



**T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**SAVUNMA SANAYİSİNDE ÜRETİM VE MONTAJ  
HATLARINDA ÇALIŞANLARIN GÜRÜLTÜ  
MARUZİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

**Raziye ERTUĞRUL UYAR**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)**

**ANKARA-2016**

**T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**SAVUNMA SANAYİSİNDE ÜRETİM VE MONTAJ  
HATLARINDA ÇALIŞANLARIN GÜRÜLTÜ  
MARUZİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

**Raziye ERTUĞRUL UYAR**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)**

**Tez Danışmanı  
Nihat EĞRİ**

**ANKARA-2016**

**T.C.**  
**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**  
**İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**

**O N A Y**

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü  
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Raziye ERTUĞRUL UYAR,  
Nihat EĞRİ danışmanlığında başlığı “**Savunma Sanayisinde Üretim ve Montaj Hatlarında Çalışanların Gürültü Maruziyetlerinin İncelenmesi**” olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı 20/05/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**” olarak kabul edilmiştir.

**Dr. Serhat AYRIM**

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı  
Müsteşar Yardımcısı  
JÜRİ BAŞKANI

**Kasım ÖZER**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürü  
ÜYE

**Dr. H. N. Rana GÜVEN**

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.  
ÜYE

**Yavuz Sultan Selim EKER**

Piyasa Gözetim ve Denetim Daire Başkanı  
ÜYE

**Prof. Dr. Kürşad DÜNDAR**

Öğretim Üyesi  
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Kasım ÖZER  
İSGGM Genel Müdürü

## **TEŞEKKÜR**

Çalışma hayatım, mesleki açıdan yetişmem ve uzmanlık tezi çalışmalarımı hazırlama aşamasındaki değerli katkılarından dolayı Genel Müdürüm Sayın Kasım ÖZER`e, Genel Müdür Yardımcılarım Sayın Dr. Rana GÜVEN`e, Sayın İsmail GERİM`e ve Sayın Sedat YENİDÜNYA`ya, tez çalışmam boyunca her türlü desteği sağlayan çok değerli tez danışmanım İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sayın Nihat EĞRİ`ye, bu günlere gelmemde çok büyük emeği olan, her zaman yanımda olup bana destek veren değerli aileme ve sevgili eşim Kemal UYAR`a teşekkür ederim.

# ÖZET

**Raziye ERTUĞRUL UYAR**

## **Savunma Sanayisinde Üretim ve Montaj Hatlarında Çalışanların Gürültü Maruziyetlerinin İncelenmesi**

**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**

**Ankara, 2016**

Savunma sanayii, ülkelerin silahlı kuvvetleri için büyük silah sistemleri ve donanımlarını (Tank, zırhlı araç, uçak, helikopter, roket vb.) tasarlayan, geliştiren ve üreten stratejik bir sektördür. Hem çalışan sayısının fazlalığı hem de ürün yelpazesi göz önüne alındığında iş sağlığı ve güvenliği yönünden bu sektörün incelenmesi önemlidir. Bu tezin amacı, savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren işyerlerinde üretim ve montaj hatlarında çalışanların gürültü maruziyetlerini belirlemek ve maruziyet düzeylerinin en aza indirilebilmesi için önerilerde bulunmaktır. Bu amaçla, savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren 7 adet işyeri belirlenmiş ve üretim hatları gürültü maruziyeti açısından incelenmiştir. Seçilen işyerlerinde, karşılaştırma yapabilmek için öncelikle ortak olan atölyeler ve prosesler belirlenmiş, her bir proses için maruziyet değerleri ile her bir atölyede günlük kişisel gürültü maruziyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca, bir işyerinde de kaynağında gürültü kontrol önlemleri varken ve yokken çalışanların gürültü maruziyetleri belirlenmiş ve kendi içinde kıyaslanmıştır. Yapılan ölçümler TS EN ISO 9612:2009 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları, savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren işyerlerinde çalışanlar için gürültünün yüksek düzeyde risk oluşturan bir faktör olduğunu ispatlamış ve kapsamlı bir gürültü kontrol çalışması yapılmasının gerekliliğini göstermiştir. Kaynağına göre gürültü maruziyetleri değerlendirilmek suretiyle, alınması gereken önlemler tezin sonuç bölümünde detaylı olarak verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Savunma sanayii sektörü, gürültü maruziyeti, gürültü kontrol yöntemleri

# **ABSTRACT**

**Raziye ERTUĞRUL UYAR**

**To Determine Noise Exposure On Employees In Defence Industries**

**Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health  
and Safety**

**Thesis for Occupational Health and Safety Expertise**

**Ankara, 2016**

The Defence Industry is a strategic sector which design, develop and manufacture major weapon systems and hardware (Tanks, armored vehicles, aircraft, helicopters, rockets etc.) for the armed forces of the country. It is important to analyze this sector in terms of occupational health and safety, considering both the number of employees and the product range. The aim of this thesis is to determine noise exposure on the employees working in the manufacturing and assembly lines of selected factories in defence industry and to bring forward a proposal for minimizing the noise exposure levels. In accordance with this purpose, 7 factories are selected and their product lines are scrutinised in terms of noise exposure. To make comparison, firstly, common atelier and process are determined and noise exposure for per process, daily personal noise exposure in per atelier are computed in selected factories. Besides, in one of the factories the noise exposure with/without control precautions at source are determined and compared with each another. These measurements were conducted according to TSE EN ISO 9612: 2009 standard. These results of the measurements proved that the noise exposure is a high level risk factor to all workers in the selected main contractors and showed the need for a comprehensive implementation of noise prevention programs for these workers. By evaluating noise exposure based on sources, precautions to be taken, improvements to be done are explained in details in the results part of the study.

**Keywords:** Defence industries, noise exposure, noise control methods

# İÇİNDEKİLER

|                                                        | Sayfa |
|--------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET.....                                              | ii    |
| ABSTRACT .....                                         | iii   |
| İÇİNDEKİLER.....                                       | iv    |
| TABLoların LİSTESİ .....                               | vii   |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....                                | viii  |
| RESİMLERİN LİSTESİ.....                                | x     |
| GRAFİKLERİN LİSTESİ .....                              | xi    |
| SİMGE VE KISALTMALAR.....                              | xii   |
| 1. GİRİŞ.....                                          | 1     |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                 | 3     |
| 2.1. SAVUNMA SANAYİİ SEKTÖRÜ .....                     | 3     |
| 2.1.1. Dünya’da Savunma Sanayii Sektörü .....          | 4     |
| 2.1.2. Türkiye’de Savunma Sanayii Sektörü .....        | 5     |
| 2.2. AKUSTİKLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER .....             | 8     |
| 2.2.1. Sesin Tanımı .....                              | 8     |
| 2.2.2. Gürültünün Tanımı .....                         | 9     |
| 2.2.3. Sesin Fiziksel Özellikleri.....                 | 9     |
| 2.2.4. Desibel Skalas ve Ses Düzey Parametreleri ..... | 14    |
| 2.2.5. Ses Üretimi ve Sesin Yayılması .....            | 16    |
| 2.2.6. Ses Frekansının Analizi .....                   | 18    |
| 2.2.7. Frekans Ağırlıklandırma.....                    | 20    |
| 2.2.8. Gürültünün Sınıflandırılması.....               | 21    |
| 2.3. İŞYERLERİNDE GÜRÜLTÜ KONTROLLERİ .....            | 23    |
| 2.3.1. Gürültü Kontrolünde Stratejik Yaklaşım.....     | 23    |
| 2.3.2. Gürültü Kontrol Teknikleri.....                 | 24    |

|                                                                                                                                             | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.3.3. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımı.....                                                                                        | 37           |
| 2.4. GÜRÜLTÜNÜN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİLERİ.....                                                                                 | 38           |
| 2.5. ULUSAL ve ULUSLARARASI MEVZUATLAR.....                                                                                                 | 39           |
| 2.5.1. Ulusal Mevzuat.....                                                                                                                  | 39           |
| 2.5.2. Uluslararası Mevzuat.....                                                                                                            | 39           |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....                                                                                                                 | 41           |
| 3.1. TEZ ÇALIŞMASININ AŞAMALARI .....                                                                                                       | 41           |
| 3.2. KULLANILAN METOT .....                                                                                                                 | 42           |
| 3.2.1. TS EN ISO 9612:2009 Standardına Göre Ölçüm Alınması.....                                                                             | 43           |
| 3.3. İNCELEME YAPILAN İŞYERLERİ.....                                                                                                        | 56           |
| 3.3.1. Belirlenen İşyerleri .....                                                                                                           | 56           |
| 3.3.2. Ortak Üretim Prosesleri .....                                                                                                        | 57           |
| 4. BULGULAR .....                                                                                                                           | 73           |
| 5. TARTIŞMA.....                                                                                                                            | 101          |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                                                                  | 109          |
| KAYNAKLAR.....                                                                                                                              | 113          |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                                                               | 117          |
| EKLER .....                                                                                                                                 | 119          |
| EK-1. Türkiye'nin çeşitli illerinde faaliyet gösteren ve SASAD üyesi olan firmaların, faaliyet alanlarına göre gruplandırılmış listesi..... | 120          |
| EK-2. Metal kesim atölyeleri gürültü ölçüm hesaplamaları .....                                                                              | 124          |
| EK-3. Talaşlı imalat atölyeleri gürültü ölçüm hesaplamaları .....                                                                           | 127          |
| EK-4. Büküm atölyeleri gürültü ölçüm hesaplamaları .....                                                                                    | 130          |
| EK-5. Kaynak atölyeleri gürültü ölçüm hesaplamaları .....                                                                                   | 133          |
| EK-6. Boyama atölyeleri gürültü ölçüm hesaplamaları .....                                                                                   | 136          |
| EK-7. Montaj atölyeleri gürültü ölçüm hesaplamaları .....                                                                                   | 139          |



|                                                               | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------|--------------|
| EK-8. Kovan üretim atölyesi gürültü ölçüm hesaplamaları ..... | 142          |
| EK-9. İşyerinde gürültü kontrol rehberi .....                 | 143          |

## TABLoların LİSTESİ

| Tablo                                                                                                            | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tablo 2.1. Askeri harcama büyüklükleri açısından ilk on beş ülke (2011) .....                                    | 5     |
| Tablo 2.2. Çeşitli ses kaynaklarının tipik ses güçleri ve ses gücü seviyeleri .....                              | 15    |
| Tablo 2.3. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri .....                                                       | 38    |
| Tablo 2.4. Gürültü seviyeleri ve meydana getirdiği rahatsızlıklar .....                                          | 38    |
| Tablo 2.5. Uluslararası mevzuattaki gürültü maruziyet değerleri .....                                            | 40    |
| Tablo 3.1. Homojen gürültü maruziyet gruplarının toplam ölçüm süresini belirleme tablosu                         | 47    |
| Tablo 3.2. Temel ölçüm stratejisinin seçimi .....                                                                | 48    |
| Tablo 3.3. Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer .....                                                           | 49    |
| Tablo 3.4. Svan102 gürültü dozimetresi özellikleri .....                                                         | 51    |
| Tablo 3.5. SV30A akustik kalibratör özellikleri.....                                                             | 52    |
| Tablo 3.6. Ölçüm yapılan işyeri bilgileri.....                                                                   | 57    |
| Tablo 4.1. Metal kesim atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları.....                                                | 74    |
| Tablo 4.2. Talaşlı imalat atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları.....                                             | 80    |
| Tablo 4.3. Kaynak atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları .....                                                    | 85    |
| Tablo 4.4. Boyama atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları .....                                                    | 91    |
| Tablo 4.5. Kovan üretim atölyesinde kaynağında gürültü kontrol önlemleri yokken<br>gürültü ölçüm sonuçları ..... | 99    |
| Tablo 4.6. Kovan üretim atölyesinde kaynağında gürültü kontrol önlemleri varken<br>gürültü ölçüm sonuçları ..... | 99    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                                                | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. Türk savunma sanayii ürünlerinden bazı örnekler .....                                     | 6     |
| Şekil 2.2. Türkiye’de savunma sanayii sektöründe istihdam .....                                      | 6     |
| Şekil 2.3. Cirolarına göre ilk 25 firmanın toplam çalışan sayısı .....                               | 7     |
| Şekil 2.4. Türkiye’nin toplam savunma ve havacılık cirosu .....                                      | 7     |
| Şekil 2.5. Türkiye’nin toplam savunma ve havacılık ihracatı .....                                    | 8     |
| Şekil 2.6. Havada oluşan ses dalgalarının gösterimi .....                                            | 9     |
| Şekil 2.7. Ses dalgasının genlik ve periyot kavramlarının gösterimi .....                            | 10    |
| Şekil 2.8. Ses dalgasının hız ve dalga boyu kavramlarının gösterimi .....                            | 11    |
| Şekil 2.9. İşitilebilir ses basınç aralığı .....                                                     | 12    |
| Şekil 2.10. Serbest alanda bir noktadaki ses şiddeti vektörü .....                                   | 13    |
| Şekil 2.11. Nokta, çizgisel ve düzlemsel ses kaynakları .....                                        | 16    |
| Şekil 2.12. Ses alanları .....                                                                       | 17    |
| Şekil 2.13. Ses dalgalarının serbest alanda yayılması .....                                          | 18    |
| Şekil 2.14. SPL değerinin frekansa göre gösterimi .....                                              | 19    |
| Şekil 2.15. Frekans dağılımına göre geniş ve dar bant gürültüsü .....                                | 22    |
| Şekil 2.16. Bazı malzemelerin ses emilim özellikleri .....                                           | 25    |
| Şekil 2.17. Bir işyeri binasındaki doğrudan ve yansıyan ses .....                                    | 26    |
| Şekil 2.18. Kaynağından doğrudan ses emilimi .....                                                   | 26    |
| Şekil 2.19. Doğrudan sesi emen perde .....                                                           | 27    |
| Şekil 2.20. (a) Metal parçaları taşıma sistemi, (b) Sönümlenmiş metal parçaları taşıma sistemi ..... | 29    |
| Şekil 2.21. Boru titreşimlerini önleme seçenekleri .....                                             | 30    |
| Şekil 2.22. Muhafazalı ultrasonik kaynak makinesi .....                                              | 31    |
| Şekil 2.23. Muhafazasız ve muhafazalı pompa motoru .....                                             | 32    |
| Şekil 2.24. Muhafazalı pompa motoru kesiti .....                                                     | 33    |
| Şekil 2.25. Giriş çıkışlı bir pompa odası .....                                                      | 34    |
| Şekil 2.26. CCTV kameralı bir pompa odası .....                                                      | 35    |
| Şekil 2.27. Tipik bir gürültü sığınağı .....                                                         | 35    |
| Şekil 2.28. Gürültü seviyesi düşüş grafiği .....                                                     | 37    |
| Şekil 3.1. Tez çalışmasının aşamaları akış şeması. ....                                              | 41    |

| <b>Şekil</b>                                                            | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 3.2. İSGÜM akreditasyon sertifikası.....                          | 42           |
| Şekil 3.3. İş ve görevlerin hiyerarşisini gösteren örnek uygulama.....  | 45           |
| Şekil 3.4. Görev tabanlı ölçümde ölçüm sürelerinin belirlenmesi .....   | 46           |
| Şekil 3.5 Ölçüm alınan belirlenmiş atölyeler .....                      | 58           |
| Şekil 3.6. Kesim atölyelerindeki ortak üretim prosesleri .....          | 59           |
| Şekil 3.7. Talaşlı imalat atölyelerindeki ortak üretim prosesleri ..... | 62           |
| Şekil 3.8. Kaynak atölyelerindeki ortak üretim prosesleri .....         | 66           |
| Şekil 3.9. Boyama atölyelerindeki ortak üretim prosesleri .....         | 69           |

## RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim                                                                  | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| Resim 3.1. Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer .....                 | 50    |
| Resim 3.2. El tipi ses seviye ölçer (Svantek 947) kullanımı .....      | 50    |
| Resim 3.3. SV102 gürültü dozimetresi.....                              | 51    |
| Resim 3.4. Dozimetre kullanımında mikrofon konumu .....                | 52    |
| Resim 3.5. SV30A akustik kalibratör .....                              | 52    |
| Resim 3.6. Dairesel testere ile kesim işlemi .....                     | 59    |
| Resim 3.7. (a) Dikey ve (b) Yatay şerit testere ile kesim işlemi ..... | 60    |
| Resim 3.8. Giyotin makas ile kesim işlemi .....                        | 61    |
| Resim 3.9. Lazer kesim işlemi .....                                    | 61    |
| Resim 3.10. CNC tezgahları .....                                       | 62    |
| Resim 3.11. Radyal matkap ile delme işlemi .....                       | 63    |
| Resim 3.12. Universal freze tezgahı .....                              | 64    |
| Resim 3.13. Universal torna tezgahı.....                               | 64    |
| Resim 3.14. Pres tezgahı. ....                                         | 65    |
| Resim 3.15. MIG-MAG kaynağı.....                                       | 66    |
| Resim 3.16. TİG kaynağı.....                                           | 67    |
| Resim 3.17. Puntolama işlemi .....                                     | 68    |
| Resim 3.18. Çapak alma işlemi .....                                    | 68    |
| Resim 3.19. Taşlama işlemi.....                                        | 69    |
| Resim 3.20. Kumlama alanı .....                                        | 70    |
| Resim 3.21. Zımparalama işlemi.....                                    | 70    |
| Resim 3.22. Yıkama işlemi .....                                        | 71    |
| Resim 3.23. Hava püskürtme işlemi .....                                | 71    |
| Resim 3.24. Boyama işlemi.....                                         | 72    |

## GRAFİKLERİN LİSTESİ

| Grafik                                                                                   | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Grafik 4.1. Dairesel testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri .....         | 75    |
| Grafik 4.2. Dikey şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri .....      | 76    |
| Grafik 4.3. Yatay şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri .....      | 76    |
| Grafik 4.4. Giyotin makas ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri.....             | 77    |
| Grafik 4.5. Lazer kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                        | 78    |
| Grafik 4.6. Metal kesim atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri .....        | 79    |
| Grafik 4.7. CNC tezgah ile işleme prosesi gürültü maruziyet değerleri.....               | 81    |
| Grafik 4.8. Radyal matkap ile delme prosesi gürültü maruziyet değerleri.....             | 81    |
| Grafik 4.9. Universal torna ile talaş kaldırma prosesi gürültü maruziyet değerleri ..... | 82    |
| Grafik 4.10. Universal freze ile talaş kaldırma prosesi gürültü maruziyet değerleri..... | 83    |
| Grafik 4.11. Talaşlı imalat atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri .....    | 83    |
| Grafik 4.12. Büküm atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri .....             | 84    |
| Grafik 4.13. MIG-MAG kaynağı prosesi gürültü maruziyet değerleri.....                    | 86    |
| Grafik 4.14. TIG kaynağı prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                       | 87    |
| Grafik 4.15. Puntolama prosesi gürültü maruziyet değerleri.....                          | 87    |
| Grafik 4.16. Çapak alma prosesi gürültü maruziyet değerleri.....                         | 88    |
| Grafik 4.17. Taşlama prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                           | 89    |
| Grafik 4.18. Kaynak atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri.....             | 89    |
| Grafik 4.19. Boyama prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                            | 90    |
| Grafik 4.20. Kumlama prosesi gürültü maruziyet değerleri.....                            | 92    |
| Grafik 4.21. Zımparalama prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                       | 93    |
| Grafik 4.22. Yıkama prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                            | 93    |
| Grafik 4.23. Hava püskürtme prosesi gürültü maruziyet değerleri .....                    | 94    |
| Grafik 4.24. Boyama atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri .....            | 95    |
| Grafik 4.25. Montaj atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri.....             | 96    |
| Grafik 4.26. Proseslerin gürültü maruziyet değerleri .....                               | 97    |
| Grafik 4.27. Atölyelerin ortalama günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri .....       | 98    |

## SİMGE VE KISALTMALAR

|                  |                                                                                            |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABD              | Amerika Birleşik Devletleri                                                                |
| dB               | Desibel                                                                                    |
| dB(A)            | A-frekans ağırlıklı desibel                                                                |
| dB(C)            | C-frekans ağırlıklı desibel                                                                |
| EN               | Européen Normalisation (Avrupa Standartları)                                               |
| f                | Frekans                                                                                    |
| GSYİH            | Gayri Safi Yurtiçi Hasıla                                                                  |
| HSE              | Health and Safety Executive (İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)                   |
| Hz               | Hertz                                                                                      |
| ILO              | International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)                            |
| ISO              | International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)        |
| İSG              | İş sağlığı ve güvenliği                                                                    |
| İSGÜM            | İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı                       |
| kHz              | Kilohertz                                                                                  |
| KKD              | Kişisel Koruyucu Donanım                                                                   |
| Leq              | Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi                                                        |
| $L_{EX, 8h}$     | A-ağırlıklı gürültü seviyesi maruziyetinin 8 saatlik çalışma gününe normalize edilmiş hali |
| $L_{p,A,eqTe}$   | Etkin bir çalışma günü süresi için ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi          |
| $L_{p A,eqT m}$  | Görev m için gerçek A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi                       |
| $L_{p,C_{peak}}$ | C-ağırlıklı pik ses basınç seviyesi                                                        |
| m                | Metre                                                                                      |
| MAG              | Metal Aktif Gaz                                                                            |
| MIG              | Metal İnert Gaz                                                                            |
| mm               | Milimetre                                                                                  |

|        |                                                                                                               |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| nG     | Homojen bir maruziyet grubu için çalışan sayısı                                                               |
| NIOSH  | The National Institute for Occupational Safety and Health (Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü) |
| OSHA   | Occupational Safety and Health Administration (Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü)                       |
| P      | Ses basıncı                                                                                                   |
| Pa     | Paskal                                                                                                        |
| RMS    | Root mean square (Kareköklerin ortalaması)                                                                    |
| s      | Saniye                                                                                                        |
| SASAD  | Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği                                                              |
| SNR    | Gürültü düşürme seviyesi                                                                                      |
| SPL    | Sound pressure level (Ses basınç seviyesi)                                                                    |
| SSM    | Savunma Sanayii Müsteşarlığı                                                                                  |
| TİG    | Tunsten İnert Gaz                                                                                             |
| TS     | Türk standardı                                                                                                |
| TSK    | Türk Silahlı Kuvvetleri                                                                                       |
| TÜRKAK | Türk Akreditasyon Kurumu                                                                                      |



## 1. GİRİŞ

Uluslararası alanda ülkelerin ekonomik ve siyasal alandaki gücünü belirleyen temel unsurlardan birisi olan savunma sanayii sektörü, özellikle 2000’li yıllardan itibaren ülkemizde de önemli sektörlerden biri haline gelmiştir. Bu gelişimde, 1980’li yıllarda uygulanan hazır alım modellerinin, 1990’lı yıllarda ortak üretim modeli ve 2000’li yıllardan itibaren ise yurtiçi geliştirme modeline dönüşmesi en büyük etken olmuştur. Tedarik modelindeki bu değişimle birlikte üretici firmaların (yüklenici) da yabancından yerliye, kamudan özel sektör firmalarına doğru bir değişime uğradığı gözlemlenmektedir.

Türkiye’de Savunma Sanayii Sektörü denilince, özel sektör firmaları, askeri vakıf firmaları ve askeri fabrikalar ile çok özel, kısıtlanmış, ancak binlerce çalışanın yer aldığı bir sektör anlaşılmaktadır. 2014 yılı verileriyle Türkiye’de bu sektör çalışanlarının sayısının 50 bine yaklaştığı tahmin edilmektedir. Çalışan sayısının fazlalığı ve üretilen ürün yelpazesi göz önüne alındığında iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi önem arz etmektedir. Ülkemizde sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi amacıyla 30 Haziran 2012 tarihinde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe konulmuştur. İş sağlığı ve güvenliğine önleyici bir yaklaşım getiren bu Kanuna göre işyerlerinde var olan tehlikelerin tespit edilmesi, tehlikelerden kaynaklanan risklerin değerlendirilmesi, belirlenen risk faktörlerinin ölçüm, analiz ve teknik kontrolünün yapılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Gürültü maruziyetinin minimize edilmesi de, ilgili Kanunda öngörülen önemli sağlık unsurlarından biri olarak tespit edilmiştir.

Çalışanların uzun süreli olarak gürültüye maruz kalması sonucunda yüksek frekanslı seslerin duyulmaması, etki süresi arttıkça daha küçük frekanslı seslerin duyulmaması şeklinde işitme kayıpları ile karşı karşıya kalınmaktadır. İnsan sağlığı açısından işitme kayıpları, geri kazanılamayan ve iyileştirme sağlanamayan kayıplardandır. Gürültünün insan sağlığı üzerinde olumsuz pek çok etkisi görülmektedir. Bunlardan en önemlisi işitme duyusunu azaltmasıdır. Bunun dışında; kas gerilmeleri, stres, kan basıncında artış, kalp atışları, kan dolaşımının değişmesi, göz bebeğinin büyümesi ve uykusuzluk gibi fizyolojik etkilerinin yanında, sinir bozukluğu, korku, rahatsızlık, tedirginlik, yorgunluk, zihinsel etkinliklerde yavaşlama ve iş veriminin azalması gibi psikolojik etkileri görülmektedir. Gürültünün olumsuz etkilerini yok

etmek veya bu konuda oluşturulmuş standart değerlere çekebilmek için yöntemler geliştirmek, başka bir ifadeyle gürültü kontrol yöntemleri geliştirmek ve uygulamak işverenler için bir gerekliliktir.

