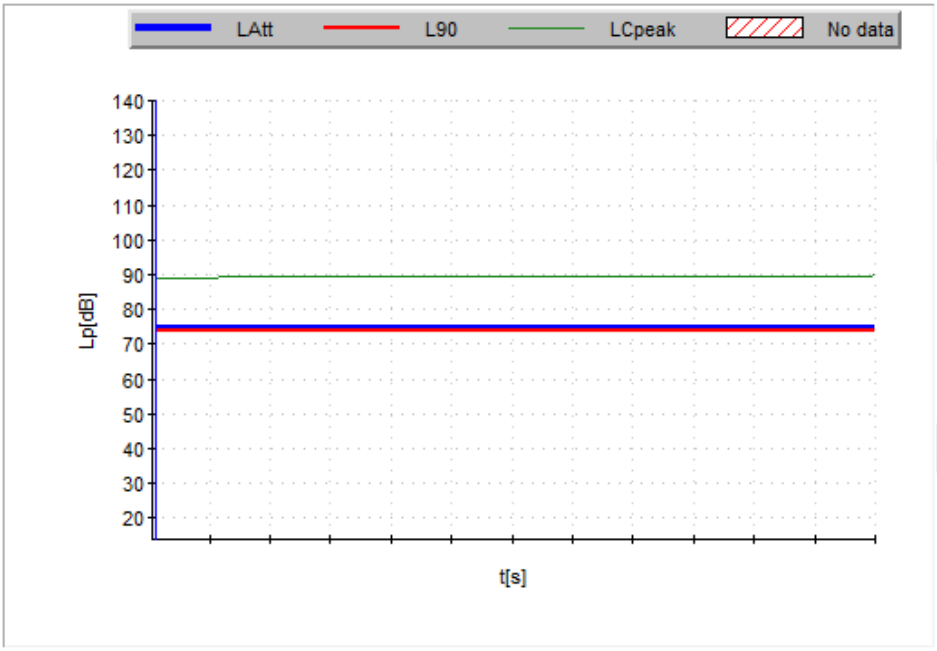
α-Deney odasının ortalama akustik sogurma katsayısı	Sv:Ölçüm alanı taban,tavan ve duvar alanları toplam m2 si	d:Deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesidir.	S:2pid^2	A = α. Sv	k3	K3	Rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) Sonuç	Rapor edilmesi gereken Peak(C)
0,2	526	1	6,283185	105,2	0,930378	0,930378	73,6	89,8

Akış döngüsü düzeneğinden (pompa) üçer tane gürültü ölçümü alınıp çevre şartlarına deniz seviyesinden yükseklik ve sıcaklığa bakılarak bu değerlerden gelen düzeltilmiş Leg A değeri ikinci kırmızı sütunda gösterilmiştir. Çevre şartları 11200 standartlarına göre hesaplanan Leg değerlerini etkilememiştir. Aynı sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve kırmızı 3 sütundaki düzeltme katsayıları hesaplamaları düzenek için hesaplanarak bütün bu bilgilerin birleşimi sonucunda elde edilen rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) o ortamda hissedilen gürültüleri verecek değer de sonuç olarak mavi 1. sütunda elde edilmiştir. α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı,

ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesi gibi değerlerinin sonuçları işleme konulduğunda bu değerler ortamda hissedilen gürültü değerlerine azaltıcı bir etki oluşturmuştur. B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvar için ölçülen iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Şekil 3.14'te gösterilmiştir.

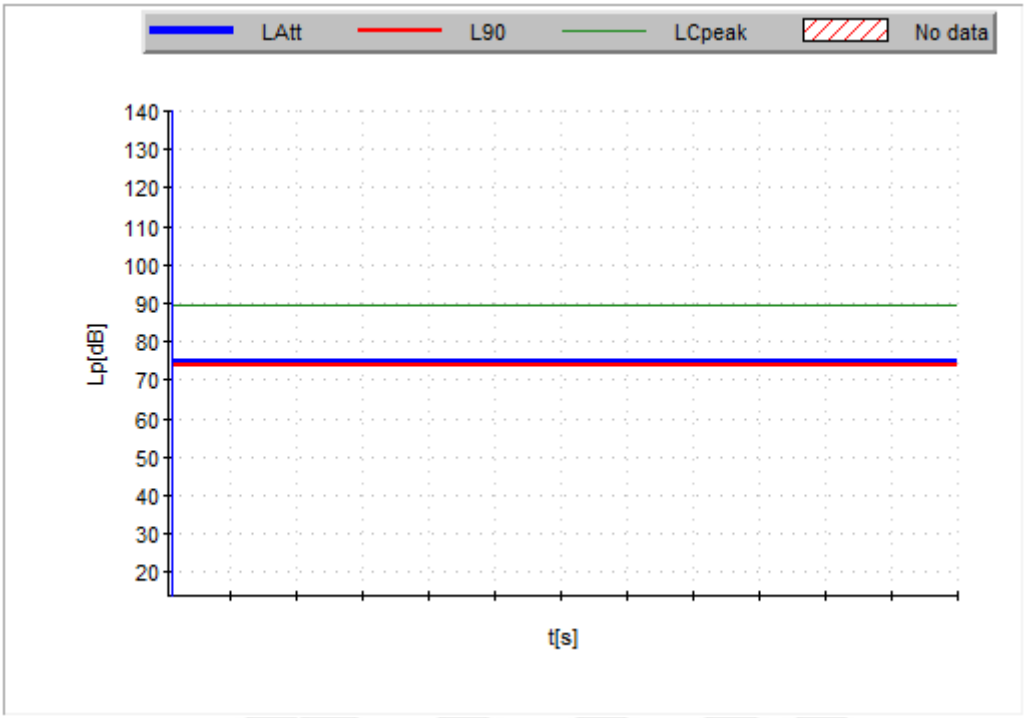
Akış Döngüsü düzeneği iç ortam gürültü ölçüm grafikler

1 ölçüm



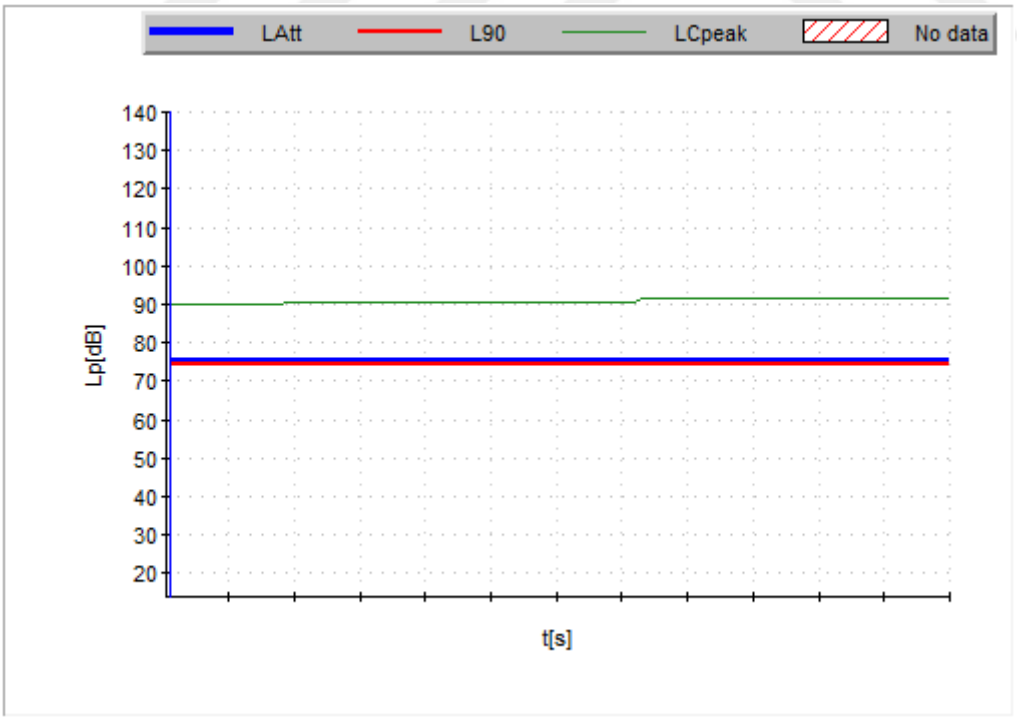
Şekil 3.91: Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.92: Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm

3.ölçüm



Şekil 3.93: Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

Akış Döngüsü düzeneği için iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. Ölçüm Şekil 3.91'de,2.ölçüm Şekil 3.92'de ve 3. ölçüm Şekil 3.93'de gösterilmiştir**.**

3.10. B Kamu Kurumundaki 4 Nolu Laboratuvar İçin 5'er Dakikalık İç Ortam Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri

İç Ortam Gürültü Ölçümü Sonuçları

Tablo 3.15: 4 nolu laboratuvar için ortalama Leg ve düzeltilen dB değer ve ortam ölçüm sonuçları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	69,5	67,3	69,1	47,8	68,7
Fona Göre Düzeltilmiş Değerl	69,50	67,30	69,10		

Svan 971 gürültü ölçer cihazı 3 farklı noktanın her birinden beşer dk lık ölçüm alınarak akış döngüsü düzeneğinin giriş kapısının karşı kısmı olan düzeneğin sol tarafından alınan iç ortam gürültü değeri 69,5 dBA, akış döngüsü düzeneğinin ön tarafında yani tam orta kısmında alınan gürültü ölçüm değeri 67,3 dB A, akış döngüsü düzeneğinin giriş kapısının sağ yanında alınan iç ortam gürültü değeri 69,1 dB A olarak bulunmuştur. Ortalama Leg değeri Leg 1,Leg 2,leg 3 değerleri yerine konularak hesaplanmıştır. Ortalama Leg değeri 68,7 dB A nbulunmuştur. Bu sonuçta bizim iç ortam gürültümüzü verir.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.50)

Daha sonra fona göre düzeltilmiş değerlerde

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;

L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;

L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;

L_{resid} artık ses basınç seviyesi

dir.

(1.51)

Formülde yerine konularak bulunmuştur. İç ortam gürültüsü Leg ortalama değeri 71,4 dB A 85 dB A nın altında olduğu için risk oluşturmaz. Profile göre ses bandı dağılımı Tablo 3.16'da gösterilmiştir. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.50)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.51) 'de gösterilmiştir.

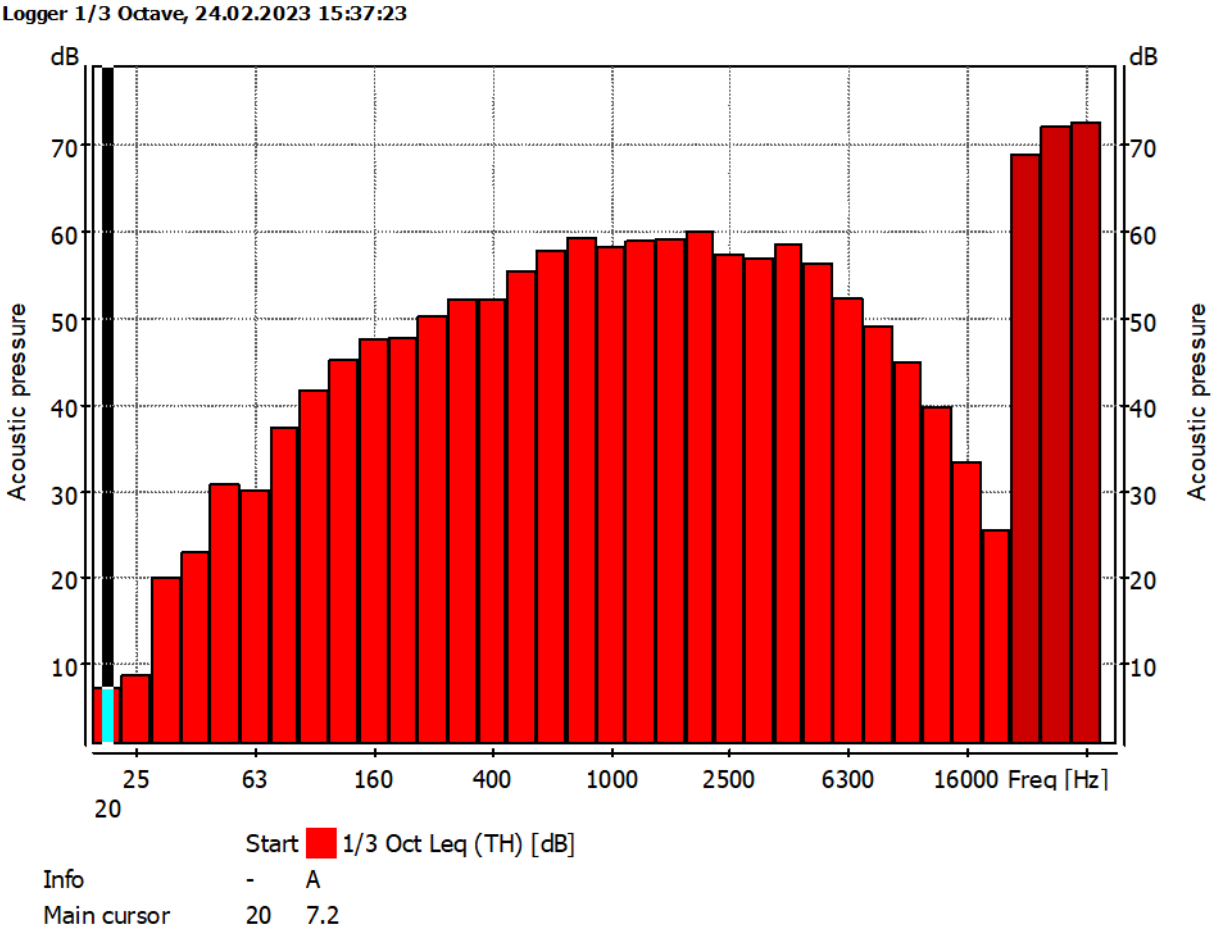
Tablo 3.16: Profile göre ses bandı dağılımı

Profile 1	Profile 2	Profile 3
C	C	A
Fast	Fast	Impulse

Akış Döngüsü düzeneği Laboratuvarı İçin İç Ortam Ölçüm Grafikleri

Akarsu Modeli Düzeneğinin Kapı Karsısı Yani Sol Tarafındaki Giriş Kapısının Karşı Noktasından Alınan Değerler

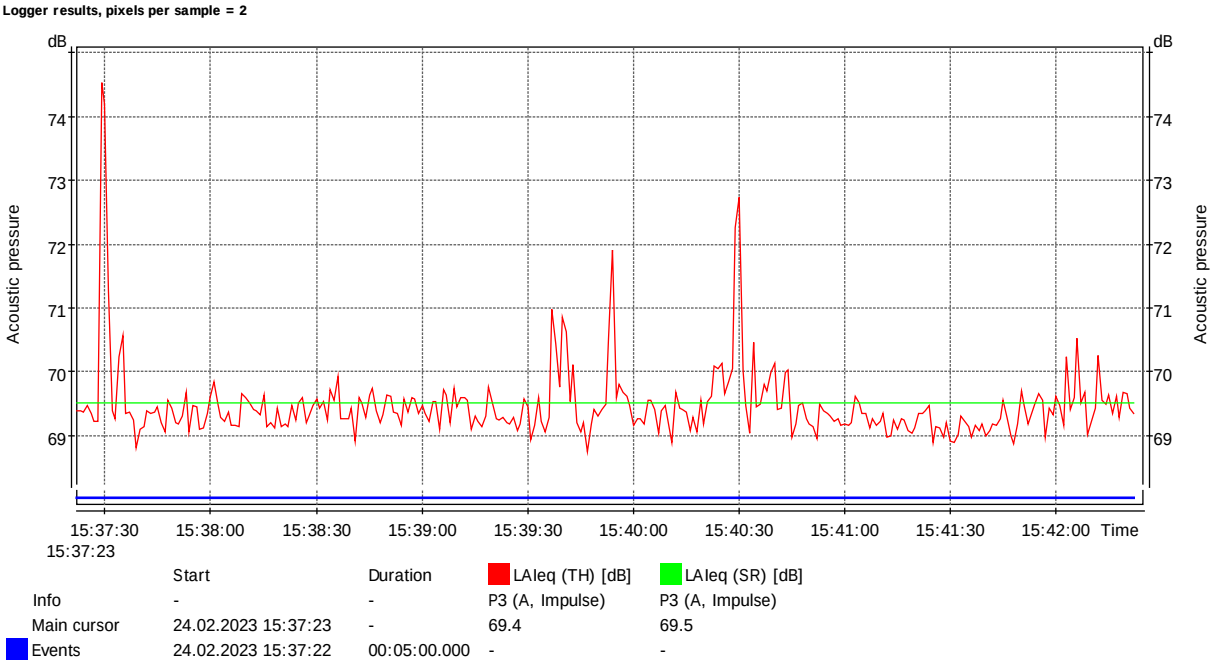
Bu ölçümlerde profil 1 ve profil 2 C Fast profil 3 ise A impulse i gösterir. Profil 3 bilgilerini A bandı olduğu için kullanılmıştır.



Şekil 3.94: Akış Döngüsü düzeneğinin sol tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç sevişesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 2000 Hz frekansında ses

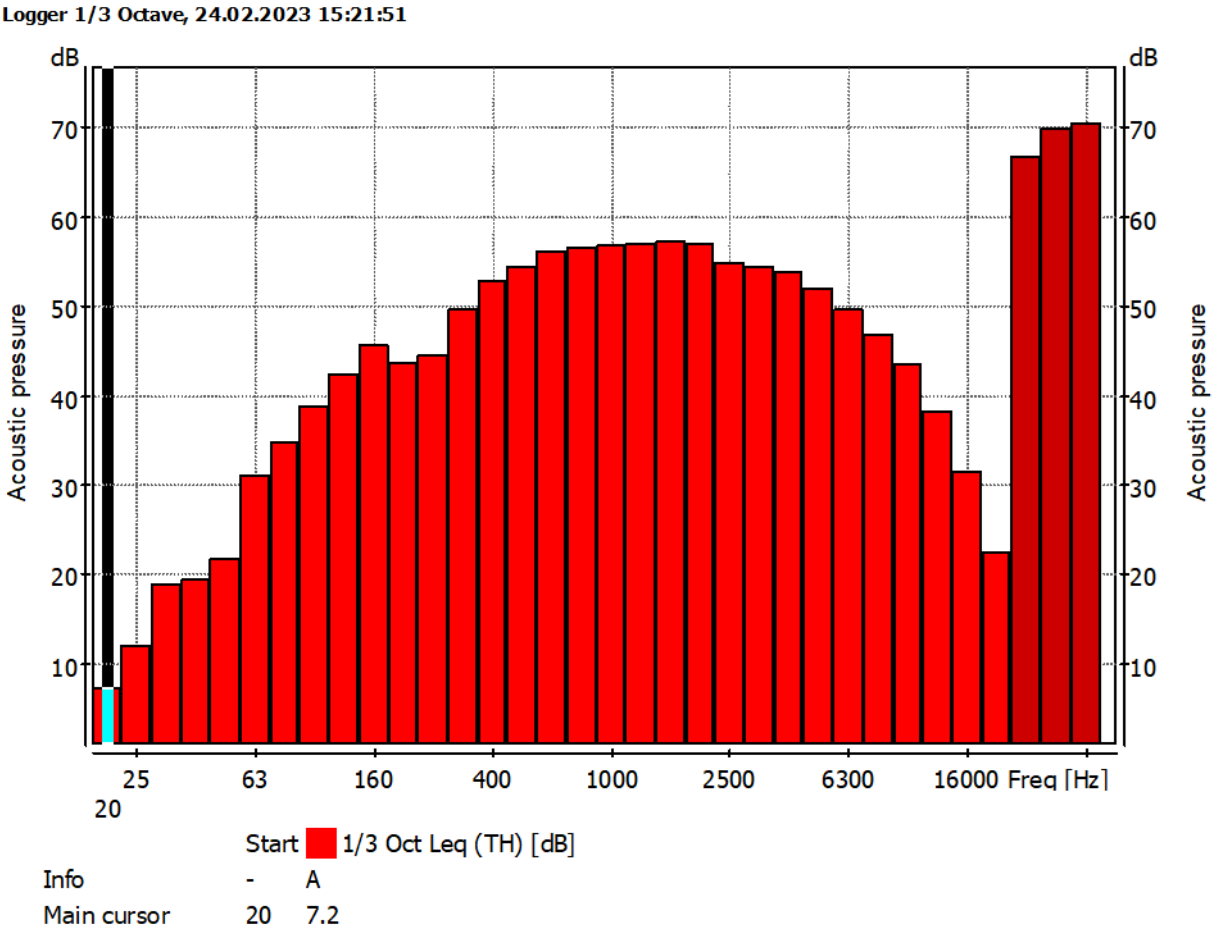
basıncı seviyesi 60 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. Toplam ses basıncı seviyesi Total A 69 dB A civarındadır. LAIeq değeri 69.5 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar. Bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı onunla aşağı yukarı aynıdır. Akış Döngüsü düzeneğinin sol tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği Şekil 3.94'te gösterilmiştir.



Şekil 3.95: Akış Döngüsü düzeneğinin sol tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği

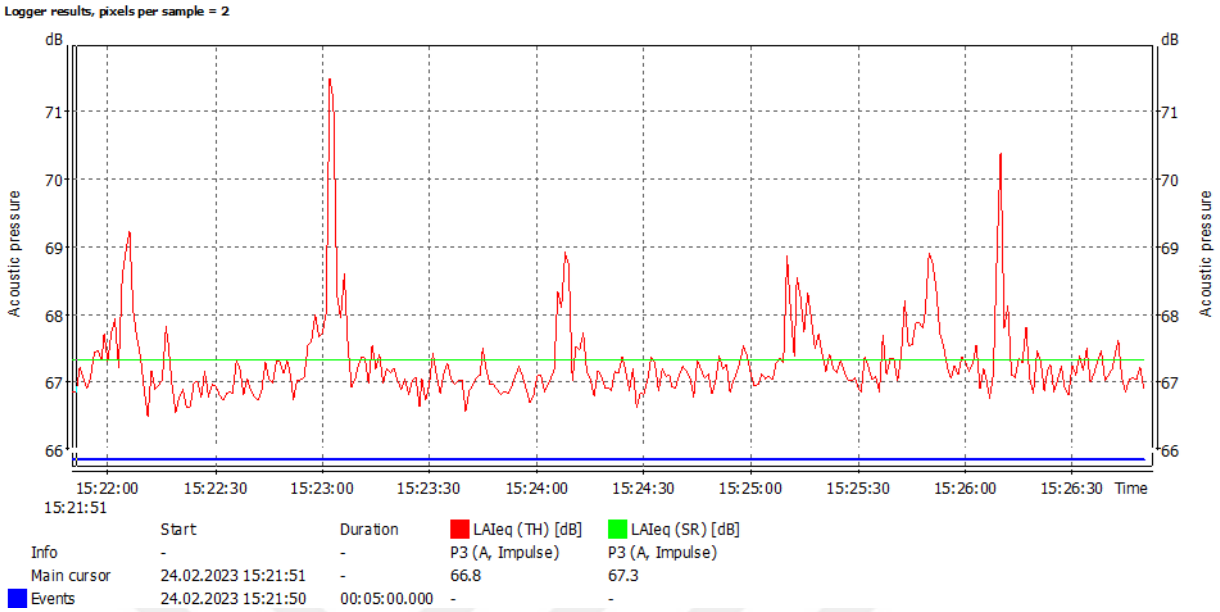
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB i gösterir. Burada ses basınç düzeyinin zamanla, LAIeq (TH) ve LAIeq (SR) değerlerinin nasıl artıp azaldığı gösterilmiştir, LAFeq (TH) değeri 69,4 dB A ve LAFeq (SR) değeri 69,5 dB A bulunmuştur. Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği Şekil 3.95'te gösterilmiştir.

Akış Döngüsü Düzeneği Ön Taraf Gürültü Ölçümü



Şekil 3.96: Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 57,1 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. Toplam ses basıncı seviyesi Total A 66,8 dB A civarındadır. LAIeq değeri dB A 67.3 dır. Logger result grafiğinde 66,8 dB A Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden kendi kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği Şekil 3.96'da gösterilmiştir.

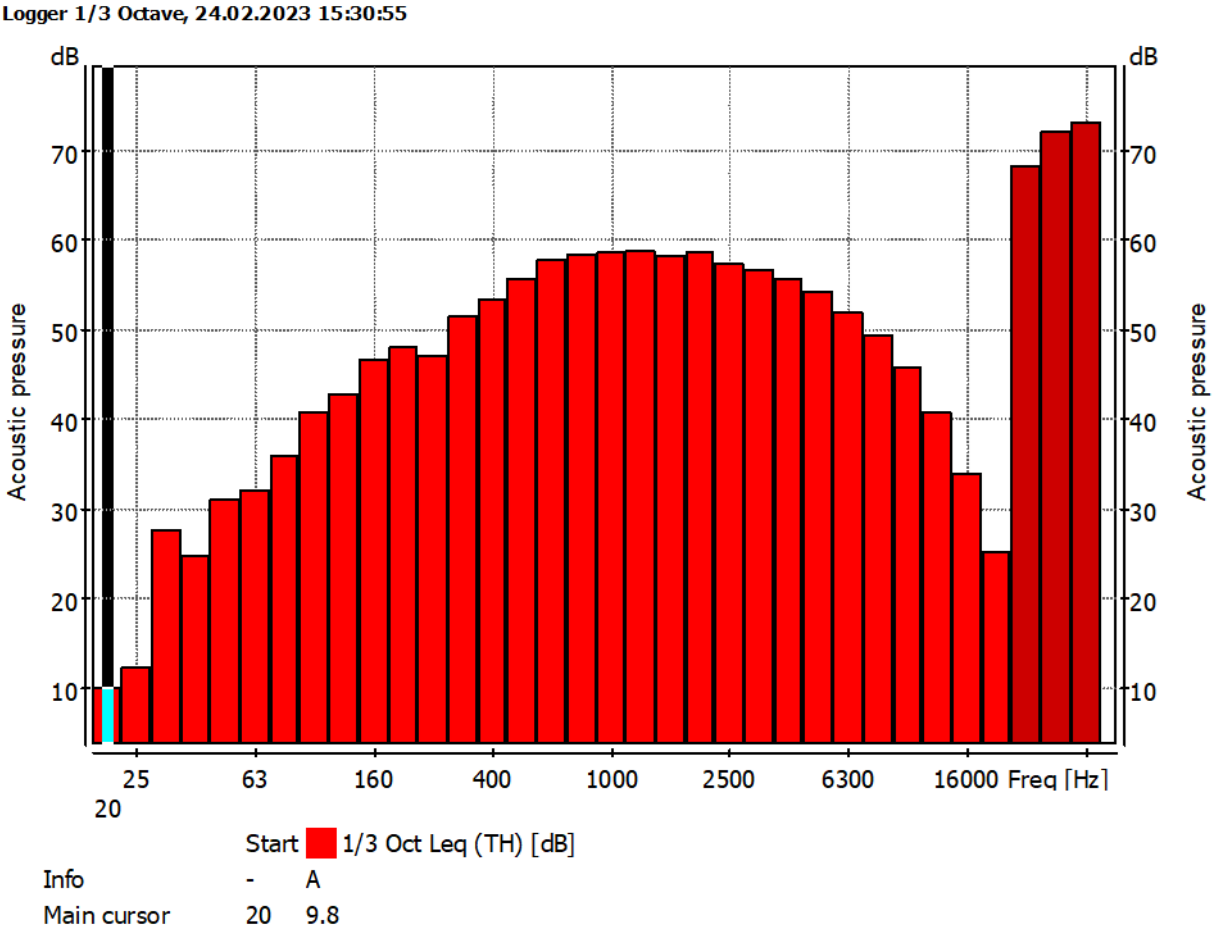


Şekil 3.97: Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB i gösterir. Burada ses basınç düzeyinin zamanla, LAIeq (TH) ve LAIeq (SR) değerlerinin nasıl artıp azaldığı gösterilmiştir, de LAIeq (TH) ğeri 66,8 dB A ve LAIeq (TH) değeri 67,3 dB A bulunmuştur. Akış Döngüsü düzeneğinin ön tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği 3.97'de gösterilmiştir.

Akış Döngüsü Düzeneğinin Sağ Tarafından Alınan Gürültü Bilgileri ve Grafiği

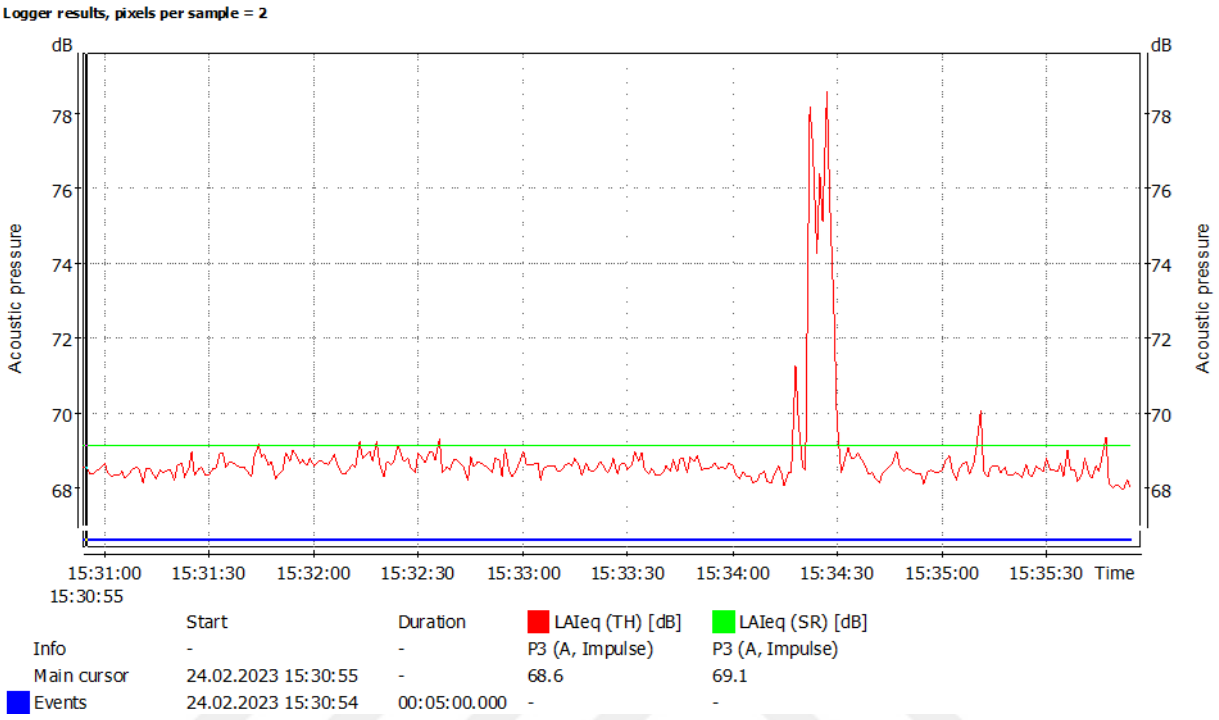
L276 Giriş Kapısının Sağ Tarafı :



Şekil 3.98: Akarsu Döngüsü düzeneğinin sağ tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frakans grafiği

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 1250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 58,7 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. Toplam ses basıncı seviyesi Total A 68,2 dB A civarındadır. LAIeq değeri 69.1 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden kendi kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı

aynıdır. Akış Döngüsü düzeneğinin sağ tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB frekans grafiği 3.98'de gösterilmiştir.



Şekil 3.99: Akış Döngüsü düzeneğinin sağ tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB 'i gösterir. Burada ses basınç düzeyinin zamanla, LAIeq (TH) ve LAIeq (SR) değerlerinin nasıl artıp azaldığı gösterilmiştir, , LAIeq (TH) değeri 68,6 dB A ve LAIeq (TH) değeri 69,1 dB A bulunmuştur. Akış Döngüsü düzeneğinin sağ tarafındaki noktadan alınan gürültünün dB zaman grafiği 3.99'da gösterilmiştir.

Akış Döngüsü Düzeneği İçin Genel İç Ortam Grültü Grafik Yorumu

Üsteki üç Akış Döngüsü düzeneğinin kapı karsısı yani sol tarafındaki giriş kapısının karşısı noktadan alınan değerlerin, Akış Döngüsü düzeneği ön tarafı ve Akış Döngüsü düzeneğinin sağ tarafından alınan Giriş Kapısının Sağ Tarafından alınan iç ortam gürültü grafikleri birbirine benzer çıkmıştır. Gürültü ölçümlerindeki 1/3 Oktav Bant yani ana frekanslarında (1/1 Oktav) 3 e bölünmesiyle elde edilen grafiklerdir. Ana Frekanslar 31.5-63-125-250-500-1000-2000-4000-8000-16000 Hz olurken 1/3 oktav bant'a kısaca örnek vermek gerekirse 125-160-200-250 Hz diye devam eder. Grafikteki düşey eksen ses

basıncını dB cinsinden ifade eder. Yatay eksen 0.8-20000 Hz Frekans aralığını ifade eder. Gürültü grafiklerinde ilk koyu yeşil sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. İlk grafik LAIeq değeri olarak 69,5 dB A, ikinci grafik 67,3 dB A, üçüncü grafik 69,1 dB A değerini göstermektedir

3.11. B Kamu Kuruluşu Araştırma Laboratuvarları İçin İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri

İç Ortam Gürültü Ölçümü Sonuçları

Tablo 3.17: B kamu kurumundaki 5,6,7 ve 8 nolu laboratuvarlardaki makinelerin yarattığı iç ortam gürültü sonuçları

Ölçüm yer no:	1. ölçüm (leq A)	2. ölçüm (leq A)	3. ölçüm (leq A)	Peak(C)	Deniz seviyesinden yükseklik	sıcaklık °c	basınç (hpa)	leqA	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ-LEQ A	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	sıcaklık ve basınçtan gelen düzeltmiş Leq-a
Taramalı Elektron Mikroskobu Sessiz Ortam	*51,3*	*52,5*	*52,4*	89,6	16	25	1001	52,1	51,3	0,8	-7,74251	52,1
Taramalı Elektron Mikroskobu Sesli Ortam	*62,7*	*63,2*	*63,3*	86,1	16	25	1001	63,1	51,3	11,8	-0,29866	63,1
BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı)	*58,5*	*58,2*	*58,8*	78,4	16	25	1002	58,5	49,9	8,6	-0,64402	58,5
XRD	*51,9*	*51,7*	*52,1*	76,7	16	25	1001	51,9	49	2,9	-3,12025	51,9
Chiller Cihazı	*66,8*	*67,6*	*68,4*	85,6	16	25	1002	67,6	50	17,6	0	67,6
Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı)	*73*	*73,4*	*72,4*	90	16	25	1002	73,0	49,9	23,1	0	73,0

B kamu kurumundaki 5,6,7 ve 8 nolu laboratuvarlardaki makinelerin yarattığı iç ortam gürültü sonuçları Tablo 3.17'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18: B kamu kurumundaki 5,6,7 ve 8 nolu laboratuvarlardaki makinelerin yarattığı iç ortam gürültü sonuçları

α-Deney odasının ortalama akustik sogurma katsayısı	Sv:Ölçüm alanı taban,tavan ve duvar alanları toplam m2 si	d:Deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesidir.	S:2pid^2	A = α. Sv	k3	K3	Rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) Sonuç	Rapor edilmesi gereken Peak(C)
0,2	175,5	1	6,283185	35,1	2,345255	2,345255	57,5	89,6
0,2	175,5	1	6,283185	35,1	2,345255	2,345255	61,0	86,1
0,2	178,3	1	6,283185	35,66	2,316704	2,316704	56,8	78,4
0,2	167,38	1	6,283185	33,476	2,432288	2,432288	52,6	76,7
0,2	184,8	1	6,283185	36,96	2,253089	2,253089	65,4	85,6
0,2	178,3	1	6,283185	35,66	2,316704	2,316704	70,6	90,0

B kamu kurumundaki 5,6,7 ve 8 nolu laboratuvarlardaki makinelerin yarattığı iç ortam gürültü sonuçları Tablo 3.18'de gösterilmişltir.

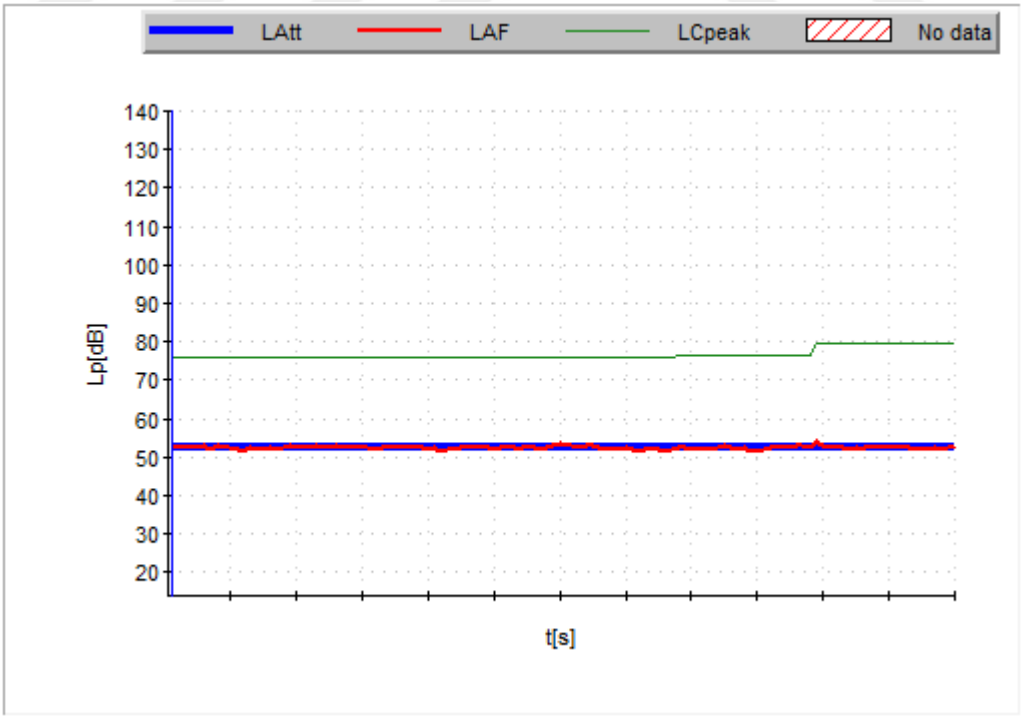
B Kurumundaki İç Ortam Gürültü Ölçümü Sonuçları

Üsteki şekilde Taramalı Elektron Mikroskobu sessiz ortam, Taramalı Elektron Mikroskobu, BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı), X Işını Difraksiyonu(XRD) ,Chiller cihazı ve Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı) cihazlarının her birinden 3 er tane gürültü ölçümü alınıp çevre şartlarına deniz seviyesinden yükseklik ve sıcaklığa bakılarak bu değerlerden gelen düzeltilmiş Leg A değeri ikinci kırmızı sütunda her bir cihaz için gösterilmiştir. Çevre şartları 11200 standartlarına göre hesaplanan Leg değerlerini etkilememiştir. Aynı sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve kırmızı 3 sütundaki düzeltme katsayıları hesaplamaları her bir makine için hesaplanarak bütün bu bilgilerin birleşimi sonucunda elde edilen rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) o ortamda hissedilen gürültüleri verecek değer de sonuç olarak mavi 1. sütunda elde edilmiştir. α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesi gibi değerlerinin sonuçları işleme konulduğunda Taramalı Elektron Mikroskobu sessiz ortam

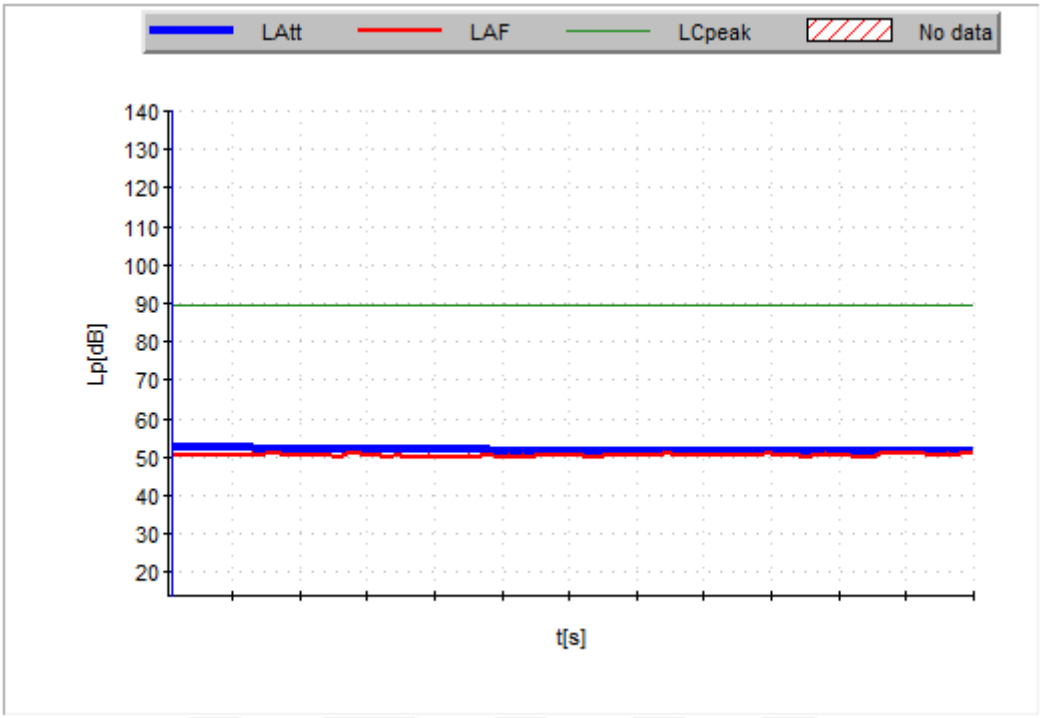
ve X Işını Difraksiyonu(XRD) için bulunan değer ortamda hissedilen gürültü değerlerine arttırıcı, bir etki oluştururken Taramalı Elektron Mikroskobu, BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı), Chiller cihazı ve Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı)için bulunan değerler ise ortamda hissedilen gürültü değerlerine azaltıcı bir etki oluşturmuştur.

Araştırma Laboratuvarları Cesva ölçüm cihazıyla Taramalı Elektron Mikroskobu sessiz ortam, BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı), Taramalı Elektron Mikroskobu, X Işını Difraksiyonu(XRD) ,Chiller cihazı ve Master Sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı) cihazlarından dan 1 metre uzaklıktaki 3 kez 3 er dk. lık alınan gürültü dB A değerleri olan Leg 1 dB A, Leg 2 dB A, Leg 3 dB A değerleri her bir cihaz için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değerlerin ortalaması olan İç ortam ortalama gürültü Leg değeri Taramalı Elektron Mikroskobu sessiz ortam 52,0 dB A, BET(Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı) için 58,4 dB A, Taramalı Elektron Mikroskobu İçin 63,1 dB A, X Işını Difraksiyonu(XRD) cihazı için 53,5 dB A, Chiller cihazı için için 67,9 dB A ve Master sizer (Parçacık Boyut Analiz cihazı) için 74,2 dB A olarak ölçülmüştür.

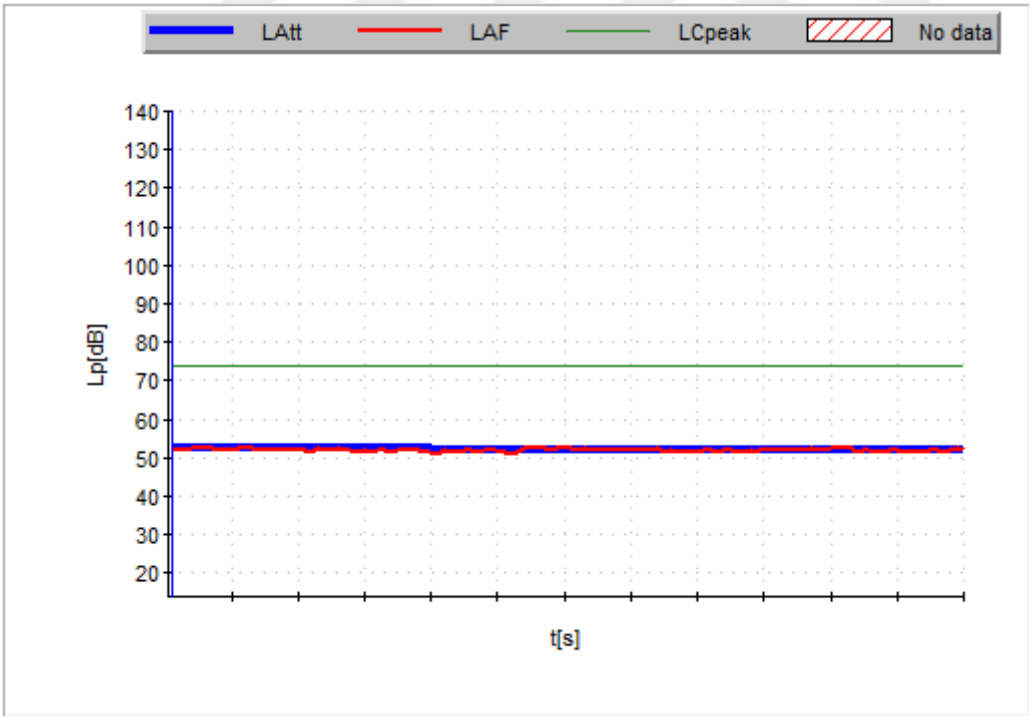
B Kamu Kurumundaki 7 Nolu Laboratuvardaki Sessiz Ortam Grafikleri



Şekil 3.100:7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 1 ölçüm



Şekil 3.101: 7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 2 ölçüm

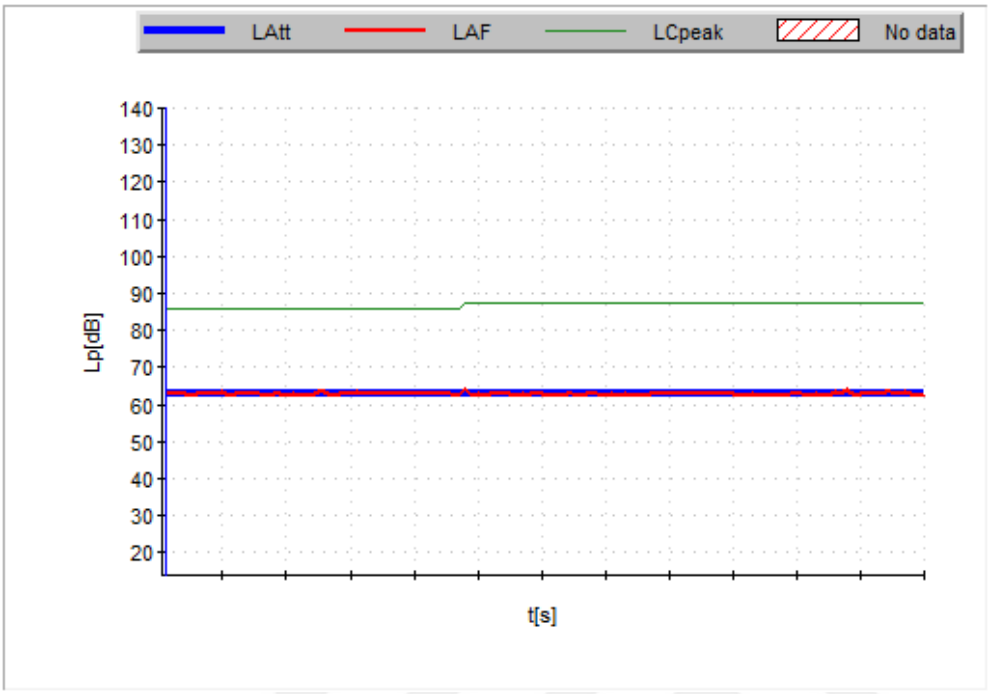


Şekil 3.102: 7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 3 ölçüm

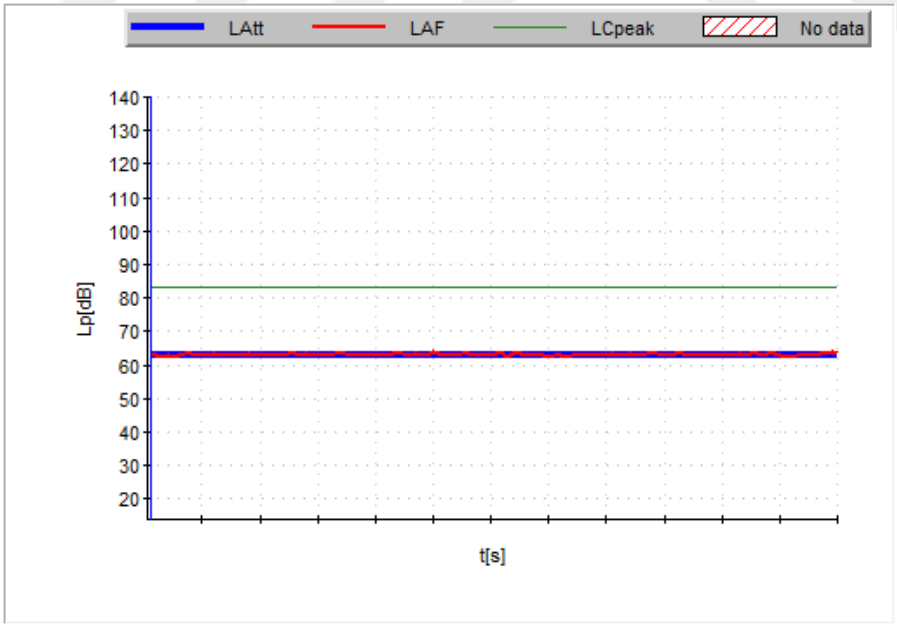
7 nolu laboratuvardaki sessiz iç ortam gürültü grafigi 1 ölçüm Şekil 3.100'de, 2.ölçüm 3.101'de ve 3.ölçüm Şekil 3.102'de gösterilmiştir.

B Kamu Kurumundaki 7 Nolu Laboratuvar İçin Gürültü Ölçüm Grafikleri

Taramalı Elektron Mikroskobu

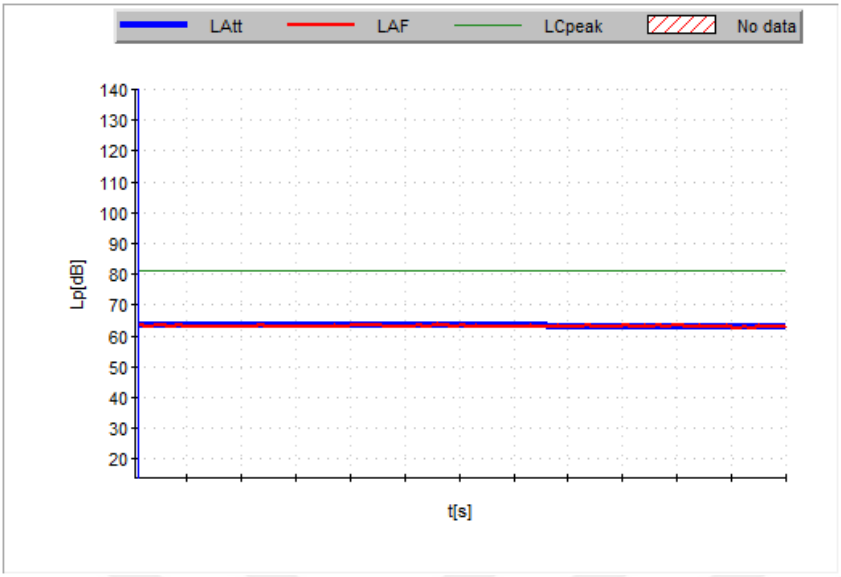


Şekil 3.103: Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm



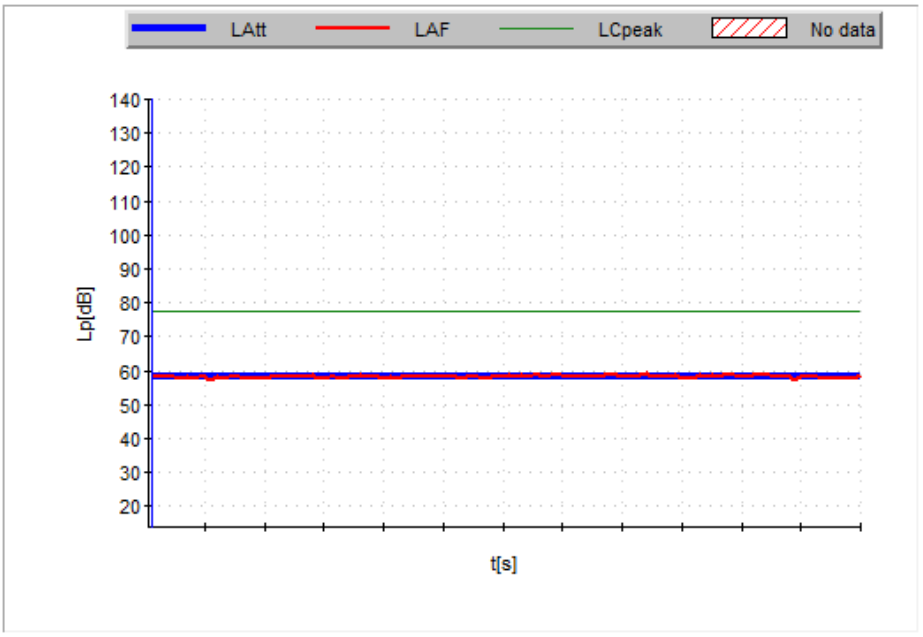
Şekil 3.104: Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği

2 ölçüm



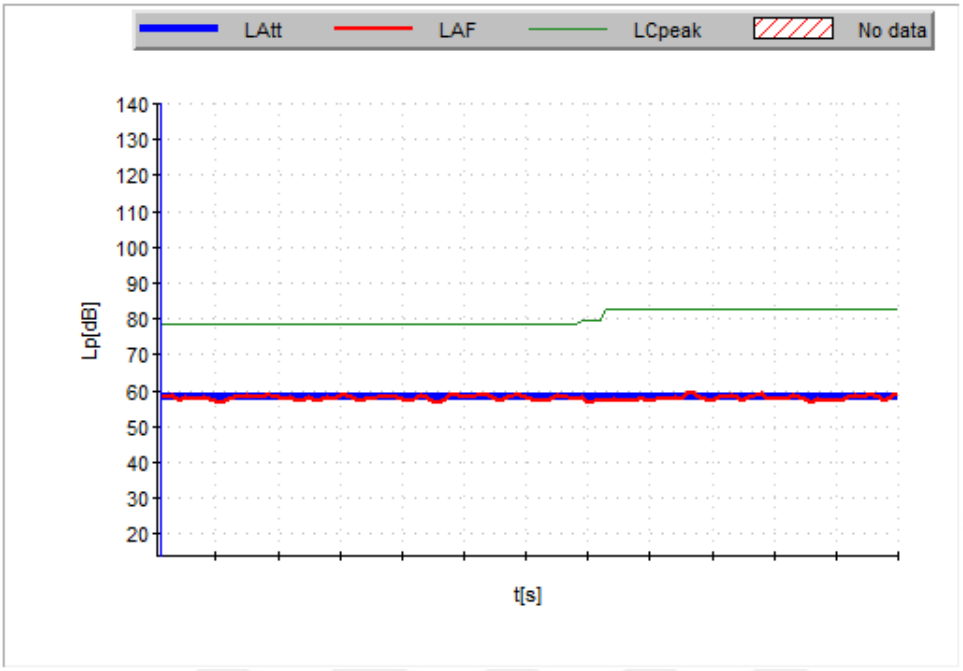
Şekil 3.105: Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3 ölçüm

Taramalı elektron mikroskobu için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.103'de,2 ölçüm 3.104 'de ve 3.ölçüm 3.104'de gösterilmiştir.

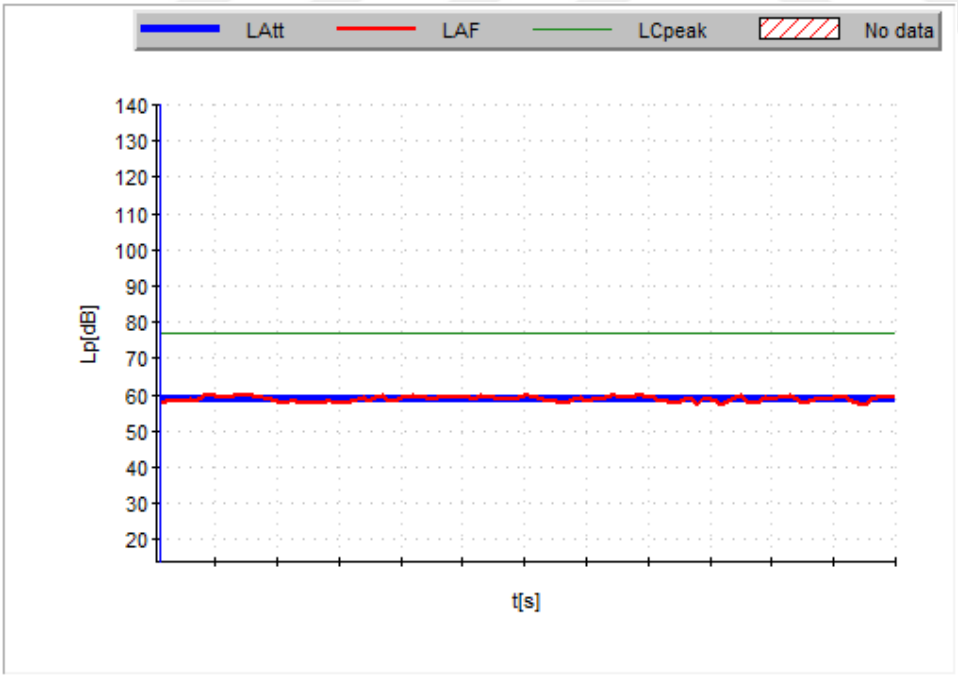


BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) grafik

Şekil 3.106: BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm



Şekil 3.107:BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 ölçüm

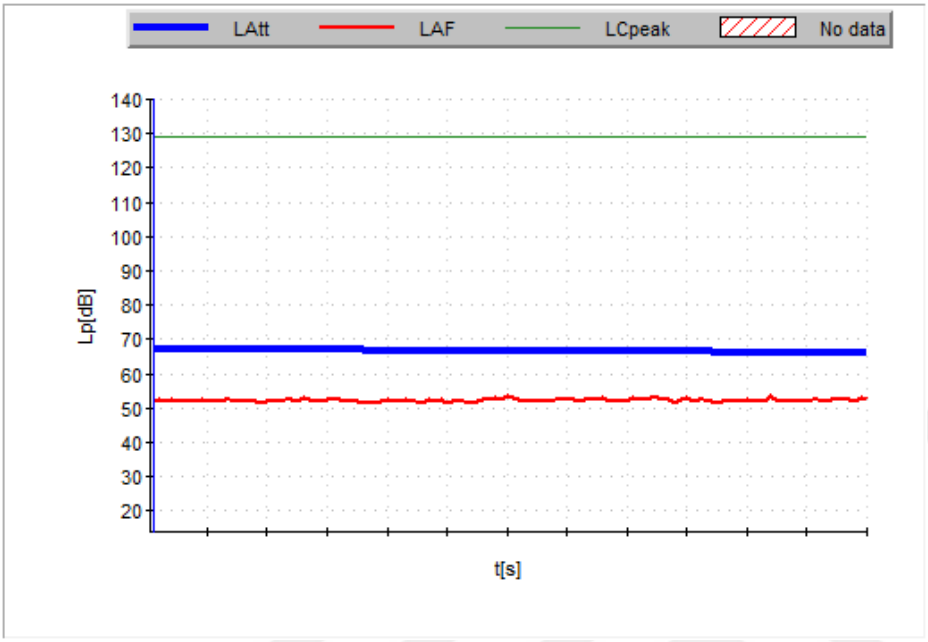


Şekil 3.108: BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) çin dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3 ölçüm

BET(Yüzey Alanı Ölçüm cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.103'de, 2 ölçüm Şekil 3.104 'de ve 3.ölçüm Şekil 3.104'de gösterilmiştir.

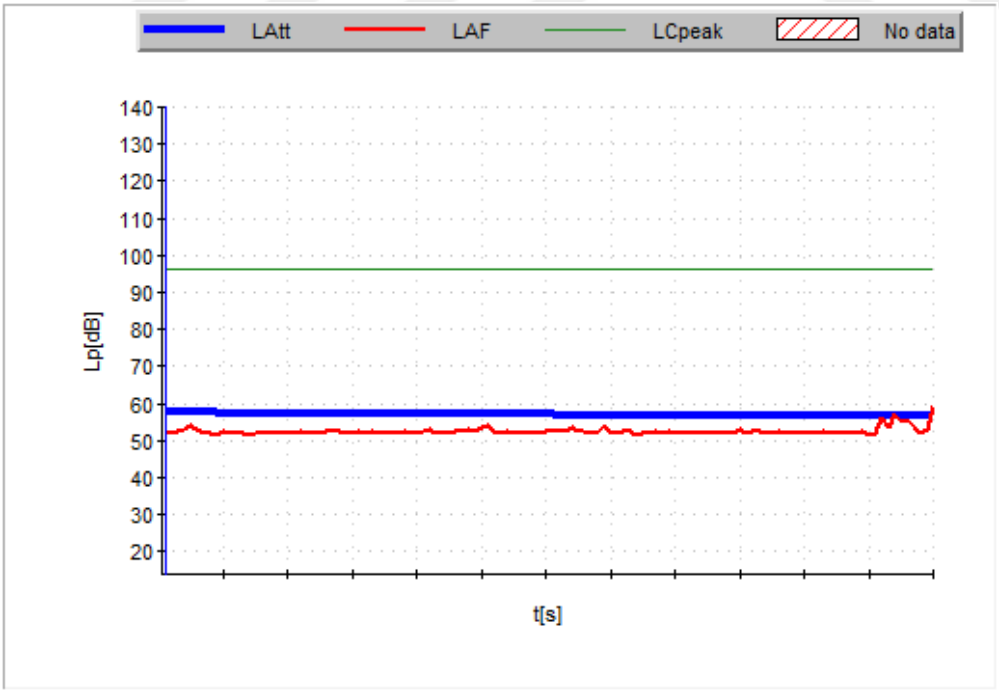
XRD Makinesinin İç Ortam Gürültü Sonuç Garafikleri

1 ölçüm



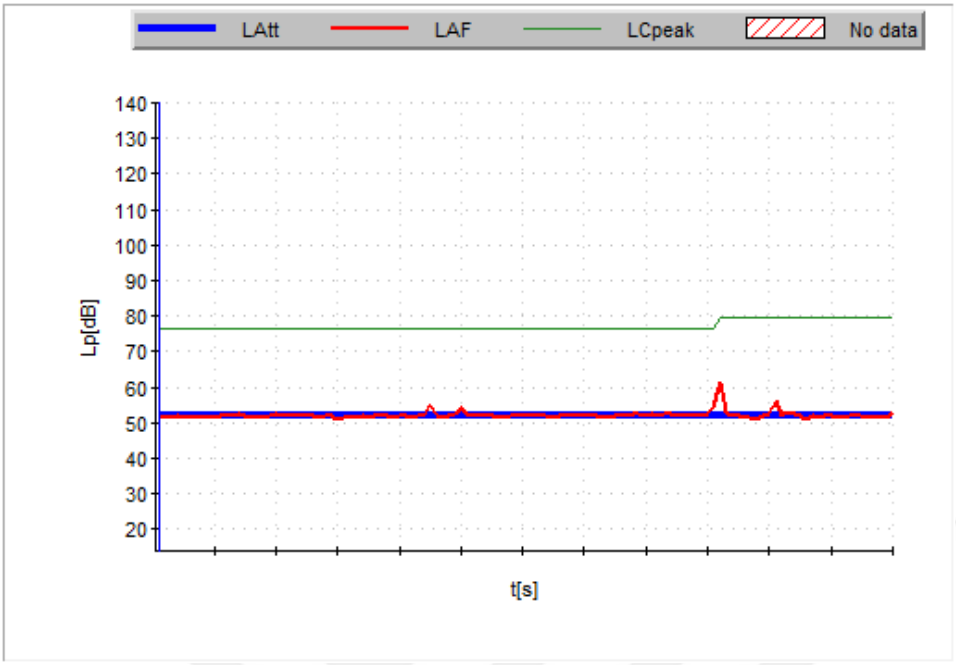
Şekil 3.109: XRD cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.110: XRD cihazı çin dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 .ölçüm

3.ölçüm

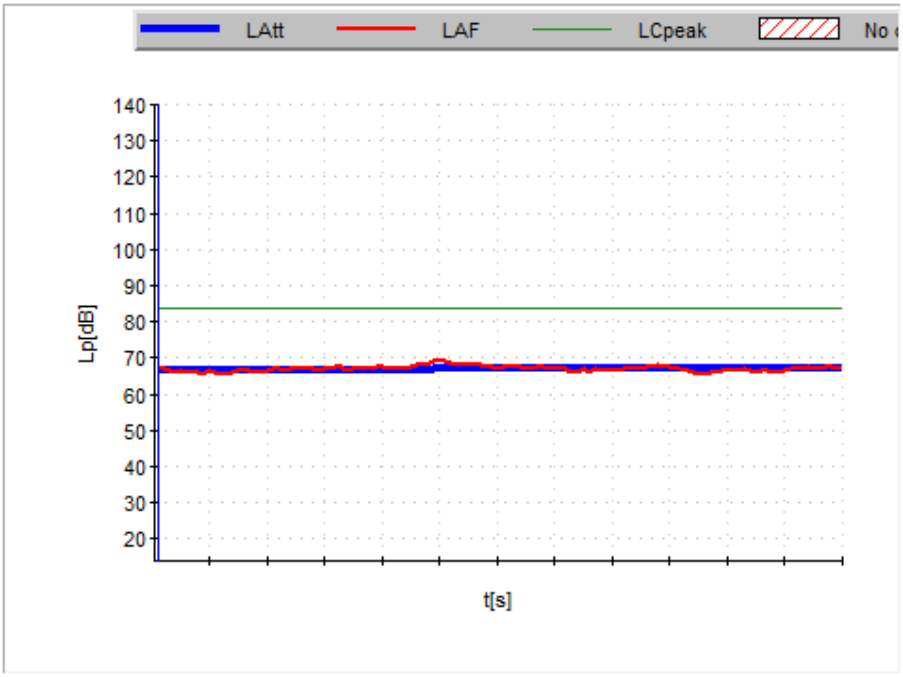


Şekil 3.111: XRD cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

XRD cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.109'da ,2 ölçüm Şekil 3.110'da ve 3. ölçüm 3.111'de gösterilmiştir.

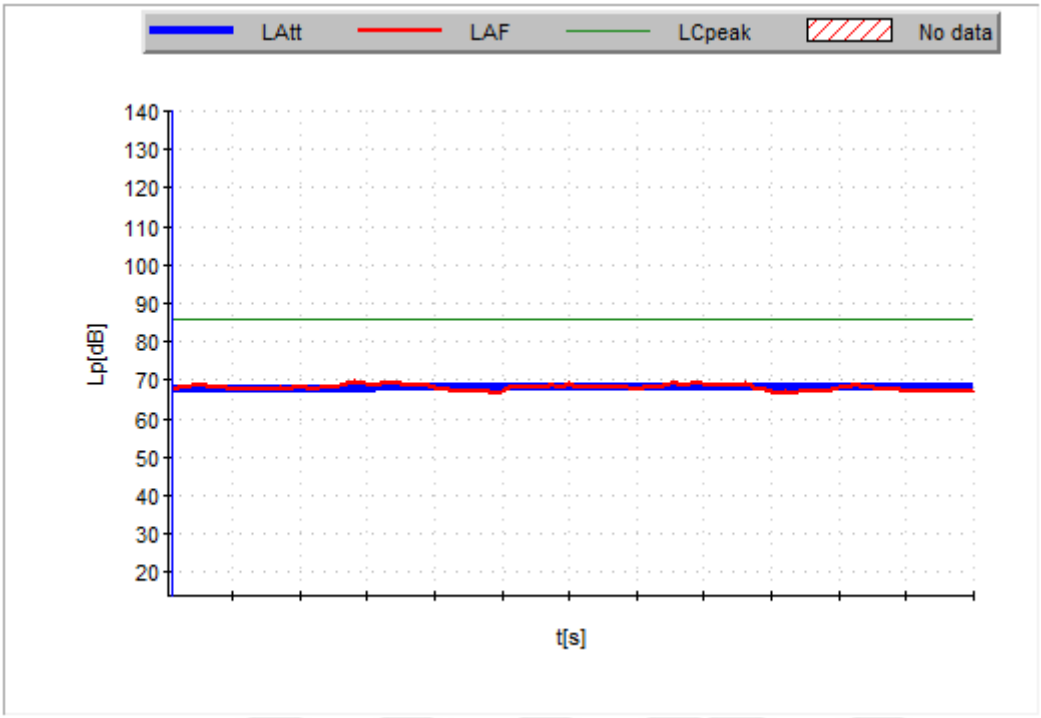
Chiller Sisteminin İç Ortam Gürültü Sonuç Garafikleri

1.ÖLÇÜM



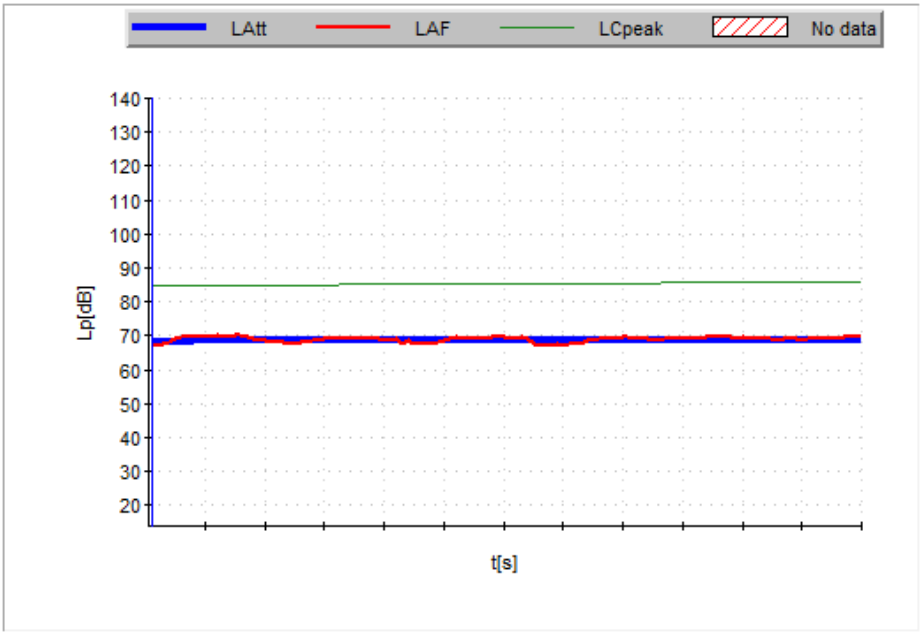
Şekil 3.112: Chiller Sistemi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm

2.Ölçüm



Şekil 3.113: Chiller Sistemi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 ölçüm

3.Ölçüm

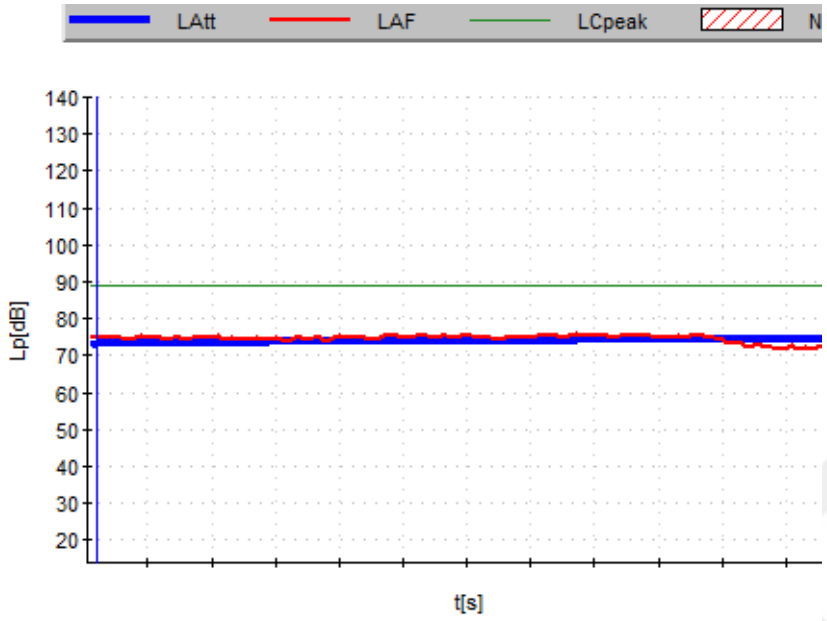


Şekil 3.114: Chiller Sistemi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3 ölçüm

Chiller Cihazı Makinesinin için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.112'de,2.ölçüm Şekil 3.113'te ve 3.ölçüm Şekil 3.112'de gösterilmiştir.

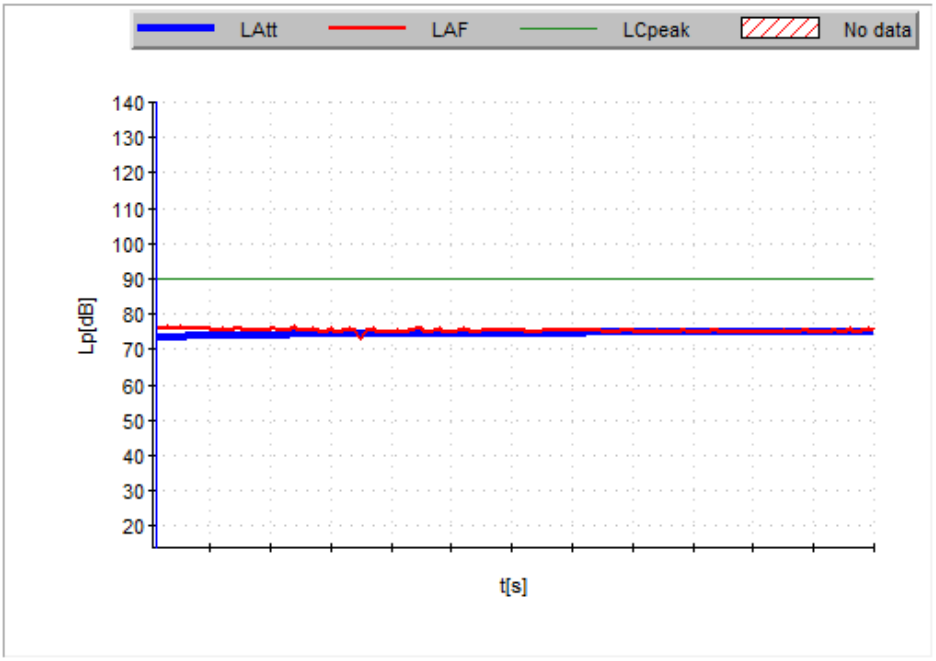
Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) Cihazının İç Ortam Gültü Sonuç Grafikleri

1.Ölçüm



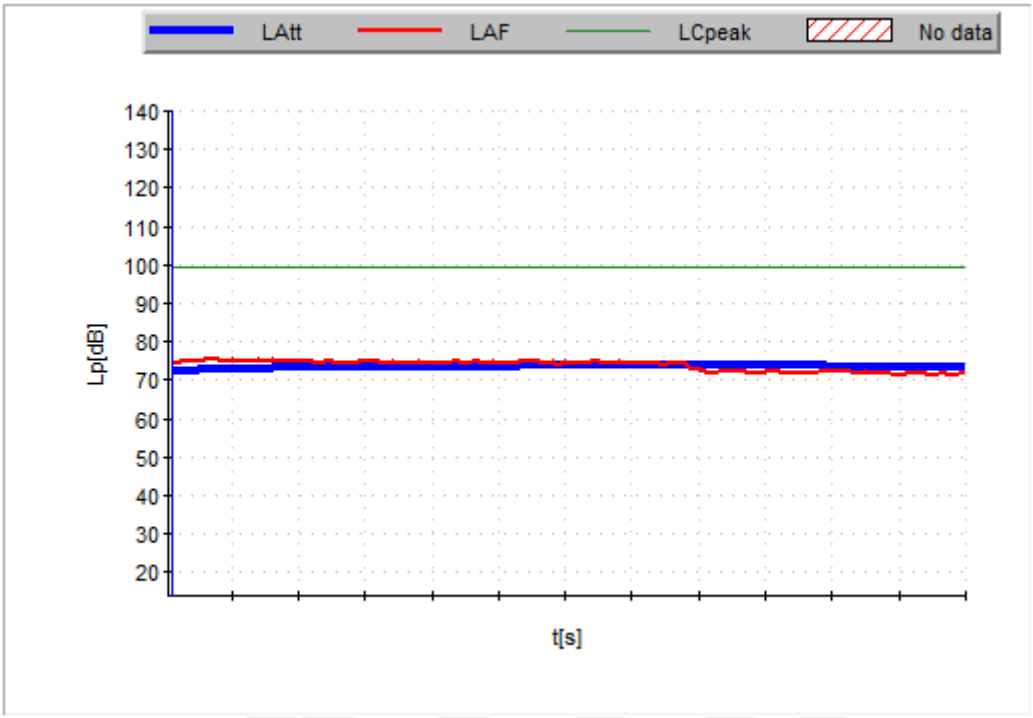
Şekil 3.115: Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm

2.Ölçüm



Şekil 3.116: Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm

3.Ölçüm



Şekil 3.117: Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

Master sizer(Parçacık Boyut Analiz cihazı) için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.115'de,2.ölçüm Şekil 3.116'te ve 3.ölçüm Şekil 3.117'de gösterilmiştir.

3.12. B Kamu Kurumundaki 9 ve 10 Nolu Laboratuvarlar İçin İç Ortam Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri

B kamu kurumundaki 9 ve 10 nolu Laboratuvarı'nda Cesva ölçüm cihazıyla kaba kesme ,hassas kesme,sıcak kalıplama ve zımparalama cihazlarından 1 metre uzaklıkta 3 kez 3 er dk.lık alınan gürültü dB A değerleri olan Leg 1 dBA, Leg 2 dB A, Leg 3 dB A değerleri her bir cihaz için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değerlerin ortalaması olan İç ortam ortalama gürültü Leg değeri kaba kesme cihazı için 59,1 dB A, hassas kesme cihazı için 63,6 dB A, sıcak kalıplama cihazı için 47,7 dB A, ve zımparalama cihazı için 52 dB A olarak ölçülmüştür. Bu degerler iç ortam gürültü sonuçlarıdır.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.52)

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;

L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;

L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;

L_{resid} artık ses basınç seviyesi

dir.

(1.53)

Ortalama Leg değerleri ve artık ses (sessiz ortam) ortalaması da alınarak üsteki formülde yerine konularak düzeltilen değerler ölçülmüştür. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.52)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.53)'de gösterrilmiştir.

Tablo 3.19: 9 ve 10 nolu laboratuvarlardaki makinelerin oluşturduğu iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm yer no:	1. ölçüm (leq A)	2. ölçüm (leq A)	3. ölçüm (leq A)	Peak(C)	Deniz seviyesinden yükseklik	sıcaklık °c	basınç (hpa)	leqA	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ-LEQ A	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	sıcaklik ve basınçtan gelen dÜzetilmiş Leq-a
Kaba Kesme Cihazı	59	60	59,1	83,5	16	25	1002	59,4	48	11,4	-0,32734	59,4
Hassas Kesme Cihazı	60,2	67,2	62,7	84,6	16	25	1002	64,3	48	16,3	0	64,3
Sıcak Kalıplama Cihazı	49,3	48,9	50,47	74,3	16	25	1002	49,6	48	1,6	-5,09207	49,6
Zımparalama Cihazı	51,6	51	53,3	79	16	25	1002	52,1	48	4,1	-2,15312	52,1

9 ve 10 nolu laboratuvarlardaki makinelerin oluşturduğu iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 3.19'da gösterilmiştir.

Tablo 3.20: 9 ve 10 nolu laboratuvarlardaki makinelerin oluşturduğu iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

α-Deney odasının ortalama akustik sogurma katsayısı	Sv:Ölçüm alanı taban,tavan ve duvar alanları toplam m2 si	d:Deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesidir.	S:2pid^2	A = α. Sv	k3	K3	Rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) Sonuç	Rapor edilmesi gereken Peak(C)
0,2	415,27	1	6,283185	83,054	1,148135	1,148135	58,6	83,5
0,2	415,27	1	6,283185	83,054	1,148135	1,148135	63,2	84,6
0,2	415,27	1	6,283185	83,054	1,148135	1,148135	53,6	74,3
0,2	415,27	1	6,283185	83,054	1,148135	1,148135	53,1	79,0

9 ve 10 nolu laboratuvarlardaki makinelerin oluşturduğu iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 3.20'de gösterilmiştir.

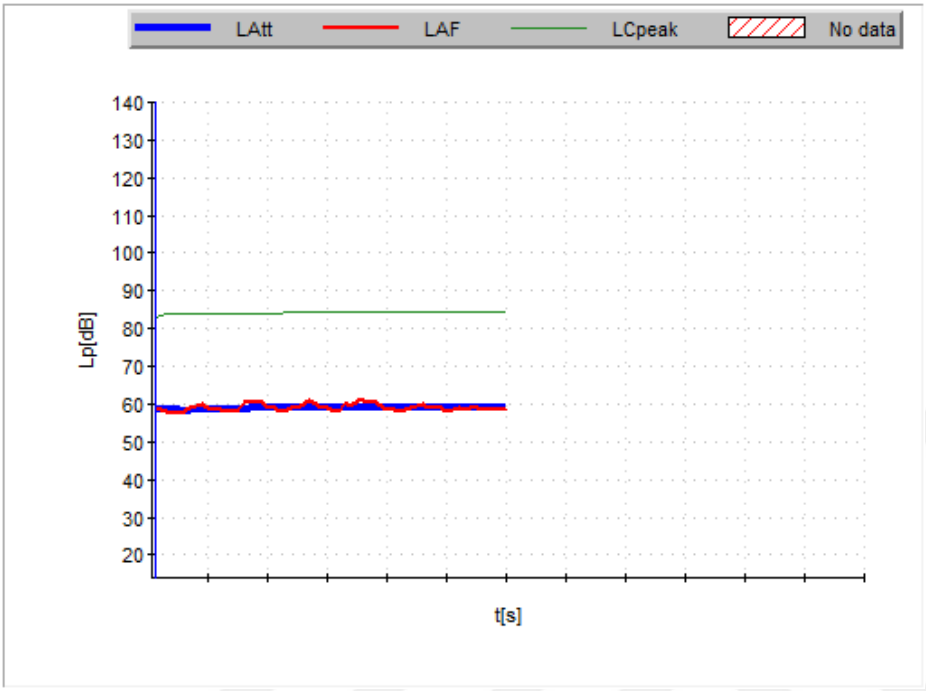
İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları

Tablo 3.19 ve 3.20'de kaba kesme, hassas kesme, sıcak kalıplama ve zımparalama cihazlarından dan 1 metre uzaklıktaki 3 kez üçer dk.lık alınan gürültü dB A değerleri alınıp çevre şartlarına deniz seviyesinden yükseklik ve sıcaklığa bakılarak bu değerlerden gelen düzeltilmiş Leg A değeri ikinci kırmızı sütunda her bir makine için gösterilmiştir. Çevre şartları 11200 standartlarına göre hesaplanan Leg değerlerini etkilememiştir. Aynı sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve kırmızı 3 sütundaki düzeltme katsayıları hesaplamaları her bir makine için hesaplanarak bütün bu bilgilerin birleşimi sonucunda elde edilen rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) o ortamda hissedilen gürültüleri verecek değer de sonuç olarak mavi 1. sütunda elde edilmiştir. α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesi gibi değerlerinin sonuçları işleme konulduğunda kaba kesme, hassas kesme cihazları için bulunan değerler ortamda hissedilen gürültü değerlerine azaltıcı bir etki oluştururken sıcak kalıplama ve zımparalama cihazları için bulunan değerler ise ortamda hissedilen gürültü değerlerine arttırıcı bir etki oluştururmuştur.

B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvarda İç Ortam Gürültü Ölçümü Sonuçları

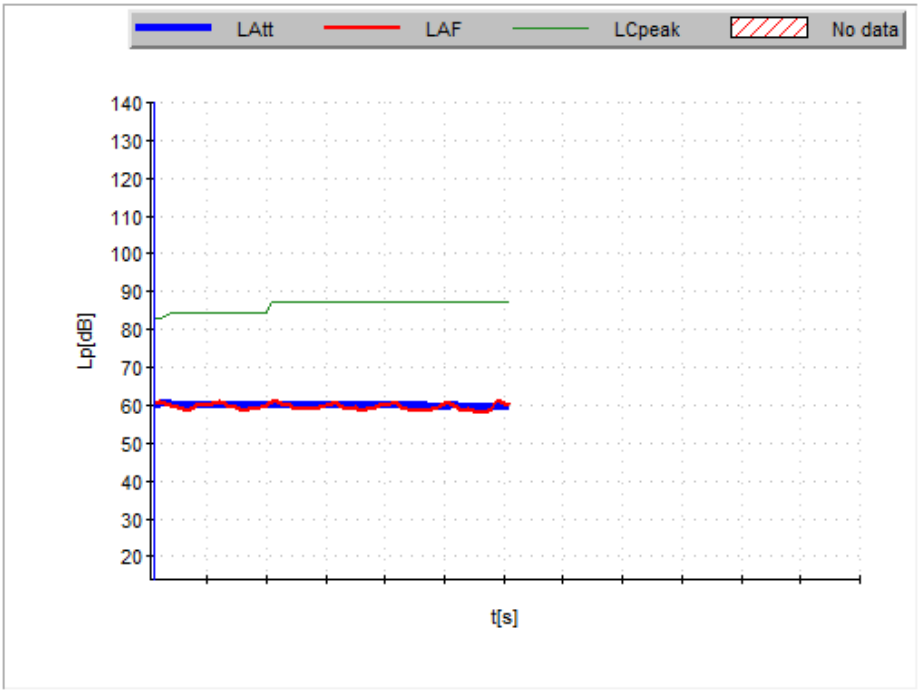
Kaba kesme cihazının iç ortam gürültü grafikleri

1.ölçüm



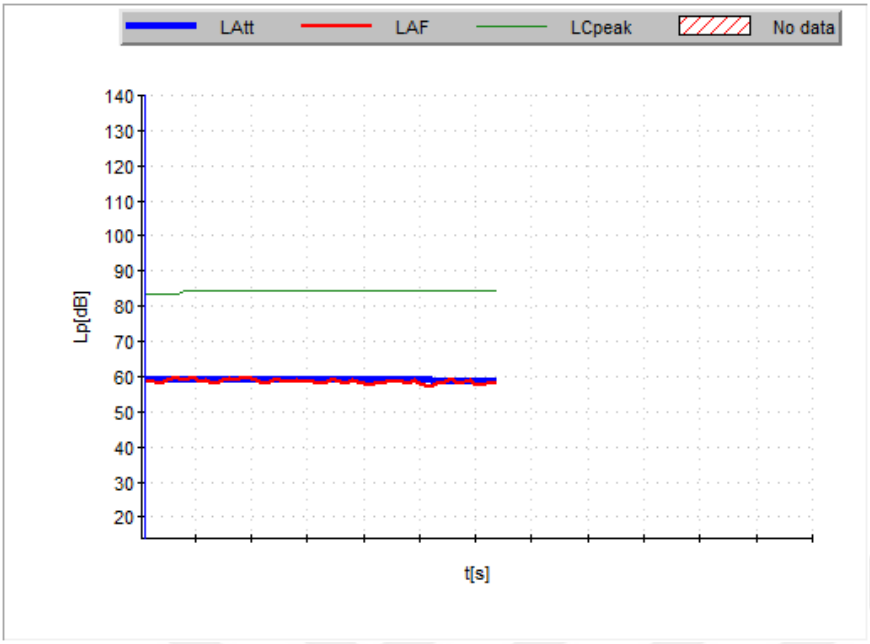
Şekil 3.118: Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.119: Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm

3.ölçüm

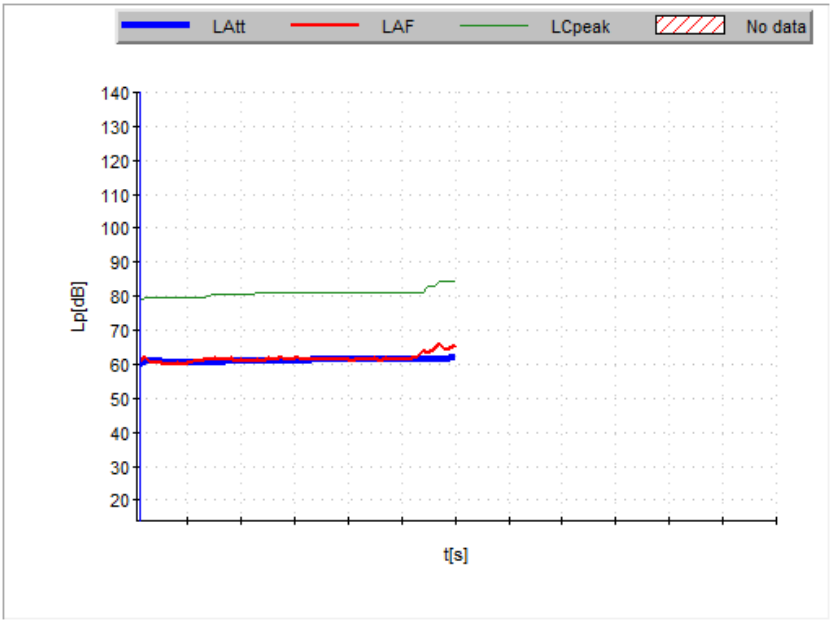


Şekil 3.120: Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

Kaba kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.118'de, 2 ölçüm Şekil 3.119 'da ve 3.ölçüm Şekil 3.120'de gösterilmiştir.

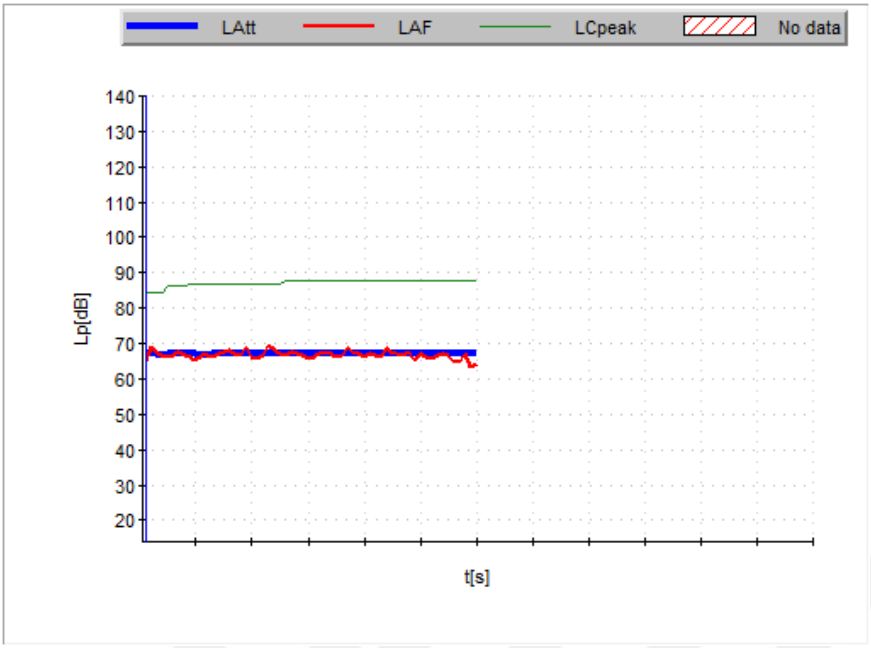
Hassas kesme cihazı

1 ölçüm



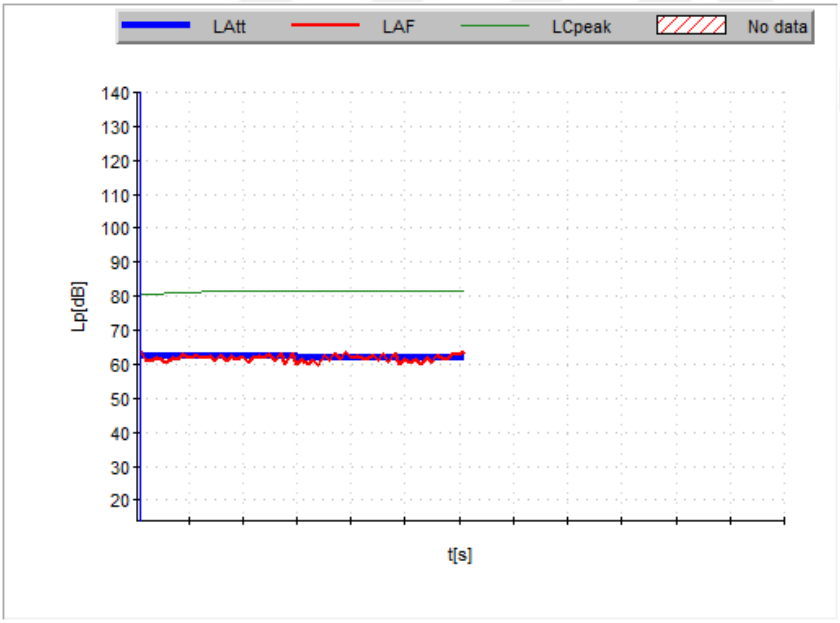
Şekil 3.121: Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1. ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.122: Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm

3.ölçüm

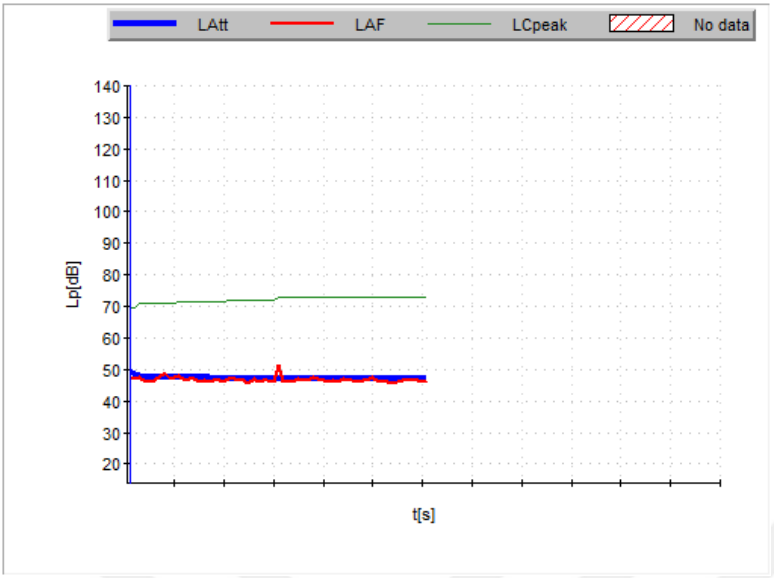


Şekil 3.123: Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

Hassas kesme cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.121'de, 2 ölçüm Şekil 3.122 'de ve 3.ölçüm Şekil 3.123'de gösterilmiştir.

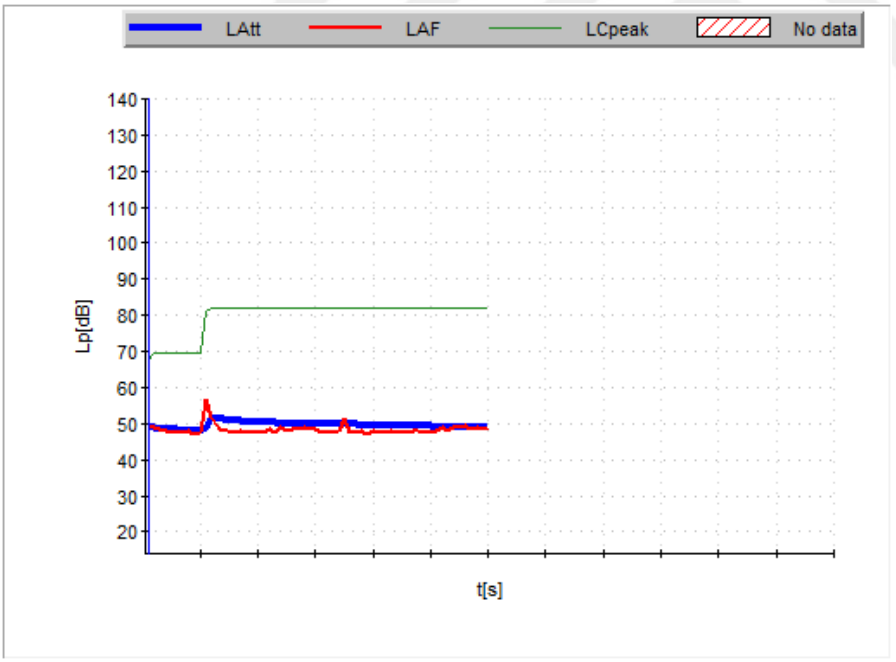
Sıcak Kalıplama cihazı iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

1.ölçüm



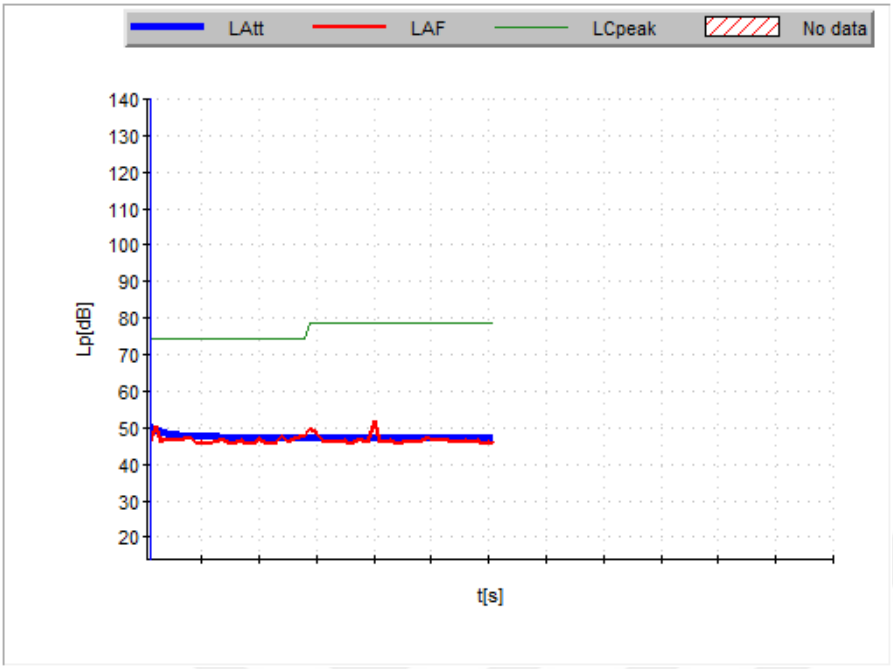
Şekil 3.124: Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.125:Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm

3.ölçüm

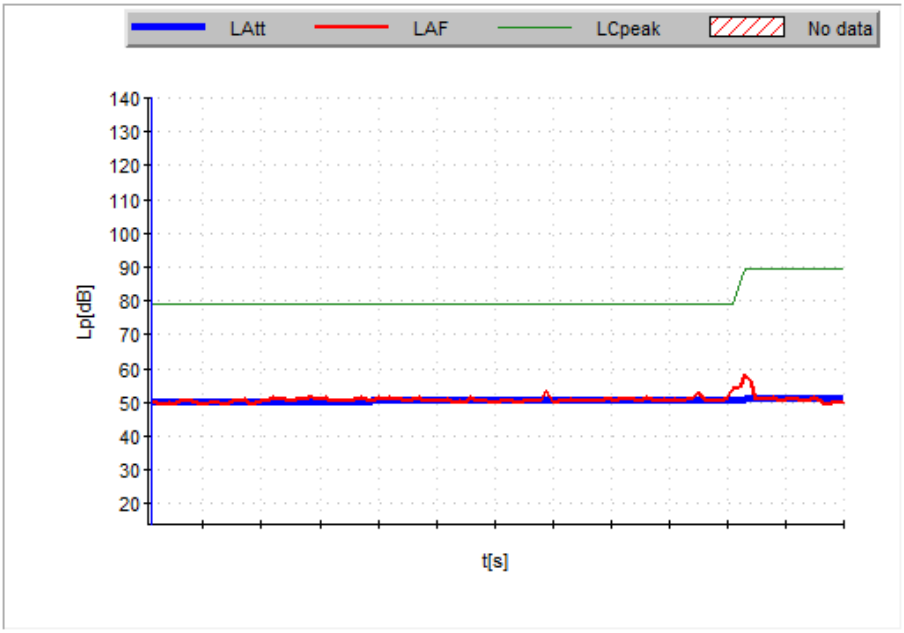


Şekil 3.126: Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

Sıcak Kalıplama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.124'de, 2 ölçüm Şekil 3.125 'te ve 3.ölçüm Şekil 3.126'da gösterilmiştir.

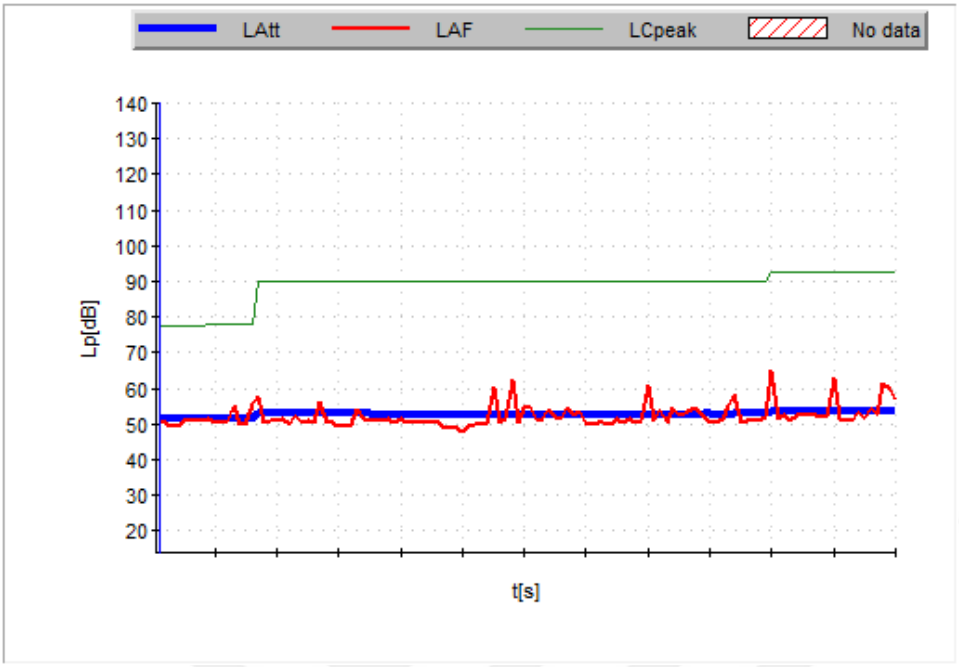
Zımparalama cihazı iç ortam gürültü sonuçları

1.ölçüm



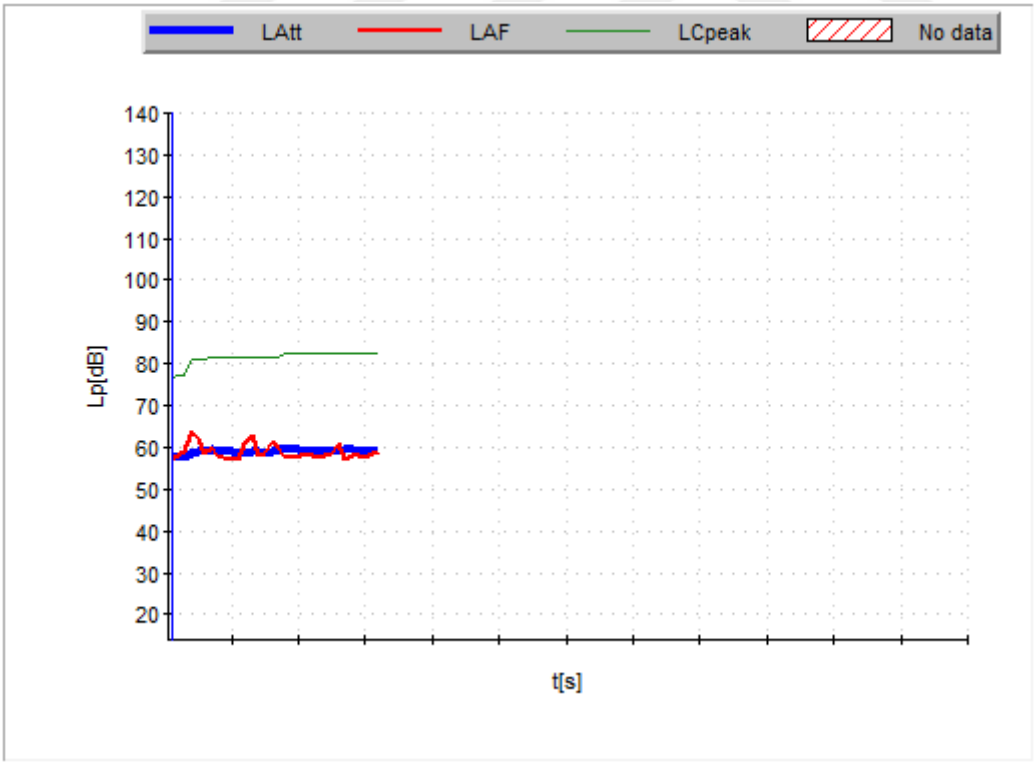
Şekil 3.127:Zımparalama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.128: Zımparalama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2. ölçüm

3 . ölçüm



Şekil 3.129: Zımparalama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3. ölçüm

Zımparalama cihazı için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.127'de, 2 ölçüm Şekil 3.128 'te ve 3.ölçüm Şekil 3.129'da gösterilmiştir.

3.13. B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki Üçer Dakikalık Halkalı Öğütücü (Değirmen Makinesi) İçin Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri

Cesva cihazı ile yapılan ölçümlerde halkalı değirmen makinesinden 1 metre uzaklıktaki mesafedeki 1 noktadan Üçer dk lık 3 kez ölçüm alınarak Leg 1 değer, Leg 2 değeri , Leg 3 değeri bunların aritmetik ortalaması alınarak Leg ortalama ölçülen değer bulunmuştur. İç ortam ortalama gürültü ölçümü Leg değeri ölçülmüştür

Tablo 3.21: Halkalı Öğütücü (Halkalı değirmen) için iç ortam gürültü ölçüm sonucu

Ölçüm yer no:	1. ölçüm (leq A)	2. ölçüm (leq A)	3. ölçüm (leq A)	Peak(C)	Deniz seviyesinden yükseklik	sıcaklık °c	basınç (hpa)	leqA	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ-LEQ A	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜ - K1	sıcaklık ve basınçtan gelen dÜzetlmiş Leq-a
Halkalı Değirmen	*70,3*	*67,4*	*68,6*	89	16	25	1002	68,9	49,9	19,0	0	68,9

Halkalı Öğütücü (Halkalı değirmen) için iç ortam gürültü ölçüm sonucu Tablo 3.21'de gösterilmiştir.

Tablo 3.22: Halkalı Öğütücü için Leg ortalama ölçüm sonucu

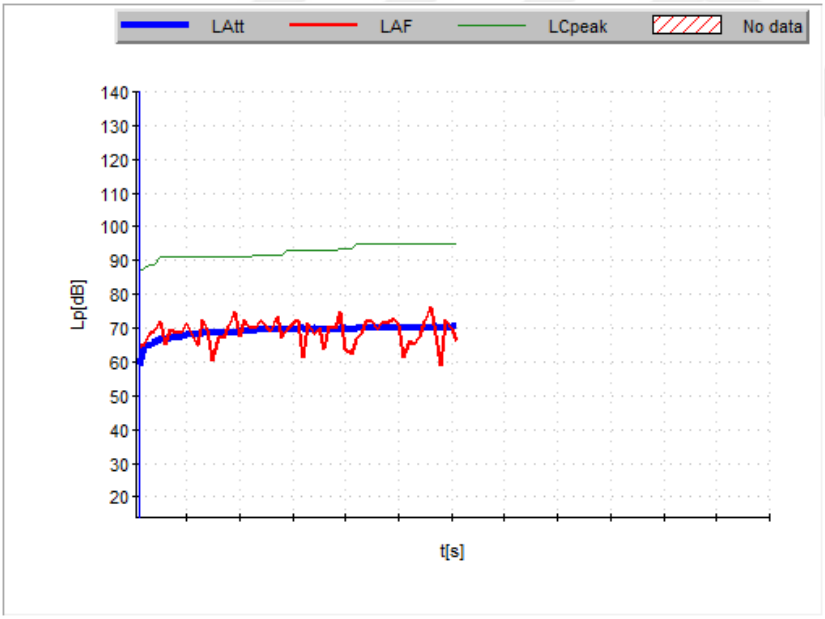
α-Deney odasının ortalama akustik sogurma katsayısı	Sv:Ölçüm alanı taban,tavan ve duvar alanları toplam m2 si	d:Deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesidir.	S:2pid^2	A = α. Sv	k3	K3	Rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) Sonuç	Rapor edilmesi gereken Peak(C)
0,2	415,27	1	6,283185	83,054	1,148135	1,148135	67,8	89,0

Halkalı Öğütücü için Leg ortalama ölçüm sonucu Tablo 3.22'de gösterilmiştir. Cesva gürültü ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerde halkalı değirmen makinesinden 1 metre uzaklıktaki mesafedeki 1 noktadan üçer dk.lık 3 kez gürültü ölçümü alınıp çevre şartlarına deniz seviyesinden yükseklik ve sıcaklığa bakılarak bu değerlerden gelen düzeltilmiş Leg A

değeri ikinci kırmızı sütunda halkalı değirmen cihazı için gösterilmiştir. Çevre şartları 11200 standartlarına göre hesaplanan Leg değerlerini etkilememiştir. Aynı sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve kırmızı 3 sütundaki düzeltme katsayıları hesaplamaları cihaz için hesaplanarak bütün bu bilgilerin birleşimi sonucunda elde edilen rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) o ortamda hissedilen gürültüleri verecek değer de sonuç olarak mavi 1. sütunda elde edilmiştir. α-Deney odasının ortalama akustik soğurma katsayısı, ölçüm alanı taban, tavan ve duvar alanları toplam m^2 si ve deneye tâbi tutulan makinenin en yakın ana ses kaynağına belirlenen bir konuma göre metre cinsinden mesafesi gibi değerlerinin sonuçları işleme konulduğunda bu değerler ortamda hissedilen gürültü değerlerine azaltıcı bir etki oluşturmuştur. Halkalı Öğütücü için leg ortalama ölçüm sonucu Tablo 3.22'de gösterilmiştir.

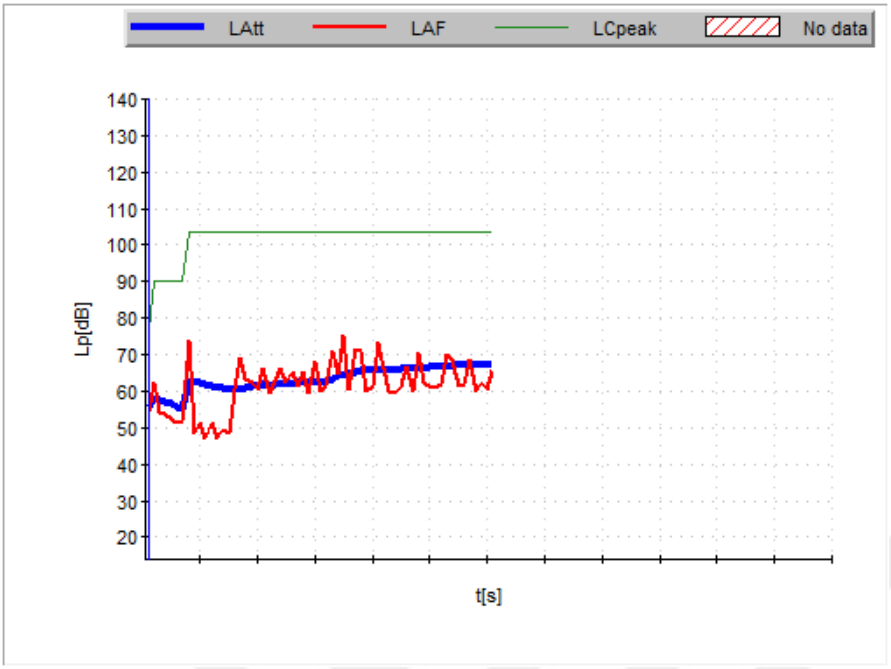
B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki Halkalı Değirmen Makinesi İç Ortam Gürültü Grafikleri

1 öçlüm



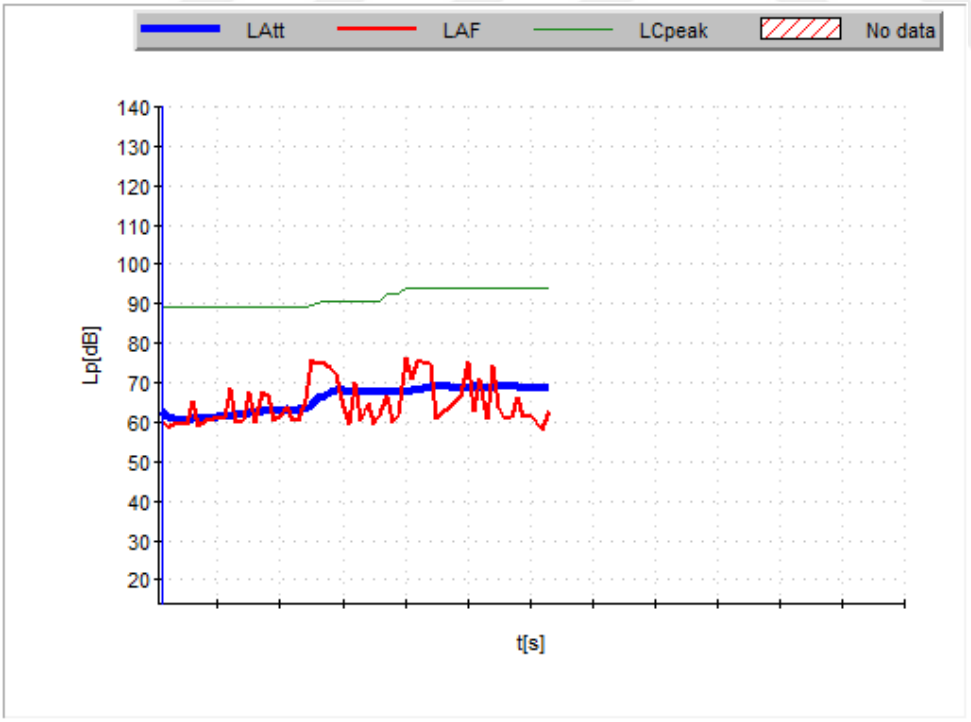
Şekil 3.130: Halkalı Değirmen Makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm

2.ölçüm



Şekil 3.131: Halkalı Değirmen Makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 2 ölçüm

3.ölçüm



Şekil 3.132: Halkalı Değirmen Makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 3 ölçüm

Halkalı Değirmen Makinesi için dB frekans iç ortam gürültü ölçüm grafiği 1 ölçüm Şekil 3.130'da, 2 ölçüm Şekil 3.131 'de ve 3.ölçüm Şekil 3.132'da gösterilmiştir

3.14. B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki 5'er Dakikalık İç Ortam Ölçüm Sonuçları ve Grafikleri

Tablo: halkalı öğütücü (değirmen) için ortalama Leg ve düzeltilen değelerre iç ortam gürültü hesaplamaları Lafeg değerleri Leg değerleridir.

Tablo 3.23: Halkalı öğütücü (değirmen) için ortalama leg ve düzeltilen değelerre iç ortam gürültü hesaplamaları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	64	65,1	64,4	49,9	64,5
Fona Göre Düzeltilmiş Değerler	64,00	65,10	64,40		

Svan 971 gürültü ölçer cihazı 3 farklı noktanın her birinden 5 er dk lık ölçüm alınarak 1. Noktadan alınan ölçüm sonucu 64 dB A, 2. noktadan alınan ölçüm sonucu 65,1 dB A, 3. noktadan alınan ölçüm sonucu 64, 4 dB A dir. Ortalama Leg değeri Leg 1,Leg 2,Leg 3 değerleri alttaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.54)

Ortalama Leg değeri 64,5 dB A bulunmuştur. Bu sonuçta bizim iç ortam gürültümüzü verir. Nokta 1, 2,3 te bulduğumuz Leg değerlerinden teker teker hepsini artık ses(sessiz ortam sesi) ten teker teker çıkarırsak bulduğumuz sonuç 3 ile 10 dB arasındaysa düzelme yapılır. Burada bu aralıkta çıkmamıştır düzeltme yapılmamıştır. Düzeltme yapmak için Leg değerlerinin logaritmik ortalama değeri ve sesiz ortam gürültüsü olan artık ses aşağıdaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;
L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;
L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;
L_{resid} artık ses basınç seviyesi
dir.

(1.55)

Halkalı öğütücü (değirmen) için ortalama leg ve düzeltilen değelerre iç ortam gürültü hesaplamaları Tablo 3.23'de gösterilmiştir. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.54)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.55)'de gösterrilmiştir.

Sıcak Soğuk Pres İç Ortam Gürültü Hesaplamaları

Tablo 3.24: Sıcak soğuk pres iç ortam gürültü hesaplamaları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	64,3	67,7	68	49,9	67,0
Fona Göre Düzeltilmiş Değerler	64,30	67,70	68,00		

Sıcak soğuk pres iç ortam gürültü hesaplamaları Tablo 3.12'de gösterilmiştir.

Svan 971 gürültü ölçer cihazı 3 farklı noktanın her birinden beşer dk.lık ölçüm alınarak 1. Noktadan alınan ölçüm sonucu 64,3 dB A, 2. noktadan alınan ölçüm sonucu 67,7 db A, 3. noktadan alınan ölçüm sonucu 68 dB A dir. Ortalama Leg değeri Leg 1,Leg 2,leg 3 değerleri alttaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.56)

Ortalama Leg değeri 67 dB A bulunmuştur. Bu sonuçta bizim iç ortam gürültümüzü verir. Nokta 1, 2,3 te bulduğumuz Leg değerlerinden teker teker hepsini artık ses(sessiz ortam sesi) ten teker teker çıkarırsak bulduğumuz sonuç 3 ile 10 dB arasındaysa düzelme yapılır. Burada bu aralıkta çıkmamıştır ve dolayısıyla düzeltme yapılmamıştır. Düzeltme yapmak için Leg değerlerinin logaritmik ortalama değeri ve sesiz ortam gürültüsü olan artık ses aşağıdaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.56)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.57)'de gösterrilmiştir.

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;
L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;
L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;
L_{resid} artık ses basınç seviyesi
dir.

(1.57)

Hidrolik Pres İç Ortam Gürültü Hesaplamaları

Tablo 3.25: Hidrolik Pres iç ortam gürültü hesaplamaları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	68,5	63,6	63	49,9	65,8
Fona Göre Düzeltilmiş Değerler	68,50	63,60	63,00		

Hidrolik Pres iç ortam gürültü hesaplamaları Tablo 3.25'de gösterilmiştir.

B Kamu Kurumundaki 10 Nolu Laboratuvardaki İçin İç Ortam Ölçüm

Svan 971 gürültü ölçer cihazı 3 farklı noktanın her birinden beşer dk. lık ölçüm alınarak 1. Noktadan alınan ölçüm sonucu 68,5 dB A, 2. noktadan alınan ölçüm sonucu 63,6 dB A, 3. noktadan alınan ölçüm sonucu 63 dB A dir. Ortalama Leg değeri Leg 1,Leg 2,Leg 3 değerleri alttaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.58)

Ortalama Leg değeri 65,8 dB A bulunmuştur. Bu sonuçta bizim iç ortam gürültümüzü verir. Nokta 1, 2,3 te bulduğumuz Leg değerlerinden teker teker hepsini artık ses(sessiz ortam sesi) ten teker teker çıkarırsak bulduğumuz sonuç 3 ile 10 dB arasındaysa düzelme yapılır. Burada bu aralıkta çıkmamıştır ve dolayısıyla düzeltme yapılmamıştır. Düzeltme yapmak için Leg değerlerinin logaritmik ortalama değeri ve sesiz ortam gürültüsü olan artık ses aşağıdaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.58)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.59)'de gösterrilmiştir.

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;
L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;
L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;
L_{resid} artık ses basınç seviyesi
dir.

(1.59)

Zımparalama Cihazi İçin İç Ortam Gürültü Hesaplamaları

Tablo 3.26: Zımparalama cihazi için iç ortam gürültü hesaplamaları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	64,3	61,6	63,9	49,9	63,4
Fona Göre Düzeltilmiş Değerler	64,30	61,60	63,90		

Zımparalama cihazi için iç ortam gürültü hesaplamaları Tablo 3.25'te gösterilmiştir. Svan 971 gürültü ölçer cihazı 3 farklı noktanın her birinden beşer dk. lık ölçüm alınarak 1. Noktadan alınan ölçüm sonucu 64,3 dB A, 2. noktadan alınan ölçüm sonucu 61,6 dB A, 3. noktadan alınan ölçüm sonucu 63,9 dB A dir. Ortalama Leg değeri Leg 1,Leg 2,Leg 3 değerleri alttaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.60)

Ortalama Leg değeri 63,4 dB A bulunmuştur. Bu sonuçta bizim iç ortam gürültümüzü verir. Nokta 1, 2,3 te bulduğumuz Leg değerlerinden teker teker hepsini artık ses(sessiz ortam sesi) ten teker teker çıkarırsak bulduğumuz sonuç 3 ile 10 dB arasındaysa düzelme yapılır. Burada bu aralıkta çıkmamıştır ve dolayısıyla düzeltme yapılmamıştır. Düzeltme yapmak için Leg değerlerinin logaritmik ortalama değeri ve sesiz ortam gürültüsü olan artık ses aşağıdaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.60)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.61)'de gösterrilmiştir.

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;
L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;
L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;
L_{resid} artık ses basınç seviyesi
dir.

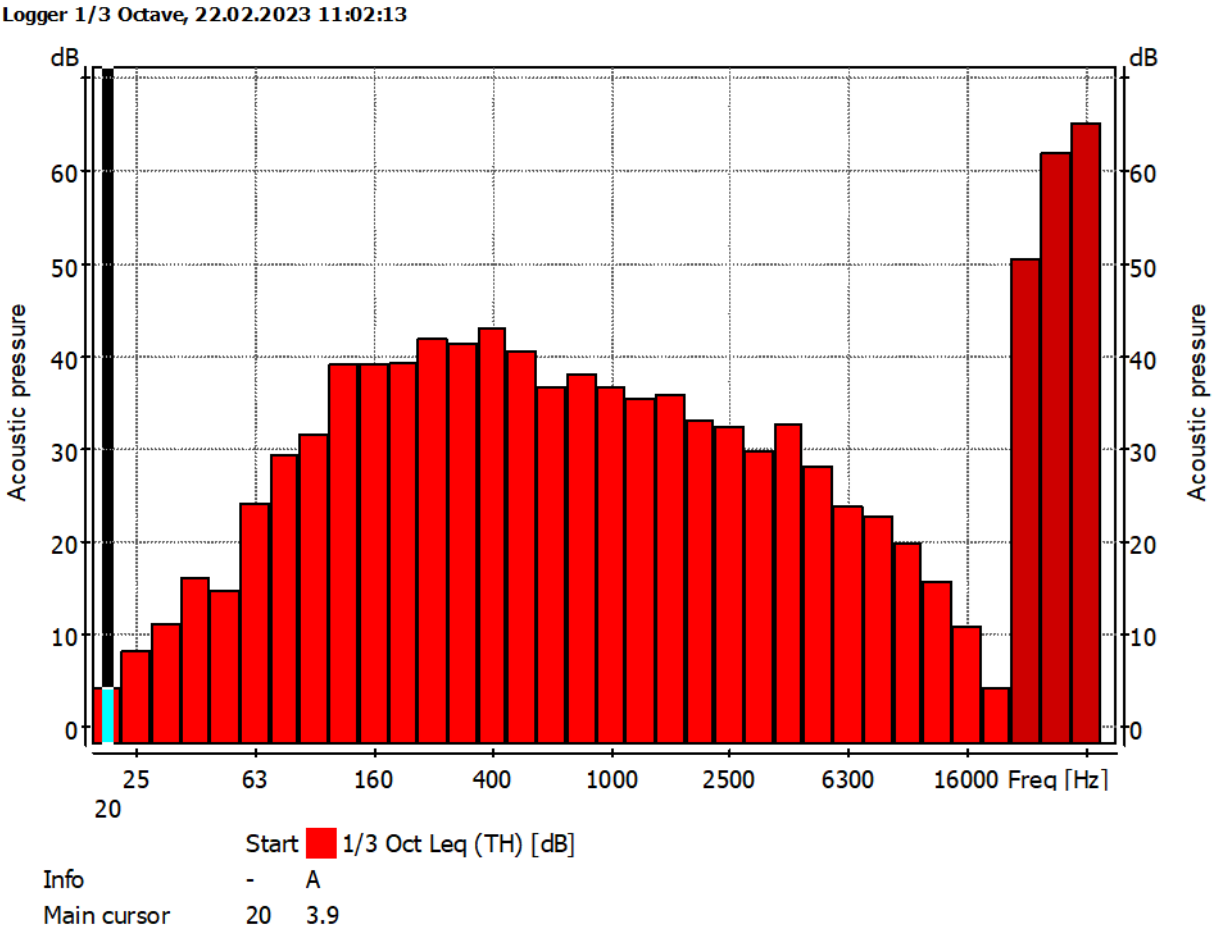
(1.61)

Profile göre bant dağılımı Tablo 3.26'da gösterilmiştir.

Tablo 3.27: Profile göre bant dağılımı

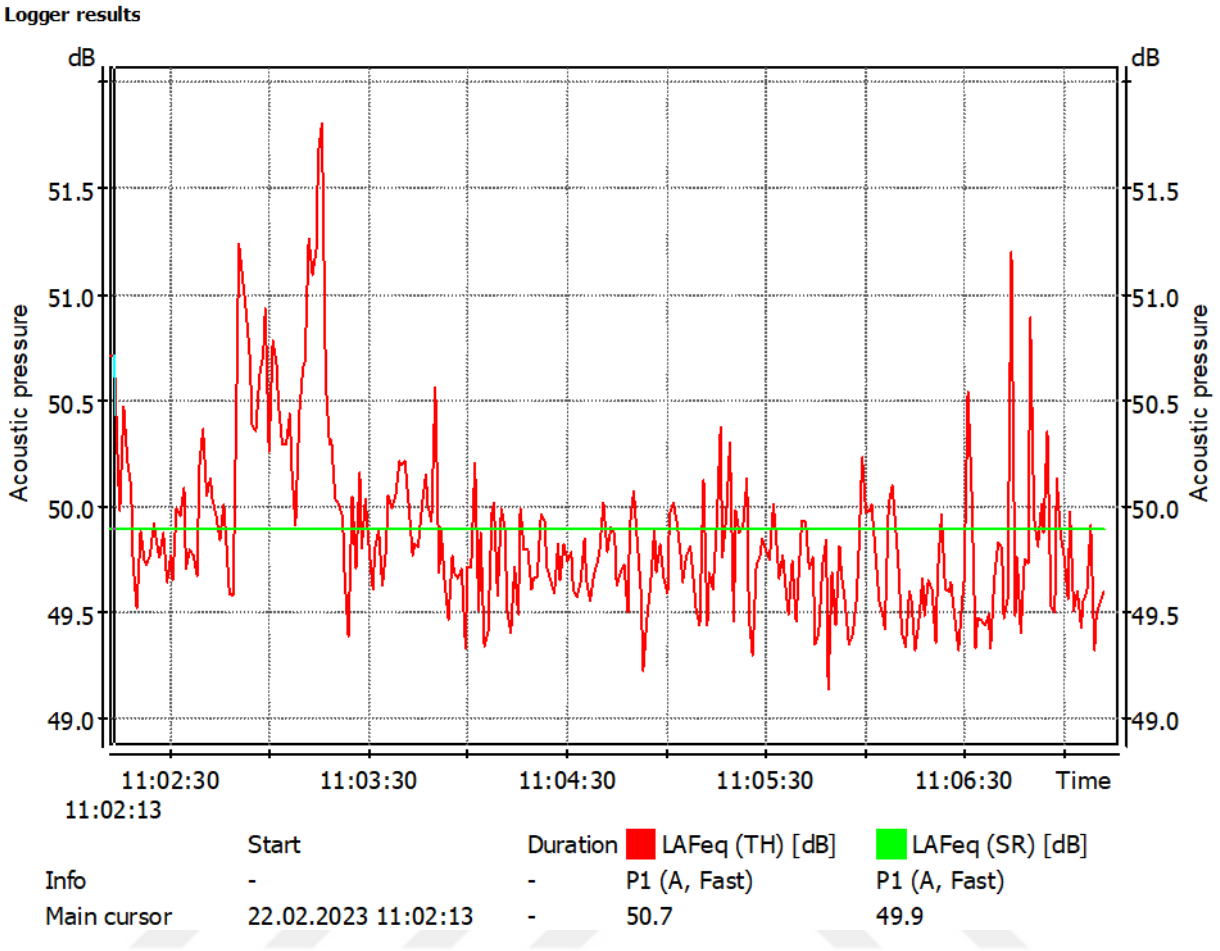
Profile 1	Profile 2	Profile 3
A	A	C
Fast	Fast	Fast

10 Nolu Laboratuvar İçin Sessiz Ortam Gürültü Grafiği



Şekil 3.133: 10 nolu laboratuvar için sessiz ortam gürültüsünün dB frakans grafiği

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç sevişesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 400 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 42,5 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 50 dB A civarındadır LAFeq değeri dB A 49,9 dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden kendi kalibrasyon değeriyle alakalı onunla aşağı yukarı aynıdır. 10 nolu laboratuvar için sessiz ortam gürültüsünün db frakans grafiği Şekil 3.133'de gösterilmiştir.

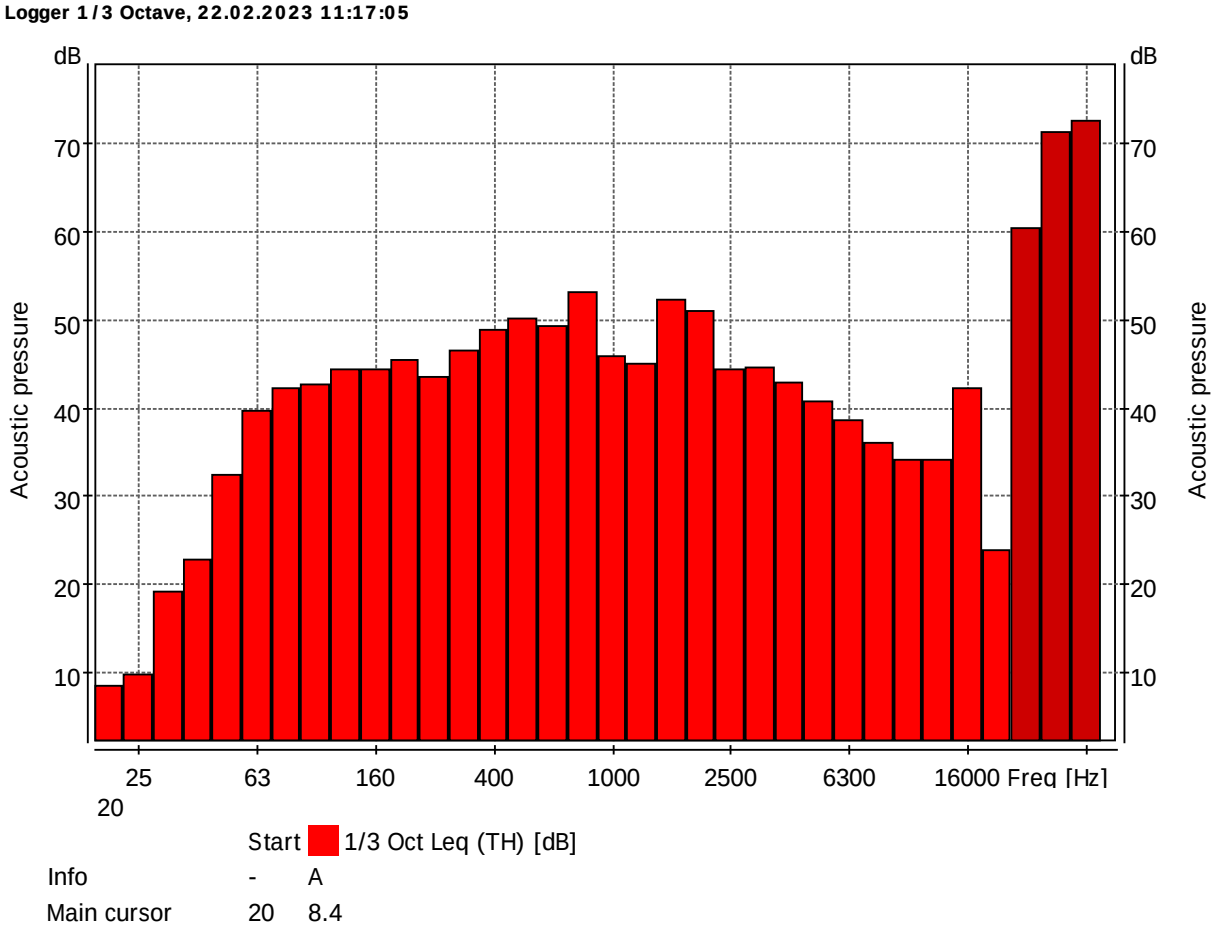


Şekil 3.134: 10 nolu laboratuvar sessiz ortam gürültüsünün dB zaman grafiği

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir, LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 50,7 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri olup LAFeq (SR) 49,9 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. 10 nolu laboratuvar için sessiz ortam gürültüsünün dB zaman grafiği Şekil 3.134'de gösterilmiştir.

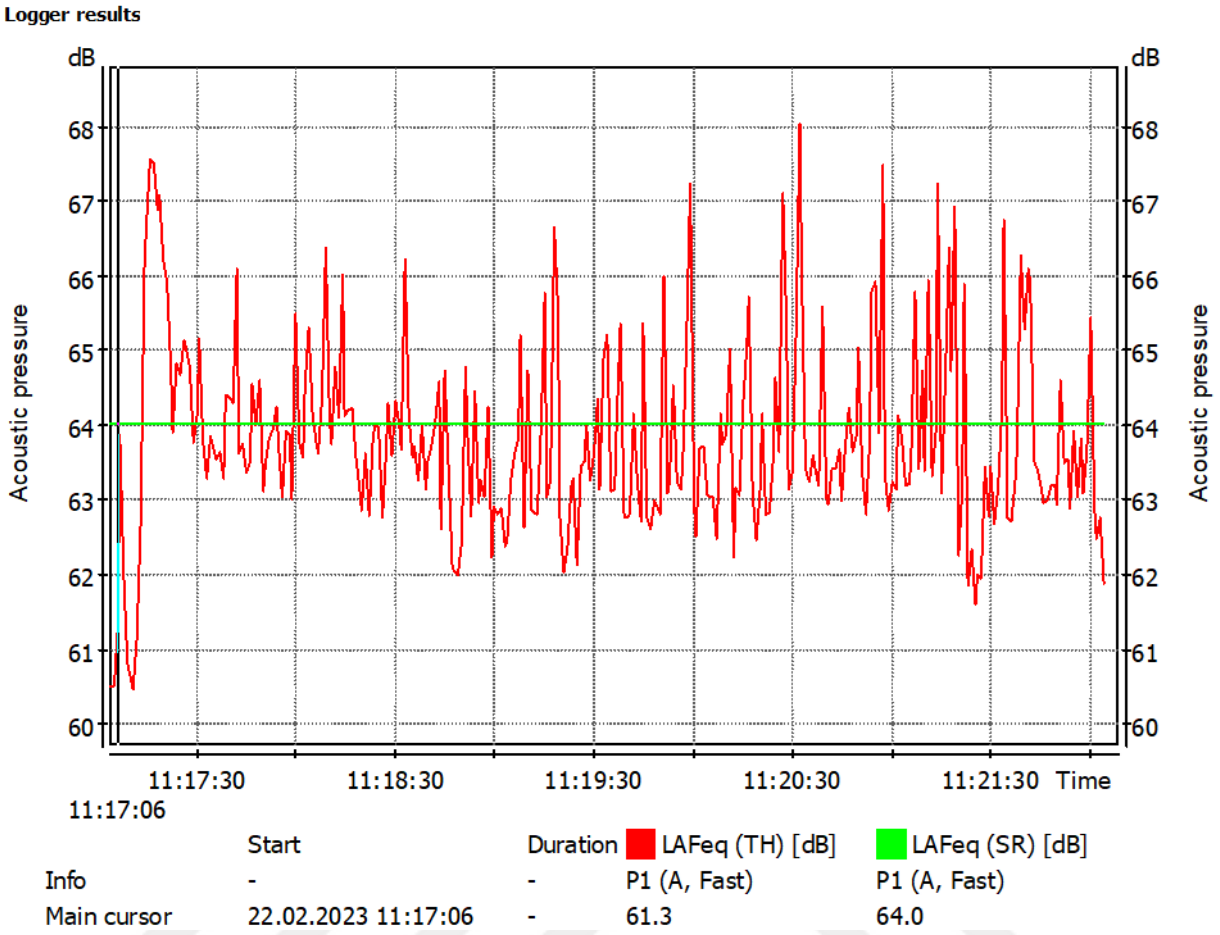
Halkalı (Öğütücü) Degirmen Grafik

1.Ölçüm



Şekil 3.135: Haklalı öğütücü makinesi için dB frakans grafiği 1 ölçüm

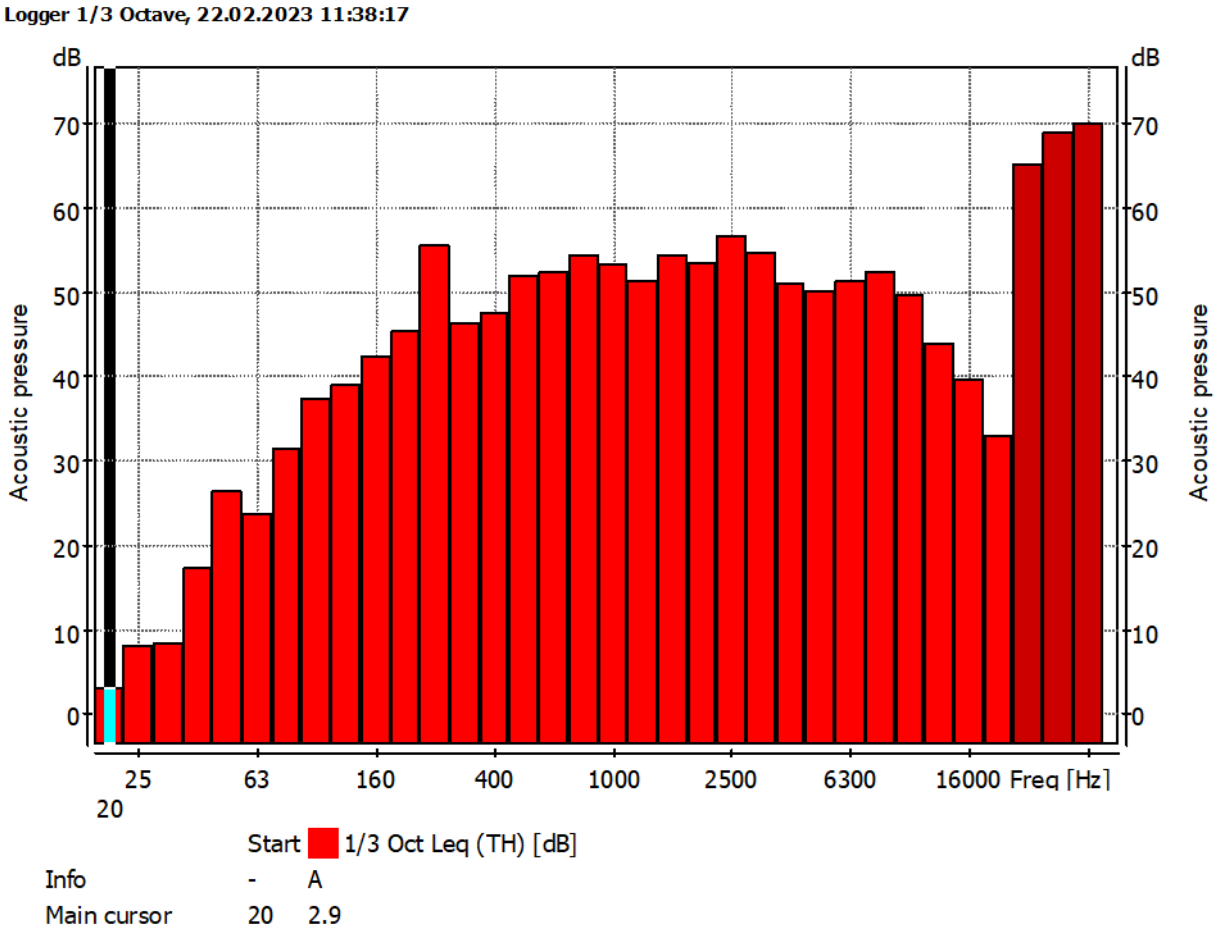
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53,1 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. Toplam ses basıncı seviyesi Total A 60,5 dB A civarındadır LAFeq değeri 64 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Haklalı öğütücü cihazı için dB frekans grafiği 1. ölçüm Şekil 3.135'de gösterilmiştir.



Şekil 3.136: Haklalı öğütücü makinesi için dB zaman grafiği 1 ölçüm

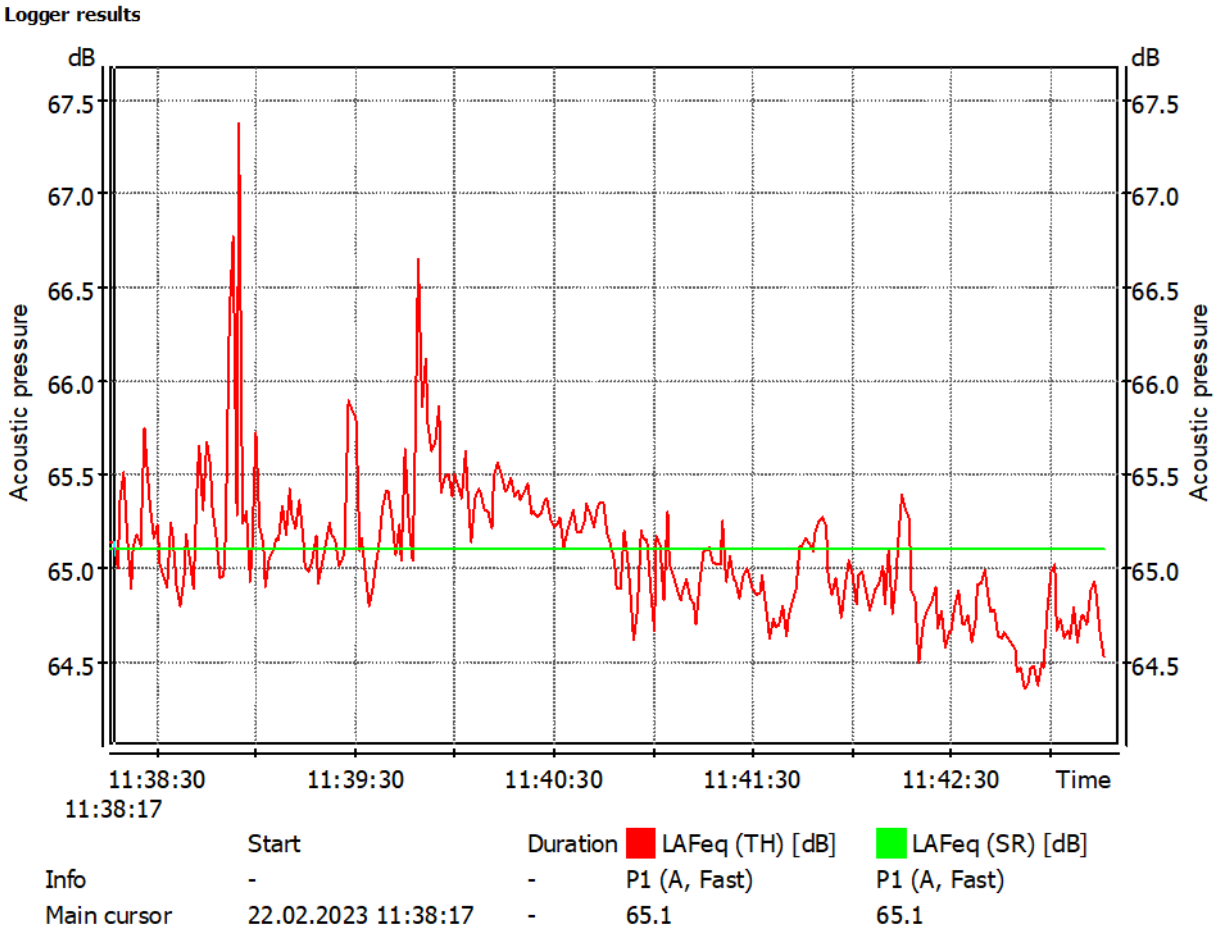
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 61,3 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri olup LAFeq (SR) değeri 64 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Haklalı öğütücü cihazı için dB zaman grafiği 1. ölçüm Şekil 3.136'de gösterilmiştir.

2.Ölçüm



Şekil 3.137: Haklalı öğütücü makinesi için dB frekans grafiği 2. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 2500 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 56,5 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 65,1 dB A civarındadır. LAFeq değeri dB A 65,1 dir. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Haklalı öğütücü cihazı için dB frakans grafiği 2 ölçüm Şekil 3.137'de gösterilmiştir.

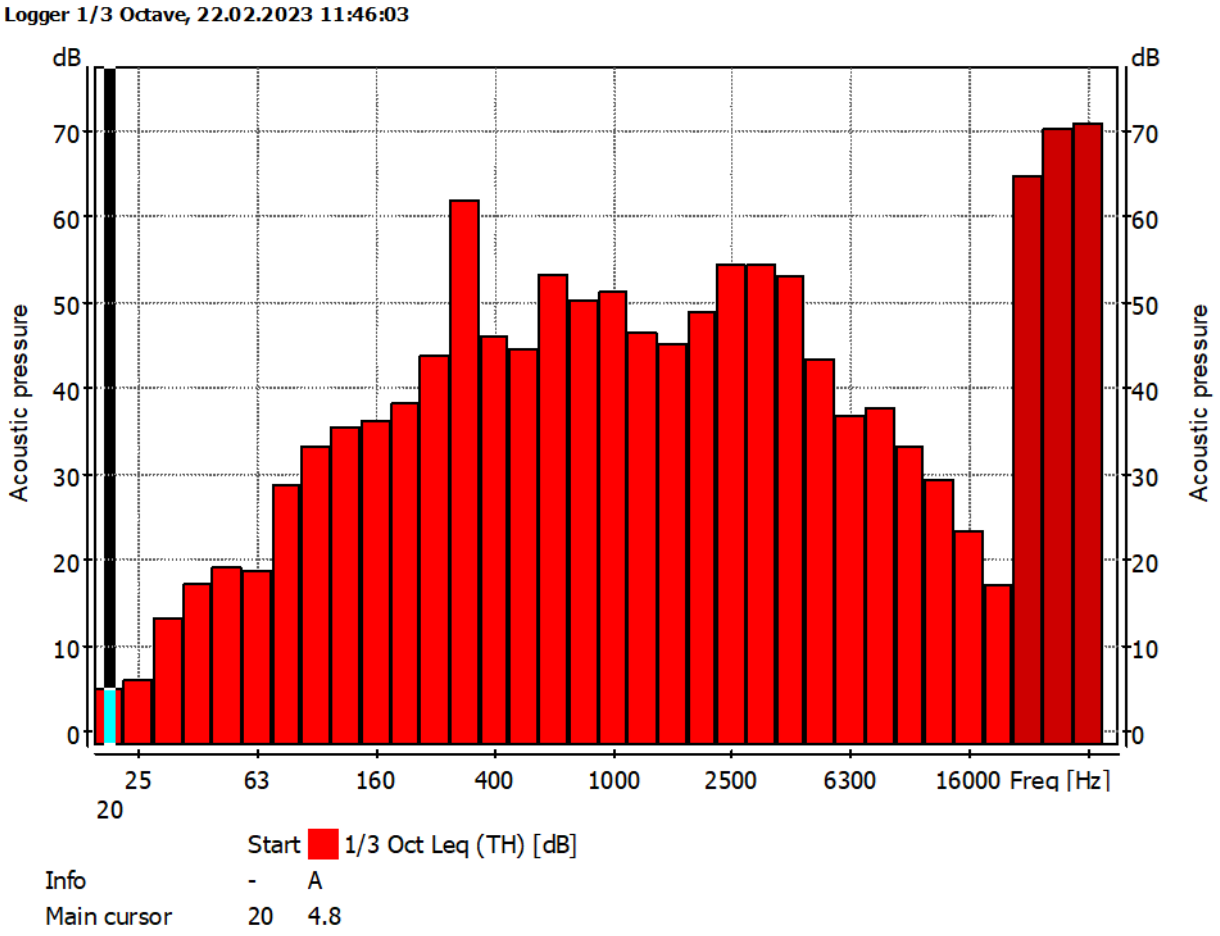


Şekil 3.138: Haklalı öğütücü cihazı için dB zaman grafiği 2. ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB 'i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 65,1 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri olup LAFeq (SR) değeri 65,1 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Haklalı öğütücü cihazı için dB zaman grafiği 2 ölçüm Şekil 3.138'de gösterilmiştir.

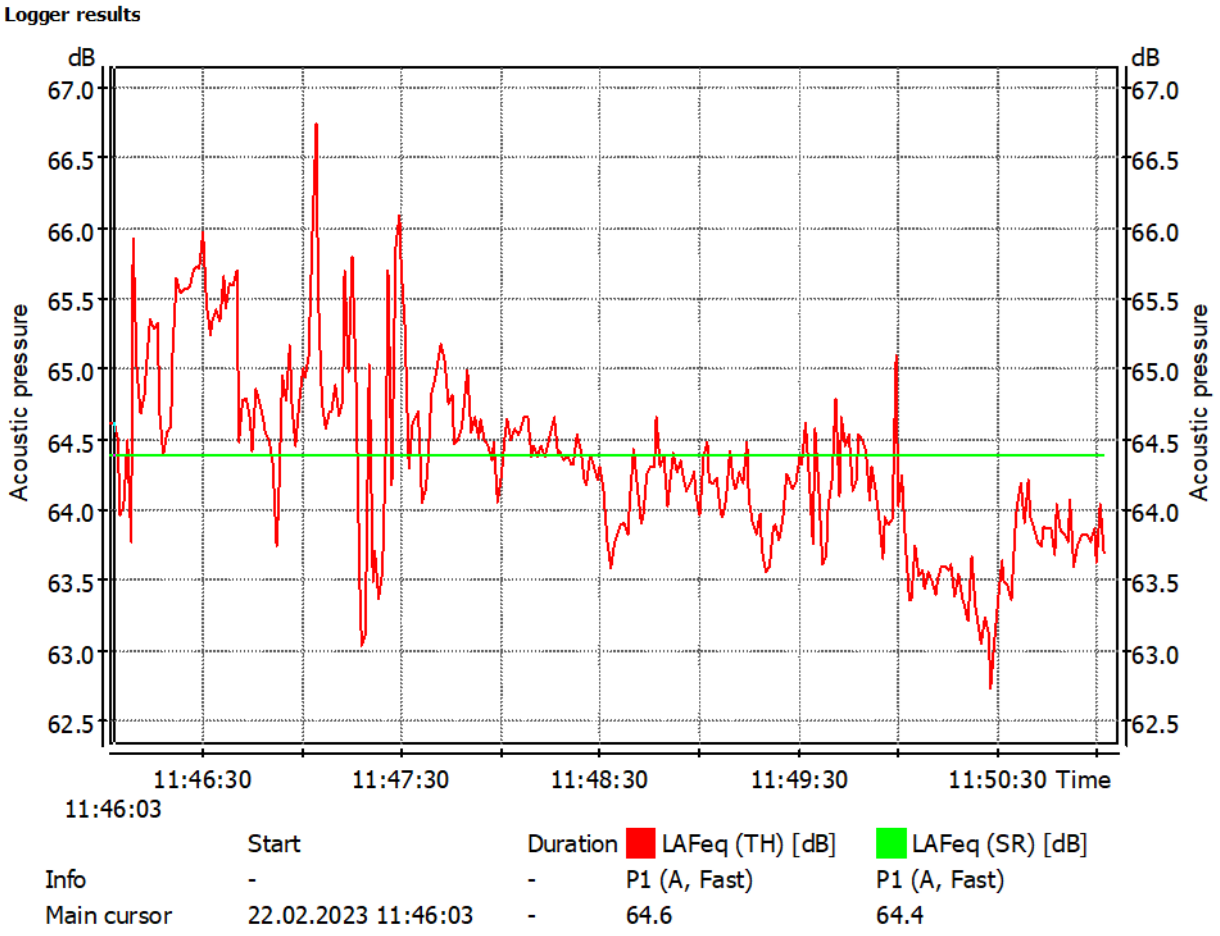
3.Ölçüm

LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri olup aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 3.139: Haklalı öğütücü cihazı için dB frakans grafiği 3. ölçüm

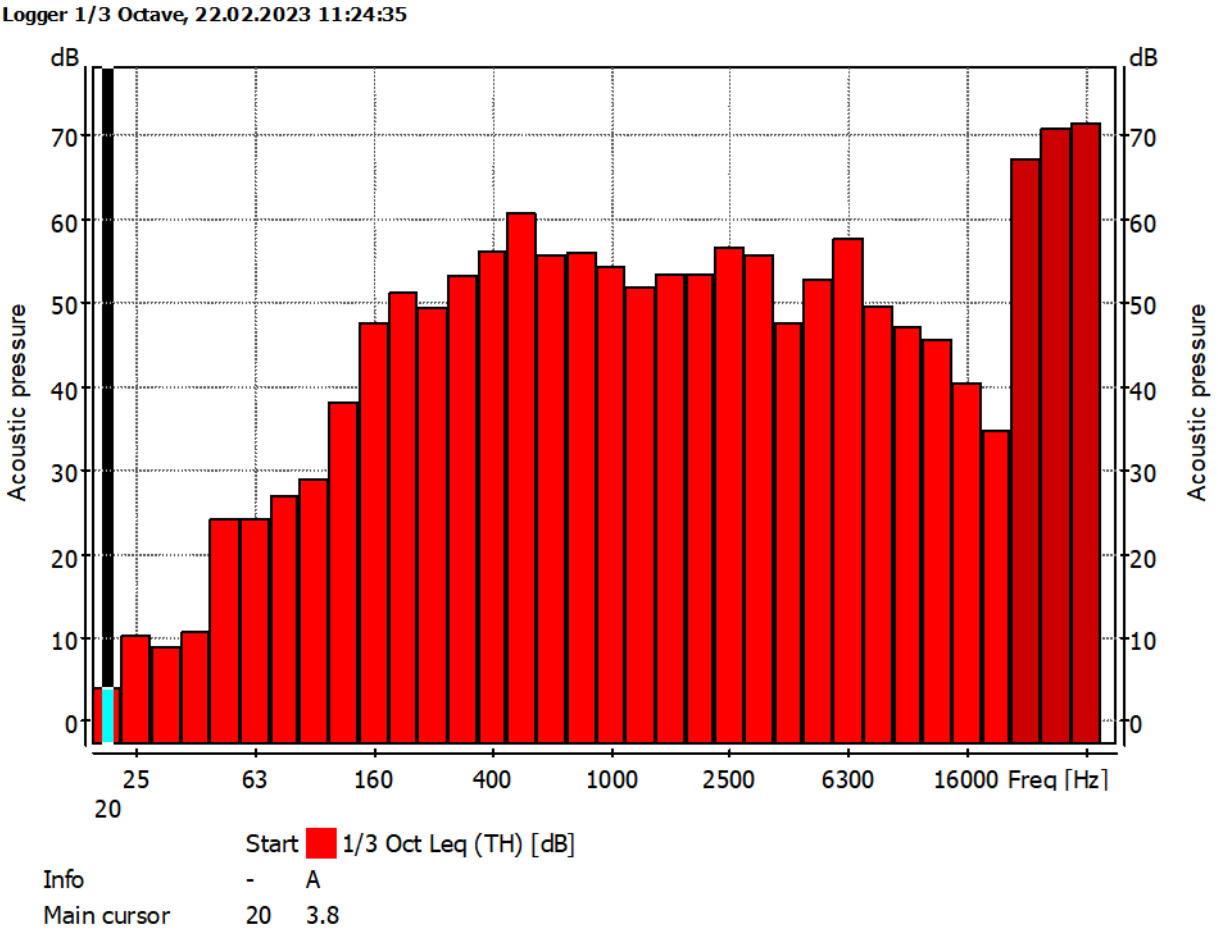
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 315 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 61,2 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 64,3dB A civarındadır LAFeq değeri 64,4 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Haklalı öğütücü cihazı için dB frakans grafiği 3 ölçüm Şekil 3.139'da gösterilmiştir.



Şekil 3.140: Haklalı öğütücü cihazı için dB zaman grafiği 3. ölçüm

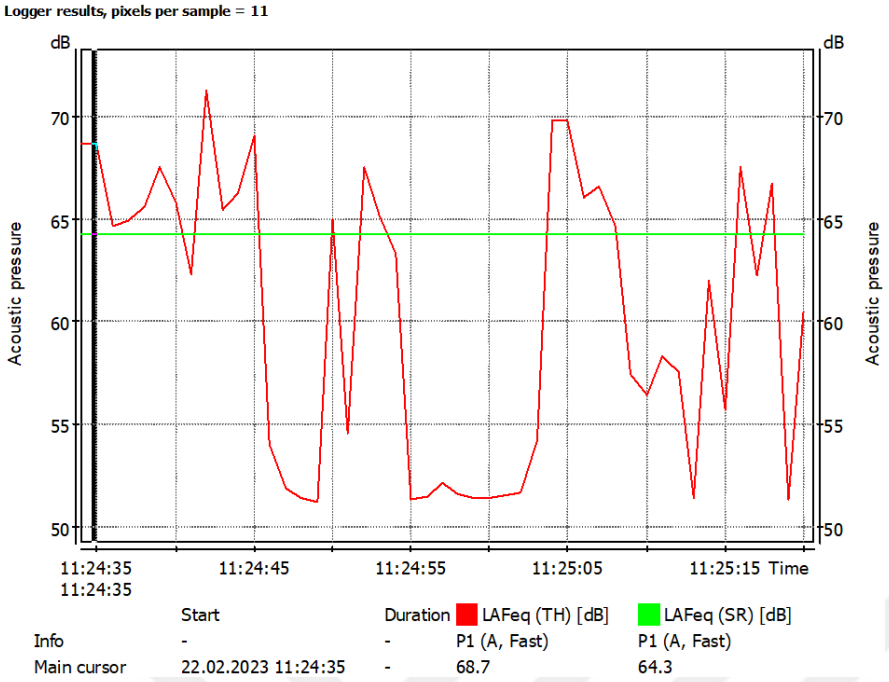
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir, LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 64,5 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 64,4 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Haklalı öğütücü cihazı için dB zaman grafiği 3 ölçüm Şekil 3.140'da gösterilmiştir.