Bu çalışmada, savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren 7 farklı işyerinin üretim ve montaj hatlarında çalışanların gürültü maruziyetlerinin belirlenmesi için kişisel gürültü ölçümleri yapılmış, günlük maruziyet değerleri hesaplanmış ve gürültü maruziyet değeri yüksek olan bölümlerde çalışanların günlük maruziyet değerlerinin yasal mevzuattaki sınır değerlerin altına indirilmesi için alınabilecek önlemlerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasının; Genel Bilgiler bölümünde, savunma sanayii sektörü hakkında bilgi, akustikle ilgili temel bilgiler, gürültü kontrol yöntemleri, gürültünün insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri gibi temel bilgiler ele alınmıştır. Gereç ve Yöntemler bölümünde ise, kişisel gürültü maruziyetinin ölçülmesinde kullanılan TS EN ISO 9612:2009 “Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardına göre nasıl ölçüm alındığı, inceleme yapılan işyerleri hakkında bilgiler, ön inceleme sonucunda ölçüm alınacak atölyelerin belirlenmesi ve bu atölyelerdeki prosesler hakkında ayrıntılı bilgiler yer almaktadır. Bulgular bölümünde, elde edilen gürültü ölçüm sonuçları ayrıntılı olarak verilmiş, sonuçların atölye ve proseslere göre kıyaslanması ve analizi yapılmıştır. Tartışma bölümünde, bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve literatürde rastlanan benzer çalışmalar karşılaştırılmış, ortak ve farklı noktalar ele alınmıştır. Son olarak bu çalışma ile elde edilen nihai veriler ve tavsiyeler Sonuç ve Öneriler bölümünde belirtilmiş, elde edilen bulgularla bu sektörde çalışanların maruz kaldığı gürültünün, yasal mevzuatımızda geçen sınır ve eylem değerlerinin altına yani çalışanlara zarar vermeyecek seviyelere düşürülmesi için alınabilecek önlemler üzerine yapılabilecek çalışmalardan bahsedilmiştir.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. SAVUNMA SANAYİİ SEKTÖRÜ**

Savunma sanayii, ülkelerin silahlı kuvvetleri için taktik, stratejik ve savunma amacına yönelik silah sistemleri ve donanımlarını (Tank, zırhlı araç, uçak, helikopter, roket vb.) tasarlayan, geliştiren ve üreten bir sektördür. Savunma sanayi sektörü özellikle yatırım malları üreten sanayi dalları başta olmak üzere, diğer bütün ekonomik faaliyet alanları ile iç içe olan özel ve kamu kuruluşlarının mülkiyetindeki işletmeler topluluğudur. Genel anlamda savunma sanayii; bir ülkenin savunmasında ihtiyaç duyulan her türlü savunma teçhizatının üretimi ve hizmetlerin planlanması ile bütün endüstriyel iş kollarını kapsayan bir organizasyondur.

Ülkelerin güçlü bir savunma sanayine sahip olma isteği sadece modern ekipmanlara sahip bir ordu ihtiyacından kaynaklanmaz. Savunma sanayi pek çok alt sektöre iş sağlarken, pek çok kişinin de istihdam edilmesine olanak sağlar. Bu şekilde modern bir orduya sahip olurken, artan üretim hem işsizliği azaltır, hem de gerçekleştirilen ihracat ya da önlenen ithalattan dolayı dış ticaret dengelenir. Diğer taraftan savunma sanayiinde meydana gelen teknolojik ilerlemeler otomotiv başta olmak üzere pek çok sektördeki ilerlemeye yön verir. Savunma sanayii kendine has bazı özellikleri nedeniyle pazar disiplini açısından diğer sektörlerden ayrılır.

Savunma sanayi alanındaki temel müşteri devlet, kullanıcıysa silahlı kuvvetlerdir. Dolayısıyla, sektör iç piyasada tek müşteriye uluslararası arenada ise devletlerin sayısı kadar müşteriye hitap eder. Son dönemde çifte kullanımlı sistemlerin, sivil ürünlerin ve anayurt güvenliğine ilişkin geleneksel anlamda askeri olarak nitelendirilemeyecek sistemlerin artması bir miktar müşteri çeşitlendirmesi sağlamıştır. Ancak dikkat edilmesi gereken husus, yeni müşterilerin de yine devlet kurumları olduğudur.

Ülkeler kriz anlarında ambargoyla karşılaşmamak ve büyük miktarda kaynağın ülke ekonomisinden dışarıya çıkmasını önlemek için savunma sanayiinde milliliği çok önemsemektedirler. Buna ek olarak, bir ordunun kendi ülkesinde üretilen modern ekipmanları kullanıyor olması o ülkenin gelişmişliğini gösteren bir prestij sembolü olarak algılanmaktadır. Bu millilik arayışı sektörde rasyonelliği, verimliliği ve rekabeti olumsuz etkileyebilir. Ülkeler

verimli olmakla, milli olmak arasında mukayeseli üstünlük teorisine aykırı tercihlerde bulunurlar. Bu sebeple Amerika başta olmak üzere tüm dünyada yerli olanı alma eğilimi nedeniyle sektörün dış ticaret hacminin sektör büyüklüğüne oranı %10 mertebesinde [1].

### **2.1.1. Dünya’da Savunma Sanayii Sektörü**

Dünya ekonomisine genel bir perspektifle bakıldığında, savunma sanayisinin dünya ekonomik konjonktüründeki yeri, büyüklüğü ve önemi dikkat çekicidir. Soğuk savaş sonrasında dünya siyasetinde yaşanan gelişmeler, kurulan ortaklıklar ve uluslararası siyasette yaşanan çekişmeler ile dünya genelinde yaşanan terör olayları nedeniyle ortaya çıkan güvenlik ihtiyacı savunma sanayisinin gelişimine hız kazandırmıştır.

2011 yılı sonu itibariyle dünyadaki askeri harcamalar toplamı 1,7 Trilyon ABD doları düzeyindedir. Harcamalar, harcama yapan ülkelerin GSYİH toplamlarına oranlandığında ortalama olarak %2,5 gibi bir oran elde edilir. 2011 yılı itibariyle askeri harcama büyüklükleri açısından ilk 15 ülke Tablo 2.1.’de verilmiştir. Tablo 2.1.’de görüldüğü gibi, ilk üç sırada ABD, Çin ve Rusya yer almaktadır. ABD’nin dünya askeri harcamaları içerisindeki payı yüzde 39’dur ve ABD, GSYİH’nin yüzde %4,4’ünü askeri harcamalara ayırmaktadır. Dünya askeri harcamalar içerisindeki %9,5’lik pay ile Çin ikinci sırada, %5,2’lik pay ile de Rusya üçüncü sıradadır. Suudi Arabistan’ın durumu da ilginç bulunabilir. Zira toplam askeri harcamalar içerisindeki payı %3,2 olsa dahi, GSYİH’nin %8,5’ini bu harcamalar için kullanmaktadır. Türkiye 18,2 Milyar ABD dolarlık tutar ile dünya ortalamasının altında bir oranda GSYİH’nin %2,3’ünü askeri harcamalar için kullanmakta ve dünya askeri harcamaları içerisinde %1’lik payı ile listeye on beşinci sıradan dâhil olmaktadır [2].

**Tablo 2.1. Askeri harcama büyüklükleri açısından ilk on beş ülke (2011) [2]**

|    | Ülke            | Askeri Harcamalar<br>(Milyar ABD\$) | Harcamalar / GSYİH<br>(yüzde) | Dünya Pay<br>(yüzde) |
|----|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1  | ABD             | 682.0                               | 4.4                           | 39.0                 |
| 2  | Çin             | 166.0                               | 2.0                           | 9.5                  |
| 3  | Rusya           | 90.7                                | 4.4                           | 5.2                  |
| 4  | İngiltere       | 60.8                                | 2.5                           | 3.5                  |
| 5  | Japonya         | 59.3                                | 1.0                           | 3.4                  |
| 6  | Fransa          | 58.9                                | 2.3                           | 3.4                  |
| 7  | Suudi Arabistan | 56.7                                | 8.5                           | 3.2                  |
| 8  | Hindistan       | 46.1                                | 2.5                           | 2.6                  |
| 9  | Almanya         | 45.8                                | 1.4                           | 2.6                  |
| 10 | İtalya          | 34.0                                | 1.7                           | 1.9                  |
| 11 | Brezilya        | 33.1                                | 1.5                           | 1.9                  |
| 12 | Güney Kore      | 31.7                                | 2.7                           | 1.8                  |
| 13 | Avusturalya     | 26.2                                | 1.7                           | 1.5                  |
| 14 | Kanada          | 22.5                                | 1.3                           | 1.3                  |
| 15 | Türkiye         | 18.2                                | 2.3                           | 1.0                  |
|    | Dünya Toplamı   | 1,753.0                             | 2.5                           | 100.0                |

### 2.1.2. Türkiye’de Savunma Sanayii Sektörü

Türk savunma sanayi, kamu ve özel sektör kuruluşlarından oluşmaktadır. Kamuya ait bölümü Türk Silahlı Kuvvetleri’ne bağlı İkmal Bakım Merkezleri, tersaneler ve diğer askeri fabrikalar ile Makina ve Kimya Endüstrisi Genel Müdürlüğü ve bağlı fabrika müdürlüklerinden oluşmaktadır. Kamu ortaklı kuruluşlar, Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) ve Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı’nın iştiraki olan kuruluşlardan, sermaye yapılarına göre ikiye ayrılan özel sektör kuruluşları ise, yerli sermayeli firmalar ve yabancı ortakların sermayenin bir kısmına sahip olduğu firmalardan meydana gelmektedir. Sektörün kamu kuruluşları, ağırlıklı olarak TSK ihtiyaçlarını karşılamak için kurulmuş olmakla birlikte, sivil kullanım amaçlı mal ve hizmet üretimleri de vardır, fakat bu hizmetler sınırlıdır. Sektör cirosunun önemli bir bölümü, kamu tarafından kurulan ve kamu kontrolünde faaliyet gösteren kuruluşlardan oluşmaktadır.

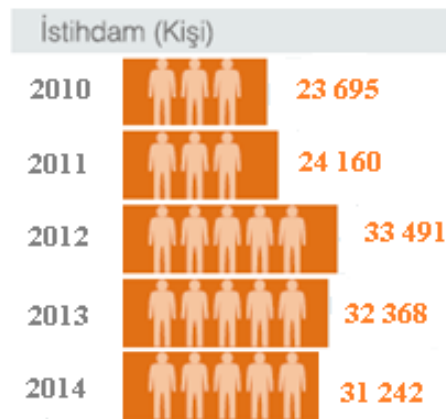
Sektörün TSK ihtiyaçlarına cevap verebilme seviyesi ve ihracat kapasitesi, alt sektörlerle göre değişiklik göstermektedir. Kara ve deniz platformu üretim teknolojilerinde milli yeteneklerin seviyesi, güdümlü silahlar ve hava araçları üretim teknolojilerine göre nispeten daha ileri seviyededir.



**Şekil 2.1. Türk savunma sanayii ürünlerinden bazı örnekler**

Ülkemizde özel sektörün en üst düzeyde yer alacağı, teknolojik yeniliklere açık, argeye dayalı ulusal bir savunma sanayinin geliştirilmesi devlet tarafından benimsenmiş bir prensiptir. Ancak, savunma ve güvenlik kendine özgü tehdit algısı sebebiyle, savunma sanayii sektöründe yapılan üretim özel mevzuat kurallarına tabidir. Örneğin, Savunma Sanayii Güvenliği Kanunu kapsamında “Tesis Güvenlik Belgesi” alınma zorunluluğu ve üretim faaliyetlerinin belli gizlilik ve güvenlik kurallarına tabi tutulmasıdır.

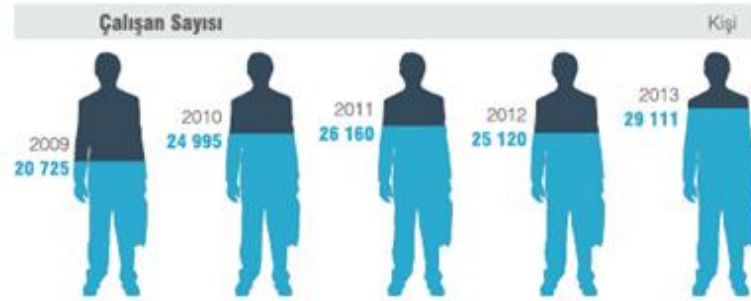
Türkiye, savunma sanayi ürünleri üretimindeki 2,317 milyar \$’lık büyüklüğü ile Dünya’daki toplam ürün üretiminde (347 milyar \$) %0,8’lik bir paya sahiptir. Türkiye’nin savunma sanayi ürünleri üretimi 2005 yılından bu yana her yıl düzenli bir artış eğilimi göstermektedir [2].



**Şekil 2.2. Türkiye’de savunma sanayii sektöründe istihdam.**

Sektörde 2014 yılı itibariyle çalışan sayısı 31 242'dir. Sektörün personel istihdam hesaplamasında sadece kadrolu olarak çalışan personel dikkate alınmıştır. Fakat deniz araçları alt sektöründe yoğun taşeron işçiliği kullanılmaktadır. 2013 istihdam verilerine göre görülen istihdamdaki azalma, deniz araçları alt sektöründe yoğun taşeron işçiliği kullanılması ve TSK Fabrika ve Bakım Tesisleri personelinin dikkate alınmamasından kaynaklanmaktadır [3].

Cirolarına göre ilk 25 firma değerlendirildiğinde yıllara göre toplam çalışan sayısı Şekil 2.3.'de gösterilmiştir. Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi, toplam çalışan sayısı 2009 yılında 20 725 kişi iken 2013 yılında 29 111 kişiye ulaşmıştır. 2012-2013 yılları arasındaki artış oranı ise %15'dir. Çalışanların yaklaşık %30'u mühendis istihdamıdır [4].



Şekil 2.3. Cirolarına göre ilk 25 firmanın toplam çalışan sayısı [4].

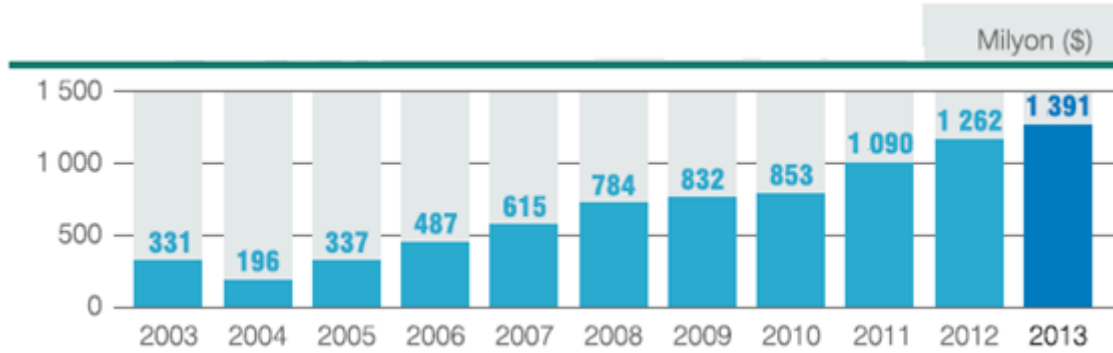
Türkiye'de savunma sanayii alanında faaliyet gösteren üretici firma, kurum ve kuruluşlardan gereken kriterleri sağlayabilenler Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği (SASAD) çatısı altında toplanmışlardır. Eylül 2013 tarihi itibarıyla derneğin 135 üyesi bulunmaktadır. Bu firmaların iş kollarına göre dağılımı Ek-1'de verilmiştir.

Türkiye'nin toplam savunma ve havacılık cirosu Şekil 2.4.'de gösterilmiştir. Şekil 2.4.'de görüldüğü gibi, toplam savunma ve havacılık cirosu 2012 yılına nazaran 2013 yılına göre %5,75 oranında bir büyüme ile 5,076 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir [4].



Şekil 2.4. Türkiye'nin toplam savunma ve havacılık cirosu [4].

Türkiye'nin toplam savunma ve havacılık ihracatı Şekil 2.5.'de gösterilmektedir. Şekil 2.5.'de görüldüğü gibi, toplam savunma ve havacılık ihracatı 2011 yılına nazaran 2013 yılında %10'luk artışla 1,4 milyar dolar mertebesine çıkmıştır [4].



Şekil 2.5. Türkiye'nin toplam savunma ve havacılık ihracatı [4].

## 2.2. AKUSTİKLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Akustik, ses dalgalarının oluşumu, iletimi ve algılama sürecini çeşitli ölçüm yöntemleriyle inceleyen bir bilimdir. Eski Yunancada “işitmek” anlamına gelen akustiğin temelleri fizikçi ve filozof olan Aristoteles tarafından atılmış olup tarihi ilk çağlara kadar uzanmaktadır. Phytagoras, Galileo, Newton, Edison, Hertz, Fourier gibi önemli bilim insanları da ses dalgalarını kuramsal ve deneysel yönden inceleyerek bu bilime önemli katkılarda bulunmuşlardır [5].

### 2.2.1. Sesin Tanımı

Ses, nesnel (fiziksel) ve öznel (fizyolojik) açıdan iki farklı şekilde tanımlanabilir. Fiziksel olarak ses; katı, sıvı, gaz gibi elastik ortamlarda, bir titreşim kaynağı tarafından meydana getirilen basınç salınımları veya değişimleri sonucu ortam partiküllerinin yer değiştirmesidir. Fizyolojik açıdan ise ses; bir titreşim kaynağı tarafından hava ya da diğer elastik ortam içinde meydana getirilen basınç değişimlerinin, işitme sisteminde yaptığı uyarı sonucu oluşan duyumdur. Diğer bir deyişle, fiziksel açıdan belirli bir frekans aralığındaki titreşimin varlığı ses olarak kabul edilirken, fizyolojik açıdan bakıldığında önemli olan bu titreşiminin duyu organı tarafından algılanmasıdır [6-10].



## 2.2.2. Gürültünün Tanımı

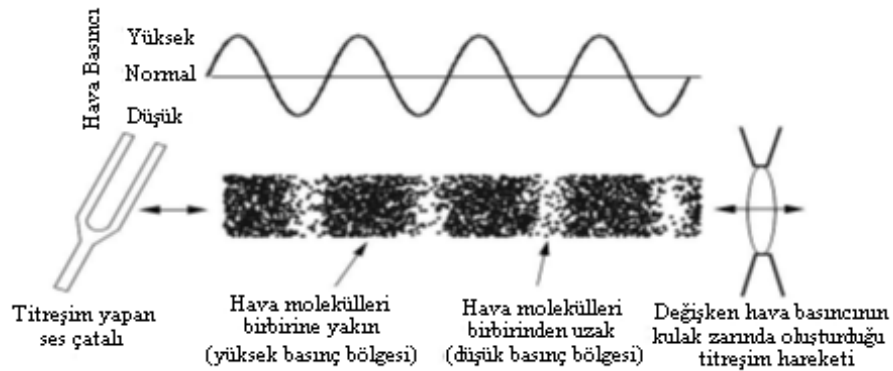
Gürültü, istenmeyen ve hoşla gitmeyen katı, sıvı ve gazlardaki basınç değışiklikleri ile oluşturulan mekanik titreşimlerdir. Başka bir ifadeyle, istenmeyen sese gürültü denir. Sağlık etkileri yönüyle, işitme duyusuna zarar verebilen yüksek ses olarak tanımlanabilir [11].

## 2.2.3. Sesin Fiziksel Özellikleri

### 2.2.3.1. Ses dalgası

Dalga hareketi, ilerlediği ortamda yaptığı titreşim hareketlerine bağı olarak farklılık göstermektedir. Dalganın ilerleme yönü ile ortam taneciklerinin titreşim doğrultusu aynı ise bu dalgalara boyuna dalgalar, ilerleme yönü ile titreşim doğrultusu birbirine dikse buna enine dalgalar denir. Enine dalga oluşum mekanizmasının çalışması için, ortam tanecikleri arasında, net bir çekim kuvvetinin olması gerekmektedir, bu yüzden gaz ortamında enine dalga oluşmaz. Gaz molekülleri birbirinden uzaklaşma ve hacmi genişletme eğilimi gösterirler. Yani, aralarında çekme değil, itme olarak adlandırılabilir bir etkileşme söz konusudur. Katı ve sıvı ortamlarda ise, moleküller birbirini sıkıca çekme eğilimindedir. Bu nedenle, katı ve sıvılarda hem enine hem de boyuna dalgalar oluşabilir.

Ses, katı ve sıvı ortamlarda hem enine hem de boyuna dalgalarla, havada ise sadece boyuna dalgalarla yayılmaktadır [12]. Ses dalgası, bir ortamda ilerlerken; ortamın parçacıkları, dalganın hareket doğrultusu boyunca yoğunluk ve hacim değışiklikleri üreterek titreşmektedir [6-10]. Bir ses çatalının titreşimi sonucu havada oluşan ses dalgaları Şekil 2.6.'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Havada oluşan ses dalgalarının gösterimi [13].

Ses dalgaları veya daha genel olarak bir dalga hareketi genlik, frekans, dalga boyu ve hız parametreleri ile karakterize edilmektedir.

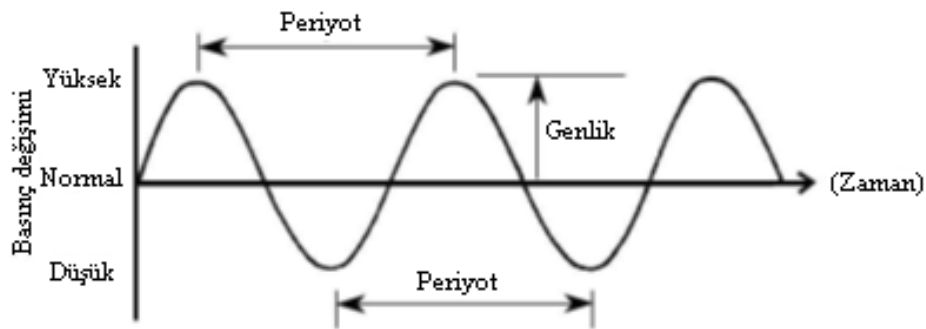
### 2.2.3.2. Genlik

Genlik, ses dalgalarının dikey büyüklüğünün bir ölçüsüdür. Ses dalgalarını oluşturan sıkışma ve genleşmeler arasındaki fark (Şekil 2.7.), dalgaların genliğini belirlemektedir. Ses dalgaları havada veya başka bir elastik ortamda titreşen partiküller tarafından üretilir ve dalga hareketinde ilerleyen elastik ortamın partikülleri değil, dalganın enerjisidir [14]. Örneğin titreştirilen bir gitar teli, yaptığı periyodik salınım hareketiyle, hava moleküllerinin belli bir frekansta sıkışmasını ve genleşmesini sağlamaktadır. Teldeki enerji havaya bu şekilde iletilmektedir. Enerjinin miktarı ise, teldeki titreşimin genliğiyle doğru orantılıdır.

### 2.2.3.3. Frekans ve periyot

Ortam parçacıkları kendilerini harekete geçiren etkinin periyodik hareketlerini tekrarlamaktadır. Bir tekrar için geçen süreye periyot denir. Birimi saniyedir ve “T” ile gösterilir [5]. Ayrıca, periyot zaman ekseninde kendini tekrar eden iki eş basınç bölgesi arasındaki mesafe olarak tanımlanır ve periyot kavramı Şekil 2.7.’de gösterilmiştir.

Frekans, birim zamandaki titreşim sayısı yani parçacığın bir saniyede yaptığı harmonik hareketin sayısıdır. Birimi Hertz (Hz)’dir ve “f” ile gösterilir. Periyot ile arasında  $T=1/f$  ilişkisi vardır [5].



Şekil 2.7. Ses dalgasının genlik ve periyot kavramlarının gösterimi

Duyuma yeteneği kişiden kişiye göre büyük değişimler göstermekle birlikte, sağlıklı ve genç bir insan kulağı 20 Hz ile 20 000 Hz arasındaki frekanslara sahip sesleri duyabilmektedir. Bu bölgeye "İşitilebilir Frekans Aralığı" denir. 1 ile 20 Hz frekans aralığı "İnfrasonik Frekanslar" olarak adlandırılır. Duyulamazlar fakat titreşimler şeklinde hissedilebilirler. 20 000 – 40 000 Hz frekans aralığı "Ultrasonik Frekanslar" olarak adlandırılır [6,14].

#### 2.2.3.4. Dalga boyu

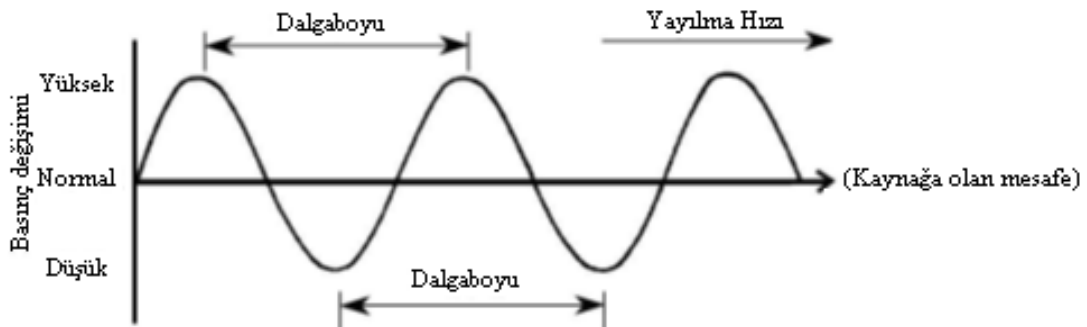
Dalga boyu, aynı basına sahip art arda iki nokta arasındaki uzaklık olarak tanımlanabilir (şekil 2.8.). Birimi metre (m)'dir ve " $\lambda$ " ile gösterilir [5].

#### 2.2.3.5. Ses hızı

Ses dalgasının hızı, bir titreşim kaynağı tarafından oluşturulan alçak ve yüksek basınç bölgelerinin kaynaktan uzaklaşması olarak tanımlanabilir (şekil 2.8.) [6-10]. Sesin hızı frekanstan bağımsızdır yalnızca havadaki nem ve basınçtan bir miktar etkilenir. Hava sıcaklığının ses hızı üzerinde önemli bir etkisi vardır, 20° C hava sıcaklığında ses 344 metre/saniye hızla ilerlemekte, her 1° C sıcaklık artışında sesin hızı 0,61 metre/saniye artmaktadır. Ses hızı ile frekans ve dalga boyu arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikteki gibidir.

$$c = f \cdot \lambda \quad (2.1)$$

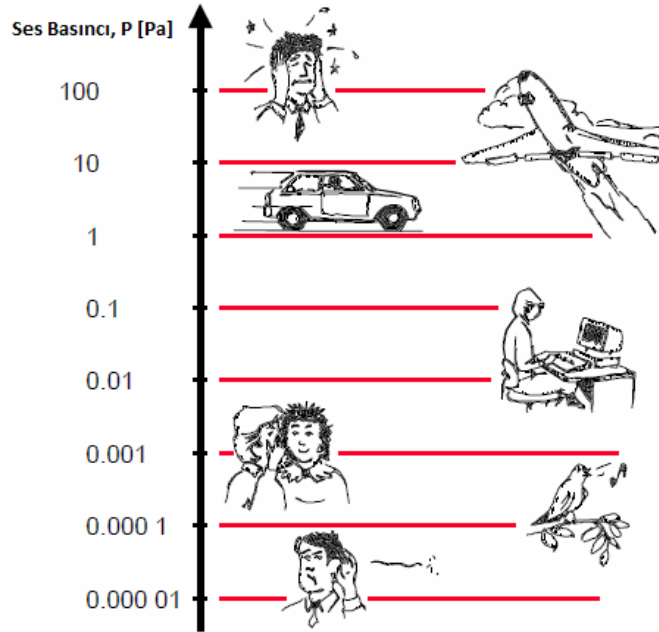
Burada; c ses hızı (m/s), f frekans (Hz),  $\lambda$  dalga boyu (m)'dir.



şekil 2.8. Ses dalgasının hız ve dalga boyu kavramlarının gösterimi

### 2.2.3.6. Ses basıncı

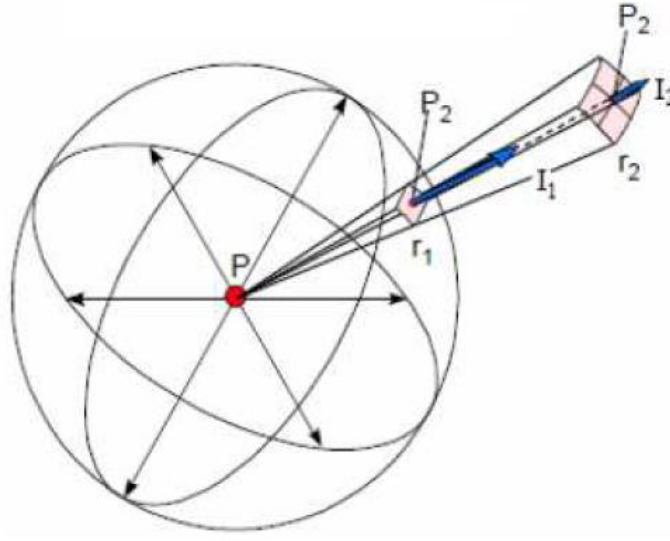
Ses titreşimlerinin atmosferik basınçta meydana getirdiği ufak değişikliklere akustik basınç ya da ses basıncı denir ve “P” ile gösterilir. Ses basıncı, normal atmosfer basıncının milyonda biri olan “microbar” veya “dyn/cm<sup>2</sup>” olarak, ayrıca, “Pascal” veya “N/m<sup>2</sup>” olarak da ifade edilebilir. Statik atmosfer basıncı ile karşılaştırıldığında işitilebilir ses basıncı çok küçüktür ve 20  $\mu$  Pa (10<sup>-6</sup> Pa) ile 100 Pa arasındadır. 20  $\mu$ Pa ortalama bir kişi tarafından duyulabilecek en düşük ses seviyesi olarak kabul edilmiştir ve duyum eşiği olarak adlandırılır. 100 Pa ise acı veren çok yüksek bir seviyedir ve acı eşiği olarak adlandırılır (Şekil. 2.9.) [6,10].



Şekil 2.9. İşitilebilir ses basınç aralığı [15].

### 2.2.3.7. Ses şiddeti

Bir noktasal kaynaktan yayılan ses dalgası, serbest alanda, (başka bir ses kaynağı veya yansıtıcı yüzey olmaksızın) küresel olarak yayılmaktadır (Şekil 2.10.). Bir ses kaynağı tarafından W gibi bir ses gücü üretildiğinde, kaynaktan komşu hava moleküllerine doğru bir enerji akışı meydana gelir. Yayılmakta olan bu enerji, geçtiği her noktada ses basıncına neden olur. Yayılan bu enerjinin belli bir doğrultuda birim zamanda birim alandan geçen miktarına “Ses Şiddeti” denir [6,10]. Birimi Watt/m<sup>2</sup> dir. Ses şiddeti vektörel bir büyüklüktür.



**Şekil 2.10. Serbest alanda bir noktadaki ses şiddeti vektörü [15]**

Serbest alanda bir noktadaki ses şiddeti, kaynağın ses gücü ile noktanın kaynağa uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalmakta olup aşağıdaki eşitlikteki gibi ifade edilmektedir.

$$I = \frac{W}{4\pi.r^2} = \frac{P^2}{\rho.c} \quad (2.2)$$

Burada; I: Ses şiddeti (watt/m<sup>2</sup>), W: Kaynağın ses gücü (watt), P: Ses basıncı (Pa),  $\rho$  : Ortamın yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>), c: Sesin yayılma hızı (m/s), r: Kaynaktan uzaklık (m).

#### 2.2.3.8. Ses gücü

Bir ses kaynağının birim zamanda yaydığı ses enerjisinin gücüne “Ses Gücü” denir. Bir başka deyişle ses gücü, akustik enerjinin yayılma hızı olarak da tanımlanabilir. Ses gücü birimi Watt’dır. Ses gücü, bir ses kaynağının ne kadar akustik enerji üreteceğinin temel ölçüsüdür ve kaynağın bulunduğu çevreden bağımsızdır. Ses basıncı ise ses gücünün bir etkisidir. Küresel bir ses kaynağının ses gücü aşağıdaki eşitlikteki gibi ifade edilmektedir.

$$W = 4\pi.r^2.I \quad (2.3)$$

Burada; W: Kaynağın ses gücü (watt), I: Kaynağın ses şiddeti (watt/m<sup>2</sup>), r : Küresel kaynağın merkezinden yüzeye olan uzaklık (m).

## 2.2.4. Desibel Skalası ve Ses Düzey Parametreleri

### 2.2.4.1. Desibel skalası

Bir ses gücünün değeri hakkındaki karar kesin bir terimle ifade edilmemekte, diğer bir ses gücünden ne kadar büyük veya ne kadar küçük olmasına göre belirlenmektedir. Bu çok geniş bir güç aralığını içine almaktadır. Böyle bir güç aralığını belirtmek için uygun bir logaritmik cetvelin kullanılması gerekmektedir. Alexander Graham Bell'in anısına "bell" adı verilen bu cetvel, 10 tabanına göre logaritması alınarak gösterilen ses gücü cetvelidir ve bu gösteriş biçimi referans bir ses gücü kaynağına bağlıdır [16].

Bell birimi, iki büyüklüğün oranının logaritması olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla 1 bell, oranları 10 olan iki büyüklüğü göstermektedir. Bu oranın çok yüksek olmasından dolayı, bell'in onda biri olarak tanımlanan "desibel" adı verilen birim daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Desibel, genellikle güç ya da güç eşdeğeri büyüklükleri ölçmekte kullanılır. "Desibel" (dB) ile ölçtüğümüz büyüklüklere "Seviye" adı verilir. Düzeyleri belirlemede kullanılan desibel ölçeği, duyma eşiği (20  $\mu$  Pa) ile ağrı eşiği (100 Pa) arasındaki büyük değer farkını, kullanım açısından basit, faydalı ve uygulama kolaylığı getiren 0 dB ile 140 dB aralığına dönüştürmektedir [6-10].

### 2.2.4.2. Ses basınç seviyesi (SPL)

Ses basınç seviyesi (SPL), ses basıncının Paskal biriminden desibel birimine dönüştürülmesiyle elde edilen büyüklük olarak tanımlanır ve

$$L_p = 10 \log \left[ \frac{P_1}{P_0} \right]^2 = 20 \log \left[ \frac{P_1}{P_0} \right] \quad (2.4)$$

eşitliği yardımıyla hesaplanabilir [6-10]. Burada;  $L_p$ : Ses basınç düzeyi (dB),  $P_1$  : Ses basıncı (Pa),  $P_0$  : Referans ses basıncı ( $2 \times 10^{-5}$  Pa)'dır.

### 2.2.4.3. Ses şiddeti seviyesi

Ses şiddeti seviyesi " $L_I$ " ise,

$$L_I = 10 \log \left[ \frac{I}{I_0} \right] \quad (2.5)$$

eşitliğinden dB cinsinden hesaplanmaktadır. Uluslararası referans ses şiddeti olarak,  $I_0=10^{-12}$  Watt/m<sup>2</sup> kabul edilmektedir. Bu değer Eşitlik 2.5.'de yerine konulduğunda,

$$L_I = 10 \cdot \log(I) + 120 \text{ (dB)} \quad (2.6)$$

eşitliği elde edilir [6-10].

#### 2.2.4.4. Ses gücü seviyesi

Ses gücü seviyesi “ $L_w$ ”,

$$L_w = 10 \cdot \log \left[ \frac{W}{W_0} \right] \quad (2.7)$$

eşitliğinden dB cinsinden hesaplanmaktadır. Uluslararası referans ses gücü olarak;  $W_0 = 10^{-12}$  Watt kabul edilmektedir. Bu değer Eşitlik 2.7.'de yerine konulduğunda,

$$L_w = 10 \cdot \log(W) + 120 \text{ (dB)} \quad (2.8)$$

eşitliği elde edilir [6-10]. Çeşitli ses kaynaklarının tipik ses gücü ve ses gücü seviyeleri Tablo 2.2.'de verilmiştir [10].

**Tablo 2.2. Çeşitli ses kaynaklarının tipik ses güçleri ve ses gücü seviyeleri [10]**

| Kaynak                | Ses Gücü<br>(Watt) | Ses Gücü Seviyesi<br>(dB, $W = 10^{-12}$ Watt) |
|-----------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| Fısıltı               | $10^{-9}$          | 30                                             |
| Normal Konuşma        | $10^{-5}$          | 70                                             |
| Bağırarak Konuşma     | $10^{-3}$          | 90                                             |
| Kamyon Kornası        | $10^{-1}$          | 110                                            |
| Pervaneli Uçak Motoru | 1                  | 120                                            |
| Senfoni Orkestrası    | 10                 | 130                                            |
| Dört Pervaneli Uçak   | 100                | 140                                            |
| Dört Jet Motorlu Uçak | $5 \times 10^4$    | 167                                            |
| Satürn Roketi         | $5 \times 10^7$    | 197                                            |

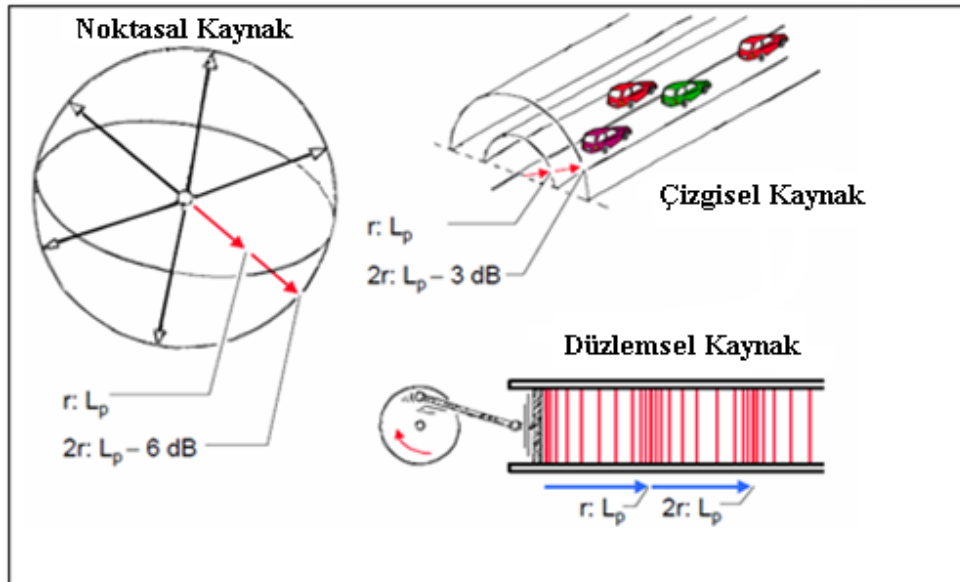
## 2.2.5. Ses Üretimi ve Sesin Yayılması

### 2.2.5.1. Ses kaynakları

Ses kaynakları noktasal, çizgisel ve düzlemsel olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Şekil 2.11.). Kaynaktan uzaklık iki katına çıktığında ses basıncı yarıya düşüyor veya ses basınç düzeyi 6 dB azalıyorsa, ses kaynağı noktasal demektir [15]. Endüstride kullanılan makinelerin büyük bir çoğunluğu noktasal ses kaynaklarıdır.

Bir diğer ses kaynağı türü ise çizgisel kaynaktır. Akışkan madde taşıyan bir boru hattı veya trafik yoğunluğu yüksek olan bir yol çizgisel kaynağa örnek gösterilebilir. Bu tür ses kaynaklarında, uzaklık iki katına çıktığında ses basınç düzeyi 3 dB azalmaktadır [15].

Üçüncü tip ses kaynakları ise nadiren rastlanan düzlemsel kaynaklardır. Pistonlu bir silindirin çalışması bu ses kaynağına örnek olarak verilebilir. Pistonun hareketi ile oluşan ses enerjisinin silindir içinde herhangi bir kayba uğramadan ilerlediği kabul edilir, bu yüzden düzlemsel kaynaklarda ses basınç düzeyi uzaklıkla değişmez yani sabittir. Bir başka deyişle, silindir içindeki her noktada ses şiddeti aynıdır [15].

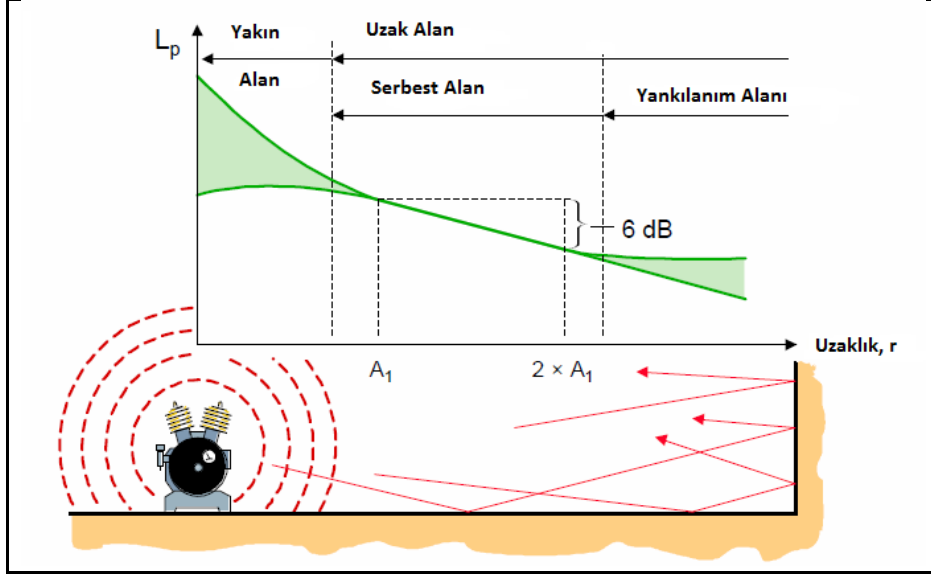


Şekil 2.11. Nokta, çizgisel ve düzlemsel ses kaynakları [15]



### 2.2.5.2. Ses alanları

Pratikte herhangi bir ses kaynağının etrafında yakın alan, uzak alan, serbest alan ve yankılanım alanı olmak üzere 4 çeşit ses alanı olduğu kabul edilir (Şekil 2.12.).



Şekil 2.12. Ses alanları [15]

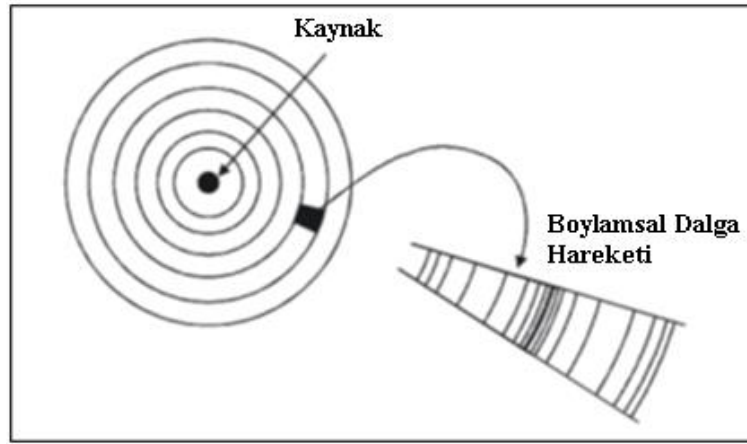
Kaynağın çok yakınında bulunan, uzaklığın çok az değişmesi durumunda bile ses basınç düzeyinde büyük farklılıkların olduğu alana 'yakın alan' denilmektedir. Bu alan kaynaktan yayılan en düşük frekanslı sesin dalga boyu kadar ya da kaynağın en uzun boyutunun iki katı kadar bir alanı kapsamaktadır ve yakın alanda ses ölçümlerinin yapılmamasına dikkat edilmelidir [7,15].

Uzak alan ise serbest ve yankılanım alanları olmak üzere iki bölgeye ayrılmaktadır. Serbest alanda ses dalgaları, yayılmasını etkileyecek herhangi bir yansıtıcı veya yutucu yüzeylerle karşılaşmadan ilerlerler. Bu alanda, kaynağa olan mesafe iki katına çıktığında ses düzeyinde 6 dB'lik bir azalma gözlenir. Yankılanım alanında ise, duvarlar ya da çevredeki nesnelerden yansarak gelen ses düzeyi, kaynaktan gelen kadar şiddetli olabilmektedir [7,15].

### 2.2.5.3. Sesin yayılması

Rüzgar, sıcaklık ve diğer fiziksel etkilerin dışında ses hava içinde, kaynağa bağlı küresel yüzeyler halinde yayılmaktadır. Yayılan enerjinin bir kısmı, karşısına çıkan engelin yüzeyine

çarpar ve yüzeyin normali ile eşit açı yaparak yansır. Bir kısmı ise engelin yapısına bağlı olarak, çeşitli şekillerde engeli geçerek iletilir. Diğer bir kısmı da engeller tarafından yutulur. Daha öncede bahsedildiği gibi serbest alan, herhangi bir yansıtıcı veya yutucu yüzeyin bulunmadığı homojen bir ortamdır. Ses dalgaları serbest alan içinde bütün yönlerde eşit olarak ve 344 m/s hızla yayılır (Şekil 2.13.). Bu tip yayılma ses dalgalarının küresel yayılması olarak da adlandırılır [9].



**Şekil 2.13. Ses dalgalarının serbest alanda yayılması [5]**

Serbest alanda sesin yayılmasında etkili olan faktörler meteorolojik ve çevresel olmak üzere ikiye ayrılabilir. Meteorolojik faktörler rüzgar, sıcaklık ve havanın yutuculuk etkisi, çevresel faktörler ise uzaklık, zemin ve engel faktörleridir.

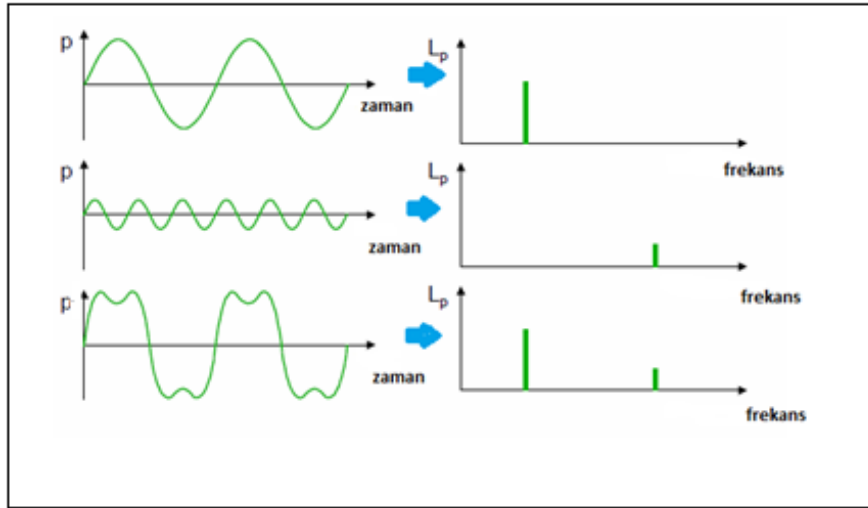
Serbest alan içindeki noktasal bir kaynaktan ses bütün yönlerde eşit bir şekilde yayılmaktadır. Fakat serbest alan koşullarının tam olarak sağlanması çok zordur ve yansılardan dolayı bazı yönlerdeki ses yayılımı diğer yönlerden daha büyük olabilmektedir.

#### **2.2.6. Ses Frekansının Analizi**

Harmonik ses basıncı değişiminin meydana getirdiği seslere “arı ses” (saf ton) adı verilmektedir. Değişik frekanslardaki iki ya da daha çok arı sesin birleşmesi sonucunda harmonik olmayan “periyodik sesler” elde edilebilmektedir. Doğada, arı ses olarak tanımladığımız tek bir harmonikten oluşan seslere ender rastlanmakta, periyodik seslere ise daha çok rastlanmaktadır. Karmaşık (kompleks) sesler ne harmonik ne de periyodik değildir. Bir başka deyişle, meydana getirdikleri ses basıncının, zamanla değişimi gelişigüze değildir.

Doğada rastlanılan sesler çoğunlukla karmaşık sesler olduğundan; frekans analizi, ses (gürültü) ölçüm analizinde önemli bir yere sahiptir. Karmaşık bir sesin frekans dağılımı incelendiğinde, o sesin daha çok hangi frekanslardaki seslerden oluştuğu kolayca görülebilir. Gürültü kontrolü açısından, birçok durumda gürültünün frekans dağılımını bilmek gerekmektedir. Çünkü gürültü kontrolü için alınacak önlemler, oluşması veya yayılması önlenecek sesin frekansına bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca, insan kulağının her frekanstaki sese gösterdiği duyarlılıkta farklıdır.

Periyodik veya karmaşık seslerin kendilerini oluşturan arı seslere ayrılması işlemine “Frekans Analizi”, her harmonik ses basıncı değişiminin grafikte gösterilmesine ise “Frekans Dağılımı” denilmektedir. Ses ya da gürültü enerjisinin frekanslara göre dağılımını bu grafik göstermektedir. Temel olarak frekans analizi, ses basıncı değişimlerini elektronik olarak belli bir frekans aralığında filtre ederek bu aradaki titreşimlerin büyüklüğünü yani enerjisini ölçmektir. Bu şekilde geçmesine izin verilen frekans aralığı değiştirilerek, her frekans bandındaki bileşenlerin katkısını bulmak mümkün olmaktadır. SPL değerlerinin frekansa göre gösterimleri Şekil 2.14.’de verilmiştir.



**Şekil 2.14. SPL değerinin frekansa göre gösterimi [17]**

Frekans analizi yapan cihazlara “Frekans Analizörü” adı verilmektedir. Bu cihazlar işlemleri otomatik olarak yapan sabit bant ve sabit yüzdeli bant genişlikli çözümleyicilerden oluşmaktadır.

### 2.2.6.1. Oktav bantları

Çok geniş bant aralığı kullanıldığında frekans analizi fazla bir anlam taşımamakta, buna karşılık çok dar bant aralığı kullanılması da gereksiz zaman kaybına neden olabilmektedir. Bant genişliğini çoğunlukla yapılacak analizin niteliği ve duyarlılığı belirlemektedir. Bu sorunu çözmek için ses ve gürültü analizinde oktav ve 1/n oktav bantları ( $n = 2, 3, \dots, 10$  vb.) kullanılarak standartlaşmaya gidilmiştir. Genellikle oktav analizi kullanılmakla birlikte, duyarlılık gerektiren durumlarda yaygın olarak 1/3 oktav veya 1/10 oktav analizi kullanılmaktadır [17].

Bir oktav bandında, bandın üst frekansı alt frekansın iki katıdır ve her bandın üst sınır değeri bir sonraki bandın alt sınır değeridir. Her bandın merkez frekansı ise alt ve üst sınır değerlerinin geometrik ortalamasıdır.

### 2.2.7. Frekans Ağırlıklandırma

Frekans ve ses seviyesine göre, ses algısındaki farklılıklar oluşur, frekans ağırlıklı ses basınç seviyeleri, işitme kaybı riskinin değerlendirilmesi için kullanılır. Gürültü ölçerler teorik olarak bütün frekanslar için aynı tepkiyi vermelerine karşın, insan kulağı farklı frekanslara farklı tepkiler vermektedir. Gürültü ölçerlerin ölçümlerde insan kulağı gibi yanıt verebilmesi için ses skalaları kullanılması gerekmektedir. Çeşitli amaçlar için geliştirilmiş ve kullanılan dört çeşit filtre vardır ve bunlar A, B, C ve D ağırlıklı filtrelerdir [17].