Sıcak Soğuk Pres Cihazi İçin Grafik



Şekil 3.141: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 1. ölçüm

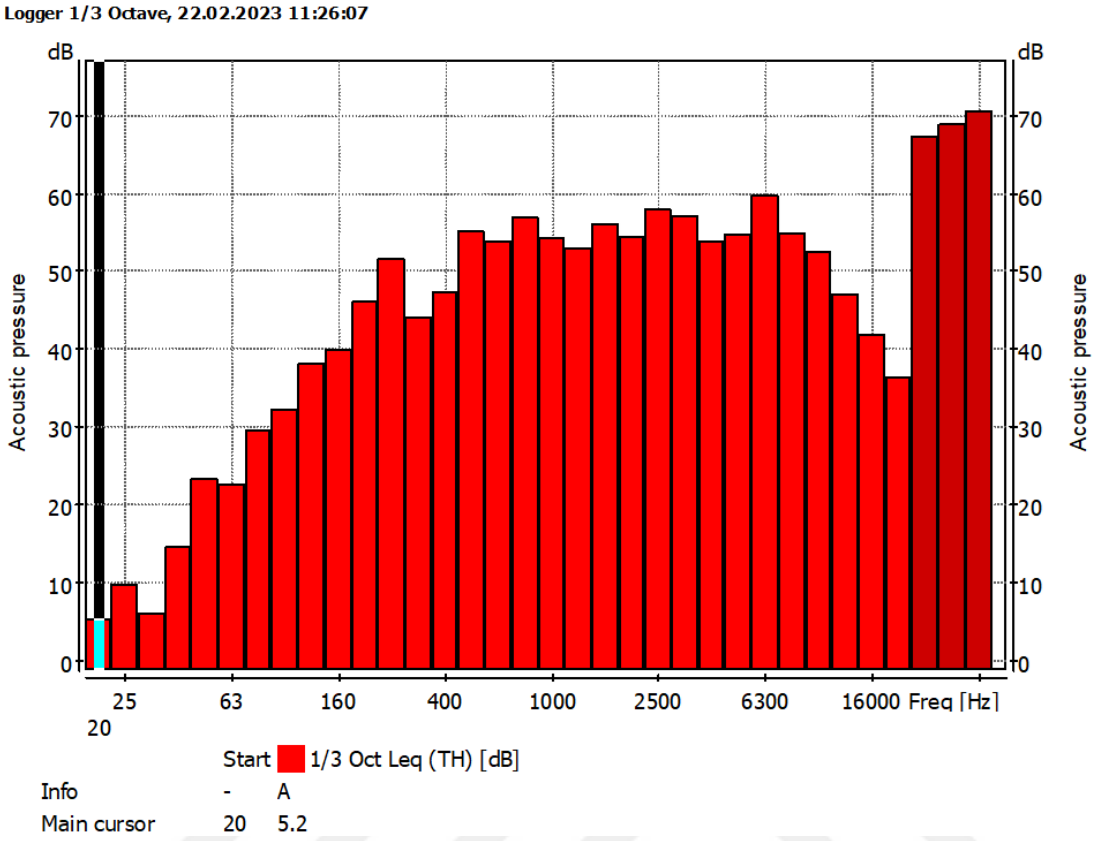
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 500 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 60,7 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 67,3 dB A civarındadır LAFeq değeri 64,3 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frakans grafiği 1. ölçüm Şekil 3.141'de gösterilmiştir.



Şekil 3.142: Sıcak Soğuk Pres cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm

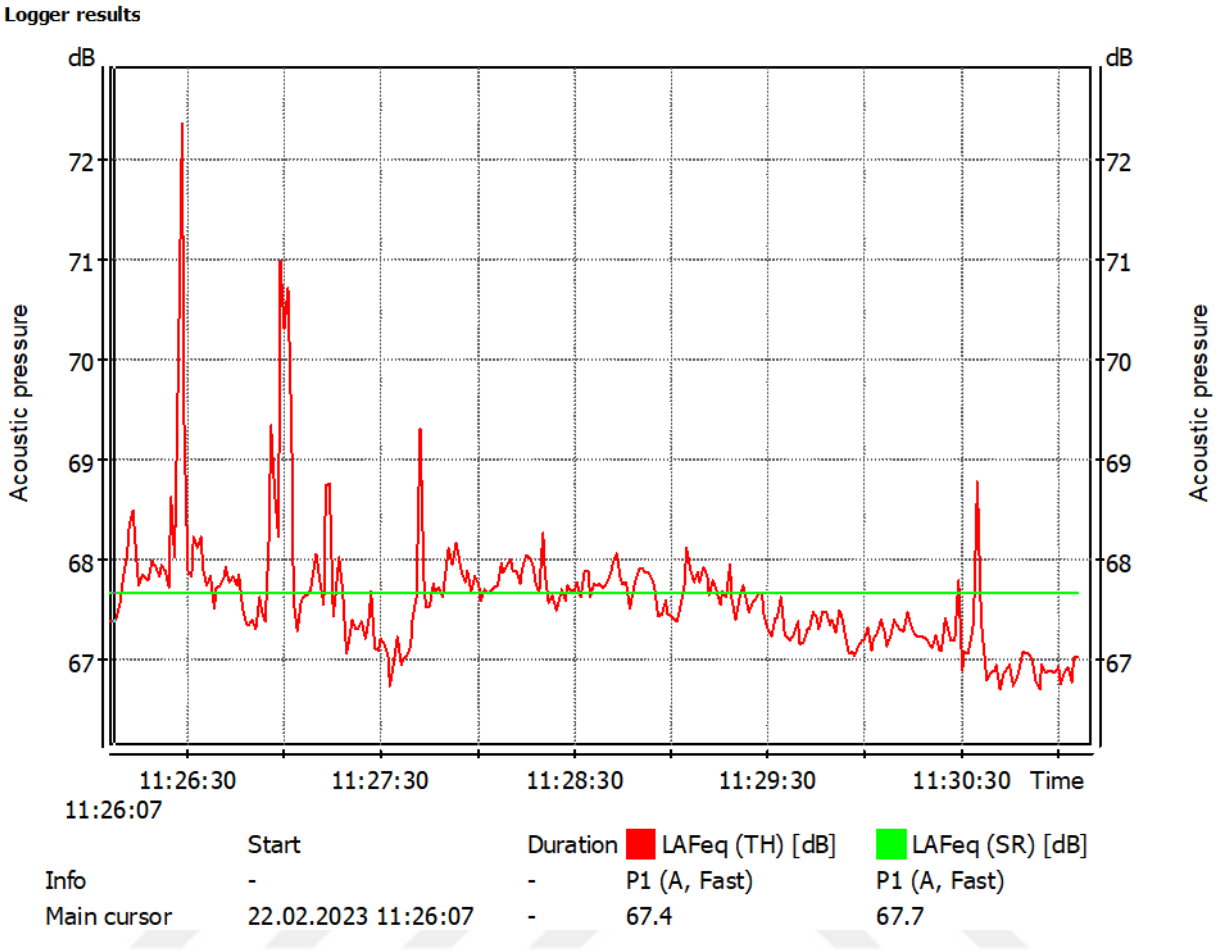
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir, LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 68,7 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 64,3 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Sıcak Soğuk Pres cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm Şekil 3.142'de gösterilmiştir.

2 Ölçüm



Şekil 3.143: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 2. ölçüm

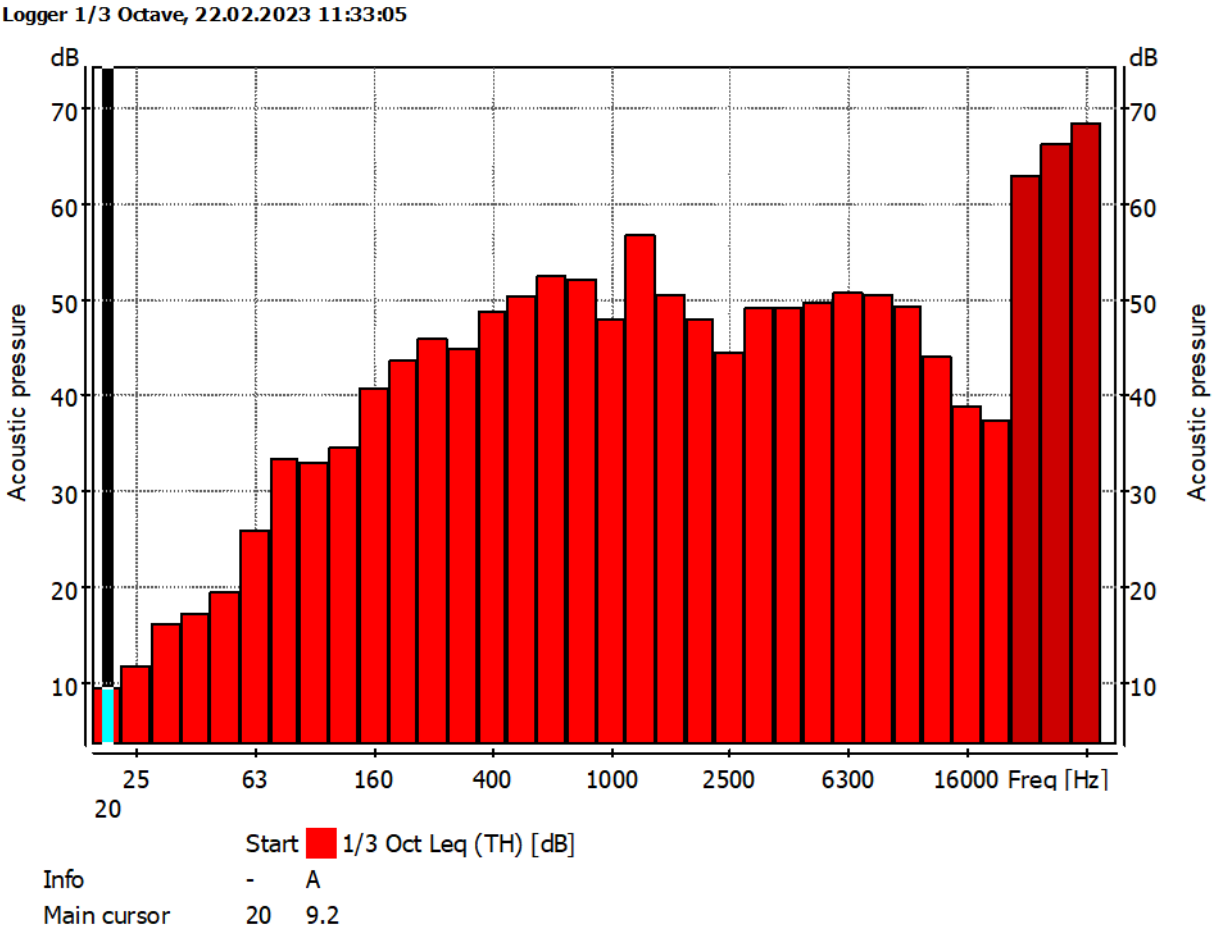
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 6300 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 60 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 67,4 dB A civarındadır LAFeq değeri 67,7 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frakans grafiği 2. ölçüm Şekil 3.143'te gösterilmiştir.



Şekil 3.144: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB zaman grafiği 2 ölçüm

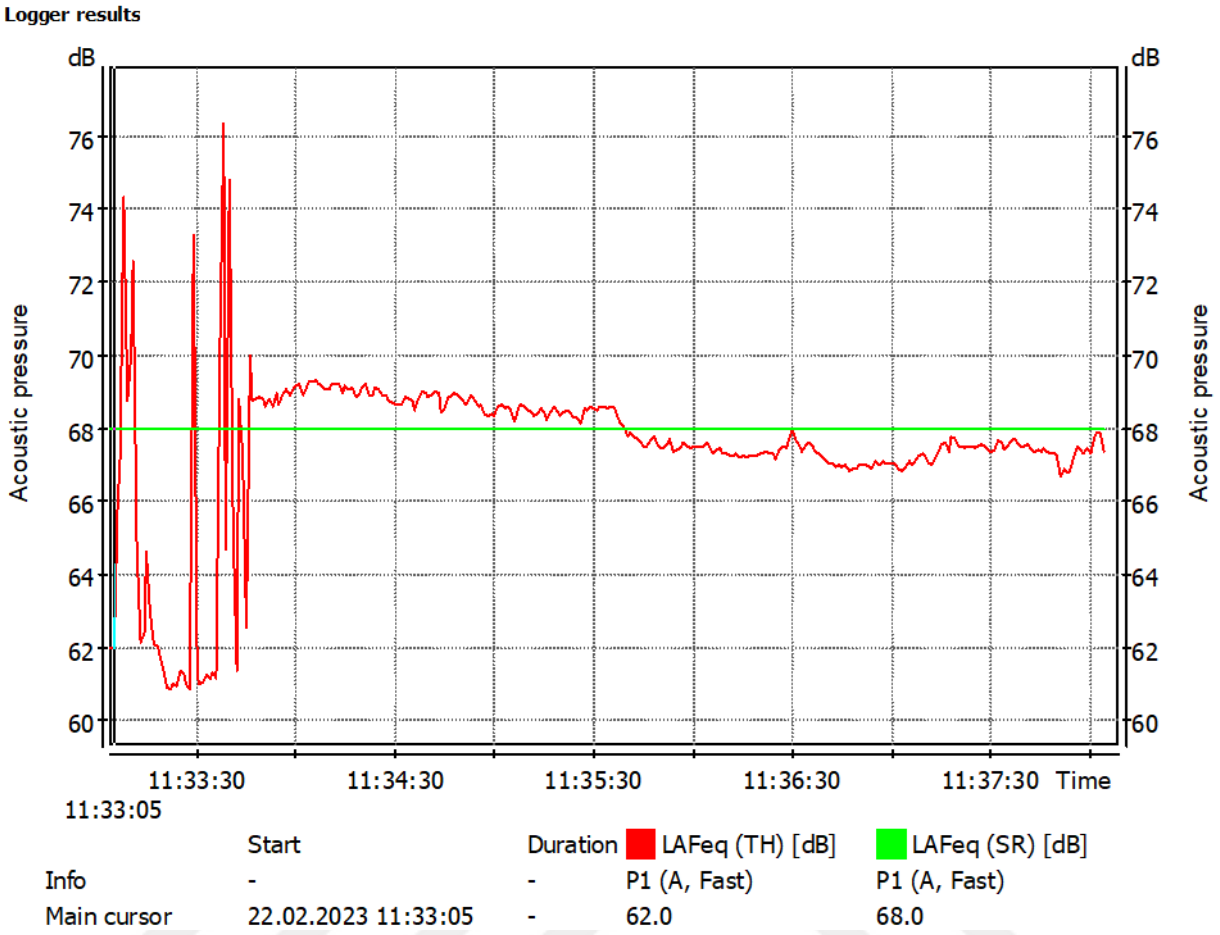
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 67,4 dB A LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması olup LAFeq (SR) değeri 67,7 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB zaman grafiği 2 ölçüm Şekil 3.144'te gösterilmiştir.

3.Ölçüm



Şekil 3.145: Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 3. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 1250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 56,9 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 62,9 dB A civarındadır LAFeq değeri 68 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Sıcak Soğuk Pres cihazi için dB frekans grafiği 1. ölçüm Şekil 3.145'te gösterilmiştir.



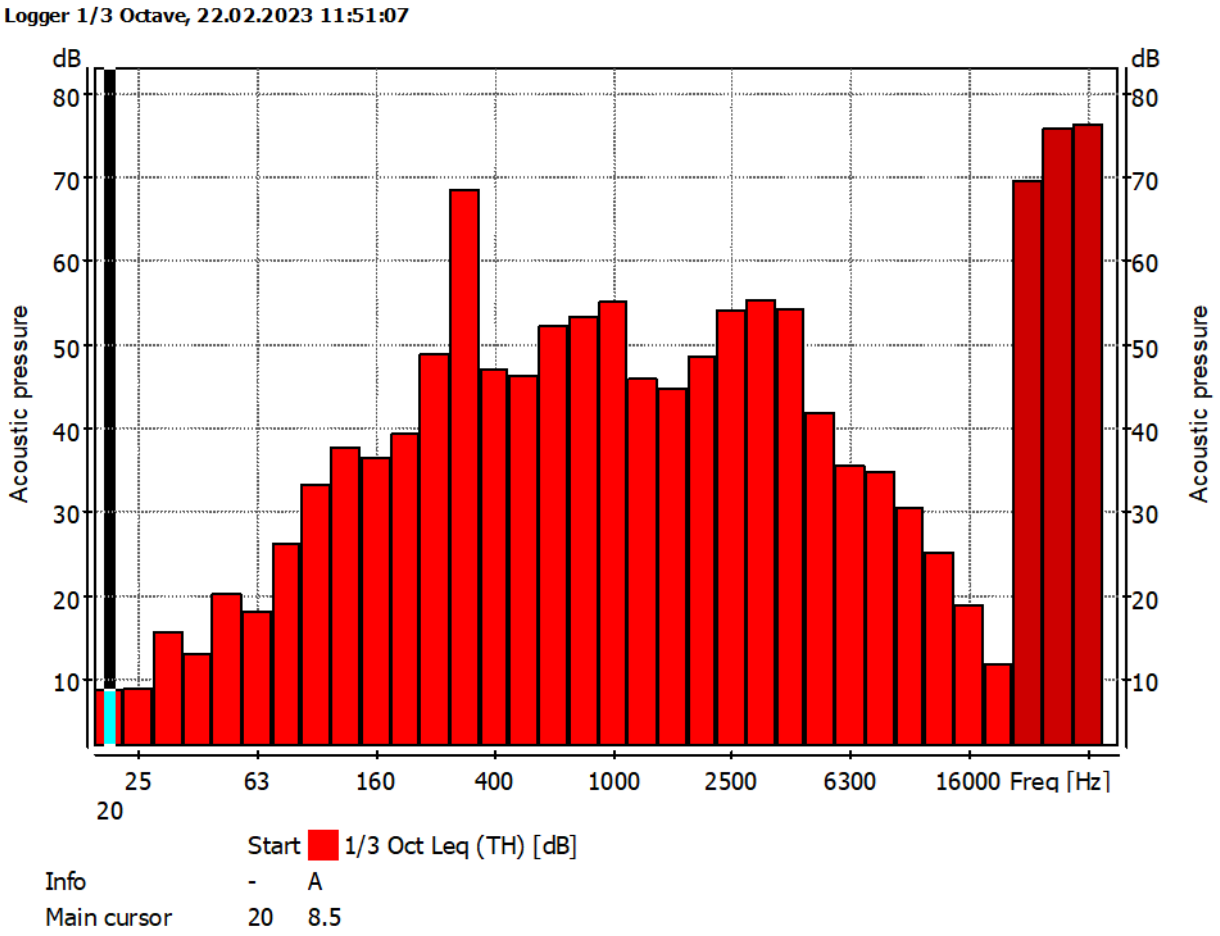
Şekil 3.146: Sıcak Soğuk Pres cihazı için dB zaman grafiği 3 ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB'i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 62 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 68 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Sıcak Soğuk Pres cihazı için dB zaman grafiği 3 ölçüm Şekil 3.146'da gösterilmiştir.

Hidrolik Pres Makinesi İçin İç Ortam Gürültü Grafikleri

1 Ölçüm

LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri olup

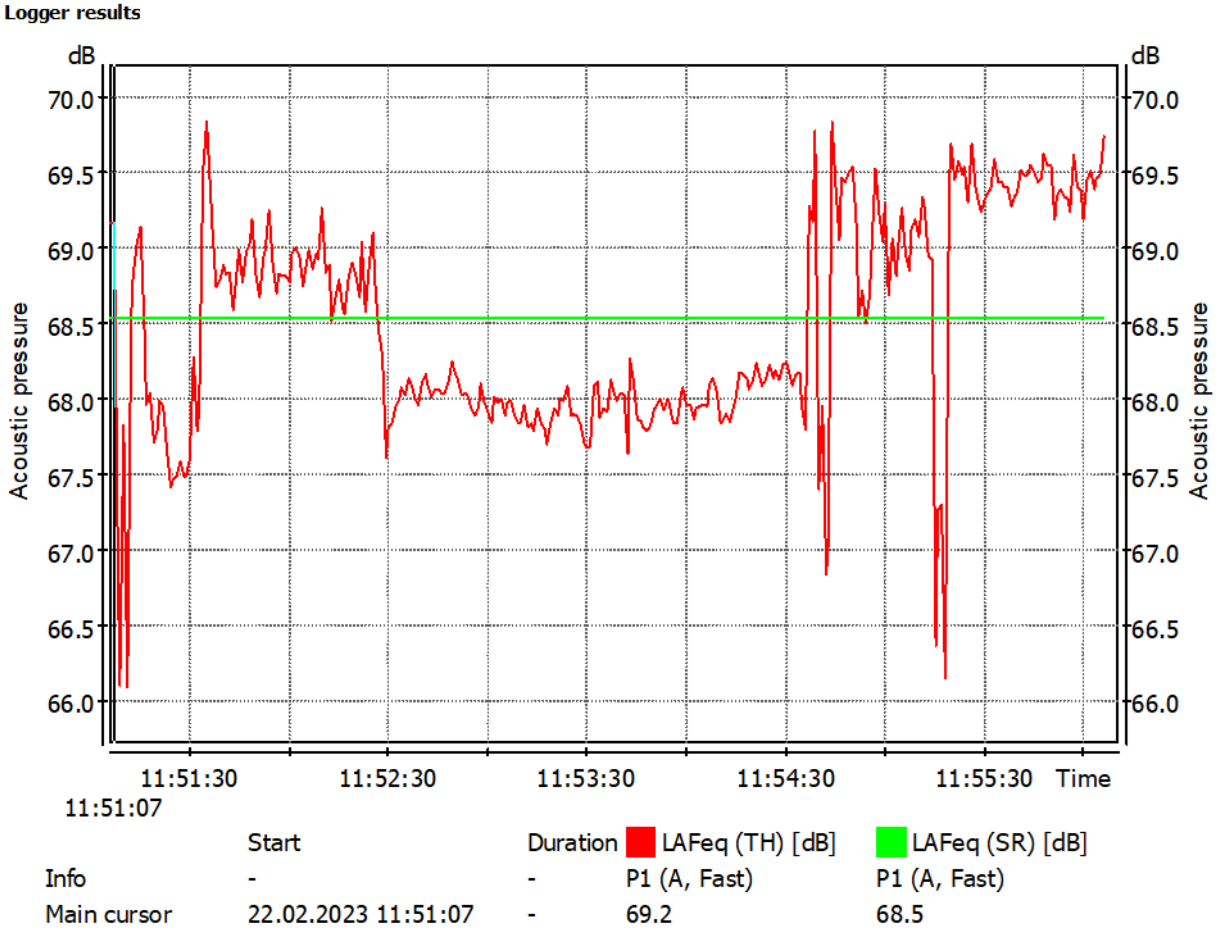


Şekil 3.147: Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 1 ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 315 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 68,4 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 69,4 dB A civarındadır LAFeq değeri 68,5 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi

belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 1 ölçüm Şekil 3.147'de gösterilmiştir.

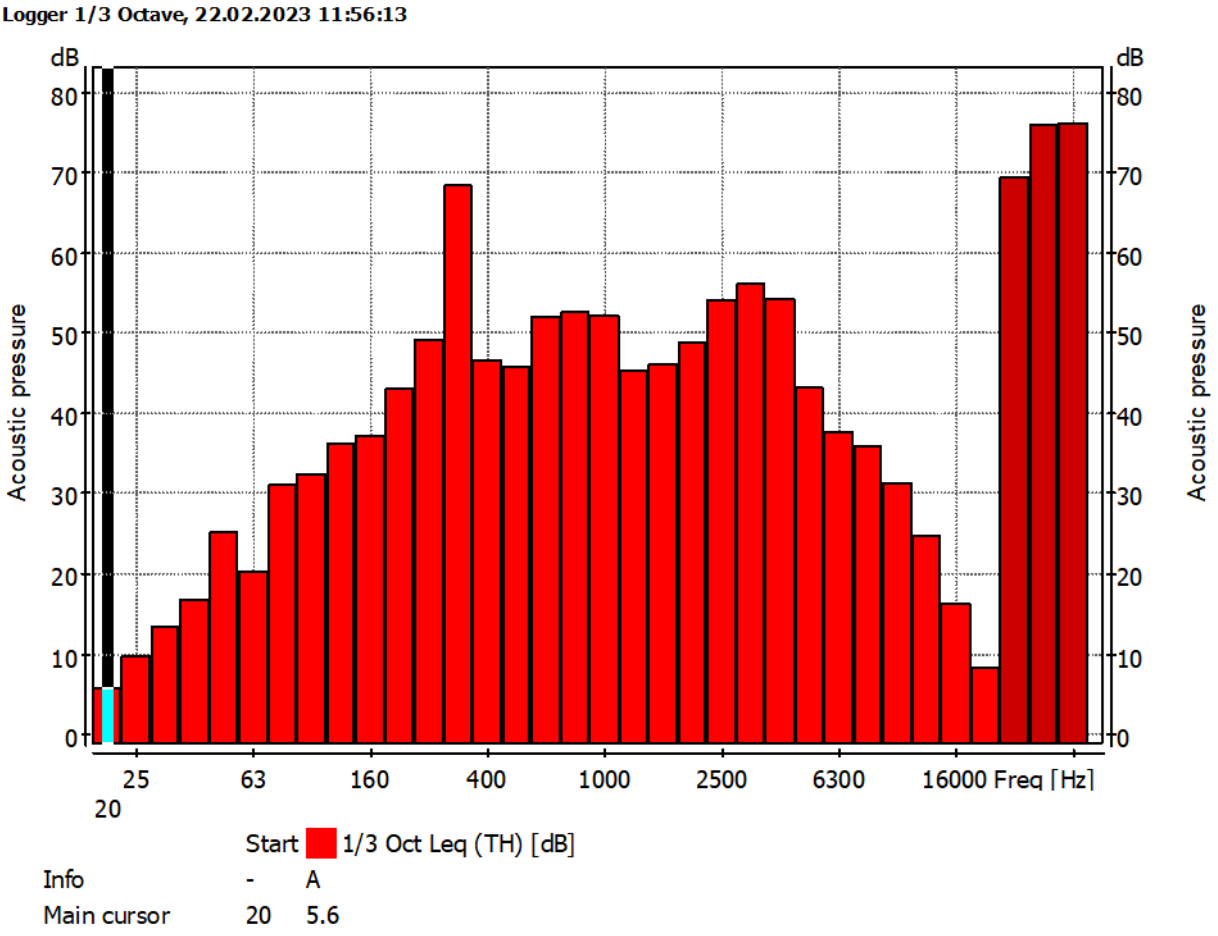
2.Ölçüm



Şekil 3.148: Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm

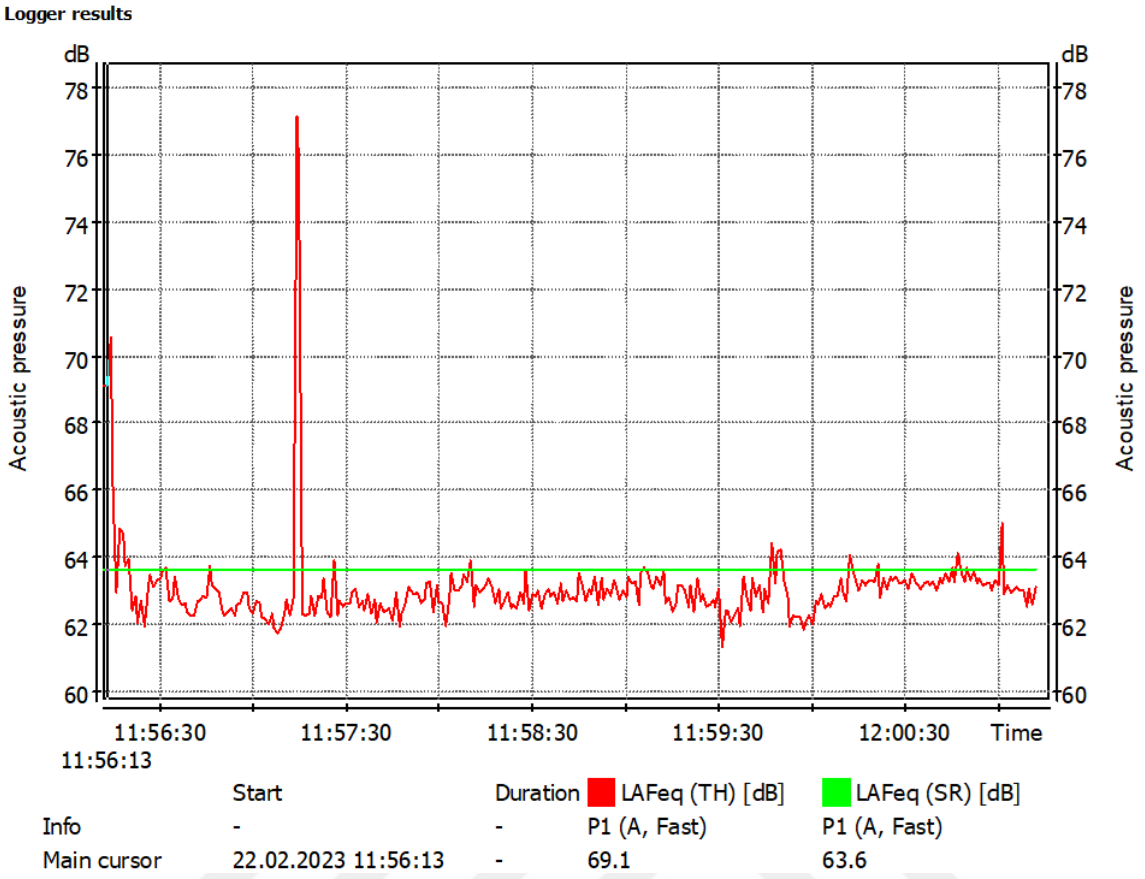
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama LAFeq (TH) değeri 69,2 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 68,5 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm Şekil 3.148'de gösterilmiştir.

2.Ölçüm



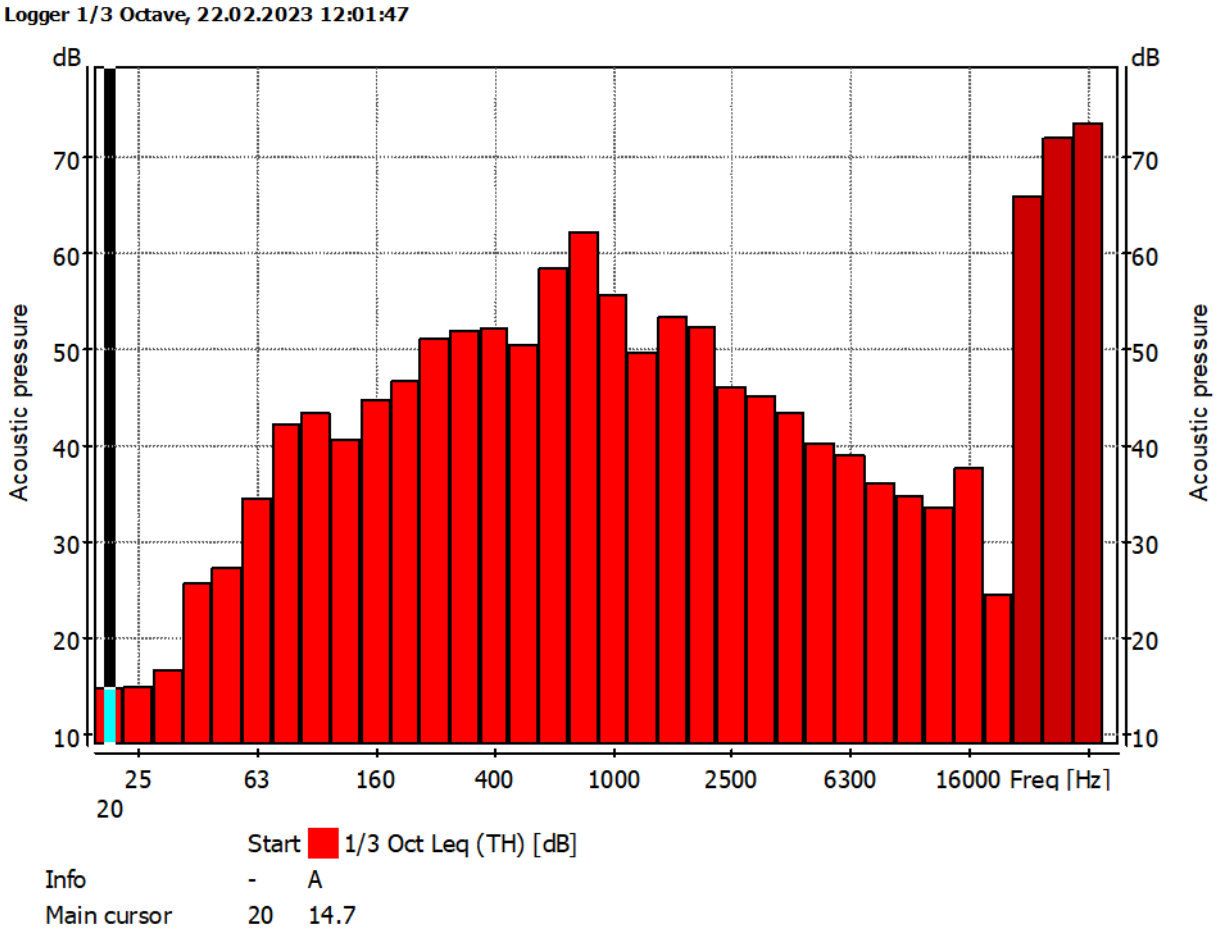
Şekil 3.149: Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 2 ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 315 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 68,3 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total 69,3 dB A civarındadır LAFeq değeri 63,6 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 2 ölçüm Şekil 3.149'da gösterilmiştir.



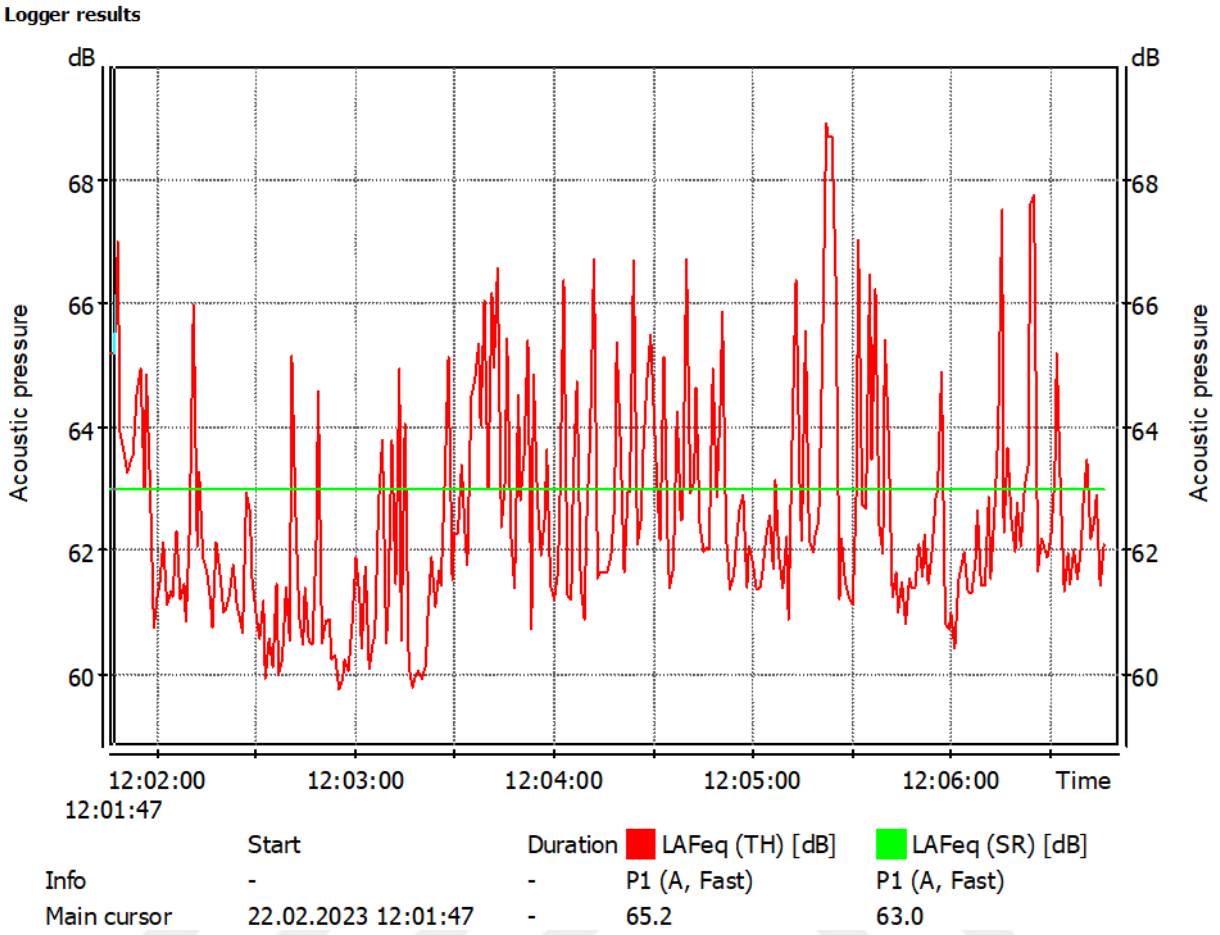
Şekil 3.150: Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 2.ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir, LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama LAFeq (TH) değeri 69,1 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 63,6 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm Şekil 3.150'de gösterilmiştir.



Şekil 3.151: Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 3 ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 62,3 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 66 dB A civarındadır LAFeq değeri 63 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Hidrolik pres cihazı için dB frekans grafiği 3 ölçüm Şekil 3.151'de gösterilmiştir.

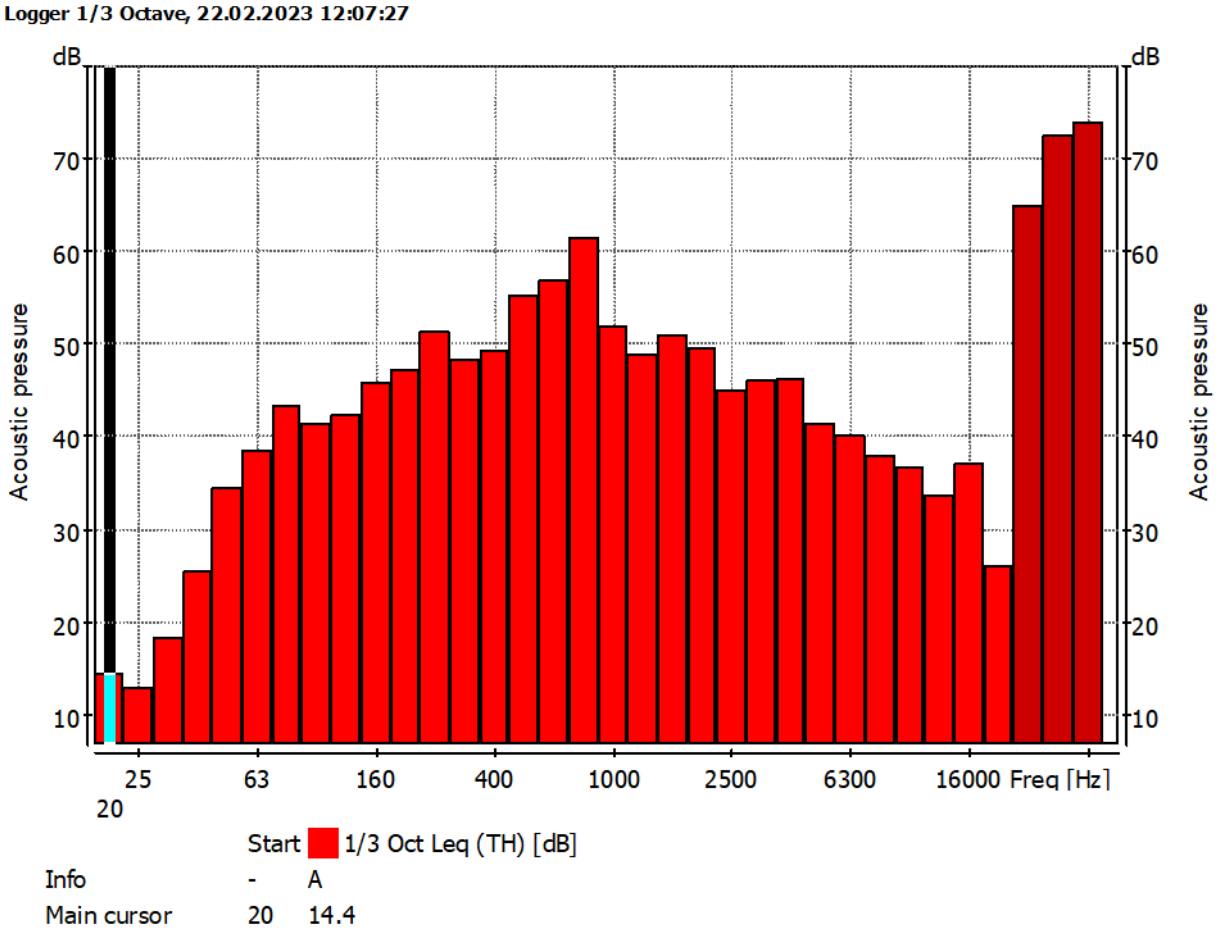


Şekil 3.152: Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 3. ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB'i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 65,2 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması olup LAFeq (SR) değeri 63 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Hidrolik pres cihazı için dB zaman grafiği 3. ölçüm Şekil 3.152'de gösterilmiştir.

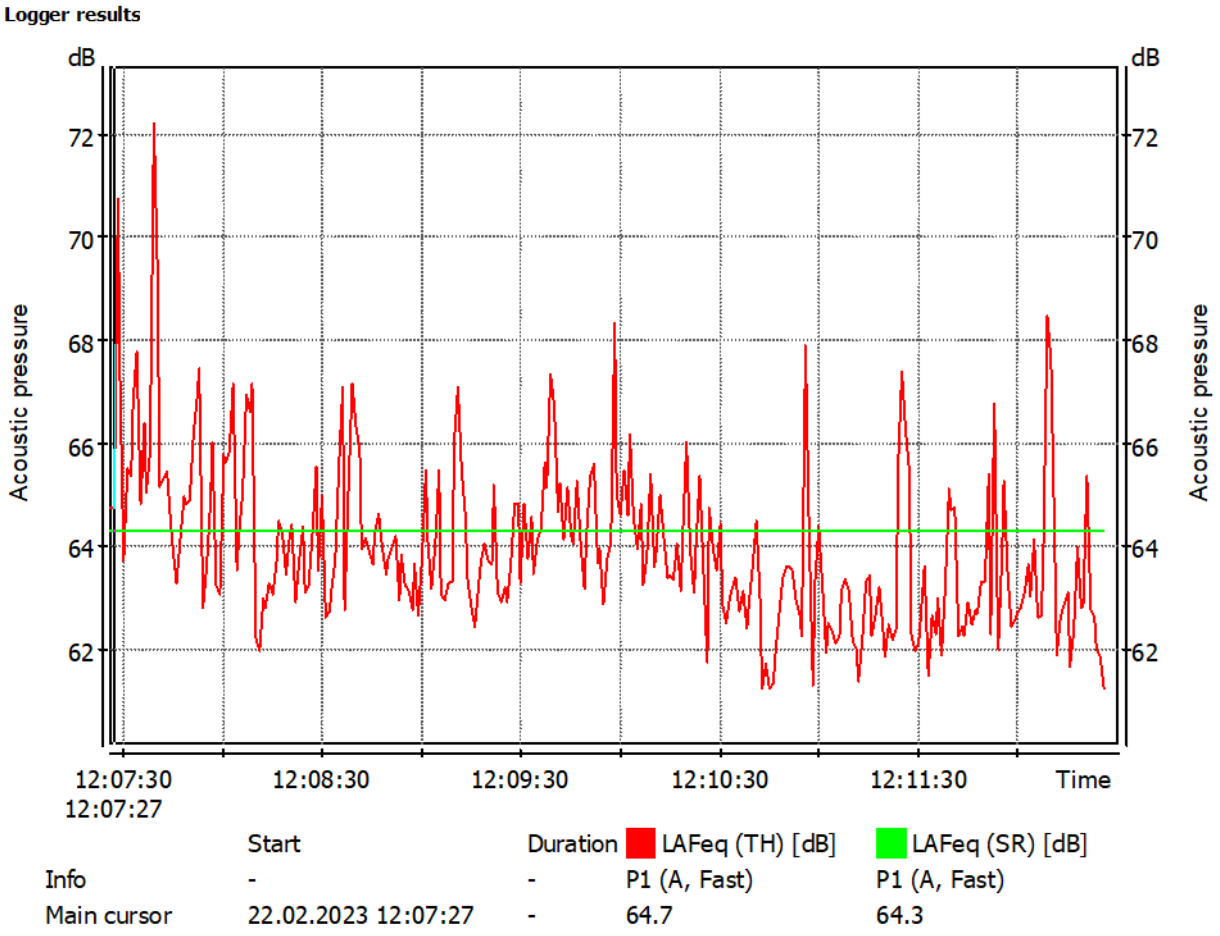
Zımpara Cihazı İç Ortam Gürültü Grafikleri

1 Ölçüm



Şekil 3.153: Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 1. ölçüm

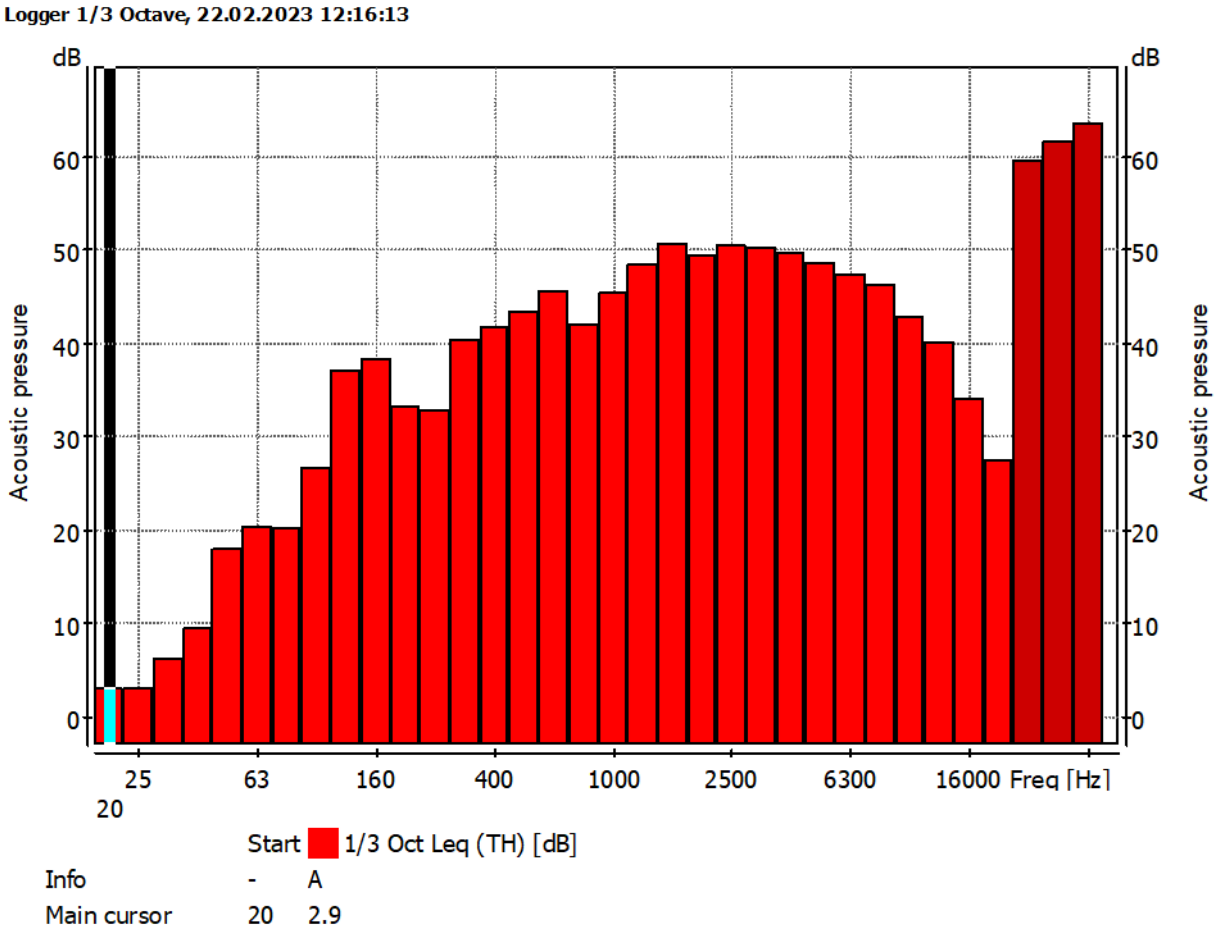
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 61,5 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 65 dB A civarındadır LAFeq değeri 64,3 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 1. ölçüm Şekil 3.153'te gösterilmiştir.



Şekil 3.154: Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 1. ölçüm

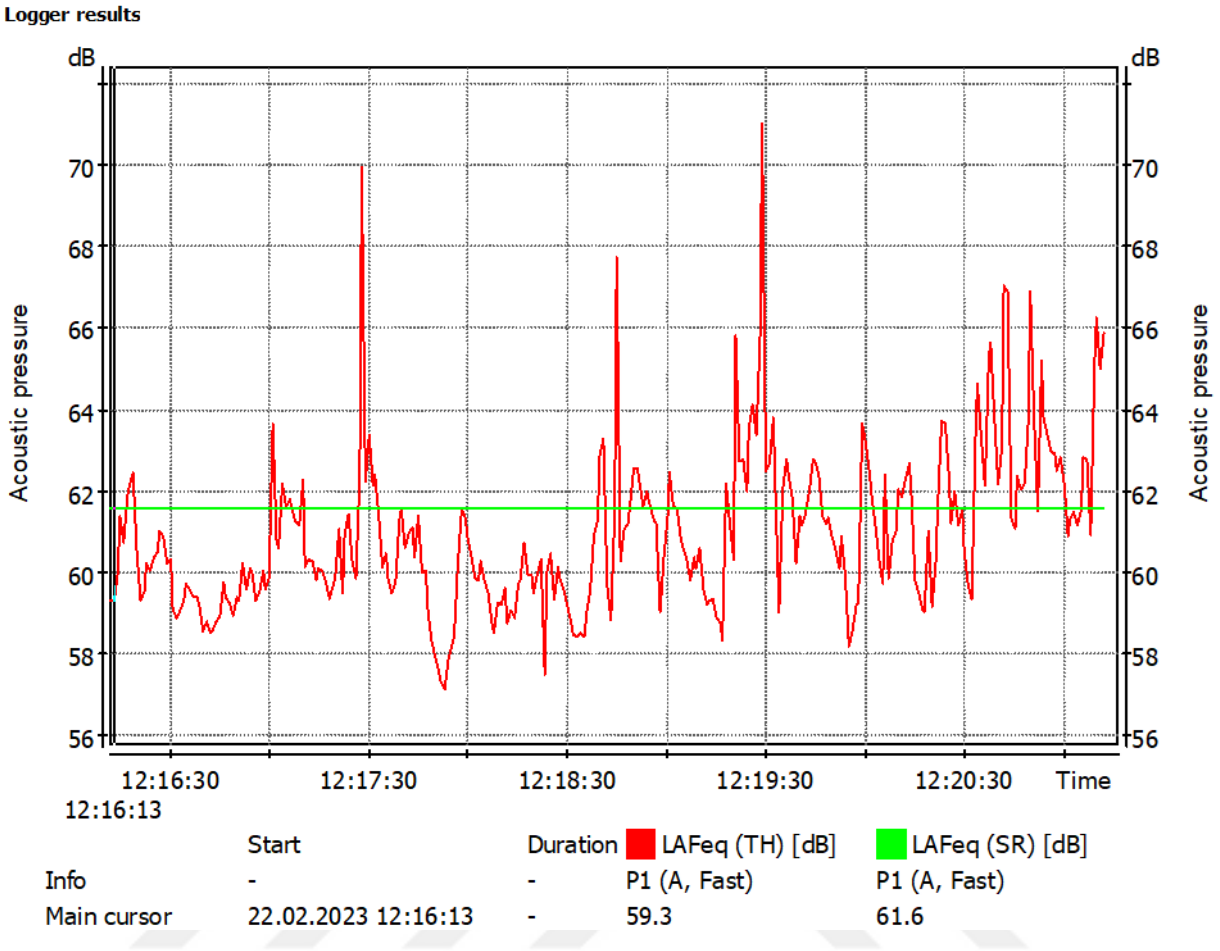
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 64,7 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması olup LAFeq (SR) değeri 64,5 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 1 ölçüm Şekil 3.154'te gösterilmiştir.

2. Ölçüm



Şekil 3.155: Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 2.ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 1600 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 50,6 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 59,5 dB A civarındadır LAFeq değeri dB A 61,6 dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 2.ölçüm Şekil 3.155'te gösterilmiştir.

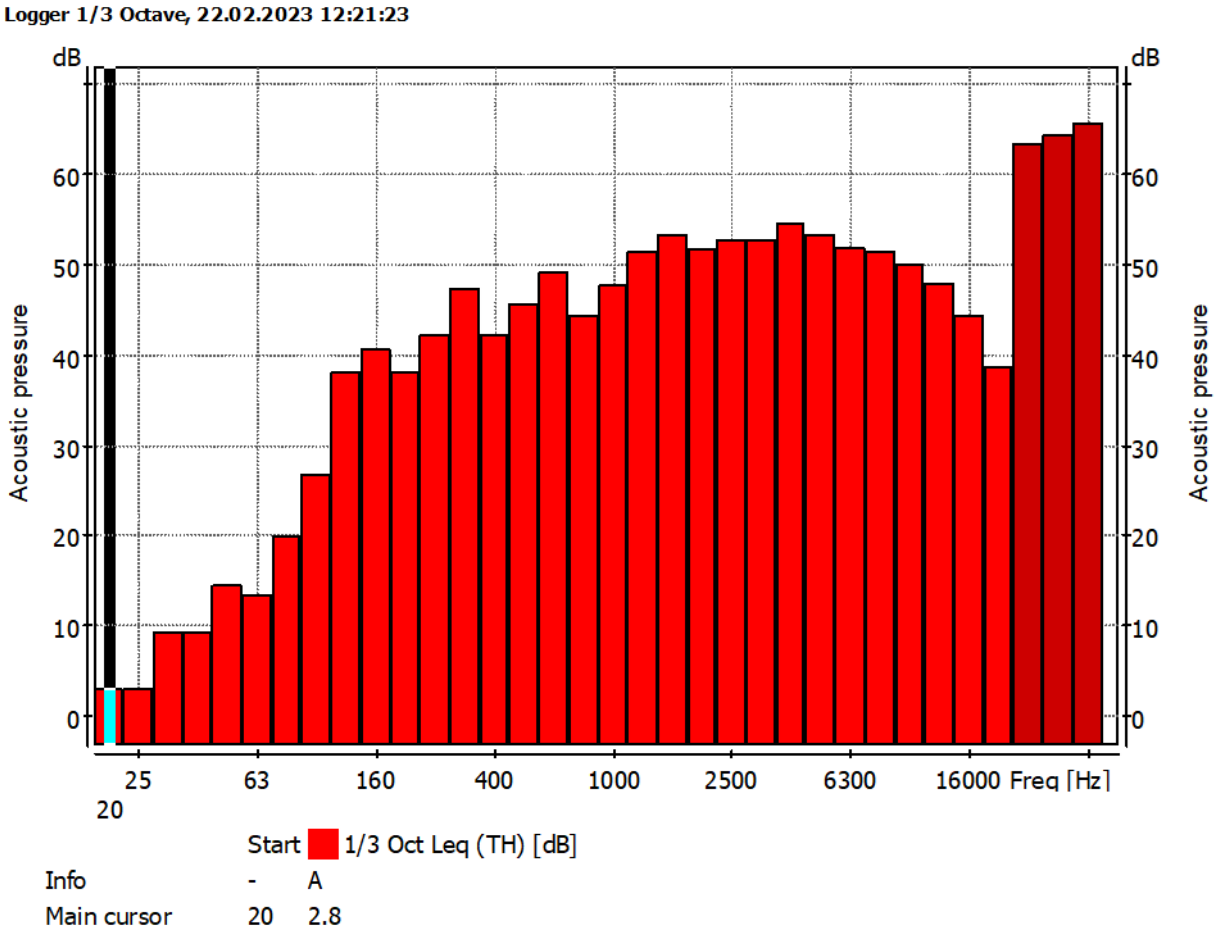


Şekil 3.156: Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 2.ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 59,3 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 61,6 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 2.ölçüm Şekil 3.156'da gösterilmiştir.

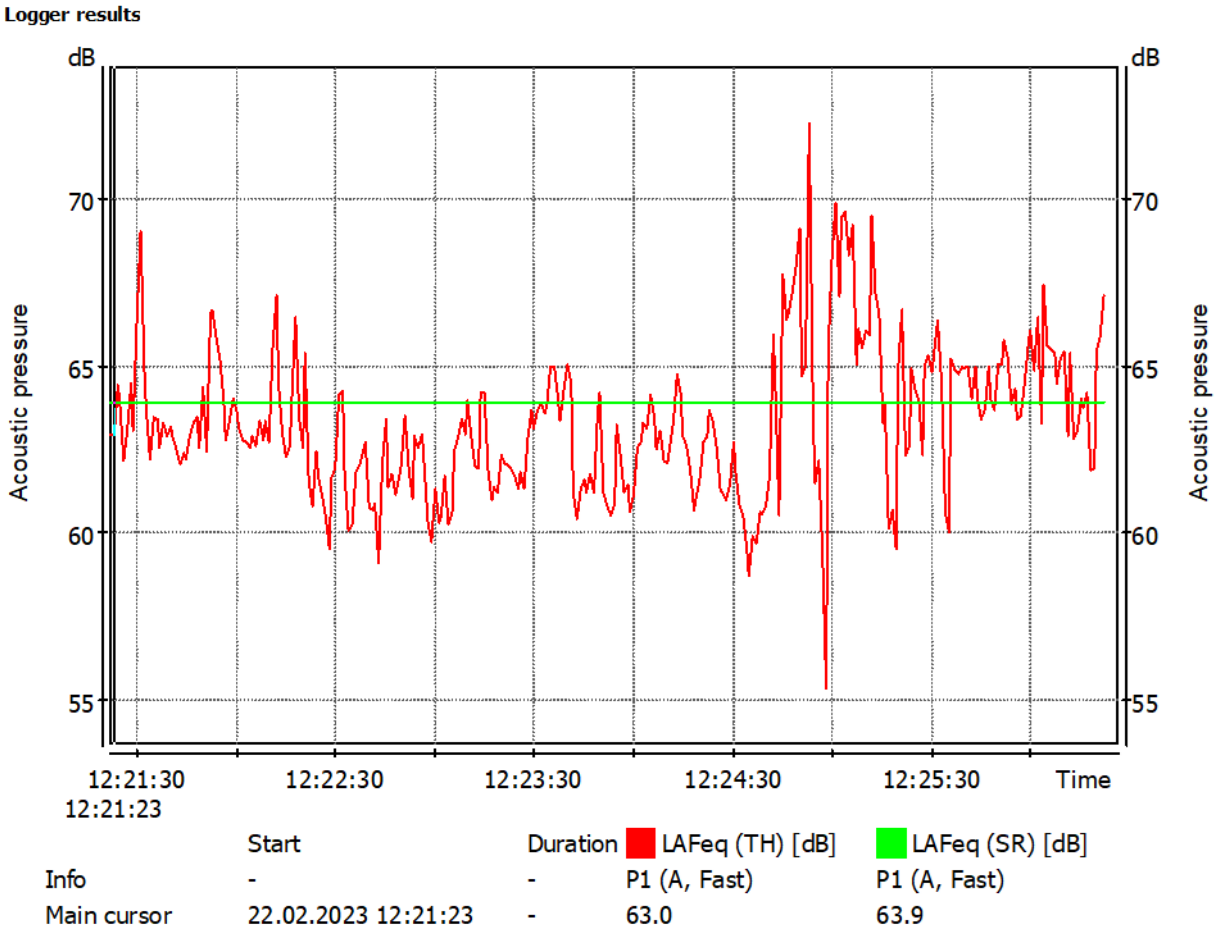
3.Ölçüm

LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması değeri olup



Şekil 3.157: Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 3. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 4000 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 54,5 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 63,3 dB A civarındadır LAFeq değeri 63,9 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Zımpara cihazı için dB frakans grafiği 3. Ölçüm Şekil 3.157'de gösterilmiştir.



Şekil 3.158: Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 3.ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAFeq (TH) değeri 63 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması olup LAFeq (SR) değeri 63,9 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin çok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Zımpara cihazı için dB zaman grafiği 3.ölçüm Şekil 3.158'de gösterilmiştir.

3.15. Z Çevre Araştırma Laboratuvar Ölçum Sonuçları ve Grafikleri

Laeg leg değeridir.

Tablo 3.28: Kimyasal Analiz pompası için ortalama Leg hesabı ölçum sonuçları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	60,7	61,8	63,2	52,4	61,7
Fona Göre Düzeltilmiş Değerler	60,00	61,27	63,20		

1. noktadan Svan 971 gürültü ölçüm cihazı ile alınan LAeg A değeri 60,7 dB A, 2. noktadan alınan LAeg değeri 61,8 dbA ve 3. noktadan alınan leg ölçüm değeri 63,2 dB dir. Artık ses(sessiz ortam) 52,4 dB A dır .

1. Ölçüm (leq) : X1

2. Ölçüm (leq) : X2

3. Ölçüm (leq) : X3 üsteki LAeg degerleri alttaki formülde yerine yazılarak

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.62)

Üsteki formül kullanılarak ortalama LAeg değeri 61,7 dB A bulunmuştur.

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;

L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;

L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;

L_{resid} artık ses basınç seviyesi

dir.

(1.63)

Üsteki formülde LAeg değeri ve artık ses basıncı yerine konularak fona göre düzeltilmiş değerler olan nokta 1 için 60,7 dB A den 52,4 dB A çıkardığımızda 8,3 dB A bulduğumuz için bu değer 3 ile 10 arasında olduğu için düzeltilen değer 1 nokta için 60 dB A bulunmuştur. 2 nokta için Leg değeri olan 61,8 dB A den 52,4 dB A değerini çıkardığımızda 9,4 dB a bulunduğu için düzeltilen değer 61,7 dB A olarak hesaplanmıştır. 3 nokta için için 63,2 dB A den 52,4 dB A değerini çıkarınca 1,5 dB A değeri bulunduğu için bu değer 3 ile 10 arasında olmadığı için direk kendi değeri olan 63,2 dB A değerleri bulunmuştur. Sonuç olarak 1 ve 2. Noktalarda düzeltilme yapılmış 3 noktada düzeltilme yapılmamıştır. Pompa için ortalama leg hesabı olçum sonuçları Tablo 3.28'de gösterilmiştir. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.62)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.63)'de gösterilmiştir.

Su banyosu

Tablo 3.29: Su banyosu için ortalama Leg hesabı olçum sonuçları

	NOKTA-1	NOKTA-2	NOKTA-3	Artık Ses (dBA)	ORTALAMA
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		L_{Aeq}
Ölçülen Değerler	64,6	68,5	70,8	53,8	68,7
Fona Göre Düzeltilmiş Değerler	64,60	68,50	70,80		

Su banyosu için ortalama Leg hesabı olçum sonuçları Tablo 3.29'da gösterilmiştir. Svan 971 gürültü ölçer cihazı 3 farklı noktanın her birinden beşer dk. lık ölçüm alınarak 1. noktadan alınan ölçüm sonucu 64,6 dB A, 2. noktadan alınan ölçüm sonucu 68,5 dB A, 3. noktadan alınan ölçüm sonucu 70,8 dB A olarak ölçülmüştür. Ortalama Leg değeri Leg 1,Leg 2,Leg 3 değerleri alttaki formülde yerine konularak ortalama Leg değeri hesaplanmıştır.

Xort.=[10* LOG10 ((10^(X1/10)+10^(X2/10)+10^(X3/10))/3)] (1.64)

Ortalama Leg değeri 68,7 dB A bulunmuştur. Bu sonuçta bizim iç ortam gürültümüzü verir.

Nokta 1, 2, 3 te bulduğumuz Leg değerlerinden hepsini artık ses(sessiz ortam sesi) ten teker teker çıkarırsak bulduğumuz sonuç 3 ile 10 dB arasındaysa düzelme yapılır. Burada değerleri yerine koyduğumuzda bu aralıkta çıkmadığı için düzeltme yapılmamıştır. Düzeltilen ses değeri bulunurken alttaki formülde bulunan Leg ortalama ve artık ses değeri formüldeki yerlerine koyularak hesaplanmıştır. Ortalama Leg değeri hesaplaması Eşitlik (1.64)'de ve düzeltilmiş ses basınç seviyesi hesaplaması Eşitlik (1.65)'de gösterrilmiştir.

$$L_{corr} = 10\lg\left(10^{L_{meas}/10} - 10^{L_{resid}/10}\right) dB$$

Burada;
L_{corr} düzeltilmiş ses basınç seviyesi;
L_{meas} ölçülen ses basınç seviyesi;
L_{resid} artık ses basınç seviyesi
dir. (1.65)

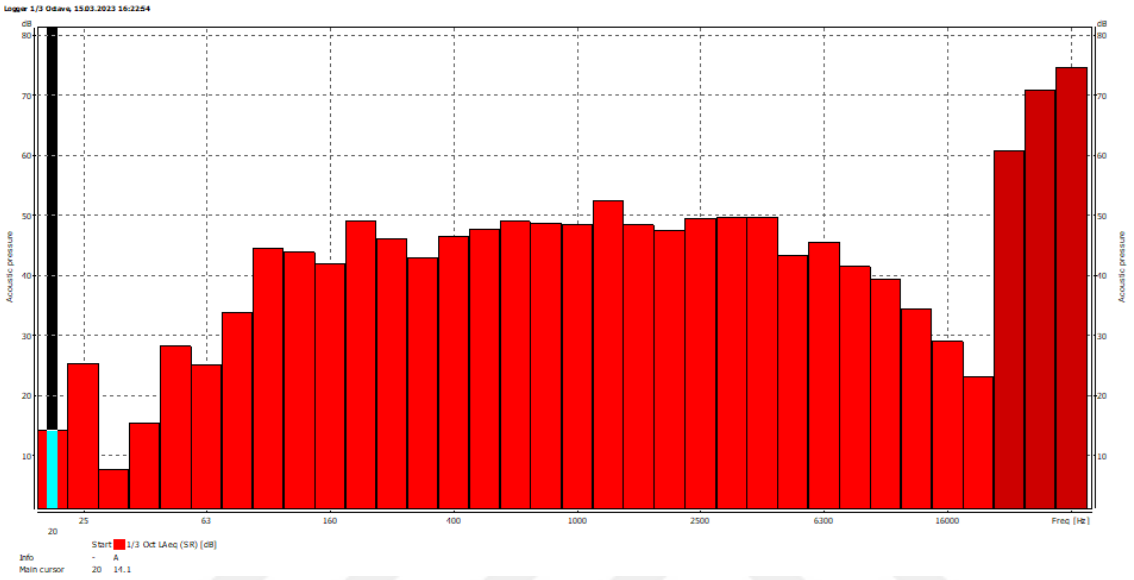
Kimyasak Analiz Pompası için iç ortam ölçüm grafikleri

Profil 1 için A fast, Profil 2 C fast ve Profil 3 A impulse dur. Profile göre ses bandı dağılımı Tablo 3.29 'da gösterilmiştir.

Tablo 3.30: Profile göre ses bandı dağılımı

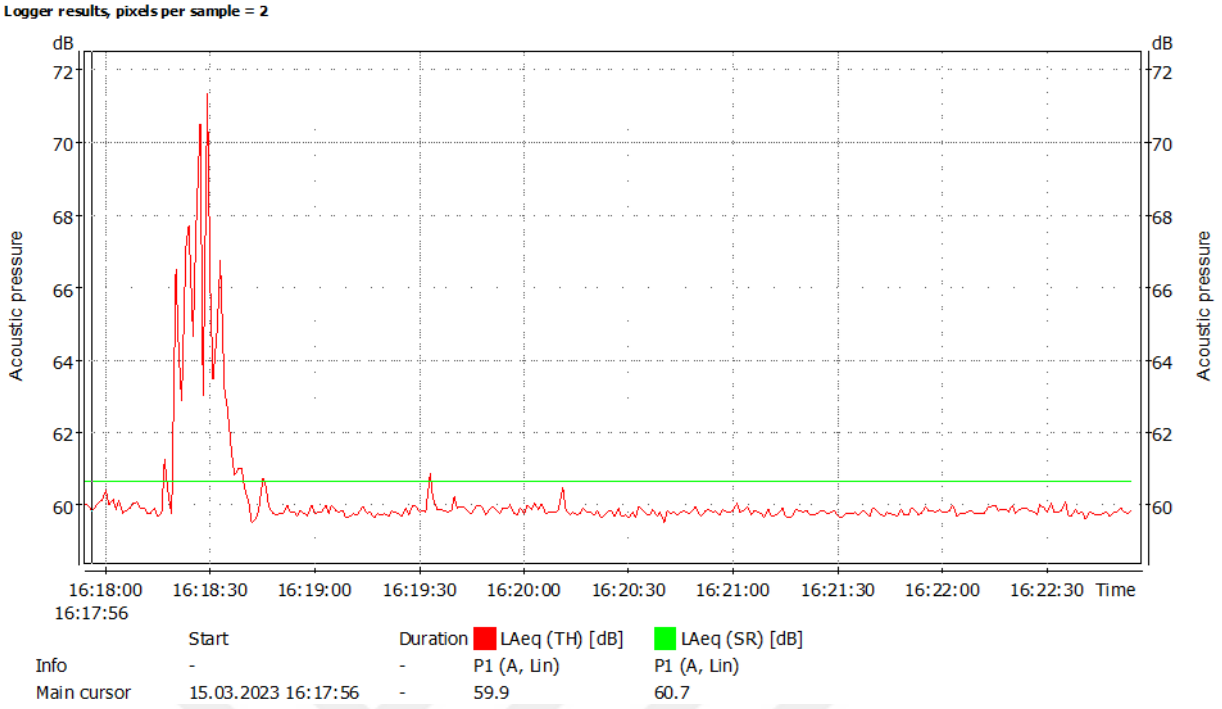
Profile 1	Profile 2	Profile 3
A	C	A
Fast	Fast	Impulse

1.ölçüm



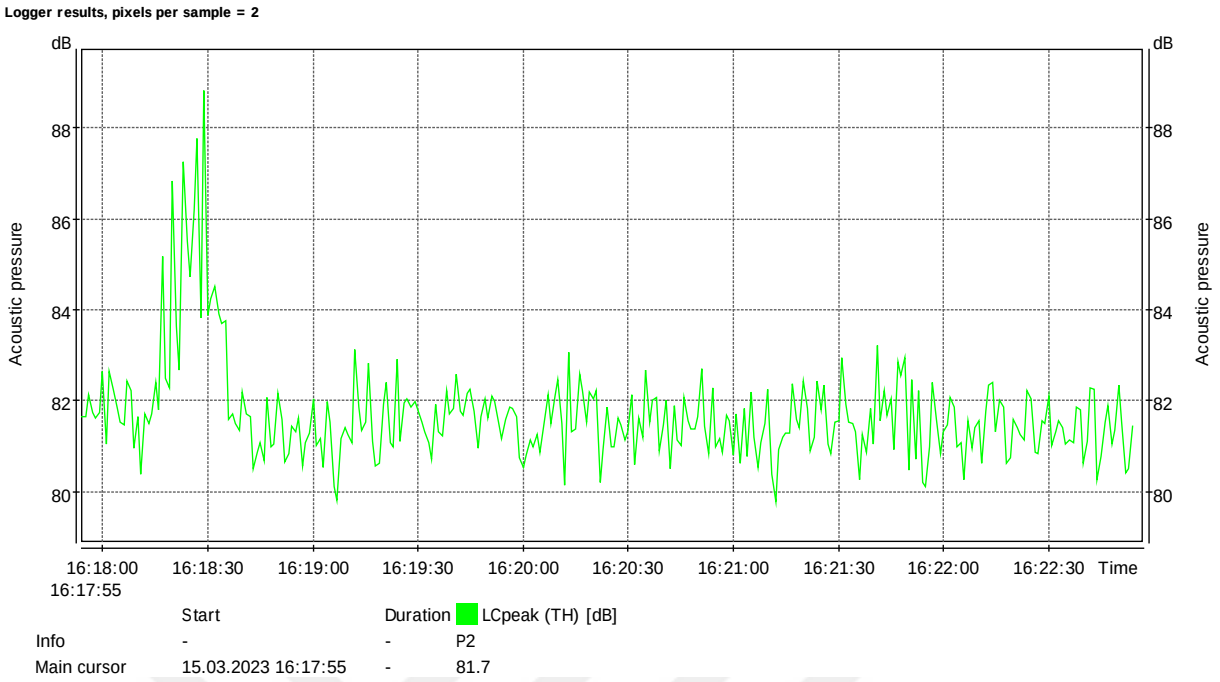
Şekil 3.159: Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 1. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 1250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 51,5 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 60 dB A civarındadır Leq değeri 60,7 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Kimyasal görev analiz pompası için dB frakans grafiği 1. Ölçüm Şekil 3.159'da gösterilmiştir.



Şekil 3.160: Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 1. ölçüm

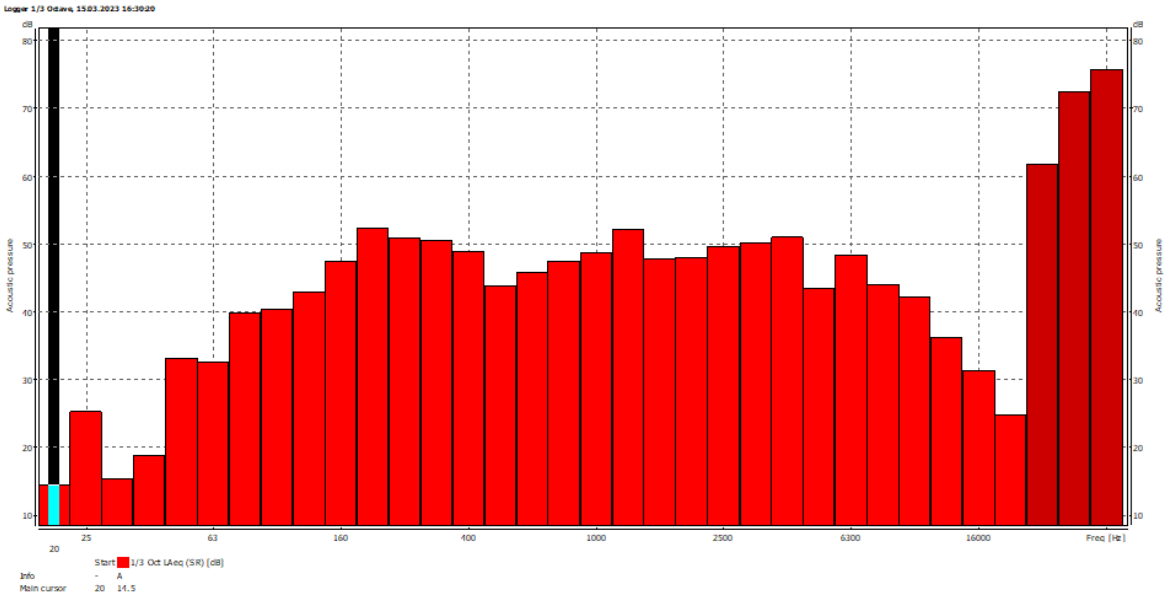
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAeq (SR) değerini göstermiştir. LAFeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 59,9 dB A ve LAFeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAeq (SR) değeri 60,7 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 1. Ölçüm Şekil 3.160'da gösterilmiştir.



Şekil 3.161: Kimyasal analiz pompa cihazının 1. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği

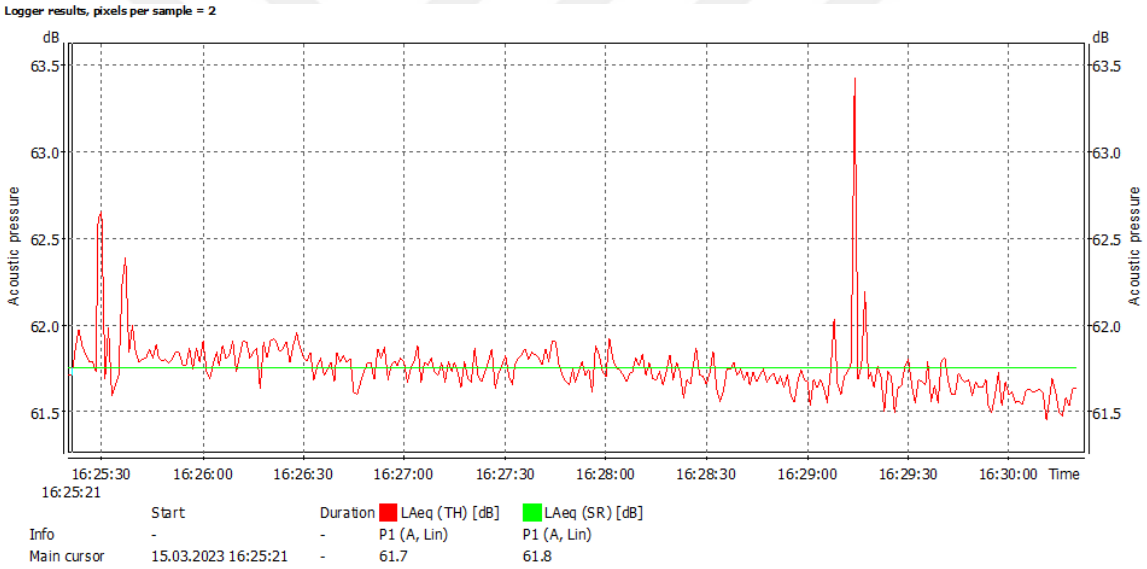
Kimyasal analiz pompa cihazının 1. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği Şekil 3.161'de gösterilmiştir.

2.ölçüm



Şekil 3.162: Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 2. ölçüm

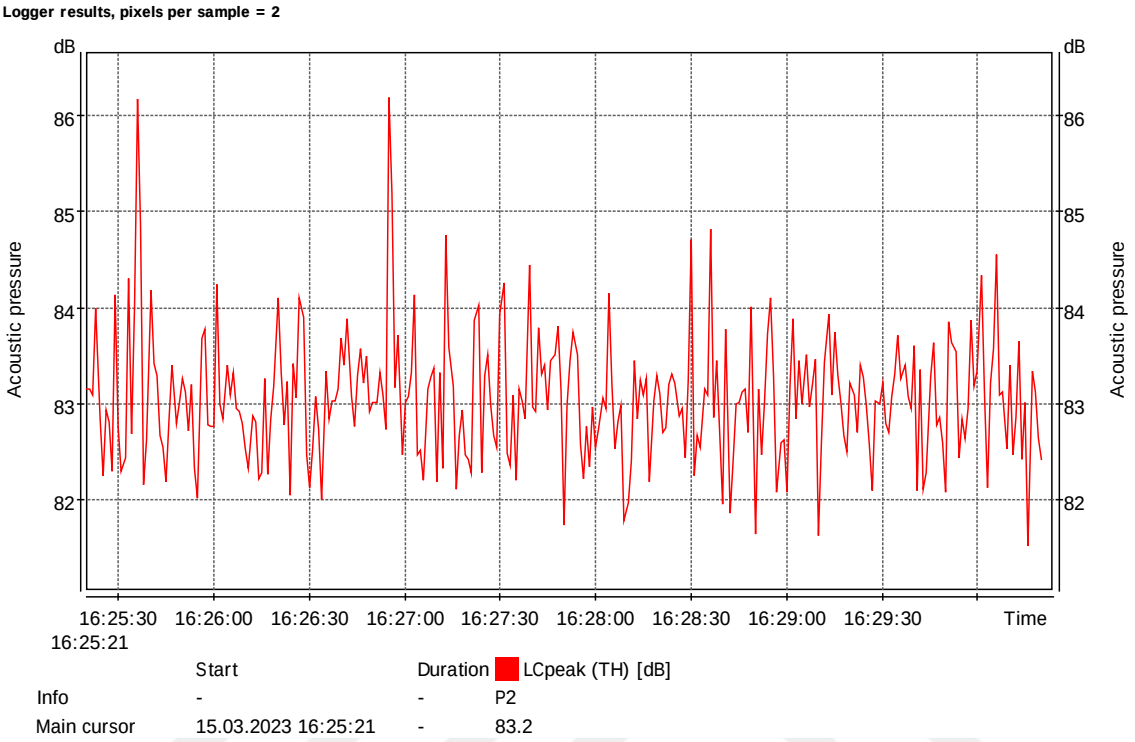
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 200 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 52 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 61,7 dB A civarındadır Leq değeri 61,8 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Kimyasal (görev) analiz pompası için dB frakans grafiği 2. ölçüm 3.162'de gösterilmiştir.