Uluslararası standartlarla tanımlı olan ağırlık skalaları, ses ölçümü yapmakta kullanılan cihazlarda elektronik devreler aracılığıyla ses basıncı düzeylerine uygulanırlar ve ölçüm sonuçları dB(A) (A-ağırlıklı ses basınç seviyesi), dB(C) (C- ağırlıklı ses basınç seviyesi) vb. olarak verilir.

Tüm filtreler 1000 Hz’de düz bir tepkiye sahiptir. Gürültü denetim çalışmalarında en yaygın olarak kullanılan A-ağırlıklı ses filtresi, işitme sistemlerinin orta ve düşük şiddetteki seslere karşı davranışını temel almaktadır. İnsan kulağı çok düşük ve çok yüksek frekanslara karşı yeterince duyarlı olmadığı için, A-ağırlıklı filtre insanın işitme sisteminin frekans tepkisini yansıtmaktadır. A-ağırlıklı ölçme sonuçlarının öznel değerlendirmelerde B ve C’den daha iyi

uyum sağladığı gözlemlendiği için, A-ağırlıklı filtreler ses düzeyinden bağımsız olarak hemen her tür ses için kullanılmaktadır. C-ağırlıklı filtre ise yaklaşık olarak düz bir frekans tepkisine sahiptir ve çoğunlukla karayolu gürültüsünün içeriğindeki düşük frekans yoğunluğunu da dikkate almak için tercih edilmektedir. D-ağırlıklı filtre ise çoğunlukla havaalanı ve civarında uçaklardan kaynaklanan gürültünün ölçülmesinde kullanılmaktadır [7,17].

## **2.2.8. Gürültünün Sınıflandırılması**

Gürültü frekans dağılımına ve ses düzeylerinin zamanla değişimine göre iki şekilde sınıflandırılabilir.

### **2.2.8.1. Frekans dağılımına göre sınıflandırma**

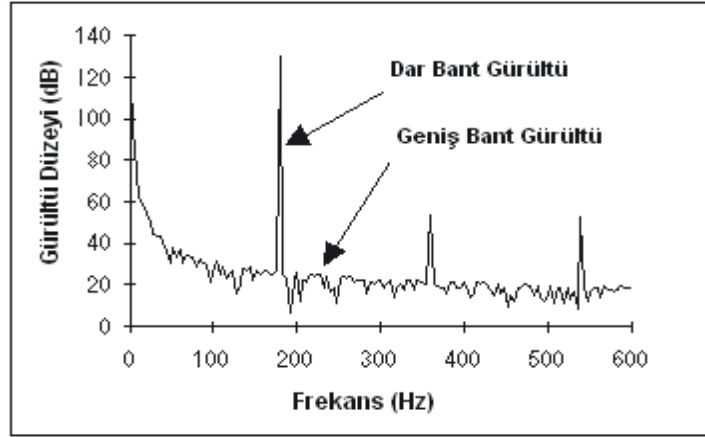
Gürültü frekans dağılıma göre geniş ve dar bant gürültü olmak üzere ikiye ayrılır.

#### **2.2.8.1.1. Geniş bant gürültü**

Gürültüyü oluşturan arı seslerin frekansları geniş bir aralığı kapsar. Yani, frekans dağılımı verilmiş hiçbir frekans bandında toplanmamıştır. Bir başka deyişle, gürültünün frekans spektrumu yayılmıştır. Her frekanstaki katkının aynı değerlerde olduğu geniş bant gürültüye “Beyaz Gürültü” adı verilmektedir. Hidrolik pompa gürültüsü bu sınıfa örnek olarak gösterilebilir.

#### **2.2.8.1.2. Dar bant gürültü**

Geniş bant gürültüsünün aksine bu tür gürültünün frekans dağılımı belli bir frekans bandında toplanmış bir grafik gösterir. Başka bir ifadeyle, gürültüyü oluşturan arı seslerden frekansı belli bir aralıkta olanlar daha baskındır. Geniş ve dar bant gürültü türlerine tipik bir örnek Şekil 2.15.’de verilmiştir [7].



**Şekil 2.15. Frekans dağılımına göre geniş ve dar bant gürültüsü [7]**

#### **2.2.8.2. Ses düzeylerinin zamanla değişimine göre sınıflandırma**

Ses düzeyinin zamanla değişimine göre ise gürültüyü kararlı ve kararsız olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılabilir.

##### **2.2.8.2.1. Kararlı gürültü**

Gürültünün seviyesinde zamanla önemli bir değişme gözlenmez. Çoğunlukla zaman içindeki değişimleri 5 dB(A) içinde kalan bir gürültüye kararlı gürültü denir. Bu tip gürültüler için çoğunlukla ani gürültü düzeyi ölçümü ( $L_p$ ) yeterli olur. Sabit hızda ve güçte çalışan herhangi bir motorun oluşturacağı gürültü, kararlı gürültüye örnek verilebilir.

##### **2.2.8.2.2. Kararsız gürültü**

Gürültünün seviyesinde zamanla önemli değişikliklerin meydana geldiği gürültü türüdür. Zamanla değişme, dalgalanma veya durup yeniden başlama (kesikli olma) şeklinde olabilir. Bu tür gürültülere, sırasıyla “Dalgalı Gürültü” ve “Kesikli Gürültü” adı verilir [18,19]. Kararsız gürültünün diğer bir şekli de “Darbe Gürültüsü”dür. Darbe gürültüsünün kesikli gürültüden farkı; her gürültü anının, darbe gürültüsünde çok daha kısa olmasıdır. Bu tip gürültüler için çoğunlukla eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi ölçümü ( $L_{eq}$ ) yapılır.

## 2.3. İŞYERLERİNDE GÜRÜLTÜ KONTROLLERİ

### 2.3.1. Gürültü Kontrolünde Stratejik Yaklaşım

Etkili bir gürültü kontrolü yaklaşımı genellikle sırasıyla üç adımda sağlanır:

- **Ortadan kaldırmak-** Gürültü mutlaka gerekli midir? Aynı sonucu elde etmek için alternatif gürültüsüz bir yol var mıdır? Örneğin, farklı bir proses, farklı bir makine kullanımı ya da mevcut makinenin tamamı veya bazı bölümlerini modifiye etmek.
- **İzole etmek-** Gürültü maruziyetinin önlenememesi durumunda, makinenin gürültüsünü azaltmak için muhafaza içine alınabilir mi? Makine çalışanlardan uzak başka bir alana yerleştirilebilir mi?
- **Azaltmak-** Gürültüyü ortadan kaldırmak veya izole etmek mümkün değilse, nasıl minimize edilebilir? Örneğin, çalışanların maruz kaldıkları gürültüyü azaltmak için çalışanlar yer değiştirilebilir mi? Uygun “Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)” kullanılabilir mi?

İşyerinde en iyi çözümü tanımlamaya yardımcı olmak için, öncelikle sorunun bazı analizleri yapılmalıdır. İşyerinde basit gezinti şeklinde yapılan gözlemler bile yararlı bilgiler verecektir. Bu sırada sorulması gereken sorular şunlardır:

- Gürültü nereden geliyor? Hangi özellikteki ekipman veya makine gürültüye neden oluyor?
- Gürültü özellikleri nelerdir? Sürekli veya kesikli mi? Belirli bir frekansta ya da aralıkta mı?
- Gürültü, doğrudan mı, yansıyan mı yoksa her ikisi birlikte mi?
- Ne kadar gürültülü? Yüksek gürültü seviyesinin çalışanlar üzerinde ortak bir göstergesi var mı? (Örneğin, yüksek sesle konuşma ihtiyacı, sık sık ne söylenildiğinin tekrarlanması istenmesi, işten sonra kulak çınlaması)
- Maruziyetin en çok olduğu gün veya görevlerin belirli zamanları var mı? Eğer öyleyse, bu görevler değiştirilebilir mi ya da çalışanlar o zamanlarda rotasyona tabi tutulabilir mi?

### 2.3.2. Gürültü Kontrol Teknikleri

İşyerinde gürültü maruziyetini ortadan kaldırmak, izole etmek veya azaltmak için kullanılabilecek birçok teknik vardır. Bazıları çok basit ve ucuzdur. Örneğin, makinelerin düzenli bakımı, makinenin çalışma ömrünü ve verimliliğini artırdığı gibi, aynı zamanda gürültüyü uzun süre kaynağında azaltabilir. Görevlerdeki veya proseslerdeki basit değişiklikler, örneğin gürültülü ekipmanın çevresindeki çalışanın rotasyonu, gürültü maruziyetini azaltmada etkili olabilir.

Mühendislik uygulamalarının gerekli olduğu durumlarda, yine bunlar basit ve ucuz çözümler olabilir. Örneğin, mümkün olan yere basit lastik manşon montajı, çarpan parçaların önemli ölçüde gürültüsünü azaltabilir. Ayrıca, mandırada pompa gürültüsünü azaltmak için basit bir kutuyla süt sağım pompalarının kapatılması veya çekiç başlarına lastik bir pet takılması metal karşısında çarpma etkisini azaltacaktır.

Temel gürültü kontrol teknikleri şunlardır: Bakım ve Onarım, Ses emilimi, Sönümleme, Muhafaza, İzolasyon (Yalıtım), Tasarım teknikleri [20-23]. Bu bölümde bu gürültü kontrol teknikleri örneklerle anlatılacaktır.

#### 2.3.2.1. Bakım ve onarım

Makinenin (özellikle aşınma olasılığı yüksek parçaların) düzenli bakım ve tamiri önemli ölçüde kaynağında gürültüyü azaltabilir. Gürültü kaynaklarının bakımıyla ilgili bazı örnekler şunlardır:

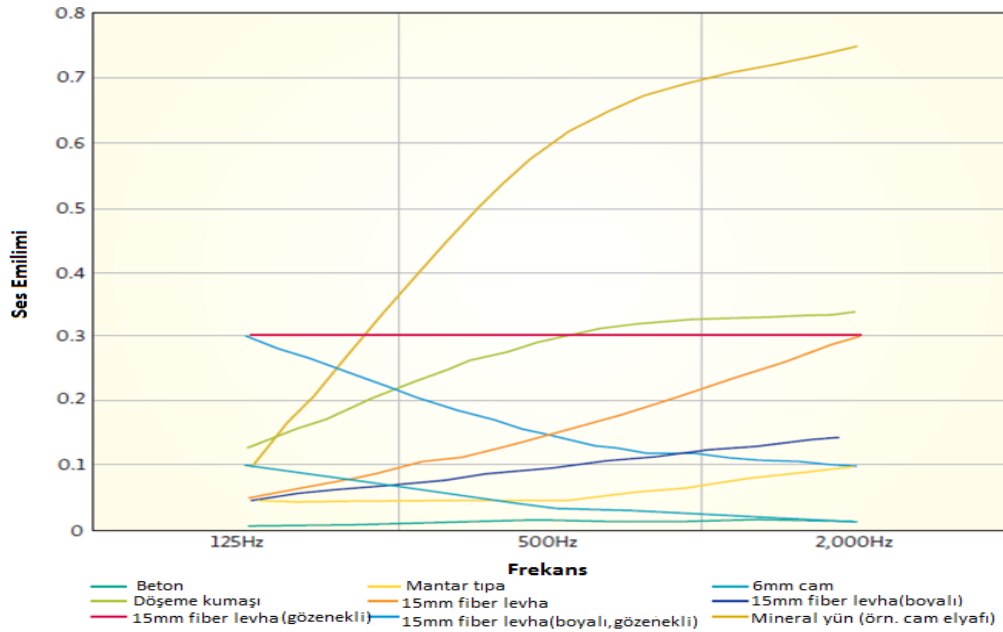
- Tahrik kayışlarındaki kayma
- Yıpranmış tahrik kayışları
- Yıpranmış dişliler
- Aşınmış veya kuru mil yatakları
- Aşınmış kesme bıçakları. Örneğin testereler.
- Titreşimli makinelerdeki gevşek kapaklar
- Hasarlı akustik kapaklar
- Yıpranmış titreşim önleyici montajlar
- Dengesiz tekerlekler, dönen miller ve fanlar.



Yukarıdaki örneklerin tümü, gürültü seviyesini en çok yükselten en yaygın makine bileşenleridir. Düzenli muayene ve bakım; makinenin verimliliğini korur, üretim kaybını ve arıza sıklığını önler veya azaltır, makinenin çalışma ömrünü uzatır.

### 2.3.2.2. Ses emilimi

Emici malzemelerle ses emilimi, genellikle diğer yöntemlerle birlikte uygulansa da ortak bir gürültü kontrol tekniğidir. Bazı malzemeler diğerlerine göre çok daha iyi ses emicidir. Bazı malzemelerin ses emilim özellikleri Şekil 2.16.'da gösterilmektedir. Şekil 2.16.'da görüldüğü gibi, mineral yün (örneğin cam elyaf), özellikle yüksek frekanslarda çok iyi ses emme niteliğine sahiptir. Aksine, beton ve cam ise zayıf ses emici malzemelerdir. Bundan dolayı, örneğin, yüzme havuzlarında yansıyan ses yüksek düzeyde olduğu için genellikle çok gürültülüdür. Diğer taraftan, fiber levha ve döşeme kumaşı daha iyi ses emilim özelliğine sahip olduğu için, bir sinemada (film başlamadan önce) ses seviyeleri genellikle çok azdır. Şekil 2.16. bazı malzemelerinin ses emilim özelliğinin değişebilir olduğunu da göstermektedir. Örneğin, fiber levha boyandığında özellikle 500 Hz üzeri frekanslarda ses emilim özelliği azalmaktadır. Ancak, fiber levhaların üzerinde gözenekler açılması durumunda ses emilim özelliği artmaktadır.



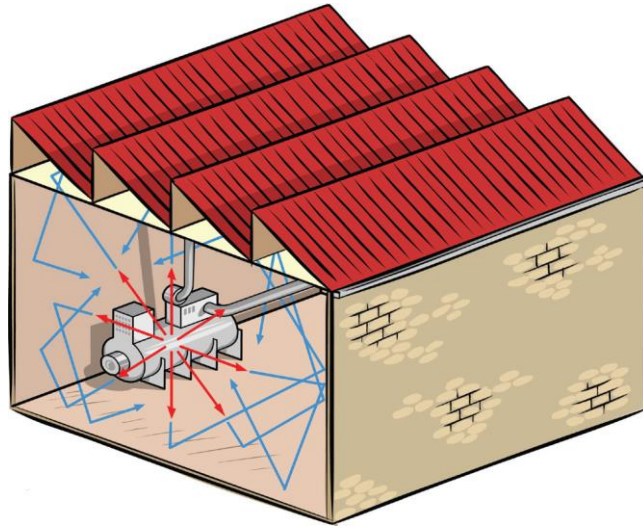
Şekil 2.16. Bazı malzemelerin ses emilim özellikleri

Emici malzemeler, işyerlerinde hem doğrudan hem de yansıyan sesi azaltmak için kullanılabilir.

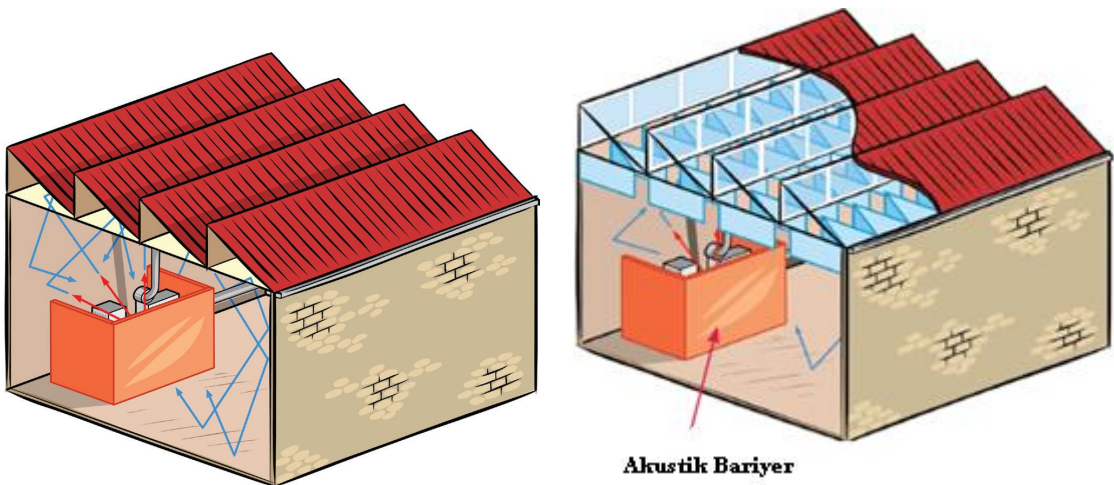
### Ses emilimi örnek 1 – doğrudan ve yansıyan gürültü

İşyerindeki bir makine özellikle 1000 Hz üzerindeki frekanslarda yüksek seviyede gürültü üretmektedir. İşyeri binasında betonarme duvar ve zeminler, çatıda geniş cam alanlar vardır. Bu yüzden yansıyan ses yüksek düzeydedir. Makinenin etrafında çalışanlar doğrudan o makineyle çalışmasalar bile yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmaktadırlar. Şekil 2.17.'de gösterildiği gibi, bu gürültünün iki önemli bileşeni vardır:

- Doğrudan ses bileşeni (kırmızı oklar)
- Yansıyan ses bileşeni (mavi oklar)



Şekil 2.17. Bir işyeri binasındaki doğrudan ve yansıyan ses

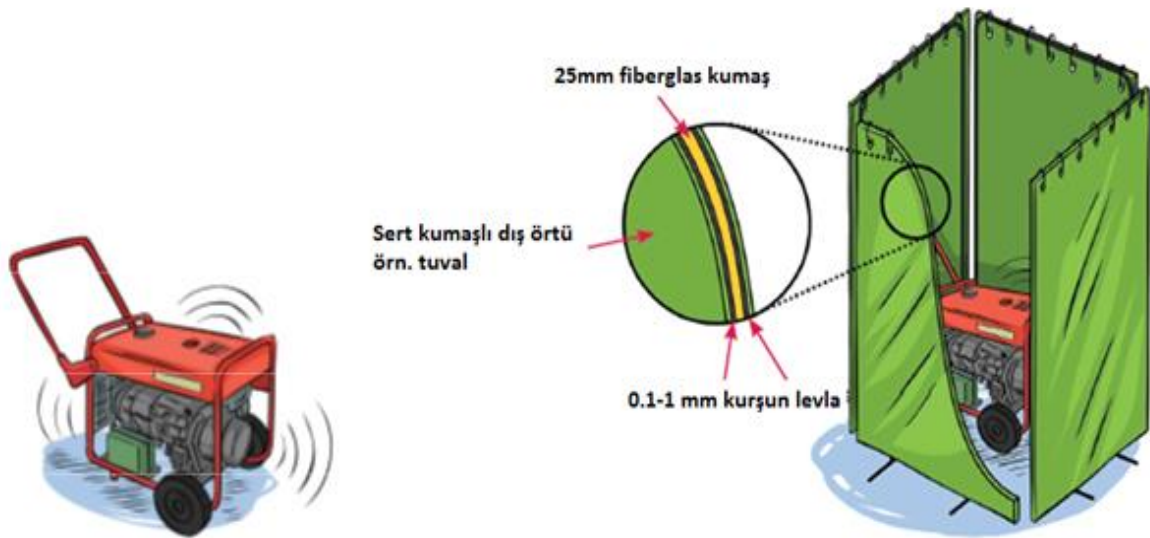


Şekil 2.18. Kaynağından doğrudan ses emilimi

Doğrudan ses bileşeni, yansıyan ses bileşeni üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, bu yüzden öncelikli olarak doğrudan ses ele alınmalıdır. İlk olarak mümkün olduğunca doğrudan ses bileşenini emmek ve kesmek amacıyla uygun yükseklikte ve uygun malzemeden akustik bariyer tasarlanmalıdır. İkinci olarak çatıya ses emici paneller yerleştirilerek yansıyan ses bileşeni ele alınmalıdır. Yansıyan ses bileşenini daha fazla azaltmak için duvarlara da ses emici malzemeler uygulanabilir (Şekil 2.18.).

### Ses emilimi örnek 1 – portatif ekipman gürültüsü

Pompa gibi portatif kullanılan pek çok ekipman yüksek gürültü seviyelerinde çalışabilir. Buradaki önemli konu, makine tarafından üretilen doğrudan ses nasıl azaltılabilir (Ekipman kapalı ortamda kullanılmadığı sürece çok az yansıyan ses olacaktır).



Şekil 2.19. Doğrudan sesi emen perde

Çözüm ekipmandaki doğrudan ses bileşenini absorbe edebilecek perdeler kullanmaktır. Şekil 2.19.'da görüldüğü gibi, ekipmanın çevresinde çalışanların doğrudan sese maruziyetlerini azaltacak perdeler kullanılabilir ve bu esnek ayırma perdesi taşınabilir formda olmalıdır. Perdeler pek çok frekans aralığında hem iyi ses emilim özelliğine hem de dayanıklılığa sahip kompozit malzemeden yapılmalıdır. Bu örnekte fiberglass kumaş ve sert kumaşlı dış örtü ile birlikte kurşun kaplamalı dolgu kullanılmıştır. Doğrudan ses bileşeni engellemek için perdeler yeterince yüksek olmalıdır.

### 2.3.2.3. Sönümleme

Bilindiği üzere, ses titreşimler sonucunda ortaya çıkar. Sesi oluşturan titreşimleri azaltarak ya da sönümleyerek gürültü seviyesi azaltılabilir. Çalışma alanında gürültü kontrolü için sönümlemeyi kullanmanın pek çok yolu vardır. Bu teknikler bazı örneklerle aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

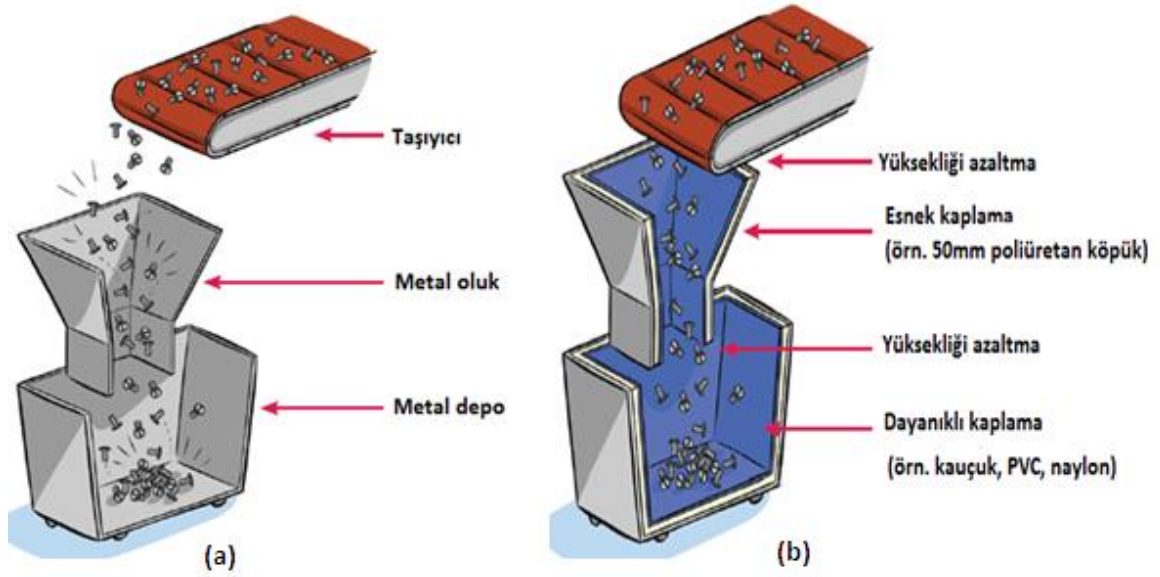
#### Sönümleme örnek 1- metal parçaları taşıma sistemi

Metal parçalar metal depolama kutusuna taşıyıcılar tarafından teslim edilir. Şekil 2.20.(a)'da gösterildiği gibi parçalar metal oluk aracılığıyla kutu içine yönlendirilir. Gürültü, metal parçaların metal oluk duvarına, metal tabana ve depolama kutusunun duvarlarına çarpması sonucu üretilmektedir.

Buradaki önemli hususlar;

- Metal parçalar çarptığında oluk ve depo duvarı titreşmektedir.
- Bu durum çok daha yüksek ses üretir.
- Metal parçaların düşme mesafesi de üretilen sesin miktarını etkiler. Daha yüksekten düşerse, daha fazla enerji depolarlar. Bu enerji, metal parçalar oluk ya da depo yüzeyine çarptığında ses olarak açığa çıkar.

Şekil 2.20.b.'de gösterildiği gibi, iki teknik burada kullanılabilir. Birincisi, metal oluk ve depo, parçalar onlara çarptığı sırada üretilen titreşimleri azaltmak için esnek bir malzeme ile kaplanabilir. Bu örnekte oluk ve depoya, 50mm kalınlığında poliüretan köpük yerleştirilmiş ve iç yüzeyleri büyük kauçuklarla, PVC veya naylon gibi dayanıklı kaplamayla kaplanmıştır. İkincisi, taşıyıcı ile oluk arasında ve oluk ile depo arasındaki yükseklik azaltılarak gürültü seviyesi daha da azaltılabilir.



**Şekil 2.20.(a) Metal parçaları taşıma sistemi, (b) Sönümlenmiş metal parçaları taşıma sistemi**

### **Sönümlenme örnek 2- borular**

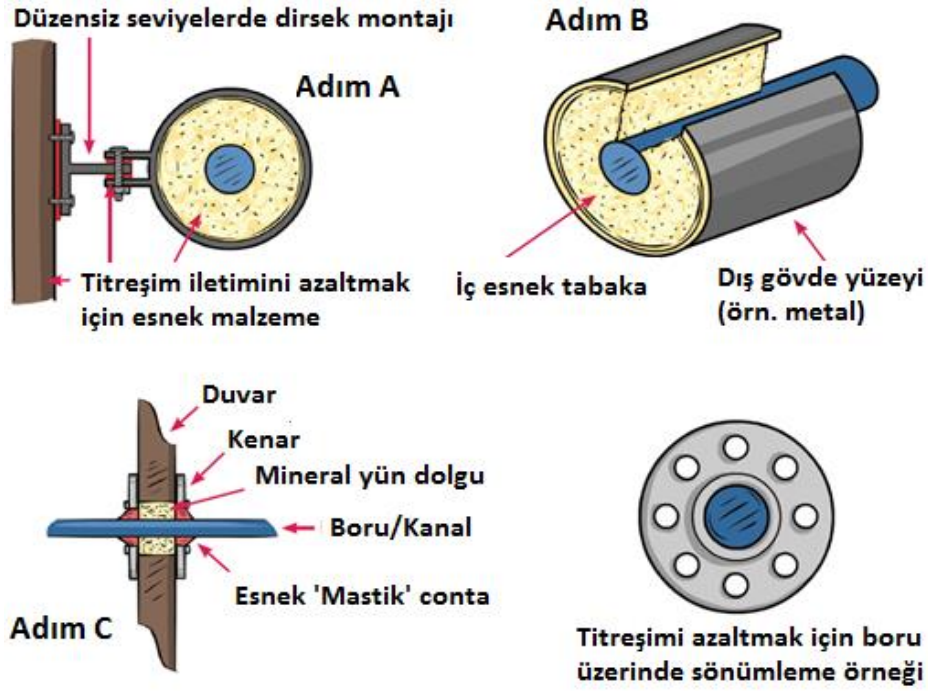
Pnömatik taşıma sistemleri çok gürültülü olabilir. Gürültü genellikle tıslama olarak duyulur ve bazen buna çınlama sesi eşlik eder. Borular, makinanın ucuna yerleştirilmiş örneğin pompalar nedeniyle ayrıca gürültü çıkarabilir. Havalandırma sistemleri ve yerel egzoz havalandırma sistemleri benzer gürültü sorunları oluşturabilir.

Buradaki önemli hususlar;

- Metal borudan nakledilen materyalin sürtünmesiyle gürültü oluşur.
- Boruların duvara sabitlendiği mesafeler yeterince iyi belirlenmemişse çınlama sesi üretilebilir.
- Boru hangarlarının sabitlendiği yapılar arasında titreşim oluşabilir.

Örneklerde gösterildiği gibi, esnek ve emici malzemeler kullanarak, boru veya kanal titreşimleri sönümlenebilir ve gürültü seviyesi azaltılabilir.

Şekil 2.21.'de gösterilen adımların tamamı yapılmalıdır, fakat sırayla yapma zorunluluğu yoktur.



**Şekil 2.21. Boru titreşimlerini önleme seçenekleri**

#### 2.3.2.4. Muhafaza

Makine gürültüsü, genellikle makinenin tamamına veya bir parçası etrafına monte edilen akustik muhafazaların kullanılmasıyla azaltılabilir. Hangi metot kullanılırsa kullanılsın teknik genel olarak aynıdır.

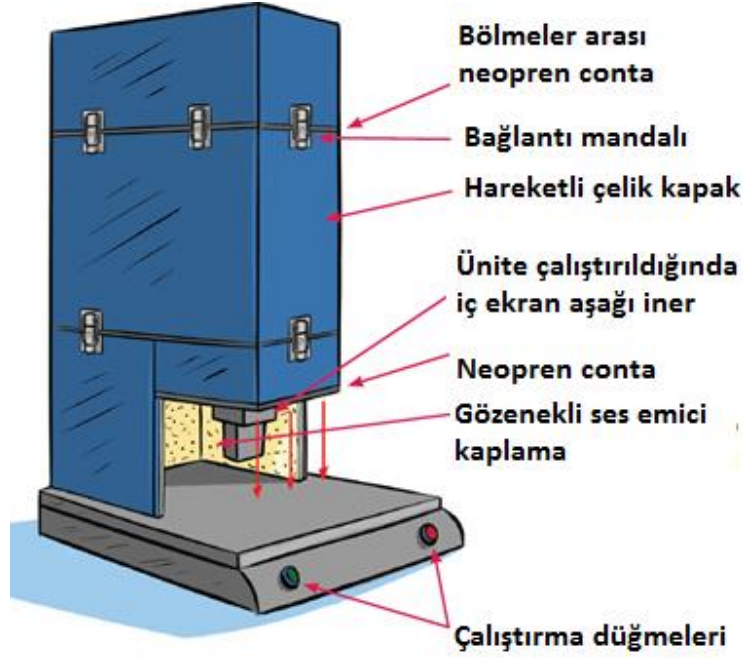
Muhafaza ve izolasyon teknikleri arasındaki temel fark, muhafaza yönteminde çalışan gürültü kaynağıyla aynı alanda çalışmaya yönlendirilirken, izolasyon tekniğinde ise çalışan ve makine ayrı alanlarda tutulmaktadır. Muhafazalarda tasarım detaylarına dikkat edilmelidir.

#### **Muhafaza örnek 1- ultrasonik kaynak makinesi**

Ultrasonik kaynak makineleri birçok endüstride yaygın kullanılmaktadır. Ultrasonik frekanslar çoğu insanın işitme aralığının dışında olmasına karşın, ultrasonik frekansları kullanan makineler genellikle, bazen delip geçen, bazen de ağırlı gürültü olarak algılanan 10 – 20 KHz aralığında harmonikler üretirler. Bu durum, işitme yetisi genellikle bu frekans aralığında çok iyi olan genç yetişkinler için doğrudur.



Makineler, hatları akustik korumalı çelik veya cam gövdeyle birleştirilmiş bir muhafaza içine alınabilir.

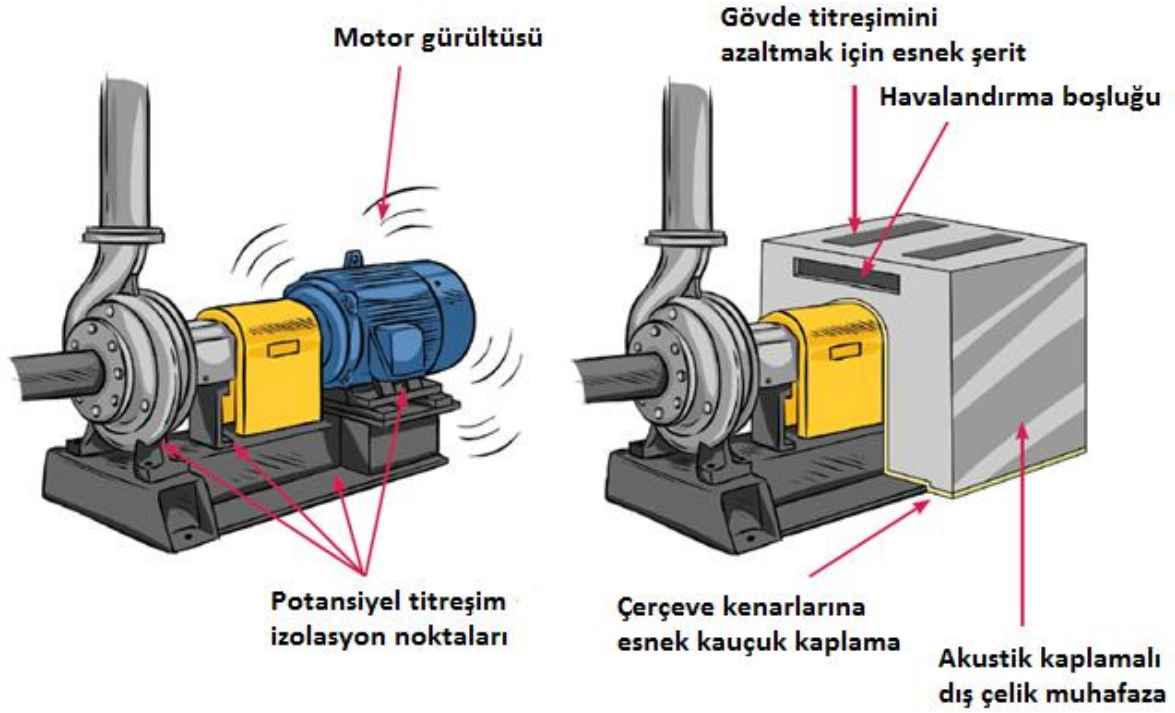


**Şekil 2.22. Muhafazalı ultrasonik kaynak makinesi**

Bu örnekteki ultrasonik kaynak makinası, makinenin çalışması için elektronik bağlantısı olan sürgülü bir iç ekrana sahiptir. İki çalışma düğmesine birlikte basıldığında iç ekran aşağı iner. Ekran kapandıktan kısa bir süre sonra, ultrasonikler çalışılan malzemeye uygulanır.

### **Muhafaza örnek 2- pompa motoru**

Bu örnekte, pompa motoru önemli miktarda gürültü yaymaktadır. Muhafaza ile kapatma bir seçenektir, fakat motorun aşırı ısınmasını engellemek için yeterli havalandırma sağlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Havalandırma deliklerinin açılması, muhafazayla elde edilen gürültü azaltımını olumsuz etkileyecektir, fakat havalandırma deliklerindeki sızıntıyı azaltacak tasarımlar da vardır.



**Şekil 2.23. Muhafazasız ve muhafazalı pompa motoru**

### **Muhafazalar için tasarım ilkeleri**

Muhafazanın tasarımında her bir elemanın düzgün yerleşmesini sağlamak için detaylara dikkat etmek gerekir. Hatta en küçük hava boşlukları bile sesi sızdırabilir. Ultrasonik durumunda (örnek 1 'de olduğu gibi), hava boşlukları neredeyse muhafazanın korumasına ters bir etkide bulunmaktadır, çünkü ultrasonik dalga boyu çok kısadır ve kolaylıkla boşluklara nüfuz eder. Muhafaza tasarlanırken, mümkün olduğunca aşağıdaki hususların birçoğu uygulanmalıdır. (Bunlardan bazıları Şekil 2.24.'de gösterilmektedir):

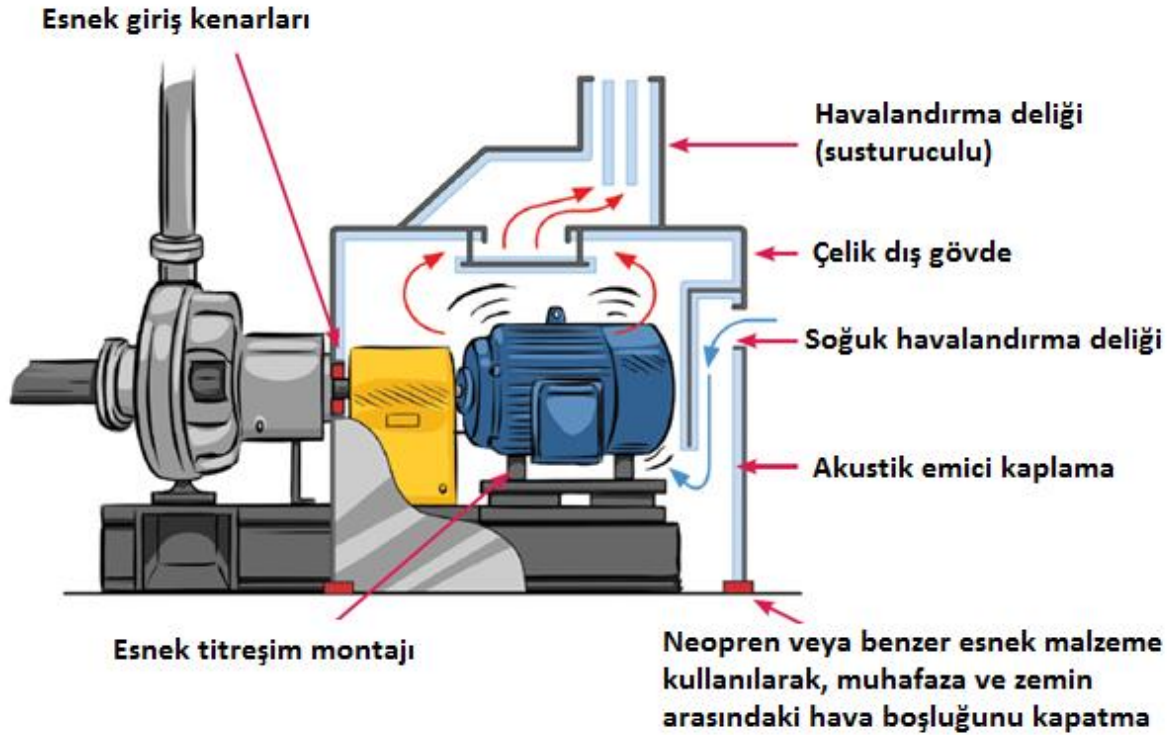
- gürültü kaynağı ve muhafaza arasındaki mekanik izolasyon (yalıtım),
- makine ve zemin arasına titreşim yalıtım montajı,
- hava boşluklarını minimize etme,
- muhafazalar çıkartılıp takılırken mekanik olarak izole edilmiş ve hava boşlukları kapatılmış olmalı,
- yansıyan sesi azaltmak için ses emici iç malzeme kullanılmalı ve muhafaza duvarları makinenin çalışma ses frekanslarına uygun malzemelerden üretilmeli,



- muhafazanın kontrol düğmeleri yeniden yerleştirilebilir olmalı ki, böylece muhafazanın dışında kalsınlar. Bu durum makinanın görüntüsünün de değiştirilmesi anlamına gelmektedir,
- giriş kapakları iyice kapatılmalı,
- akustik bölmelerdeki aşırı ısınmayı önlemek için hava delikleri konulmalı ve susturucu monte edilmeli,
- mekanik havalandırma gerekli olduğu durumlarda, havalandırma sistemini soğutmak için bir susturucu sistemi ile donatılmış olmalıdır.

Tasarım ekibinde makineyi kullanan operatörde olmalıdır. Operatörler rutin çalışma sırasında nelerin gerekli olduğunu bilirler.

Nasıl ki bir odaya herhangi bir penceredeki küçük delikler yüzünden dışarıdan bir gürültü giriyorsa, unutmamalıdır ki, en küçük hava deliği bile muhafazanın verimliliğini bir hayli düşürür. Muhafaza yapısının ince ölçümü ve sıkı montajı elde edilecek ses yalıtımında maksimasyon sağlayacaktır.



Şekil 2.24. Muhafazalı pompa motoru kesiti

### 2.3.2.5. İzolasyon (Yalıtım)

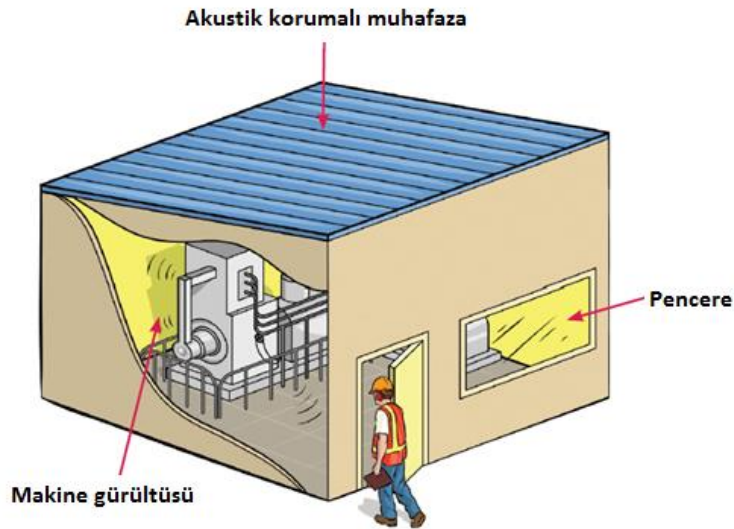
Bazı süreçlerde makinenin büyüklüğü ile ortaya çıkardığı gürültü seviyesi, elverişli olmayan muhafaza, bariyer ve perde kullanımı ile ilişkilidir. İzolasyonun en yaygın kullanım alanları:

- kereste fabrikaları,
- süt fabrikaları,
- kağıt hamuru ve kağıt fabrikaları,
- elektrik üretim santralleri,
- motor test merkezleri.

Bu durumlarda, çalışan ile gürültü kaynağı arasına ya da kaynak ile çalışan arasına izolasyon uygun bir seçenek olabilir. Burada uygulanabilecek teknikler:

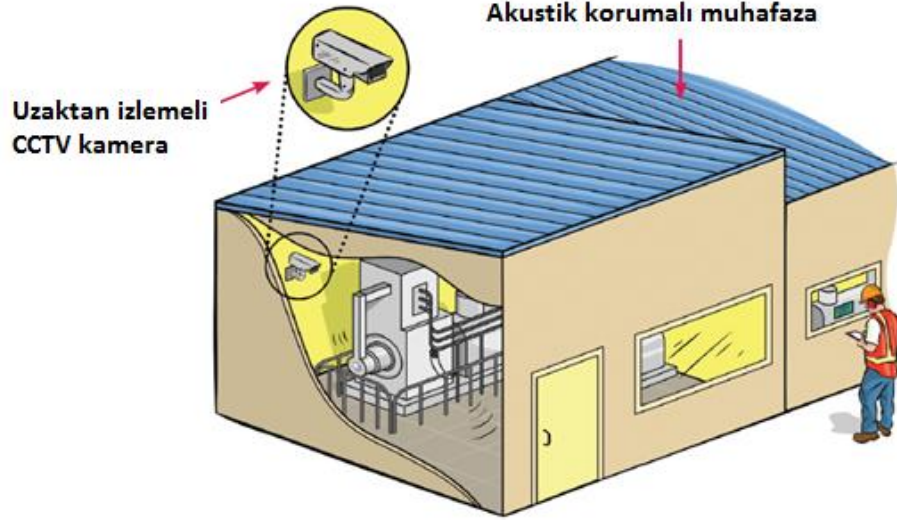
#### İzolasyon örnek 1- proses pompası

Aşırı yüksek gürültü seviyesine sahip bir proses pompası, akustik korumalı makine dairesine kapatılmıştır. Böylece, diğer üretim alanlarında mevcut çalışanlar pompadan kaynaklanan bir gürültüye maruz kalmazlar. Ne var ki, gün içinde işyerinde görsel kontrolleri yapması gereken bir çalışan çeşitli defalar pompa odasına girme ihtiyacı duyabilir. Her ne kadar, söz konusu çalışan gürültüden korunmak için kulaklık takmışsa da, kısa süreli bu maruziyet çalışanın toplam gürültü maruziyetinin önemli bir bileşenidir.



Şekil 2.25. Giriş çıkışlı bir pompa odası

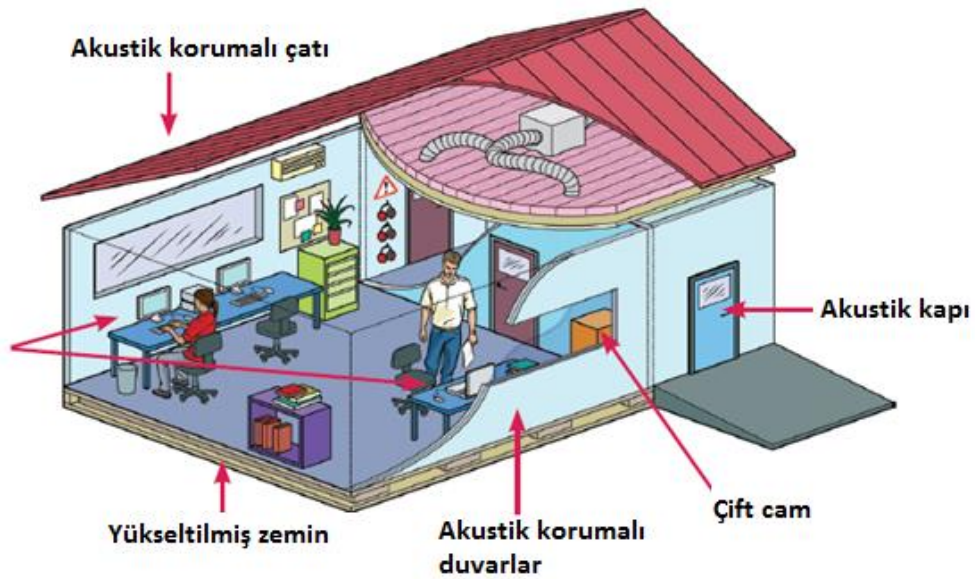
Makine dairesine görsel kontrolleri yapmak için girilmesi gereken alanlara yerleştirilecek bir CCTV kamera ile sorun halledilebilir. CCTV sistemi kurulumu, işitme hasar riskinde önemli bir düşme sağlayacak, gürültü kaynaklarının olumsuz etkisi azalacaktır.



Şekil 2.26. CCTV kameralı bir pompa odası

### İzolasyon örnek 2 – gürültü sığınağı

Bu örnekte, genellikle “Gürültü Sığınağı” olarak bilinen bir uygulama gösterilmektedir. Daha çok, otomatik veya yarı otomatik süreçlerde çalışanların ekipmanlara erişim ihtiyacı zorunlu olduğu durumlarda kullanılır.



Şekil 2.27. Tipik bir gürültü sığınağı

### **Temel Özellikler:**

- Akustik korumalı duvarlar ve çatı,
- Sığınanın içine nüfuz edebilecek yapı kaynaklı titreşimleri önleyici yükseltilmiş zemin,
- İnsanların sığınağa giriş çıkışlarında oluşacak gürültü sızmalarını önleyici çift kapı sistemi,
- Hava geçirmez ve çift camlı kapılar,
- Proses kontrolü vb. amaçlı iş istasyonları,
- Akustik olarak korumaya alınmış klima sistemleri ve montajı.

Eğer iyi bir şekilde tasarım ve kurulum yapılırsa, bu tür tipik bir sığınakta 30dB'e varan ses engellemesi elde edilebilir.

### **2.3.2.6. Tasarım ve ekipman**

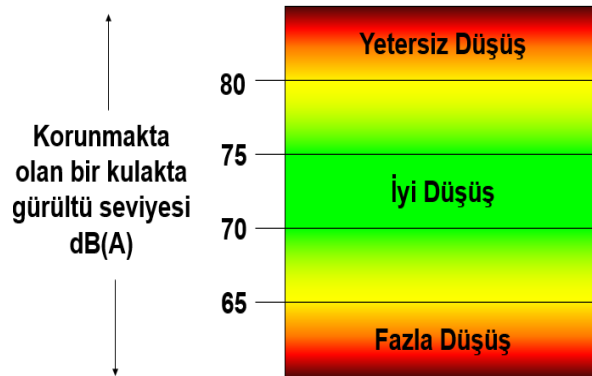
Başarılı bir tasarım ile çoğu ses kontrol sorununun üstesinden gelinebilir. Yeni bir ekipman tasarlanmadan, satın almadan ya da yeni baştan bir bina inşa etmeden tasarım değişiklikleri ile her zaman pratik sonuç sağlanamayabilir. Bu amaçla tasarım açısından dikkat edilmesi gerekenler:

- **Bina:** Örneğin, yansıtıcı malzemeler yerine ses emici malzemelerin kullanılması, zemin ve duvarlarda titreşim izolasyonu yapılması.
- **Makine Düzeni:** Örneğin, gürültülü makinelerin bir araya toplanması, makineler arası mesafenin arttırılması, makinelerin yansıtıcı yüzeylerden uzak tutulması.
- **Süreç Akış / Tasarım:** Örneğin, sessiz işlerin gürültü kaynaklarından uzak tutulması, gürültülü makinelere çalışanların ulaşım zorunluluğuna kısıtlama getirilmesi, çivileme yerine yapıştırma yönteminin kullanılması, makaralı taşıyıcı yerine asmalı taşıyıcı kullanılması.
- **Ekipmanlar:** Örneğin, kullanım ömrü biten makinelerin yerine daha az ses çıkaran ya da sessiz makineler satın alınması, metal dişliler yerine plastik dişlilerin kullanılması, düşük basınçlı hava nozulları, testere başlıklarının modifiye edilmesi, kesme başlıklarının modifiye edilmesi, özellikle ağır makinelerde araç üzeri akustik kabinler.

### 2.3.3. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımı

İşyerlerinde, gürültü maruziyetini azaltmak için atılacak en son adım, kişisel koruyucu donanım olarak kulak koruyucuların kullanılmasıdır. Kulak koruyucu seçiminde çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyesi belirlendikten sonra buna uygun kulak koruyucusu seçilmelidir. Uygun kulak koruyucu seçilirken; kulak koruyucusunun işin tipine uygun olması, uygun koruma değerini sağlaması ve gereğinden fazla koruma sağlamaması hususlarına dikkat edilmelidir. Seçilecek kulak koruyucu, kullanıcının gürültü maruziyetini “Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” de belirtilen eylem değerinin altına düşürmek zorundadır.