Şekil 3.163: Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 2. ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAFeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 61,7 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması olup LAeq (SR) değeri 61,8 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi

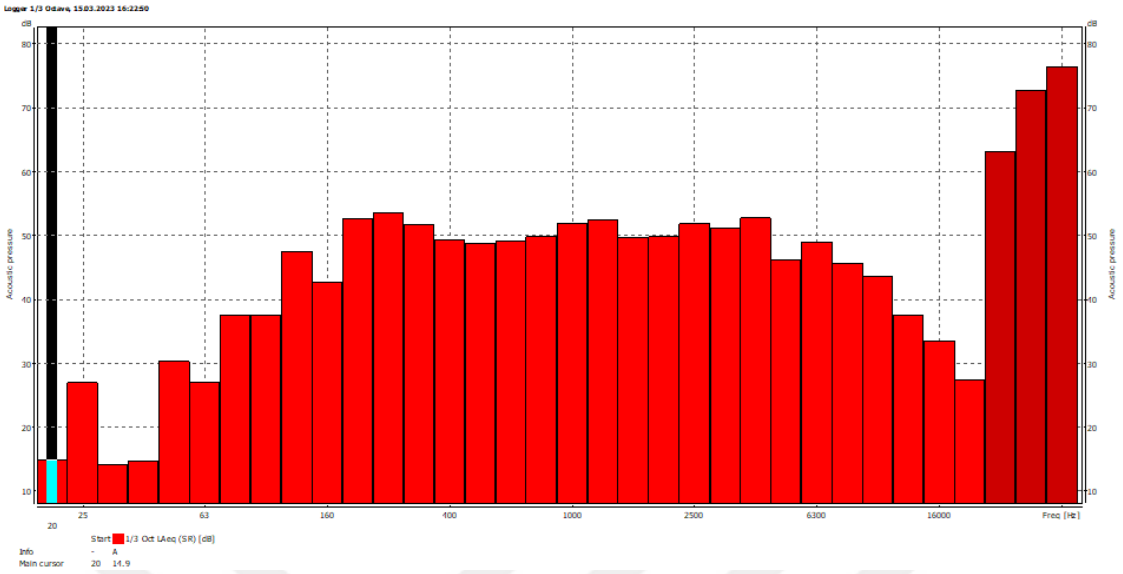
gerekmektedir. Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 2. Ölçüm 3.163'te gösterilmiştir.



Şekil 3.164: Kimyasal görev analiz cihazının 2. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği

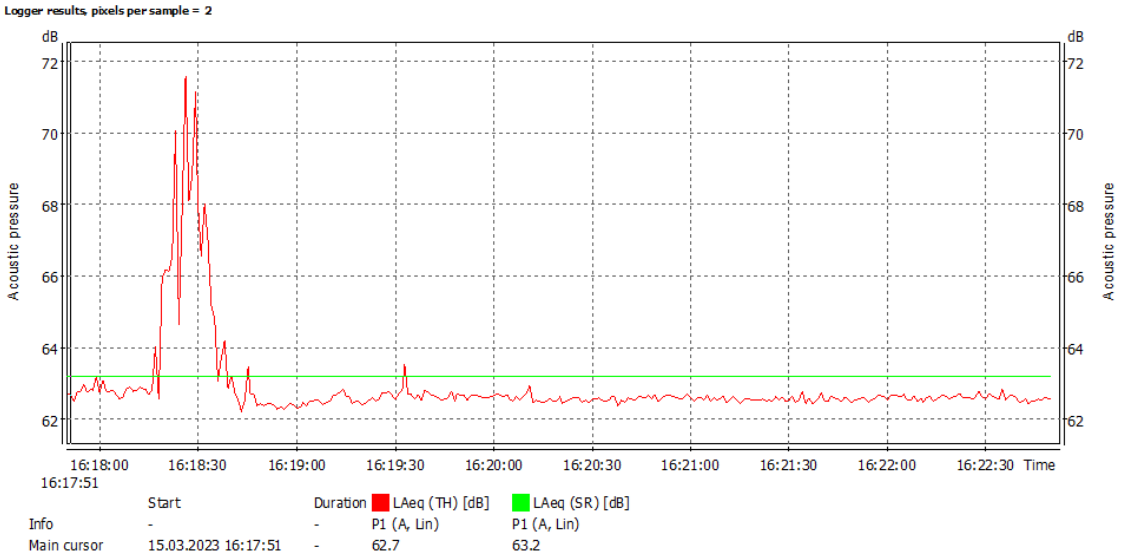
Kimyasal analiz pompa cihazının 2. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği Şekil 3.164'te gösterilmiştir.

3.ölçüm



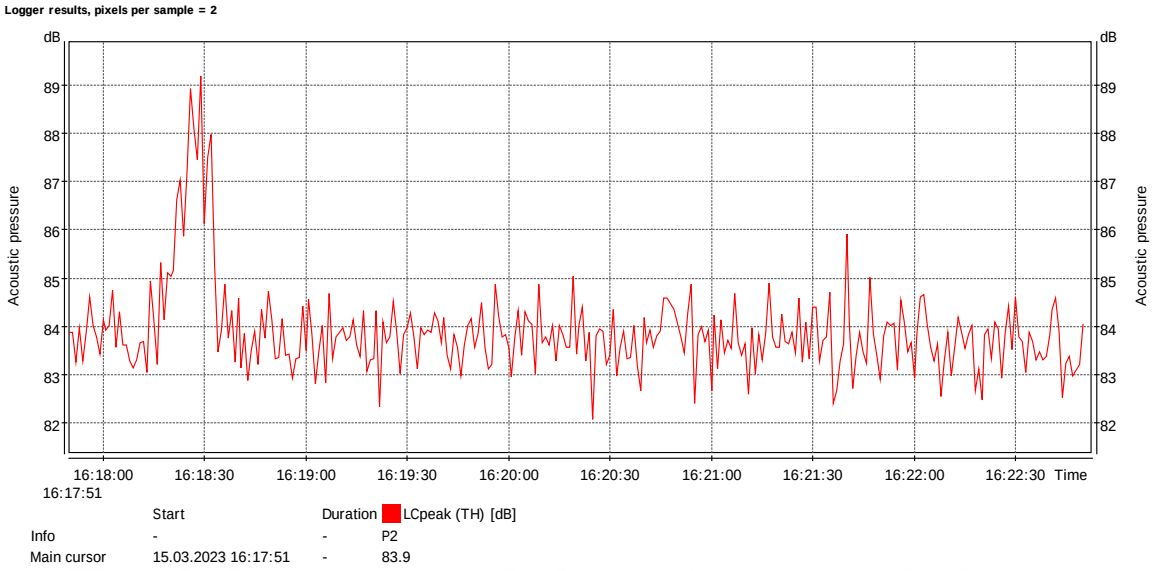
Şekil 3.165: Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 3. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53,2 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 62,7 dB A civarındadır Leq değeri 63,2 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Kimyasal analiz pompası için dB frakans grafiği 3. ölçüm Şekil 3.165'te gösterilmiştir.



Şekil 3.166: Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 3. ölçüm

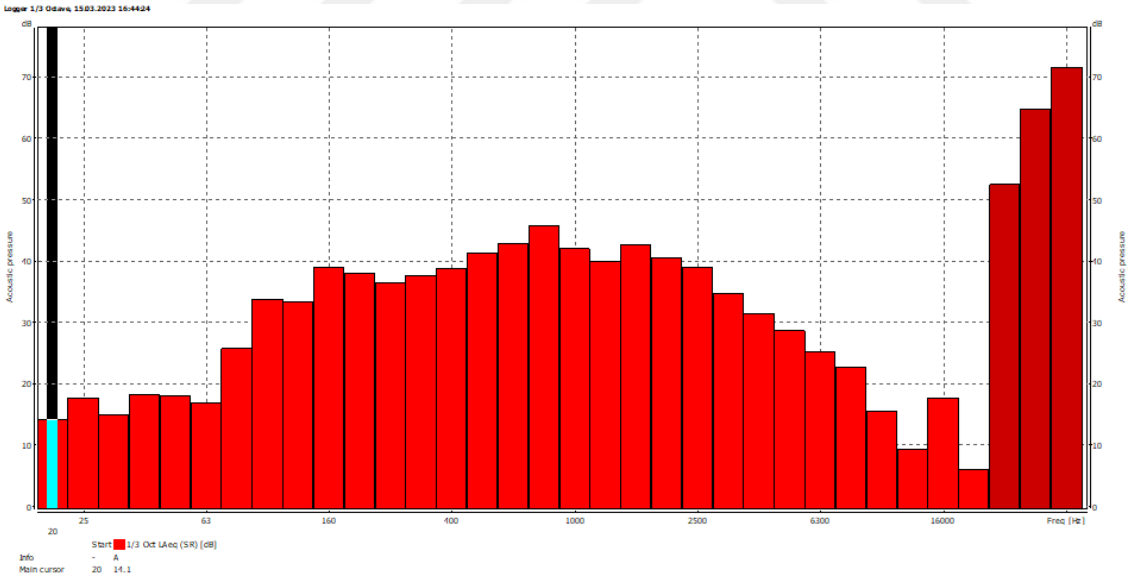
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 62,7 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 63,2 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin çok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Kimyasal analiz pompası için dB zaman grafiği 3. Ölçüm Şekil 3.166'da gösterilmiştir.



Şekil 3.167: Kimyasal analiz pompası cihazının 3. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği

Kimyasal analiz pompası cihazının 3. ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği Şekil 3.167'de gösterilmiştir.

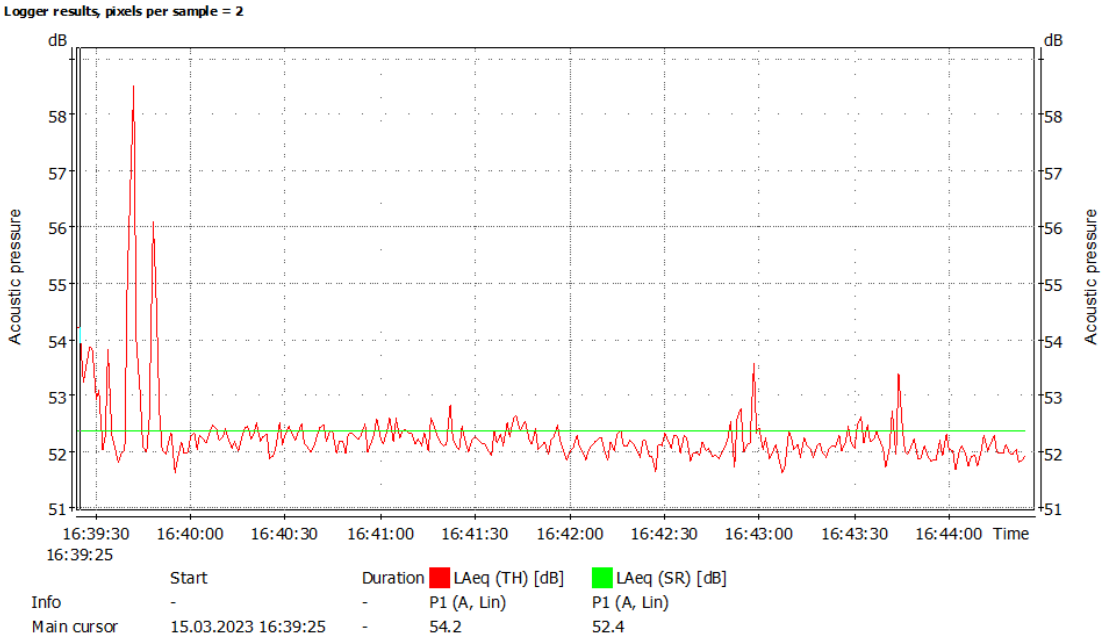
Kimyasal Analiz Pompa Sessiz İç Ortam Gürültü Ölçümü Grafikleri



Şekil 3.168: Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü ölçümü dB frakans grafiği

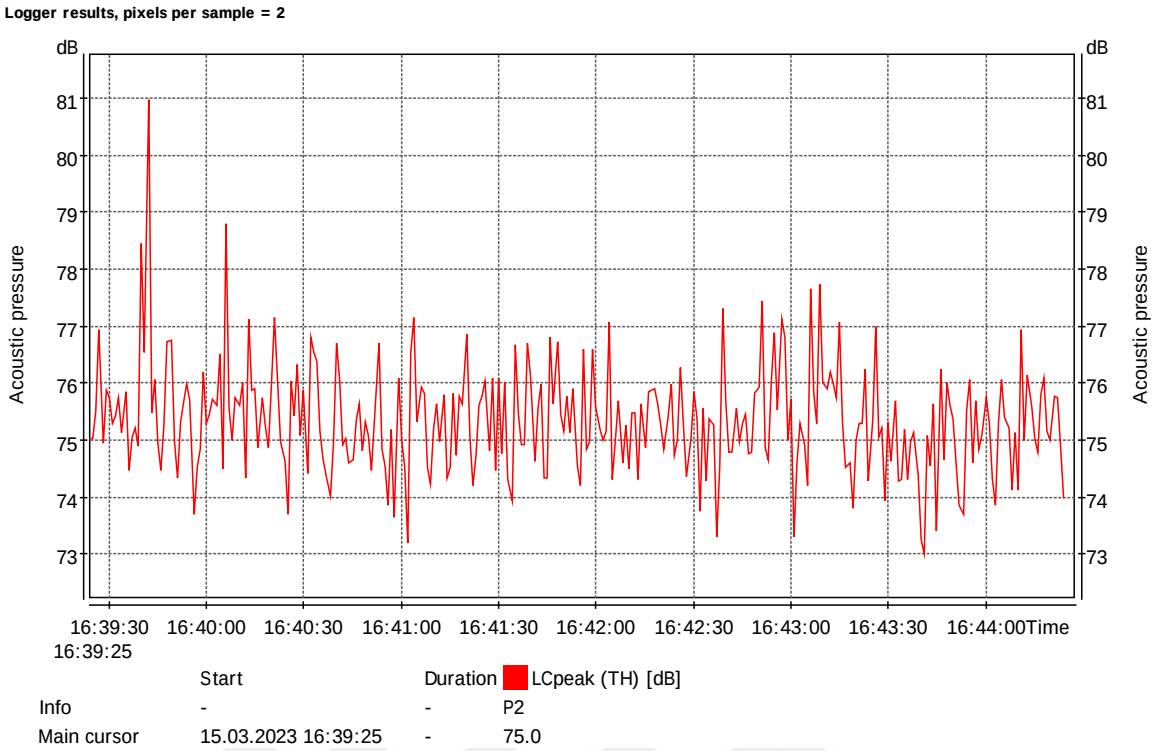
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 46,8 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq

dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 54,2 dB A civarındadır Leq değeri 52,4 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Kimyasal görev analiz pompası için sessiz ortam gürültü ölçümü dB frakans grafiği Şekil 3.168'de gösterilmiştir.



Şekil 3.169: Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü ölçümü dBA zaman grafiği

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 54,2 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAeq (SR) değeri 52,4 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü ölçümü dBA zaman grafiği Şekil 3.169'da gösterilmiştir.

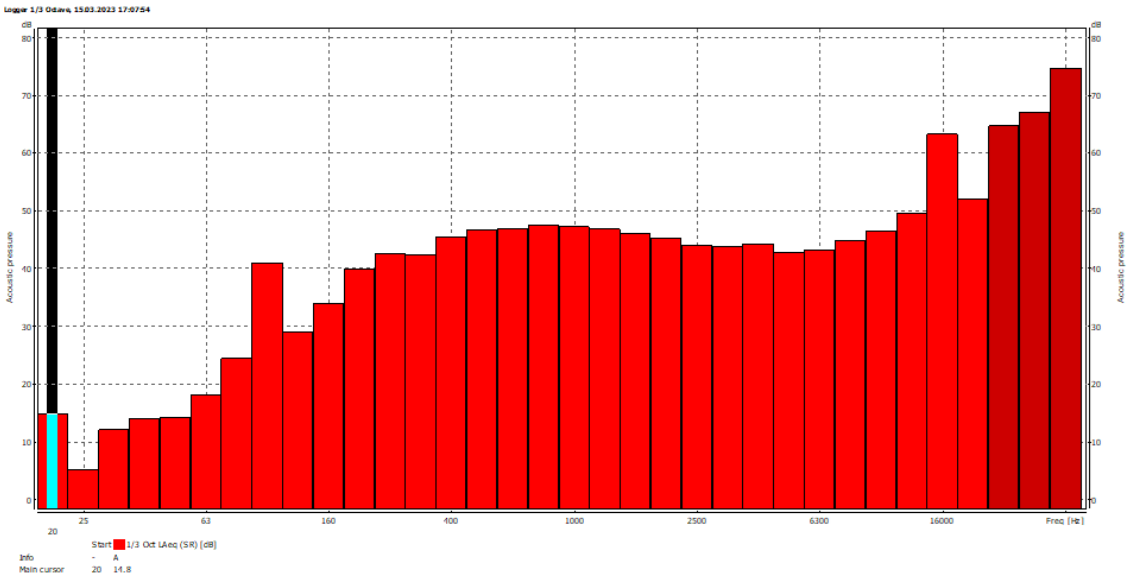


Şekil 3.170: Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü dC zaman grafiği

Kimyasal analiz pompası cihazının 3 ölçüm için LCpeak gürültü desibel zaman grafiği Şekil 3.170'de gösterilmiştir.

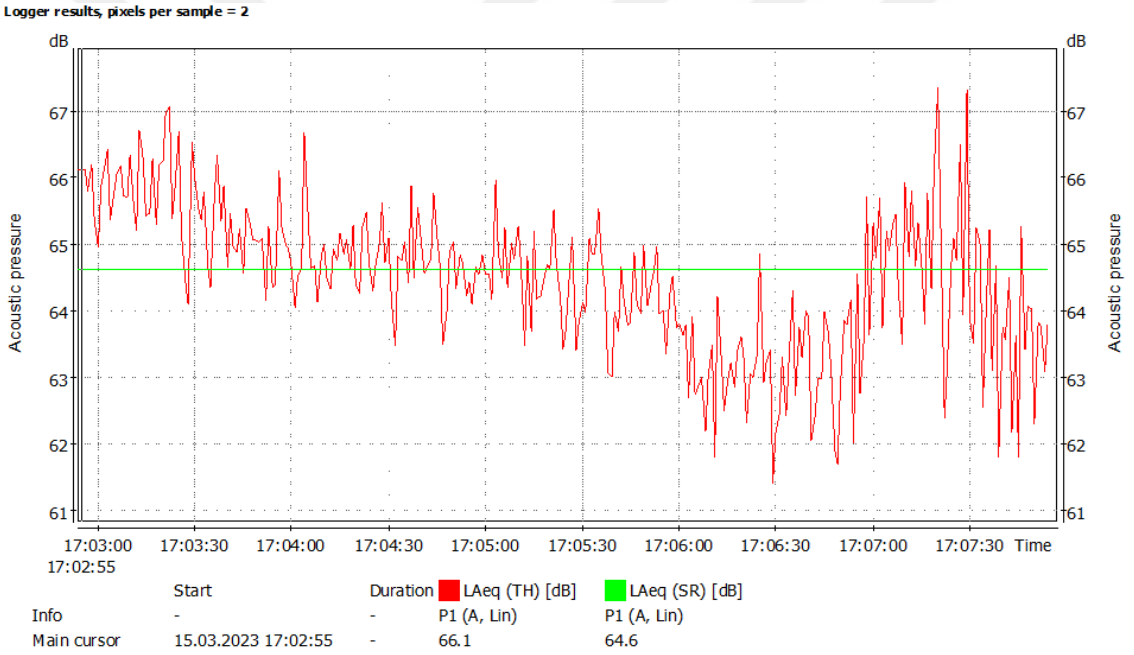
Su Banyosu İç Ortam Gürültü Ölçüm Grafikleri

1.Ölçüm



Şekil 3.171: Su banyosu için dB frakans grafiği 1. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 16000 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 65,1 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 66,1 dB A civarındadır Leq değeri 64,6 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Su banyosu için dB frakans grafiği 1. ölçüm Şekil 3.171 'de gösterilmiştir.

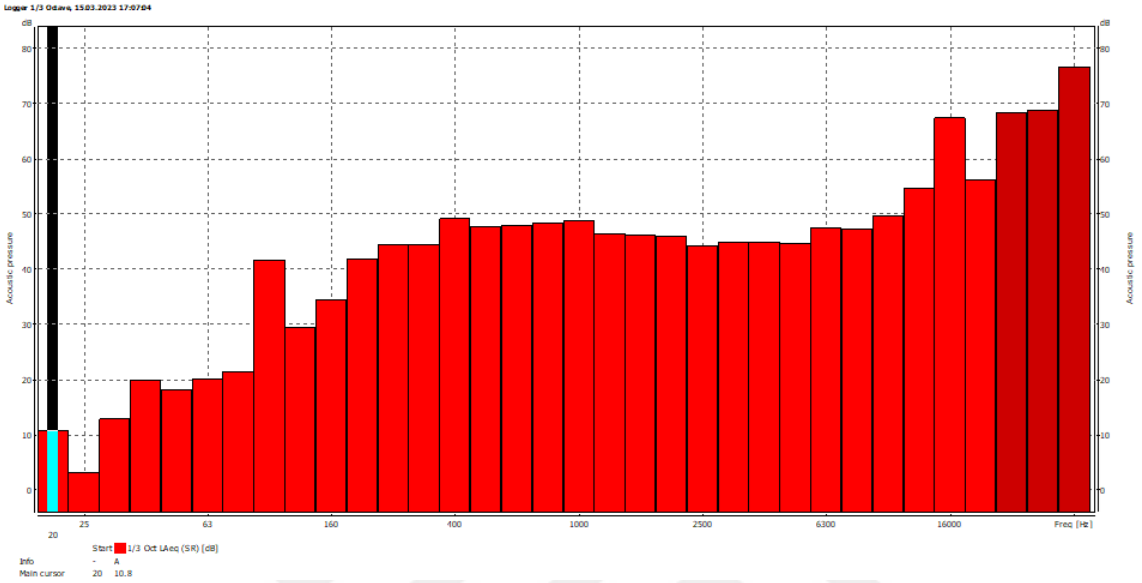


Şekil 3.172: Su banyosu için dB zaman grafiği 1. ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAFeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 66,1 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAeq (SR) değeri 64,6 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu

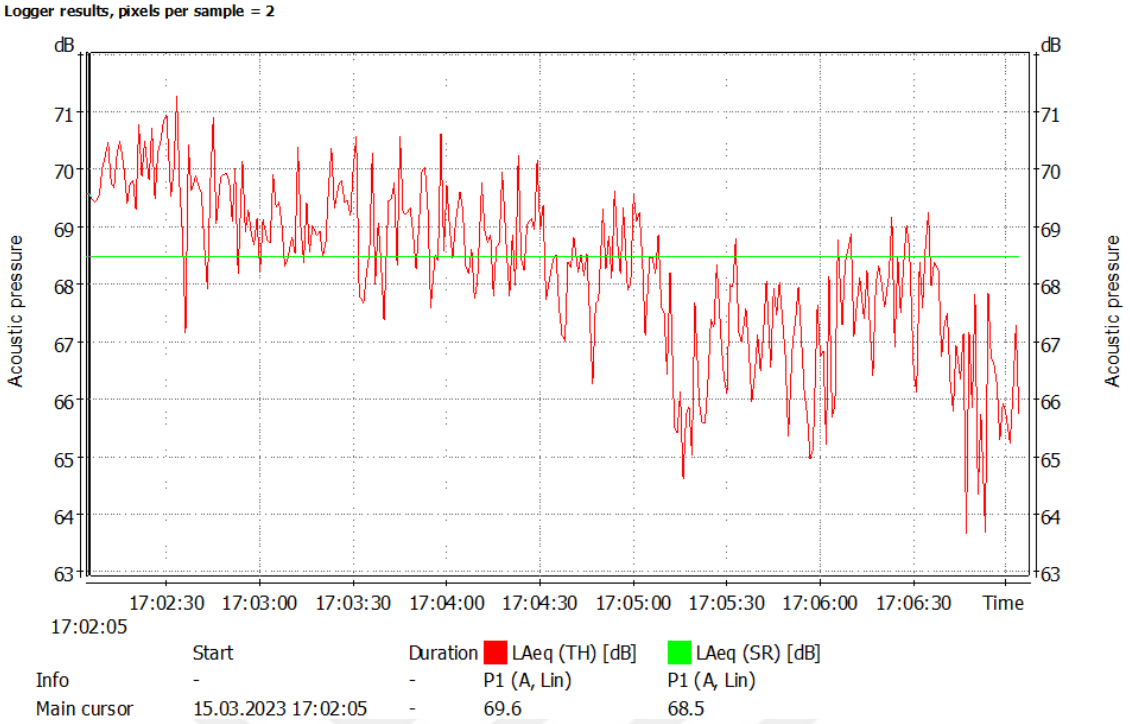
gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Su banyosu için dB zaman grafiği 1. Ölçüm 3.172'de gösterilmiştir.

2 Ölçüm



Şekil 3.173: Su banyosu için dB frakans grafiği 2. ölçüm

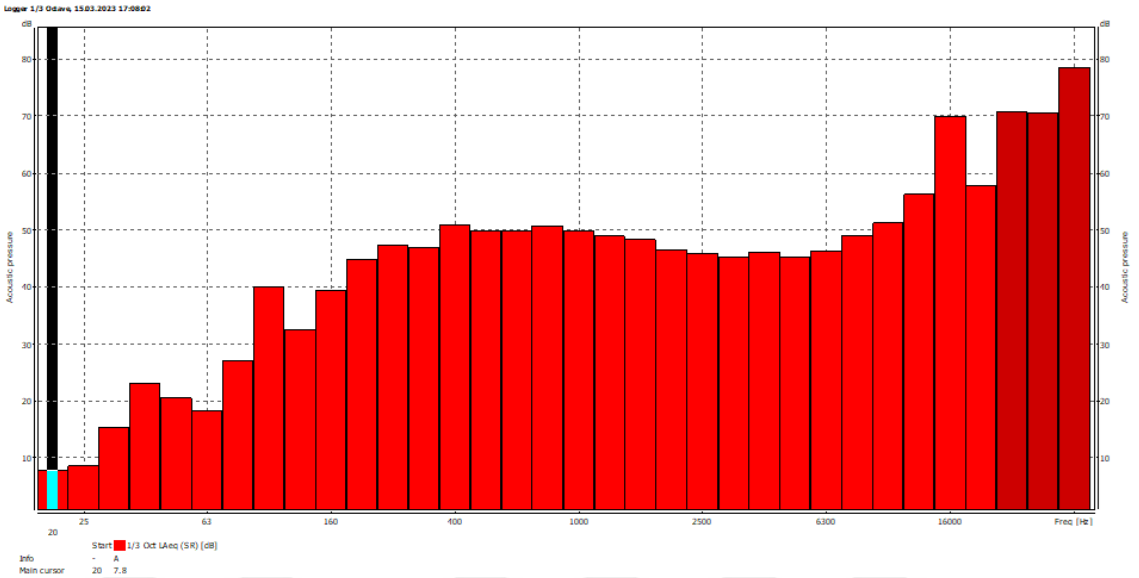
⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 16000 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 68,7 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 69,6 dB A civarındadır Leq değeri 68,5 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Su banyosu için dB frakans grafiği 2. Ölçüm Şekil 3.173'te gösterilmiştir.



Şekil 3.174: Su banyosu için dB zaman grafiği 2. ölçüm

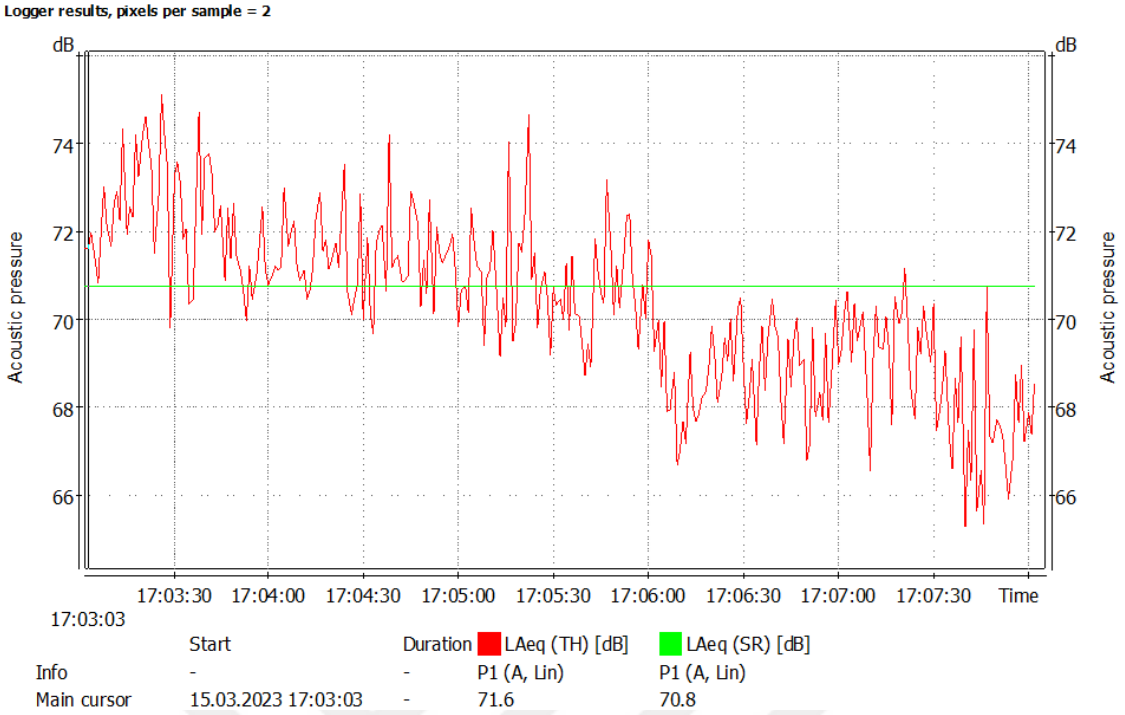
Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 69,6 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAFeq (SR) değeri 68,5 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Su banyosu için dB zaman grafiği 2. Ölçüm Şekil 3.174'te gösterilmiştir.

3.Ölçüm



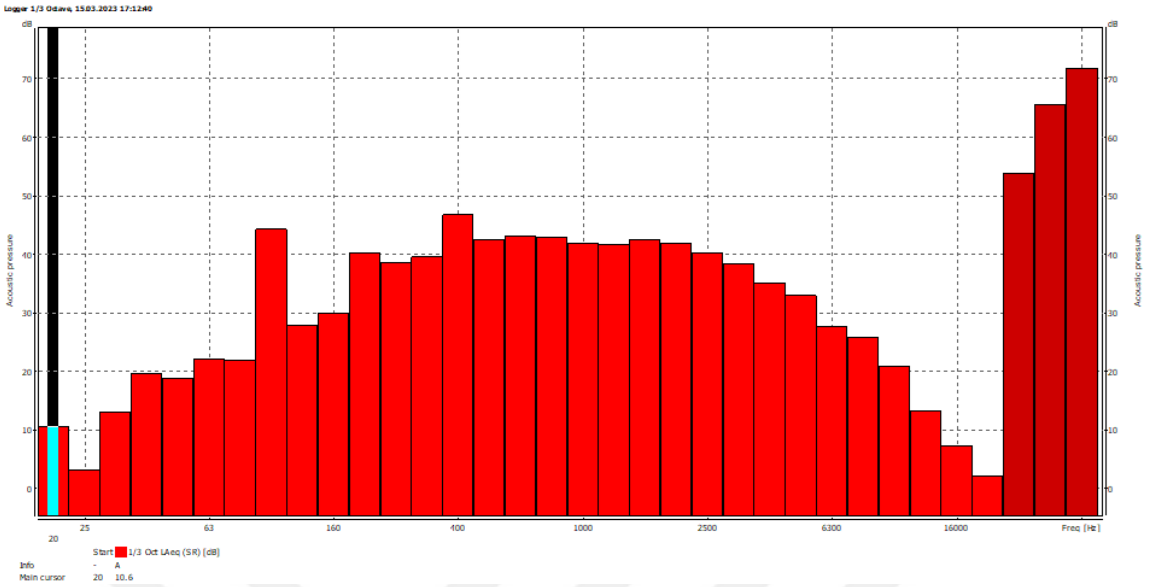
Şekil 3.175: Su banyosu için dB frakans grafiği 3. ölçüm

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 16000 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 70,9 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 71,6 dB A civarındadır Leq değeri 70,8 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Su banyosu için dB frakans grafiği 3. Ölçüm Şekil 3.175'te gösterilmştir.



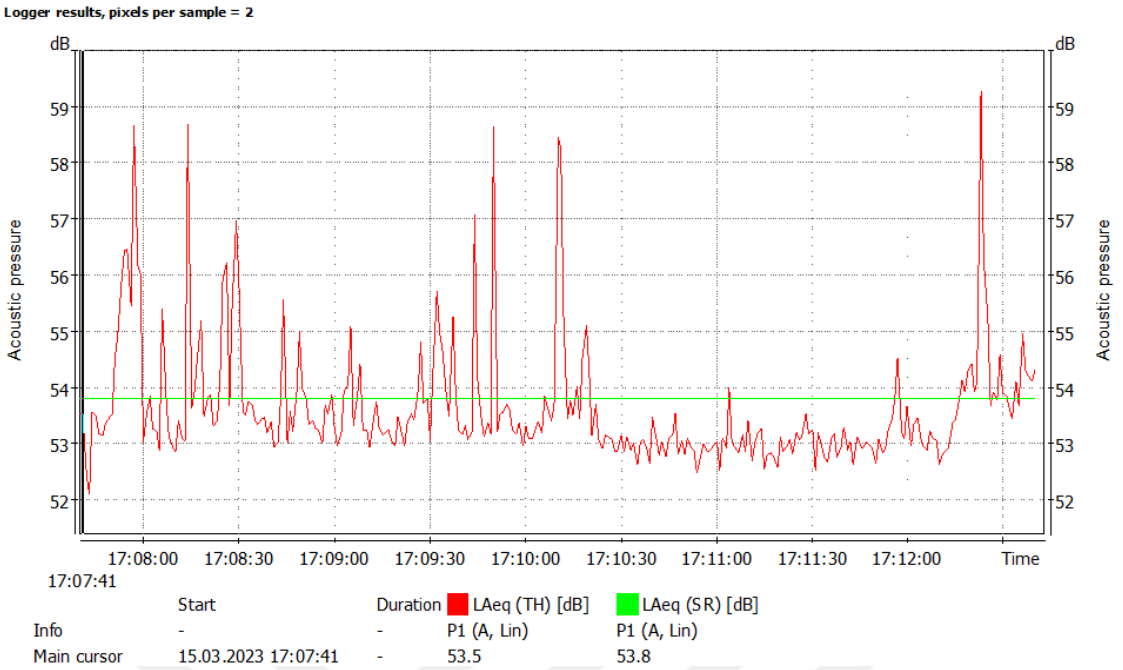
Şekil 3.176: Su banyosu için dB zaman grafiği 3. ölçüm

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 71,6 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalaması olup LAeq (SR) değeri 70,8 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Su banyosu için dB zaman grafiği 3. Ölçüm Şekil 3.176'da gösterilmiştir.



Şekil 3.177: Su banyosu için sessiz iç ortam gürültü ölçümü dB frakans grafiği

⅓ oktav bant aralığında frekans-gürültü analizi yapılmış her frekans bandında gürültü düzeyi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Düşey eksen ses basınç seviyesini desibel cinsinden gösterir. Yatay eksen frekansı gösterir. Grafikte 400 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 46,4 dB A dır. Grafikte ilk koyu kırmızı sütun tüm Hz aralıklarındaki toplam Leq dB A cinsinden ses basıncı seviyesini ifade eder. toplam ses basıncı seviyesi Total A 53,5 dB A civarındadır Leq değeri 53,8 dB A dır. Total yerine Leg değerleri de alınabilir. Burada bazı hesaplamalarda Leg değerleri yerine totallere de bakılabilir. Leg değerleri ve C bandının Peak değerine bakılır. Total A, C ve değerlerine bakarsak yaklaşık aynı değere yakın yüzde 0,1 oynama yapar bunun nedeni cihaz ufak bir düzeltme yaptığında kendi belirsizliğinden ve kalibrasyon değeriyle alakalı aşağı yukarı aynıdır. Su banyosu için sessiz iç ortam gürültü ölçümü dB frakans grafiği Şekil 3.177'de gösterilmiştir.

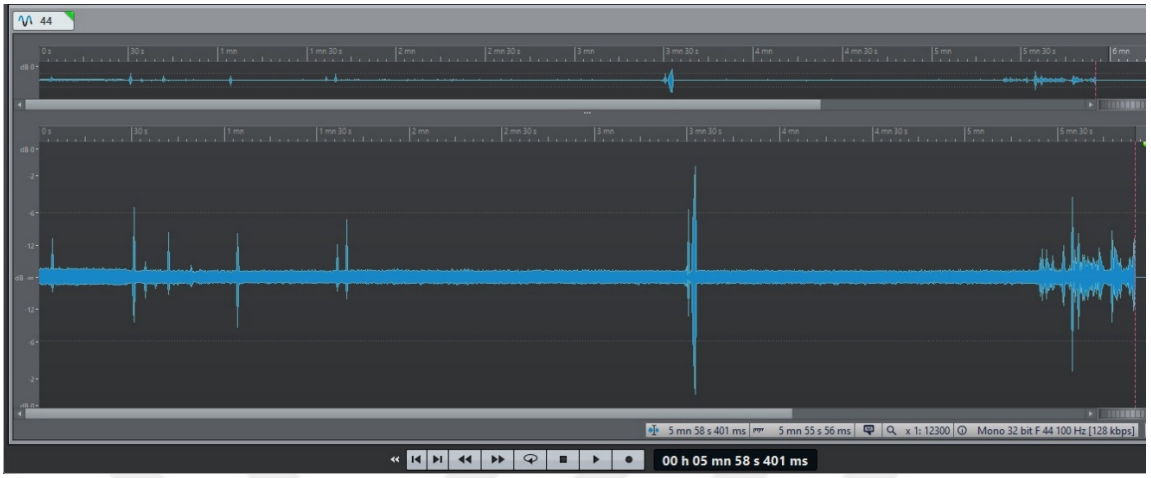


Şekil 3.178: Su banyosu için sessiz iç ortam gürütü ölçümü dB zaman grafiği

Üsteki grafikte yatay eksende zaman düşey eksende ses basınç düzeyini dB' i gösterir. Burada kırmızı renkli olan çizgiler LAeq (TH) ve yeşil olan düz çizgi ise LAeq (SR) değerini göstermiştir. LAeq (TH) zaman ağırlıklı ortalama olup LAeq (TH) değeri 53,5 dB A ve LAeq (SR) ise ölçülen ses basınç değerlerinin ortalama değeri olup LAeq (SR) değeri 53,8 dB A bulunmuştur. Makinenin gürültüsü çok değişmediği sabit olduğu için herhangi bir zamanda bir peak salınımının olması sesin bir anda yükselmesi dışarıdan gelen farkında olmadan istenmeden yapılan bir gürültüdür. İstenmeden yapılan bu gürültünün göz ardı edilmesi gerekir. Normalde ses değerinin cok artışlar olmadan sabit gitmesi gerekmektedir. Su banyosu için sessiz iç ortam gürütü ölçümü dB zaman grafiği Şekil 3.178'de gösterilmiştir.

3.16. Z Çevre Laboratuvarında Pompa ve Su Banyosu İçin Android Terlefonla Çekilen Ses Kaydının Ses Programı Grafikleri

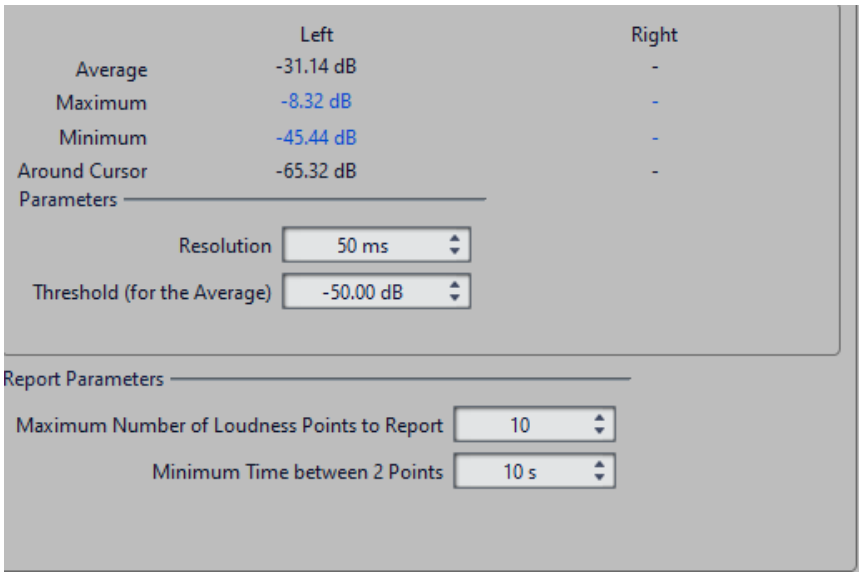
Kimyasal Analiz Pompası Cihazı Sağ Taraf 1. Nokta



Şekil 3.179: Kimyasal Analiz Pompası İçin 1. Noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği

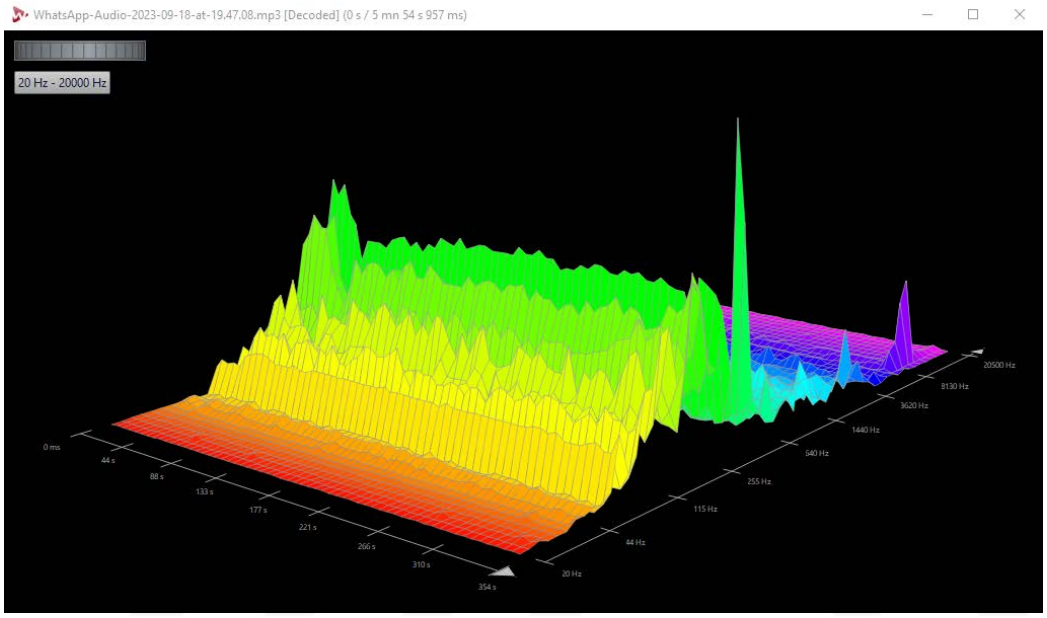
Bu ses programı Şekil 3.179'da ki desibel zaman grafiğinde peak yapılan nokta 33 sn 073 milisaniyede desibel değeri 49,3974 dB gürültü peak değeri bulunmuştur. Fakat Svan 971 ile yapılan ölçümlerde 29 snde 81,7 dB peak değeri vermiştir. Ses programı elde edilen desibel zaman grafiğinde 54saniye 151 milisaniyedeki Leg değeri ise 31,14 dB A değeridir. Fakat Svan 971 ile yapılan ölçümlerde 60,7 dB değeri bulunmuştur.

Tablo 3.31: 1. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri

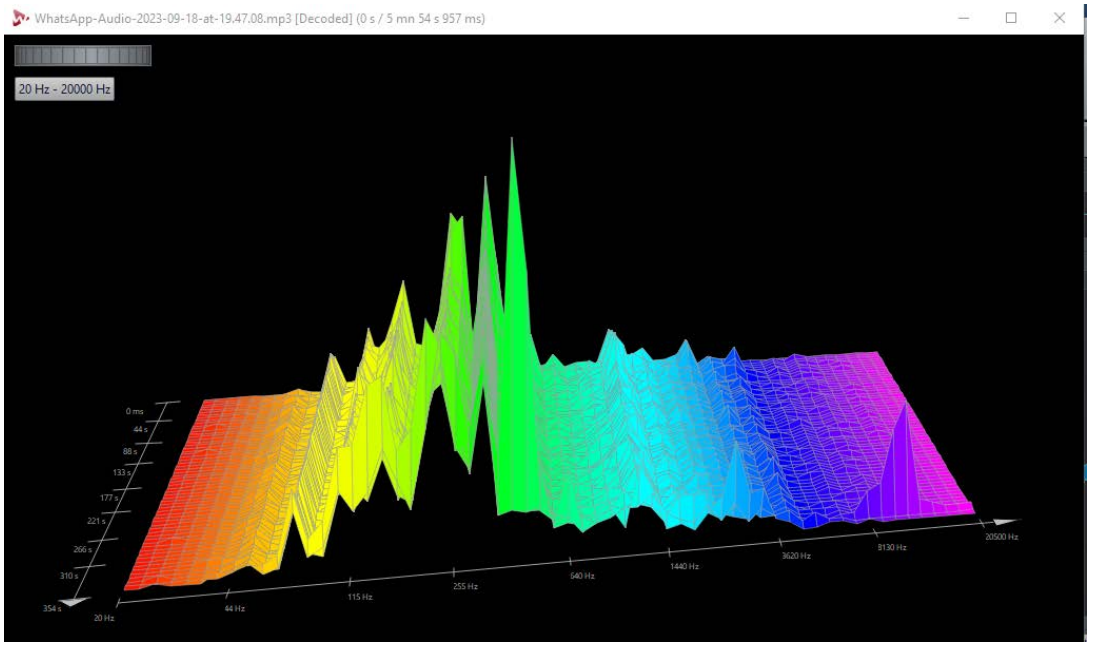


Tablo 3.31’de ortalama Leg değeri -31,14 dB, maksinum gürültü değeri -8,32 dB, minumum gürültü değeri -45,44 dB ve kursörun etrafındaki ölçülen gürültü değeri -65,32 dB bulunmuştur.

1.Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.180’de gösterilmiştir



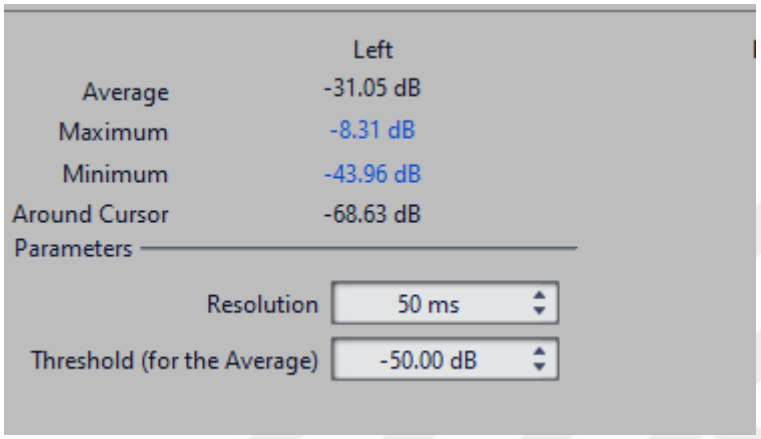
Şekil 3.180: 1.Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği



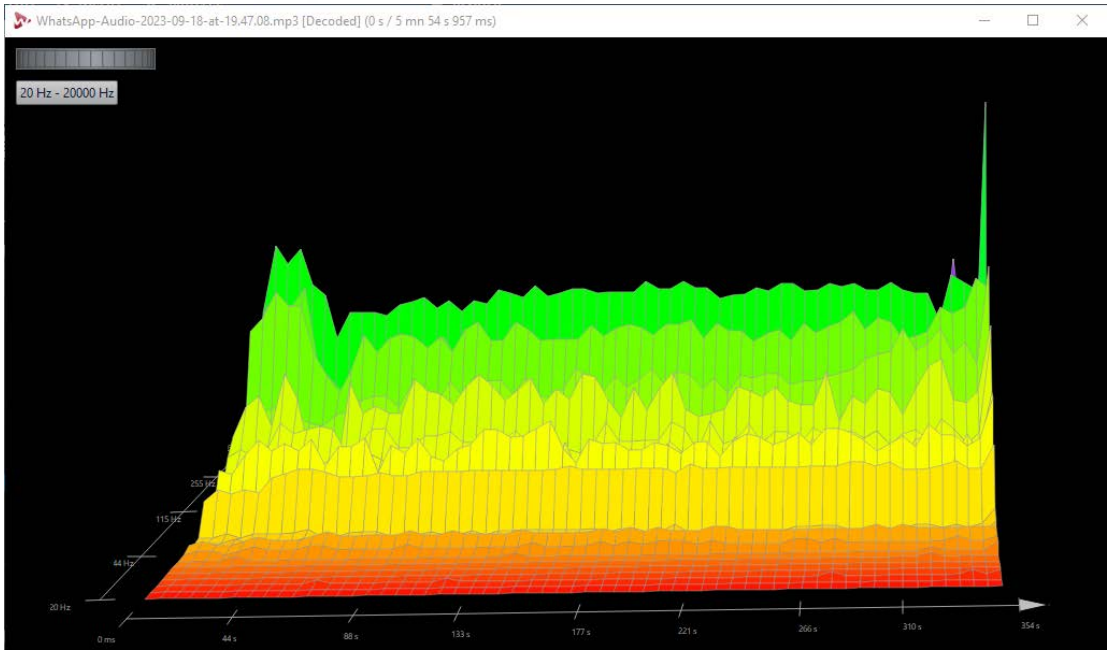
Şekil 3.181: Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği

1.Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.181'de 350 sn de frekansta 255Hz -540Hz ler arası peak değeri görülmüştür. Tablo 3.32'de 1 nokta için peak noktasındaki öçlülen ses kaydının ses paremetreleri gösterilmiştir. Peak değerindeki ortalama değer -31,05 dB maksimum -8,05 minumum -43,96 kursör yaklaşık olarak 68,63 dB civarındadır. Eşik değer ise -50 dB dir. Çözünürlük 50 ms de ölçülmüştür.

Tablo 3.32: 1 nokta için peak noktasındaki öçlülen ses kaydının ses paremetreleri



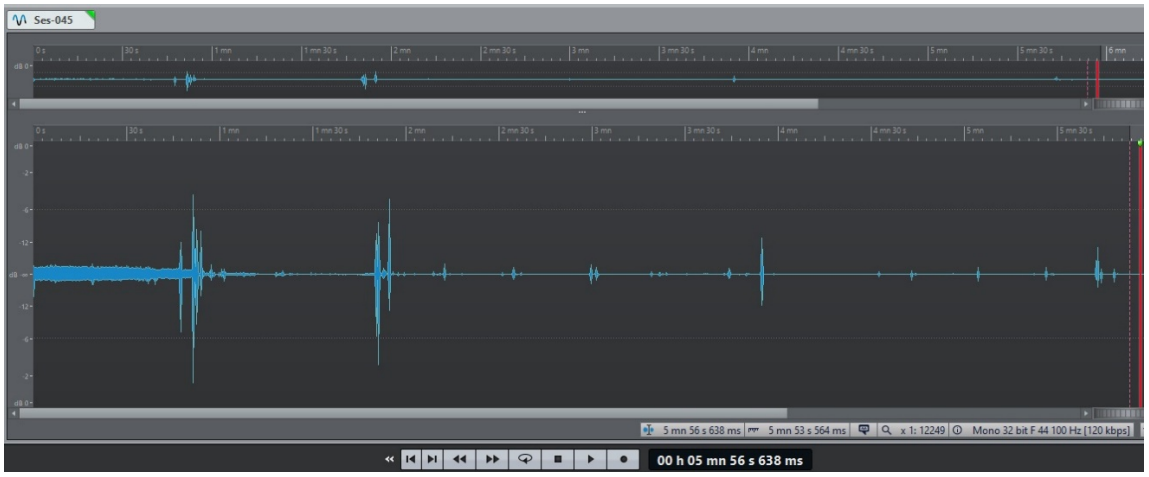
Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde 1250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 51,5 dB A dır.Fakat ses programının verdiği grafikte frekans zaman grafiği mevcuttur.



Şekil 3.182: 1. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği

1. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.182'de gösterilmiştir.

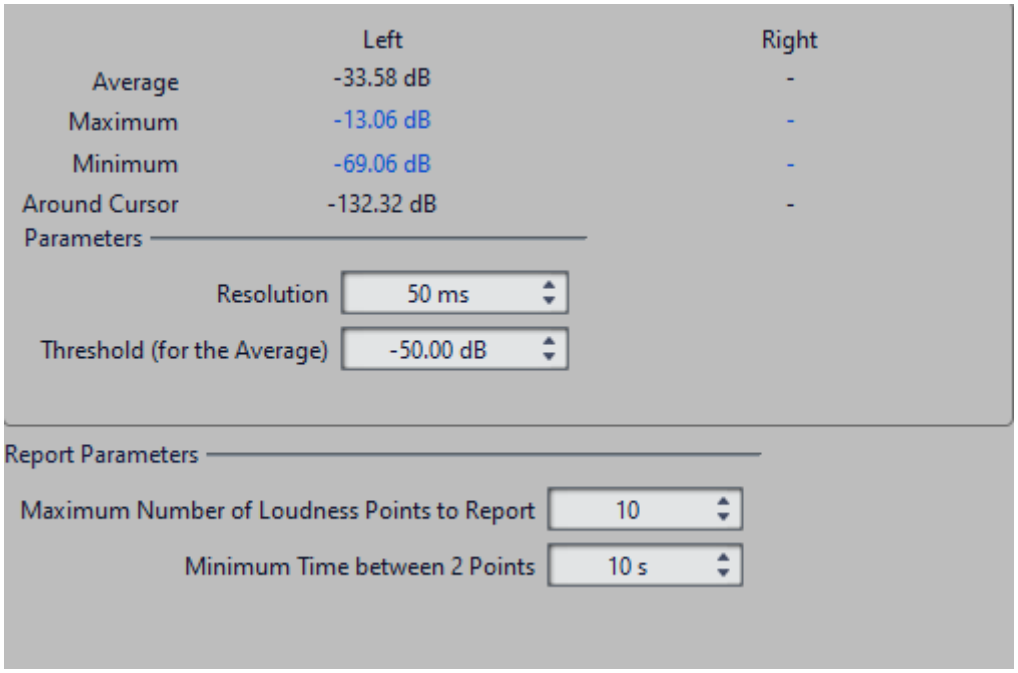
Kimyasal Analiz Pompası Orta Taraf 2 Nokta



Şekil 3.183: Kimyasal Analiz Pompası İçin 2. noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği

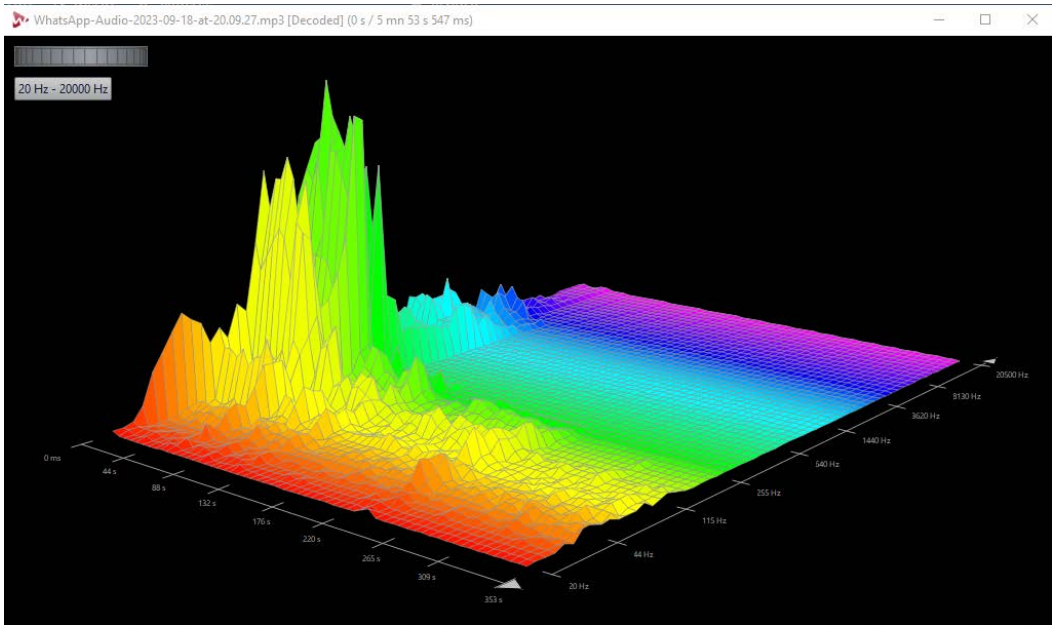
Bu ses programı Kimyasal Analiz Pompası için 2. noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği Şekil 3.183'de peak yapılan nokta 51 sn 385 milisaniyede desibel değeri 42,1446 dB gürültü peak değeri bulunmuştur. Fakat svan 971 ile yapılan ölçümlerde 25 snde 83,3 dB LCpeak değerini vermiştir. Ses programı elde edilen desibel zaman grafiğinde 51saniye 140 milisaniyedeki Leg değeri ise -33,58 dB A değeridir. Fakat svan 971 ile yapılan ölçümlerde Leg değeri 61,8 dB bulunmuştur.

Tablo 3.33: 2. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri

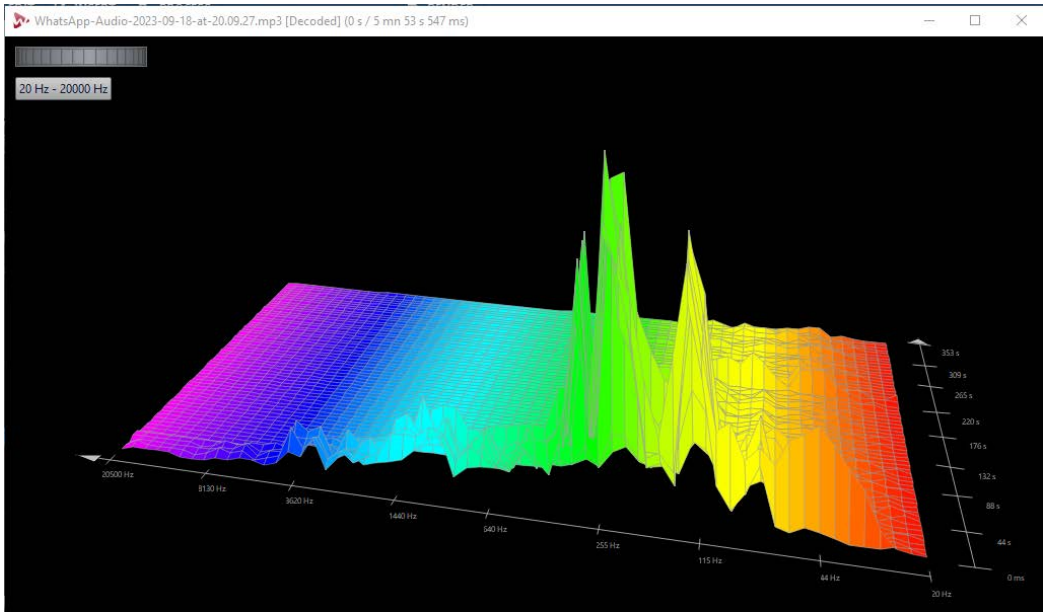


Tablo 3.33'de 2. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri gösterilmektedir.Tabloya göre ortalama Leg değeri -33,58 dB, maksimum gürültü değeri -13,6 dB, minumum gürültü değeri -69,9 dB ve kursörun etrafındaki ölçülen gürültü değeri -132,32 dB bulunmuştur.

Gürültü desibel zaman grafiğinin üç boyutlu gösterimi aşağıdaki gibidir. 2. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.184'te gösterilmiştir.



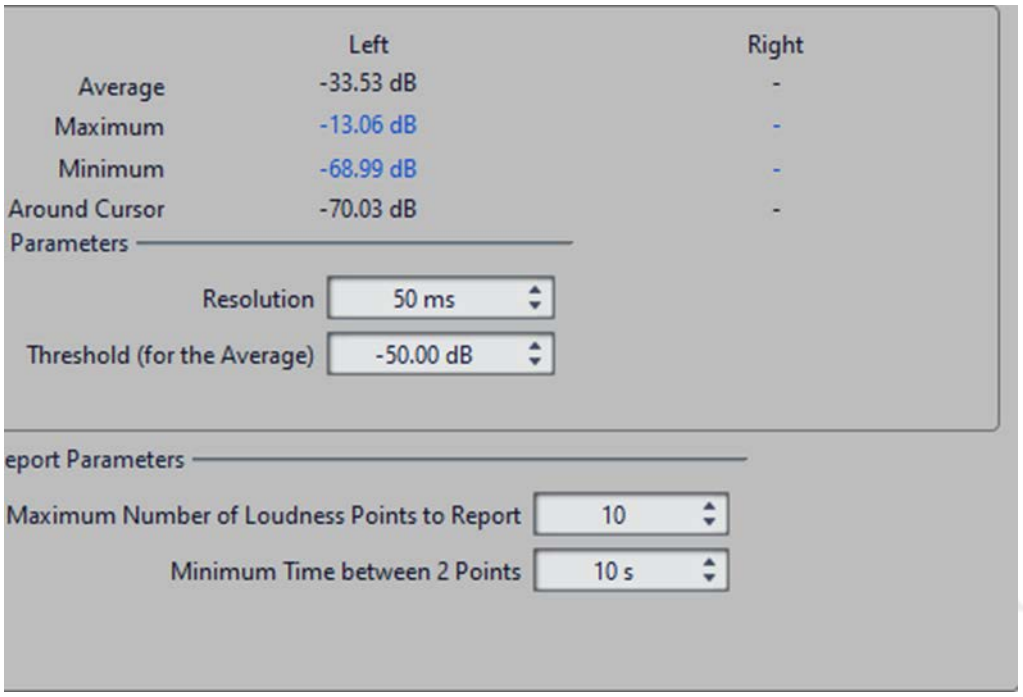
Şekil 3.184: 2. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği



Şekil 3.185: 2. Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği

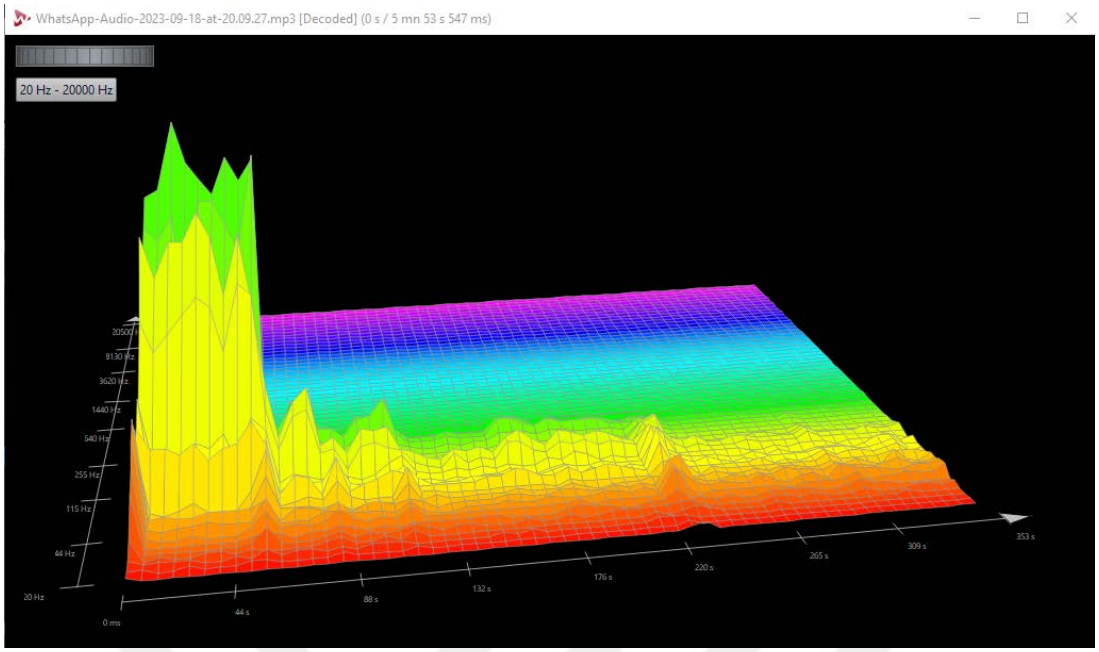
2. Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.185'de gösterilmiştir. Ses programı ile çıkan sonuçta Şekil 3.185 desibel zaman grafiğinde 22 sn de frekans 255Hz frekansı peak değeri görülmüştür. Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde 200 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 52 dB A dır .Fakat ses programının verdiği grafikte frekans zaman grafiği mevcuttur.

Tablo 3.34: 2. nokta için peak noktasındaki öçlülen ses kaydının ses paremetreleri



2. nokta için peak noktasındaki öçlülen ses kaydının ses paremetreleri Tablo 3.34'de gösterilmiştir.Ayrıca ses programında bu peak değerindeki ortalama değer -33,53 dB, maksimum -13,06, minumum -13,06 kursör yaklaşık olarak 70,03 dB civarındadır. Eşik değer ise -50 dB dir. Çözünürlük 50 ms de ölçülmüştür.

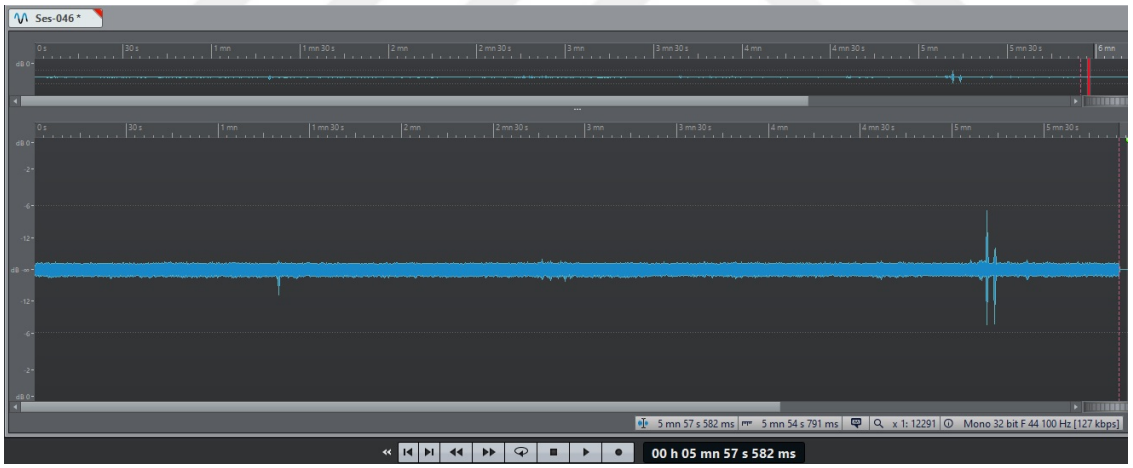
Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde 1250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 51,5 dB A dır.Fakat ses programının verdiği grafikte frekans zaman grafiği mevcuttur.



Şekil 3.186:2. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği

2. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.186'da gösterilmiştir.

Kimyasal Analiz Pompası Sol Taraf 3 Nokta

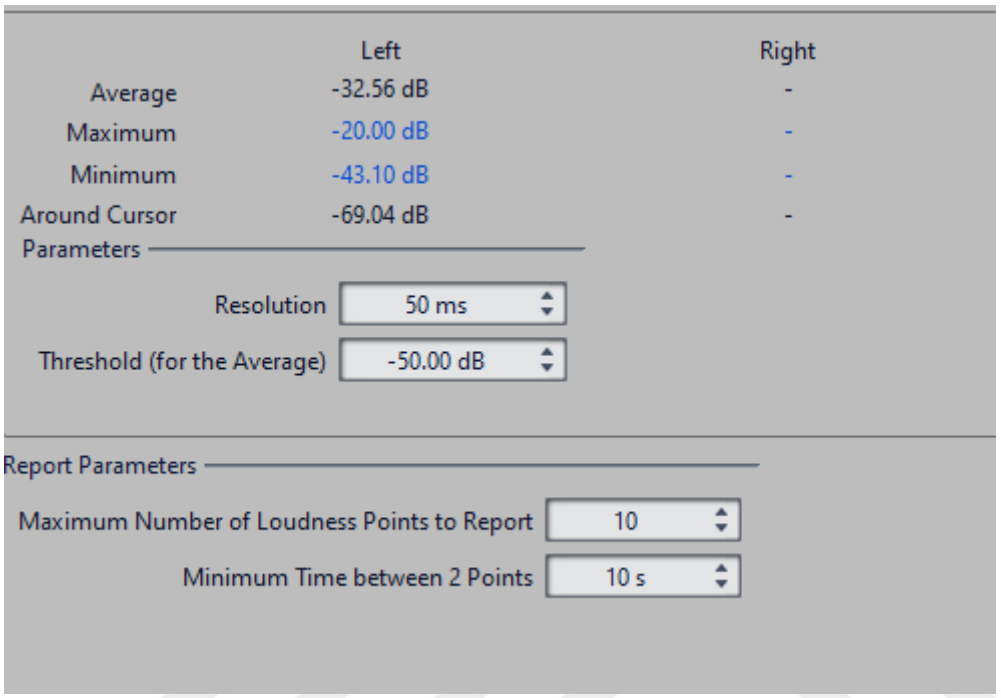


Şekil 3.187: Kimyasal Analiz Pompası İçin 3. Noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği

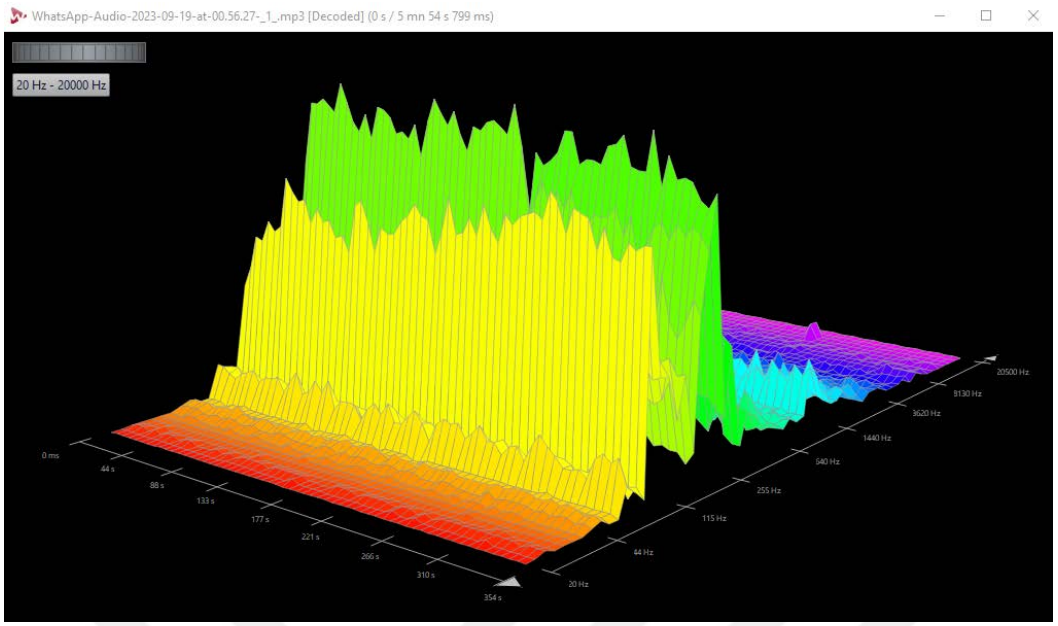
Kimyasal Analiz Pompası İçin 3. Noktada çekilen ses kaydının dB zaman grafiği Şekil 3.187'de gösterilmiştir.Bu ses programı Şekil 3.187'de ki desibel zaman grafiğinde peak yapılan nokta 11 sn 850 milisaniyede desibel değeri 41,3064 dB gürültü peak değeri bulunmuştur Fakat Svan 971 ile yapılan ölçümlerde 30 sn.de 83,9 dB peak değeri vermiştir. Ses programı ile elde edilen desibel zaman grafiğinde 52 saniye 844

milisaniyedeki Leg değeri ise- 32,56 dB A değeridir. Fakat Svan 971 ile yapılan ölçümlerde 63,2 dB değeri bulunmuştur.

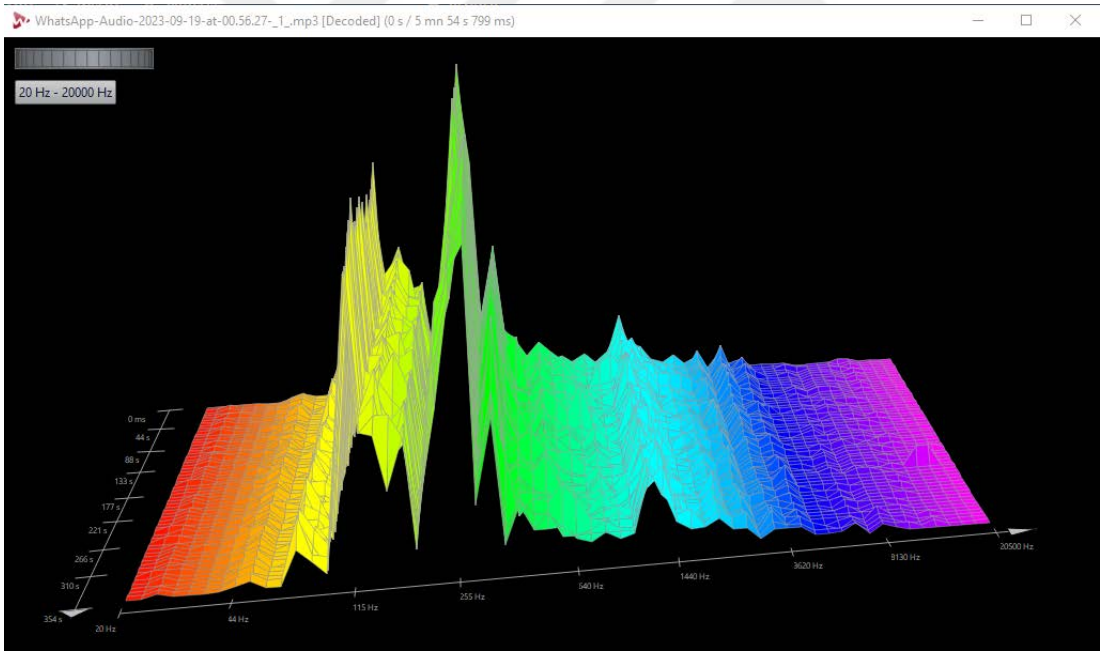
Tablo 3.35: 3. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri



3. nokta için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri Tablo 3.35'te gösterilmiştir.Ayrıca ses programında tabloya göre bu peak değerindeki ortalama değer -32,56 dB maksimum -20 minumum –43 kursör yaklaşık olarak 69,04 dB civarındadır. Eşik değer ise -50 dB dir. Çözünürlük 50 ms de ölçülmüştür. 3. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.188'de gösterilmiştir.



Şekil 3.188:3. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği



Şekil 3.189: 3. Noktadaki ses kaydının peak noktasındaki ortalama gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği

Ses programı ile çıkan sonuçta (Şekil 3.189) zaman frekans grafiğinde 38. sn de frekans 255Hz frekansı peak değer görülmüştür. Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde 250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53,2 dB A dır dır. Fakat ses programının verdiği grafikte frekans zaman grafiği mevcuttur.

Tablo 3.36: 3. nokta için peak noktasındaki öçülen ses kaydının ses paremetreleri

	Left	Right
Average	-32.46 dB	-
Maximum	-19.98 dB	-
Minimum	-49.36 dB	-
Around Cursor	-66.80 dB	-

Parameters

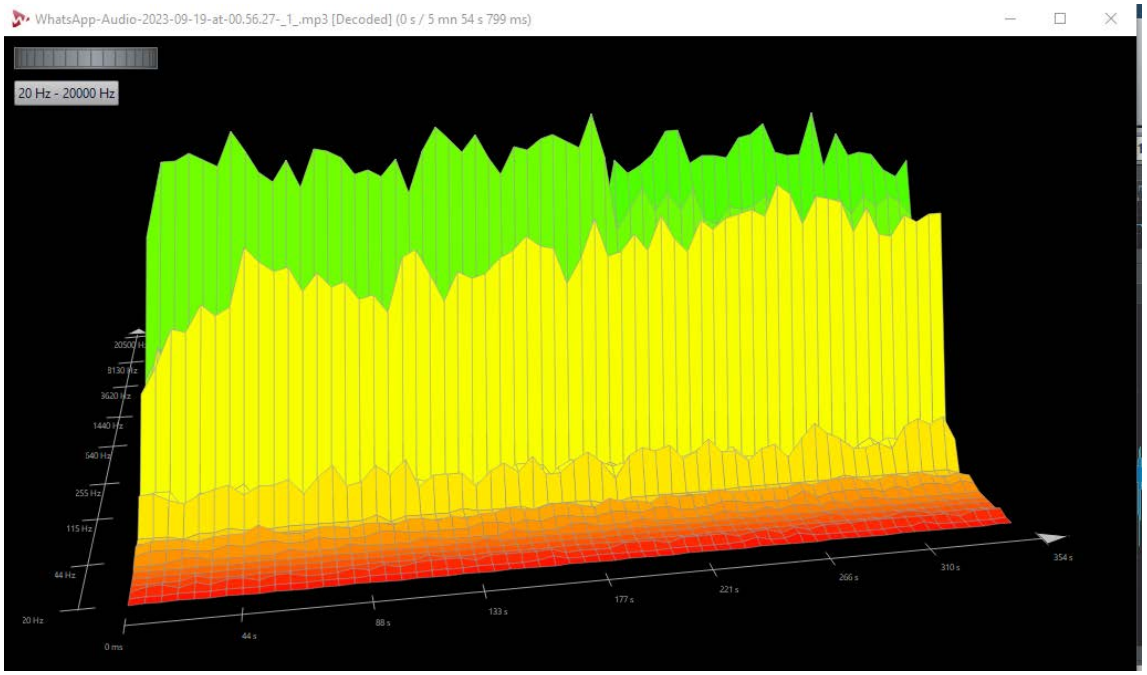
Resolution	50 ms
Threshold (for the Average)	-50.00 dB

Report Parameters

Maximum Number of Loudness Points to Report	10
Minimum Time between 2 Points	10 s

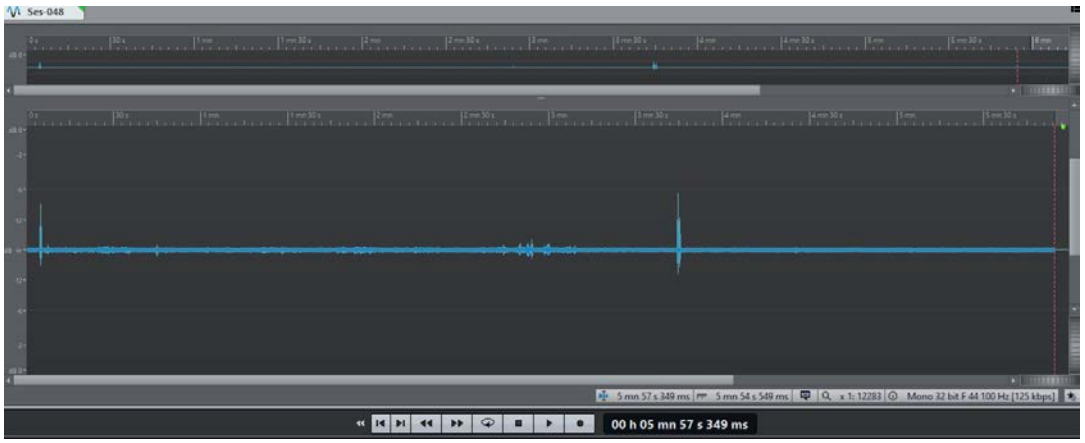
3. nokta için peak noktasındaki öçülen ses kaydının ses paremetreleri Tablo 3.36'da gösterilmiştir. Ayrıca ses programında Tablo 3 35'e göre bu peak değerindeki ortalama değer -3,46 dB ,maksimum -19,98, dB minumum –49,36 dB, kursör yaklaşık olarak 66,80 dB civarındadır. Eşik değer ise -50 dB dir. Çözünürlük 50 ms de ölçülmüştür.

Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde 250 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 53,2 dB A dır.Fakat ses programının verdiği grafikte frekans zaman grafiği mevcuttur. 3. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.190'da gösterilmiştir.



Şekil 3.190:3. Noktada çekilen ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği

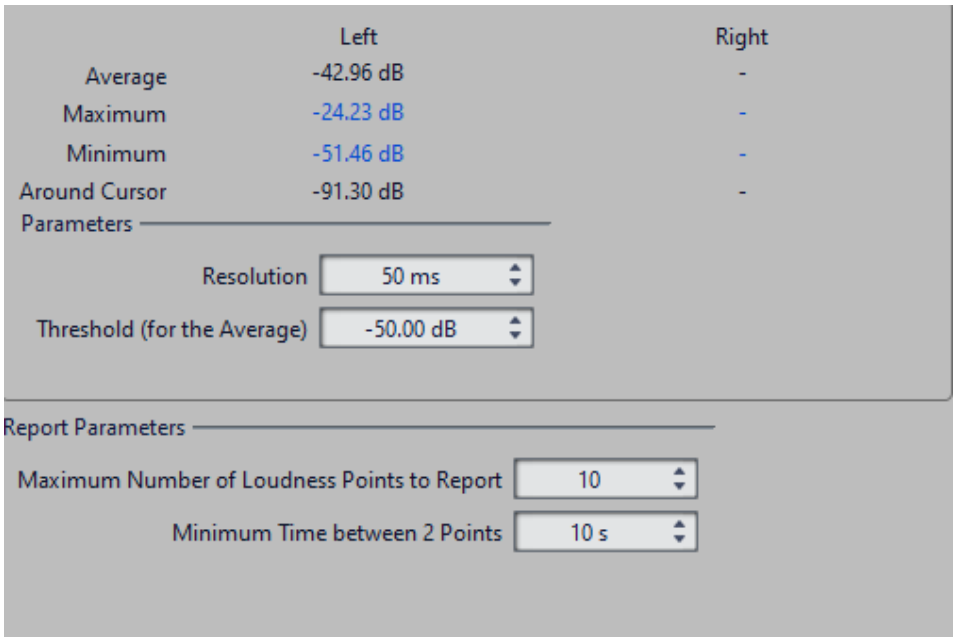
Kimyasal Analiz Pompası Sessiz Ortam Gürültü Grafikleri



Şekil 3.191: Kimyasal Analiz Pompası Sessiz Ortam Gürültü Grafiği

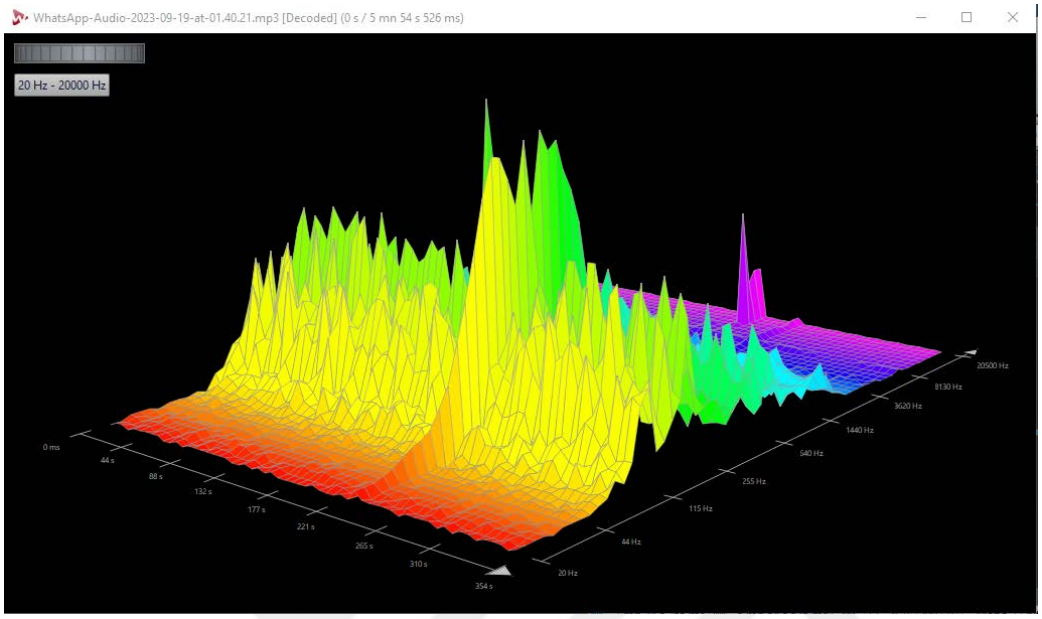
Kimyasal analiz pompası için sessiz ortam gürültü grafiği Şekil 3.191'de gösterilmiştir. Bu ses programı (Şekil 3.191) desibel zaman grafiğinde peak yapılan nokta 44 sn 255 milisaniyede desibel değeri 62,1854 dB gürültü peak değeri bulunmuştur. Fakat svan 971 ile yapılan ölçümlerde 30 sn de 75.0 dB LC peak değeridir. Ses programı ile elde edilen desibel zaman grafiğinde 52saniye 914 milisaniyedeki leg değeri ise -42,96 dB A değeridir. Fakat Svan 971 ile yapılan ölçümlerde 52,4 dB değeri bulunmuştur.

Tablo 3.37: Sessiz ortam için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri



Sessiz ortam için öçlülen ses kaydının ses paremetreleri Tablo 3.37'de gösterilmiştir.Tablo 3.36 ya göre ortalama Leg değeri -42,96 dB, maksimum gürültü

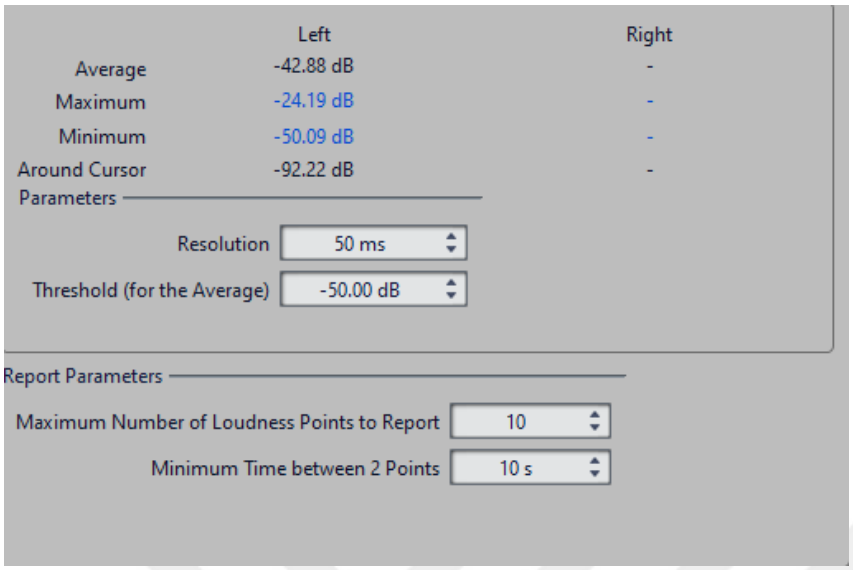
değeri -24,23 dB, minumum gürültü değeri -51,46 dB ve kursörun etrafındaki ölçülen gürültü değeri -91,30 dB bulunmuştur.



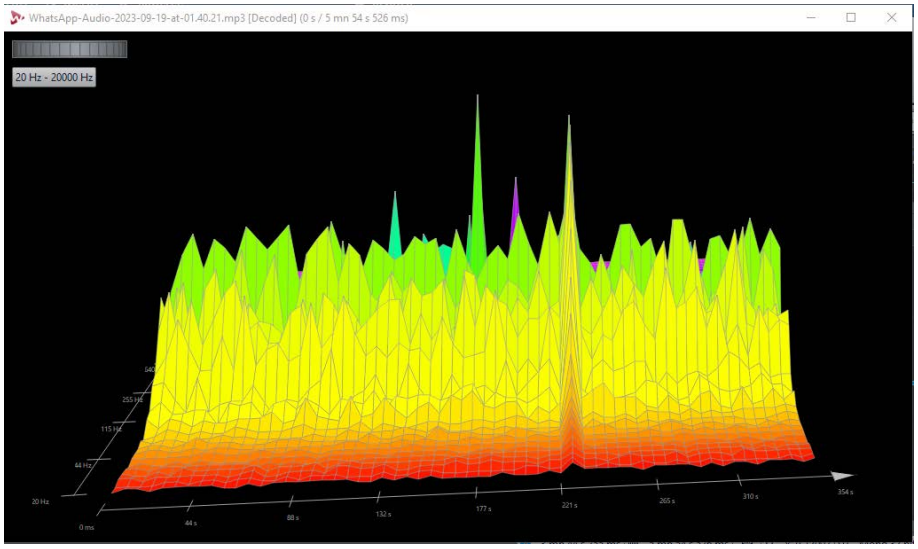
Şekil 3.192: Ses kaydının peak noktasındaki ortalama sessiz ortam gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği

Ses kaydının peak noktasındaki ortalama sessiz ortam gürültü değeri 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.192'de gösterilmiştir. Ses programı ile çıkan sonuçta Şekil 3.192 'de ki zaman frekans grafiğinde 183.sn. de frekans 255Hz -540Hz arası frekansta peak değer görülmüştür. Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 46,8 dB A dır. Fakat ses programının verdiği grafikte frekans zaman grafiği mevcuttur.

Tablo 3.38: Peak noktasındaki ortalama sessiz ortam gürültüsü ses kaydının ses paremetreleri



Peak noktasındaki ortalama sessiz ortam gürültüsü ses kaydının ses paremetreleri Tablo 3.37'de gösterilmiştir.Ayrıca ses programında Tablo 3.37 'ye göre bu peak değerindeki ortalama değer -42,88 dB, maksimum -24,19 dB, minumum –50,09 dB, kursör yaklaşık olarak 92,22 dB civarındadır. Eşik değer ise -50 dB dir. Çözünürlük 50 ms de ölçülmüştür. Svan 971 ile yapılan ölçümlerde ki grafiklerde dB A dır.Fakat ses programının verdiği grafikt 800 Hz frekansında ses basıncı seviyesi 46,8 dB A dır. Frekans zaman grafiği mevcuttur.



Şekil 3.193: Kimyasal analiz pompası sessiz ortam gürültü ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği

Kimyasal analiz pompası sessiz ortam gürültü ses kaydının 3 boyutlu frekans zaman grafiği Şekil 3.193'te gösterilmiştir.

3.17. X OSGB'de X Çevre İş Sağlığı Güvenliği Laboratuvarı Ölçüm Sonuçları Gürültü ve Titreşim Grafikleri

Day	Hour	Profile	Filter	Detector		Elapsed time	OvlT	Underrange	Units	Lmax	Leq	
d.MM.yyyy		HH:mm:ss				hh:mm:ss		%				
12.11.2021		17:44:28	P1	A, Lpeak	A	Fast	00:05:00	0.0	0	dB	77.0	50.8
12.11.2021		17:44:28	P2	C, Lpeak	C	Fast	00:05:00	0.0	0	dB	83.8	59.0
12.11.2021		17:44:28	P3	A, Lpeak	A	Impulse	00:05:00	0.0	0	dB	79.5	50.8

Leq A =50,8

Leq C = 59,0

Imax A = 79,5

Fmax A = 77,0

Tablo 3.39: 1996-2 standardına göre ölçüm hesaplaması

ImaxA	FmaxA	Fark	Düzeltme	Ölçülen LeqA	Ölçülen LeqC	Fark	Düzeltme	Raporlanacak LeqA
79,5	77,0	2,5	0,5	50,8	59,0	-8,2	0,0	51,3

1996-2 standardına göre ölçüm hesaplaması Tablo 3.39'da gösterilmiştir.

Darbesellik

Imax ve Fmax arasında değerlendirme yapılır.

Koşul I: Fark, 2 dB ' den büyük ve 7 dB ' den küçük ($2 \leq (Fark=X) < 7$) ise ilave edilecek değer farkın 2 eksiğidir. (X-2)

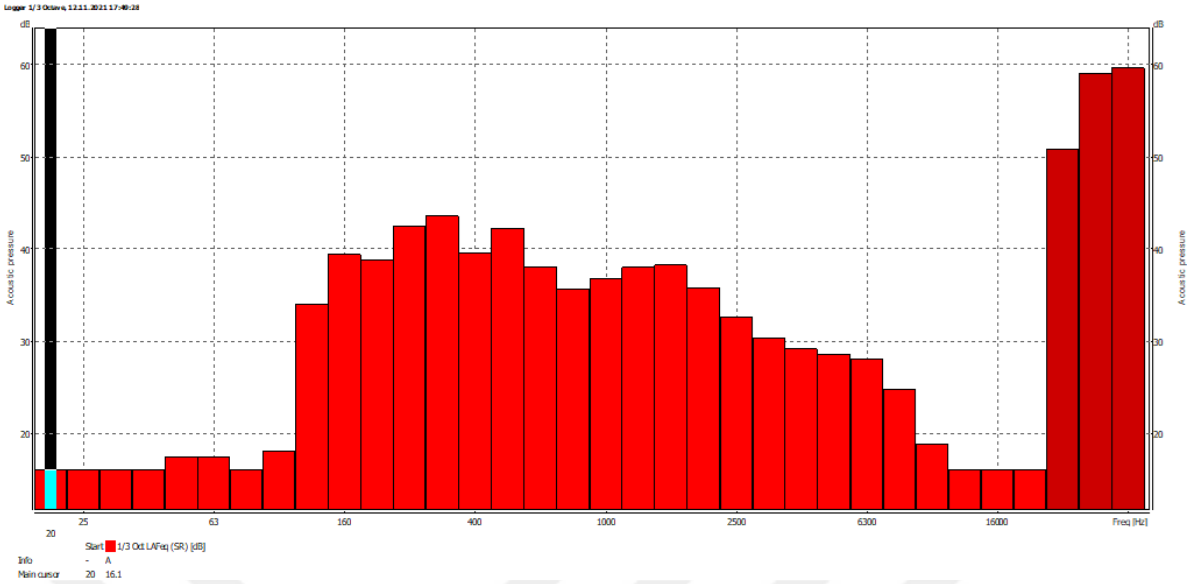
Koşul II: Farkın 2 eksiği 5 ten büyük ($X-2 \geq 5$) ise ilave edilecek değer 5 dB dir.

Düşük Frekans

LeqA ve LeqC

Tabloda verilen değer için; LeqA ve LeqC değerleri arasındaki farklar 15 dB'den büyük ise düşük frekans düzeltmesi uygulanır.

Frekansa göre değişim grafiği



Şekil 3.194: X laboratuvarındaki ölçüm sonuçlarına göre alınan frekansa göre değişim grafiği

X laboratuvarındaki ölçüm sonuçlarına göre alınan frekansa göre değişim grafiği Şekil 3.194'de gösterilmiştir.

Titreşimle İlgili Laboratuvar Ölçümleri

Day	Hour	Channel	Profile	Filter	Detector		Elapsed time	OvlT	Underrange	Units	ahw
d.MM.yyyy	HH:mm:ss						hh:mm:ss	%			
03.12.2021	10:18:32	X	P1	Wh	1 s		00:00:16	0.0	0	m/s^2	2.704
03.12.2021	10:18:32	X	P2	BL Wh	1 s		00:00:16	0.0	0	m/s^2	40.272
03.12.2021	10:18:32	Y	P1	Wh	1 s		00:00:16	0.0	0	m/s^2	1.396
03.12.2021	10:18:32	Y	P2	BL Wh	1 s		00:00:16	0.0	0	m/s^2	39.628
03.12.2021	10:18:32	Z	P1	Wh	1 s		00:00:16	0.0	0	m/s^2	2.113
03.12.2021	10:18:32	Z	P2	BL Wh	1 s		00:00:16	0.0	0	m/s^2	19.320

ahv	Current exposure	Daily exposure	EAV total time	EAV time left	ELV total time	ELV time left
m/s^2	m/s^2	m/s^2	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm
3.707	0.087	3.707	03.38	03.38	14.34	14.33

Ölçüm hesaplama

– Tüm vücut titreşimi için: a_{wx}, a_{wy}, a_{wz} (2a)

$a_{w\ en\ büyük}$ = en büyük {1,4 a_{wx}, 1,4 a_{wy}, a_{wz} } (2b)

– Ele iletilen titreşim için: a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz} (3a)

$$a_{hv} = \left[a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2\right]^{/2} \quad (3b) \quad (1.66)$$

Burada;

a_{wx}, a_{wy} ve a_{wz} (ele iletilen titreşim için a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}), sırayla, x-yönündeki, y-yönündeki ve z yönündeki frekans ağırlıklı ivmelerin k.o.k. değerleri

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (1.67)$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{n} a_{hvi}^2 T_i} \quad (1.68)$$

Burada;

a_{hvi} : i'nci çalışma için toplam titreşim değeri,

n : her bir titreşime maruz kalma sayısı,

T_i : i'nci çalışmanın süresi

El ile iletilen titreşim için heseplama Eşitlik (1.66), (1.67) ve (1.68)'de gösterilmiştir. Laboratuvarda elin içerisine aparat alınarak el kol titreşimi de ölçülmüştür. El kol titreşimi için bu laboratuvar gürültü ölçümü için 20 saniye aralıklarla 3 defa ölçüm yapılmıştır. Ölçüme ait sonuçlar:

X=2,704

Y=1,396

Z=2,113

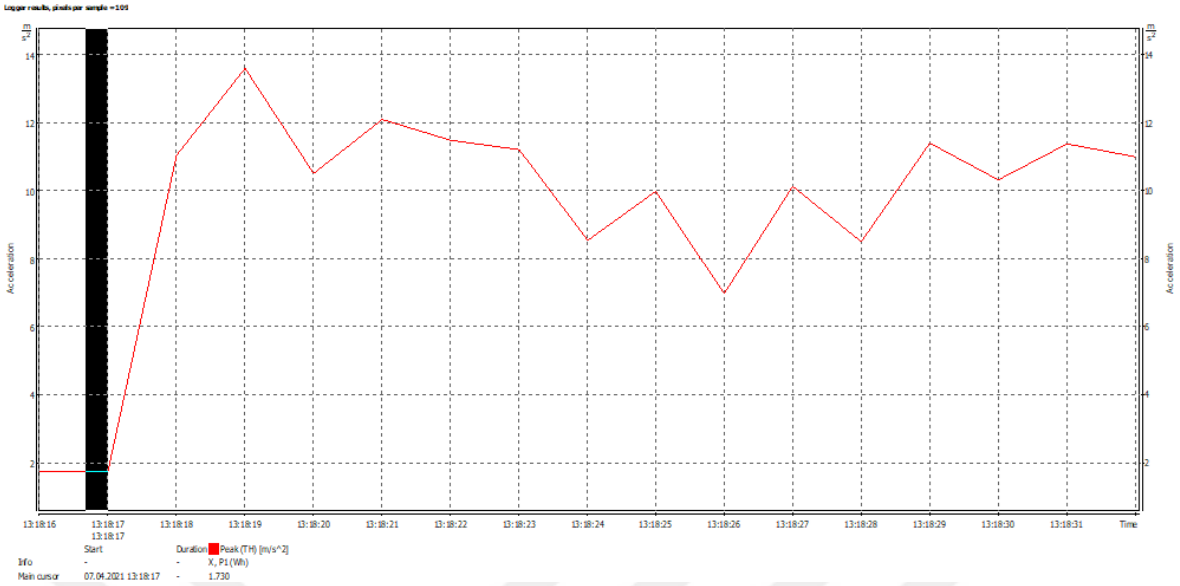
Günlük maruziyet süresi (gün içerisinde cihazın kullanım süresi) 60 dakika

Hesaplama sonucu 1,31

a) El-kol titreşimi için;

1) Sekiz Saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s²

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 2,5 m/s²



Şekil 3.195: X laboratuvarındaki ölçüm sonuçlarına göre alınan ivme zaman grafiği

X laboratuvarındaki ölçüm sonuçlarına göre alınan ivme zaman grafiği Şekil 3.195'de gösterilmiştir.

Tüm vücut titreşim

Vibration dose meter (Hand-Arm, UK)

ahv Current exposure Daily exposure EAV total time EAV time left ELV total time ELV time left

m/s^2 m/s^2 m/s^2 hh:mm hh:mm hh:mm hh:mm

0.037 0.017 0.032 > 24:00 > 24:00 > 24:00 > 24:00

Ölçüm hesaplama

– Tüm vücut titreşimi için: a_{wx}, a_{wy}, a_{wz}

$a_{w\ en\ büyük}$ = en büyük {1,4 a_{wx}, 1,4 a_{wy}, a_{wz} } (1.69)

– Ele iletilen titreşim için: a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}

$$a_{hv} = \left[a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2\right]^{/2}$$

Burada;

a_{wx}, a_{wy} ve a_{wz} (ele iletilen titreşim için a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}), sırayla, x-yönündeki, y-yönündeki ve z yönündeki frekans ağırlıklı ivmelerin k.o.k. değerleri

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (1.70)$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{n} a_{hvi}^2 T_i} \qquad (1.71)$$

Burada;

a_{hvi} : i'nci çalışma için toplam titreşim değeri,

n : her bir titreşime maruz kalma sayısı,

T_i : i'nci çalışmanın süresi

Tüm vücut titreşimi için hesaplamalar Eşitlik (1.69),(1.70) ve (1.71)'de gösterilmiştir. Laboratuvarda yere disk konulup üstüne basılarak tüm vücut titreşimi de ölçülmüştür Tüm vücut titreşimi için bu laboratuvar gürültü ölçümü için 5 dakika zaman aralığı ile 3 defa ölçüm yapılmıştır.

X=0,037

Y=0,017

Z=0,032

Günlük maruziyet süresi (gün içerisinde cihazın kullanım süresi) 60 dakika

Hesaplama sonucu 0,048

a) Tüm vücut titreşimi için;

1) Sekiz Saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 1,15 m/s²

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 0,5 m/s²

İki tireşim ölçümünde var olan sınır değerlere göre yapılan titreşim sonucu da uygundur

Küçük Modelleme

V=dalgaboyu x frekans la bulunur bir ses dalgasına aittir. Burada frekans kaynağa bağlıdır. Hız ortama bağIıdır. Dalga boyu ise hem ortama hem de kaynağa bağlıdır. Bir laboratuvar ortamında bir makineden çıkan gürültü değerini ölçersek ortam sabit olduğunu düşünürsek yani hız ortama bağlı olduğu için dalgaboyu ve frekans aralarında ters orantılı olur. Gürültü gelişigüzel ses dalgalarıdır yani dalga boyu değişmektedir. Dolasıyla dalgaboyu artıp azalacağı için frekans ön plana çıkar. Frekans kaynağa bağlıdır ve biz gürültü kontrolü yaparken ilk başta kaynakta önlem alıyoruz bu yukarıdaki denklemle ilişkilidir. Kaynakta oynama yapabiliriz.

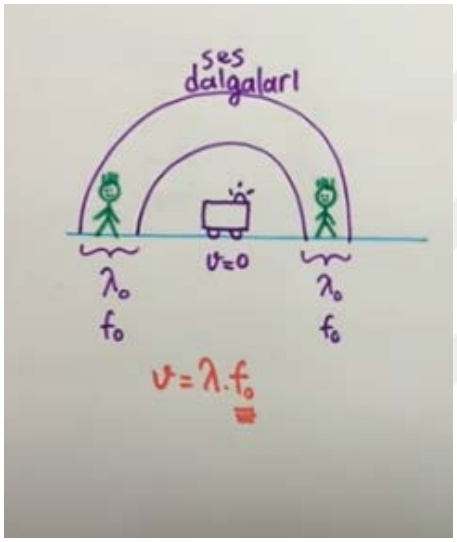
Ses dalgalarında dopler olayı vardır.

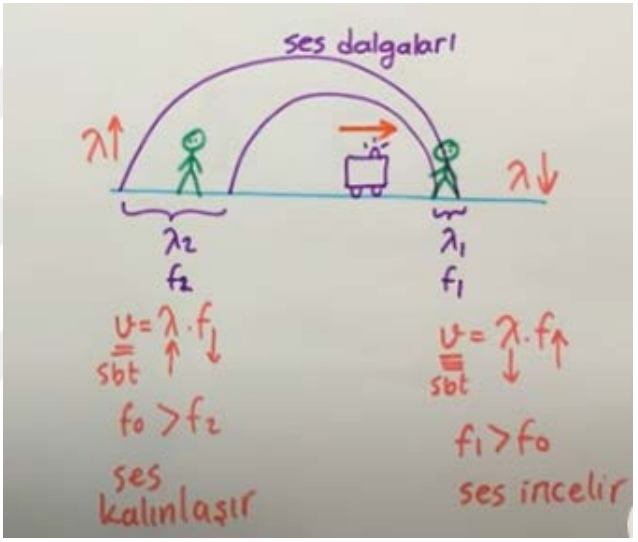
Doppler Olayı

Dinleyici ile ses kaynağı birbirine göre hareket halinde olursa, ses perdesinde belirli bir farklılık olur.

Örnek olarak, bir uçak sesinin yerden duyulmasını verebiliriz. Uçak dinleyici geçtiği anda ses perdesi düşmektedir. Yayılan dalganın frekansı aynıdır; fakat uçak yaklaştıkça, belirli birim zaman birimi içerisinde dinleyiciye ulaşmış olan ses dalgaları sayısı gittikçe yükselir. Bu yüzden dinleyici için sesin frekansı, artmış olur.

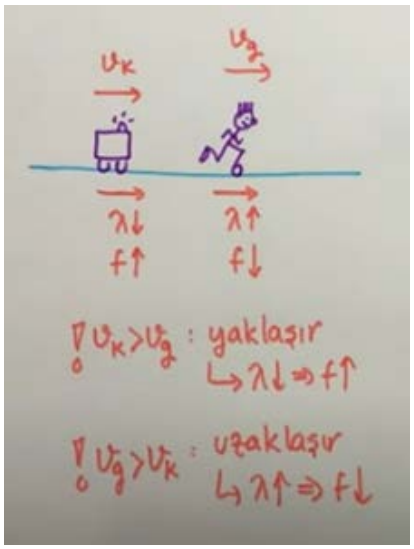
Uçak dinleyiciyi geçtikten sonra ise dinleyiciye ulaşan dalgalar azalıp dinleyici, sesin perdesinde apansız bir düşme işitir.



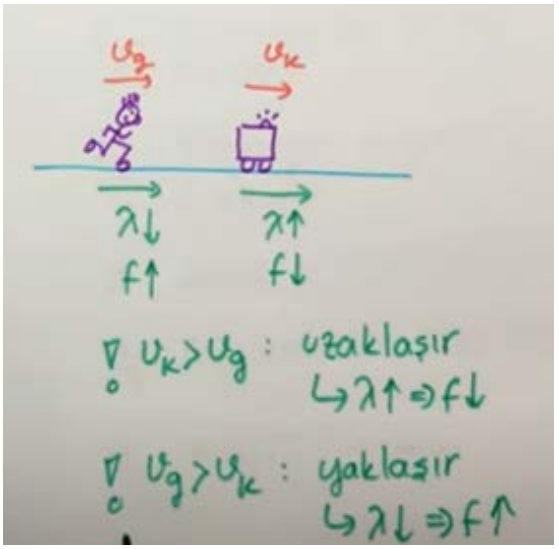


Şekil 3.196: Durgun Kaynak **Şekil 3.197 :**Kaynağın gözlemciye yaklaşması gözlemcinin uzaklaşması

Şekil 3.197'de kişi ve araba sabit durmakta olduğu için v= dalgaboyu X frekans denkleminde hız dalga boyu ve frekans değişmez ama Şekildeki gibi kaynak gözlemciden uzaklaşırsa hız yani ortam sabit olduğu için dalgaboyu azaldığı için frekansta artmaktadır. Frekans artarsa da ses incelmektedir. Dolasıyla 2 ci kişinin frekansı artar. Birinci kişinin ise kaynak kendisinden uzaklaştığı için frekansı azalır. İkinci kişinin ise duyduğu ses kalınlaşır. Bu yorumlar iş güvenliğinde makineden çıkan gürültü ile ilişkilendirirsek gürültü kontrolüne işık tutar.

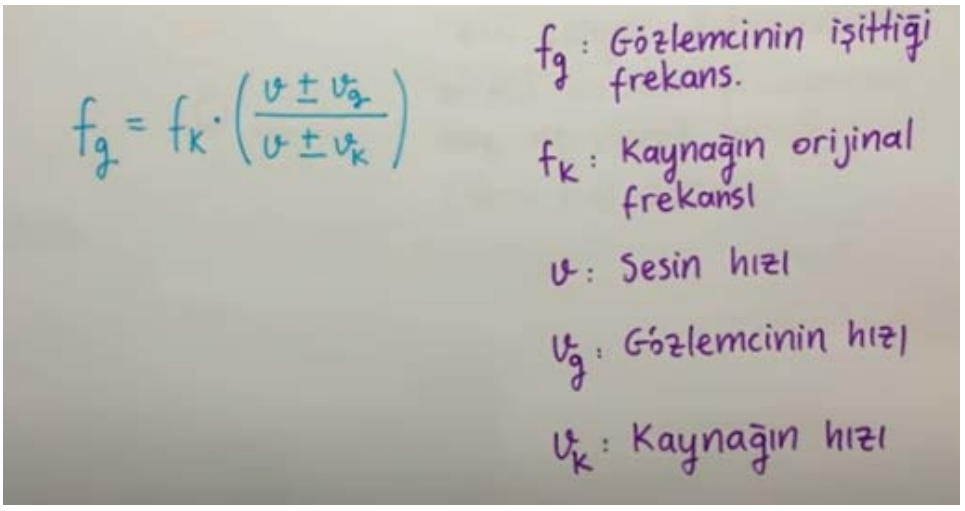


Şekil 3.198: Kaynağın gözlemciye yaklaşması gözlemcinin uzaklaşması



Şekil 3.199: Gözlemcinin kaynağa yaklaşması kaynağın uzaklaşması

Şekil 3.198'de kaynak kişiye yaklaştıkça frekans artar kaynağın hızı gözlemcnin hızından fazladır. Gözlemci uzaklaştıkça aldığı yol artacağından dalga boyu artar frekans azalır bu seferde gözlemcinin hızı kaynak hızından büyük olur. Şekil 3.199'da ise kaynağa kişiden uzaklaştıkça dalga boyu artar frekansı azalır kaynak hızı gözlemcinin hızından büyük olur. Kişi için bu durumu düşünürsek kaynağa yaklaştığı için dalgaboyu azalır ve frekansı artar. Bu şekilde ise gözlemcinin hızı kaynaktan büyük olur.



Şekil 3.200: Gözlemcinin frekansını bulma formülü

Bir elektronik sistemdeki gürültü seviyesi tipik olarak watt veya dBm cinsinden elektrik gücü N, volt cinsinden ortalama karekök (RMS) voltajı (gürültü standart sapmasına özdeş), dBμV veya volt cinsinden ortalama kare hata (MSE) olarak ölçülür. Karesi.

Elektriksel gürültü seviyesi ölçüm birimlerine örnek olarak dBu, dBm0, dBrn, dBrnC ve dBrn(f 1 − f 2), dBrn(144- line) verilebilir. Gürültü aynı zamanda aşağıdaki özelliklerle de karakterize edilebilir: olasılık dağılımı ve gürültü spektral yoğunluğu N 0 (f) hertz başına watt cinsinden. Gözlemcinin frekansını bulma formülü Şekil 3.196'da gösterilmiştir.

Bir gürültü sinyali tipik olarak yararlı bir bilgi sinyaline doğrusal bir ekleme olarak kabul edilir. Gürültüyü içeren tipik sinyal kalitesi ölçümleri şunlardır: sinyal-gürültü oranı (SNR veya S / N), analogdan dijitale dönüştürme ve sıkıştırmada sinyal-niceleme gürültü oranı (SQNR) , tepe sinyal-gürültü oranı (PSNR)) görüntü ve video kodlamasında ve basamaklı amplifikatörlerde gürültü rakamında. Taşıyıcı modülasyonlu geçiş bandı analog iletişim sisteminde, radyo alıcısı girişindeki belirli bir taşıyıcı-gürültü oranı (CNR), tespit edilen mesaj sinyalinde belirli bir sinyal-gürültü oranıyla sonuçlanacaktır.

Matemeatik uygulamalarında, bir sayı kümesinin ortalama karakökü (RMS, rms veya rms olarak kısaltılır ve formülle şu şekilde gösterilir. RMS_X Kümenin ortalama karesinin (karelerin aritmetik ortalaması) karekökü olarak tanımlanır. RMS ayrıca ikinci dereceden ortalama olarak da bilinmektedir. (Belirtilen M^2) ve geneleştirilmiş ortalamanın özel bir durumudur. Sürekli değişken bir fnksiyonun RMS i belirtilen f_{RMS} bir çevrim sırasındaki anlık değerlerin karelerinin integrali cinsinden tanımlanabilir. Alternatif elektrik akımı için RMS, aynı güç dağılımını üretecek sabit doğru akımın değerine eşittir. Tahmin teorisinde bir tahmincinin ortalama karekök sapması tahmincinin verilere uyumunun kusurluluğunun bir ölçüsüdür.

Bir değerler kümesinin (veyasürekli zamanlı bir dalga biçiminin) RMS değeri, değerlerin karelerinin aritmetik ortalamasının kareköküdür veya sürekli dalga biçimini tanımlayan fonksiyonun karesidir. Fizikte RMS akım değeri aynı zamanda ‘’bir dirençte aynı gücü dağıtan doğru akımın değeri ‘’olarak datanımlanabilir.

Bir değerler kümesinin (veya sürekli zamanlı dalga biçiminin) RMS değeri, değerlerin karelerinin aritmetik ortalamasının kareköküdür veya sürekli dalga biçimini tanımlayan fonksiyonun karesidir. Fizikte RMS akım değeri aynı zamanda "bir dirençte aynı gücü dağıtan doğru akımın değeri" olarak da tanımlanabilir.

N değerden oluşan bir küme durumunda $\{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$, RMS

$$x_{\mathrm{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{n}\left({x_1}^2 + {x_2}^2 + \cdots + {x_n}^2\right)}. \tag{1.72}$$

Aralık boyunca tanımlanan sürekli bir fonksiyon (veya dalga biçimi) *f* (*t*) için karşılık gelen formül $T_1 \leq t \leq T_2$ dır-dir

$$f_{\mathrm{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T_2 - T_1}\int_{T_1}^{T_2} [f(t)]^2 \, \mathrm{d}t}, \tag{1.73}$$

ve bir fonksiyonun tüm zamanlardaki RMS'si

$$f_{\mathrm{RMS}} = \lim_{T\to\infty} \sqrt{\frac{1}{2T}\int_{-T}^{T} [f(t)]^2 \, \mathrm{d}t}. \tag{1.74}$$

N değerden oluşan bir küme durumunda RMS hesaplaması Eşitlik(1.72)'de ,Aralık boyunca tanımlanan sürekli bir fonksiyon için Eşitlik (1.73)'de ve bir fonksiyonun tüm zamanlardaki RMS'si Esitlik (1.74) ile bulunur.

Periyodik bir fonksiyonun tüm zamanlarındaki RMS'si, fonksiyonun bir periyodunun RMS'sine eşittir. Sürekli bir fonksiyonun veya sinyalin RMS değeri, eşit aralıklı gözlemlerden oluşan bir numunenin RMS'si alınarak yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Ek olarak, çeşitli dalga formlarının RMS değeri de Cartwright tarafından gösterildiği gibi hesaplama yapılmadan belirlenebilir.

Rastgele bir sürecin RMS istatistiği durumunda ortalama yerine beklenen değer kullanılır.

Yaygın dalga formlarında

Dalga biçimi saf bir sinüs dalgası ise, genlikler (tepeden tepeye, tepe) ile RMS arasındaki ilişkiler, herhangi bir sürekli periyodik dalga için olduğu gibi sabittir ve bilinir. Ancak bu, periyodik veya sürekli olmayabilen rastgele bir dalga biçimi için geçerli değildir. Sıfır ortalamalı sinüs dalgası için RMS ile tepeden tepeye genlik arasındaki ilişki şöyledir:

$$\textit{Zirveden zirveye} = 2\sqrt{2} \times \mathrm{RMS} \approx 2.8 \times \mathrm{RMS}. \tag{1.75}$$

Diğer dalga formları için ilişkiler sinüs dalgalarıyla aynı değildir. Örneğin, üçgen veya testere dişi dalgası için

$$\textit{Zirveden zirveye} = 2\sqrt{3} \times \mathrm{RMS} \approx 3.5 \times \mathrm{RMS}. \tag{1.76}$$

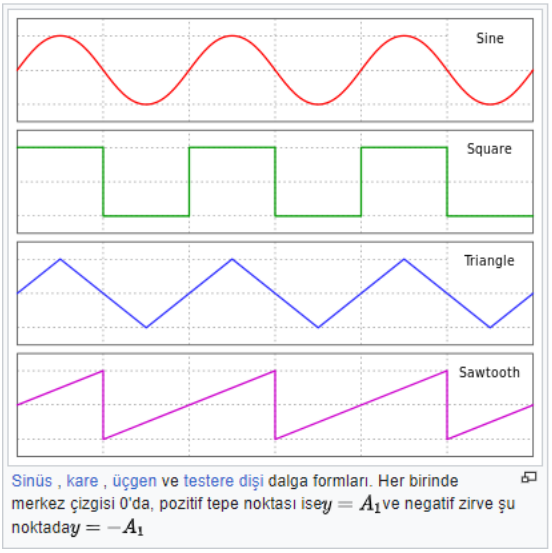
Sıfır ortalamalı sinüs dalgası için RMS ile tepeden tepeye genlik arasındaki ilişki üsteki gibi belirtilip zirveden zirveye Eşitlik (1.75) ve (1.76)'da gösterilmektedir.

Tablo 3.40: Dalga formuna göre değişkenler ve operatörler ve RMS ifadeleri gösterimi

Dalga formu	Değişkenler ve operatörler	RMS
DC	$y = A_0$	A_0
Sinüs dalgası	$y = A_1 \sin(2\pi ft)$	$\frac{A_1}{\sqrt{2}}$
Kare dalgası	$y = \begin{cases} A_1 & \operatorname{frac}(ft) < 0.5 \\ -A_1 & \operatorname{frac}(ft) > 0.5 \end{cases}$	A_1
DC kaydırmalı kare dalga	$y = A_0 + \begin{cases} A_1 & \operatorname{frac}(ft) < 0.5 \\ -A_1 & \operatorname{frac}(ft) > 0.5 \end{cases}$	$\sqrt{A_0^2 + A_1^2}$
Modifiye sinüs dalgası	$y = \begin{cases} 0 & \operatorname{frac}(ft) < 0.25 \\ A_1 & 0.25 < \operatorname{frac}(ft) < 0.5 \\ 0 & 0.5 < \operatorname{frac}(ft) < 0.75 \\ -A_1 & \operatorname{frac}(ft) > 0.75 \end{cases}$	$\frac{A_1}{\sqrt{2}}$
Üçgen dalga	$y = \lvert 2A_1 \operatorname{frac}(ft) - A_1 \rvert$	$\frac{A_1}{\sqrt{3}}$
Testere dişi dalgası	$y = 2A_1 \operatorname{frac}(ft) - A_1$	$\frac{A_1}{\sqrt{3}}$
Nabız dalgası	$y = \begin{cases} A_1 & \operatorname{frac}(ft) < D \\ 0 & \operatorname{frac}(ft) > D \end{cases}$	$A_1\sqrt{D}$
Fazdan faza sinüs dalgası	$y = A_1 \sin(t) - A_1 \sin\left(t - \frac{2\pi}{3}\right)$	$A_1\sqrt{\frac{3}{2}}$

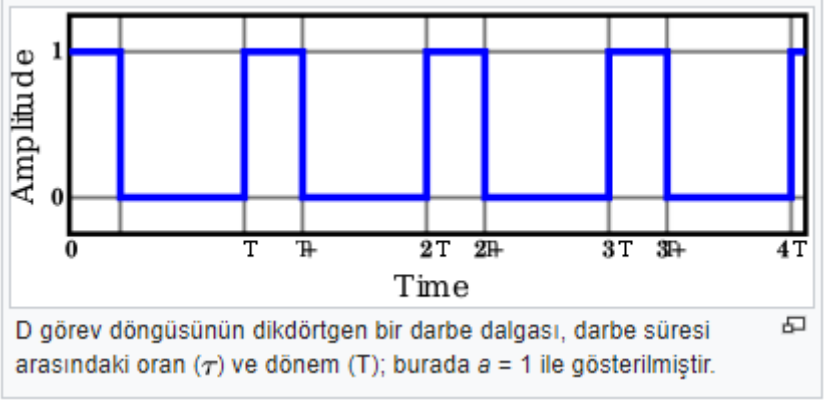
Neresi:
y yer değiştirmedir,
zamanı geldi ,
f frekanstır,
A_i genliktir (tepe değeri),
D , görev döngüsü veya yüksek harcanan zaman periyodunun (1/ *f*) oranıdır,
frac(*r*), *r'nin* kesirli kısmıdır .

Dalga formuna göre değişkenler ve operatörler ve RMS ifadeleri gösterimi Tablo 3.40’da gösterilmiştir.



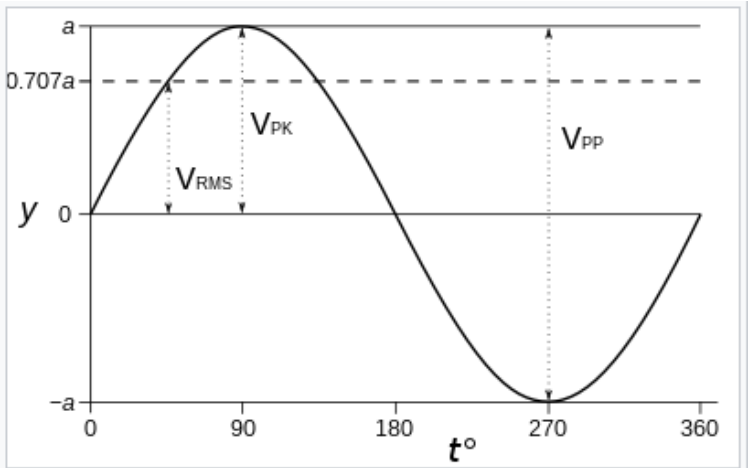
Sinüs , kare , üçgen ve testere dişi dalga formları. Her birinde merkez çizgisi 0'da, pozitif tepe noktası ise $y = A_1$ ve negatif zirve şu noktada $y = -A_1$

Şekil 3.201: Sinüs, kare, üçgen ve testere dişi dalga formları



D görev döngüsünün dikdörtgen bir darbe dalgası, darbe süresi arasındaki oran (τ) ve dönem (T); burada a = 1 ile gösterilmiştir.

Şekil 3.202: D görev döngüsünün dikdörtgen bir darbe dalgası darbe süresi arasındaki ilişki grafiği



RMS, tepe (PK) ve tepeden tepeye (PP) gerilimleri gösteren sinüs dalgası voltajının zamana (derece cinsinden) karşı grafiği.

Şekil 3.203: RMS, tepe(TP) ve tepeden tepeye (PP) gerilimleri gösteren sinüs dalgası voltajının zamana (derece) cinsinden karşı grafiği

Sinüs, kare, üçgen ve testere dişi dalga formları Şekil 3.202, D görev döngüsünün dikdörtgen bir darbe dalgası darbe süresi arasındak ilişki grafiği Şekil 3.199'da, RMS, tepe(TP) ve tepeden tepeye (PP) gerilimleri gösteren sinüs dalgası voltajının zamana (derece) cinsinden karşı grafiği Şekil 3.203'de gösterilmiştir.

Dalga biçimi kombinasyonlarında bilinen basit dalga formlarının toplanmasıyla oluşturulan dalga formları, eğer bileşen dalga formları dikse (yani bir basit dalga formunun diğeriyle çarpımının ortalaması sıfırsa), bileşen RMS değerlerinin karelerinin toplamının kökü olan bir RMS değerine sahiptir . Dalga biçimi çarpımları dışındaki tüm çiftler için)

$$\mathrm{RMS}_{\mathrm{Total}} = \sqrt{\mathrm{RMS}_1^2 + \mathrm{RMS}_2^2 + \cdots + \mathrm{RMS}_n^2} \qquad (1.77)$$

Alternatif olarak, birbirleriyle mükemmel şekilde pozitif korelasyona sahip veya "aynı fazda" olan dalga formları için RMS değerlerinin toplamı doğrudan alınır. Dalga biçimi çarpımları dışındaki tüm çiftler için RMS toplamı Eşitlik(1.77)'de gösterilmiştir.

FREKANS ALANINDA

RMS, Parseval teoremi kullanılarak frekans alanında hesaplanabilir. Örneklenmiş bir sinyal için

$x[n] = x(t = nT)$, Neresi$T$örnekleme dönemi,

$$\sum_{n=1}^{N} x^2[n] = \frac{1}{N}\sum_{m=1}^{N} |X[m]|^2, \qquad (1.78)$$

Neresi$X[m] = \mathrm{FFT}\{x[n]\}$ve N örneklem büyüklüğü, yani örneklemdeki gözlem sayısı ve FFT katsayılarıdır.

Bu durumda zaman alanında hesaplanan RMS, frekans alanındakiyle aynıdır:

$$\mathrm{RMS}\{x[n]\} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_n x^2[n]} = \sqrt{\frac{1}{N^2}\sum_m |X[m]|^2} = \sqrt{\sum_m \left|\frac{X[m]}{N}\right|^2}. \qquad (1.79)$$

Üsteki eşitlikler el kol titreşimi için yapılan eşitliklere benzer özellik göstermektedir. Frekans alanındaki RMS hesplamaları Eşitlik(1.78) ve (1.79)'da gösterilmiştir.

Diğer istatistiklerle ilişki

Eğer $\bar{x}$ aritmetik ortalamadır ve σ_x bir popülasyonun veya dalga formunun standart sapması ise :

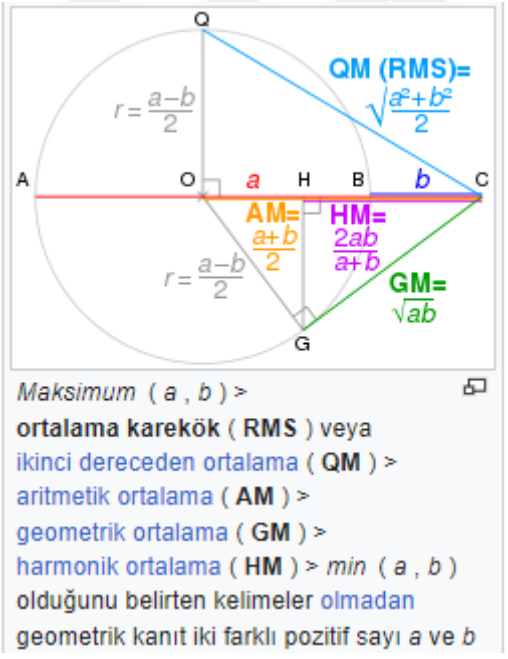
$$x_{\text{rms}}^2 = \bar{x}^2 + \sigma_x^2 = \overline{x^2}. \tag{1.80}$$

Diğer istatistiklerle ilişki Eşitlik(1.80)' da gösterilmiştir.

Üsteki denklem içi mavi

Buradan, RMS değerinin her zaman ortalamadan büyük veya ortalamaya eşit olduğu, RMS'nin "hata" / kare sapmayı da içerdiği açıktır.

Fizik bilimciler, giriş sinyalinin sıfır ortalamaya sahip olduğu varsayıldığında, yani belirli bir temel çizgiden veya uyumdan bir sinyalin ortalama kare sapmasının karekökünü atıfta bulunulduğunda, genellikle kök ortalama kare terimini standart sapmanın eşanlamlısı *olarak* kullanırlar . Bu, elektrik mühendisleri için bir sinyalin "Yalnızca AC" RMS'sini hesaplamada faydalıdır. Standart sapma, bir sinyalin yaklaşık 0 yerine ortalama etrafındaki varyasyonunun RMS'sidir; DC bileşeni kaldırılır (yani, ortalama sinyal 0 ise RMS(sinyal) = stdev(sinyal).



Şekil 3.204 Çeşitli ortalama değerleri gösterimi (Wikipedia.2023).

Çeşitli ortalama değerleri gösterimi Şekil 3.204'de gösterilmiştir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Tartışma

Bu tez çalışmasında İzmir'in belirli ilçelerinde bulunan farklı kamu kurumlarının laboratuvarlarında ve özel laboratuvarlarda bazı laboratuvarlarda gürültü bazı laboratuvarlarda gürültü ve titreşim ölçümleri alınarak yapılmıştır.

0-30 desibel arası çok sessiz,

• 30-50- desibel arası sessiz,

• 50-60- desibel arası orta derecede gürültülü,

• 60-70 desibel arası, gürültülü

• 70-80 desibel arası ise çok gürültü ortam olarak sınıflandırılır. Bu değerlerin bilgilerine göre laboratuvarlar düşük riskli, orta riskli ve yüksek riskli gruplara ayırabiliriz.

Tablo 4.1: Ahşap atolyesi B 24 'te 30 sn.lik zaman süresince bulunan iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm yer no:	Rapor edilmesi gereken Lpa(düzeltilmiş) Sonuç	Rapor edilmesi gereken Peak(C)
Daire Testere	83,2	114,3
Planya	77,2	100,6
Freze	86,5	104,4
Gönye Kesme	87,2	104,6
Zımpara	76,6	97,9
Daire Zımpara	74,7	95,0

Tablo 4.2: Ahşap atolyesi B 24 ‘te 1 dk.lık zaman süresince bulunan iç ortam gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Ölçüm Bölümü	Ölçüm Tarihi	Sıcaklık (°C)	Basınç (hPa)	Nem % Rh	Artık Ses (dBA)	Leq (dBA)
1	MATKAP DELİK DELME MAK.	17.03.2023	24,0	997,7	41	43,4	71,8
2	PLANYA MAKİNESİ	17.03.2023	23,1	998,1	42	43,4	92,9
3	GÖNYE KESME MAKİNESİ	17.03.2023	24,1	997,7	43	43,4	99,7
4	TAŞLAMA MAKİNESİ	17.03.2023	24,0	997,6	42	43,4	77,7
5	TORNA MAKİNES	17.03.2023	24,2	998,1	41	43,4	82,8
6	ŞERİT TESTERE MAK.	17.03.2023	24,1	998,1	40	43,4	83,3
7	ZIMPARA MAKİNESİ	17.03.2023	24,1	998,7	41	43,4	105,5
8	YATAR DAİRE KESİM MAK.	17.03.2023	24,0	997,7	41	43,4	101,7
9	DREMEL GRAVÜR MAKİNESİ	17.03.2023	23,1	998,1	42	43,4	81,2

Gürültü acısından riskli laboratuvar ortamı gurubuna giren ve benzer cihazlara sahip olan; İlk başta Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi ve içeresinde aynı cihazları yakın cihazları barındıran İzmir Yaşar Üniverstesi yerleşkesine yakın bulunan A kamu kurumundaki 1 nolu,2 nolu,3 nolu laboratuvarlardaki cihaz ve makinelerde çıkan seslerin iç ortam gürültü değerleri ölçülmüştür. Yapılan çalışmanın amacı doğrultusunda seçilen işyerlerinde çalışanların yapmış olduğu ana işlemler belirlenmiş ve bu işlemler üzerinden TS ISO 1996-2 Kapsamında Yapılan gürültü ölçüm sonuçları ve “TS EN ISO 9612:2009 Akustik - Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu” kullanılarak günlük kişisel gürültü

Maruziyeti (Görev tabanlı) hesaplanmıştır. İç ortam gürültü sonucu olarak Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesinde aldığımız 1 dk. lık zaman süresince ölçümlerde matkap delik delme makinesi 71,08 dB(A) , planya makinesi 92,9 dB(A), Gönye kesme makinesi 99,7 dB(A) , taşlama makinesi 77,7 dB(A), torna makinesi 82,8 dB(A), şerit testere makinesi 83, 3 dB(A), zımpara makinesi 105,5 dB(A),yatar daire kesim makinesi 101,7 dB(A), dremel gravür 81,2 db(A) olarak ölçülmüştür.1 dk.lık ölçümler için İç ortam gürültü seviyesinin, laboratuvarın dokuz ayrı yerinde yapılan ölçüm sonuçlarına göre planya, testere, zımpara, yatar daire kesme makineleri için yasal sınırın üzerinde olduğu bulunmuştur. Zımpara makinesi için en yüksek, matkap delik delme bölümünde ise en düşük seviyede bulunduğu belirlenmiştir. Ahşap atolyesi B 24 'te 1 dk.lık zaman süresince bulunan iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

30 sn.lik ölçümlerde daire testere makinesi 83,2 dB(A), planya makinesi 77,2 dB(A), freze makinesi 86,5 dB(A), gönye kesme makinesi 87,82 dB(A), zımpara makinesi 76,6 dB(A), daire zımpara makinesi 74,7 dB(A) değerleri bulunmuştur. Sonuçların farklı çıkmasının nedeni makinelerde kesilen malzemelerin cinsine yoğunluğuna, uzaklık mesafesine bağlıdır. İç ortam gürültü seviyesinin, laboratuvarın 6 ayrı yerinde yapılan ölçüm sonuçlarına göre göye kesme ve freze makineleri için yasal sınırın üzerinde olduğu bulunmuştur. Daire zımpara için en düşük, gönye kesme makinesi ise bölümünde en düşük seviyede bulunduğu belirlenmiştir. Ahşap Atölyesi B 24 'te 30 sn.lik zaman süresince bulunan iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3: B Kamu Kurumundaki İç Ortam Gürültü Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktası	Ölçüm Yeri	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Süresi	Leq,A dB (düzeltilen)	Peak değeri dB (C)
1	Pompa Akış Döngü Düzeneği	25.10.2022	3 Dakika	**74,1**	89,8
2	Kaba Kesme Cihazı	25.10.2022	1 Dakika	**58,6**	83,5
3	Hassas Kesme Cihazı	25.10.2022	1 Dakika	**63,2**	84,6

Tablo 4.3'ün devamı

4	Sıcak Kalıplama Cihazı	25.10.2022	1 Dakika	**53,6**	74,3
5	Zımpara Cihazı	25.10.2022	1 Dakika	**53,1**	79,0
6	Taramalı Elektrom Mikroskopu (Sessiz Ortam)	25.10.2022	3 Dakika	**57,5**	89,6
7	BET	25.10.2022	3 Dakika	**56,8**	78,4
8	Taramalı Elektrom Mikroskopu	25.10.2022	3 Dakika	**61,0**	86,1
9	XRD	25.10.2022	3 Dakika	**52,6**	76,7
10	Chiller Cihazı	25.10.2022	3 Dakika	**65,4**	85,6
11	Parçacık Boyut Analiz	25.10.2022	3 Dakika	**70,6**	90,0

B kamu kurumundaki 4 nolu laboratuvarda Akış Döngü Düzeneğindeki pompa için 74,1 dB(A), 9 nolu laboratuvarda bulunan: kaba kesme cihazı 58,6 dB(A), hassas kesme cihazı 63,2 dB(A), sıcak kalıplama cihazı 53,6 dB(A), zımpara cihazı 53,1 dB(A) ortalama Leg gürültü değerleri, 7 nolu laboratuvarda bulunan taramalı elektrom mikroskopu (Sessiz Ortam) 57,5 dB(A), taramalı elektrom mikroskopu sesli ortam 61,0 dB(A), 5 nolu laboratuvarda bulunan BET 56,8 dB(A), parçacık boyut analiz(Master sizer cihazı) için 70,6 dB(A), XRD için 52,6 dB(A), 6 nolu laboratuvarda bulunan chiller soğutma sistemi için 65,4 dB(A) Leg ortalama gürültü değerleri bulunmuştur. Bulunan ortalama gürültü değerleri yasal sınırın altında çıkmıştır. Diğer tez çalişmalarında bu cihazlar makineler ve düzenekler için gürültü ölçümü alınmamıştır. Sadece bu tez çalışması kapsamında belirtilen cihaz makine ve düzenekler için ortalama gürültü değerleri ölçülmüştür. B kamu kurumundaki iç ortam gürültü ölçüm sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

HSE (İngiltere İSG Kuruluşu)'nin yapmış olduğu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan "Ağaç İşleri Endüstrisinde Gürültü Risklerinin Kontrolü ve Yönetimi" adlı çalışmada ağaç işleri ve mobilya sektöründe çalışılan belli başlı makinelerin gürültü emisyon değerleri ölçülmüştür. Bulunan değerler Tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Ahşap doğrama işlerinde kullanılan bazı makinelerin gürültü emisyon değerleri (Belgin ve Çalışkan, 2004).

Makine	Gürültü Emisyon Değerleri
Zımparalama makinesi	94-97 dB(A)
Kalınlık makinesi	97-101 dB(A)
Dairesel Testere	97-102 dB(A)
Şerit testere	95-105 dB(A)

HSE (İngiltere İSG Kuruluşu)'nin yapmış olduğu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan "Ağaç İşleri Endüstrisinde Gürültü Risklerinin Kontrolü ve Yönetimi" adlı çalışma ile bu tez kapsamında bulunan makine ve işlere baktığımızda zımparalama makinesi, dairesel testere, şerit testere makineieri ve yaptıkları işler ve makineler ortaktır. HSE (İngiltere İSG Kuruluşu)'nin yapmış olduğu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan "Ağaç İşleri Endüstrisinde Gürültü Risklerinin Kontrolü ve Yönetimi" adlı çalışmada zımparalama makinesi 94-97 dB(A), Dairesel Testere 94-97 dB(A), şerit testere 94-97 dB(A) değerleri bunmuştur. Bu tez çalışmasında Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi'nde 1 dk.lık yapılan ölçümlerde ise zımparalama makinesi 105,5 dB(A) , dairesel testere 101,7 dB(A), Şerit testere 83,3 dB(A) değerleri bunmuştur, İki çalışma kıyaslandığında zımparalama makinesi dairesel testere için bulunan değerler yakın çıkıp şerit testere ile farklı bir sonuç elde edilmesinin nedeni kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesinin farkılı olması bunun yanında ölçüm yapılan makine özelliklerinden kaynaklanmaktadır

Kürklü vd. (2013)'nün hazırladıkları çalışma hayatında gürültünün etkisi ve inşaat teknolojileri eğitimi açısından değerlendirilmesi konusu Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi'nde Afyonkarahisar ilinde bulunan çıraklık eğitimi, meslek liseleri ve üniversitede bulunan yapı laboratuvarı, ahşap ve metal atölyelerinde yapılan desibel ölçümleriyle öğrencilerin maruz kaldığı gürültü düzeyleri ölçülmeye çalışılmıştır. 85 dB kritik seviye olarak düşünüldüğünde birçok cihazın bu seviye ve üzerinde olduğu görülmüştür. Fakat bu tehlikeleri ve riskleri kontrol etmek için yapılabilecek faaliyetlerin olduğu düşünülmektedir (Kürklü vd., 2013).Yaptıkları çalışmada anlık gürültü ölçüm cihazı ile belli bir noktadaki ses basınç seviyesini ölçerek desibel cinsinden neticeler

bulunmuştur. Çalışmada atölye laboratuvarların ve atölyelerin yoğun gürültü kaynakları içeren ortamlar olduğu ileri sürülmüş; bu ortamlarda çalışanların gürültü bakımından sağlığının korunmasında öncelikle toplu koruma önlemlerine yönelinmesi gerektiğini, gürültü kaynağı ile uygulamalı eğitimin yapıldığı laboratuvarların ve atölyenin birbirinden ayrılmasını, cihazların daha teknolojik ve yeni olmasının gürültü kapasitesini azaltacağını ifade etmişlerdir (Kürklü vd., 2013).

Çalışmada ölçüm yapılan eğitim kuruluşları ve eğitim kuruluşlarında bulunan potansiyel gürültü kaynaklarının dB değerleri Tablo 4-7 arasında gösterilmiştir. Afyonkarahisar Merkez Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. AKÜ yapı öğretmenliği bölümüne ait gürültü değerleri (dB)(Kürklü ve ark. (2013)

	max	min	ort
Los Angeles Aşınma Cihazı	99.6	69.5	86.9
Şerit Testere boş	85.0	82.4	83.5
Şerit Testere kesim yaparken	91.2	83.3	88.6
Planya boş	81.9	73.3	75.7
Planya kesim yaparken	85.7	83.6	85.0
Daire Testere	86.7	83.6	86.0

Tablo 4.6: Afyonkarahisar Çıraklık Eğitim Merkezine ait gürültü değerleri (dB) (Kürklü ve ark. (2013)

	max	min	ort
Giyotin	78.3	67.1	69.4
Taşlama	93.1	64.7	75.3
Kalınlık	78.6	75.0	76.8
Daire Testere boş	68.3	66.4	66.9
Daire Testere kesim yaparken	84.0	66.6	74.2
Planya ahşap	87.9	81.9	84.8
Freze	93.1	82.4	88.1

Tablo 4.7: Afyonkarahisar Gazi Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) (Kürklü ve ark., 2013).

	max	min	ort
Şerit Testere boş	76.7	74.7	75.6
Şerit Testere kesim yaparken	86.4	75.5	80.8
Kalınlık boş	85.2	83.6	84.6
Kalınlık kesim yaparken	89.5	72.1	82.7
Daire Testere	86.0	74.7	79.1

Tablo 4.8: Afyonkarahisar Merkez Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) (Kürklü ve ark., 2013).

	max	min	ort
Demir tepsi testere kesim yapılırken	95.3	69.5	85.6
Demir tepsi testere boş	76.4	60.2	65.6
Torna parça varken	70.0	67.4	68.4
Flexi Taşı	93.4	62.1	72.9
Taşlama	79.8	68.3	75.5

Kürklü ve ark. (2013), yaptıkları çalışmanın AKÜ Yapı Öğretmenliği Bölümüne ait makineler ve işler için ile bu tez çalışmasında şerit testere, planya, daire testere makineleri ortaktır. AKÜ Yapı Öğretmenliği Bölümüne ait gürültü değerleri (dB) şerit testere 88,6 (dB), planya 85 (dB), daire testere 86 (dB) değeri olarak bulunmuştur. Afyonkarahisar Çıraklık Eğitim Merkezine ait gürültü değerleri Taşlama 75,3 (dB), Daire Testere için 74,2(dB) Planya ahşap 84,8 (dB) Freze 88,1 (dB) olarak bulunmuştur. Bu tez çalışmasında ise 1 dk.lık alınan ölçümler için Taşlama makinesi için 77,7 (dB),30 sn alınan ölçümler için Daire Testere 83,2(dB), 3 sn.lik ölçümlerde Planya ahşap 77,2, 1 dk.lık ölçümlerde planya ahşap 92,9, 30 sn.lik ölçümlerde (dB) Freze 86,5 (dB) değerleri bulunmuştur. Değerlerden farklı sonuçlar elde edilmesinin nedeni kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesinin farklı olması bunun yanında ölçüm yapılan makine özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Kürklü vd., 2013).

Afyonkarahisar Gazi Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) Şerit Testere 80,8 (dB) Daire Testere için 79,1 (dB) degerlerii bulunup bu tez çalışmasında ise 1 dk.lık ölçümler için 83,3 ve daire testere için 101,7 (dB) 30 sn.lik ölçümler için daire testere

83,2 değerleri bulunmuştur. Şerit testere değerleri için değerler yakın olup daire testere için farklı sonuçlar elde edilmesinin nedeni yine kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesinin farklı olması bunun yanında ölçüm yapılan makine özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Afyonkarahisar Merkez Endüstri Meslek Lisesine ait gürültü değerleri (dB) torna makinesi 68,4(dB), taşlama makinesi için 75,5 (dB) olarak bulunmuştur. Bu tez çalışmasında ise 1 dk.lık ölçümler için torna makinesi için 82,8 (dB) ,taşlama makinesi için 77,7 (dB) değeri bulunmuştur. Taşlama makineleri için yaklaşık değerler bulunurken torna için farklı değerlerin bulunmasının nedeni kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesinin farklı olması bunun yanında ölçüm yapılan makine özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Albayrak'ın çalışmasında iç ortam pilot tesis olarak seçilen bir işletmede iş güvenliği ortam ölçümleri olarak; iç ortam gürültü, iç ortam aydınlatma, iç ortam termal konfor ve iç ortam toz ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm cihazları kullanılarak yerinde yapılan ölçümlerin sonuçları ayrıntılarıyla incelenmiştir. Elde edilen iç ortam ölçüm sonuçları ortam koşullarının 5x5 Matris yöntemi kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. İç ortam gürültü değerleri için gürültü kaynağına (makine, tezgah) bir metre mesafede cihaz sabitlenerek gürültü değerlerinin stabil hale geldiğinde birer dakika arayla üç ölçüm kayıt altına alınmıştır. Daha sonra ölçüm değerlerinin logaritmik ortalaması alınarak ölçüm sonucu verilmiştir. Seçilen işletmenin iç ortamında dokuz noktada yerinde gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları kayıt altına alınmış ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Albayrak'ın çalışması ve bu tez çalışması kıyaslandığında iç ortam gürültü ölçümlerinin ortak fakat gürültüsü ölçülen makinelerin ve ölçme ortamının farklı olduğu görülmektedir.

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi ve içeresinde matkap delik delme makinesi, planya makinesi, gönye kesme makinesi, taşlama makinesi, torna makinesi, şerit testere makinesi , zımpara makinesi ,yatar daire kesim makinesi ,dremel gravür makineleri için makineler den kaynaklı kişilerin sahip

oldukları günlük gürültü kişisel maruziyet değerleri dozimere kullanılarak hesaplanmıştır.Buna göre matkap delik delme makinesi 71,5 dB(A) , planya makinesi 84,3 dB(A), gönye kesme makinesi 95,8 dB(A) , taşlama makinesi 77,7 dB(A), torna makinesi 78,2 dB(A), şerit testere makinesi 82,4 dB(A), zımpara makinesi 86,4 dB(A) değerleri bulunup makinelerden kaynaklı kişilerin sahip oldukları günlük gürültü kişisel maruziyet değerleri dozimere kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.9: Ahşap atölyesindeki makinelerden alınan kişisel gürültü maruziyeti hesaplama sonuçları

Görev adı	Görev 1		Görev 2		Görev 3		Görev 4		Görev 5		Görev 6		Görev 7	
	Matkap Delik Delme makinessi		Planya Kesim		Taşlama işlemi		Gönye kesme		Torna amakinesi		Şerit testere		Zımpara Mak	
Örnek numarası	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)	Gürültü seviyesi (dB)	Görev süresi (saat)
1	71,1	1	85,3	1	77,8	1	95,2	1	77,5	1	82,7	1	86,9	1
2	72,6		83		77,6		97,2		77,1		82,4		85,2	
3	70,7		84,3		77,7		94,4		79,6		82		86,9	

Tablo 4.10: Ahşap atölyesindeki makinelerden alınan kişisel gürültü maruziyei ölçüm sonuçları

SONUÇLAR			Görev adı	Görev 1	Görev 2	Görev 3	Görev 4	Görev 5	Görev 6	Görev 7
				Matkap Del	Planya Kesi	Taşlama işl	Gönye kesn	Torna amak	Şerit tester	Zımpara Mak
Ortalam gürültü seviyesi (dB)		(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	71,5	84,3	77,7	95,8	78,2	82,4	86,4
Süre (saat)		(9.2 : (5))	Tm	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
m görevinin Lex,8 'e katkısı		(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	63,1	75,8	69,2	87,3	69,8	73,9	78,0
Belirsizlik katkısı	Gürültü seviyesi		$(c_{1a,m} \cdot u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,4	0,0	0,0	0,0
	Süre		$(c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ölçüm cihazı		$(c_{1a,m} \cdot u_{2,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ölçme pozisyonu		$(c_{1a,m} \cdot u_3)^2$	0,00	0,00	0,00	0,6	0,0	0,0	0,0
	Her m görevinin toplamı		$u^2 (L_{EX,8h})$ m	0,00	0,00	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0
	Tüm görevlerin toplamı	(C.3)	$u^2(L_{EX,8h})$ =	1,07						
	Birleştirilmiş standart belirsizlik		$u(L_{EX,8h})$	1,0	dB		Genişletilmiş belirsizlik			
	Günlük gürültü maruziyeti seviyeleri	(C.2)	$L_{EX,8h}$ =	87,8	dB		$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h})$ =		1,7	dB

A Kamu kurumundaki 1 nolu laboratuvarda makinelerden çıkan seslerle iligili olarak laboratuvarda görev bazlı ölçüm yapılmıştır. "TS EN ISO 9612:2009 Akustik - Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu" kullanılarak günlük kişisel gürültü Maruziyeti (Görev tabanlı) hesaplanmıştır. Taşlama makinesi, matkap makinesi ve torna makinesinden kişisei görev bazlı gürültü maruziyetleri hesaplanmıştır.

Taşlama makinesi, daire (radyal testere), matkap makinesi, kıl testere ve torna makinesinden kişisei görev bazlı gürültü maruziyetleri hesaplanmıştır. Ahşap atölyesindeki makinelerden alınan kişisel gürültü maruziyeti hesaplama sonuçları Tablo 4.9'da, Ahşap Atölyesindeki makinelerden alınan kişisel gürültü maruziyeti ölçüm sonuçları Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.11: Belirtilen makineler için kişisel gürültü maruziyet ses basınç ortalama (dBA) değerleri

Makine adı	Ses basınç ortalama (dBA)
Taşlama makinesi	91,2
Daire Testere (radyal testere)	100,9
Matkap makinesi	71,1
Kıl testere	89,4
Torna	75,7

Tablo 4.11'de yer alan her makineden kaynaklı kişinin kafasına takılan şapkanın üzerindeki mikrofon tarafından 40 saniyelik ölçüm süresi içerisinde alınan gürültü değerlerinin Excel progranında aritmetik ortalaması bulunup gösterilmiştir. Taşlama makinesi 91,2 dB(A) daire (radyal testere) 100,9 dB(A), matkap makinesi 71,1 dB(A), kıl testere 89,4 dB(A) ve torna makinesi75,7 dB(A) gürültü değerleri elde edilmiştir. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi'nde kişinin yakasına takılan Cel 253 gürültü dozimetresiyle 2 dk.lık zaman zarfında bulunan günlük gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında taşlama makinesi, matkap makinesi ve torna makineleri ortak olup herikisinde de bulunan ve değer olarak matkap makinesi için hemen hemen torna makinesi için yakın değer taşlama makinesi için ise farklı gürültü değerleri elde edilmiştir. Bu iki kamu kurumundaki ölçümler kıyaslanırken aradaki fark olarak A kamu kurumunda işlem olarak gürültü eğerlerinin Excel programında aritmetik ortalaması alınırken Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (YÜTAM) bünyesinde bulunan ve laboratuvar olarak adlandırılan Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi ve içeresinde ise ÇSGB Bakanlığı'na ait günlük gürültü hesaplama programına konularak sonuçlar elde edilmiştir.

Tamamen aynı başlıklar olmasa da litaratürde daha önceden kısmen bu konu için yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Turan (2013) tarafından yapılmış çalışmada mobilya sektöründeki çevresel etkilerin çalışan sağlığına etkileri değerlendirilmiş ve mobilya üretim sürecindeki maruz kalınan fiziksel etkilerden biri olarak gürültü konusu incelenmiştir. Üretimde yapılan işlemlerin oluşturduğu maruziyetin belirlenmesi için bu tez kapsamında olduğu gibi, üretim süreci işlemlere ayrılarak örnek bir işletmede "TS ISO 2607:2005 Akustik – İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün

Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini" standardı kullanılarak kişisel gürültü maruziyeti ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İki çalışmada; kesme, delik delme, rendeleme ve frezeleme işlemleri ortak olarak belirlenmiştir (Turan, 2013).

Turan (2013) tarafından yapılan çalışmada şerit testere ile kesme işlemi için 90 dB(A), delik delme işlemi için 86,8 dB(A), sonuçları elde edilmiştir. Değer (2015) ahşap doğrama atölyelerinde gürültü maruziyeti ve alınabilecek önlemler adında ki tez çalışmasında yapılan ölçümlerin ortalaması alındığında ortaya çıkan sonuçlar ise şerit testere ile kesme işlemi için 90 dB(A), delik delme (matkap) işlemi için 86,22 dB(A), olarak hesaplanmıştır. Bu tez çalışmasında ise 1 dk.lık ölçümler için şerit testere ile kesme işlemi için 82,4 dB(A), delik delme işlemi için 71,5 dB(A), sonuçları elde edilmiştir İki çalışmanın sonuçlarını kıyaslandığımızda farklı değerler elde edilmiştir. Bunun sebebi, kullanılan standartların farklılığından ötürü diğer çalışmada işlemlerden gelen gürültü maruziyetinin katkılarının ayrı ayrı hesaplanmamasıdır. Prosesten kaynaklanan gürültü maruziyeti, direkt olarak günlük maruziyet olarak düşünülmüştür. Bunun yanında, yapılan ölçümü yapan personel, ölçüm cihazı ve ölçüm cihazının konumlandırılması gibi nedenlerden ötürü yapılan ölçümler arasında değişiklikler olabilir, yine kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesi faklı olabiliır, iki çalişma farklı ortamlarda yapılmış, makinelerin ğüç değerleri farklı sonuçların elde edilmesini sağlamıştır (Turan, 2013).

Demir (2012)'in tez çalışmasında ise Kahramanmaraş'ta yer alan küçük ölçekli mobilya endüstrisi işletmelerinin gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Mobilya üretimi yapan iş yerlerinde çalışanların bulundukları konumlarda kulak yüksekliğinde, makinenin boş ve dolu hallerde çalışmasına bakarak her ölçüm için yaklaşık üç dakika süreyle ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ölçümler alınırken diğer makinelerin çalışmadığı varsayılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı standart veya metotla ilgili bilgi mevcut değildir. Çalışma ile şerit testere ile kesme işlemi için 90,61 dB(A), delik delme (matkap) işlemiiçin 87,27 dB(A), zımparalama için 87,29 dB(A), dairesel testere ile kesme işlemi için 90,79 dB(A) ortalama değerler hesaplanmıştır. Bu tez çalışmasında ise iç ortam gürültü ölçümünde şerit testere ile kesme işlemi için 83,3 dB(A), delik delme (matkap) işlemiiçin 71,8 dB(A), zımparalama için 105,5 dB(A), dairesel testere ile kesme işlemi için 101,7 dB(A) gürültü değerleri bulunmuştur. Kişisel gürültü maruziyetleri ise şerit testere ile kesme işlemi için

82,4 dB(A), delik delme (matkap) işlemiiçin 71,5 dB(A), zımparalama için 86,4 dB(A) olarak bulunmuştur (Demir, 2012).

Bu farkların ortaya çıkmasında yine ölçüm metodu ve metodun değerlendirilmesindeki farklılıkların etkisi görülmektedir. Yine kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesinin farklı sonuçların elde edilmesini sağlamıştır Demir (2012)'in tez çalışmasında gürültü maruziyet değerleri günlük maruziyet olarak hesaplanmamıştır. Her proses için makine başı gürültü maruziyeti olarak hesaplanmış olup bunun dışında ölçümler alınırken diğer makinele çalıştırılmamıştır. Ölçüm neticeleri bulunduktan sonra alınabilecek tedbirler için işyeri tasarımının değiştirilmesi, çalışanların çalışma sürelerinin azaltılması, daha az gürültü emisyonuna sahip makinelerin alınması gerekir. Demir makine bazlı ortam ölçümü almıştur (Demir, 2012).

Ülker (2018)'e göre, görev tabanlı ölçüm stratejisine dayanarak belirlenen istasyonlarda mobilya imalatının yapıldığı atölyede, istasyonları ortam gürültüsünden yalıtmak şartıyla, üretim yoğunluğunun büyük olduğu dönemde, ses seviye ölçüm cihazı kullanılarak her bir görev için en az 5 dakika ölçüm alarak bu bilgiler ışığında farklı malzeme türü ve kesme yüzeyine göre gürültü emisyonu düzeyleri ölçmüş, analiz yapmış ve bunun neticesindede ne gibi tedbirler alacağını oluşturmuştur. Burada serit testere Leg değerini 98,7 dB(A), kişisel maruziyet değerini 98,7 dB(A),planya Leg değerini 91,6 dB(A), kişisel maruziyet değerini 68,7 dB(A), freze Leg değerini 97,2 dB(A), kişisel maruziyet değerini 91,1 dB(A), ,delik delme makinesi Leg değeri 87,3 dB(A), kişisel maruziyet 66,9 dB(A), torna makinesi için Leg değeri 93,2 dB(A), kişisel maruziyet değerini 34,9 dB(A), bulmuştur. Verilerin istatistiksel analiz ve grafiklerini oluşturmak için SPSS ve Microsoft Excel paket programları kullanmıştır (Ülker, 2018; Önder, M.E). Bu tez çalışmasında ortalama Leg degerleri ile kıyaslama yapılmış günlük maruziyet degerleri ile kıyaslama yapılmamıştır Ülker'in çalışmasına göre bunun nedeni maruziyet surelerinin farklı olmasından kaynaklanır. Bu tez çalışmasında ise şerit testere ortalama Leg değeri 82,4 dB(A), planya için ortalama Leg değeri 84,3 dB(A), delik delme matkap 71,5 dB(A),torna makineleri 78,2 dB(A) için ölçüm değerleri elde edilmiştir. İki çalışma kıyaslandığında sonuçların farklı çıkmasının nedeni ölçümü yapan personel, ölçüm cihazı ve ölçüm cihazının konumlandırılması gibi nedenlerden ötürü yapılan ölçümler arasında değişiklikler olabilir, İki çalışma farklı ortamlarda yapılmış, makineların ğüç

değerleri farklı ve ölçüm cihazları farklı olduğunda yine kesilen malzemelerin yoğunlukları ve cinsinin farklı olmasında ve gürültü ölçerin gürültü kaynağı noktasından uzaklık mesafesinin farklı sonuçların elde edilmesini sağlamıştır (Ülker, 2018).

Tablo 4.12: İşlem basamaklarının yüklü durumda oluşan belirli makinalarda gürültü maruziyetleri (Ülker (2018).

Ölçüm Yapılan Bölüm	Leq dB (A)	Görev süresi Saat/ Gün	Görevin-Kişisel Maruziyete Katkısı LEX h,m	Kişisel Maruziyet [Lex, 8 saat dB (A)	P_{peak} dB (C)
Şerit Testere	98.7	8	% 100	98.7	102.6
Planya	91.6	6	% 75	68.7	104.6
Çoklu Dilme	1053	5.5	% 68,75	72.3	107.8
Freze-1	97.2	7.5	% 93,75	91.1	99.5
Baş Kesme	1014	5.5	% 68,75	69.7	102.4
DelikDelme-1	87.3	6.4	% 80	66.9	92.3
ArabalıDaire-1	91.4	8	% 100	91.4	93.6
Kalınlık Mak.	1034	6	% 75	77.5	105.5
DörtİşlemMak.	1024	6.5	% 81,25	83.2	107.5
Arabalı Daire-2	83.3	8	% 100	83.3	93.6

İşlem basamaklarının yüklü durumda oluşan belirli makinelerde gürültü maruziyetleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Normal bir insan kulağı 20 Hz – 20000 Hz frekans aralığındaki sesleri duymakla beraber bu aralıktaki farklı frekanstaki sesleri eş şiddetle algılayamaz. Bu sebeple insan maruziyetinin belirlenmesinde gürültü seviyelerini belirlemenin yanı sıra, gürültünün frekansı da önemlidir. Çalışmada Sivas ve komşu illerde yer alan toplam altı çalışma ortamında kullanılan 67 adet iş makinesinden gürültü ölçümleri alınmış ve frekans-gürültü ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Elde edeilen sonuçlara göre paletli dozer ve lastik tekerlekli yükleyici operatörlerinin maruz kaldığı maksimum gürültü seviyesi büyük oranda düşük frekans aralığına, diğerleri orta frekans aralığına düşmektedir. Tüm iş makinesi operatörlerinin maruz kaldığı minimum gürültü seviyeleri yüksek frekans aralığında bulunmuştur. Ölçüm yapılan iş makinelerinin maksimum gürültü seviyelerinin insan kulağının en duyarlı olduğu frekans aralığının dışında olduğu saptanmıştır. İş

makinelerinin meydana getirdiği gürültü geniş frekans aralığında bulunmaktadır. Gürültü düzeyleri, zamanla değişim ölçütüne göre sınıflandırılırsa ölçüm alınan tüm iş makineleri kararsız gürültü sınıfında bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında da desibel frekans grafiklerinin yanında ayrıca desibel zaman grafiklerine de yer verilmiştir bu verilen kavramlar arasındaki ilişkilerde açıklanmıştır (Duran vd., 2018).

Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi İçin 1 Dk.lık Ölçümlerde Alınan El Kol Titresim Ölçümleri

Tablo: 4.13: Ahşap atölyesi için 1 dk.lık ölçümlerde alınan el kol titresim ölçümleri

		Yapılan İş	Ölçülen titreşim büyüklükleri						ahv	Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyetleri		
			a_w x-ekseni m/s²	X ekseni ortalama	a_w y-ekseni m/s²	Y ekseni ortalama	a_w z-ekseni m/s²	Z ekseni ortalama			A1(8) m/s²	A2(8) m/s²	A3(8) m/s²
1. Görev	1.ölçüm	zımpara makinesi	0,300	0,360	0,607	0,784	0,431	0,540	1,018	180	0,62	0,44	0,00
	2.ölçüm		0,370		0,886		0,621						
	3.ölçüm		0,410		0,860		0,569						
2. Görev	1.ölçüm	Tesviye mak	0,318	0,326	0,306	0,345	0,714	0,546	0,724	180			
	2.ölçüm		0,308		0,369		0,557						
	3.ölçüm		0,353		0,360		0,368						
3. Görev	1.ölçüm			0,000		0,000		0,000	0,000				
	2.ölçüm										Günlük Titreşim Maruziyeti, m/s² A(8		
	3.ölçüm										0,765		

Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi İçin 30 Sn.lik Ölçümlerde Alınan El Kol Titresim Ölçümleri

Tablo 4.14: Ahşap atölyesi için 30 sn.lik ölçümlerde alınan el kol titresim ölçümleri

		Yapılan İş	Ölçülen titreşim büyüklükleri						ahv	Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyetleri		
			a_w x-ekseni m/s²	X ekseni ortalama	a_w y-ekseni m/s²	Y ekseni ortalama	a_w z-ekseni m/s²	Z ekseni ortalama			A1(8) m/s²	A2(8) m/s²	A3(8) m/s²
1. Görev	1.ölçüm	zımpara makinesi	1,603	2,416	1,563	1,558	1,822	2,128	3,577	180	2,19	0,00	0,00
	2.ölçüm		2,523		1,256		1,968						
	3.ölçüm		3,122		1,854		2,594						
2. Görev	1.ölçüm			0,000		0,000		0,000	0,000				
	2.ölçüm												
	3.ölçüm												
3. Görev	1.ölçüm			0,000		0,000		0,000	0,000				
	2.ölçüm										Günlük Titreşim Maruziyeti, m/s² A(8		
	3.ölçüm										2,190		

El-kol titreşimi için;

1) Sekiz Saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s²

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 2,5 m/s²

Daire zımpara makinesi için farklı gürültü ölçer cihazlarla farklı tarihlerde yapılan el kol titreşimleri için günlük maruziyet sınır değeri yasal sınırı aşmamıştır. Dremel gravür makinesi için de bu durum geçerlidir. Ahşap atölyesi için 1 dk.lık ölçümlerde alınan el kol titresim ölçümleri Tablo 4.13'te ve Ahşap atölyesi için 30 sn.lik ölçümlerde alınan el kol titresim ölçümleri Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi İçin 30 Sn.lik Ölçümlerde Alınan Bütün Vücut Ölçümü

Tablo 4.15: Bant Zımpara makinesi için günlük bütün vücut titreşim maruziyetleri ortalama değer

	Yapılan İş	Ölçülen titreşim büyüklükleri						Maruziyet Süresi (dk)	Günlük Titreşim Maruziyetleri		
		ah_w x-ekseni m/s²	X ekseni ortalama	ah_w y-ekseni m/s²	Y ekseni ortalama	ah_w z-ekseni m/s²	Z ekseni ortalama		A(8) x-ekseni m/s² A(8)	A(8) y-ekseni m/s² A(8)	A(8) z-ekseni m/s² A(8)
1.ölçüm	Bant Zımpara	2,877	2,495	1,954	1,450	2,234	1,678	180	2,139	1,243	1,028
2.ölçüm		2,350		1,045		1,663					
3.ölçüm		2,257		1,351		1,138					
1.ölçüm			0,000		0,000		0,000		0,000	0,000	0,000
2.ölçüm											
3.ölçüm											
1.ölçüm			0,000		0,000		0,000		0,000	0,000	0,000
2.ölçüm											
3.ölçüm											
☐ Giriş Değerleri k(1,4) Faktörü ile Çarpılmış(*)									Toplam A(8) maruziyetleri		
									2,139	1,243	1,028
									Günlük Titreşim Maruziyeti, m/s² A(8)		
									2,139		

Tüm vücut titreşimi için;

1) Sekiz Saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 1,15 m/s²

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 0,5 m/s²

Daire zımpara için tüm vücut titreşimi 2,19 bulunmuştur. Alınan ölçümde sınır değerlerini aşmıştır.

0-30 desibel arası çok sessiz,

• 30-50- desibel arası sessiz,

• 50-60- desibel arası orta derecede gürültülü,

• 60-70 desibel arası, gürültülü

• 70-80 desibel arası ise çok gürültü ortam olarak sınıflandırılır. Bu değerlerin bilgilerine göre laboratuvarları düşük riskli, orta riskli ve yüksek riskli olarak gruplara ayırabiliriz. Tablo 4.15'te bahsedilen sayısal değerlere göre laboratuvarları sınıflandırabiliriz.

Çok Gürültü Çok Riskli Laboratuvar

Yutam bünyesinde bulunan Ağır Makine Parki Ahşap Atölyrsi B 24 ve A kamu kurumunda bulunan 1 nolu laboratuvar 70-80 desibel arası gürültü çıkaran makinelere sahip olduğu için çok gürültü ortam, çok riskli laboratuvar olarak sınıflandırılır

Gürültülü Riskli Laboratuvar

A kamu kurumunda bulunan 2 nolu laboratuvarda bulunan çekme basma cihazı 70 dB A değerinin üstünde bir gürültü değerine sahip olduğu için laboratuvar gürültülü riskli gruba girer.

B kamu kurumunda 4 nolu laboratuvarda Akış Döngüsü Düzeneği ‘nde iç ortam gürültü ölçümü alınmıştır. Akış Döngüsü Düzeneği için üç noktadan 5 dk. lık ölçüm alınmıştır. TS ISO 1996-2 Kapsamında Yapılan gürültü ölçümü standartı kullanılmıştır. Ölçümler alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Akış döngüsü düzeneği için Cesva ölçüm cihazıyla bir noktadan gürültü çıkaran makinelerdan 3 dk. lık 3 ölçüm elde edilen Leg A değeri 74,6 dB(A) olarak bulunmuştur. TS EN ISO 11204 (Akustik- Makine ve Donanımlardan Yayılan Gürültü Bir İş Mahallinde ve Belirtilen Diğer Konumlarda Yayılan Ses Basınç Seviyelerinin Ölçülmesi- Çevresel Düzeltmeler Gerektiren Metot) ve TS EN ISO 11200 (Akustik- Makine ve Donanımlardan Yayılan Gürültü- Bir İş Mahallinde ve Belirtilen Diğer Konumlarda Yayılan Ses Basınç Seviyelerinin Tayini İle İlgili Temel Standartların Kullanılması İçin Kılavuzlar) standartlarına göre yapılmıştır Ölçüm sonuçları çalışma ortamında gürültü kaynağına (makine, tezgah) bir metre mesafede cihaz sabitlenerek gürültü değerlerinin stabil hale geldiğinde üçer dakika arayla üç ölçüm kayıt altına alınmıştır. Daha sonra üç ölçüm değerlerinin logaritmik ortalaması alınarak ölçüm sonucu verilmiştir.

B kamu kurumunda Araştırma Laboratuvarı bünyesinde bulununa 5 nolu laboratuvarda gürültü ölçümü alınan cihazlardan master sizer (Parçacık boyut analiz cihazı) ve yine Araştırma Laboratuvarları bünyesinde 6 nolu laboratuvarda bulunan chiller cihazlarından gürültü ölçümü alınmıştır. Ölçüm sonuçları çalışma ortamında gürültü kaynağına (makine, tezgah) bir metre mesafede cihaz sabitlenerek gürültü değerlerinin stabil hale geldiğinde üçer dakika arayla üç ölçüm kayıt altına alınmıştır. Daha sonra ölçüm değerlerinin logaritmik ortalaması alınarak ölçüm sonucu verilmiştir.B kamu kurumundaki laboratuvarda bulunan Halkalı öğütücü (Değirmeni), sıcak soğuk pres, hidrolik pres cihazları bulunan 10 nolu gürültülü riskli laboratuvarlar arasındadır.

Orta Derecede Gürültülü Orta Riskli Laboratuvar

B kamu kurumunda bulunan 9 nolu laboratuvar da bulunan kaba kesme, hassas kesme, sıcak kalıplama ve zımparalama cihazı dB(A) değerleriyle bu laboratuvar orta derecede gürültülü orta riskli laboratuvar grubuna girmektedir.

B kamu kurumunda bulunan 7 nolu laboratuvar taramalı elektron mikroskobu ile cihazı dB(A) değerleriyle orta derecede gürültülü orta riskli laboratuvar grubuna girmektedir. (Hansen, 2007).

Sessiz Düşük Riskli Laboratuvar

Düşük risk grubuna giren laboratuvarlar arasında Araştırma Laboratuvarları bünyesinde bulunan 8 nolu laboratuvarda bulunan XRD cihazı ve B kamu kurumunda 9 nolu laboratuvarda zımparalama cihazı, A kamu kurumunda bulunan 3 nolu laboratuvarda bulunan karıştırıcı ve sıvı sürkülasyon cihazının çıkardığı gürültüler az olduğu için sessiz düşük riskli laboratuvar grubuna girmektedir. X OSGB'de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı da sessiz düşük sesli laboratuvar grubuna girmektedir.

4.2. Sonuç

Bu tez çalışmasını diğer tezlerden ayıran özgün değeri diğer tez çalışmalarında genelde fabrika, endüstri, işletme, eğlence ortamları… gibi ortamlarda gürültü, titreşim, termal konfor, aydınlatma gibi risk etmenlerinden bahsedilirken bu çalışmada sadece laboratuvar ortamlarında gürültü ve titreşim konusu ele alınmıştır ve gürültü ölçüm cihazı olarak diğer tezlere göre her türden farklı gürültü ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ayrıca önceden yapılan laboratuvarla ilgili yapılan tez çalışmalarına göre farklı ve yeni makine alet, cihaz ve düzenek bulunduran laboratuvarlarda gürültü ve titreşim ölçümleri yapılmıştır. Z Çevre Laboratuvarı'nda kimyasal analiz pompası makinesinden Android telefonla ölçümler alınırken Svantek gürültü ölçer cihazı da açılmış aynı anda kimyasal analiz pompası cihazından iç ortam gürültü ölçümü alınıp aynı makineden android telefonla alınan ses kaydı Wawelab element 9 ses programına konularak iki boyutlu desibel zaman gürültü grafiği ile üç boyutlu frekans zaman gürültü ölçüm grafiği android telefonla eş zamanda kimyasal pompa cihazının iç ortam grültüsünü alan Svantek programından bulunan grafiklerle karşılaştırılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma ve kullanılan ses programı diğer tezlerden farklı bir yere sahiptir. Ayrıca bu tez çalışmasında modelleme olarak ölçüm alınan laboratuvarlarda laboratuvarların en, boy ve yükseklik ölçüleri, iç duvar ve dış duvar kalınlıkları, cam en ve boy ölçüleri ölçülerek KSSchallschutzrechner mimari akustik programı kullanılarak duvarlarda ve binanın belirlı bolgelerında ses yalıtımı yaparak gürültüyü azaltmaya çözüm yolu bulunmuştur.

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atölyesi B 24' de 1 dk.lık süre için yapılan ölçümlerde iç ortam gürültü ölçümlerinde ölçülen gürültü sonuçlarına bakarak ölçüm yapılan planya, gönye kesme makinesi, zımpara, yatar daire kesme makineleri için yasal sınırın üzerinde olduğu bulunmuştur. Dremel gravür, şerit testere, torna makineleri için 80 dB üzeri gürültü değeri, zımpara makinesi için en yüksek, matkap delik delme makinesi için ise en düşük seviyede gürültü seviyesi bulunduğu belirlenmiştir. Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24' de 30 sn.lik süre zarfında yapılan ölçümlerde iç ortam gürültü ölçümlerinde ise gönye kesme ve freze makineleri için yasal sınırın üzerinde olduğu bulunmuştur. Daire testere içinde 80 dB üzerinde olduğu için kulaklık koruyucu hazır halde bulundurulmalıdır.

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24 ‘de 2 dk.lık süre zarfında yapılan kişisel gürültü maruziyet sonuçlarına bakılırsa gönye kesme ve zımpara makinesi için yasal sınırın üzerinde değerler bulunmuştur.

A kamu kurumundaki 1 nolu laboratuvarda ölçüm yapılan, taşlama makinesi, daire testere, kıl testere makineleri için bulunan kişisel gürültü maruziyet değerleri yasal sınırının üzerinde bulunmuştur. A kamu kurumundaki 2 ve 3 nolu laboratuvarlarda ölçülen kişisel gürültü maruziyet değerleri yasal sınırın altında bulunmuştur. B kamu kurumundaki ve X OSGB’de X İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Analiz Laboratuvarı ve Z Çevre Laboratuvarı’nda cihazlardan alınan iç ortam gürültü ölçüm sonuçları da yasal sınırın altında bulunmuştur.

Yaşar Üniversitesi Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi (Yütam) Laboratuvarı Ağır Makine Parkı ve Ahşap Atolyesi B 24’ de 1 dk.lık süre zarfında yapılan el kol titreşim ölçümlerinde daire zımpara makinesi için farklı gürültü ölçer cihazlarla farklı tarihlerde yapılan el kol titreşimleri için günlük maruziyet sınır değeri yasal sınırı aşmamamıştır. Dremel gravür makinesi için yapılan ölçümde de aynı durum söz konusudur. Daire zımpara için yapılan bütün vücut titreşimide yasal sınır değerini aşmıştır.

Gürültülü ortamlar çalışanların sosyal ilişkilerini de olumsuz yönde etkilediği gibi çalışanların fiziksel ve zihinsel sağlığını bozduğu bilinir. Çalışanlarda zamanla öfke, sinirlilik, kararsızlık gibi davranış bozuklukları oluşabileceği, yasal sınırın üstünde çalışan cihazlarla çalışanlar için uzun süreçte işitme kayıpları da ortaya çıkabileceği sonucuna varılmıştır.

Gürültü seviyesinin öncelikli olarak 85 dB ’in altına indirmek için mühendislik çalışmalarının yürütülmesi gerekir. Çalışanların kişisel kulak koruyucu kullanımı ile ilgili çalışmalar başlatılıp, çalışanlar periyodik olarak işitme testlerinden geçirilerek işitme kaybı seviyeleri izlenmelidir.

B kamu kurumun bünyesinde bulunun laboratuvarlarda; 5 nolu laboratuvarda BET yüzey alanı ölçüm cihazında hazırlama pompası ve basınç dönüştürücü sistem. 6 nolu laboratuvardaki reometre cihazına bağlı çalışan chiller soğutucu cihazı ses çıkarmakta,chiller ünitesinde bulunan pompa hava akış fanları veya jenaratör güç kaynağı ses çıkarmaktadır. Motor ve tork aktarma elemanları(zincir. dişli, kayış gibi) elemanlar,

7 nolu laboratuvarda ise vakum pompası motor kaynağı, hava menfezi yani fan, dedektörler gürültü çıkmasına neden olur.7 nolu laboratuvarda ses yapan cihazlar laboratuvar odasının hemen yanında küçük bir bölme içinde bulunur. Bunun nedeni cihaz dış etkilerden etkilendiği içindir. 8 nolu laboratuvardaki XRD cihazında ise dedektörler ve motor, numuneden parça alırken aşınma ve kırılma sesleri de gürültüye neden olmaktadır. Bu tezdeki ölçüm yapılan laboratuvarlarda gürültü ve titreşimi önlemek için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır..

Laboratuvar üretim prosesine, amacına ve tehlike sınıfına göre tezgâh ve makine konumları düzenlemek, tezgâh ve makine seçiminde gürültü seviyesi daha az olan yöntemleri ve son teknoloji ürünlerini seçmek gerekir. Makinenin kendi bakımından kaynaklı bir gürültü durumu varsa makinenin bakımı yapılır ya da yeni makine alınır. Gürültü kaynağı izole edilmelidir. Gürültü çıkaran tezgâh ve makinelerin çalışma alanlarından ayrı, yalıtılmış bölümlere almak gerekir. Titreşme, vurma gibi etkenler dolayısıyla gürültü yaratan makinelerin bu kısımlarını yumuşak malzeme ile kaplanarak gürültü çıkarma seviyesini aşağı çekmek gerekir. Tezgâh ve makinelerin bakımları düzenli periyotlarla yapılması gerekir.

Aşınmış veya gevşek parçalar belirlenmeli ve değiştirilmelidir. Hareketli parçaları yağlamaya ve dönen ekipmanın dengesinin bozulmamasını sağlanmalıdır. Ayrıca makine korumalarındaki boşlukların en aza indirilmesi ve/veya bunların akustik emici malzeme ile kaplanması, zincir ve dişli tahriklerinin kayış tahrikleriyle değiştirilmesi, metal dişlilerin plastik dişlilerle değiştirilmesi, sessiz bir çalışma sağlayan diş desenlerine sahip dişlilerin kullanılması (örneğin, şerit ve diğer sarmal desenler),metal parçaların plastik olanlarla değiştirilmesi ve motorları daha sessiz olanlarla değiştirmek gerekir. Sürtünme ve diğer malzemelerden kaynaklı çarpma sebebiyle oluşan hasarı engellemek için, sönümleme malzemesi ekipmanın duvarı ile bir çelik sac veya aşınmaya dayanıklı başka bir malzeme arasına sıkıştırılıp konulabilir. Bu işlem, baskı tabakası işlemi olarak bilinir ve oluklar, besleme hunileri, makine korumaları, konveyörler vb. için münasiptir. Titreşimler yoluyla iletilen sesi azaltmak izolasyon için kullanılır. Ekipman, yayılan yüzeylerden yaylar, mantar, köpük, kauçuk ve elastomerik malzemeler gibi malzemelerle izole edilmiştir. Örnek olarak ağır titreşimli makineler, kauçuk eklerle ve izole edici yaylarla desteklenebilir yahut titreşimli borular, yaylarla doldurulmuş braketlerle veya kauçuk izolatörlerle desteklenebilir. Ölçüm yapılan laboratuvaalarda gürültüyü ve

titreşimi azaltmak için sönümleyici malzeme kullanılır. Belli bir Hz. se göre bir malzeme kullanılıldığında o frekansı o dalga boyunu sönümleyebilecek bir malzeme bulunmalıdır ki onu sönümleyebilsin. Gürültü titreşimle de yayılır zeminden de yayılır. Eğer zeminden yayılım varsa bunu sönümleyebilecek ölçüm yapılan makinelerin altına kauçuk ayak ya da ona göre benzer takoz konulabilir. Fanların olduğu laboratuvarlarada gürültüyü artırabilecek ve verimliliği aza indirebilecek fanlar ve cihazlar arasındaki mesafeyi arttırmak gereklidir. Kavisli kanatlı büyük, düşük hızlı fanlar kullanıp türbülansı en aza indirmek ve fan hızının düşürülmesi gerekir. Sürtünme ve diğer malzemelerden kaynaklı çarpma sebebiyle oluşan hasarı engellemek için, sönümleme malzemesi ekipmanın duvarı ile bir çelik sac veya aşınmaya dayanıklı başka bir malzeme arasına sıkıştırılıp konulabilir. Bu işlem, baskı tabakası işlemi olarak bilinir ve oluklar, besleme hunileri, makine korumaları, konveyörler vb. için münasiptir.

Çıkardıkları gürültü seviyelerini azaltarak gürültü oluşturan işlem daha az gürültü çıkaran işlem ile değiştirmek gerekir. Maruz kalan kişi ve gürültü kaynağı arasına engel konularak ve aralarındaki uzaklık artırılarak etkisini azaltmak gerekir. Kişide makineyle beraber iç kabinde kulaklıkla çalışırsa böylece dışarıdaki hiçbir insan sese maruz kalmaz. Çalışma alanındaki taban döşemesinin, özel olarak makinelerin yerleştirildiği zeminde, sesi emecek malzeme kullanmak gerekir. Yapılarda veya çalışma alanlarında çift cam kullanmak ve pencere sayısını azaltmak gerekir. Sesin havada yayılmasını engellemek maksadıyla, işyerinde bulunan olanaklar ölçüsünde sesin yansıyabileceği ve geçebileceği duvar, taban, tavan gibi yerlerde ses emici malzemeler kullanmak gerekir. Titreşen cisimlerin yanında geniş yüzeylerden kaçınmak gerekir.Çünkü geniş yüzeyler rezonansa geçerek orijinal kaynaktan daha çok gürültüye sebep olurlar.

Odadaki ses yankılanmasını azaltmak gerekir. Odadaki ekipman, çok sayıda yansıtıcı inşaya çok yakın olmayacak şekilde konumlandırılarak yankılanma azaltılabilir. Yansıtıcı sert yüzeylerin yakınına yerleştirilen bir gürültü kaynağının sahip olduğu ses seviyesi her yüzey için 3 dB arttığı için söylenilen işlem yapılır.

Gürültüye bağlı işitme kayıplarının tedavisi olmaz. Korunma en iyi yöntemdir. Yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda, çalışanların gürültüden korunmaları için gürültü risklerinin eğitimlerle anlatılması, uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması,

gürültünün azaltılması için kaynağından yok edilmesi, yok edilemiyorsa en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

Geleneksel yalıtım yaklaşımında ısı, ses, su, yangın yalıtımları ayrı ayrı ele alınıp buna göre çalışmalar yapılmıştır. Ancak tüm faktörleri aynı anda ele alan bütünsel bir yaklaşım daha önemlidir. Şen (2006)'e göre yalıtım teknikleri olan ısı, su, ses ve yangın yalıtımı sırasıyla ele alınmıştır. Ülkemizdeki ve dünyadaki yalıtım çalışmaları karşılaştırılmış, ülkemizdeki yalıtım çalışmalarının çok daha az olduğu görülmüştür. Son olarak, ülkemizde yalıtım çalışmalarının artması ile enerji tasarrufunun sağlanacağı ve daha iyi yaşam koşullarına ulaşılacağı belirtilmiştir. Konutlarda mantolama yapma zorunluluğu getirildiği için okullar ve üniversitelerde dâhil belirli bir süre sonunda mantolama yapmayan bina kalmayacaktır. Bu sistem gürültünün azaltılmasının yanı sıra enerji kaybının önlenmesini sağlayacaktır.

Eğitim kurumlarında gürültü yayan aletler bulunan ortamlarda ve gürültü olan ortamlarda gürültünün yakın yerlere yayılmaması için binalar gürültüyü azaltacak boyalarla boyanmalıdır. Böylece gürültü yan oda veya binalara ve dışarıya çıkamaz. Gürültünün tespiti ve koruma önlemlerinin belirlenmesi için risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Gürültü tespiti için kullanılan yöntemler ve aygıtlar, mevcut koşullara, özellikle de ölçülecek olan gürültünün özelliklerine, maruziyet süresine ve çevresel faktörlere uygun olmalıdır. Kullanılan gürültü ölçme yöntemi, bir işçinin kişisel maruziyetini gösterecek şekilde olmalıdır. Ölçümler periyodik olarak tekrarlanmalı, değerlendirme yapılırken ölçüm hataları dikkate alınmalıdır. Çeşitli çalışmalardan kaynaklanan gürültünün "Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği" ve "Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" hükümlerine göre ölçümler yapılır. Gürültü maruziyetine daha az kalındığı başka çalışma yöntemleri mümkün olan en yüksek gürültüye bağlı işitme kayıplarının tedavisi olmaz. Korunma en iyi yöntemdir. Yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda, çalışanların gürültüden korunmaları için gürültü risklerinin eğitimlerle anlatılması, uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması, gürültünün azaltılması için kaynağından yok edilmesi, yok edilemiyorsa en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

Laboratuvarlarda OSGK tarafından gürültü ve titreşim ölçümleri yapılarak veya yaptırılarak buna bağlı olarak sağlık güvenlik tedbirlerinin alınmasına ihtiyaç olup

olmadığı tespit edilmeli ve gerekli durumlarda kontrol tedbirleri alınmalı ve gerekli olan kişisel koruyucu donanımlar (KKD) sağlanıp çalışanlara verilmelidir (Mesleki ve teknik eğitim kurumları iş sağlığı ve güvenliği rehberi, 2022) Geleneksel yalıtım yaklaşımında ısı, ses, su, yangın yalıtımları ayrı ayrı ele alınıp buna göre çalışmalar yapılmıştır, ancak tüm faktörleri aynı anda ele alan bütünsel bir yaklaşım daha önemlidir. Tezde yalıtım teknikleri olan ısı, su, ses ve yangın yalıtımı sırasıyla ele alınmıştır. Ülkemizdeki ve dünyadaki yalıtım çalışmaları karşılaştırılmış, ülkemizdeki yalıtım çalışmalarının çok daha az olduğu görülmüştür. Son olarak, ülkemizde yalıtım çalışmalarının artması ile enerji tasarrufunun sağlanacağı ve daha iyi yaşam koşullarına ulaşılacağı belirtilmiştir (Şen,2006) Konutlarda mantolama yapma zorunluluğu getirildiği için okullar ve üniversitelerde dâhil belirli bir süre sonunda mantolama yapmayan bina kalmayacaktır (AUSTROTHERM,2022) Bu sistem gürültünün azaltılmasının yanı sıra enerji kaybının önlenmesini sağlayacaktır.

Rezonatör: Belli bir frekansta titreşen ya da rezonans yapan, dolayısıyla belirli frekanslardaki dalgaları iletmeye ya da güçlendirmeye yarayan mekanik veya elektriksel aygıta denilir. Pek çok ses yalıtım sisteminde gürültüyü azaltmak için sonik izolatörler kullanılır. Bu sistemlerin sahip olduğu materyaller, daha çok küçük frekans aralığına sahip sesleri absorbe edebilirler. Farklı izolatörleri bir cihaz içinde birleştirip daha büyük frekans aralığına sahip sesleri absorbe edebiliriz fakat tüm frekansları absorbe edebilme özelliğine sahip böylesi bir cihaz geliştirmek kolay değildir. Sonik izolatörler bu teknikle birlikte yeni cihaz olarak basit bir tabaka içermekte ve her türlü ses aralığında doğal olarak titreşebilen bir özelliğe göre dizayn edilmektedir. İçerdiği fiziksel ve maddesel özelliklerin işlevine bağlı olarak her nesne doğal bir ses frekansına sahiptir. Bu cihazda bulunan rezonatörlerden biri sesleri büyük ölçüde sıfırlamaktadır. Bu rezonatör sesin doğal frekansını bağlı olduğu nesneninkine göre ayarlayarak sesin yayıldığı bir doğrultu, güzergâh sağlar. Bu yüzden bu bilgilere dayanılarak deney yapılmıştır. Buna göre Dejenere rezonans frekansları sergileyen alt dalga boyu monopol ve dipol rezonatörleri tarafından mükemmel ses absorpsiyonunun deneysel olarak gerçekleştirildiğini rapor edilmiştir. Bu iki rezonatörün iletim yanıtlarının yıkıcı girişimi ile elde edilirken ortalama empedanslarının havanınkiyle eşleşmesi, geri saçılma anlamına gelmez böylece toplam absorbsiyona yol açar. Her ikisi de temel birimler olarak dekore edilmiş membran rezonatörleri (DMR'ler) kullanan iki örnek sunulmaktadır (Yang Vd.,2015).

Fakat en sessiz anlarda bile, emici rezonatör kendi frekansında çeşitli sesleri dağıtabilir. Bu noktada devreye ikinci rezonatör girebilir. İlk rezonatörün üretebileceği herhangi bir gürültüyü dengeleyen yıkıcı bir müdahale üretmek ve böylece ilk rezonatörün ses frekansının eşleştirilmesi için ayarlanan ikinci bir rezonatör kullanılabilir. Bu şekilde her iki rezonatör kendilerine hedef alan tüm seslerin %99,7'sini absorbe edebilirler. (Bilimfili, 2022).

Laboratuvarda gürültüye maruz kalmak, geri dönüşü olmayan işitme hasarına neden olmaktadır. HSE'ye göre, Birleşik Krallık 'ta yaklaşık 20.000 çalışan kişi, çalışma ortamlarının neden olduğu veya daha da kötüleştirdiği Gürültüye Bağlı İşitme Kaybından (NIHL) zor durumdadır. NIHL, en yaygın sağlık sorunlarından biridir ve hasar çok kademeli olarak meydana geldiği için genellikle fark edilmez. Endüstriyel işitme kaybı tüm mesleki hastalık iddialarının yaklaşık% 75'ini oluşturur. Laboratuvardaki birçok alan gürültülü olabilir. Gürültüyü azaltmak için gürültü sınırları daha düşük maruz kalma eylem değerleri, üst maruz kalma eylem değerleri bilinmelidir. Gürültü seviyelerini kontrol etmek ve laboratuvarı izole etmek gerekir. Yeni bir laboratuvar tasarlanıp inşa ediliyorsa gürültülü ekipmanı yerleştirmek için bölgeler oluşturup oluşturamayacağımızı ve daha yüksek ses iletim kaybına sahip malzemeler kullanarak alanı bölüp bölmeyeceğimizi düşünmek gerekir. Bir duvarın iletim kaybı ne kadar fazlaysa, istenmeyen gürültünün geçişine karşı bir bariyer işlevi görmesi o kadar iyidir. İzole etme seçeneğinin olmadığı durumlarda, ses yalıtımlı bir muhafaza kurulmalı ve / veya titreşim önleyici makine montajları kullanılmalıdır. Yapılan izole muhafazası ile ekipmanın gürültü seviyesi azalacak, montaj parçaları ekipmandan çevreye iletilen titreşim miktarını en aza indirecek ve böylece titreşimden kaynaklanan gürültü seviyelerini azaltacaktır. Simge durumuna küçültmek gerekir. Bir mahfaza gerçekçi değilse gürültüyü, akustik perdeler veya susturucular, astar koruyucuları ve gürültü azaltıcı malzemeli paneller kullanmayı, titreşim izolasyon sistemlerini kullanmayı, haznelerin içini darbeyi azaltan malzeme ile kaplamayı veya susturucuları takmayı içerebilecek diğer önlemlerle kontrol etmek gerekir. Yeniden konumlandırma : Ekipmanın yerleştirileceği odanın kendisini ve ekipmanın çevresine göre nerede oturacağını düşünülmesi gerekir. Örneğin, sert, yansıtıcı bir yüzey, yüksek sesli makinelerin ürettiği gürültüyü her bir geniş yüzey için yaklaşık 3 dB yükseltecektir. Bakım: Ekipmanın laboratuvarda iyi bakımlı tutulması, tıkırtıları en aza indirmeye ve makinedeki aşınma ve yıpranmadan kaynaklanan gürültüyü azaltmaya

yardımcı olacaktır. Bir şeylerin ters gitmesini beklememek ve profesyoneller tarafından düzenli kontroller ve bakım planlamak gerekir. Plan önemlidir. Kullanıcıların ekipmanı uzun süre kullanacağı yerlerde, ekipmanın etrafında döndürerek maruz kalma süresini azaltabilirsiniz. İşverenler bunu iş rotasyonu ile uygulayabilirken, eğitimciler maruz kalmanın zamana bağlı olarak sınırlı olmasını sağlayabilir. Kullanıcıların gürültülü ekipmandan uzakta biraz zaman geçirebilecekleri bir gürültü sığınağı sağlamak da maruz kalmayı sınırlamaya yardımcı olabilir. Bir HSE vaka çalışmasında, karton kaplar üreten bir firma, 97 dB'e yaklaşan gürültü seviyelerinin kaydedildiği üretim hatlarına yakın güvenli bir çalışma alanı sağlamak için bir gürültü sığınağı kullandı. Klimalı mahfazada, kullanıcılara işitme duyularını korurken tam görüş sağlamak için akustik paneller, akustik camlar ve akustik olarak emici bir tavan kullanıldı. Kulak koruması da sağlamak gerekir. Gürültü seviyelerinin hala 85 dB (A) değerini aştığı durumlarda, çalışanların ilgili olan açıkça işaretlenmiş bölgelerde işitme koruması (kulak tıkacı veya kulaklık) taktığından emin olmak gerekir. Belirtildiği gibi, gürültüyü azaltmak için yukarıdaki tüm seçenekleri kullandıktan sonra bu son çare olmalıdır (İnterfocus,2023).

İnsanların, yaptığı işleri işitsel olarak konforlu ortamlarda gerçekleştirebilmeleri için yapı kabuğunda ve iç bölme ögelerinde gereken ses yalıtımını sağlayan kesitlerin yapılmış olmasına bağlıdır. Bu nedenle yapının bulunduğu gürültü bölgesine ve hacimlerin işlevlerine bağlı olarak, kâfi düzeyde ses geçiş kaybını sağlayan kesitlerin, yapının tasarım aşaması kısmında belirlenerek, hassas bir biçimde uygulanmasının sağlanması gerekmektedir. Bu şekilde hem işitsel balımdan konforlu ortamlar sağlanması, hem de daha akılcı ve uzun zamanda ekonomik çözümler elde edilebilmesi imkanı olur.

4.3. Modelleme

A KAMU KURUM LABORATUVARLARI

1. Nolu Laboratuvar

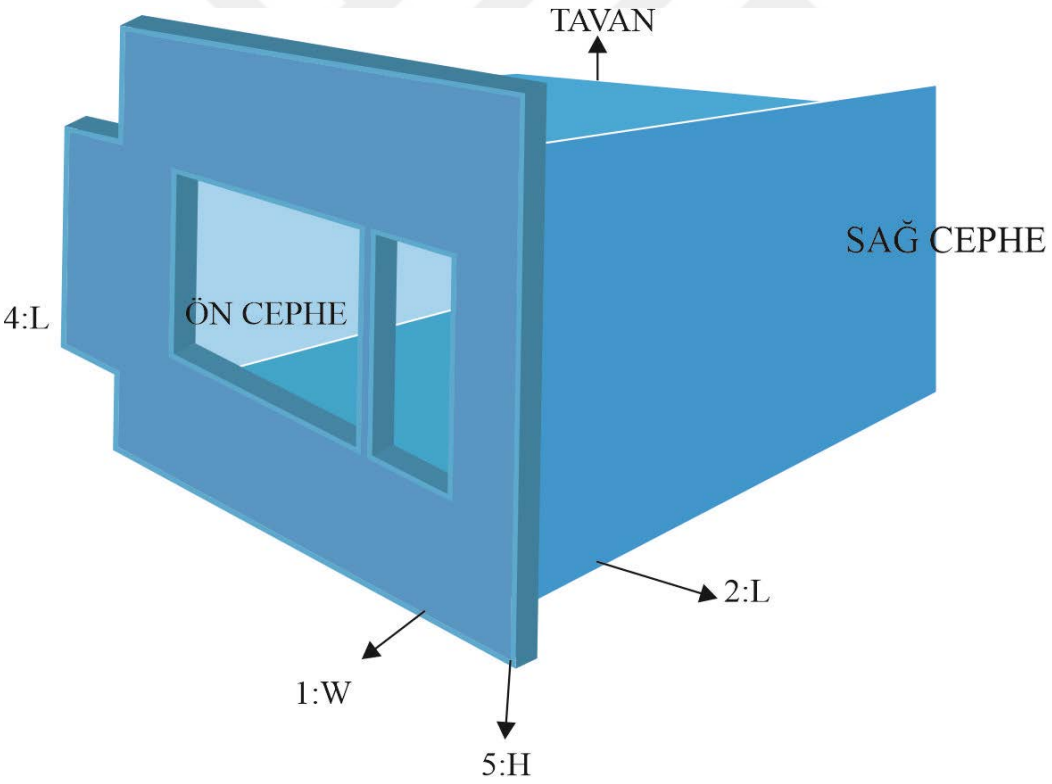
AKUSTİK İNCELEME

1. NOLU LABORATUVAR

Laboratuvar ortamlarında gürültünün azaltılması icin alınacak önlemlerin sonuçları

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

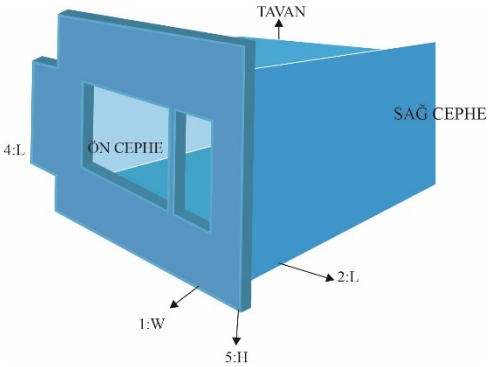
1. NOLU LABORATUVAR
D1



Şekil 4.1: 1 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

1 nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekilde 4.1'de yapılmıştır.

D1



1. NOLU LABORATUVAR

L x W x H : 6.46 x 8.80 x 3.00 [m]

Hacim V = 170.54 [m³]

Şekil 4.2: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.16:.DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulmak

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	19.38	65*)	0.0	34.4
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	34.4
Toplam transfer alanı Ss		19.38 m²			
Oda taban alanı SG		56.85m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-3.7 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 473.90 m³				$D_{n,Tw}$	38.9 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**36.1 dB**

Tablo 4.16'da DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1] : ON CEPHE dış cephe alanı S = 19.38 m²

Yapı Elemanları
0.015 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 340.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 36.8 dB; Ctr = -4.6 dB (user specification)

Dış ek katman VS_Adı
Birim alan başına kütle m' = 12.5 kg/m²; dinamik sertlik s' = 0.01 MN/m³; Yapışık yüzey F = 40.0 %; (duvar fişi olmadan); fo = 5 Hz
İlerleme DRw = 87.9 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 2.2 m = 4.84 m²; Rw = 35 dB; Ctr = -5 dB; Rew(Ctr) = 36.0 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 1 m = 2.20 m²; Rw = 35 dB; Ctr = -5 dB; Rew(Ctr) = 39.4 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 6.46 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 6.46 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

İÇ ELEMAN: SAG CEPHE Alan S = 26.40 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 56.85 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL CEPHE Alan S = 26.40 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

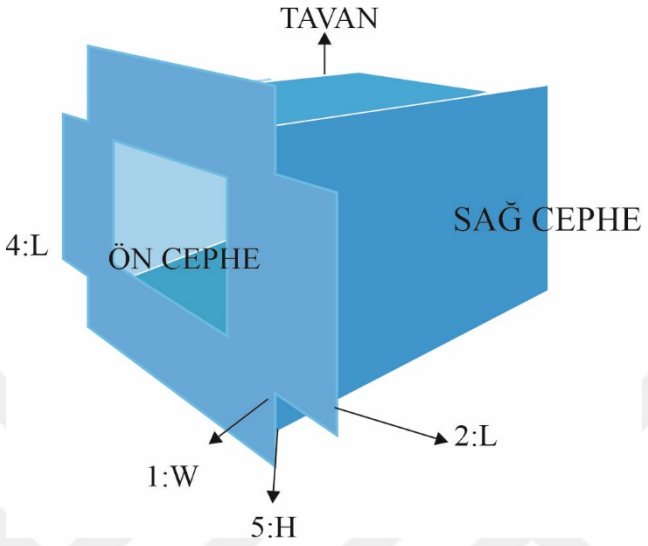
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.2) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri üsteki bilgilerde gösterilmiştir.

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

1. NOLU LABORATUVAR
D 2

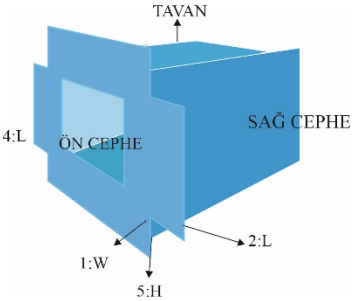


Şekil 4.3: 1 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

1 nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4,3'de gösterilmiştir.

1. NOLU LABORATUVAR

D 2



S LABORATUVARI

L x W x H : 2.72 x 4.76 x 3.00 [m]

Hacim V = 38.84 [m³]

Şekil 4.4: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.17: :DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	8.16	65*)	0.0	40.1
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	40.1
Toplam transfer alanı Ss		8.16 m^2			
Oda taban alanı SG		14.95m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-1.0 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı				$D_{n,Tw}$	41.9 dB
Hacim V = 473.90 m^3					
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**39.1 dB**

Tablo 4.17'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

DIŞ ELEMAN [1] : on cephe dış cephe alanı S = 8.16 m²

Yapı Elemanları

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)

0.40 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = 340.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 36.8 dB; Ctr = -4.6 dB (user specification)

Dış ek katman
E: Harici ısı yalıtım kompozit sistemi (MFP)
Birim alan başına kütle m' = 12.50 kg/m²; dinamik sertlik s' = 0.01 MN/m³; Yapışık yüzey F = 40.0 %; (duvar fişi olmadan); fo = 5 Hz
İlerleme DRw = 87.9 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 1.8 m = 3.96 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 40.1 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 8.16 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 8.16 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 2.72 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 8.16 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 8.16 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 2.72 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

İÇ ELEMAN: SAG CEPHE Alan S = 14.28 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 12.95 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL CEPHE Alan S = 14.28 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)

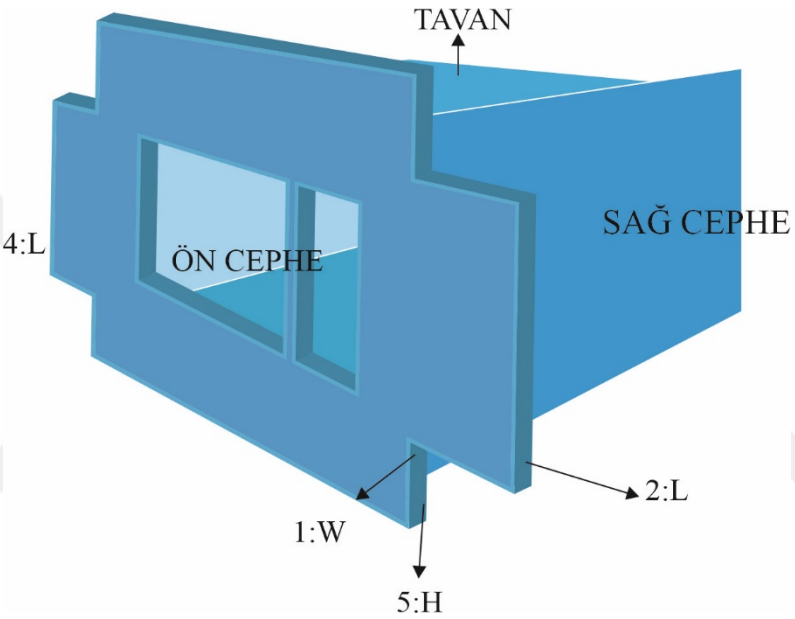
İÇ ELEMAN: Doseme Alan S = 12.95 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.4) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik (Şekil 4.4) değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri üsteki bilgilerde gösterilmiştir.

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

1. NOLU LABORATUVAR
D3

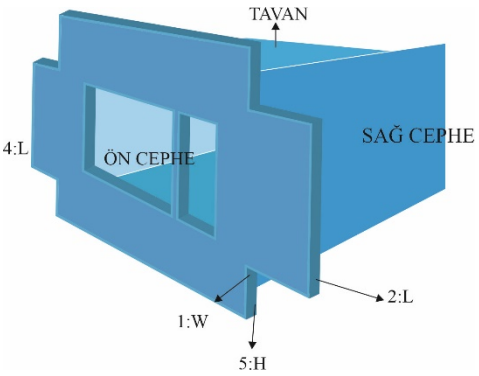


Şekil 4.5: 1 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

1 nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.5'te.gösterilmiştir.

1. NOLU LABORATUVAR

D 3



S LABORATUVARI
L x W x H : 6.462 x 8.80 x 3.00 [m]
Hacim V = 170.54 [m³]

Şekil 4.6: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.18: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	19.38	65*)	0.0	34.4
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	34.4
Toplam transfer alanı Ss		19.38 m^2			
Oda taban alanı SG		56.85m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-3.7 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı				$D_{n,Tw}$	38.9 dB
Hacim V = 473.90 m^3					
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere. göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**36.1 dB**

Tablo 4.18'da DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1] : ON CEPHE dış cephe alanı S = 19.38 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.40 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 340.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 36.8 dB; Ctr = -4.6 dB (kullanıcı şartnamesi)

Dış ek katman VS_Adı
Birim alan başına kütle m' = 12.50 kg/m²; dinamik sertlik s' = 0.01 MN/m³; Yapışık yüzey F = 40.0 %; (duvar fişi olmadan); fo
= 5 Hz
İlerleme DRw = 87.9 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 2.2 m = 4.84 m²; Rw = 35 dB; Ctr = -5 dB; Rew(Ctr) = 36.0 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 1.0 m = 2.20 m²; Rw = 35 dB; Ctr = -5 dB; Rew(Ctr) = 39.4 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 6.46 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan alan S = 19.38 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 6.46 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.31 dB)

İÇ ELEMAN: SAG CEPHE Alan S = 26.40 m²
Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: Tavan Alan S = 56.85 m²
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: Sol Cephe Alan S = 26.40 m² Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: Zemin Alan S = 56.85 m²
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

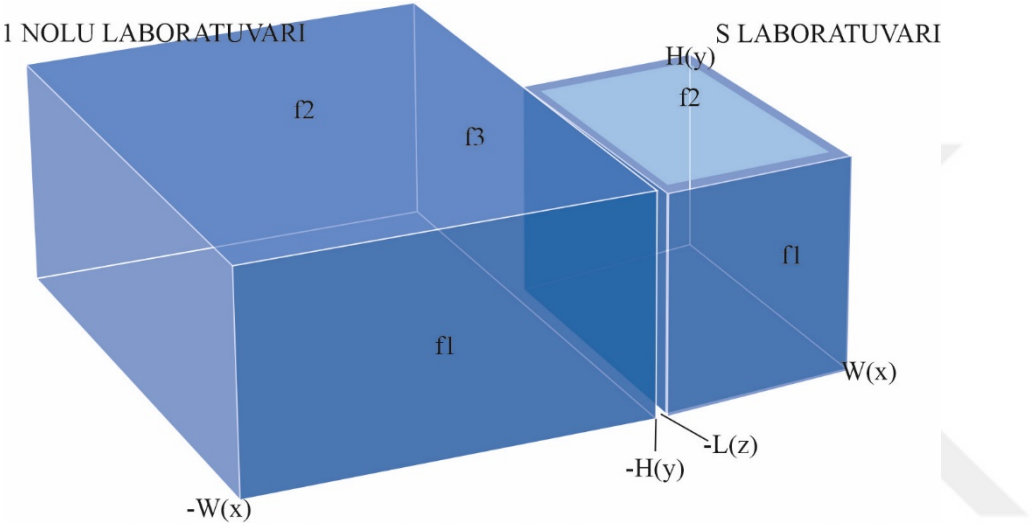
Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri(Şekil 4.6) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri üsteki bilgilerde açıklanmıştır.

DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

1. NOLU LABORATUVAR
I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

1. NOLU LABORATUVARI ve **S LABORATUVARI**

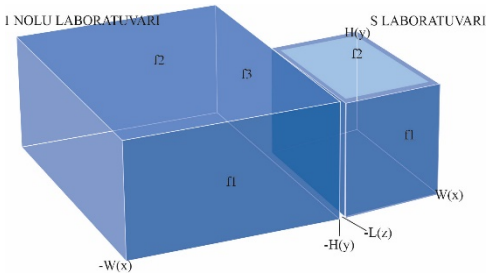


Şekil 4.7: 1 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

Şekilde 1 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalımı gösterimi Şekil 4.7'de yapılmıştır.

1. NOLU LABORATUVAR

I1



Oda Geometrisi:
Oda 1: 1. NOLU LABORATUVARI
L x W x H : 8.8 x 6.46 x 3 [m]
Hacim = 170.54 m³

Oda 2: S LABORATUVARI

L x W x H : 4.76 x 2.72 x 3 [m]
Hacim= 38.84 m³

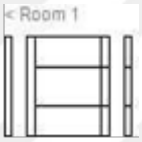
Şekil 4.8: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Kordinat y 0.000 m
Kordinat z 0.000 m

Parametre/Elemanlar:
(Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman

Alan S= 14.28 m²



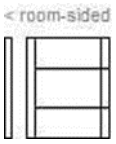
Yapılar
Ek Katman: Oda1
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.10 m;
Delta(Rw+C) = 17.7 dB (fo = 42 Hz)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB
Ek Katman: Oda2
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.10 m;
Delta(Rw+C) = 17.7 dB (fo = 42 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 73.5 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön)

Alan: A = 19.38 m²

1. NOLU LABORATUVARI:



Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.00 m



T- Bağlantı

Yapılar
Ek Katman:
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m;
Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

S LABORATUVARI:

Alan A = 8.16m²



Ek Katman:
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m;
Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4)
Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)

1. NOLU LABORATUVARI:

Area: A = 56.85 m²



room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

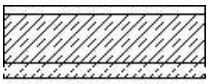
Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 8.40 m



T-Bağlantı

S LABORATUVARI:

Area: A = 12.95 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

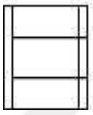
Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)

1. NOLU LABORATUVARI:

Alan: A = 12.12 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.400 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 340.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 46.0 (-1.6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 3.00 m

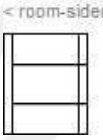


T-Bağlantı

S LABORATUVARI

Alan: A = 8.16 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.400 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 340.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 46.0 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)

1. NOLU LABORATUVARI:

Alan: A = 56.85 m²

room-sided



Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 4.76 m



T-Bağlantı

S LABORATUVARI:

Alan: A = 12.95 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120m Beton (2400 kg/m³)
1.20 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32,2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

Tablo 4.19: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_W + C$ **$R'_W + C - u_{prog}$**	51.1 dB **49.1 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} - u_{prog} + C$	50.5 dB 48.5 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (1. NOLU LABORATUVARI) -> Oda 2 (S LABORATUVARI)

Tablo 4.20: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç	$L'_{n,w} + CI$	74.3 dB
	Tolerans payı 3) dahil	**$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	**77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi	Lw ($C_{I\Delta}$)	0.0 (0.0) dB
	darbe sesi azaltma düzeltme değeri	K_T	0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	73.4 dB 76.4 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

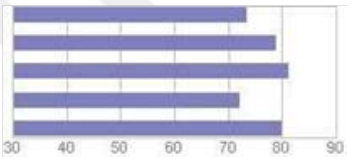
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

$R_{d,w} + C = 68.6$ dB

$\Delta R_{Dd,w} + C = 26.6$ dB

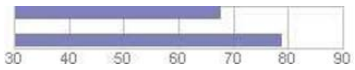
$R_{Dd,w} + C = 73.5$ dB
$R_{Fd,1} + C = 78.9$ dB
$R_{Fd,2} + C = 81.1$ dB
$R_{Fd,3} + C = 72.1$ dB
$R_{Fd,4} + C = 79.8$ dB



Yan Cephe **Ri,j**

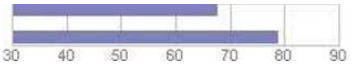
F1: Yan Cephe (ön) $R_{f1,w} + C = 67.4$ dB

$R_{Ff,1} + C = 67.7$ dB
$R_{Df,1} + C = 78.9$ dB



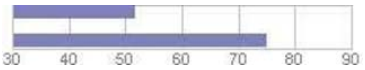
F2: Yan Cephe (tavan) $R_{f2,w} + C = 64.8$ dB

$R_{Ff,2} + C = 64.9$ dB
$R_{Df,2} + C = 81.1$ dB



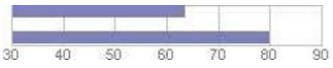
F3: Yan Cephe (arka) $R_{f3,w} + C = 51.8$ dB

$R_{Ff,3} + C = 51.8$ dB
$R_{Df,3} + C = 75.1$ dB



F4: Yan Cephe (zemin) $R_{f4,w} + C = 63.5$ dB

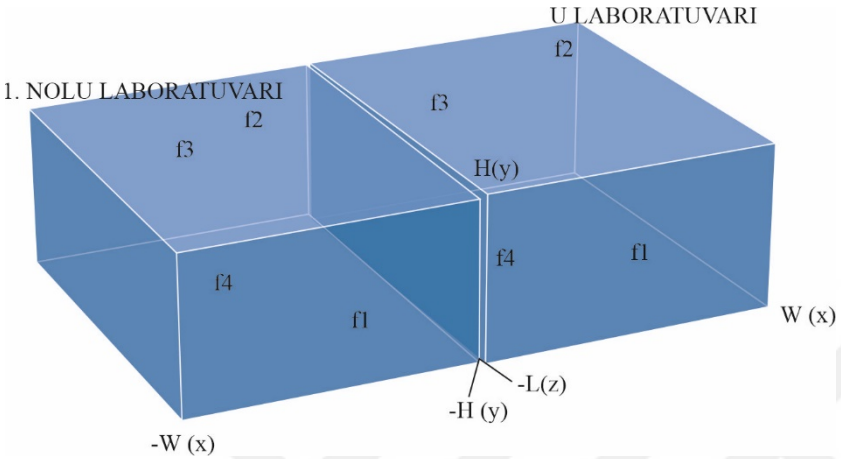
$R_{Ff,4} + C = 63.6$ dB
$R_{Df,4} + C = 79.8$ dB



DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

1. NOLU LABORATUVAR
I2

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi
1. NOLU LABORATUVAR ve U Laboratuvarı



Şekil 4.9: 1 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımının gösterimi.

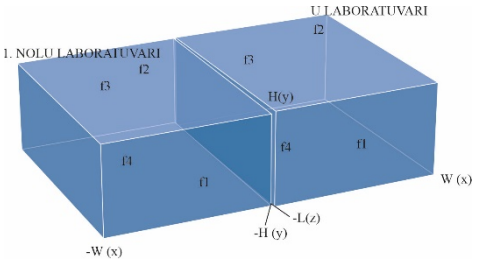
1 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi Şekil 4.9'da yapılmıştır.

1. NOLU LABORATUVAR
I 2

Oda Geometrisi:
Oda 1: 1. Nolu laboratuvarı
L x W x H : 8.8 x 6.6 x 3 [m]
Hacim = 174.24 m³

Oda 2: U Laboratuvarı
L x W x H : 8.8 x 6.6 x 3 [m]
Hacim = 174.24 m³

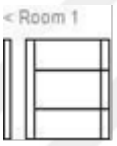
Kordinat y 0.000 m
Kordinat z 0.000 m



Şekil 4.10: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Parametre /Elemanlar:
(Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman — Alan S= 26.40 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12,5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5,5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

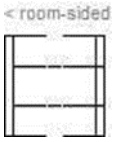
Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4)
Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

Ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil)
RDd, w + C = 52.4 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) — Alan: A = 19.80 m²

1. Nolu LABORATUVARI:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.400 m Tuğla duvar / Normal harç RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 340,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 46,0 (-1.6) dB

Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.00 m


T- Bağlantı

U LABORATUVARI: — Alan A = 19.80m²



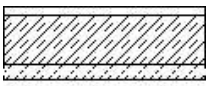
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.400 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 340,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 46,0 (-1,6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)

1. NOLU LABORATUVARI:

Area: A = 58,8 m²



room-sided

Yapılar
0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m B e t o n (2400 kg/m³)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

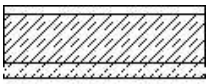
Birim alan başına kütle m' = m' = 480,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60,7 (-1,6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 8.80 m

T-Bağlantı

U LABORATUVARI:

Area: A = 58.08 m²



room-sided

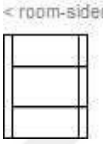
0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m B e t o n (2400 kg/m³)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60,7 (-1,6) dB

F3: Yan Cephe (arka)

1. NOLU LABORATUVARI:

Alan: A = 19.80 m²



< room-sided

Yapılar
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m T u ğ l a duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

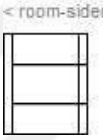
Birim alan başına kütle m' = m' = 340,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 3.00 m

T-Bağlantı

U LABORATUVARI

Alan: A = 19.80 m²



< room-sided

0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m T u ğ l a duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 340,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)

1. NOLU LABORATUVARI:

Alan: A = 58.08 m²

room-sided



Yapılar
0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m B e t o n (2400 kg/m³)
0.020 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 8.80 m

T-Bağlantı

U LABORATUVARI:

Alan: A = 58.08 m²

room-sided



0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.121m B e t o n (2400 kg/m³)
1.20 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

Tablo 4.21: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_w + C$ **$R'_w + C - u_{prog}$**	47.4 dB **45.4 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C - u_{prog}$	50.6 dB 48.6 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (1 NOLU LABORATUVARI) -> Oda 2 (U LABORATUVARI)

Tablo 4.22: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w} + CI$ **$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	74.3 dB **77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	$Lw (C_{I\Delta})$ K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	66.8 dB 69.8 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3,0 dB)

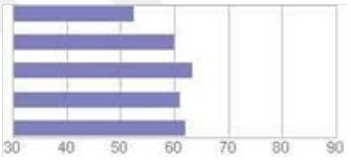
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

$R_{d,w} + C = 50,7$ dB

$\Delta R_{Dd,w} + C = 5,5$ dB

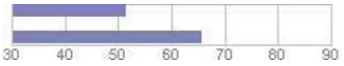
$R_{Dd,w} + C = 52,4$ dB
$R_{Fd,1} + C = 60,1$ dB
$R_{Fd,2} + C = 63,4$ dB
$R_{Fd,3} + C = 61,0$ dB
$R_{Fd,4} + C = 62,1$ dB



Yan Cephe **Ri, j**

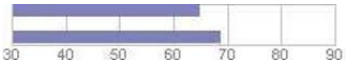
F1: Yan Cephe (ön) $R_{f1,w} + C = 51,2$ dB

$R_{Ff,1} + C = 51,4$ dB
$R_{Df,1} + C = 65,6$ dB



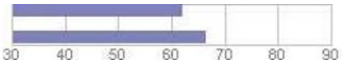
F2: Yan Cephe (tavan) $R_{f2,w} + C = 63,4$ dB

$R_{Ff,2} + C = 64,9$ dB
$R_{Df,2} + C = 68,9$ dB



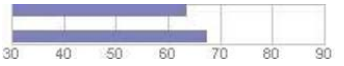
F3: Yan Cephe (arka) $R_{f3,w} + C = 60,7$ dB

$R_{Ff,3} + C = 62,0$ dB
$R_{Df,3} + C = 66,5$ dB



F4: Yan Cephe (zemin) $R_{f4,w} + C = 62,1$ dB

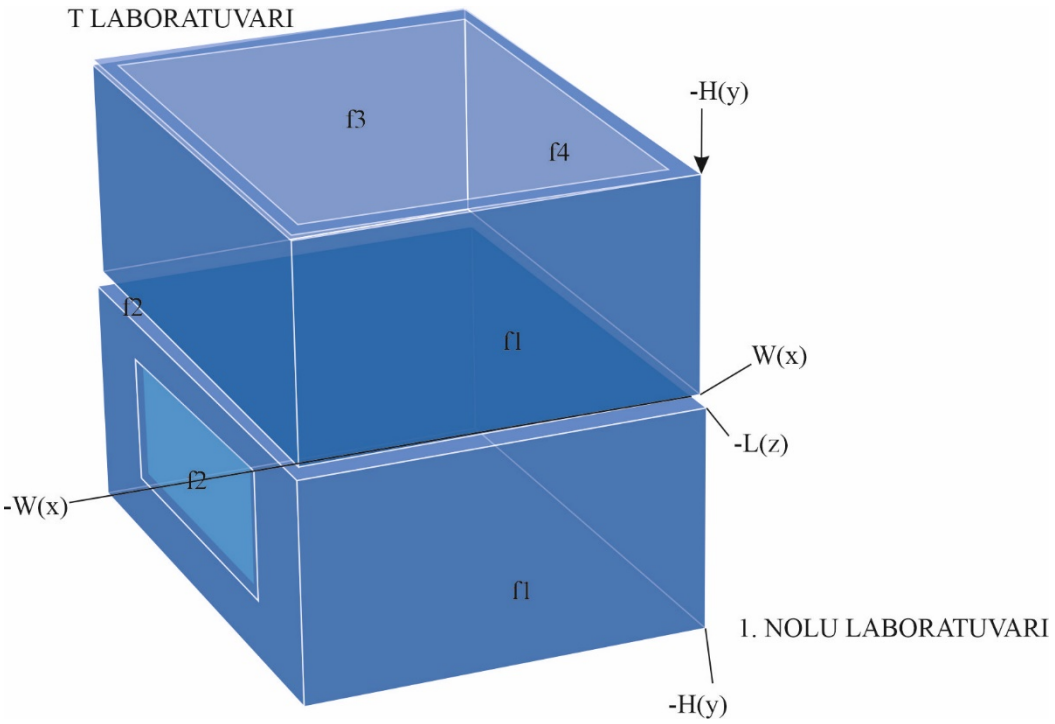
$R_{Ff,4} + C = 63,6$ dB
$R_{Df,4} + C = 67,6$ dB



1. NOLU LABORATUVAR
L1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

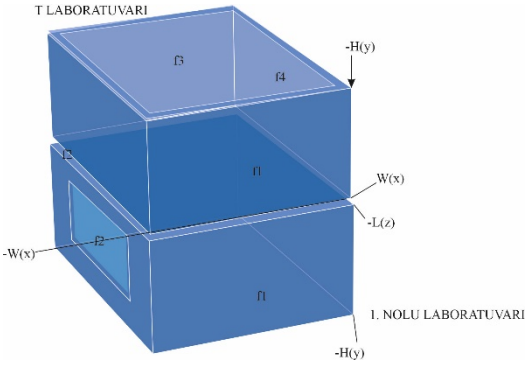
T LABORATUVAR ve 1. NOLU LABORATUVAR



Şekil 4.11: 1 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımının gösterimi.

1 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi Şekil 4.11'de yapılmıştır.

1. NOLU LABORATUVAR
L1



Oda Geometrisi:
Oda 1: T LABORATUVARI
L x W x H : 8.8 x 6.46 x 3 [m]
Hacim = 170.54 m³

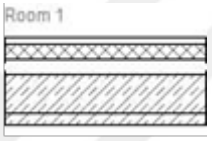
Oda 2: 1. NOLU LABORATUVARI
L x W x H : 8.8 x 6.46 x 3 [m]
Hacim= 170.54 m³

Kordinat x 0.000 m
Kordinat z 0.000 m

Şekil 4.12: 1 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Parametre /Elemanlar:
(Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman — Alan S= 56.85 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
C: yüzer döşeme (çimento şapı / kalsiyum sülfat şapı)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12,5 kg/m²; yalıtım katmanının dinamik sertliği s' = 0,9 MN/m³; Delta(Rw+C) = 12.3 dB (fo = 44 Hz)

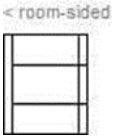
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4)
Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB
Eşdeğer ağırlıklı standart darbe sesi seviyesi Ln, eq,0,w = 72,3 dB

Ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd, w + C = 69.4 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) — Alan: A = 19.38 m²
T LABORATUVARI:



Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 6.46 m


T- Bağlantı

Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

Alan A = 19.38m²
1. NOLU LABORATUVARI:



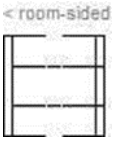
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

F2: Yan Cephe (sol)

T LABORATUVARI:

Area: A = 26.40m²



Yapılar
0.015 m lkireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.400 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

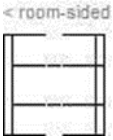
Birim alan başına kütle m' = m' = 340,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 46,0 (-1,6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 8.80 m

T-Bağlantı

1. NOLU LABORATUVARI:

Area: A = 26.40 m²



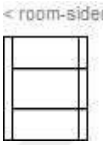
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.400 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 340,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 46,0 (-1,6) dB

F3: Yan Cephe (arka)

T LABORATUVARI:

Alan: A = 19.38 m²



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

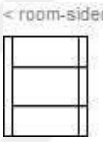
Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 6.46 m

T-Bağlantı

1. NOLU LABORATUVARI

Alan: A = 19.38 m²



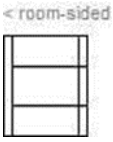
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

F4: Yan Cephe (sağ)

T LABORATUVARI:

Alan: A = 26.40 m²



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 8.80 m

T-Bağlantı

1. NOLU LABORATUVARI:

Alan: A = 26.40 m²



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
1.15 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

Tablo 4.23: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı bulma

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_W + C$ **$R'_W + C - u_{prog}$**	52.5 dB **50.5 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} - u_{prog} + C$	52.3 dB 50.3 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)
2) Oda 1 (T LABORATUVARI) -> Oda 2 (1. NOLU LABORATUVARI)

Tablo 4.24: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w}$ **$L'_{n,w} + u_{prog}$**	38.6 dB **41.6 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	$L_w (C_{I\Delta})$ K_T	35.7 dB 2.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w}$ $L'_{nT,w} + u_{prog}$	31.2 dB 34.2 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3,0 dB)

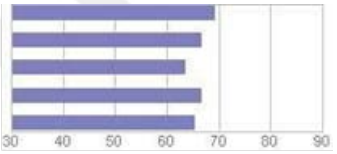
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

$R_{d,w} + C = 59{,}0$ dB

$\Delta R_{Dd,w} + C = 12{,}3$ dB

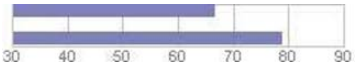
$R_{Dd,w} + C = 69{,}4$ dB
$R_{Fd,1} + C = 66{,}7$ dB
$R_{Fd,2} + C = 63{,}6$ dB
$R_{Fd,3} + C = 66{,}7$ dB
$R_{Fd,4} + C = 65{,}4$ dB



Yan Cephe **Ri, j**

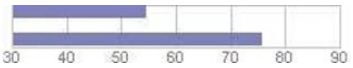
F1: Yan Cephe (ön) $R_{f1,w} + C = 66{,}4$ dB

$R_{Ff,1} + C = 66{,}6$ dB
$R_{Df,1} + C = 79{,}0$ dB



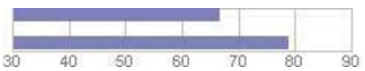
F2: Yan Cephe (sol) $R_{f2,w} + C = 54{,}5$ dB

$R_{Ff,2} + C = 54{,}5$ dB
$R_{Df,2} + C = 75{,}9$ dB



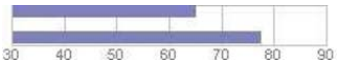
F3: Yan Cephe (arka) $R_{f3,w} + C = 66{,}4$ dB

$R_{Ff,3} + C = 66{,}6$ dB
$R_{Df,3} + C = 79{,}0$ dB



F4: Yan Cephe (sağ) $R_{f4,w} + C = 65{,}1$ dB

$R_{Ff,4} + C = 65{,}3$ dB
$R_{Df,4} + C = 77{,}7$ dB



Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan eleman ayırıcı elemandır. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.12) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Ayırıcı elamana ait veriler üsteki bilgilerde gösterilmiştir. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu

malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metrekare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tugla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyeler için özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.23' de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.24'de gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

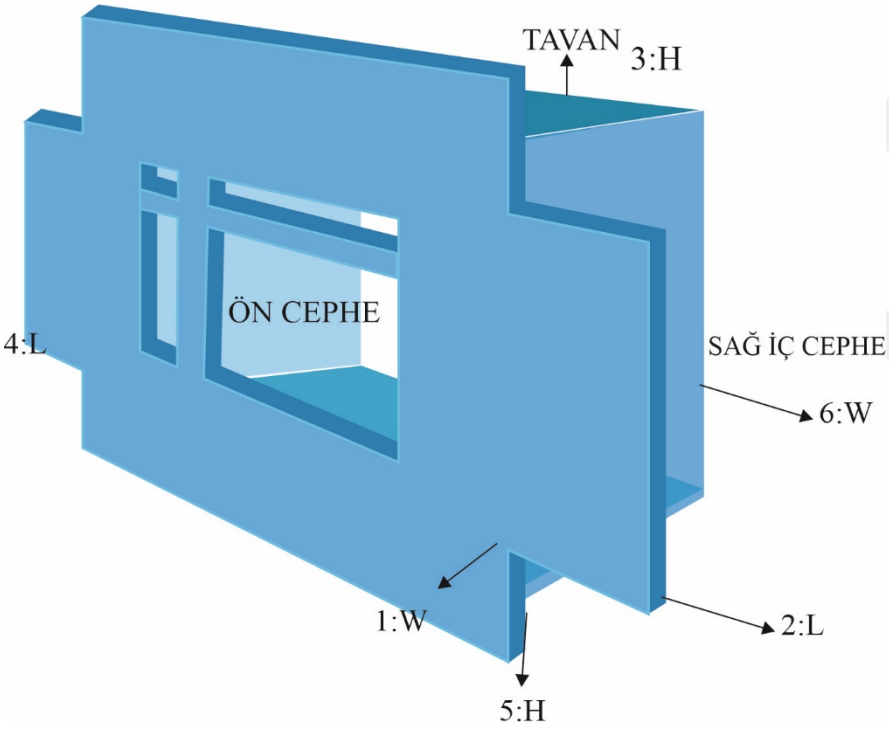
3 Nolu Laboratuvar

AKUSTIK İNCELEME

3 NOLU LABORATUVAR

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

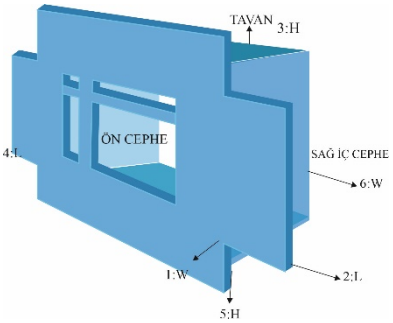
3 NOLU LAB
D1



Şekil 4.13: 3 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

3 nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.13'de yapılmıştır.

3 NOLU LABORATUVARI
D1



3 NOLU LAB
L x W x H : 5.00 x 2.06 x 2.20 [m]
Hacim V = 22.66 [m³]

Şekil 4.14: 3 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.25 : DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,W}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	11.00	65*)	0.0	40.7
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	40.7
Toplam transfer alanı Ss		11.00 m²			
Oda taban alanı SG		10.30m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	1.3 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 22.66 m³				$D_{n,Tw}$	38.9 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**37.4dB**

Tablo 4.25'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1]: ON CEPHE dış cephe alanı S = 11.00 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.365 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 314,5 kg/m²; Rsw(Ctr) = 35,8 dB; Ctr = -4,6 dB (kullanıcı şartnamesi)

Harici ek katman VS_Adı
Birim alan başına kütle m' = 12,5 kg/m²; dinamik sertlik s' = 0,1 MN/m³; Yapışık yüzey F = 40,0 %; (duvar fişi olmadan); fo = 15 Hz
İlerleme DRw = 61,6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 0.47 m x 3,2 m = 1.50 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 4 dB; Rew(Ctr) = 47,6 dB
- ---; H x L = 0.47 m x 1.35 m = 0.63 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 4 dB; Rew(Ctr) = 51,4 dB
- ---; H x L = 1.17 m x 3,2 m = 3.74 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 4 dB; Rew(Ctr) = 43,7 dB
- ---; H x L = 1.17 m x 1.35 m = 1.58 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 4 dB; Rew(Ctr) = 47,4 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 11.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 2.20 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.29 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 11.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 5.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.29 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 11.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 2.20 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.29 dB)

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 11.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 5.00 m
(Tuğla duvardan yapılmış kesintisiz yan cephe, Titreşim azaltma değerinin indirgenmesi DKij = 7.29 dB)

İÇ ELEMAN: SAG IC CEPHE Alan S = 4.53 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 241,5 kg/m²; Rsw(Ctr) = 32,2 dB; Ctr = -4,6 dB (kullanıcı şartnamesi)

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 10.30 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480,0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56,1 dB; Ctr = -4,6 dB

İÇ ELEMAN: SOL IC CEPHE Alan S = 4.53 m²

Yapı Elemanları

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 241,5 kg/m²; Rsw(Ctr) = 32,2 dB; Ctr = -4,6 dB (kullanıcı şartnamesi)

İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 10.30 m²

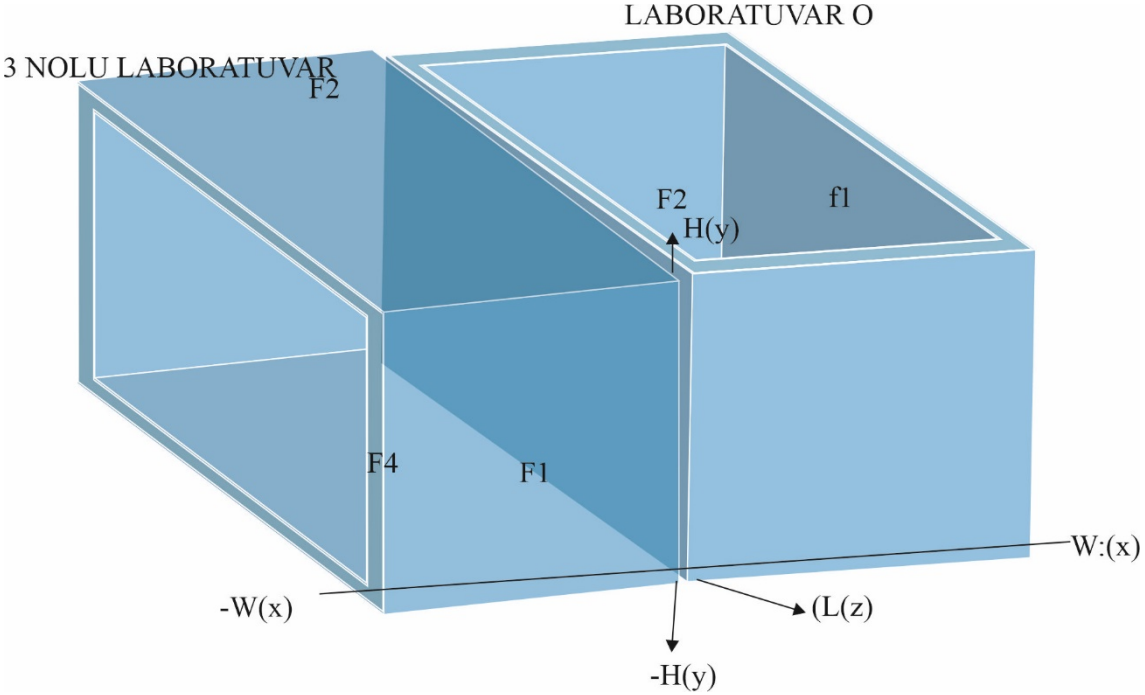
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416,0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54,1 dB; Ctr = -4,6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri(Şekil 4.14) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri üsteki bilgilerde anlatılmıştır.

DIN 4109-2:2018 göre ses yalıtımının hesaplanması

3 NOLU LAB
l1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi
3 NOLU LABORATUVAR ve LABORATUVAR O



Şekil 4.15: 3 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

3 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı Şekil 4.15'te gösterimi yapılmıştır.