Kulaklık koruyucu kullanan bir çalışanın maruz kaldığı gürültü seviyesi, kulak koruyucuların tipine ve gürültü düşürme seviyesine (SNR), ne kadar düzgün takıldığına ve kulağa uygunluğuna göre değişiklik göstermektedir. Kulak koruyucuların seçimi yapılırken ortamdaki gürültü seviyesine göre SNR değeri uygun olan kulak koruyucular tercih edilmelidir. Örneğin, kulak koruyucunun belirtilen SNR değeri 28 dB(A) ve çalışma ortamı 100 dB(A)'lık bir gürültü seviyesine sahipse bu kulak koruyucu çalışanın maruz kaldığı gürültü seviyesini 72 dB(A)'ya düşürebilmektedir. Burada önemli olan korunmakta olan bir kulakta gürültü seviyesini çok fazla düşürmemektir. 70-75 dB(A)'lık bir düşüş idealdir (Şekil 2.28.). Gereğinden fazla oranda korumaya sahip bir kulak koruyucu, iletişim problemlerine, acil durum ikazlarının algılanamamasına, ortamdan soyutlanmışlık hissine neden olup rahatsızlığa yol açabilir ve çalışanın kulak koruyucusu kullanmamasıyla sonuçlanabilir [24].



Şekil 2.28. Gürültü seviyesi düşüş grafiği

## 2.4. GÜRÜLTÜNÜN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİLERİ

Gürültü, insan sağlığını fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performans yönünden olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkiler Tablo 2.3.' deki gibi kısaca dört başlık altında toplanabilir.

**Tablo 2.3. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri**

|                     |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fiziksel Etkiler    | Geçici veya kalıcı işitme kayıpları.                                                                                                                                                                     |
| Fizyolojik Etkiler  | Kan basıncının artması, kas gerilmeleri, stres, kalp atışlarının değişmesi, uykusuzluk, gözbebeği büyümesi, vücut aktivitesinde değişiklikler, solunumda hızlanma, dolaşım bozuklukları, ani refleksler. |
| Psikolojik Etkiler  | Davranış bozuklukları, sinir sisteminde bozukluklar, korku, rahatsızlık, yorgunluk, zihinsel işlevlerde yavaşlama.                                                                                       |
| Performans Etkileri | İş verimini azaltması, üretkenliği olumsuz etkilemesi ve seslerin anlaşılabilirliğini bozması gibi etkileridir.                                                                                          |

Oluşturduğu olumsuz etkilere bağlı olarak gürültü seviyeleri, bazı araştırmacılar tarafından Tablo 2.4.'deki gibi derecelendirilmiştir [7,25-27]. Bu durumlara ek olarak, gürültü kişilerde bitkinliğin kronikleşmesine sebep olmakta ve vücudun direncini azaltarak hastalıklara yakalanma eğilimini arttırmaktadır.

**Tablo 2.4. Gürültü seviyeleri ve meydana getirdiği rahatsızlıklar**

| Derece | Gürültü Seviyesi dB(A) | Meydana Getirdiği Rahatsızlık                                                                                                            |
|--------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 30 - 65                | Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu                                                 |
| 2      | 65 - 90                | Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler |
| 3      | 90 - 120               | Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları                                                                                          |
| 4      | 120                    | İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması                                                                                             |
| 5      | 140                    | Ciddi beyin tahribatı                                                                                                                    |

## 2.5. ULUSAL ve ULUSLARARASI MEVZUATLAR

### 2.5.1. Ulusal Mevzuat

Gürültüyle ilgili yasal düzenlemeler 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” te belirtilmiştir. İlgili yönetmelikte;

- En düşük maruziyet eylem değerleri:  
( $L_{EX,8\text{saat}}$ )=80 dB(A) veya ( $P_{tepe}$ )= 112 Pa [135 dB(C) re. 20  $\mu$ Pab]
- En yüksek maruziyet eylem değerleri:  
( $L_{EX,8\text{saat}}$ )=85 dB(A) veya ( $P_{tepe}$ )= 140 Pa [137 dB(C) re. 20  $\mu$ Pa]
- Maruziyet sınır değerleri:  
( $L_{EX,8\text{saat}}$ )=87 dB(A) veya ( $P_{tepe}$ ) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20  $\mu$ Pa]

olarak belirtilmiş ve maruziyetin önlenmesi ve azaltılması ile ilgili maddeler verilmiştir [28].

16.07.2013 tarihli ve 28709 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik”in 4. maddesinde “gürültü düzeyi en yüksek maruziyet etkin değerini ( $8h=85$  dB(A)) aşan işler” hükmü yer almaktadır ve bu işlerde çalışanlar için azami çalışma süresi 7,5 saat olarak belirlenmiştir [29].

### 2.5.2. Uluslararası Mevzuat

İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu (HSE-Health and Safety Executive), Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü (OSHA-Occupational Safety and Health Administration) ve Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH-The National Institute for Occupational Safety and Health) tarafından belirlenen gürültü maruziyet değerleri Tablo 2.5.’de verilmiştir.

**Tablo 2.5. Uluslararası Mevzuattaki Gürültü Maruziyet Değerleri**

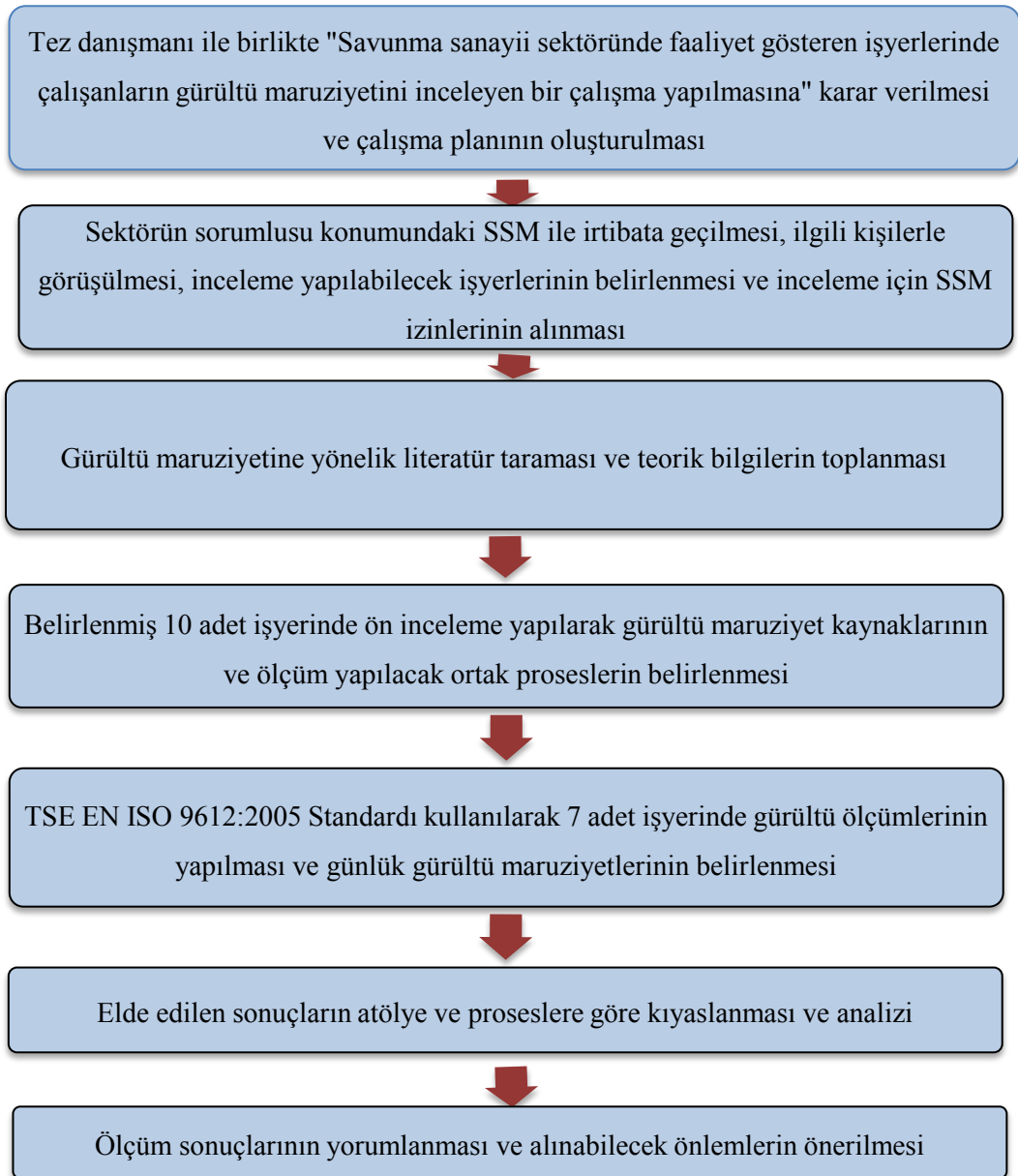
| <b>Kuruluş</b>                                                                                                                       | <b>Maruziyet Değeri</b>                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>HSE [30]</b><br>(Health and Safety Executive – İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruluşu)                                        | En düşük maruziyet eylem değerleri: <ul style="list-style-type: none"><li>- Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 80 dB(A)</li><li>- Peak ses basıncı seviyesi: 135 dB(C)</li></ul>  |
|                                                                                                                                      | En yüksek maruziyet eylem değerleri: <ul style="list-style-type: none"><li>- Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 85 dB(A)</li><li>- Peak ses basıncı seviyesi: 137 dB(C)</li></ul> |
|                                                                                                                                      | Maruziyet sınır değerleri: <ul style="list-style-type: none"><li>- Günlük veya haftalık kişisel gürültü maruziyeti: 87 dB(A)</li><li>- Peak ses basıncı seviyesi: 140 dB(C)</li></ul>           |
| <b>OSHA [31]</b><br>(Occupational Safety and Health Administration – Amerikan İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü)                        | 8 saatlik maruziyet değeri: 90 dB(A)                                                                                                                                                            |
| <b>NIOSH [32]</b><br>(The National Institute for Occupational Safety and Health – Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü) | 8 saatlik maruziyet değeri: 85 dB(A)                                                                                                                                                            |



### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. TEZ ÇALIŞMASININ AŞAMALARI

Tez çalışmasına başlanmadan önce, tez danışmanı ile yapılan istişareler sonucunda savunma sanayii sektöründe çalışılmaya karar verilmiş ve bu sektörde yüksek maruziyet olduğu düşünülen gürültü konusunda karar kılınmıştır. Daha sonra Şekil 3.1.'de belirtilen akış şemasındaki aşamalar takip edilerek tez çalışması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Tez çalışmasının aşamaları akış şeması

### 3.2. KULLANILAN METOT

Bu çalışmada, kişisel gürültü maruziyetinin ölçülmesinde TS EN ISO 9612:2009 “Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standardına uygun olarak hazırlanan metot kullanılmaktadır. İSGÜM (İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı) bağlı bölge laboratuvarları 2013 yılında TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kurumu) denetiminden geçerek 03.10.2013 tarihinde bu kişisel gürültü maruziyeti ölçüm metodundan akredite olmuştur.

#### Akreditasyon Sertifikası Eki (Sayfa 1/1)

##### Akreditasyon Kapsamı

| <br>Test<br>TS EN ISO/IEC 17025<br>AB-0493-T | <b>T.C. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI</b><br><b>İş Sağlığı Ve Güvenliği Araştırma Ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı (</b><br><b>İ S G Ü M ) Ankara Merkez Laboratuvarı</b><br><b>Akreditasyon No: AB-0493-T</b><br><b>Revizyon No: 01 Tarih: 16 Temmuz 2015</b> |                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                | <b>Deney Laboratuvarı</b><br><b>Adresi :</b><br>İstanbul Yolu 14. km No:464<br>Köyler 06370<br>ANKARA / TÜRKİYE                                                                                                                                                         | <b>Tel :</b> 0312 257 16 90<br><b>Faks :</b> 0312 257 16 11<br><b>E-Posta :</b> isgum@csgb.gov.tr<br><b>Website :</b> www.isgum.gov.tr |
| Deneyi Yapılan<br>Malzemeler / Ürünler                                                                                         | Deney Adı                                                                                                                                                                                                                                                               | Deney Metodu<br>(Ulusal, Uluslararası standartlar,<br>işletme içi metodlar)                                                            |
| Gürültü                                                                                                                        | Kişisel Gürültü Maruziyeti Ölçümü                                                                                                                                                                                                                                       | TS EN ISO 9612                                                                                                                         |
| Ortam Havası<br>(Numune Alma ve<br>Analiz)                                                                                     | Havada Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Tayini                                                                                                                                                                                                                              | TS ISO 8518                                                                                                                            |
| Kişisel Koruyucu<br>Donanım (Koruyucu<br>Eldivenler)                                                                           | Hava Sızdırmazlık Tayini                                                                                                                                                                                                                                                | TS EN 374-2, Madde 5.2                                                                                                                 |
| Kişisel Koruyucu<br>Donanım (Koruyucu<br>Eldivenler)                                                                           | Su Sızdırmazlık Tayini                                                                                                                                                                                                                                                  | TS EN 374-2, Madde 5.3                                                                                                                 |
| Kişisel Koruyucu<br>Donanım (Mekanik<br>Risklere Karşı<br>Koruyucu Eldivenler)                                                 | Yırtılma Mukavemetinin Tayini                                                                                                                                                                                                                                           | TS EN 388, Madde 6.3                                                                                                                   |
| Kişisel Koruyucu<br>Donanım (Ayak<br>Koruyucu<br>Donanımlar)                                                                   | Elektrik Direncinin Tayini                                                                                                                                                                                                                                              | TS EN ISO 20344, Madde 5.10                                                                                                            |

KAPSAM SONU

Şekil 3.2. İSGÜM akreditasyon sertifikası [33]

### **3.2.1. TS EN ISO 9612:2009 Standardına Göre Ölçüm Alınması**

Bu uluslararası standart mesleki gürültü maruziyet seviyesinin belirlenmesinde kullanılan ölçme yöntemini açıklamak için basamak basamak ilerleyen bir yaklaşımı ele almaktadır.

Bu standarttaki işlem basamakları:

- İş analizi,
- Ölçüm stratejisinin seçilmesi,
- Ölçümün yapılması,
- Belirsizlik ve hata kaynaklarının gözden geçirilmesi,
- Hesaplamaların yapılması ve sonuçların sunulmasıdır [34].

#### **3.2.1.1. İş analizi**

İş analizi ölçümün planlanabilmesi ve ölçüm stratejisinin seçilebilmesi için gerekli bilgilerin toplandığı basamaktır. Planlamanın yapılabilmesi ve doğru stratejinin seçilebilmesi için yapılan iş ve işi yapan çalışanlar hakkında yeterli bilginin toplanması gerekmektedir. Bu basamakta yapılması gereken işlemler:

- İş yerindeki işlerin ve bu işleri yapan çalışanların bu işleri nasıl yaptıklarının belirlenmesi,
- Her çalışan veya çalışan grubu için nominal bir günün veya günlerin belirlenmesi,
- Gerekli ise homojen gürültü grubunun oluşturulması,
- Önemli gürültü kaynaklarının belirlenmesi,
- Gerekli durumlarda işleri oluşturan görevlerin belirlenmesi,
- Ölçüm stratejisinin belirlenmesi,
- Ölçüm planının belirlenmesidir.

#### **3.2.1.2. Homojen gürültü maruziyet gruplarının belirlenmesi**

Homojen gürültü maruziyet gruplarının kurulması, ölçüm için harcanacak çaba ve zamanı azaltabilir. Homojen gürültü maruziyet grubuna, benzer gürültü maruziyet grubu da denilmektedir. Bu gruplarda, çalışan grupları aynı işi yapmalı ve bir çalışma günü süresince benzer gürültüye maruz kalmalıdır. Homojen gürültü maruziyet grubu bir veya birden fazla

alışandan oluşabilir ve çalışanların unvanlarına, yaptıkları işin özelliğine, çalışma istasyonlarına veya mesleklerine göre oluşturulabilir. Gruplar hangi şekilde belirlenirse belirlensin, grup oluşturulurken çalışanlarla, yöneticilerle görüşmeler yapılmalı ve yapılacak n ölçüm sonuçları ile değerlendirilmelidir [34].

### **3.2.1.3. Nominal günün belirlenmesi**

Nominal gün, çalışma periyotlarını ve mola sürelerini de içermeli, çalışanlara ve yöneticilere danışılarak belirlenmelidir. Nominal günün belirlenmesinde řu hususlar dikkate alınmalıdır:

- Görevler ( içerik ve süresi ) ve görevlerin içindeki değerim,
- Ana gürültü kaynakları ve gürültülü çalışma alanları,
- İş modeli ve gürültü seviyesi değerikliği ile sonuçlanan her önemli gürültü olayı,
- Ara dinlenmelerinin, toplantıların, vb., sayısı ve süresi ve bunların nominal bir günün içinde olup olmadığı.

Bazı durumlarda, iş ve buna bağlı olarak gürültüye maruziyet günden güne değermekte ve bundan dolayı günlük tipik bir maruziyet olmamaktadır. Böyle durumlarda nominal günün belirlenebilmesi için çalışanın iş yaptığı tüm yerler birkaç gün veya bir hafta boyunca gözlenmelidir. İşi etkileyen işlem basamakları, malzemeler, iş istasyonunun durumu, çalışan sayısı ve çalışma hızı gibi durumlar kaydedilmelidir [34].

### **3.2.1.4. lm stratejisinin seçimi**

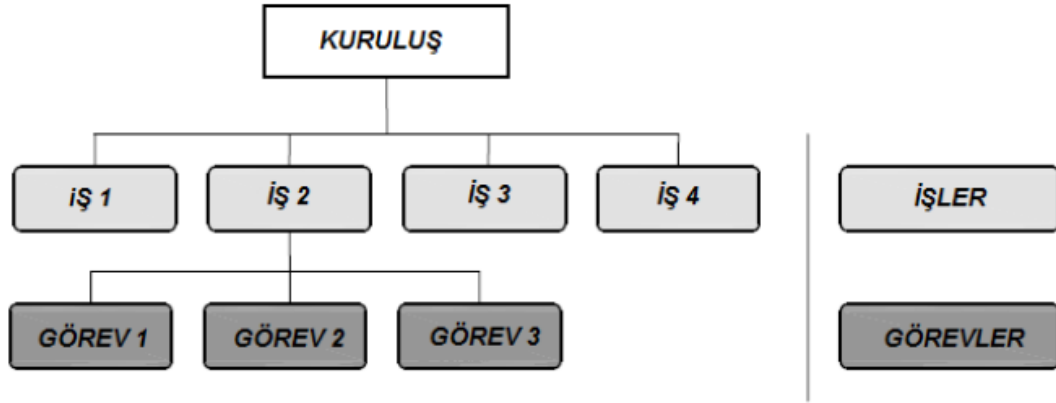
lm stratejileri:

- Görev tabanlı ölçüm stratejisi,
- İş tabanlı ölçüm stratejisi,
- Tam gün ölçüm stratejilerinden oluşmaktadır.

#### **3.2.1.4.1. Görev tabanlı ölçüm stratejisi**

Yapılan işin iyi belirlenmiş alt görevlere bölünebildiği, her bir görevin çalışma süresinin kesin olarak belirlenebildiği, ses seviyesinde az miktarda değerim gözlemlendiği (kararlı gürültü) ve çok sayıda işçinin benzer gürültü ortamında benzer işler yaptığı durumlarda, görev tabanlı

ölçüm stratejisi kullanılabilir. Bu ölçüm stratejisi uygulanırken ilk olarak gün boyunca yapılan çalışmalar analiz edilmelidir. Çalışanın işi alt görevlere bölünmeli ve her bir görev için ayrı bir Leq ölçümü yapılmalıdır [34]. Örnek bir uygulama Şekil 3.3.'te verilmiştir.



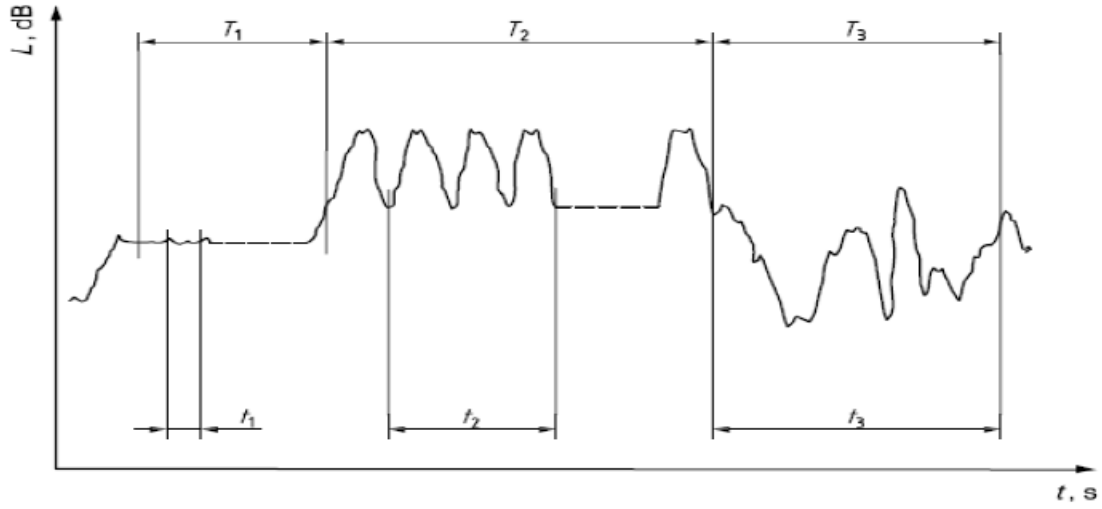
**Şekil 3.3. İş ve görevlerin hiyerarşisini gösteren örnek uygulama [34]**

Örneğin Şekil 3.3.'te belirtilen iş 2'ye kaynak çalışanı denirse ve bu iş Görev 1: Planlama, Görev 2: Bileme, Görev 3: Kaynak şeklinde alt görevlere bölünürse, görev tabanlı stratejiye uygun olarak her bir alt görev için yeterli süre kadar ölçüm alınarak kaynak çalışanın günlük gürültü maruziyeti bulunabilir.

Her bir ölçüm süresi gerçek görev için ortalama eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesini temsil etmesi adına yeteri kadar uzun olmalıdır. Her bir görev için en az 3 defa ölçüm yapılması gerekmektedir. Bir görevin süresi 5 dakikadan kısa ise, her bir ölçümün süresi görevin süresi ile aynı olmalıdır. Uzun görevler için her ölçümün süresi en az 5 dakika olmalıdır. Fakat, kararlı ve tekrarlanan gürültü seviyesi bulunursa veya eğer görevden kaynaklı gürültü toplam gürültü maruziyetine küçük bir katkıda bulunuyor diye kabul edilebilirse, her bir ölçümün süresi azaltılabilir (Şekil 3.4., Görev 1). Gürültü, periyodik ise her ölçüm en az 3 periyodu kapsamalıdır. Eğer 3 periyot süresi 5 dakikadan kısa ise, her ölçüm en az 5 dakika olmalıdır. Her ölçümün süresi, tüm periyotların zamanını karşılamalıdır (Şekil 3.4., Görev 2). Eğer gürültü, bir görev boyunca rastgele dalgalanırsa, her bir ölçümün süresi, tüm görevlerin ortalama eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesini temsil etmesi için yeteri kadar uzun olmalıdır (Şekil 3.4., Görev 3).

Gürültü seviyesindeki gerçek değişimleri karşılamak için görev süresinde farklı zamanlarda ölçümler veya bir grup içerisinde farklı çalışanlardan ölçümler yapılması önerilmektedir.

Yapılan 3 ölçümün sonuçları arasında 3 dB veya daha fazla fark varsa ilave 3 ölçüm daha yapılmalı veya görev daha alt görevlere bölünerek yukarıdaki işlemler tekrarlanmalıdır [34].



**Şekil 3.4. Görev tabanlı ölçümde ölçüm sürelerinin belirlenmesi [34]**

Şekil 3.4’de verilen:

L: zamanın bir fonksiyonu olarak gürültü seviyesini,

T<sub>1</sub>: görev 1’in süresini,

T<sub>2</sub>: görev 2’nin süresini,

T<sub>3</sub>: görev 3’ün süresini,

t: zamanı,

t<sub>1</sub>: 1.ölçümün süresi: neredeyse sürekli gürültü,

t<sub>2</sub>: 2. ölçümün süresi:döngüsel dalgalı gürültü,

t<sub>3</sub>: 3. Ölçümün süresi:rastgele dalgalanan gürültüyü tanımlamaktadır.

#### **3.2.1.4.2. İş tabanlı ölçüm stratejisi**

İş tabanlı ölçüm stratejisi yapılan işlerin ve görevlerin tam olarak belirlenemediği, ayrıntılı iş analizinin mümkün olmadığı durumlarda kullanılabilir. Bu ölçüm stratejisinde homojen gürültü maruziyet grupları belirlenir. Daha öncede belirtildiği gibi, homojen gürültü maruziyet grubundaki çalışanlar, aynı işi yapan ve bir çalışma günü içerisinde benzer gürültüye maruz kalması beklenen kişilerden oluşmalıdır. Bu stratejide minimum toplam ölçüm süresi, homojen gürültü maruziyet grubundaki çalışan sayısına ( $n_g$ ) bağlı olarak belirlenir.

**Tablo 3.1. Homojen gürültü maruziyet gruplarının toplam ölçüm süresini belirleme tablosu [34]**

| Gürültüye maruz kalan homojen gruptaki çalışan sayısı ( $n_G$ ) | Ölçüm süresi                   |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| $n_G \leq 5$                                                    | 5h                             |
| $5 < n_G \leq 15$                                               | $5h + (n_G - 5) \cdot 0,5h$    |
| $15 < n_G \leq 40$                                              | $10h + (n_G - 15) \cdot 0,25h$ |
| $n_G > 40$                                                      | 17h veya grubun bölünmesi      |

Homojen gürültü maruziyet gruplarının toplam ölçüm süresi belirleme tablosu Tablo 3.1.'de verilmiştir. Tablo 3.1.'e göre örneğin; maruz kalınan homojen gruptaki çalışan sayısı 19 ise iş tabanlı ölçüm stratejisi kullanılarak yapılacak bir ölçümün süresi; en az  $10 + (19 - 15) \cdot 0,25 = 11$  saat olarak hesaplanır.

Toplam ölçüm süresi en az 5 farklı ölçüm diliminden oluşmalıdır. Ölçüm dilimleri iş günü süresi boyunca ve grup üyeleri arasında rastgele seçilerek planlanmalıdır. Bu 5 ölçümün toplam süresi Tablo 3.1.'den hesaplanan toplam ölçüm süresine eşit veya fazla olmalıdır. Örneğin; 6 çalışandan oluşmuş homojen bir grup için toplam ölçüm süresi Tablo 3.1.'e uygun olarak en az 5,5 saat ve ölçüm sayısı 10 olarak seçilirse her bir ölçümün süresi en az 33 dk olmalıdır.

Numune almadan dolayı  $c_1u_1$  belirsizlik katkısı 3,5 dB ve üzeri ise homojen gürültü maruziyet gruplarında değişiklik yapılmalı veya belirsizliği azaltmak için ölçüm sayısı arttırılmalıdır.

#### **3.2.1.4.3. Tam gün ölçüm stratejisi**

Detaylı iş analizinin yapılamadığı, yapılan işlerin ve çalışma sürelerinin belirlenmesinin zor olduğu, çalışma koşullarının ve çalışanların gürültü maruziyetinin karmaşık olduğu durumlarda bu ölçüm stratejisi kullanılır. Bu ölçüm stratejisinde ölçüm süresi tüm gürültü olaylarını içerecek şekilde belirlenmelidir. Çalışanların gürültü maruziyetini temsil eden 3 tam gün ölçüm yapılır. Eğer bu üç ölçümün sonuçları 3 dB veya daha fazla farklılık gösterirse, en az 2 tam gün ölçümü daha yapılmalıdır [34].

Tam gün ölçüm stratejisiyle yapılacak ölçüm planlanırken en az üç kişilik homojen maruziyet grubu oluşturulabilirse, farklı üç güne gerek kalmaksızın, o gruptaki üç kişiye dozimetre takılarak bir günde üç tam günlük ölçüm alınabilir. Tüm çalışma günü boyunca ölçüm yapmanın mümkün olmadığı durumlarda, ölçümler gürültüye maruz kalınan sürenin önemli bir bölümünü kapsayacak şekilde yapılmalıdır [34].

Tablo 3.2.'de yukarıda anlatılan üç ölçüm stratejilerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere standartta verilen tablo verilmiştir. Tablo 3.2.'de görüldüğü gibi, sabit çalışanın bulunduğu ve çalışanın basit veya tek bir iş yaptığı bir durumda standart sadece görev tabanlı stratejinin seçilip buna göre ölçüm yapılabilir. Benzer şekilde Tablo 3.2.'deki bazı durumlar için tüm stratejiler kullanılabilir, fakat standart bazı durumlarda bazı stratejilerin kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmektedir.

**Tablo 3.2. Temel ölçüm stratejisinin seçimi [34]**

| İşin tipi veya düzeni                                                                                   | Ölçüm stratejisi                     |                                 |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                         | 1.Strateji<br>Görev-tabanlı<br>ölçüm | 2. Strateji<br>İş-tabanlı ölçüm | 3.Strateji<br>Tam gün<br>ölçüm |
| Sabit çalışan yeri-<br>Basit veya tek iş                                                                | <input type="checkbox"/> *           | -                               | -                              |
| Sabit çalışma yeri-<br>Kompleks veya çoklu iş                                                           | <input type="checkbox"/> *           | <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/>       |
| Gezici çalışan-<br>Öngörülebilir düzen-<br>Az sayıda görev                                              | <input type="checkbox"/> *           | <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/>       |
| Gezici çalışan-<br>Öngörülebilir düzen-<br>çok sayıda görev veya<br>kompleks iş düzeni                  | <input type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/> *     |
| Gezici çalışan-<br>Öngörülemez iş düzeni                                                                | -                                    | <input type="checkbox"/>        | <input type="checkbox"/> *     |
| Sabit veya gezici çalışan-<br>Belirsiz görev süreli çoklu<br>görevler                                   | -                                    | <input type="checkbox"/> *      | <input type="checkbox"/>       |
| Sabit veya gezici çalışan-<br>Görev belirlenmemiş                                                       | -                                    | <input type="checkbox"/> *      | <input type="checkbox"/>       |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Strateji kullanılabilir.<br>* Tavsiye edilen strateji |                                      |                                 |                                |



### 3.2.1.5. Ölçümler

Bu standarda göre ölçüm yapılırken, öncelikli olarak standardın gerektirdiği ölçüm cihazlarına sahip olmak gerekmektedir. Bu cihazlar, IEC 61672-1:2002'ye uygun, Tip 1 veya Tip 2 sınıfında ve uluslararası izlenebilirliğe sahip bir ses seviye ölçer, IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu) 61252'ye uygun, Tip 1 veya Tip 2 sınıfında uluslararası izlenebilirliğe sahip dozimetre ve IEC 60942:2003'e uygun, cihaz ile uyumlu uluslararası izlenebilirliğe sahip Tip 1 doğrulama cihazlarıdır [34].

Ölçümler aşağıdaki cihaz çeşitleri kullanılarak yapılabilir:

- Gürültüye maruz kaldığı belirlenen çalışana takılan kişisel ses seviye ölçer,
- Farklı pozisyonlara yerleştirilen veya hareket halindeki çalışana takip etme esnasında elde tutulan, birleştiren, ortalama alan ses seviye ölçer.

Bu çalışmada İSGÜM bünyesinde yer alan aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır:

- Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer,
- Svan102 gürültü dozimetresi,
- SV30A akustik kalibratör.

#### **Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer:**

Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer cihazının özellikleri Tablo 3.3.'te, Svantek 947 cihazı ve cihaza ait mikrofon uzatma aparatı, mikrofon, koruyucu sünger gibi parçaların görselleri Resim 3.1.'de verilmiştir.

**Tablo 3.3. Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer [35]**

| Cihazın Adı                           | Markası / Tipi       | Cihazın Kapasitesi                                                              | Model |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Svantek 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer | Svantek 947<br>Tip 1 | Frekans Aralığı:<br>10Hz-20kHz<br>SLM Modu<br>24 dB(A) RMS-<br>140 dB(A) (Peak) | 947   |
| Mikrofon                              | Svantek SV 22        | 24 dB(A) RMS-<br>140 dB(A) (Peak)                                               | SV22  |



**Resim 3.1. Svantek 947 gürültü ve titreşim ölçer**

Bu cihaz gibi el tipi ses seviye ölçer kullanılacaksa, ölçümlerin yapılacağı mikrofona konumları belirlenirken, mikrofona çalışanın en çok maruz kalan kulağı tarafında ve dış kulak kanalının girişinden 0,1 ve 0,4 m arasında bir mesafede bulunur ya da tutulur. Mikrofon, çalışanın başının merkez düzlemine gözlerle aynı seviyede olacak şekilde yerleştirilir ve bu konumlar korunarak çalışanın hareketleri boyunca takip edilir. Ölçüm boyunca ölçümü alacak personel, çalışanın arkasında ve kendi vücudu yan pozisyonunda olacak şekilde durmalıdır [34]. El tipi ses seviyesi ölçer kullanarak yapılacak ölçümlerde mikrofona nasıl konumlandırılması gerektiği Resim 3.2.'de gösterilmiştir.



**Resim 3.2. El tipi ses seviye ölçer (Svantek 947) kullanımı**

Oturmuş konumdaki bir çalışan için; oturma platformundan 0,80 m  $\pm$  0,05 m yükseklikte, ayakta duran çalışan için ise; zeminden 1,55 m  $\pm$  0,075 m yükseklikte ölçüm yapılmalıdır.

### **Svan102 gürültü dozimetresi:**

SV102 gürültü dozimetresi özellikleri Tablo 3.4.'te, Svantek 102 cihazı ve cihaza ait mikrofon uzatma aparatı, mikrofon, koruyucu sünger gibi parçaların görselleri Resim 3.3.'de verilmiştir.

**Tablo 3.4. Svan102 gürültü dozimetresi özellikleri [36]**

| Cihazın Adı               | Markası / Tipi | Cihazın Kapasitesi            | Model  |
|---------------------------|----------------|-------------------------------|--------|
| SV 102 Gürültü Dozu Ölçer | Svantek Tip 2  | 45 dB(A) RMS-141 dB(A) (Peak) | SV 102 |
| Mikrofon                  | Svantek        | 1/2"                          | SV25D  |



**Resim 3.3. SV102 gürültü dozimetresi**

Bu tip dozimetre kullanılırken, mikrofon en çok maruz kalan kulağın tarafındaki dış kulak kanalının girişinden en az 0,1 m uzaklıkta omuz başına takılır ve omzun yaklaşık olarak 0,04 m yukarısına takılmalıdır.

Mikrofon, kablo mekanik etki ya da kıyafetten kaynaklanan örtmenin yanlış sonuçlara neden olmayacak şekilde takılır. Mikrofondaki mekanik etkiler sebebiyle oluşan hatalardan kaçınılmalıdır. Dozimetre ölçer kullanarak yapılacak ölçümlerde mikrofonun nasıl konumlandırılması gerektiği Resim 3.4.'de gösterilmiştir.



**Resim 3.4. Dozimetre kullanımında mikrofön konumu**

#### **SV30A akustik kalibratör:**

Svantek SV30A kalibratör özellikleri Tablo 3.5.’te, görseli de Resim 3.5.’de verilmiştir.

**Tablo 3.5. SV30A akustik kalibratör özellikleri [35,36]**

| Cihazın Adı        | Markası / Tipi | Cihazın Kapasitesi | Model |
|--------------------|----------------|--------------------|-------|
| Akustik Kalibratör | Svantek SV30A  | 94 dB(A)-114 dB(A) | SV30A |



**Resim 3.5. SV30A akustik kalibratör**

Ölçümlerin hassas ve doğru yapılabilmesi için ses seviyesi ölçerler ve dozimetreler her ölçümden önce ve sonra kalibratörlerle kalibre edilmelidir. Ölçüme başlamadan önce kalibratör ile doğrulama yapıldıktan sonra “C faktörü” belirlenmesi ve “SPL” (Ses Basınç Seviyesi) ölçümü yapılır ve bu değerler kayıt altına alınır. Kalibratör bilinen bir ses basıncı seviyesi değerini cihazın mikrofönuna göndererek cihazın bilinen değere göre düzeltme yapmasını sağlamaktadır.

### 3.2.1.4. Belirsizlik ve hata kaynakları

Belirsizlikler çalışma durumundaki hem doğal değişimler hem de hatalar ile oluşabilirler.

Sonuçtaki belirsizliğin temel kaynakları:

- Günlük çalışmadaki, çalışma koşullarındaki, örneklemedeki belirsizlik gibi değişimler;
- Enstrümentasyon ve kalibrasyon,
- Mikrofon pozisyonu,
- Yanlış katkılar, örneğin rüzgardan, hava akışı ya da mikrofon üzerindeki etki ve mikrofonun kıyafete sürtünmesi,
- Eksik ya da yanlış iş analizi,
- Tipik olmayan gürültü kaynaklarından, konuşmadan, müzikten (radyo), alarm sinyallerinden ve tipik olmayan davranıştan oluşan katkılar.

### 3.2.1.5. Hesaplamalar

Görev tabanlı ölçüm stratejisi:

m görevi için yapılan I sayıda farklı ölçümün A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı seviyesi,

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left( \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * L_{p,A,eqT,mi}} \right) dB \quad (3.1)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada;

- $L_{p,A,eqT,mi}$ :  $T_m$  süresinin bir görev süresince A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi,
- i: m görevi numune sayısıdır,
- I: Görev numunelerinin, m toplam sayısıdır.

m görevinin günlük A-ağırlıklı gürültü maruziyeti seviyesine katkısı,

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left( \frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) dB \quad (3.2)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada;

- $L_{p,A,eqT,m}$ : Eşitlik 3.1’de belirtildiği gibi m görevi için A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi,
- $\bar{T}_m$  : m görevinin aritmetik ortalama süresi,
- $T_0$ : referans süresi,  $T_0=8h$ .

Günlük A-ağırlıklı gürültü maruziyeti,

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left( \sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (3.3)$$

veya

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left( 10^{0,1 L_{EX,8h,m}} \right) \text{ dB} \quad (3.4)$$

eşitliklerinden hesaplanabilir. Burada;

- $L_{EX,8h,m}$ : m görevinin A-ağırlıklı gürültü maruziyeti seviyesinin, günlük gürültü maruziyeti seviyesine katkısı,
- m: görev numarası,
- M: günlük gürültü maruziyetine seviyesine katkıda bulunan m görevlerinin toplam sayısıdır.

#### İş tabanlı ölçüm stratejisi:

Homojen bir grup çalışanları için günlük maruz kalınan gürültü düzeyi hesaplamasında, etkili çalışma günü süresi ( $T_e$ ) için, eşdeğer sürekli A ağırlıklı ses basınç seviyesi,

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 L_{p,A,eqT,n}} \right) \text{ dB} \quad (3.5)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada;

- $L_{p,A,eqT_e}$ : n ölçümün eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi,
- n: ölçüm numarası,
- N: toplam ölçüm sayısıdır.

Homojen maruziyete sahip bir grup işçinin günlük A-ağırlıklı gürültü maruziyet seviyesi,

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left( \frac{T_e}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (3.6)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada;

- $L_{p,A,eqT_e}$ : Eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi,
- $T_e$ : Çalışma günü için toplam maruziyet süresidir.

Tam gün ölçüm stratejisi:

Günlük A ağırlıklı gürültü maruziyet seviyesi,

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left( \frac{T_e}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (3.7)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada  $L_{p,A,eqT_e}$  Eşitlik 3.5.'ten hesaplanır.

Bu çalışmada gerekli hesaplamalar İSGÜM bünyesinde oluşturulmuş hesap programları yardımıyla yapılmıştır.

### 3.3. İNCELEME YAPILAN İŞYERLERİ

#### 3.3.1. Belirlenen İşyerleri

Savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren firmalara bakıldığında, sahiplik durumuna göre “Kamu firmaları” ve “Özel Firmalar” olarak; yüklenicilik durumuna göre “Ana Yüklenici”, “Alt Yüklenici” ve “Yan Sanayii” olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Ayrıca, askeri kara araçları, deniz araçları, havacılık ve uzay, elektrik-elektronik ve yazılım, silah sistemleri iş kollarında faaliyet gösterdikleri anlaşılmaktadır.

Tez konusu kapsamında, SSM ile yapılan görüşmeler sonucunda sektörde faaliyet gösteren 10 adet firma inceleme yapılmak üzere belirlenmiş, ilgili firmalarda ön inceleme yapılmış, bunlardan iki adeti yazılım ve elektronik iş kolunda faaliyet gösterdiği, gürültü maruziyetine konu bir prosese sahip olmadığından değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bir adet firma ise, güvenlik prosedürlerini gerekçe göstererek tüm atölyelerin incelenmesine ve ölçüm cihazlarının tesislere sokulmasına izin vermediği için değerlendirme dışı bırakılmıştır, sadece firmada inceleme yapılmıştır.

Diğer taraftan, değerlendirmeye tabi tutulan 7 firmadan bir tanesinde ise, inceleme ve ölçüm yapılmış, ancak, patlayıcı madde üretimi yapılan alanlarda güvenlik sebebiyle ölçüm yapılmasına izin verilmemiştir.

Ayrıca, inceleme yapılan firmaların personel sağlık kayıtları kişisel güvenlik prosedürleri gerekçe gösterilerek paylaşılmadığından, gürültü maruziyetinin çalışanların sağlığı üzerindeki etkisi açısından bu çalışma kapsamında bir değerlendirme yapılamamıştır.

Değerlendirmeye tabi tutulan 7 adet firma, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında olup, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği’nde “çok tehlikeli” ve “tehlikeli” sınıfta yer almaktadırlar. Bu firmalara ait bilgiler Tablo 3.6.’da verilmiştir.



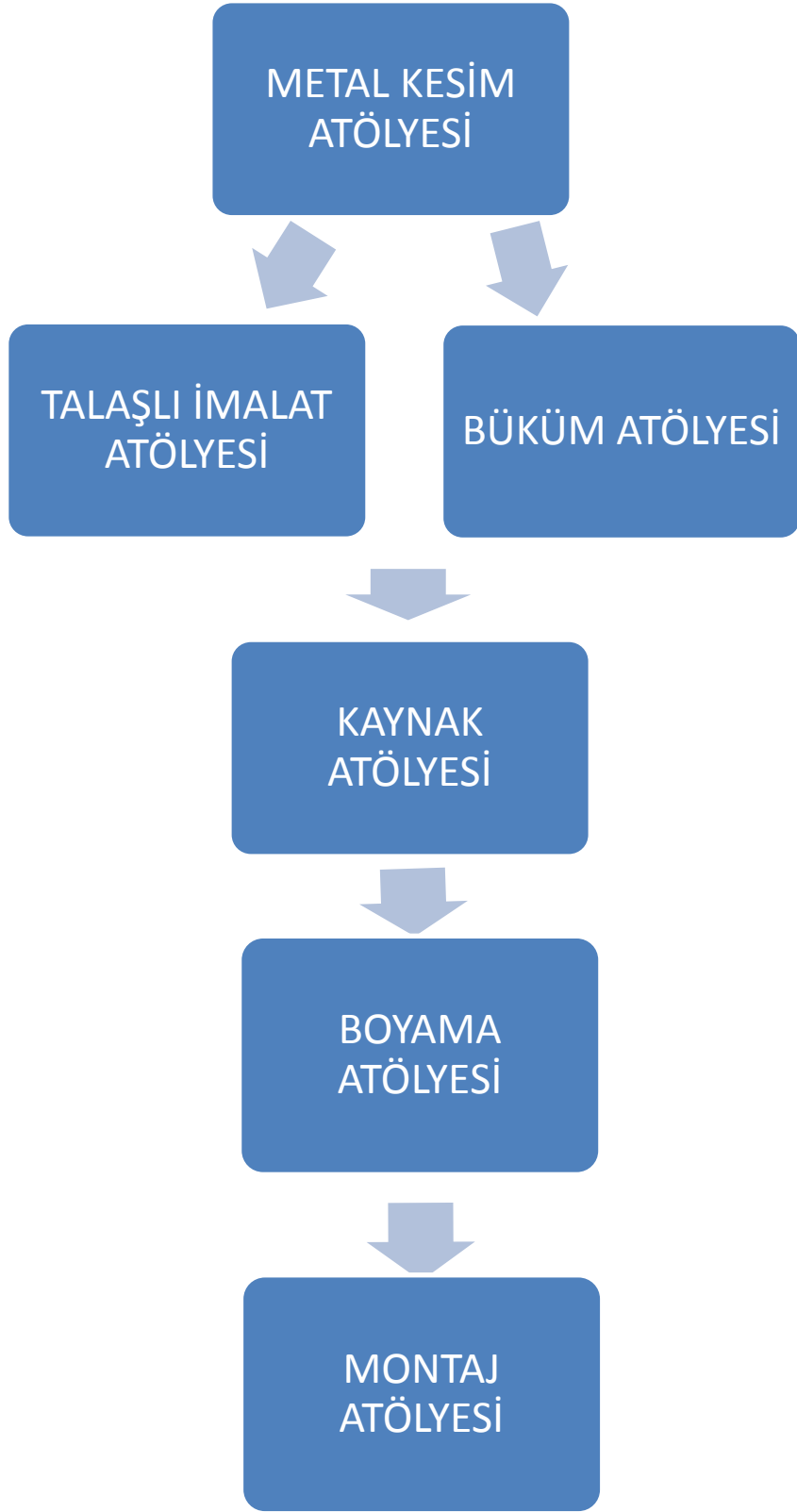
**Tablo 3.6. Ölçüm yapılan işyeri bilgileri**

| <b>İşyeri</b> | <b>Çalışan Sayısı</b> | <b>Tehlike Sınıfı</b> |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| A Firması     | 625                   | Çok Tehlikeli         |
| B Firması     | 412                   | Çok Tehlikeli         |
| C Firması     | 2230                  | Çok Tehlikeli         |
| D Firması     | 719                   | Çok Tehlikeli         |
| E Firması     | 615                   | Tehlikeli             |
| F Firması     | 2000                  | Çok Tehlikeli         |
| G Firması     | 730                   | Çok Tehlikeli         |

### **3.3.2. Ortak Üretim Prosesleri**

Ön inceleme sonunda ölçüm alınması uygun değerlendirilen işyerlerinde gerçekleştirilen faaliyetler ve süreçler incelenmiş, uygulanan ortak prosesler 6 adet atölye altında sınıflandırılmıştır.

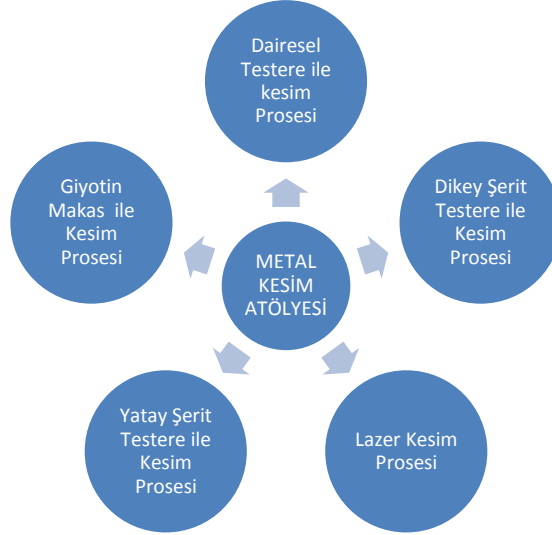
İşyerlerinde iş akışı genel olarak değerlendirildiğinde, hammaddenin öncelikle kesim atölyesine getirildiği, kesim işlemlerinden sonra talaşlı imalat ve büküm atölyelerinde şekillendirildiği, kaynak atölyesinde parçaların birbirine birleştirildiği ve boyama işlemi sonucunda montaj işlemlerine başlandığı görülmüştür. Montaj işlemini müteakip kalite kontrol, test ve sevkiyat işlemine geçildiği tespit edilmiştir. Bu çerçevede belirlenen ve ölçüm alınan atölyeler ve iş akış şeması Şekil 3.5.'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.5. Ölçüm alınan belirlenmiş atölyeler**

### 3.3.2.1. Metal kesim atölyelerindeki ortak üretim prosesleri

İşyerine gelen çelik, alüminyum, kompozit malzeme v.b. hammaddenin ilk olarak kesim işlemine tabi tutulduğu bu atölyede dairesel testere, dikey şerit testere, yatay şerit testere, giyotin makas ve lazer kesim prosesleri uygulanmaktadır. Kesim atölyesinde uygulanan prosesler Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Kesim atölyelerindeki ortak üretim prosesleri

**Dairesel Testere ile Kesim Prosesi:** Dairesel testere ile kesim prosesinde, plaka hammaddelerinin boyları, genişlikleri ve kalınlıklarının istenilen ölçülerde ve açılarda kesme işlemi gerçekleştirilmektedir.



Resim 3.6. Dairesel testere ile kesim işlemi

**Dikey ve Yatay Şerit Testere ile Kesim Prosesleri:** Şerit testere ile kesim proseslerinde, genişlik ve boy kesme işlemlerinin yanı sıra, kavisli ve kermeli iş parçalarının kesilmesi, açılı kesme, dairesel kesme gibi kesme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla iki tür şerit testere makinesi kullanılmakta olup, çalışma prensipleri aynıdır. Aralarındaki fark yatay ve dikey konumlarından kaynaklanmaktadır. Dikey şerit testere ince ve geniş parçalarının kesilmesi ve parçanın içlerinin boşaltılmasında, yatay şerit testere ise her kalınlıktaki malzemeyi kesmekte kullanılmaktadır.



(a)



(b)

**Resim 3.7. (a) Dikey ve (b) Yatay şerit testere ile kesim işlemi**

**Giyotin Makas ile Kesim Prosesi:** Giyotin makaslarının kesme prensibi el makaslarının kesme prensibine benzerdir. Sabit ve hareketli iki bıçaktan hareketli olan bıçağa verilen baskı kuvvetinin bıçaklar arasındaki parçayı koparmasıyla yapılan kesim işlemidir.



**Resim 3.8. Giyotin makas ile kesim işlemi**

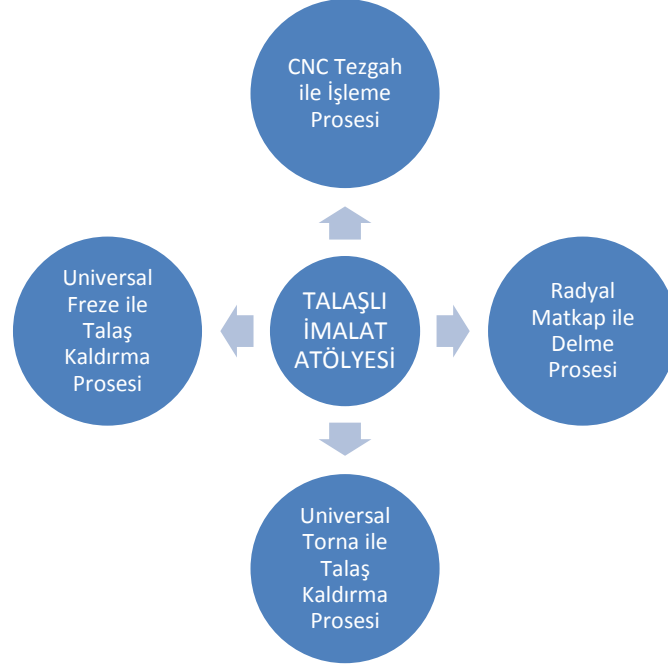
**Lazer Kesim Prosesi:** Lazer kesim tezgâhları, işlenecek malzemeyi 0,5 mm'den küçük çaplı bir lazer ışık hüzmesi ile eritir ve buharlaştırır. Sertliği veya yoğunluğu ne olursa olsun, tüm malzemeler çabuk ve pürüzsüz bir şekilde kesilebilmektedir. Bu tip lazer tezgah kullanımıyla, çalışandan kaynaklanan hatalar azaltılabilmekte ve birçok kalıp ve aparatlardan tasarruf sağlanabilmektedir.