3 NOLU LABORATUVAR

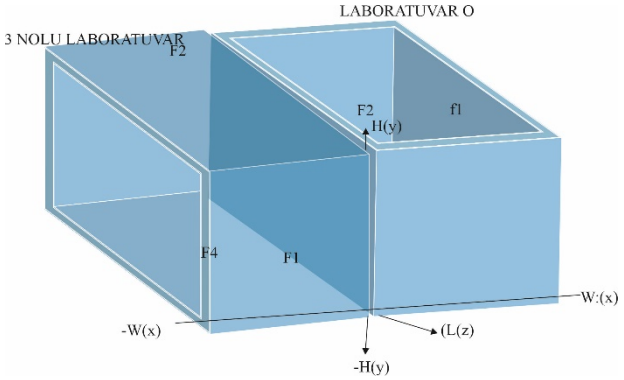
I1

Oda Geometrisi:
Oda 1: 3 NOLU LABORATUVAR
L x W x H: 5 x 2,6 x 2,2 [m]
Hacim = 28.60 m³

Oda 2: LABORATUVAR O
L x W x H: 5 x 2,6 x 2,2 [m]
Hacim = 28.60 m³

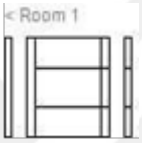
Kordinat y 0.000 m
Kordinat z 0.000 m

Parametre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)



Şekil 4.16: 3 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 11.00 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.80 m; Delta(Rw+C) = 24.2 dB (fo = 15 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

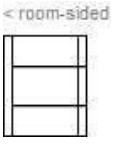
Birim alan başına kütle m' = m' = 241.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 1.00 m; Delta(Rw+C) = 24.2 dB (fo = 13 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 76.1 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 5.72 m²

3 NOLU LABORATUVAR:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.365 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 314.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 45.0 (-1.6) dB

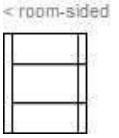
Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.50 m



T- Bağlantı

Alan A = 5.72 m²

LABOBARUTAR O:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.365 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

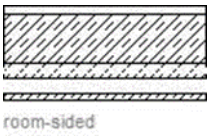
Birim alan başına kütle m' = m' = 314.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 45.0 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
3 NOLU LABORATUVAR:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 5.00 m

T-Bağlantı

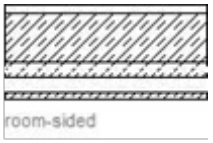
Area: A = 13.00 m²



Yapılar
Ek Katman:
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 1.00 m; Delta(Rw+C) = 14.5 dB (fo = 13 Hz)
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

LABORATUVAR O:

Area: A = 13.00 m²



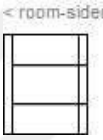
Ek Katman:
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 1.00 m; Delta(Rw+C) = 14.5 dB (fo = 13 Hz)
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
3 NOLU LABORATUVAR

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 2.20 m

T-Bağlantı

Alan: A = 5.72 m²

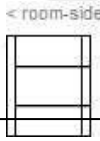


Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 241.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

LABORATUVAR O

Alan: A = 5.72 m²



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

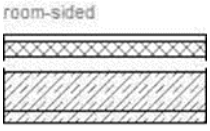
Birim alan başına kütle m' = m' = 241.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
3 NOLU LABORATUVAR

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 5.00 m

T-Bağlantı

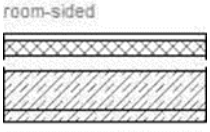
Alan: A = 13.00 m²



Yapılar
Ek Katman::
C: yüzer döşeme (çimento şapı / kalsiyum sülfat şapı)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12,5 kg/m²; yalıtım katmanının dinamik sertliği s' = 1,0 MN/m³; Delta(Rw+C)
= 11.8 dB (fo = 46 Hz)
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

LABORATUVAR O:

Alan: A = 13.00 m²



Ek Katman:
C: yüzer döşeme (çimento şapı / kalsiyum sülfat şapı)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; yalıtım katmanının dinamik sertliği s' = 1.0 MN/m³; Delta(Rw+C)
= 11.8 dB (fo = 46 Hz)
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
1.20 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4. 26 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_w + C$ **$R'_w + C - u_{prog}$**	45.4 dB **43.4 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C - u_{prog}$	44.6 dB 42.6 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (3 NOLU LABORUTVAR) -> Oda 2 (LABORATUVAR O)

Tablo 4. 27: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve app. B'ye göre ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç	$L'_{n,w} + CI$	49.2 dB
	Tolerans payı 3) dahil	**$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	**52.2 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi	$L_w (C_{I\Delta})$	35.1 (10.0) dB
	darbe sesi azaltma düzeltme değeri	K_T	0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	49.6 dB 52.6 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

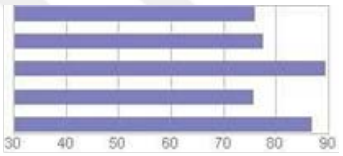
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

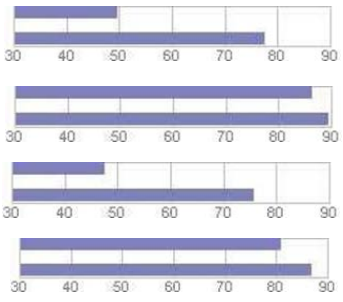
$R_{d,w} + C = 74.1$ dB

$\Delta R_{Dd,w} = 36.3$ dB

$R_{Dd,w} + C = 76.1$ dB
$R_{Fd,1} + C = 77.6$ dB
$R_{Fd,2} + C = 89.6$ dB
$R_{Fd,3} + C = 75.7$ dB
$R_{Fd,4} + C = 87.0$ dB



Yan Cephe	**Ri,j**	
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w} + C = 49.6$ dB	$R_{Ff,1} + C = 49.6$ dB $R_{Df,1} + C = 77.6$ dB
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w} + C = 84.6$ dB	$R_{Ff,2} + C = 86.3$ dB $R_{Df,2} + C = 89.6$ dB
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w} + C = 47.5$ dB	$R_{Ff,3} + C = 47.5$ dB $R_{Df,3} + C = 75.7$ dB
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w} + C = 79.9$ dB	$R_{Ff,4} + C = 80.9$ dB $R_{Df,4} + C = 87.0$ dB



Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan elemana ayırıcı eleman denir. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.16) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Ayırıcı elamanın verileri üsteki bilgilerde gösterilmiştir. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle

laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metrekare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tuğla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyeler için özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.26'da gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.27' de gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

B KAMU KURUMUNDAKİ LABORATUVARLAR

Genel Laboratuvar 4

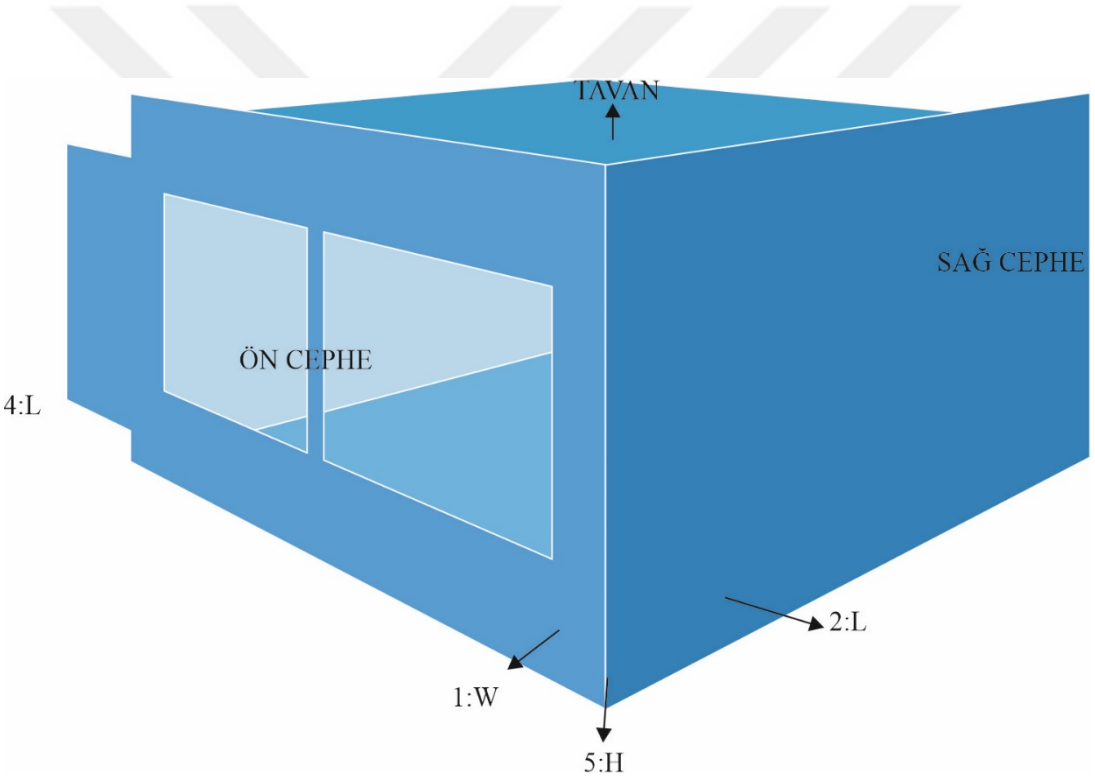
Akustik İnceleme

GENEL LABORATUVAR 4

DIN 4109-2 : 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

GENEL LABORATUVAR 4

D1



Şekil 4.17: 4 Nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

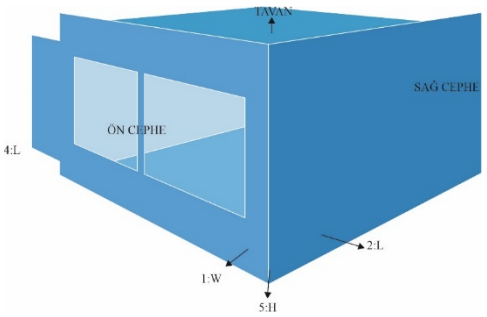
4 nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekilde 4 .17'de yapılmıştır.

GENEL LABORATUVAR 4
D1

4 NOLU LABORATUVAR

L x W x H : 8.40 x 18.50 x 4.00 [m]

Hacim V = 621.60 [m³]



Şekil 4.18: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.28: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	33.60	65*)	0.0	43.8
2	SAĞ CEPHE	74.00	65	0.0	45.0
3					
4					
5					
6			*) Harici gürültü Seviyesi referansı	$R'_{w,ges}$ + Ctr	41.4
Toplam transfer alanı Ss		107.60 m²			
Oda taban alanı SG		155.40m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-0.6 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 473.90 m³				$D_{n,Tw}$	44.1 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_w = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**40.0 dB**

Tablo 4.28'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1] : ON CEPHE dış cephe alanı S = 33.60 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 4.1 m = 9.02 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 47.8 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 3.8 m = 8.36 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 48.1 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarı)
Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.60 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 8.40 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solunda)
Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.60 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 8.40 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.00 m

DIŞ ELEMAN [2] : SAG CEPHE dış cephe alanı S = 74.00 m²
Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 2 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 2 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 74.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 18.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 2 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 2 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 74.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 18.50 m

İÇ ELEMAN: SAG IC CEPHE A l a n S = 155.40 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL IC CEPHE Alan S = 74.00 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 155.40 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.18) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri yukarıdaki bilgilerde anlatılmıştır.

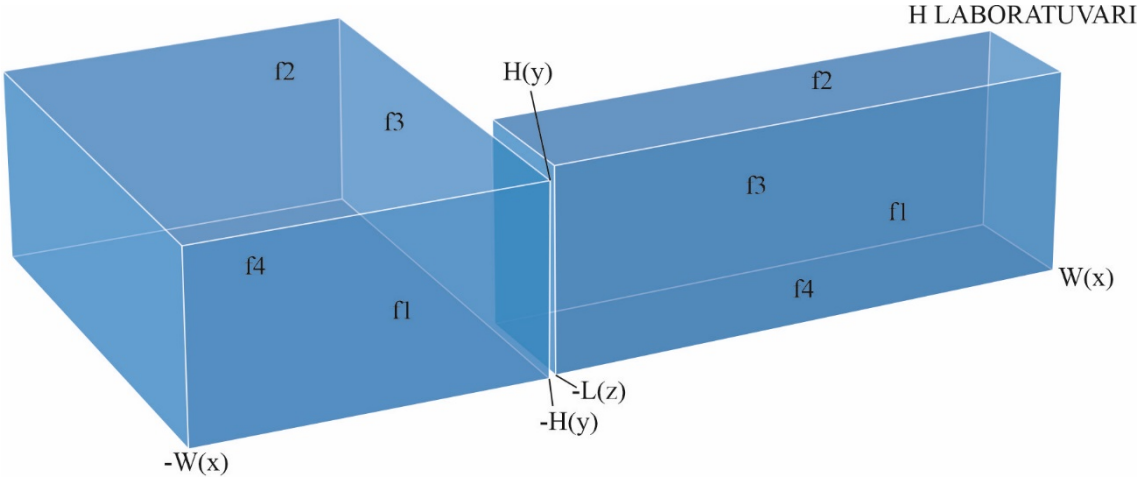
DIN 4109-2:2018-01 Standardına göre ses yalıtımı hesaplaması

GENEL LABORATUVAR 4

I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

4 NOLU LABORATUVAR ve H LABORATUVARI



Şekil 4.19: 4 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

4 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi Şekil 4.19'da yapılmıştır.

GENEL LABORATUVAR 4

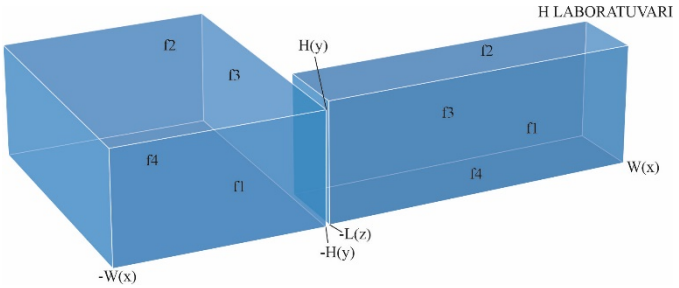
I1

Oda Geometrisi:

Oda 1: 4 NOLU LABORATUVAR
L x W x H : 18554 x 8.4 x 4 [m]
Hacim =621.600 m³

Oda 2: H LABORATUVARI.
L x W x H : 2.8 x 8.4 x 4 [m]
Hacim = 94.08 m³

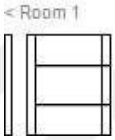
Koordinat y 0.000
Koordinat z 0.000



Şekil 4.20: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Parametre/Elemanlar:
(Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 11.20 m²

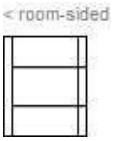


Yapı
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)

Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva ((1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva ((1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (göre DIN 4109-32:2016-07, Abs. 4.1.4)
Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB
ayırıcı elemanının ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 52.4 dB

Yan Yüzeyler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 33.60 m²
4 NUMARALI LAB:

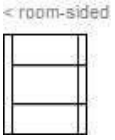


Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 4.00 m


T- Bağlantı

Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva ((1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva ((1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (göre DIN 4109-32:2016-07, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

H LABORATUVARI.: Alan A = 33.60m²



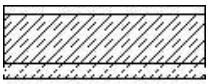
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
4 NUMARALI LABORATUVAR:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 2.80 m

T-Bağlantı

Area: A = 155.40 m²

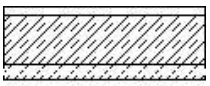


Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

H LABORATUVARI

Area: A = 23.52 m²



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

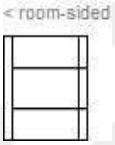
Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
4 NUMARLI LAB.:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 4.00 m

T-Bağlantı

Alan: A = 62.80 m²

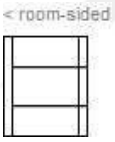


Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

H LABORATUVARI:

Alan: A = 33.60 m²



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

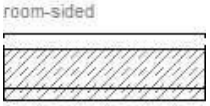
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi index Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
4 NUMARALI LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 2.80 m

T-Bağlantı

Alan: A = 155.40 m²

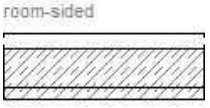


Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

H LABORATUVARI:

Alan: A = 23.52 m²



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
1.20 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4. 29 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	R'_w + C **R'_w + C - u_{prog}**	47.6 dB **45.6 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w}$ + C $D_{nT,w}$ + C - u_{prog}	51.9 dB 49.9 dB

4) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

5) Oda 1 (4 NUMARALI LAB) -> Oda 2 (H LABORATUVARI LAB.)

Tablo 4. 30: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç	$L'_{n,w}$ + CI	74.3 dB
	Tolerans payı 3) dahil	**$L'_{n,w}$ + CI + u_{prog}**	**77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi	Lw ($C_{I\Delta}$)	0.0 (0.0) dB
	darbe sesi azaltma düzeltme değeri	K_T	0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w}$ + CI $L'_{nT,w}$ + CI + u_{prog}	69.5 dB 72.5 dB

6) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

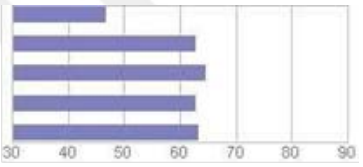
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

$R_{d,w}$ + C = 49.6 dB

$\Delta R_{Dd,w}$ + C = 5.5 dB

$R_{Dd,w}$ + C = 52.4 dB
$R_{Fd,1}$ + C = 56.1 dB
$R_{Fd,2}$ + C = 64.6 dB
$R_{Fd,3}$ + C = 57.1 dB
$R_{Fd,4}$ + C = 63.3 dB

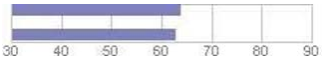


Yan Cephe **Ri,j**

F1: Yan Cephe (ön)

$R_{f1,w}$ $R_{f2,w}$ + C = 55.8 dB

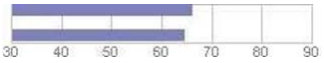
$R_{Ff,1}$ + C = 57.1 dB
$R_{Df,1}$ + C = 61.6 dB



F2: Yan Cephe (tavan)

$R_{f2,w}$ + C = 64.6 dB

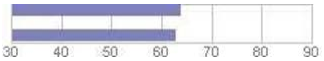
$R_{Ff,2}$ + C = 66.1 dB
$R_{Df,2}$ + C = 70.1 dB



F3: Yan Cephe (arka)

$R_{f3,w}$ + C = 55.0 dB

$R_{Ff,3}$ + C = 56.1 dB
$R_{Df,3}$ + C = 61.6 dB



F4: Yan Cephe (zemin)

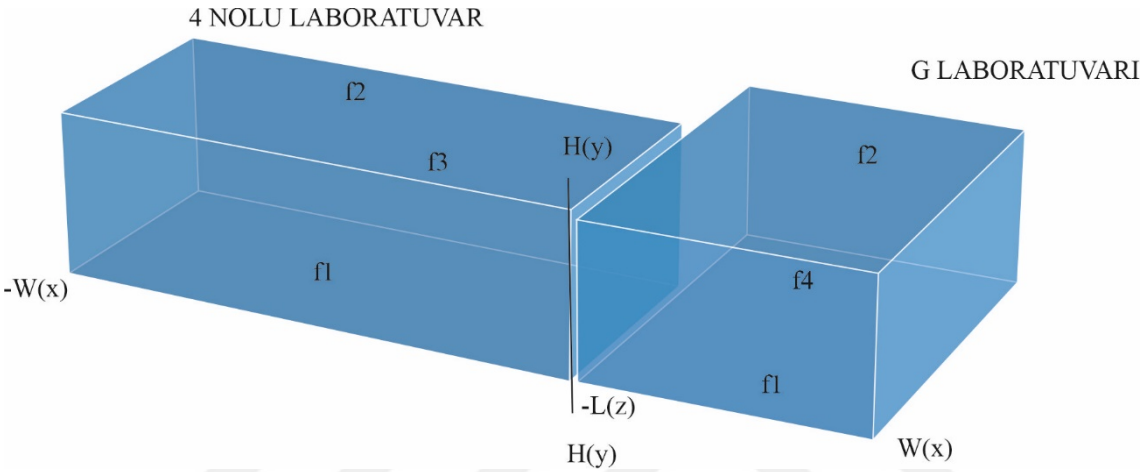
$R_{f4,w}$ + C = 63.3 dB

$R_{Ff,4}$ + C = 64.8 dB
$R_{Df,4}$ + C = 68.8 dB



GENEL LAB 4
I2

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi
4 NOLU LABORATUVAR ve G LABORATUVARI



Şekil 4.21: 4 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

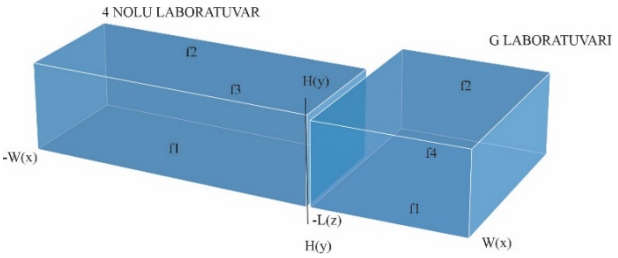
4 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi Şekil 4.21'de yapılmıştır.

GENEL LAB 4

I2

Oda Geometrisi:
Oda 1: 4 NOLU LAB.
L x W x H : 8.4 x 18.5 x 4 [m]
Hacim = 621.60 m³

Oda 2:G LABORATUVARI
L x W x H : 11.8 x 8.4 x 4 [m]
Hacim = 396.48 m³
Kordinat y 0.000 m Kordinat z 0.000 m

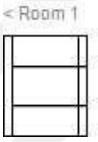


Şekil 4.22: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Parametre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman

Alan: S = 33.60 m²



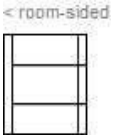
Yapı
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (göreDIN 4109-32:2016-07, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön)
4 NOLU LABORATUVAR:

Alan: A = 74.00 m²



Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 4.00 m

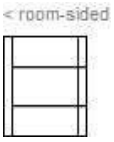

T- Bağlantı

Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva ((1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva ((1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (göreDIN 4109-32:2016-07, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

G LABORATUVARI.:

Alan A = 33.60m²



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)

4 NOLU LABORATUVAR

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 8.40 m

T-Bağlantı

Area: A = 155.40 m²



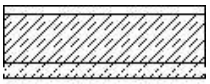
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

G LABORATUVARI:

Area: A = 99.12 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)

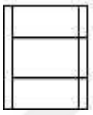
4 NOLU LABORATUVAR:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 4.00 m

T-Bağlantı

Alan: A = 74.00 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

G LABORATUVARI:

Alan: A = 13.60 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi index Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)

4 NOLU LABORATUVAR:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 2.80 m

T-Bağlantı

Alan: A = 155.40 m²

room-sided



Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

G LABORATUVARI:

Alan: A = 99.12 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.122m Beton (2400 kg/m³)
1.20 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4. 31 ::DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	R'_W + C **R'_W + C - u_{prog}**	45.6 dB **43.6 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w}$ + C $D_{nT,w}$ + C - u_{prog}	51.9 dB 49.4 dB

7) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

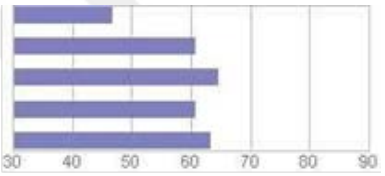
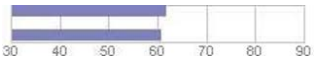
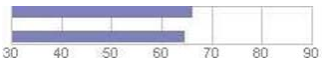
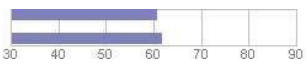
8) Oda 1 (4 NOLU LABORATUVAR) -> Oda 2 (G LABORATUVARI.)

Tablo 4. 32: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç	L'n,w + CI	74.3 dB
	Tolerans payı 3) dahil	**L'n,w + CI + u prog**	**77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi	Lw ($C_{I\Delta}$)	0.0 (0.0) dB
	darbe sesi azaltma düzeltme değeri	K_T	0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w}$ + CI $L'_{nT,w}$ + CI + u_{prog}	69.5 dB 72.5 dB

9) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman	$R_{d,w}$ + C = 46.4 dB	$R_{Dd,w}$ + C = 46.9 dB $R_{Fd,1}$ + C = 60.8 dB $R_{Fd,2}$ + C = 64.6 dB $R_{Fd,3}$ + C = 60.8 dB $R_{Fd,4}$ + C = 63.3 dB	
	$\Delta R_{Dd,w}$ + C = ---		
Yan Cephe	**Ri,j**		
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w}$ + C = 58.3 dB	$R_{Ff,1}$ + C = 61.8 dB $R_{Df,1}$ + C = 60.8 dB	
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w}$ + C = 62.3 dB	$R_{Ff,2}$ + C = 66.1 dB $R_{Df,2}$ + C = 64.6 dB	
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w}$ + C = 58.3 dB	$R_{Ff,3}$ + C = 60.8 dB $R_{Df,3}$ + C = 61.8 dB	
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w}$ + C = 61.0 dB	$R_{Ff,4}$ + C = 64.8 dB $R_{Df,4}$ + C = 63.3 dB	

Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan elemana ayırıcı eleman denir. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.22) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Yukarıda ayırıcı eleman bilgileri mevcuttur. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi

kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tugla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.31'de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.32'de gösterilmiştir.

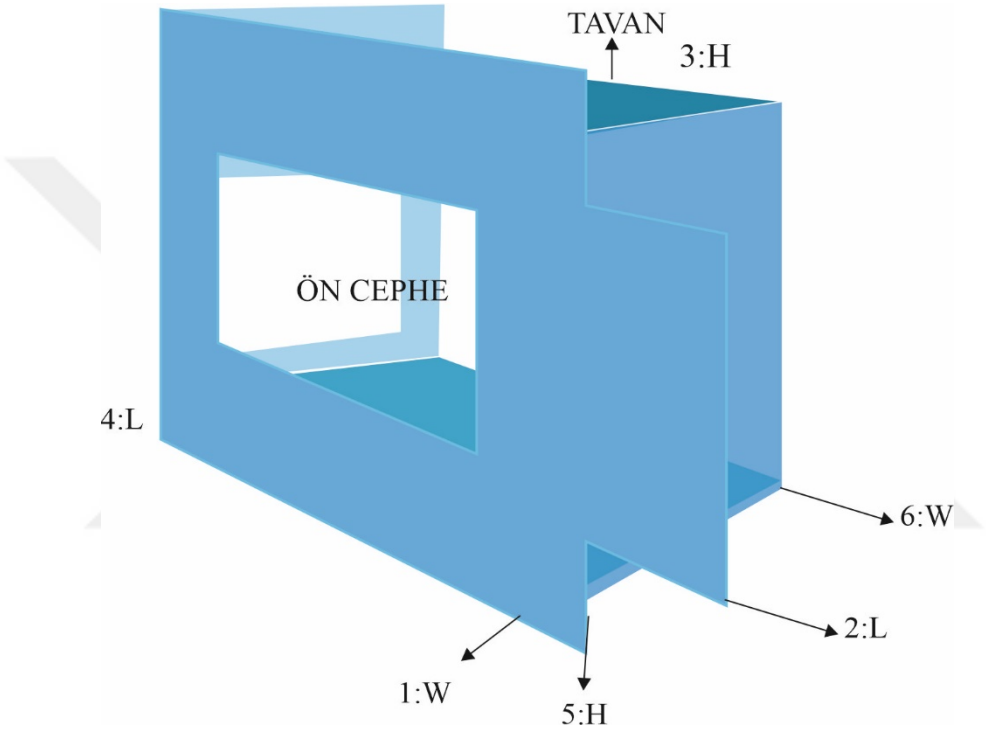
Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

Merkezi Araştırma Laboratuvarı 1

ARASTIRMA LABORATUVARI

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

ARASTIRMA LAB
D1

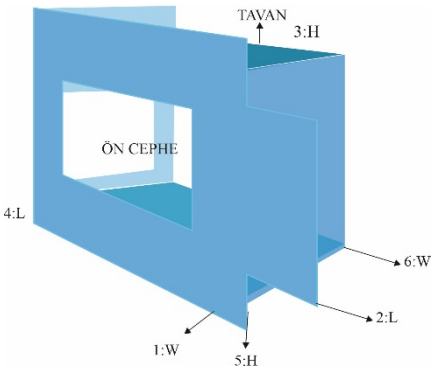


Şekil 4.23: Araştırma laboratuvarın ön cephe ve tavan gösterimi.

Araştırma Laboratuvarın ön cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.23'de yapılmıştır.

ARAŞTIRMA LABORATUVARI
D1

6 NOLU LABORATUVAR
L x W x H: 9.50 x 4.55 x 3.50 [m]
Hacim V = 151,29 [m³]



Şekil 4.24: Araştırma laboratuvarının L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.33: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,W}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	33.25	65*)	0.0	42.2
2					
3					
4	SOL CEPHE	15.93	55	10.0	52.4
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	41.8
Toplam transfer alanı Ss		49.18 m²			
Oda taban alanı SG		43.23m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	1.5 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 47.25 m³				$D_{n,Tw}$	41.7 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		38.**3dB**

Tablo 4.33'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1] : ON CEPHE dış cephe alanı S = 33.25 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 3.75 m = 8.25 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 44.8 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 9.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 9.50 m

DIŞ ELEMAN [4]: SOL CEPHE dış cephe alanı S = 15.93 m² Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 4 m = 8.80 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 54.5 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 4 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 4 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 15.93 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.55 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 4 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 4 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 15.93 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.55 m

İÇ ELEMAN: SAG DUVAR Alan S = 15.93 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 43.23 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

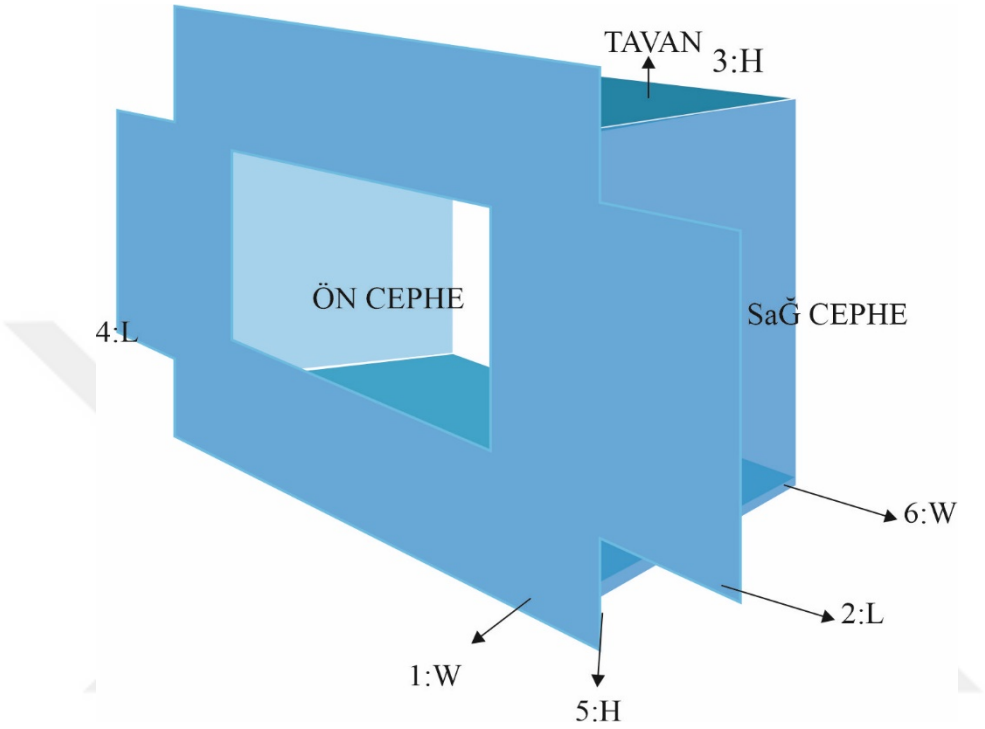
İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 43.23 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri(Şekil 4.24) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri yukarıdaki bilgilerde mevcuttur.

DIN 4109-2:2018 göre ses yalıtımının hesaplanması

ARASTIRMA LABORATUVARI
D2

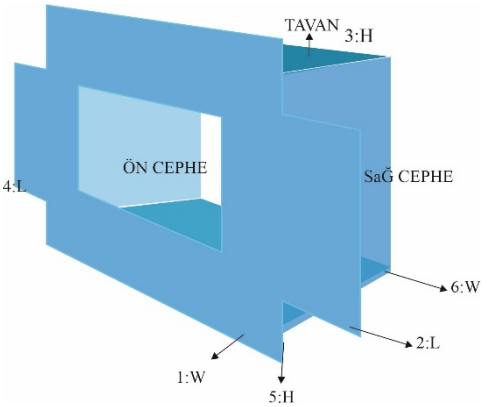


Şekil 4.25: Araştırma laboratuvarının ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi

4 nolu laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.25'te yapılmıştır.

ARAŞTIRMA LABORATUVARI
D2

6 NOLU LABORATUVAR
L x W x H : 9.50 x 4.55 x 3.50 [m]
Hacim V = 151.29 [m³]



Şekil 4.26: 4 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.34: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	33.25	65*)	0.0	40.3
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	40.3
Toplam transfer alanı Ss		33.25 m^2			
Oda taban alanı SG		43.23m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-0.2 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı				$D_{n,Tw}$	41.9 dB
Hacim V = 47.25 m³					
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**38.5 dB**

Tablo 4.34'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1] : ON CEPHE dış cephe alanı S = 33.25 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan -elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 3.75 m = 8.25 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 43.1 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 9.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk Shared length lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 33.25 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 9.50 m

İÇ ELEMAN: SAG CEPHE Alan S = 15.93 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 43.23 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SAG CEPHE Alan S = 15.93 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 43.23 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.26) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik

değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri yukarıdaki bilgilerde mevcuttur

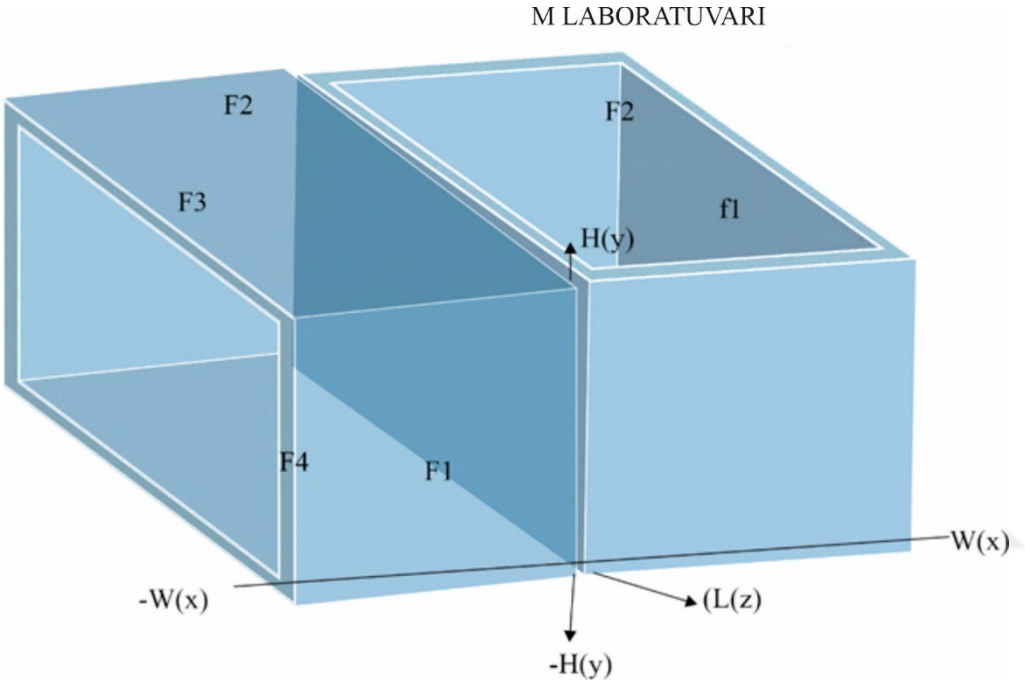
DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

ARASTIRMA LABORATUVARI

I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

6 NOLU LABORATUVAR ve M LABORATUVARI



Şekil 4.27: Araştırma laboratuvarın ses yalıtımı gösterimi.

Araştırma laboratuvarının ses yalıtımı Şekil 4.27'de gösterimi yapılmıştır.

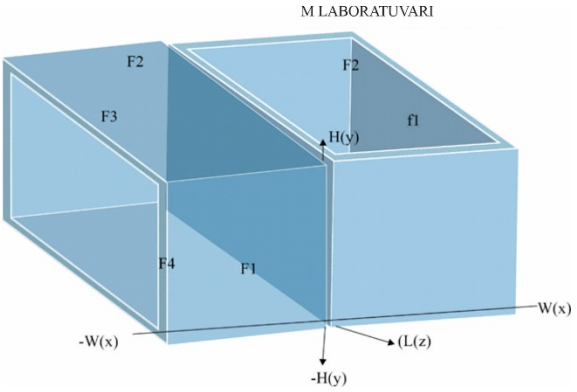
ARAŞTIRMA LABORATUVARI

I1

Oda Geometrisi:
Oda 1: 6 NOLU LAB.
L x W x H: 9,5 x 4.55 x 3,5 [m]
Hacim = 151.29 m³

Oda 2: M LABORATUVARI
L x W x H: 9,5 x 4.55 x 3,5 [m]
Hacim = 151.29 m³

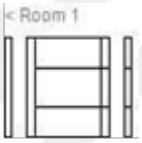
Kordinat y 0.000 m Kordinat z 0.000 m



Şekil 4.28: Araştırma laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri):

Parametre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 33.25 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

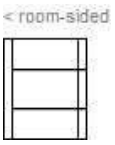
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 55.2 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 15.93 m²

6 NOLU LAB:



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

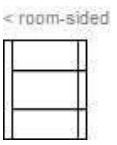
Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.50 m



T- Bağlantı

Alan A = 15.93 m²

M LAB..:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

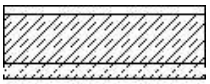
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
6 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 9.80 m

T-Bağlantı

Area: A = 43.23 m²



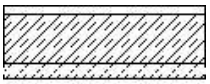
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

M LAB:

Area: A = 43.23 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

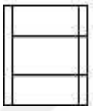
F3: Yan Cephe (arka)
6 NOLU LAB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 3.50 m

T-Bağlantı

Alan: A = 15.93 m²

< room-sided



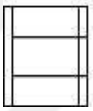
Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

M LAB

Alan: A = 15.93 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32,2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
6 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 9.00 m

T-Bağlantı

Alan: A = 43.23 m²

room-sided



Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

M LAB:

Alan: A = 43.23 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
1.20 m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

Tablo 4.35 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_w + C$ **$R'_w + C - u_{prog}$**	52.1 dB **50.1 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C - u_{prog}$	53.7 dB 51.7 dB

10) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

11) Oda 1 (6 NOLU LAB) -> Oda 2 (M LAB)

Tablo 4.36: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç	$L'_{n,w} + CI$	74.3 dB
	Tolerans payı 3) dahil	**$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	**77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi	$L_w (C_{I\Delta})$	0.0 (0.0) dB
	darbe sesi azaltma düzeltme değeri	K_T	0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	67.5 dB 70.5 dB

12) Tolerans payı (u-prog = 3,0 dB)

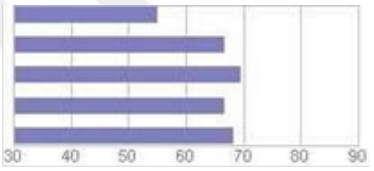
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

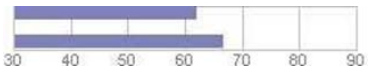
$R_{d,w} + C = 54,3$ dB

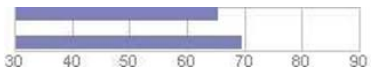
$\Delta R_{Dd,w} = 8,3$ dB

$R_{Dd,w} + C = 55,2$ dB
$R_{Fd,1} + C = 66,9$ dB
$R_{Fd,2} + C = 69,5$ dB
$R_{Fd,3} + C = 66,9$ dB
$R_{Fd,4} + C = 68,2$ dB



Yan Cephe	**Ri, j**	
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w} + C = 61,1$ dB	$R_{Ff,1} + C = 62,4$ dB $R_{Df,1} + C = 66,9$ dB
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w} + C = 64,0$ dB	$R_{Ff,2} + C = 65,5$ dB $R_{Df,2} + C = 69,5$ dB
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w} + C = 61,1$ dB	$R_{Ff,3} + C = 62,4$ dB $R_{Df,3} + C = 66,9$ dB
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w} + C = 62,7$ dB	$R_{Ff,4} + C = 64,2$ dB $R_{Df,4} + C = 68,2$ dB





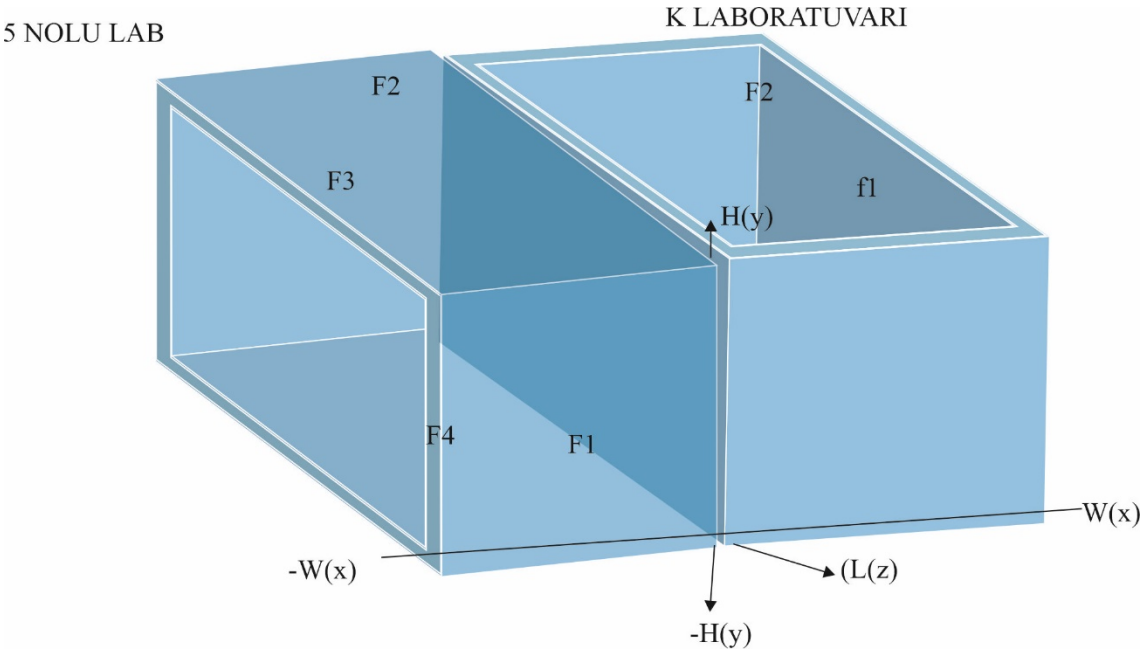




DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

ARASTIRMA LABORATUVARI
I2

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi
5 NOLU LABORATUVAR ve K LABORATUVARI



Şekil 4.29: Araştırma laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

Araştırma laboratuvarının odalar arası ses yalıtımı gösterimi Şekil 4.29'da yapılmıştır.

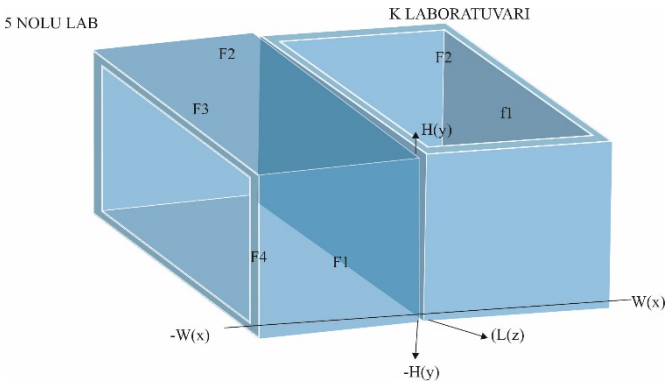
ARAŞTIRMA LABORATUVARI

I2

Oda Geometrisi:
Oda 1: 5 NOLU LAB.
L x W x H : 9.5 x 4.55 x 3.5 [m]
Hacim = 151.29 m³

Oda 2: K LABORATUVARI.
L x W x H : 9.5 x 4.55 x 3.5 [m]
Hacim = 151.29 m³

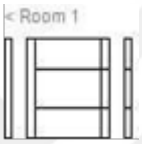
Kordinat y 0.000 m Kordinat z 0.000 m



Şekil 4.30: Araştırma laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Parametre/Elemanlar:
(Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 33.25 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 55.2 dB

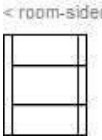
Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 15.93 m²

5 NOLU LAB:

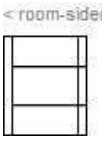


Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.50 m


T- Bağlantı

Alan A = 15.93 m²

K LAB.:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

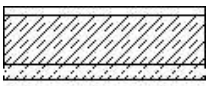
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
5 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 9.50 m

T-Bağlantı

Area: A = 23.23 m²



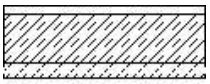
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60,7 (-1,6) dB

K LAB:

Area: A = 43.23 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60,7 (-1,6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
5 NOLU LAB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 3.50 m

T-Bağlantı

Alan: A = 15.93 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32,2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

K LAB.

Alan: A = 15.93 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
5 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 8.30 m

T-Bağlantı

Alan: A = 43.23 m²

room-sided



Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

K LAB.

Alan: A = 43.23 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
120 m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB

Tablo 4.37 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	R'_W + C **R'_W + C - u_{prog}**	52.1 dB **50.1 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w}$ + C $D_{nT,w}$ + C - u_{prog}	53.7 dB 51.7 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2,0 dB)

2) Oda 1 (5 NOLU LAB) -> Oda 2 (K LAB.)

Tablo 4.38: DIN 4109- 2.2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	$L'_{n,w}$ + CI **$L'_{n,w}$ + CI + u_{prog}** Lw ($C_{I\Delta}$) K_T	74.3 dB **77.3 dB** 0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w}$ + CI $L'_{nT,w}$ + CI + u_{prog}	67.5 dB 70.5 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3,0 dB)

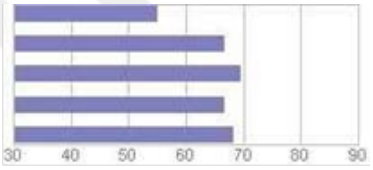
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman

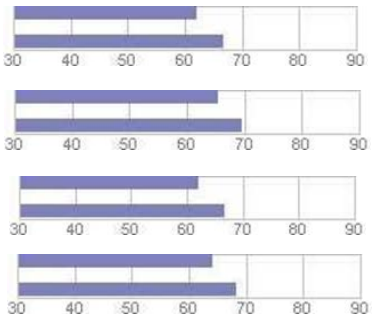
$R_{d,w}$ + C = 54,3 dB

$\Delta R_{Dd,w}$ = 8,3 dB

$R_{Dd,w}$ + C = 55,2 dB
$R_{Fd,1}$ + C = 66,9 dB
$R_{Fd,2}$ + C = 69,5 dB
$R_{Fd,3}$ + C = 66,9 dB
$R_{Fd,4}$ + C = 68,2 dB



Yan Cephe	**Ri, j**	
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w}$ + C = 61,1 dB	$R_{Ff,1}$ + C = 62,4 dB $R_{Df,1}$ + C = 66,9 dB
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w}$ + C = 64,0 dB	$R_{Ff,2}$ + C = 65,5 dB $R_{Df,2}$ + C = 69,5 dB
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w}$ + C = 61,1 dB	$R_{Ff,3}$ + C = 62,4 dB $R_{Df,3}$ + C = 66,9 dB
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w}$ + C = 62,7 dB	$R_{Ff,4}$ + C = 64,2 dB $R_{Df,4}$ + C = 68,2 dB



Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan eleman ayırıcı elemandır. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.30) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Ayırıcı elaman yukarıda gösterilmiştir. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi

kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tugla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.37'de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2,2018-01, kısım 4,3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.38'de gösterilmiştir.

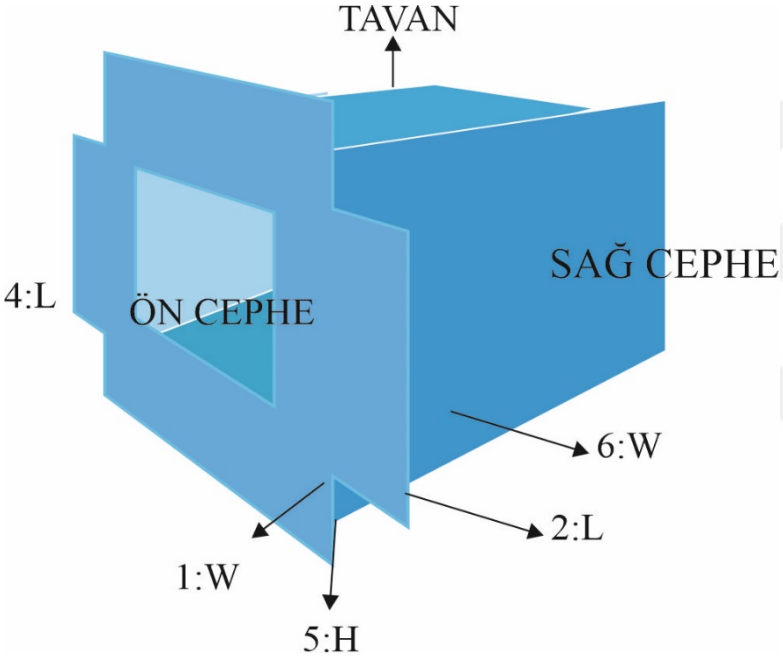
Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme değerleri yukarıda gösterilmiştir.

Merkezi Araştırma Laboratuvarı 2

ARAŞTIRMA LABORATUVARI

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

ARASTIRMA LABORATUVARI
D1

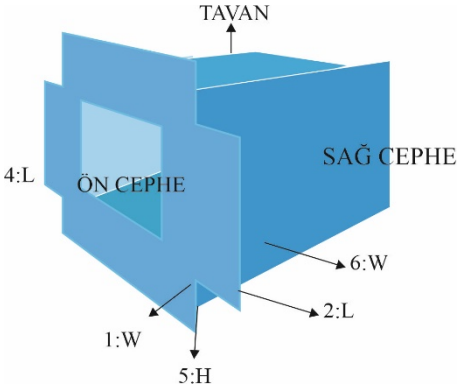


Şekil 4.31: Araştırma laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

Araştırma Laboratuvarının ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.31'de yapılmıştır.

ARAŞTIRMA LABORATUVARI
D1

7 NOLU LABORATUVAR
L x W x H: 9.00 x 1.50 x 3.50 [m]
Hacim V = 47.25 [m³]



Şekil 4.32: Araştırma laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.39: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,W}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	31.50	65*)	0.0	43,0
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	43.0
Toplam transfer alanı Ss		31.50 m²			
Oda taban alanı SG		13.50m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	4.6 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı				$D_{n,Tw}$	39.8 dB
Hacim V = 47.25 m³					
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**36.4 dB**

Tablo 4.39'da DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1]: ON CEPHE dış cephe alanı S = 31.50 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İlave Dış Katman VS_Adı
Birim alan başına kütle m' = 12.5 kg/m²; dinamik sertlik s' = 0.1 MN/m³; Yapışık yüzey F = 40.0 %; (duvar fişi olmadan); fo = 15 Hz
İlerleme DRw = 50.7 dB

Alan -elemanlar
- ---; H x L = 2 m x 4 m = 8.00 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew (Ctr) = 43.0 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 31.50 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 31.50 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 9.00 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 31.50 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 31.50 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 9.00 m

İÇ ELEMAN: SAG IC CEPHE Alan S = 5.25 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 13.50 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL IC CEPHE Alan S = 5.25 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 13.50 m²

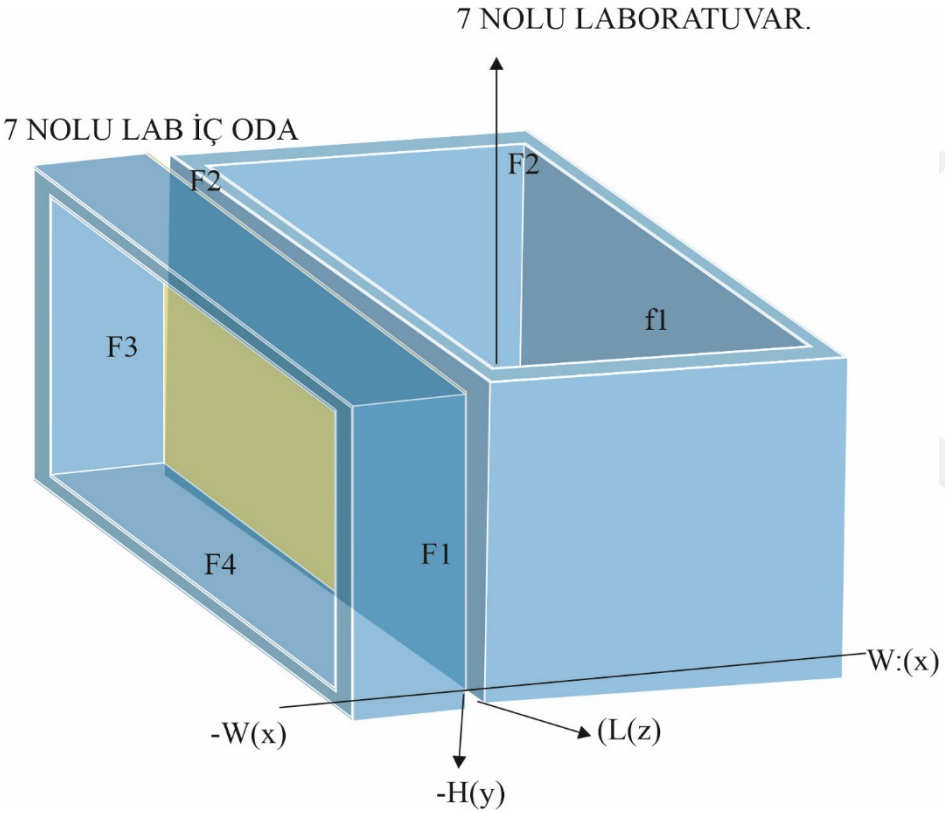
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim Alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.32) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri yukarıdaki bilgilerde anlatılmıştır.

DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

ARASTIRMA LABORATUVARI
I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi
7 NOLU LABORATUVAR İÇ ODA VE 7 NOLU LABORATUVAR



Şekil 4.33: 7 nolu araştırma laboratuvarın iç oda ve 7 nolu taboratuvar gösterimi.

7 nolu laboratuvarın iç oda ve 7 nolu taboratuvar gösterimi Şekil 4.33'de gösterilmiştir.

ARAŞTIRMA LABORATUVAR

I1

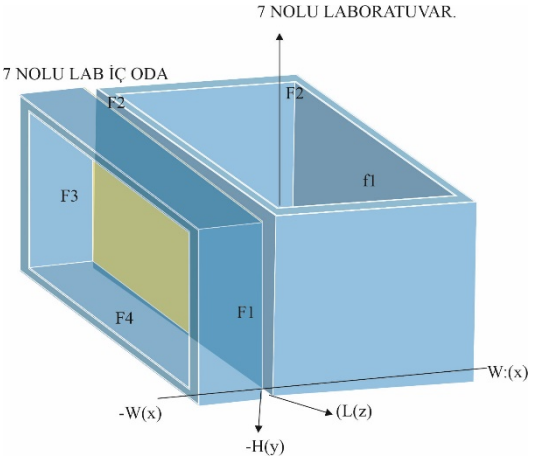
Oda Geometrisi:
Oda 1: 7 NOLU LAB. IC ODA
L x W x H : 9 x 1.5 x 3.5 [m]
Hacim = 47.25 m³

Oda 2: 7 NOLU LAB
L x W x H : 9 x 4.5 x 3.5 [m]
Hacim = 141.75 m³

Kordinat y 0.000 m

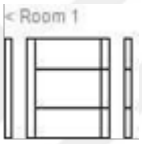
Kordinat z 0.000 m

Parametre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)



Şekil: 4.34: 7 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 31.50 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 55.2 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 5.25 m²
7 NOLU LAB. IC ODA:

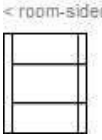
Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) Db

Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.50 m

T- Bağlantı

7 NOLU LAB.: Alan A = 35.00 m²



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

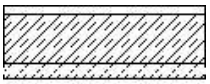
F2: Yan Cephe (tavan)
7 NOLU LAB. IC ODA:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 9.00 m



T-Bağlantı

Area: A = 13.50 m²



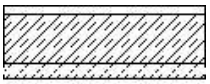
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

7 NOLU LAB:

Area: A = 40.50 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
7 NOLU LAB. IC ODA

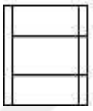
Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 3.50 m



T-Bağlantı

Alan: A = 5.25 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

7 NOLU LAB

Alan: A = 15.75 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
7 NOLU LAB. IC ODA:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 9.00 m



T-Bağlantı

Alan: A = 13.50 m²

room-sided



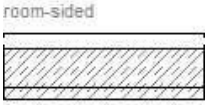
Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

7 NOLU LAB:

Alan: A = 40.50 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4. 40 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_W + C$ **$R'_W + C - u_{prog}$**	52.0 dB **50.0 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C - u_{prog}$	53.6 dB 51.6 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (7 NOLU LAB. IC ODA -> Oda 2 (7 NOLU LAB.) Standart darbe ses azaltımının (DnT,w) standart durum sapmasının hesaplanması (yani, büyük odadan küçüğe doğru değil)

Tablo 4. 41 : DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w} + CI$ **$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	74.3 dB **77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	$Lw (C_{I\Delta})$ K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	67.7 dB 70.7 dB

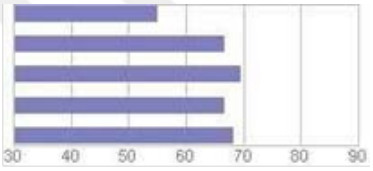
3) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

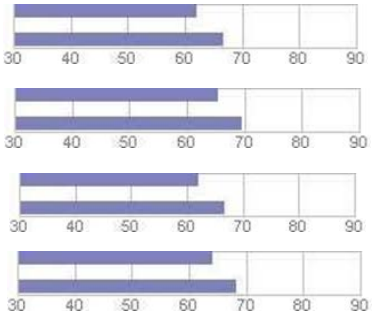
Ayırıcı Eleman $R_{d,w} + C = 54.3$ dB

$\Delta R_{Dd,w} = 8.3$ dB

$R_{Dd,w} + C = 55.2$ dB
$R_{Fd,1} + C = 66.6$ dB
$R_{Fd,2} + C = 69.5$ dB
$R_{Fd,3} + C = 66.6$ dB
$R_{Fd,4} + C = 68.2$ dB



Yan Cephe	**Ri,j**	
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w} + C = 60.8$ dB	$R_{Ff,1} + C = 62.1$ dB $R_{Df,1} + C = 66.6$ dB
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w} + C = 64.0$ dB	$R_{Ff,2} + C = 65.5$ dB $R_{Df,2} + C = 69.5$ dB
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w} + C = 60.8$ dB	$R_{Ff,3} + C = 62.1$ dB $R_{Df,3} + C = 66.6$ dB
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w} + C = 62.7$ dB	$R_{Ff,4} + C = 64.2$ dB $R_{Df,4} + C = 68.2$ dB



Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan elemana ayırıcı eleman denir. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Yukarıda ayırıcı elaman anlatılmıştır. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses

yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tuğla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.40' da gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2.2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.41'de gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonucu değerleri yukarıda gösterilmiştir.

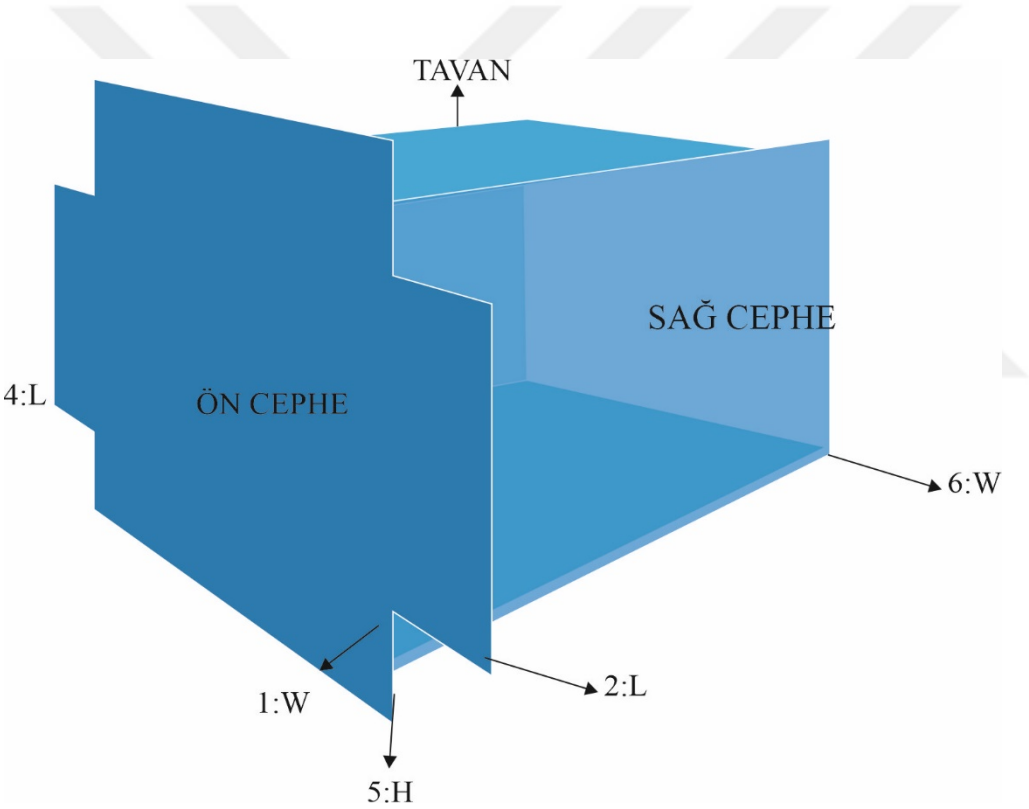
Merkezi Araştırma Laboratuvarı 3

Akustik İnceleme

ARAŞTIRMA LABORATUVARI

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

ARASTIRMA LABORATUVARI
D1

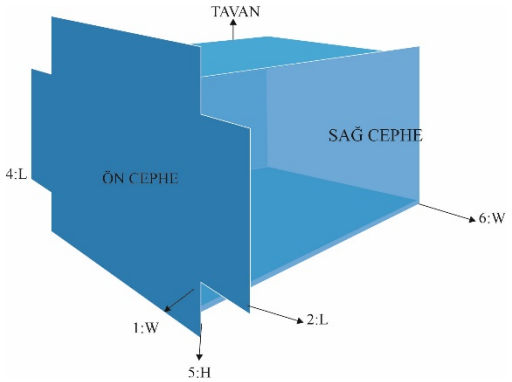


Şekil 4.35: Araştırma laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

Araştırma laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.35'de mevcuttur.

ARAŞTIRMA LABORATUVARI
D1

8 NOLU LAB
L x W x H: 4.30 x 8.80 x 3.50 [m]
Hacim V = 132.44 [m³]



Şekil 4.36: 8 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.42: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,W}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	15.05	65*)	0.0	41,9
2					
3					
4					
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	41.9
Toplam transfer alanı Ss		31.50 m²			
Oda taban alanı SG		13.50m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-3.0 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 47.25 m³				$D_{n,Tw}$	46.4 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**42.9dB**

Tablo 4.42'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1]: ON IC CEPHE dış cephe alanı S = 15.05 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 15.05 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 15.05 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.30 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 15.05 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 3.50 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 15.05 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.30 m

İÇ ELEMAN: SAG IC CEPHE Alan S = 30.80 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 37.84 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL CEPHE Alan S = 30.80 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

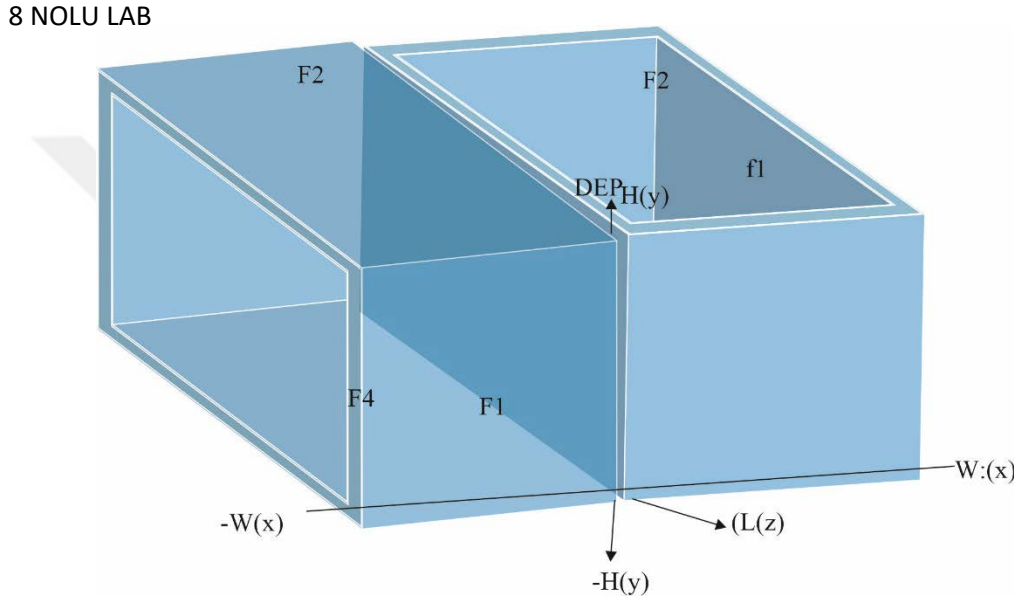
İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 37.84 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

ARASTIRMA LABORATUVARI
I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi
8 NOLU LAB. ve DEPO



Şekil 4.37: 8 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

8 nolu laboratuvarın odalar arası yalıtımın gösterimi Şekil 4.37'de yapılmıştır.

ARAŞTIRMA LABORATUVAR

I1

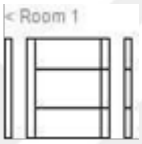
Oda Geometrisi:
Oda 1: 8 NOLU LAB.
L x W x H : 8.8 x 4.3 x 3.5 [m]
Hacim = 132.44 m³

Oda 2: DEPO
L x W x H : 8.8 x 4.3 x 3.5 [m]
Hacim = 132.44 m³

Kordinat y 0.000 m Kordinat z 0.000 m

Parametre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 30.80 m²



Yan Cepheler

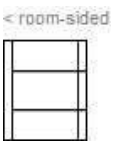
F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 15.05 m²
8 NOLU LAB:

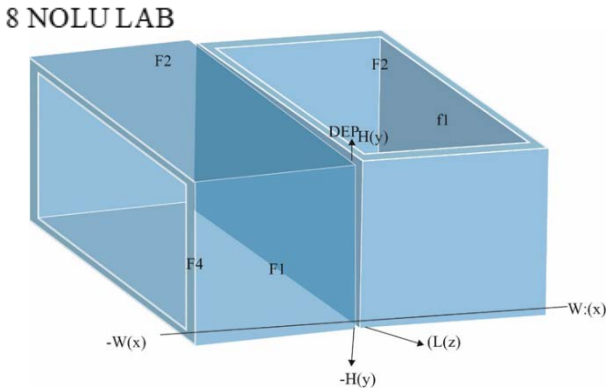
Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.50 m

 T- Bağlantı

Alan A = 15.05 m²

DEPO:





Şekil 4.38: 8 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 55.2 dB

Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

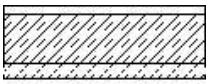
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
8 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 8.80 m

T-Bağlantı

Area: A = 37.84 m²



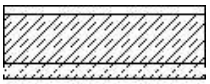
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

DEPO:

Area: A = 37.84 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

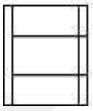
F3: Yan Cephe (arka)
8 NOLU LAB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 3.50 m

T-Bağlantı

Alan: A = 15.05 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

DEPO

Alan: A = 15.05 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
8 NOLU LAB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 9.00 m

T-Bağlantı

Alan: A = 37.84 m²

room-sided



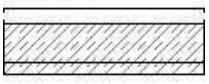
Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

DEPO:

Alan: A = 37.84 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4.43 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_w + C$ **$R'_w + C - u_{prog}$**	52.0 dB **50.0 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C - u_{prog}$	53.4 dB 51.4 dB

13) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

14) Oda 1 (8 NOLU LAB) -> Oda 2 (DEPO.) Standart darbe ses azaltımının (DnT,w) standart durum sapmasının hesaplanması (yani, büyük odadan küçüğe doğru değil)

Tablo 4.44: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w} + CI$ **$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	74.3 dB **77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	$Lw (C_{I\Delta})$ K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	68.0 dB 71.0 dB

15) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

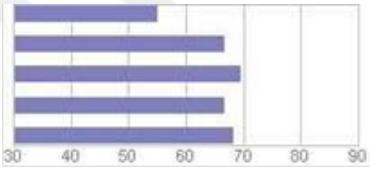
Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

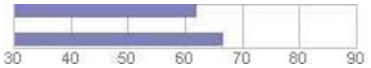
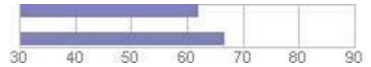
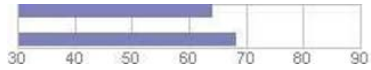
Ayırıcı Eleman

$R_{d,w} + C = 54.3$ dB

$\Delta R_{Dd,w} = 8.3$ dB

$R_{Dd,w} + C = 55.2$ dB
$R_{Fd,1} + C = 66.6$ dB
$R_{Fd,2} + C = 69.5$ dB
$R_{Fd,3} + C = 66.5$ dB
$R_{Fd,4} + C = 68.2$ dB



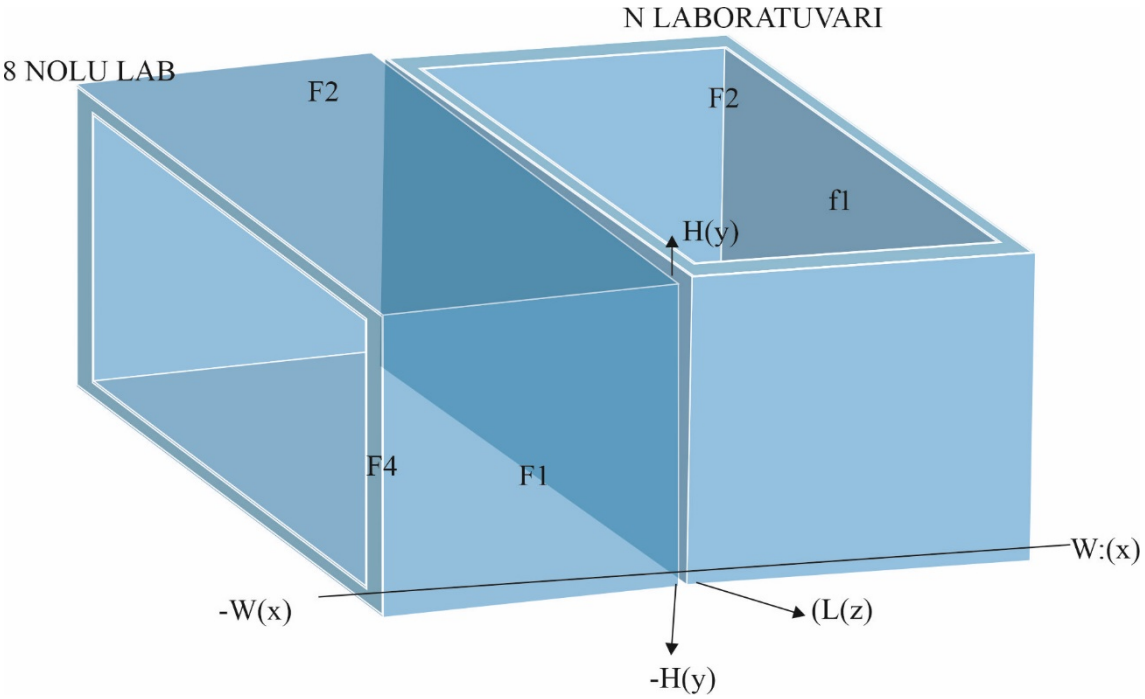
Yan Cephe	**Ri,j**		
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w} + C = 60.7$ dB	$R_{Ff,1} + C = 62.0$ dB $R_{Df,1} + C = 66.6$ dB	
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w} + C = 64.0$ dB	$R_{Ff,2} + C = 65.5$ dB $R_{Df,2} + C = 69.5$ dB	
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w} + C = 60.7$ dB	$R_{Ff,3} + C = 62.0$ dB $R_{Df,3} + C = 66.5$ dB	
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w} + C = 62.7$ dB	$R_{Ff,4} + C = 64.2$ dB $R_{Df,4} + C = 68.2$ dB	

DIN 4109-2:2018-01'e göre ses yalıtımının hesaplanması

ARASTIRMA LABORATUVARI
I2

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

8 NOLU LAB. ve N LABORATUVARI



Şekil 4.39: 8 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

8 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi Şekil 4.39'da mevcuttur.

ARAŞTIRMA LABORATUVARI

I2

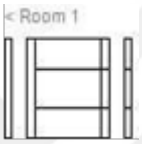
Oda Geometrisi:
Oda 1: 8 NOLU LAB
L x W x H : 8.8 x 4.3 x 3.5 [m]
Hacim = 132.44 m³

Oda 2: N LABORATUVARI
L x W x H : 8.8 x 4.3 x 3.5 [m]
Hacim = 132.44 m³

Kordinat y 0.000 m Kordinat z 0.000 m

Parametre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

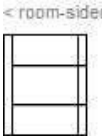
Ayırıcı Eleman Alan: S = 30.80 m²



Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 15.05 m²

8 NOLU LAB:

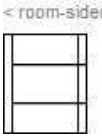


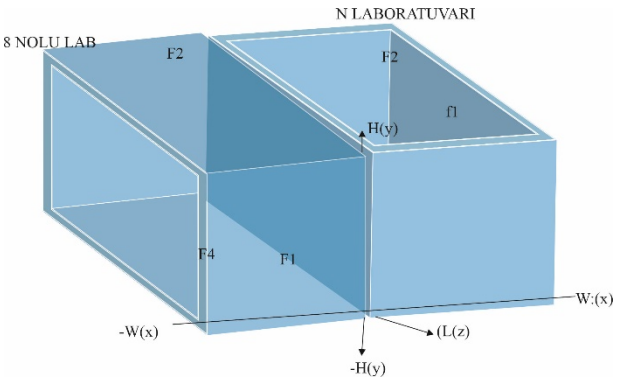
Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 3.50 m

T- Bağlantı

Alan A = 15.05 m²

N LABORATUVARI.:





Şekil 4.40: 8 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.01 m; Delta(Rw+C) = 5.5 dB (fo = 132 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 55.2 dB

Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
8 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 8.80 m

T-Bağlantı

Area: A = 37.84 m²



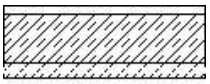
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

N LABORATUVARI:

Area: A = 37.84 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
8 NOLU LAB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 3.50 m

T-Bağlantı

Alan: A = 15.05 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

N LABORATUVARI

Alan: A = 15.05 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
8 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 8.30 m

T-Bağlantı

Alan: A = 37.84 m²

room-sided



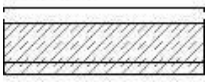
Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

N LABORATUVARI

Alan: A = 37.84 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
120 m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4.45 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_W + C$ **$R'_W + C - u_{prog}$**	52.0 dB **50.0 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C - u_{prog}$	53.4 dB 51.4 dB

4) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

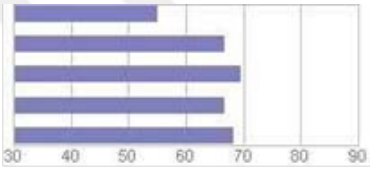
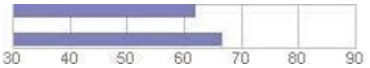
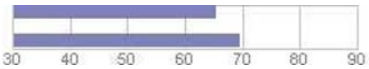
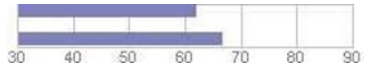
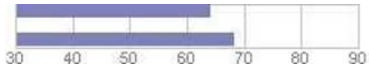
5) Oda 1 (8 NOLU LAB) -> Oda 2 (N LABORATUVARI.) Standart darbe ses azaltımının (DnT,w) standart durum sapmasının hesaplanması (yani, büyük odadan küçüğe doğru değil)

Tablo 4.46: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w} + CI$ **$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$**	74.3 dB **77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	$Lw (C_{I\Delta})$ K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	68.0 dB 71.0 dB

6) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman	$R_{d,w} + C = 54.3$ dB $\Delta R_{Dd,w} = 8.3$ dB	$R_{Dd,w} + C = 55.2$ dB $R_{Fd,1} + C = 66.6$ dB $R_{Fd,2} + C = 69.5$ dB $R_{Fd,3} + C = 66.5$ dB $R_{Fd,4} + C = 68.2$ dB	
Yan Cephe	**Ri,j**		
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w} + C = 60.7$ dB	$R_{Ff,1} + C = 62.0$ dB $R_{Df,1} + C = 66.6$ dB	
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w} + C = 64.0$ dB	$R_{Ff,2} + C = 65.5$ dB $R_{Df,2} + C = 69.5$ dB	
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w} + C = 60.7$ dB	$R_{Ff,3} + C = 62.0$ dB $R_{Df,3} + C = 66.5$ dB	
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w} + C = 62.7$ dB	$R_{Ff,4} + C = 64.2$ dB $R_{Df,4} + C = 68.2$ dB	

Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan elemana ayırıcı eleman denir. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.40) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Ayırıcı elamana ait bilgiler yukarıda gösterilmiştir. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların

eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse ta ki burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tugla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.45' de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.46'da gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı elemen için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

Genel Laboratuvar 3

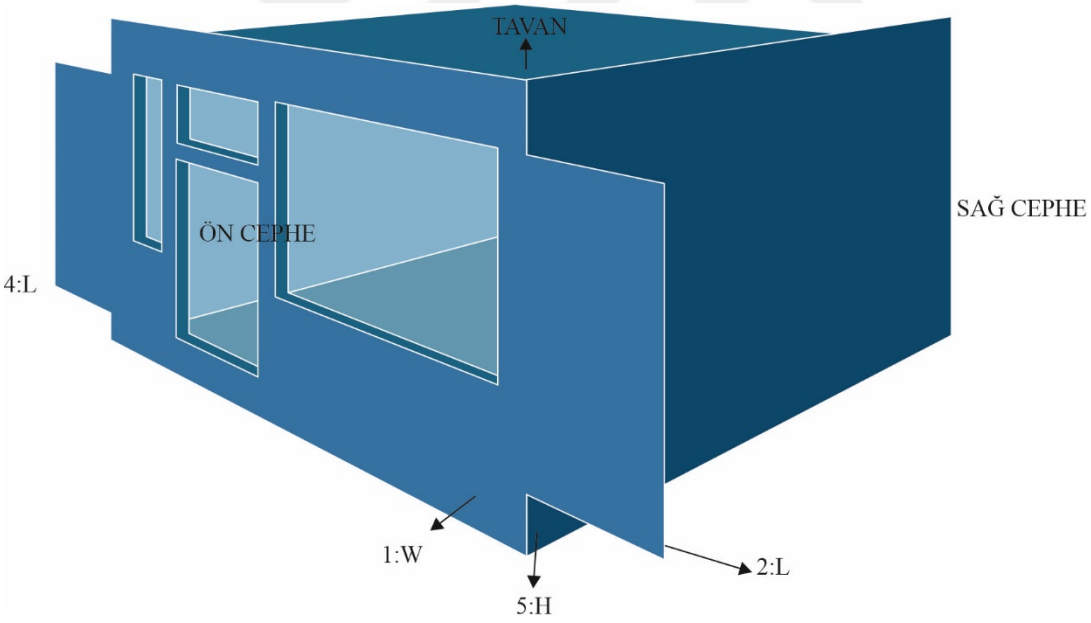
Akustik İnceleme

GENEL LAB 3

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

GENEL LAB 3

D1

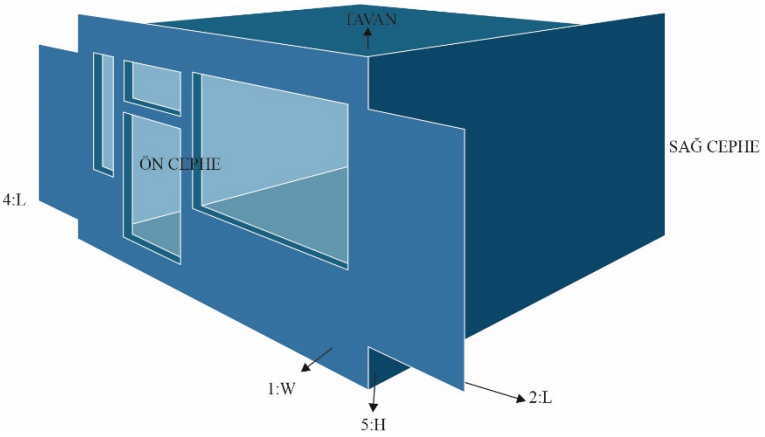


Şekil 4.41: Genel Lab.3 laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

Genel lab3 laboratuvarının ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekilde 4.41' de mevcuttur

GENEL LAB 3
D1

9 NOLU LABORATUVAR.
L x W x H: 8.75 x 13.54 x 4.00 [m]
Hacim V = 473.90 [m³]



Şekil 4.42: Genel Lab3 laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.47: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	35.00	65*)	0.0	38.9
2					
3					
4					
5					
6			*) Harici gürültü Seviyesi referansı	$R'_{w,ges}$ + Ctr	38.9
Toplam transfer alanı Ss		89.16 m²			
Oda taban alanı SG		118.48m²			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-0.3 dB
Tolerans payı				*u-prog*	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı				$D_{n,Tw}$	43.4 dB
Hacim V = 473.90 m³					
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi				$R'_W = R'_{w,ges}$ + Ctr - u prog - KAL **41.2 dB**	

Tablo 4.47'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1]: ON CEPHE dış cephe alanı S = 35.00 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 3.8 m = 8.36 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew (Ctr) = 43.2 dB
- ---; H x L = 1.1 m x 1.8 m = 1.98 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew (Ctr) = 49.5 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 1.8 m = 3.96 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew (Ctr) = 46.5 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 1 m = 2.20 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew (Ctr) = 49.0 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından sağda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.00 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 8.75 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından solda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.00 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 8.75 m

İÇ ELEMAN: SAG IC CEPHE A l a n S = 54.16 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN A l a n S = 118.48 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL IC CEPHE Alan S = 54.16 m²
Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 118.48 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)

0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 Db

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.42) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri bilgileri yukarıda anlatılmıştır.

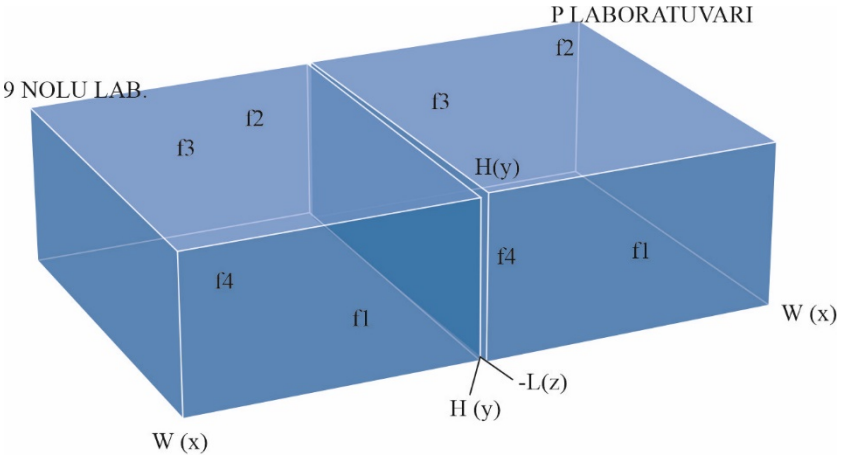
DIN 4109-2:2018-01 Standardına göre ses yalıtımı hesaplaması

GENEL LAB 3

I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

9 NOLU LAB ve **P LABORATUVARI**



Şekil 4.43: 9 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

9 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalımı gösterimi Şekil 4.43'de mevcuttur.

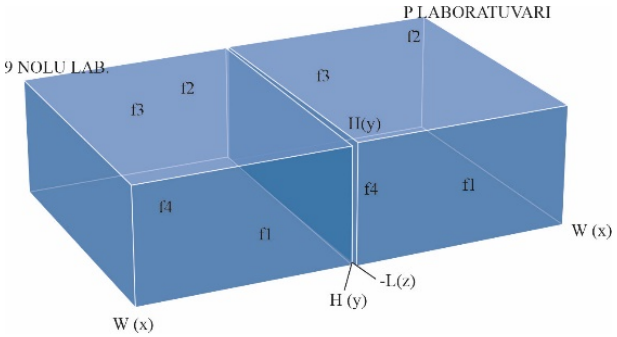
GENEL LAB 3
I1

Oda Geometrisi:

Oda 1: 9 NOLU LAB.
L x W x H: 13.54 x 8.75 x 4 [m]
Hacim = 473.90 m³

Oda 2: P LABORATUVARI

L x W x H: 13.54 x 8.75 x 4 [m]
Hacim= 473.90 m³

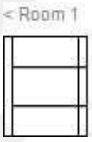


Şekil 4.44: 9 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Kordinat y 0.000 m Kordinat z 0.000 m

Parametre/Elemanlar:
(Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 54.16 m²

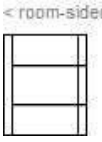


Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 35.00 m²
9 NOLU LAB:



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

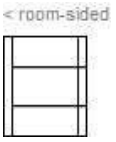
Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 4.00 m


T-Bağlantı

Alan: A = 35.00 m

P LAB:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
9 NOLU LAB.

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 13.54 m



T-Bağlantı

Area: A = 118.13 m²



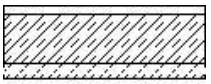
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

P LAB.:

Area: A = 118.48 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
9 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 4.00 m



T-Bağlantı

Alan: A = 35.00 m²

< room-sided



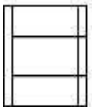
Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 194.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

P LAB:

Alan: A = 35.00 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

F4: Yan Cephe (zemin)
9 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 13.54 m



T-Bağlantı

Alan: A = 118.13 m²

room-sided



Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

P LAB:

Alan: A = 118.48 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
1.20 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4.48: DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_w + C$ **$R'_w + C - u_{prog}$**	45.9 dB **43.9 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C\ u_{prog}$	50.4 dB 48.4 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (9 NOLU LAB) -> Oda 2 (P LAB) :

Tablo 4.49 : DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w} + CI$	74.3 dB
		$L'_{n,w} + CI + u_{prog}$	**77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma	$Lw\ (C_{I_\Delta})$ K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w} + CI$ $L'_{nT,w} + CI + u_{prog}$	62.5 dB 65.5 dB

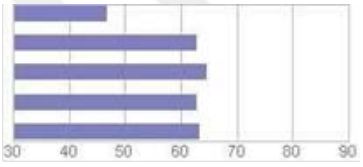
3) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

Özgün sonuçar (hava ile taşınan ses)

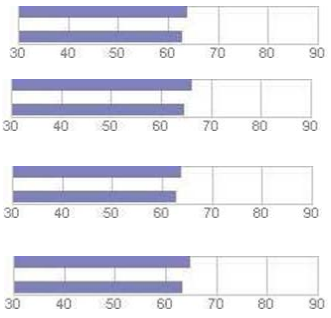
Ayırıcı Eleman $R_{d,w}$ + C = 46.5 Db

$\Delta R_{Dd,w}$ = ---

$R_{Dd,w}$ + C = 46.9 dB
$R_{Fd,1}$ + C = 62.9 dB
$R_{Fd,2}$ + C = 64.6 dB
$R_{Fd,3}$ + C = 62.9 dB
$R_{Fd,4}$ + C = 63.3 dB



Yan Cephe	**Ri,j**	
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w}$ $R_{f2,w}$+ C = 60.4 dB	$R_{Ff,1}$ + C = 63.9 dB $R_{Df,1}$ + C = 62.9 dB
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w}$+ C = 62.3 dB	$R_{Ff,2}$ + C = 66.1 dB $R_{Df,2}$ + C = 64.6 dB
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w}$ + C = 60.4 dB	$R_{Ff,3}$ + C = 63.9 dB $R_{Df,3}$ + C = 62.9 dB
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w}$+ C = 61.0 dB	$R_{Ff,4}$ + C = 64.8 dB $R_{Df,4}$ + C = 63.3 dB



Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan elemana ayırıcı eleman denir. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.44) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Ayırıcı elaman bilgileri yukarıda verilmiştir. Herhangi bir dairenin,

laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tuğla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu İki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.48'de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.49'da gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

Genel Laboratuvar 1

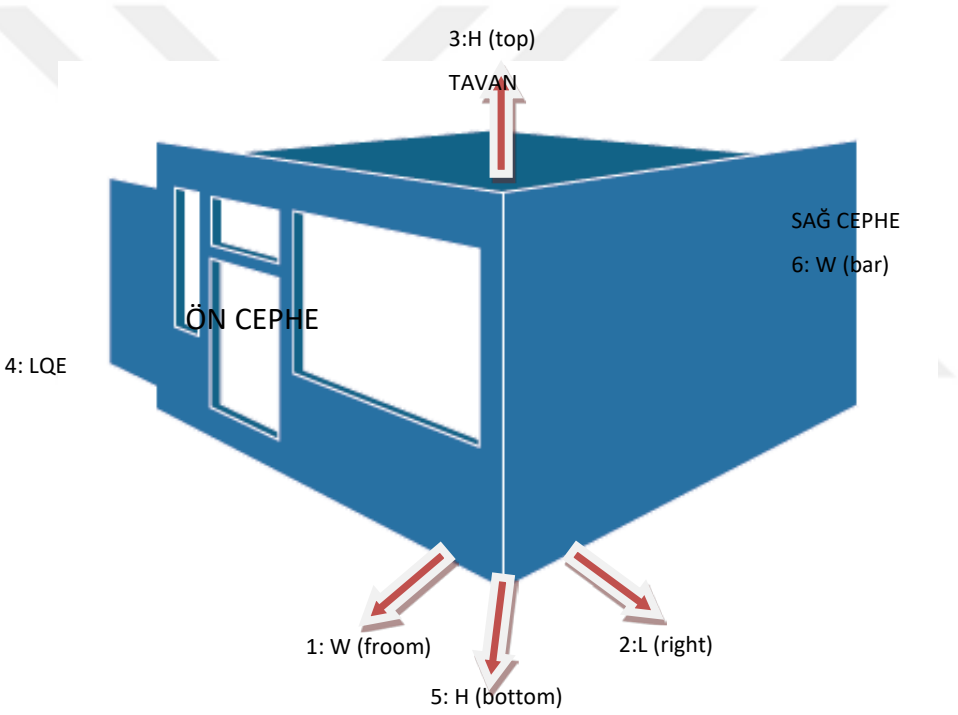
Akustik İnceleme

GENEL LABORATUVAR1

DIN 4109-2 : 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

GENEL LABORATUVAR1

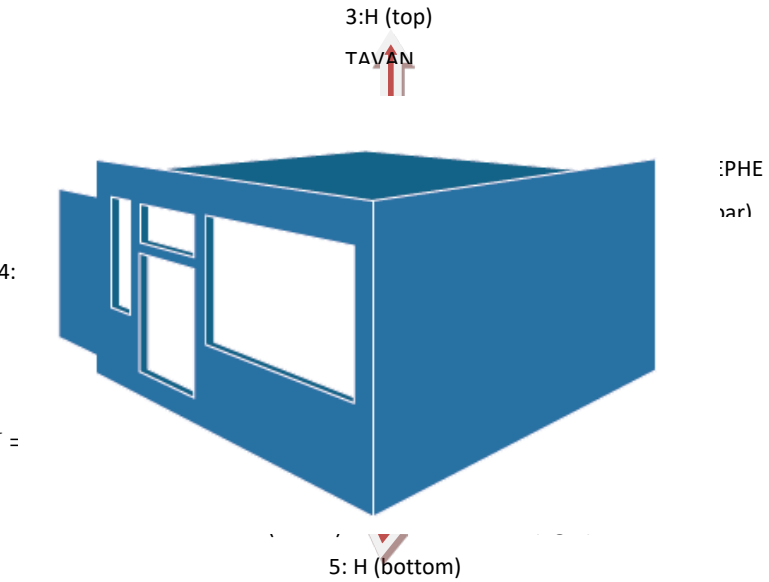
D1



Şekil 4.45: Genel lab1 laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.
Genel lab1 laboratuvarın ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.45'te yapılmıştır.

GENEL LABORATUVAR1

D1



10 NOLU LABORATUVAR

L x W x H : 8.75 x 13.54 x 4.00 [m] Hacim V =

Şekil 4.46: 10 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.50: DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,w}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	35.00	65*)	0.0	43.1
2	SAĞ CEPHE	54.16	65	0.0	45.6
3					
4					
5					
6			*) Harici gürültü Seviyesi referansı	$R'_{w,ges}$ + Ctr	41.1
Toplam transfer alanı Ss		89.16 m²			
Oda taban alanı SG		118.48m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-0.3 dB
Tolerans payı				**u-prog**	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 473.90 m^3				$D_{n,Tw}$	43.4 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**39.4 dB**

Tablo 4.50'de DIN 4109-2:2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir.

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1] : ON CEPHE dış cephe alanı S = 35.00 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m kireç veya çimento esaslı sıva (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 2.2 m x 3.8 m = 8.36 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 47.3 dB
- ---; H x L = 1.1 m x 1.8 m = 1.98 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 53.5 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 1.8 m = 3.96 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 50.5 dB
- ---; H x L = 2.2 m x 1 m = 2.20 m²; Rw = 35 dB; Ctr = 2 dB; Rew(Ctr) = 53.1 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda)
Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 8.75 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1dış cephe ana elemanından solda)
Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 4.00 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda)
Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 35.00 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 8.75 m

DIŞ ELEMAN [2] : SAG CEPHE facade area S = 54.16 m²
Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 2 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 2 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 54.16 m²;
Paylaşılan uzunluk lf = 13.54 m
Dış Yan (Düzenleme: No. 2 dış cephe ana elemanından aşağıda)
Ana eleman No. 2 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 54.16 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 13.54 m

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 118.48 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: SOL CEPHE Alan S = 54.16 m²

Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.2 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 194.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 43.9 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: ZEMIN Alan S = 118.48 m²
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw(Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.46) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri yukarıdaki bilgilerde mevcuttur.

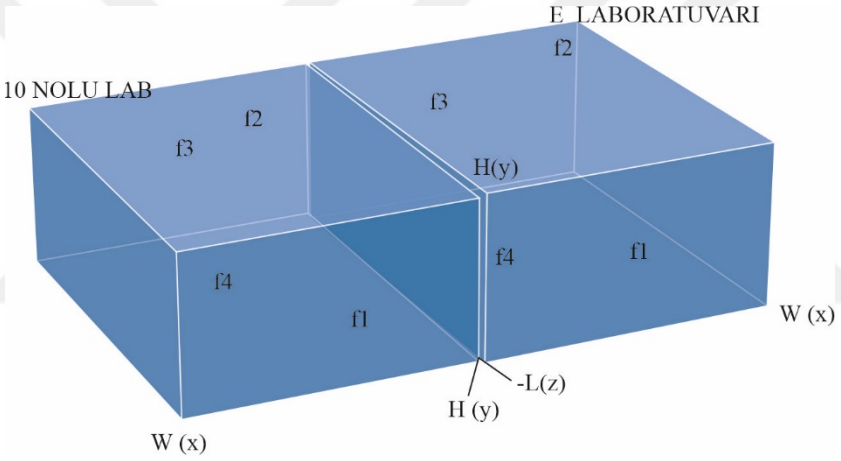
DIN 4109-2:2018-01 Standardına göre ses yalıtımı hesaplaması

GENEL LABORATUVAR1

I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

10 NOLU LAB. ve **E LABORATUVARI**



Şekil 4.47: 10 Nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtımı gösterimi.

10 nolu laboratuvarın odalar arası ses yalıtım gösterimi Şekil 4.47'de yapılmıştır.

GENEL LABORATUVAR1

Oda Geometrisi:

Oda 1: 10 NOLU LAB

L x W x H: 13,5 x 8.75 x 4 [m]

Hacim = 472.50 m

Oda 2: E LABORATUVARI

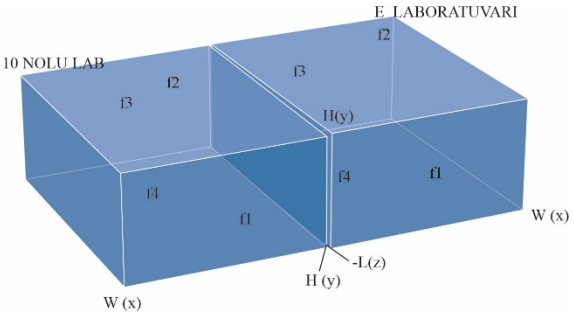
E LABORATUVARI

L x W x H: 13,5 x 10 x 4 [m]

Hacim = 540,00 m³

Koordinat y 0.000

Koordinat z 0.000



Şekil 4.48: 10 nolu laboratuvardaki L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

F2: Yan Cephe (tavan)
10 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 13.50 m

T-Bağlantı

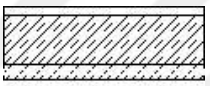
E LAB.:

Area: A = 118,13 m²



room-sided

Area: A = 135,00 m²



room-sided

Yapılar
0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m B e t o n (2400 kg/m³)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 480,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60,7 (-1,6) dB
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m B e t o n (2400 kg/m³)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 480,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60,7 (-1,6) dB

F3: Yan Cephe (arka)
10 NOLU LAB:

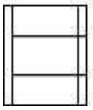
Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 4.00 m

T-Bağlantı

E LAB.

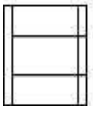
Alan: A = 35.00 m²

< room-sided



lan: A = 40.00 m²

< room-sided



Yapılar
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m T u ğ l a duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32.2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.200 m T u ğ l a duvar / Normal harç (RDK 0,7)
0.015 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 194,0 kg/m² (DIN 4109-32,2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi index Rw (C) = 48,5 (-1,6) dB

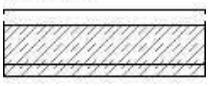
F4: Yan Cephe (zemin)
10 NOLU LAB:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf: 13.50 m

T-Bağlantı

E LAB.:

Alan: A = 118,13 m²
room-sided



Alan: A = 135.00 m²
room-sided



Yapılar
0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m B e t o n (2400 kg/m³)
0.020 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 416,0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58,7 (-1,6) dB
0.060 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m B e t o n (2400 kg/m³)
1.21 m k i r e ç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4.51 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$R'_W + C$ **$R'_W + C - u_{prog}$**	45.9 dB **43.9 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w} + C$ $D_{nT,w} + C\ u_{prog}$	51.0 dB 49.0 dB

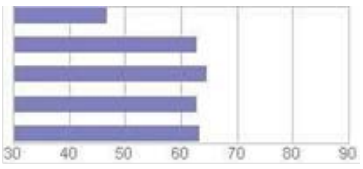
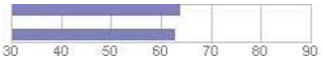
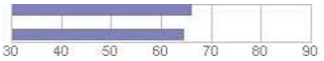
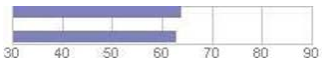
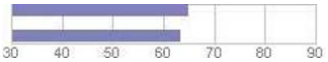
1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (10 NOLU LAB) -> Oda 2 (E LAB) : Standart durumdaki standart darbe ses azaltma (DnT,w) sapmasının hesaplanması (yani büyükten küçüğe değil.)

Tablo 4.52 : DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,W} + CI$ **$L'_{n,W} + CI + u_{prog}$**	74.3 dB **77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma	Lw ($C_{I\Delta}$) K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,W} + CI$ $L'_{nT,W} + CI + u_{prog}$	61.9 dB 64.9 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3,0 dB)

Ayırıcı Eleman	$R_{d,w}$ + C = 46.5 Db $\Delta R_{Dd,w}$ = ---	$R_{Dd,w}$ + C = 46.9 dB $R_{Fd,1}$ + C = 62.9 dB $R_{Fd,2}$ + C = 64.6 dB $R_{Fd,3}$ + C = 62.9 dB $R_{Fd,4}$ + C = 63.3 dB	
Yan Cephe	**Ri,j**		
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w}$ $R_{f2,w}$+ C = 60.4 dB	$R_{Ff,1}$ + C = 63.9 dB $R_{Df,1}$ + C = 62.9 dB	
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w}$+ C = 62.3 dB	$R_{Ff,2}$ + C = 66.1 dB $R_{Df,2}$ + C = 64.6 dB	
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w}$ + C = 60.4 dB	$R_{Ff,3}$ + C = 63.9 dB $R_{Df,3}$ + C = 62.9 dB	
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w}$+ C = 61.0 dB	$R_{Ff,4}$ + C = 64.8 dB $R_{Df,4}$ + C = 63.3 dB	

Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan elemana ayırıcı eleman denir. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.48) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri

kendi belirlemektedir. Ayırıcı elaman bilgileri yukarıda anlatılmıştır. Herhangi bir dairenin, laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tugla vb .Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.51' de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.52'de gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

YAŞAR ÜNİVERSİTESİ

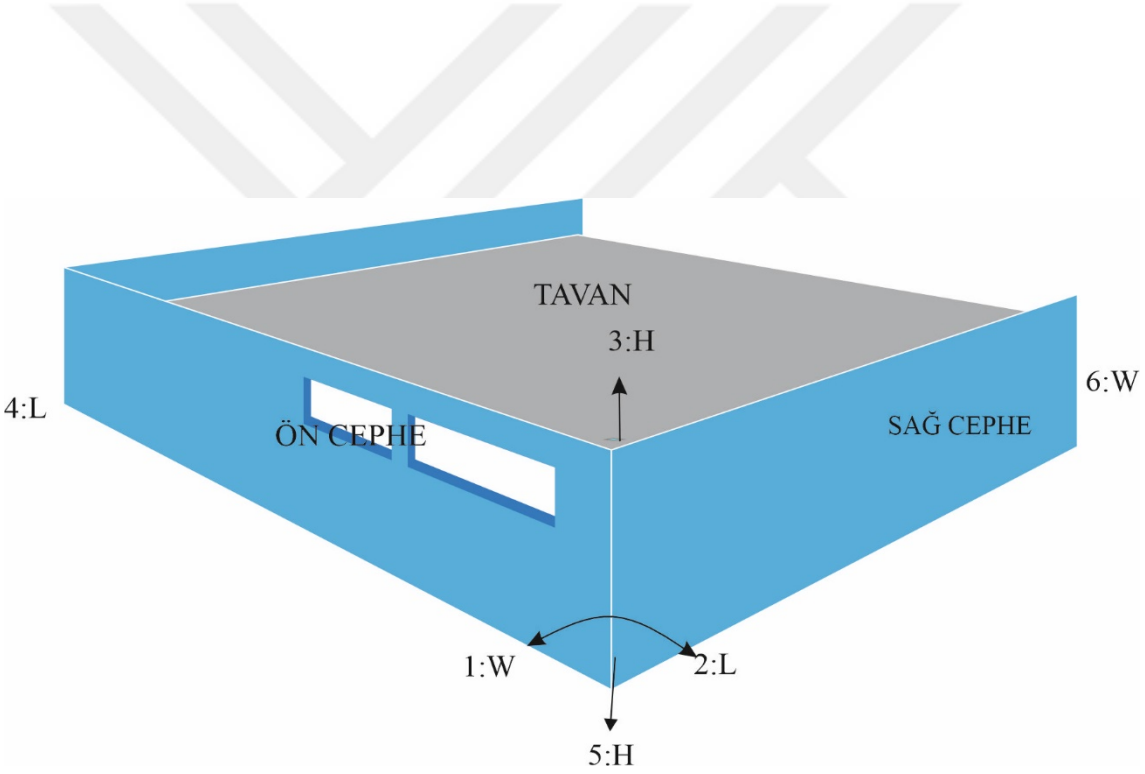
Ağır Makina Parkı Ve Ahşap Atölyesi

Akustik İnceleme

Yaşar Üniversitesi Tasarim Uygulama Ve Araştirma Merkezi
Ağir Makine Parki Ve Ahşap Atölyesi

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

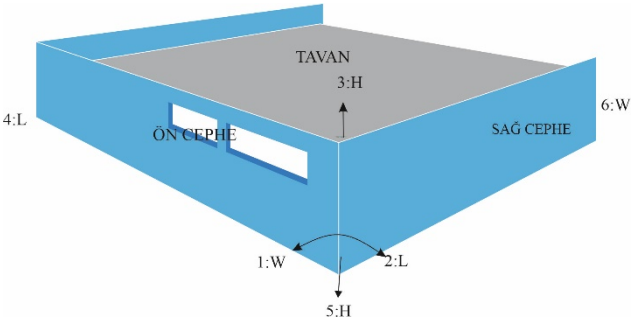
AHŞAP ATÖLYESİ
D1



Şekil 4.49: Ahşap atölyesinin ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi.

Ahşap atölyesinin ön cephe, sağ cephe ve tavan gösterimi Şekil 4.49'da yapılmıştır.

AHŞAP ATÖLYESİ
D1



LABORATUVAR
L x W x H: 17.78 x 15.86 x 2.90 [m]
Hacim V = 817.77 [m³]

Şekil 4.50: Ahşap atölyesinin L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Tablo 4.53: DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksini bulma

No	Cephe (tüm cephe elemanları dahil)	Alan S [m^2]	LBP/La [dB]	Corr.LBP [dB]	$R_{e,i,W}$ + Ctr [dB]
1	ÖN CEPHE	51.56	65*)	0.0	43.4
2	SAĞ CEPHE	45.99	65	0.0	48.8
3					
4	SOL CEPHE	45.99	65	0.0	48.9
5					
6		*) Harici gürültü Seviyesi referansı		$R'_{w,ges}$ + Ctr	41.4
Toplam transfer alanı Ss		143.55 m²			
Oda taban alanı SG		281.99m^2			
Harici gürültü düzeltme faktörü				K_{AL}	-2.0 dB
Tolerans payı				u-prog	2.0 dB
Standartlaştırılmış Ses Seviyesi Farkı Hacim V = 1115.02 m³				$D_{n,Tw}$	44.5 dB
DIN 4109-2:2018-01 standardı, 4-2 değere göre Görünür Ses Azaltma Endeksi			$R'_W = R'_{w,ges} + C_{tr} - u_{prog} - K_{AL}$		**41.4dB**

Tablo 4.53'de DIN 4109-2.2018-01 standardı,4-2 değere göre görünür ses azaltma endeksinin bulunma gösterimi verilmiştir

ELEMANLAR-KONSTRÜKSIYONLAR VE SINIR KOŞULLARI

DIŞ ELEMAN [1]: ON CEPHE dış cephe alanı S = 51.56 m² Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.214 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 204.2 kg/m²; Rsw (Ctr) = 44.6 dB; Ctr = -4.6 dB

Alan-elemanlar
- ---; H x L = 0.9 m x 6.43 m = 0.80 m²; Rw = 35 dB; Ctr = -2 dB; Rew (Ctr) = 46.9 dB
- ---; H x L = 0.9 m x 3.78 m = 0.80 m²; Rw = 35 dB; Ctr = -2 dB; Rew (Ctr) = 48.8 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 51.56 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 17.78 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 1 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 1 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 51.56 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 17.78 m

DIŞ ELEMAN [2]: SAG CEPHE dış cephe alanı S = 45.99 m² Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.214 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 204.2 kg/m²; Rsw (Ctr) = 44.6 dB; Ctr = -4.6 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 2 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 2 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 45.99 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 15.86 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 2 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 2 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 45.99 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 15.86 m

DIŞ ELEMAN [4]: SOL CEPHE dış cephe alanı S = 45.99 m² Yapı Elemanları
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.214 m Tuğla duvar / Normal harç (730 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 0.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 44.6 dB; Ctr = -4.6 dB

Dış Yan (Düzenleme: No. 4 dış cephe ana elemanından yukarıda) Ana eleman No. 4 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 45.99 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 15.86 m

Dış Yan (Düzenleme: No. 4 dış cephe ana elemanından aşağıda) Ana eleman No. 4 ile aynı olan yan eleman
Yan Alan S = 45.99 m²; Paylaşılan uzunluk lf = 15.86 m

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 43.23 m²
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: TAVAN Alan S = 281.99 m²
Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.15 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 480.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 56.1 dB; Ctr = -4.6 dB

İÇ ELEMAN: ZEMİN Alan S = 281.99 m²

Yapı Elemanları
0.06 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
0.12 m Beton (2400 kg/m³)
0.02 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³) (1600 kg/m³)
Birim alan başına kütle m' = 416.0 kg/m²; Rsw (Ctr) = 54.1 dB; Ctr = -4.6 dB

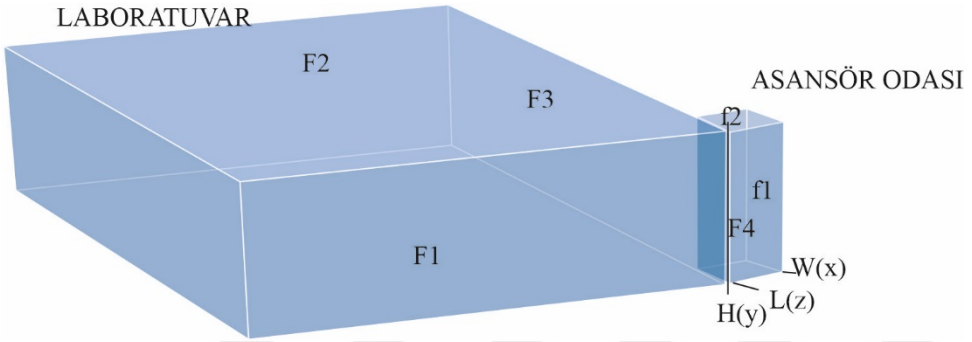
Ölçüm yapılan laboratuvarın en, boy ve yükseklik değerleri (Şekil 4.50) alınıp bu değerler KSSchallschutzrechner mimarı akustik programına konularak en, boy ve yükseklik değerine göre programın kendisi tarafından dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) ,dış yan düzenlemeleri değerleri hesaplanarak simülasyon yapılmıştır. Dış elemanları ve iç elamanlarının yapı elemanları, birim başına düşen kütle miktarları, Rsw(Ctr) Ctr, ,dış yan düzenlemeleri üsteki bilgilerde mevcuttur.

DIN 4109-2: 2018 Standardına göre dış yüzey ses yalıtımı hesaplaması

AHŞAP ATÖLYESİ – B24
I1

Odalar arası ses yalıtımının belirlenmesi

LABORATUVAR
Ve
ASANSÖR ODASI



Şekil 4.51: Ahşap atölyesinin odalar arası ses yalıtımının gösterimi.

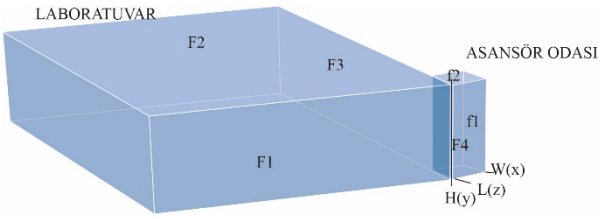
Ahşap atölyesinin odalar arası ses yalıtımının gösterimi Şekil 4.51'de yapılmıştır.

AHŞAP ATÖLYESİ B24

I1

Oda Geometrisi:
Oda 1: LABORATUVAR
L x W x H : 17.78 x 15.86 x 2.9 [m]
Hacim = 817.77 m³

Oda 2: ASANSÖR ODASI.
L x W x H : 3.83x 1.66 x 2.9[m]
Hacim = 18.44 m³



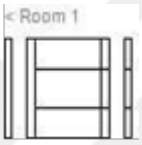
Şekil 4.52: Ahşap atölyesinin L, W, H gösterimi (En, boy, yükseklik değerleri)

Kordinat y 0.000 m

Kordinat z 0.000 m

Değere metre/Elemanlar:
((Bileşen ölçeklenmeyecek şekilde kesilir)

Ayırıcı Eleman Alan: S = 11.11 m²



Yapılar
Ek Katman (Oda 1):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.80 m; Delta(Rw+C) = 24.2 dB (fo = 15 Hz)

0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

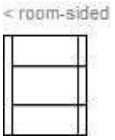
Birim alan başına kütle m' = m' = 241.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 48.5 (-1.6) dB

Ek Katman (Oda 2):
A: Temele bağlantısı olmayan ek katman (ayrıca asma tavan)
Birim alan başına kütle m' = m' = 12.5 kg/m²; Mesafe s = 0.90 m; Delta(Rw+C) = 20.6 dB (fo = 14 Hz) ayırıcı elemanın ağırlıklı ses azaltma indeksi (ek katmanlar dahil) RDd,w + C = 70.3 dB

Yan Cepheler

F1: Yan Cephe (ön) Alan: A = 45.99 m²

LABORATUVAR:



Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

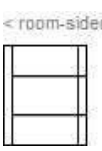
Birim alan başına kütle m' = m' = 241.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4)
Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

Paylaşılan uzunluk
(ayırıcı elemanlı ile yan cephe)
lf : 2.20 m

T- Bağlantı

Alan A = 4.81 m²

ASANSÖR ODASI.:



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.265 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

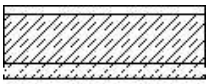
Birim alan başına kütle m' = m' = 241.5 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

F2: Yan Cephe (tavan)
LABORATUVAR:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 3.83 m

T-Bağlantı

Area: A = 281.99 m²



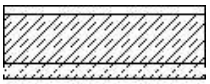
room-sided

Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

ASANSÖR ODASI:

Area: A = 6.363 m²



room-sided

0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.150 m Beton (2400 kg/m³)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 480.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 60.7 (-1.6) dB

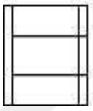
F3: Yan Cephe (arka)
TLABORATUVAR

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 2.90 m

T-Bağlantı

Alan: A = 40.45 m²

< room-sided



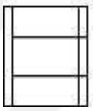
Yapılar
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.2014m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 204.2 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

ASANSÖR ODASI

Alan: A = 4.81 m²

< room-sided



0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.214 m Tuğla duvar / Normal harç (RDK 0.7)
0.015 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 204.2 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 41.4 (-1.6) dB

F4: Yan Cephe (zemin)
LABORATUVAR:

Paylaşılan uzunluk (ayırıcı elemanlı ile yan cephe) lf : 5.00 m

T-Bağlantı

Alan: A = 281.99 m²

room-sided



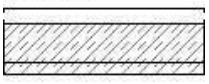
Yapılar
0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

ASANSÖR ODASI:

Alan: A = 6.36 m²

room-sided



0.060 m kireç veya çimento esaslı sıva (1600 kg/m³)
0.120 m Beton (2400 kg/m³)
0.020m kireç veya çimento esaslı sıva 1600 kg/m³)

Birim alan başına kütle m' = m' = 416.0 kg/m² (DIN 4109-32:2016-07'e göre, Abs. 4.1.4) Ağırlıklı ses azaltma indeksi Rw (C) = 58.7 (-1.6) dB

Tablo 4.54 : DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı

Hava ile Taşınan Ses:			
DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	R'_W + C **R'_W + C - u_{prog}**	53.8 dB **51.8 dB**
DIN 4109-2:2018-01 app.B'ye göre standart ses seviyesi farkı,	Tolerans payı 1) hariç Tolerans payı 1) dahil	$D_{nT,w}$ + C $D_{nT,w}$ + C - u_{prog}	51.1 dB 49.1 dB

1) Tolerans payı (u-prog = 2.0 dB)

2) Oda 1 (SIVI KRİSTAL LAB) -> Oda 2 (LAB1)

Tablo 4.55: DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal ve standart darbe sesi basınç seviyesi

Darbe Sesi:			
DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{n,w}$ + CI **$L'_{n,w}$ + CI + u_{prog}**	74.3 dB **77.3 dB**
	Darbe sesi azaltma indeksi darbe sesi azaltma düzeltme değeri	Lw ($C_{I\Delta}$) K_T	0.0 (0.0) dB 0.0 dB
DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi	Tolerans payı 3) hariç Tolerans payı 3) dahil	$L'_{nT,w}$ + CI $L'_{nT,w}$ + CI + u_{prog}	76.6 dB 79.6 dB

3) Tolerans payı (u-prog = 3.0 dB)

Özgün sonuçlar (hava ile taşınan ses)

Ayırıcı Eleman	$R_{d,w}$ + C = 68.3 dB $\Delta R_{Dd,w}$ = 23.4 dB	$R_{Dd,w}$ + C = 70.3 dB $R_{Fd,1}$ + C = 78.4 dB $R_{Fd,2}$ + C = 83.8 dB $R_{Fd,3}$ + C = 75.4 dB $R_{Fd,4}$ + C = 82.5 dB
Yan Cephe	**Ri,j**	
F1: Yan Cephe (ön)	$R_{f1,w}$ + C = 57.5 dB	$R_{Ff,1}$ + C = 58.8 dB $R_{Df,1}$ + C = 63.3 dB
F2: Yan Cephe (tavan)	$R_{f2,w}$ + C = 63.2 dB	$R_{Ff,2}$ + C = 64.7 dB $R_{Df,2}$ + C = 68.7 dB
F3: Yan Cephe (arka)	$R_{f3,w}$ + C = 59.5 dB	$R_{Ff,3}$ + C = 61.8 dB $R_{Df,3}$ + C = 63.3 dB
F4: Yan Cephe (zemin)	$R_{f4,w}$ + C = 61.9 dB	$R_{Ff,4}$ + C = 63.4 dB $R_{Df,4}$ + C = 67.4 dB

Ses yalıtımı ve düzenlemeleri yapmak için kullanılan eleman ayırıcı elemandır. Ölçüm yapılan laboratuvarda en, boy ve yükseklik ölçüleri (Şekil 4.52) programa konulduğunda program ses yalıtımı yapmak için kullanılması gereken malzemelerin yapı özellikleri, birim başına düşen kütle, kalınlık ve frekansa değerlerine sahip malzemeleri kendi belirlemektedir. Ayırıcı elaman bilgileri yukarıda verilmiştir. Herhangi bir dairenin,

laboratuvarın, sinemanın ya da konferans salonunun özellikle laboratuvarların eğer ses yutuculuk düzeyleri 38 ya da 40 arası ise yönetmeliğe göre yine de ses yutucu malzemesi kullanmaya gerek yoktur. Ama bu değer biraz daha yüksek çıkarsa yani metrekareye göre örneğin metrekare 20 ya da 30 metre kare ise bunun ses yutuculuk oranı yüksek ya da düşük olabilir. Ayrıca burada kullandığımız malzemelerinde özellikle mekanik alandaki ses yutuculuk düzeyi eğer yüksekse burada yine yalıtım malzemesi kullanılmak zorunlu olur. Gürültü engelleyici malzemeler kullanmak zorunludur. Özellikle duvarlarda tavanlarda yerlerde kapı ve pencerelerde ses yutuculuk malzemeleri kullanılabilir. Bunlar: elyaf kauçuk, strafor, köpük, delikli tugla vb. Eğer ki mekanik ses düzeyi yüksekse yine ayrıca korunaklı malzemeler kullanılması zorunludur. Bu iki kat köpük veya tek kat köpük, elyafta olabilir. Ayrıca raporlamada gösterilen duvar malzemeler çimento sıva bunlar doğru bile olsa üstüne kullanılacak malzemeler deyince ses yutuculuğuna göre değişkenlik gösterir. Belediyelerin özellikle laboratuvarlarda ses yutuculuk düzeyine oldukça önem verilmektedir. Bu şekilde ancak ruhsat alınmaktadır. Yani burası bir okul laboratuvarı, daire konferans salonu olsa bile mutlaka ses yutuculuk özelliğine bakılarak ruhsat alınır.

Ölçüm yapılan laboratuvarda hava ile taşınan ses DIN 4109-2:2018-01, kısım 4.2'ye göre ağırlıklı görünür ses azaltma indeksi ve DIN 4109-2:2018-01 app. B'ye göre standart ses seviyesi farkı değeri kullanılan standartlara ve yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırılarak Tablo 4.54'de gösterilmiştir. Darbe sesi içinde DIN 4109- 2:2018-01, kısım 4.3'e göre Ağırlıklı normal darbe sesi basınç seviyesi ve DIN 4109- 2:2018-01, app. B'ye göre Ağırlıklı standart darbe sesi basınç seviyesi değerleri Tablo 4.55' da gösterilmiştir.

Hava ile taşınan ses ayırıcı eleman için bulunan sonuçlar ve yan cepheler için çıkan ivme sonuç değerleri yukarıda gösterilmiştir.

.

KAYNAKLAR

Abdul Rahim, KA, Jewaratnam, J., & Che Hassan, C. R. (2022). Malezya'daki TVET Enstitülerinde Beceri Eğitimi Faaliyetleri, Ekipman, Makineler ve Elektrikli El Aletleri için Gürültü Seviyelerinin Belirlenmesi. *Uluslararası Çevre Araştırmaları ve Halk Sağlığı Dergisi*, *19*(23), 15783. https://doi.org/10.3390/ijerph192315783

Abdulkadir M. A. (2007). Yakıt Olarak Kanola Yağı Kullanılan Küçük Güçlü Bir Diesel Motorunda Ses Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı, Ankara.

Acar, B. ve Akdağ N. Yüğrük (2008) "Açık planlı bürolarda akustik sorunlar ve denetim önlemleri: Bir örnek üzerinde değerlendirmeler," Megaron, vol. 3, no. 1, pp. 53–67.

Akdağ, N.Y. (https://docplayer.biz.tr/11925938-Yapi-fizigi-2-hacim-akustigi.html, (23,09.2023)

Akdağ, N.Y. (https://slideplayer.biz.tr/slide/13494319/ (Er.Tar.08.07.2023)

Akduman, N. (2008). Metal işleme tesisinde titreşim ve gürültü ölçümlerinin değerlendirilmesi (Master's thesis, Kocaeli Universitesi, Fen Bilimleri Enstitusu).

Akgün, B. M., & Akgün, M. (2017). Terapötik ortamda gürültü kontrolü. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 9(4), 431-440.

Aktaş, Y. (2002). Kent içi alanlarda Bitki Kullanımı ile Gürültü kontrolü (İstanbul. Maslak, Zincirlikuyu hattı örneği) Yüksek Lisans Tezi İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Albayrak, O. (2014). 'Greton Mermer Tesisinde İş Güvenliği Ortam Ölçümlerinin Risk Değerlendirmesi' (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye).

Albayrak, O. (2014). 'Greton Mermer Tesisinde İş Güvenliği Ölçümlerinin Risk Değerlendirmesi' (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye).

Aslan, Ç. (2009). Yerleşim alanlarındaki eğlence yerlerinde gürültü ölçümü ve değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Ataş, A., Şahin, E., Belgin, E., Aktürk, N. (1995), "Endüstriyel Gürültünün İşitme Eşikleri Üzerindeki Etkileri", 5. Ergonomi Kongresi, İstanbul, s: 261-269.

Austrotherm, (2022).''https://www.austrotherm.com.tr/bilgi-servisi/haberler/binalara-su-ve-ses-yalitimi-zorunlulugugetirildi''/ Erişim: 15.03.2022

Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD) Eurasian Journal of Researches in Social and Economics (EJRSE) ISSN:2148-9963 www.asead.com ASEAD CİLT 6 SAYI 3 Yıl 2019, S 566-

Aygün, H., Yıldırım, B., & Çakır, O. (2022). Acıpayam ilçesinde milli eğitime bağlı okullarda çalışan öğretmenlerde gürültü algısı ve gürültünün dikkat dağınıklığı üzerine etkisinin belirlenmesi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 12(2), 165-189.

Babalık, F.C. (2007). Mühendisler İçin Ergonomi İşbilim. Nobel Akademik Yayınları, Yayın No: 831 (8). Bursa. 584 s.

Babisch W. (2002). The noise/stress concept, risk assessment and research needs. Noise Health 4(16):1–11.

Babisch W. (2002). Trafik gürültüsü ve kardiyovasküler hastalık: epidemiyolojik inceleme ve sentez. Gürültü Sağlığı. (8):9–32. [PubMed]

Babisch W. (2003). Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. Noise Health 5 (18):1–11

Babisch, W. (2000). Traffic noise and cardiovascular disease: epidemiological review and synthesis. Noise and health, 2(8), 9.

Babisch, W. (2005). Guest editorial: noise and health. Environmental Health Perspectives, 113(1), A14-A15.)(https://doi.org/10.1289/ehp.113-a14)

Bakanlığı, Ç. V. S. G., & Müdürlüğü, İ. Ahşap Doğrama Atölyelerinde Gürültü Maruziyeti Ve Alınabilecek Önlemler.

Bakanlığı, Ç. V. S. G., & Müdürlüğü, İ. Çalışanların Yapay Optik Radyasyondan Korunmalarına İlişkin Düzenlemeler. https://www.csgb.gov.tr/medias/9187/%C3%A7alisanlarin_gueruleltue_ile_ilgili_risklerden_korunmalarina_iliskin_uygulama_rehberi_30052018.pdf (Er. Tar.:

Balcı, S. (2016). Çimento üretiminde toz ve gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 83s*.)

Baranek, L.L. and Ver, I.L.(1992). Noise and Vibration Control Engineering; Principles and applications. John Wiley & Sons Inc., New York.

Barber, A. (1992). Handbook of Noise and Vibration Control. Elsevier Advanced Technology, Oxford.

Barron, R.F. (2003). Industrial Noise Control and Acoustics. Marcel Dekker Inc. New York.

Barron, R.F. (2003). Industrial Noise Control and Acoustics. Marcel Dekker Inc. New York.

Basu, B., Murphy, E., Molter, A., Basu, A. S., Sannigrahi, S., Belmonte, M., & Pilla, F. (2021). Investigating changes in noise pollution due to the COVID-19 lockdown: The case of Dublin, Ireland. Sustainable Cities and Society, 65 (https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102597).

Başkent İş Sağlığı ve Güvenliği Çevre Ölçüm Merkezi, https://www.baskentsaglik.com /titresim-olcumu-detaylari/ [09.07.2023).

Belgin, E., & Çalışkan, M. (2004). Çalışma yaşamında gürültü ve işitmenin korunması. Ankara: Türk Tabipleri Birliği Yayınları.

Berglund, B. (1995). Community Noise. Archives of the Center for Sensory. Reseh. Stockholm, 2, 1-195.

Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., & World Health Organization. (1999). Guidelines for community noise.

Bilgiç E., Sadıkhov, E. (1994). Gürültü ve Titreşim, Gebze. https://www.ume.tubitak.gov.tr/sites/images/ume/ume-94-008_0.pdf (18.07.2023

Bilgiç E., Sadıkhov, E. (1994). Gürültü ve Titreşim, Gebze. https://www.ume.tubitak.gov.tr/sites/images/ume/ume-94-008_0.pdf (12.06.2023)

Bilgili, S., Gürtepe, E., Türkel, E., Altınoluk, H. M., Hüsmen, N., Bütün, A., Ertorun, H. (2011). Çevresel Gürültü İçin Değerlendirme Kılavuzu, Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/cevresel-gurultu-olcum-ve-degerlend-rme-klavuzu-20180209145104.pdf (07.05.2023)

Bilim fili, (2022)‘’https://bilimfili.com/bilim-insanlari-yuzde-99-7-oraninda-ses-yalitimi-yapabilen-bir-sistem-gelistirdi / Erişim: 15 Mart 2022

Bistrup, M. L., Hygge, S., Keiding, L., & Passchier-Vermeer, W. (2001). Health effects of noise on children and perception of the risk of noise. Copenhagen: National Institute of Public Health.

Broch, J.T. (1973). Aplication of B and K Equipment to Mechanical Vibaration and Shock Measurements. Brüel and Kjaer, Cophenhangen,

Bruel, D. K., & Kjaer, V. (1982). Measuring vibration. Bruel & Kjaer, Denmark..

Brüel and Kjaer, (1984). Measurement Sound. Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark

Brüel and Kjaer, (1994). Measurement Microphones. Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark

Brüel and Kjaer, (2001). Environmental Noise. Brüel&Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark.

Brüel and Kjaer. (1998a). Basic Concepts of Sound, BA 7666-11. Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark

Brüel and Kjaer. (1998b). Basic Frequency Analysis of Sound, BA 7660-06. Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark.

Brüel and Kjaer. (2001). Environmental Noise. Brüel&Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark.

Cai, M., Lan, Z., Zhang, Z., & Wang, H. (2019). Evaluation of road traffic noise exposure based on high-resolution population distribution and grid-level noise data. Building and Environment, 147, 211–220 (https://doi.org/10.1016/j.buildenv. 2018.08.037)

Camkurt, M.Z. (2007) " İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi", Tühis İş Hukuku ve İktisat Dergisi, Cilt 20, Say ı 6, Cilt 21, Sayı 1, Türkiye, 80-106,

CCOHS, (1999). Noise Control in Industry; A basic guide. Canadian Center for Occupational Health and Safety, Canada.

Ccohs, (2023). ‘’https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise/noise_control. html ‘’ / Erişim:14 Ağustos 2023

Celotta, R. J., Balakirsky, S. B., Fein, A. P., Hess, F. M., Rutter, G. M., & Stroscio, J. A. (2014). Invited Article: Autonomous assembly of atomically perfect nanostructures using a scanning tunneling microscope. Review of Scientific Instruments, 85(12), 121301 (https://doi.org/10.1063/1.4902536)

Chen, J. Chang, W. Shih, T. Chen, C.J. Chang, W.P. Dennerlein,J.T. Ryan, L.M. Christiani, D.C. (2016) Using "Exposure Prediction Rules" for Exposure Assessment An Example on WholeBody Vibration in Taxi Drivers, Epidemiology, 15(3): 293-299

Cheremisinoff, N.P. (1996). Noise Control in Industry; A Practical Guide. Noyes Publications, New Jersey.

Cowan, J. (2016). The Effects of Sound on People. John Wiley & Sons, England

Cunniff, P.F. (1977). Environmental Noise Pollution. John Wiley & Sons Inc., London.

Çakır, M. S., & Tekin, V. (2022). Canlı Performansların Ses Şiddeti ve Duyma Bozuklukları Bağlamında İncelenmesi. The Journal of Academic Social Science, 124(124), 128-157.

Çakmak, B., & Alayunt, F. N. (2009). İki Farklı Motorlu Tırpanın Titreşim ve Gürültü Değerlerinin Belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 5(2), 167-173.

Çalak Ö. (2017). Yapı işlerinde çalışanların titreşim maruziyetinin tespiti üzerine bir irdeleme. Üniversitesi Sağlık Bölümleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Çalış, Ç. (2022). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Titreşim Maruziyet Ölçümü, İksad, Ankara.

Çalışkan, M. (2004). Gürültüden Teknik Korunma Yöntemleri. *Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması,* Türk Tabibler Birliği Yayınları, s.37.

Çay, H. (2014). Ts En 12354-1 Ve Ts En Iso 140-4 Standardlarının Karşılaştırılması: İstanbul'da Bir Konut Örneği (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çetinkaya, F., Bulduk, İ., İşci, D., & Demir, A. (2017). Okul öncesi öğretmenlerin gürültü maruziyeti. Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3(2), 1-14..

ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 11(3): 8-11.

Dal, H., & Baklacı, M. (2021). Kumaş Polisaj Tezgâhında Gürültü ve Titreşim Azaltım Çalışması. Gazi Journal of Engineering Sciences (GJES), 7(2).

Dal, Z. (2007). Açık Hava Etkinliklerinden Kaynaklanan Gürültünün İncelenmesi Stadyumlar, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE.

Davis, B., (2017). "Can We Isolate This [26] ISO 2631-1, (2013). Mechanical Vibration Microscope From Floor Vibrations?", www.vibrasure.com/blog/can-we-isolate- this-microscope-from-floor-vibrations, 22 Temmuz 2017.

Değer, F. (2015). Ahşap Doğrama Atölyelerinde Gürültü Maruziyeti ve Alınabilecek Önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü: Ankara.

Demet, H. (2014). Endüstriyel Gürültü Ölçümü Ve Kontrolu: Tülomsaş Elektrik Makinaları Fabrikası Test Atelyesinde Uygulanması (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).

Demet, H. (2014). Endüstriyel Gürültü Ölçümü Ve Kontrolu: Tülomsaş Elektrik Makinaları Fabrikası Test Atelyesinde Uygulanması (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).

Demir, S., (2012). Kahramanmaraş ili mobilya üretim tesislerindeki gürültü düzeyi, Yüksek lisans tezi, T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 5065, Kahramanmaraş,

Demirkale, S. Y. (2007).Çevre ve yapı akustiği: mimarlar ve mühendisler için el kitabı. Birsen yayınevi., 511 s.

Deveci, S. (2004). Edirne İlinde Gürültü Düzeylerinin Belirlenerek Gürültü Haritalarının Oluşturulması, Tıpta Uzmanlık Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne

Doğan, H., & Çataltepe, Ö. A. (2018). Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri. Journal of Health and Sport Sciences, 1(1), 29-38.

Doğan, T., Erdem, B., & Duran, Z. (2015). Tüm Vücut Titreşiminin Operatör ve Sürücüler Üzerindeki Etkileri: Ölçümü ve Değerlendirilmesi. *Madencilik, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Dergisi*, *54*(3-4), 25-39.

Donati P. (2001). Evaluation of Occupational Exposures to Hand-Transmitted Vibration: Frequency Weighted and Exposure

Duarete, M.L.M. ve De Brito Pereira, M.,(2006). "Vision Influence in Whole-Body Human Vibration Comfort Levels", Shock And Vibration, 13:367-377 .

Duran, Z., Doğan, T., Erdem, B., & Demirhan, İ. (2018a). Evaluation of Noise Exposure in Gypsum Plant in Terms of Work Safety. Cumhuriyet Science Journal, 39(4), 1118-1126.

Duran, Z., Erdem, B., & Doğan, T. (2018). Maden Makinelerinin Frekans-Gürültü İlişkisi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 6(4), 737-752.

Duran, Z., Erdem, B., & Doğan, T. (2018b). Maden Makinelerinin Frekans-Gürültü İlişkisi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 6(4), 737-752.

Econorm, (2023). ''http://www.econorm.com.tr/urunler/gurultu-ve-titresim-olcum-cihazlari/svan-958-gurultu-ve-uc-eksenli-titresim-olcum-cihazi/'' / Erişim:4 Nisan 2023

Esen, M. (2010).Üretim sahasında gürültü ve gürültü kontrol uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fahy, F., & Gardonio, P. (2007). Sound and structural vibration.

Feldman, A.S., Grimes, C.T., Hearing Conservations in Industry, Williams & Wilkings, London, 1985.

Fişne, A. (2008). Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Gürültü Koşullarının İncelenmesi, Etkilenme Düzeylerinin İstatistiksel Analizi ve Risk Değerlendirme (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Froehlich, P. (2013). Froehlich, P. (2013). Noise Pollution in the Laboratory. Parker Hannifin Corporation, 1-4.

Ge, J. F., Ovadia, M., & Hoffman, J. E. (2019). Achieving low noise in scanning tunneling spectroscopy. *Review of Scientific Instruments*, *90*(10).

Gelfand, Stanley A. (2009). Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics, Fifth Edition, Revised and Expanded (5th ed.). Informa Healthcare, England.

Gholamiyan, H., Gholampoor, B., & Tichi, A. H. (2022). Effects of Cutting Parameters on the Sound Level and Surface Quality of Sawn Wood. BioResources, 17(1).

Girice, G., (2018). Kamu binalarındaki laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliğine genel bir bakış: bir devlet üniversitesi örneği. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Gong, W., Liu, Y., Liao, W. T., Gibbons, J., & Hoffman, J. E. (2021). Design and characterization of a low-vibration laboratory with cylindrical inertia block geometry. The Review of Scientific Instruments,92(1), 013703-013703. (https://doi.org/10.1063/5.0004964)

Gonz´alez, D. M., Morillas, J. B., Godinho, L., & Amado-Mendes, P. (2018). Acoustic screening effect on building façades due to parking lines in urban environments. Effects in noise mapping. Applied Acoustics, 130, 1–14. (https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.08.023)

Göçmen, N. M. (2020). İlkokulda gürültü kirliliğinin düzeyi, etkileri ve kontrol edilmesine yönelik yapılan çalışmaların değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Ana Bilim Dalı, Bursa.

Green, G.S., (1986). Noise Propagation in Mine Roadways and Longwall Faces. PhD Thesis, University of Nottingham, Nottingham.

Griffin, M.J. (1990). Causes of Motion Sickness, Contemporary Ergonomics. Ed. E. J. Lovesly, Taylor and Francis, 565 p

Griffin, M.J., (1996). "Handbook Of Human Vibration", Academic Press, U.K.

Gut, U. (2000). Bilingual Acquisition of Intonation: A Study of Children Speaking German and English. De Gruyter, Tübingen.

Güler, Ç. (1997). Ergonomiye Giriş. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, *45*(9-12), s.43.

Güner, Ç. (2000). Gürültünün sağlık üzerine etkileri. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 9(7), 1-4.

Gürsoy, S. (2020). Farklı Endüstriyel Sektörlerdeki Kapalı Çalışma Ortamları İçin Gürültü Haritalarının Hazırlanması, Analizi ve Gürültü Kontrol Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Gürtürk, S. Ö., & Akdağ, N. Y. (2020). Açık Planlı Bürolarda, İşitsel Konforun Tasarım Parametresi Olarak Alınmasına Yönelik Bir Yaklaşım Örneği. Garon, 298.

Hacer, T. (2005). En yaygın endüstriyel tehlike: gürültü. *Çalışma ve Toplum*, *2*(5), 103-118.

Hamamcı S.F. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gürültü Düzeyi Katmanı Oluşturma Çalışması Antalya Örneği, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü.

Hansen, C.H. (2001). Fundamentals of acoustics, in Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control, pp.23-52, Eds. Goelzer, B., Hansen, C.H., Sehrndt, G.A., Publication Series from the Federal Institute for Occupational Safety and Health, Document published on behalf of the World Health Organization-Dortmund, Berlin

Hansen, H. C. (2007). Düşük Frekanslı Gürültü Ve Titreşimin İnsanlar Üzerindeki Etkileri, Brentwood, Birleşik Krallık. https://digital.library.adelaide.edu.au /dspace/handle/2440/66984 (Er.Tar. 08.07.2023).

Harris, C. M. (1979). Sound and sound levels. Handbook of noise control. 2nd ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1-21.

Hassall, J.R., Zaveri, K. and Phil, M., (1979). Acoustic Noise Measurements. Brüel & Kjaer, Denmark.

Ikeda K., Ishizuka H., (1998). Vibration Acceleration Magnitudes of Hand-Hend Tools and Workpieces, Industrial Health. 36, 197-208.

Interfocus, (2023). ‘’https://www.mynewlab.com/blog/9-tips-for-managing-noise-in-laboratories/’’ / Erişim: 15.03.2023

IPPC. (2002). Horizontal Guidance for Noise, Part 2 - Noise Assessment and Control. Integrated Pollution Prevention and Control, Bristol.

Işık, M. E., & Kuruşçu, A. O. (2018). Titreşimlerin yapılardaki kullanıcı konforuna etkisinin incelenmesi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 3(2), 67-81.

İzçed, (2023).’’https://www.izced.com/cevre-laboratuvari-izcev.html’’/ Erişim:23 Eylül 2023

İzçev, (2023).’’https://www.izcev.com’’/ Erişim:23 Eylül 2023

Jacobsen, F., Poulsen, T., Rindel, J.R., Gade, A.C. and Ohlrich, M. (2006). Fundamentals of Acoustics and Noise Control. Ørsted•DTU, Technical University of Denmark, Note No. 31200.

Kalelioğlu, Ö. (2021). Çimento fabrikasında gürültü düzeylerinin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında analiz edilmesi (Master's thesis).

Kalelioğlu, Ö., & Ercan, K. Ö. S. E. (2021). Çimento Fabrikasında Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (25), 43-49.(https://doi.org/10.31590/ejosat.893385)

Kaminsky, G. (1975) Paractikum der Arbeitswissenschaft, 2. Edt, Munchen/Wien, 113 p

Kara, N. & Savaş A. H. (2021). Çeşitli Sanayi Kuruluşlarında Gürültü Ölçümlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. İSG Akademik, 3(1), 145-152.

Karpuzcu, M. (2004). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, 9.Bs., İstanbul:Kubbealtı Neşriyat.

Karpuzcu, M. (2012). *Çevre kirlenmesi ve kontrolü* (Vol. 28). Kubbealtı Publıshıng.

Kent, A.E. https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/alierman.kent/138710/Sesin%20Fiziksel%20%C3%96zellikleri.pptx#:~:text=AKUST%C4%B0K%20F%C4%B0Z%C4%B0K&text=Bir%20ses%20dalgas%C4%B1n%C4%B1n%20%C3%B6nemli%20fiziksel,h%C4%B1z%C4%B1%2C%20peryodu%20ve%20dalga%20boyudur. (Er.Tr.05.07.2023)

Khan, J., Ketzel, M., Kakosimos, K., Sørensen, M., & Jensen, S. S. (2018). Road traffic air and noise pollution exposure assessment–A review of tools and techniques. The Science of the Total Environment, 634, 661–676 (https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.374)

Kocsis, D. (2018). Workplace Noise Examination in a Laboratory (Case Study). Műszaki Tudományos Közlemények, 9(1), 119-122.

Koçak, G. (2008). Gemi makineleri işletmesinde ergonomik analiz, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Konuklar, B., Durman, N. (2021). Akustik Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi İçin Prensipler, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı Ve Güvenliği Araştırma Ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı (TS EN ISO 9612 METODU) https://www.csgb.gov.tr /media/80070/9612-sunumu-haziran2021.pdf (17.08.2023]

Kurban, H. (2015). Mobilya üretimi yapılan işletmelerde gürültü, titreşim ve odun tozunun ergonomik etkilerinin işçi sağlığı açısından incelenmesi (Bartın örneği) (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kurra, S.(2009). Çevre Gürültüsü ve Yönetimi I,II,III, Bahçeşehir Üniversitesi,İstanbul

Kutz, M. (2015). Handbook of Measurement in Science and Engineering, Volume 1. John Wiley & Sons, United States.80]

Kürklü, G., Görhan, G., & Burgan, H. İ. (2013). Ça-lışma Hayatında Gürültünün Etkisi ve İnşaat Teknolojileri Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi 57. Öz, İ. O. (2019). Tekstil Sektöründe Termal Konfor, Aydınlatma, Gürültü Ölçümleri Ve Alınacak Önlemlerin Değerlendirilmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Uşak.

Kürklü, G., Görhan, G., & Burgan, H. İ. (2013). Çalışma Hayatında Gürültünün Etkisi ve İnşaat Teknolojileri Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 5(1), 22-35.)

Kürklü, G., Görhan, G., & Burgan, H. İ. (2013). Çalışma Hayatında Gürültünün Etkisi Ve İnşaat Teknolojileri Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 5(1), 22-35.

L´eobon, A. (1995). La qualification des ambiances sonores urbaines. Natures Sciences Soci´et´es, 3(1), 26–41.

Laçiner, V. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Hukukunda Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunması. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 20(1), 749-766.

Lebiedowska, B. (2005). Acoustic background and transport noise in urbanised areas: A note on the relative classification of the city soundscape. Transportation Research Part D, Transport and Environment, 10(4), 341–345. (https://doi.org/10.1016/j.trd.2005.03.001).

Leech, J.F. and Squires, M. (1999). Noise, in Clay's Handbook of Environmental Health 18th Edition, Taylor & Francis Group, LLC, NewYork.

Maassen, M., Babisch, W., Bachmann, K. D., Ising, H., Lehnert, G., Plath, P., ... & Zenner, H. P. (2001). Ear damage caused by leisure noise. Noise and Health, 4(13), 1.

MacLeod, B. (2015). An ultra-low-vibration facility for housing a dilution temperature scanning tunneling microscope (Doctoral dissertation, University of British Columbia).

Magister SRL, (2023) . ''http://www.magistersrl.eu/barriere-acustiche/''/ Erişim: 24 Eylül 2023 (İsgtedbir.com,2023).''

Magister SRL, (2023).''http://www.magistersrl.eu/barriere-acustiche/''/ Erişim:15 Ağustos 2023

Malchaire, J., (2001). Sound measuring instruments, in Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control, pp.125-140, Eds. Goelzer, B., Hansen, C.H., Sehrndt, G.A., Publication Series from the Federal Institute for Occupational Safety and Health, Document published on behalf of the World Health Organization-Dortmund, Berlin.

MAUE J. H., 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel, Erich Schmidt, Sayfa: 55-64, Berlin, 2003

Maue, J. H., Hoffmann, H., & von Lüpke, A. (2003).0 Dezibel+ 0 Dezibel: Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms. E. Schmidt.

Mehdi, M. R., Kim, M., Seong, J. C., & Arsalan, M. H. (2011). Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi, Pakistan. Environment International, 37(1), 97–104. (https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.08.003)

Mehta, M., Johnson, J., & Rocafort, J. (1999). Architectural acoustics: principles and design.

Mesleki ve teknik eğitim kurumları iş sağlığı ve güvenliği rehberi, (2022) ‘’https://docplayer.biz.tr/5981177-Mesleki-ve-teknik-egitim-kurumlari-is-sagligi-ve-guvenligi-rehberi.html’’/ Erişim: 17Mart 2022

Michael, P.L. and Michael, K.L., (2006a). Noise Measurement in Occupational Hearing Loss 3th Edition, pp.617-640, Eds., Sataloff, R.T. and Sataloff, J., CRC Press Taylor & Francis Group, New York.

Mommertz, E. (2009). Acoustics and sound insulation: Principles, planning, examples (First ed., Detail practice). Birkhauser, Switzerland.

Morillas, J. B., Escobar, V. G., Sierra, J. M., G´omez, R. V., & Carmona, J. T. (2002). An environmental noise study in the city of C´aceres, Spain. Applied Acoustics, 63(10),1061–1070. (https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00030-0)

MSHA, (1995). Comparison of Noise Exposure Measurements Conducted With Sound Level Meters and Noise Dosimeters under Field Conditions. Mine Safety and Health Administration (MSHA), Informational Report, No. 1230, Arlington, Virginia.

Murat Abdullah Abdulkadir Yakıt Olarak Kanola Yağı Kullanılan Küçük Güçlü Bir Diesel Motorunda Ses Düzeylerinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı 2007 Ankara

Murat Abdullah Abdulkadir Yakıt Olarak Kanola Yağı Kullanılan Küçük Güçlü Bir Diesel Motorunda Ses Düzeylerinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı 2007 Ankara

Nedenisg, (2023).’’ https://nedenisguvenligi.com/gurultulu-ortamlarda-calisma-sureleri/’’ / Erişim: 24 Eylül 2023

Norton, M.P. (1989). Fundamentals of Noise and Vibration Analysis for Engineers. Cambridge University Press, Cambridge.

Ntalos, G. A., & Papadopoulos, A. N. (2005). Noise emission levels in Greek wood and furniture processing industry. Journal of the Institute of Wood Science, 17(2), 99-103

Ocaktan, M. E. https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=54914 (26.05.2023)

Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration, U.S Department of Health and Human Services, NIOSH, Ohio, 1989.

Okullarda iç çevre kalitesi rehperi, (2023) ‘’http://www.iccevrekalitesi.net/pdf/ick_ rehber.pdf ‘’ / Erişim: 04.04 2023

Oosterkamp, and J. W. M. Frenken, “Video-rate scanning probe control challenges: setting the stage for a microscopy revolution,” Asian Journal of Control 11, 110–129 (2009). (https://doi.org/10.1002/asjc.88)

OSHA, (1983), “Occupational Noise Exposure: Hearing Conservation Amendmend. Federal Register”, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 48, 9738- 9783.

Ölçme, Ç. G., & Kılavuzu, D. (2011). Çevre ve Orman Bakanlığı. *Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara*.

Önder, M. E. Gürültü ve titreşim hakkındaki mevzuat hükümlerinin farklı sektörlerde çalışanların iş verimliliği üzerindeki etkileri (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Önder, M. E. *Gürültü ve titreşim hakkındaki mevzuat hükümlerinin farklı sektörlerde çalışanların iş verimliliği üzerindeki etkileri* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Öz, F. (2023). Gürültü kulaklar ve işitmenin korunması, https://www.tkbbv.org.tr /menu/81/gurultu-kulaklar-ve-isitmenin-korunmasi-prof-dr-ferhan-oz 06.08.2023:

Öz, İ. O. (2019). Tekstil sektöründe termal konfor, aydınlatma, gürültü ölçümleri ve alınacak önlemlerin değerlendirilmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Özce L. (2018). Okul öncesi, temel eğitim ve ortaöğretim okullarında fiziksel risk etmenlerinden gürültünün incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Uşak.

Özce L. (2018). Okul öncesi, temel eğitim ve ortaöğretim okullarında fiziksel risk etmenlerinden gürültünün incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Uşak.

Özdemir, M. (2016). Küçük Ölçekli Kaporta İşletmelerinde Çalışanlarda Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının Araştırılması, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sos. Güv. Bak. İş Sağlığı ve GÜv. Genel Müdürlüğü, Ankara. https://www.csgb.gov.tr/media/1475/merveozdemir.pdf (07.07.2023)

Özdemir, S. (2011). Gürültü ile oluşan işitme kayıpları ve alınacak önlemler. (5.03.2023)

Özden, A. (2023). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı A. https://haliccevre.com/images/PDF/s-17.pdf, (13.07.2023)

Özgüven, H.N., (2008). Gürültü Kontrolü Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, Uzerler Matbaacılık, s. 271, Ankara.

Özgüven, M. M. (2000). *Bazı tarım makinalarına ait ses düzeylerinin belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 92, Ankara).

Özgüven, N. (1986). Endüstriyel Gürültü Kontrolu. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, No.118, Ankara.

Özkan, M. O., Çiftçi, E. S., & Bozcan Postalcıoğlu, E. F. (2016). Çalışma Yaşamında Gürültü İle Mücadele Rehberi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü*.

Özmen, A. (2015). Fiziksel Parametreler, Gürültü-Titreşim, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, https://hisam.hacettepe.edu.tr/ISG/AyhanOzmen.pdf (08.08.2023)

Özyenginer Ö. (2018). Ses yoğunluğu http://stdhomes.ieu.edu.tr/ozgeozyenginer/soundwaves/si.html#:~:text=Yo%C4%9Funluk%2C%20bir%20dalga%20taraf%C4%B1ndan%20ta%C5%9F%C4%B1nan,P%2C%20A%20b%C3%B6lgesinden%20ge%C3%A7en%20g%C3%BC%C3%A7t%C3%BCr (.26.09.2023)

Paiva, K. M., Cardoso, M. R. A., & Zannin, P. H. T. (2019). Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. The Science of the Total Environment, 650, 978–986. (https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.041)

Passchier-Vermeer, W. (2000). Noise and health of children. TNO Prevention and Health, Public Health.

Pathak, K. (1996). Modeling and Prediction of Environmental Noise Levels Near Mechanized Surface Mines and Quarries. PhD Thesis, Imperial Collage, London

Raimbault, M., Lavandier, C., & B´erengier, M. (2003). Ambient sound assessment of urban environments: Field studies in two French cities. Applied Acoustics, 64(12),1241–1256 (https://doi.org/10.1016/S0003-682X(03)00061-6)

Rainsford, C.J., (1982). Propagation of Noise in Underground Roadways. PhD Thesis, University of Nottingham, Nottingham.

Ramstetter, V. McFarland, Marlyn, K. (1977). Exploring Living Environment, McKnight Publİshing Co. Bloomington, Illinois.

Resmi Gazete, 2002/49/EC, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050701-7.htm .09.09.2023

Rey Gozalo, G., & Barrig´on Morillas, J. M. (2016). Analysis of sampling methodologies for noise pollution assessment and the impact on the population. International Journal of Environmental Research and Public Health, 13(5), 490 (https://doi.org/10.3390/ijerph13050490)

Rost, M. J., Van Baarle, G. J. C., Katan, A. J., Van Spengen, W. M., Schakel, P., Van Loo, W. A., ... & Frenken, J. W. M. (2009). Video- rate scanning probe control

challenges: Setting the stage for a microscopy revolution. *Asian Journal of Control*, *11*(2), 110-129..

Ruiz-Padillo, A., Ruiz, D. P., Torija, A. J., & Ramos-Ridao, ´A. (2016). Selection of suitable alternatives to reduce the environmental impact of road traffic noise using a fuzzy multi criteria decision model. Environmental Impact Assessment Review, 61, 8–18 (https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.06.003)

Sabancı, A. ve Sümer, S.K. (2011). Ergonomi, Nobel Akademik Yayınları, Yayın No: 80 (9), Ankara, 472 s.

Sağlam, H. (2011) Çalışma Hayatında Maruz Kalınan Titreşimin Ölçülmesi ve Bu Maruziyetten Kaynaklanan Titreşimin İnsan Sağlığına Etkisi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Sakarya, E. (2016). Gürültünün çalışma hayatına etkileri ve bir inşaat şantiyesinde gürültü analiz çalışması (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Savran, B. (2009).İletim Yolu Analizi Metodunun Bir Araç Üzerinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Savur, A. (2009). Turistik Bir Otelde Gürültülü Risk Noktalarının Belirlenmesi ve Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Schneck, D., ve Berger, D. (2006). The music effect : Music physiology and clinical applications. Jessica Kingsley, London.

Sezek, H. (2009). İş sağlığı ve güvenliği alanında gürültü ölçümleri, kişisel maruziyet hesaplama, kullanılacak kulak koruyucu seçimi. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 9(44), 10-13

Sezgin, P. (2019). Gürültü kirliliğinin dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu üzerindeki etkileri. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(3), 566-579.

Singh, N., & Davar, S. C. (2004). Noise pollution-sources, effects and control. Journal of Human ecology, 16(3), 181-187.

Sirel, Ş. (1988). Hacim Akustiği Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Fiziği Programı, İstanbul.

Solid State, (2023) ‘’https://www.sscooling.com/product/thermocube-liquid-to-liquid/’’ / Erişim:23 Eylül 2023

South T. (2004). Managing Noise and Vibration At Work, Elsevier,

South, T., (2004). Managing Noise and Viration at Work; A Practical Guide to Assessment, Measurement and Control. Elsevier, Amsterdam.

Soylu, M., & Gökkuş, Ö. (2016). Endüstriyel kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması ve bir tekstil fabrikasında uygulama örneği. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 32(2).

Stansfeld S, Haines M, Brown B. (2000). Noise and health in the urban environment. Rev Environ Health 15(1-2):43–82 (https://doi.org/10.1515/REVEH.2000.15.1-2.43)

Stansfeld, S. A., & Matheson, M. P. (2003). Noise pollution: Non-auditory effects on health. British Medical Bulletin, 68(1), 243–257 (https://doi.org/10.1093/bmb/ldg033).

Stellman, J. M. (Ed.). (1998). *Encyclopaedia of occupational health and safety* (Vol. 1). International Labour Organization.

Svantek (2020). https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.merckmillipore.com%2FTR%2Ftr%2Fproduct%2FChemical-Duty-Pump-220-V-50-Hz%2CMM_NF-WP6122050&psig=AOvVaw06T2zClbqC3o45G7xepb83&ust=1695304353157000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhxqFwoTCNjnxK6ruYEDFQAAAAAdAAAAABAD 20.09.2023

Şahin, E. (2003). Gürültü kontrol yöntemleri-bir uygulama. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(4).

Şahin, O., Ensari, M., & Rüştü, U. Ç. A. N. (2022). Döküm Parça Taşlama İşlerinde El-Kol Titreşiminin Ölçülmesi Ve Maruziyetinin Değerlendirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10(3), 856-868.

Şahin, Y., Serin, H., & Demir, S. (2017). Research on noise level of wood processing machine groups. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 17(3), 450-457.

Şen, A. O. (2006). Binalarda uygulanan yalıtım sistemleri dünyada ve Türkiyede yalıtım (Doctoral dissertation, Sakarya Universitesi (Turkey).

Şen, Ali Osman, (2006) Binalarda Uygulanan yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye ‘de Yalıtım Fen Bilimleri Enstitüsü Sakarya Üniversitesi

Tamura, Y. Ve Kareem, A., (2013). “Advanced Structural Wind Engineering”, Chapter 12 Human Perception and Tolerance of Wind-Induced Building Motion, 1. Edition, Springer, Tokyo

Taştan, T. H. (2016). Granit fabrikalarında gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi. TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 71.

TÇV, Türkiye Çevre Atlası, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Orman Bakanlığı, (2004), Sayfa 438-441, Ankara.

Tedik, M. (2021). Plastik enjeksiyon tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından gürültü ölçümü ve uygulamaları (Doctoral dissertation, İstanbul Rumeli Üniversitesi).

Tomas, K. (2017). Endüstriyel Gürültü Etkileri ve Korunma Yolları, http://kadirtomas.com/wp-content/uploads/2017/03/End%C3%BCstriyel-G%C3%BCr%C3%BClt%C3%BC-Korunma-Y%C3%B6ntemleri-Kadir-TOMAS.pdf (23.09.2023)

Toprak, R., & Aktürk, N. (2004). Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 61(1), 49-58.

ttps://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fisgtedbir.com%2Fhastane%2Flaboratuvar-ile-ilgili-tedbirler%2F&psig=AOvVaw3N5bdzDmV72mIqhdLB

RZ7b&ust=1698017524347000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwiio5SspoiCAxVrh_0HHVOIAHcQr4kDegQIARAv’’/ Erişim: 5 Ocak 2022

Tunay, M. ve Melemez, K. (2003 b). Ormancılık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliği.

Tunay, M., & Tuna, E. M. İ. R. (2015). Farklı Ağaç Türleri Üzerinde Motorlu Testerelerden Operatöre İletilen El Kol Titreşimlerinin İncelenmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), 441-447.

Turan, G., (2013). Mobilya üretim sürecinde karşılaşılan başlıca önemli çevresel etkilerin çalışan sağlığı açısından değerlendirilmesi, Yüksek lisans tezi, T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 92-93, Tekirdağ,.

Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi Turkish Journal of Scientific Reviews E-ISSN: 2146-0132, 11 (1): 70-81, 2018 Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Makinelerde Çalışma Güvenliği Hatice ULUSOY 1 Abdi ATILGAN2* Hüseyin PEKER3 1 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz MYO, Ormancılık Bölümü, Muğla 2*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon MYO, Malzeme ve Malzeme İşleme Tek. Bölümü

Türkkahraman, S., Gök, Ü., Karlıdağ, T., Keleş, E., & Öztürk, A. (2003). Uzun süre mesleki gürültüye maruz kalan işçilerde standart ve yüksek frekans odyometri bulguları Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi, 10(4), 137-142.

Ulusoy, H., Atılgan, A., & Peker, H. (2018). Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Makinelerde Çalışma Güvenliği. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 11(1), 70-81.

Uyar S. (2018). Kapalı Bir Eğlence Ortamında Gürültü Ölçüm ve Değerlendirmesi Yüksek Lisans Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Ülker, O. (2018). Mobilya İmalatı Esanasında Oluşan Gürültü Emisyonlarının ve Maruziyetinin Araştırılması. International Journal of Engineering Research and Development, 10(2), 225-244.

Ülker,O. 2018. Mobilya İmalatı Esanasında Oluşan Gürültü Emisyonlarının ve Maruziyetinin Araştırılması, Kırıkkale Üniversitesi, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 10(2): 225-244

Ünver, İ., Bozkurt, Y., (2018). "Sıcak dövme sanayisinde çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunma

Üstündağ, M. (2015). Yankı Olayı Nasıl Gerçekleşir. 10.11.19 tarihinde https://www.fenokulu.net/yeni/Fen-Konulari/Konu/Yanki-Olayi-NasilGerceklesir_0_758.html . (Er.Tar. 17.07.2023).

Vaseghi, S. (2007). Multimedia signal processing theory and applications in speech, music and communications. Wiley & Sons, England.

Ver I. L., Beranek L. L., (2006 Noise and Vibration Control Engineering, Second Edition, John Wiley&Sons,.

Von Graevenitz, K. (2018). The amenity cost of road noise. Journal of Environment Economics and Management, 90, 1–22 (https://doi.org/10.1016/j.jeem. 2018.04.006)

Wikipedia, (2023).''https://en.wikipedia.org/wiki/Root_mean_square 20. 09,2023''/ Erişim: 20 Ağustos 2023

Wikipedia, 2023) .''https://tr.wikipedia.org/wiki/Titre%C5%9Fim''/ Erişim: 5 Mart 2023

Wölfel, M. ve Mcdonough, J. (2009), Distant Speech Recognition. John Wiley & Sons, England

Yakut, M., (2019). Moleküler biyoloji ve genetik laboratuvarlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi, örnek hücre kültür laboratuvar çalışması. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yang, M., Meng, C., Fu, C., Li, Y., Yang, Z., & Sheng, P. (2015). Subwavelength total acousticabsorption with degenerate resonators. Applied Physics Letters, 107(10), 104104

Yaşar, A. (2021). Konservatuvar işlevli okullarda mekânların akustik performanslarının geliştirilmesine yönelik fiziksel müdahale uygulamalarına ilişkin öneriler ondokuz mayıs üniversitesi devlet konservatuvarı örneği (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Yılmaz, Ş., & Bilici, M. (2020). Üniversitelerin Mühendislik Fakülteleri Bünyesinde Bulunan Laboratuvarlarda İş Sağlığı ve Güvenliği. Ohs Academy, 3(2), 102-113.

Yolsal Kuzu D. Gürültü ölçümü nedir? https://haliccevre.com/gurultu-olcumu-nedir/ 14.03.2022.

Yüksel, E. (2019). Sağlık Kurumlarında İletişim, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 2059, https://ets.anadolu.edu.tr/storage/nfs/ILT210U/ebook/ILT210U-15V1S1-8-0-1-SV1-ebook.pdf ,02.07.2023

Yüksel, H. (2017). Türkiye'de Bazı Maden Makinalarında Gürültü Ölçümü ve Değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 153 s, Sivas).

YÜTAM, (2023).''https://yutam.yasar.edu.tr/'' / Erişim:16 Mart 2023

Zannin, P. H., Calixto, A., Diniz, F. B., & Ferreira, J. A. (2003). A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: The importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis. Environmental Impact Assessment Review, 23 (2), 245–255 (https://doi.org/10.1016/S0195-9255(02)00092-6)

Zeren, A. (1997). Müzik Fiziği. Pan Yayıncılık, İstanbul.

Zeybek, S. (2009). Titreşim, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

Ziel, A. (1976). Noise in Measurements. John Wiley & Sons Inc., New York.