**Resim 3.9. Lazer kesim işlemi**

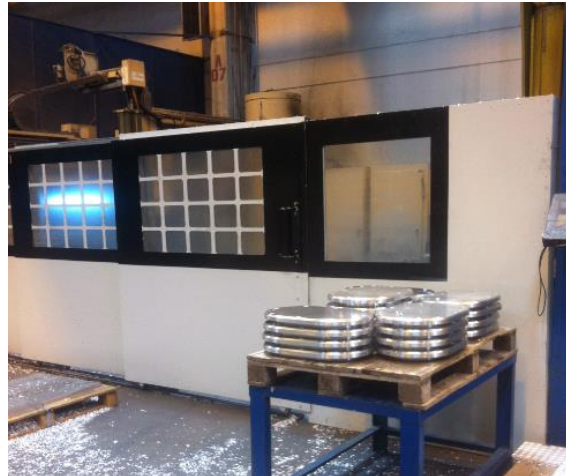
### 3.3.2.2. Talaşlı imalat atölyelerindeki ortak üretim prosesleri

Kesim atölyesinden çıkan malzemeler, kaynak işlemleri öncesinde CNC tezgah, radyal matkap, universal torna ve universal freze makinelerinde şekillendirilmektedir. Bu atölyede uygulanan prosesler Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Talaşlı imalat atölyelerindeki ortak üretim prosesleri

**CNC Tezgah ile İşleme Prosesi:** CNC tezgahlarında, lazer kesimin yanı sıra torna, freze ve delme işlemleri de yapılabilmektedir.



Resim 3.10. CNC tezgahları



**Radyal Matkap ile Delme Prosesi:** Radyal matkap tezgahlarının en önemli özelliği radyal bir gövdenin sütun etrafında 360° dönebiliyor olmasıdır. Diğer matkap tezgahlarında matkap mili sabit iken radyal matkap tezgahında matkap mili radyal gövde boyunca hareket edebilmektedir.



**Resim 3.11. Radyal matkap ile delme işlemi**

**Universal Freze ile Talaş Kaldırma Prosesi:** Freze, kendi eksenini etrafında dönen freze çakısının altından iş parçasının ileri-geri hareketiyle yapılan talaş kaldırma işlemidir. Kesim işlemini takım, ilerleme hareketini ise iş parçası yapar. Freze ile düz yüzeyler, eğrisel yüzeyler, dişli çarklar ve kanallar açılabilir. Universal freze tezgahı, yatay ve düşey freze tezgahlarının bir arada getirilmiş ve geliştirilmiş halidir.



**Resim 3.12. Universal freze tezgahı**

**Universal Torna ile Talaş Kaldırma Prosesi:** Torna, parçaya kesici alet yönünde bir hareket verilerek yapılan talaş kaldırma işlemidir. Tornada çoğunlukla aksenal hareketle dış iç kısımlarda silindirik ve konik yüzeyler işlenmektedir. Universal torna tezgahı, çok amaçlı bütün işlemleri yapabilen geliştirilmiş bir torna tezgahıdır.



**Resim 3.13. Universal torna tezgahı**



### 3.3.2.3. Büküm atölyelerindeki ortak üretim prosesi

**Abkant Pres ile Bükme Prosesi:** Abkant presler, kuvvet uygulayarak kalıplar yardımı ile malzemeleri istenilen şekilde bükmeyi sağlayan makinelerdir. Bükme kuvvetini hidrolik sistemden alıyorsa hidrolik abkant pres, hava üreten sistemden alıyorsa pnömatik abkant pres denir. CNC kontrollü hidrolik abkant preslerde, üst kalıbın aşağı yukarı hareketi ve bükme açısı, arka dayama bilgisayar programları ile desteklenmektedir. Değişik açı ve dayamalarda bükülecek bir parçanın değerleri programa yüklenerek bükme işlemi gerçekleştirilir.



**Resim 3.14. Pres tezgahı**

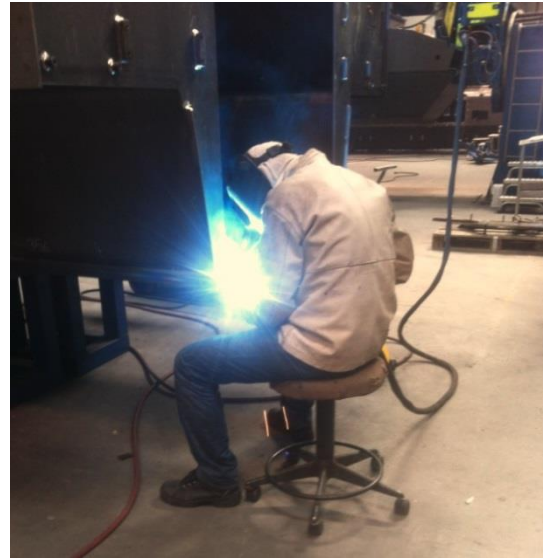
### 3.3.2.4. Kaynak atölyelerindeki ortak üretim prosesleri

Talaşlı imalat atölyesinden çıkan malzemeler, kaynak atölyesinde kaynak, çatma ve temizleme işlemleri yapılır. Bu atölyedeki ortak üretim prosesleri MIG-MAG kaynak kullanımı, TİG kaynak kullanımı, puntolama, çapak alma ve taşlama prosesleridir. Bu atölyede uygulanan prosesler Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.8. Kaynak atölyelerindeki ortak üretim prosesleri**

**MIG-MAG Kaynağı:** MIG-MAG kaynağı bir gazaltı kaynak çeşididir. MIG (Metal İnert Gaz) kaynağında helyum veya argon gazları gibi soygazlar kullanılır. Çoğunlukla çelik dışındaki metallerde uygulanır. MAG (Metal Aktif Gaz) kaynağında ise, karbondioksit ve karışım gazlar kullanılır ve çoğunlukla çelik, düşük 5 karbonlu çelik ve alaşımlı çeliklere uygulanır. Prensip olarak MIG kaynağından farkı yoktur, donanım olarak aynıdır, sadece kullanılan gazlar farklıdır.



**Resim 3.15. MIG-MAG kaynağı**

**TİG Kaynağı:** TİG (Tunsten İnert Gaz) kaynağı da bir gazaltı kaynak çeşididir. Yöntem olarak MIG-MAG kaynağından farklıdır ve bu kaynakta ilave tel el ile verilir. Arkı oluşturan ilave tel tunstendir. TIG kaynak yönteminde ergimeyen tunsten elektrot ile kaynak yapılan parça arasında elektrik arkı oluşmaktadır. Koruyucu gaz olarak argon veya helyum gazı kullanılır.



**Resim 3.16. TİG kaynağı**

**Puntolama Prosesi:** Kaynağı yapılacak iş parçalarının uygun ölçülerde kalması için belli aralıklarla sabitlenmesi işlemine puntolama denilmektedir. Kaynak işleminin başarılı bir şekilde tamamlanması için kaynak esnasında iş parçalarının açıları ve birbirleri ile olan mesafeleri değişmemelidir, puntolama bunu sağlamak için yapılmaktadır.



**Resim 3.17. Puntolama işlemi**

**Çapak Alma Prosesi:** Endüstride metaller belirli bir şekil ve boyutta parçalara ulaşmak için kaynak, döküm, torna, freze gibi pek çok yöntemle işlenirler. Bu işlemler genellikle parça kenarlarında kaba çıkıntılar oluşturmaktadır. Bu çıkıntılı parçacıklara ve kesinliklere çapak adı verilmekte ve bu çapakların alınma işlemine de çapak alma işlemi denilmektedir.



**Resim 3.18. Çapak alma işlemi**



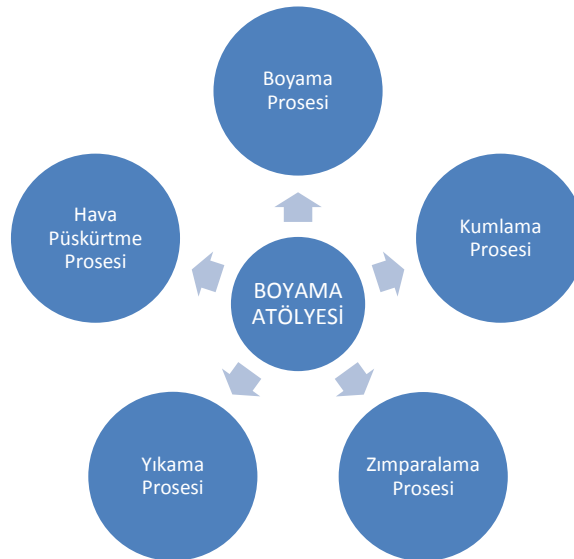
**Taşlama Prosesi:** Taşlama, sert aşındırıcı taneler içeren kesici (zımpara taşı) ile iş parçasının yüzeyinden talaş kaldırma işlemidir. Taşlama işlemi sırasında zımpara taşı kendi ekseninde oldukça yüksek devirlerde dönme hareketi yapar ve kesme işlemi zımpara taşı ile iş parçası arasındaki sürtünmenin bir sonucu olarak meydana gelmektedir.



**Resim 3.19. Taşlama işlemi**

### 3.3.2.5. Boyama atölyelerindeki ortak üretim prosesleri

Boyama atölyelerinde malzemelere yüzey temizleme ve boyama işlemleri yapılır. Bu atölyedeki ortak üretim prosesleri kumlama, zımparalama, yıkama, hava püskürtme ve boyama prosesleridir ve uygulanan prosesler şekil 3.9.'da gösterilmiştir.



**şekil 3.9. Boyama atölyelerindeki ortak üretim prosesleri**

**Kumlama Prosesi:** Kumlama, iş parçasının yüzeyini yağ, pas ve boya kalıntılarından arındırmak ve bunun sonucunda boyanın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlamak amacı ile uygulanan bir işlemdir. Bu işlemde kumlar yüksek basınçlı hava yardımı ile parçanın üzerine atılmaktadır ve parçanın yüzeyinin aşındırılması işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlemde genellikle silis, bazalt, grit gibi maddeler kullanılmaktadır. Silis çok ince çeşitleri bulunan kumdur ve çoğunlukla hafif uygulama yapılacağı zaman kullanılmaktadır. Bazalt ise genellikle kumun tekrar kullanılacağı yerlerde uygulanır. Grit ise gücü en üst seviyede olan kum çeşididir.



**Resim 3.20. Kumlama alanı**

**Zımparalama Prosesi:** Boya öncesi malzemenin boyaya hazır duruma getirilmesi için yapılan yüzey temizleme işlemlerinden biridir. Zımpara, malzemenin yüzeyindeki kir, pas vb. çeşitli etmenleri ortadan kaldırılmak için kullanılan, aşındırıcılar ile kaplı, dayanıklı kağıt veya bez gereçlerdir. Taşlama prosesinden farkı kullanılan zımpara taşlarının yoğunluklarının farklı olmasıdır.



**Resim 3.21. Zımparalama işlemi**

**Yıkama Prosesi:** Yıkama makinesi veya hortum aracılığıyla iş parçasına su püskürtme işlemidir.



**Resim 3.22. Yıkama işlemi**

**Hava Püskürtme Prosesi:** Hava tabancasıyla iş parçasına hava püskürmek suretiyle yapılan yüzey temizleme işlemidir.



**Resim 3.23. Hava püskürtme işlemi**

**Boyama Prosesi:** Yüzey temizleme işlemlerinden sonra, boya kabinlerinde boya tabancasıyla iş parçasına boya püskürmek suretiyle yapılan işlemdir.



**Resim 3.24. Boyama işlemi**

#### **3.3.2.6. Montaj atölyelerindeki ortak üretim prosesleri**

Montaj atölyesinde nihai ürün için üretilen parçalar bir araya getirilir. Bu atölyelerde üretilen ürüne bağlı olarak motor yerleşimi, alt sistemlerin montajı, zırh montajı, parça yerleşimi vb. işler yapılmakla birlikte darbeli matkap, havalı tabanca, vinç gibi çeşitli ekipmanlar kullanılmaktadır.

Montaj atölyelerinde yapılan işler ve görevler tam olarak belirlenemediği, ayrıntılı iş analizi mümkün olmadığı için iş tabanlı ölçüm stratejisi kullanılmıştır. Bu ölçüm stratejisinde homojen gürültü maruziyet grupları belirlenmiş ve bu gruptaki çalışanlar, aynı işi yapan ve bir çalışma günü içerisinde benzer gürültüye maruz kalması beklenen kişilerden oluşmuştur.



## 4. BULGULAR

Bu tez çalışmasında savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren 7 farklı işyerinin üretim ve montaj hatlarında çalışanların gürültü maruziyetlerin belirlenmesi için kişisel gürültü ölçümleri yapılmış ve günlük maruziyet değerleri hesaplanmıştır. Kişisel gürültü ölçümleri TS EN ISO 9612:2009 standardına göre gerçekleştirilmiş ve toplam 33 adet atölye ve 116 adet proses için toplam 451 adet ölçüm yapılmıştır.

İnceleme ve ölçüm yapılan firmalardaki ortak prosesler 6 adet atölye altında sınıflandırılmıştır. Bu atölyeler metal kesim, talaşlı imalat, büküm, kaynak, boyama ve montaj atölyeleridir. Metal kesim atölyesi “dairesele testere, dikey şerit testere, yatay şerit testere, giyotin makas ve lazer kesim” proseslerinden; Talaşlı imalat atölyesi “CNC tezgah, radyal matkap, universal torna ve universal freze” proseslerinden; Büküm atölyesi “presle bükme” prosesinden; Kaynak atölyesi “MIG-MAG kaynak kullanımı, TIG kaynak kullanımı, puntolama, çapak alma ve taşlama” proseslerinden; Boyama atölyesi “kumlama, zımparalama, yıkama, hava püskürtme ve boyama” proseslerinden oluşmaktadır. Ancak, yukarıda sayılan atölyeler bulunmamasına rağmen, iyi uygulama örneği açısından, G firmasının kovan üretim atölyesi de değerlendirmeye alınmıştır. Söz konusu kovan üretim atölyesinde, kaynağında gürültü kontrol önlemleri varken ve yokken çalışanların gürültü maruziyetleri belirlenmiş ve kendi içinde kıyaslanmıştır.

Metal kesim, büküm, talaşlı imalat, kaynak, boyama ve kovan üretim atölyelerinde görev tabanlı ölçüm stratejisi; montaj atölyesinde de iş tabanlı ölçüm stratejisi seçilmiş ve günlük maruziyet değerleri tablolar ve grafikler halinde belirtilmiştir. Maruziyet değerlerinin hesaplanması için İSGÜM bünyesinde kullanılan gürültü hesap programları kullanılmıştır. Her bir atölyedeki ortak proseslerin hesaplanan verileri birbirleriyle karşılaştırılmış ve grafikler halinde sunulmuştur.

### **Metal Kesim Atölyelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları**

Metal kesim atölyelerinde görevlerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Tablo 4.1.’de verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-2’de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

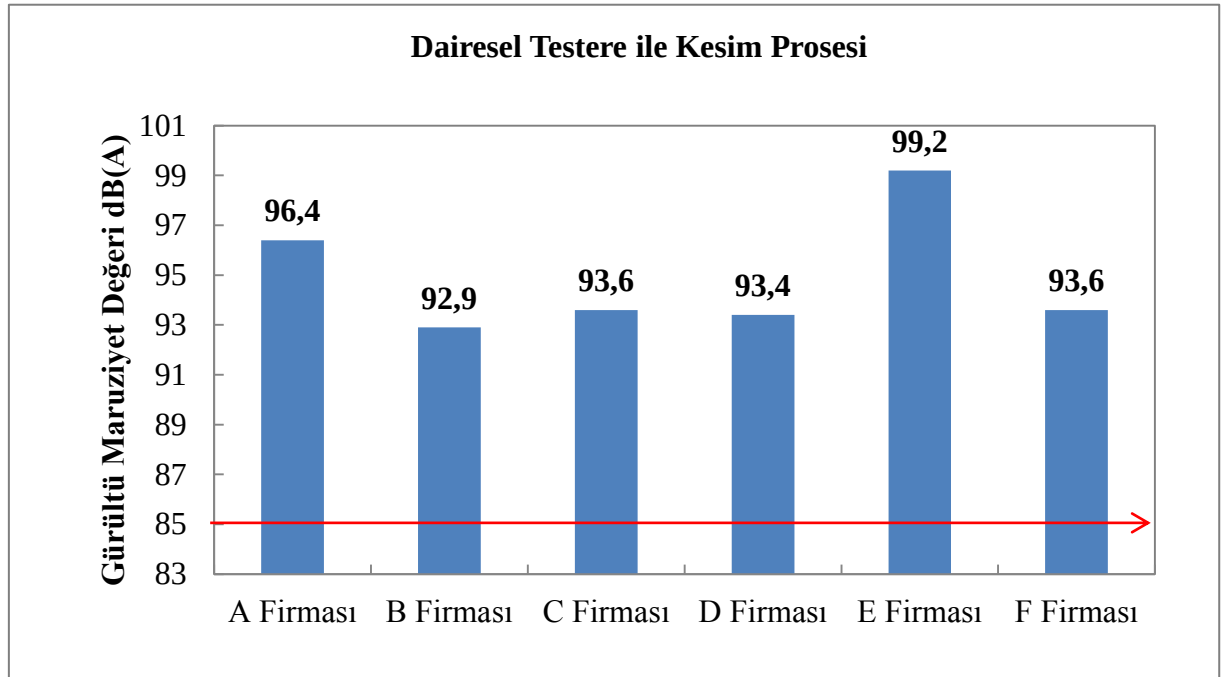
**Tablo 4.1. Metal kesim atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları**

| <b>İşyeri Adı</b>                | <b>Dairesel Testere ile Kesim Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Dikey Şerit Testere ile Kesim Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Yatay Şerit Testere ile Kesim Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Giyotin Makas ile Kesim Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Lazer Kesim Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Günlük Gürültü Maruziyeti<br/>dB(A)</b> |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>A Firması</b>                 | 96,4 / 116,3                                                                                  | 92,8 / 123,9                                                                                     | 88,2 / 124,6                                                                                     | 86,7 / 126,3                                                                               | 83,4 / 114,2                                                                   | 90,1                                       |
| <b>B Firması</b>                 | 92,9 / 107,0                                                                                  | 92,9 / 118,9                                                                                     | 85,1 / 119,0                                                                                     | 86,8 / 103,5                                                                               | 78,9 / 98,6                                                                    | 87,1                                       |
| <b>C Firması</b>                 | 93,6 / 115,8                                                                                  | 94,2 / 124,7                                                                                     | 87,3 / 121,1                                                                                     | 85,9 / 119,2                                                                               | 83,6 / 108,8                                                                   | 89,3                                       |
| <b>D Firması</b>                 | 93,4 / 118,1                                                                                  | 94,7 / 129,2                                                                                     | 86,5 / 116,8                                                                                     | 85,6 / 107,7                                                                               | 79,5 / 105,1                                                                   | 89,0                                       |
| <b>E Firması</b>                 | 99,2 / 125,6                                                                                  | 91,5 / 115,4                                                                                     | 82,0 / 109,6                                                                                     | 86,0 / 117,0                                                                               | 81,1 / 119,6                                                                   | 91,5                                       |
| <b>F Firması</b>                 | 93,6 / 112,4                                                                                  | 91,0 / 112,6                                                                                     | 82,9 / 101,7                                                                                     | —                                                                                          | 76,2 / 114,1                                                                   | 88,2                                       |
| <b>Ortalama Maruziyet Değeri</b> | 94,9                                                                                          | 92,9                                                                                             | 85,3                                                                                             | 86,2                                                                                       | 80,5                                                                           | 89,2                                       |

Ölçüm sonuçların verildiği şekillerde; “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”te belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri (85 dB(A)) kırmızı yatay çizgi ile gösterilmiştir.

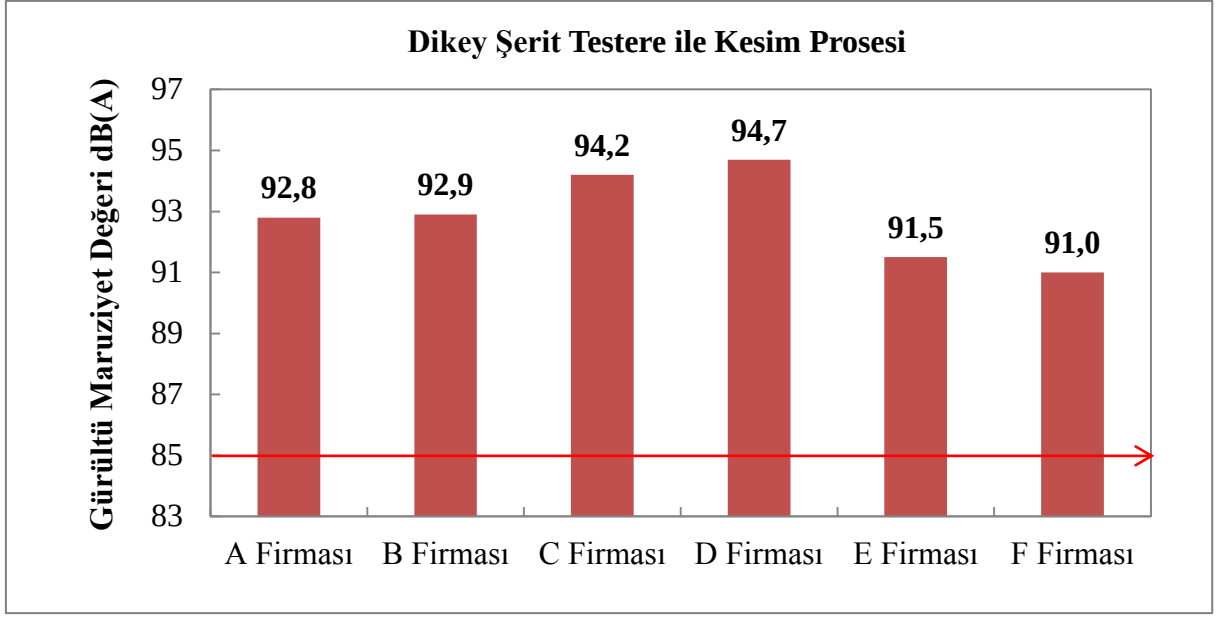
Metal kesim atölyelerindeki proseslerde yapılan ölçümler sonucunda, gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Dairesel testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.1.’de verilmiştir. Bu prosesden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin E firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise B firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dairesele testere ile kesim prosesinde ölçüm alınan tüm firmaların gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde olduğu belirlenmiştir.



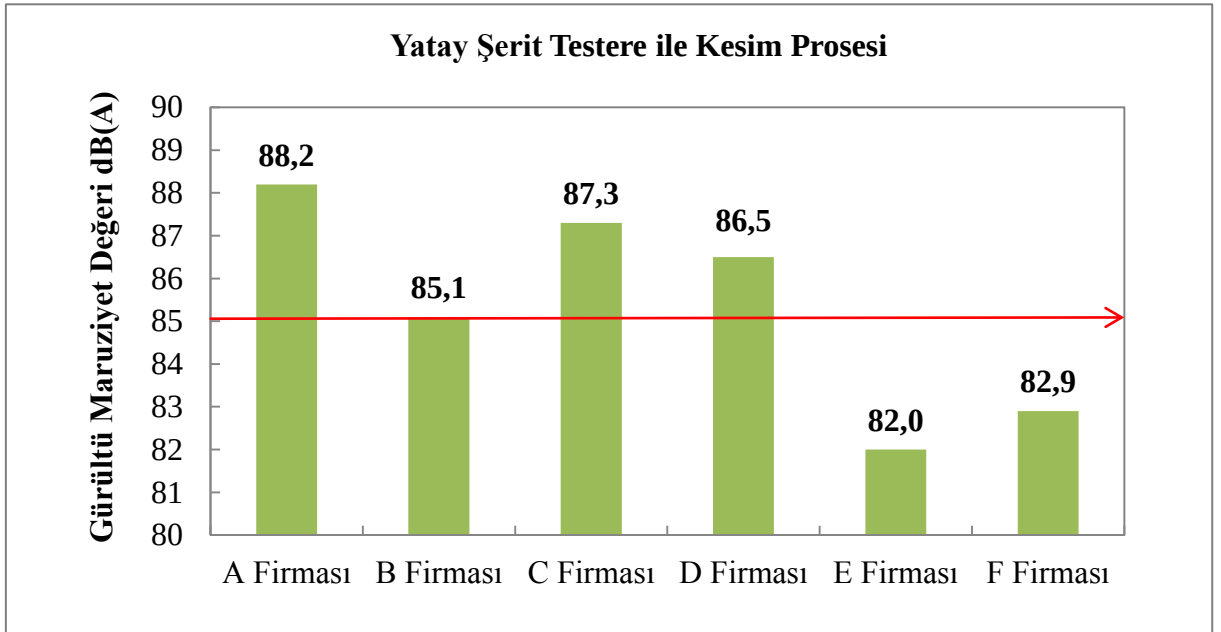
**Grafik 4.1. Dairesel testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Dikey şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.2.’de verilmiştir. Bu prosesden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin D firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise F firmasında olduğu görülmektedir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmalarda dikey şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkmıştır.



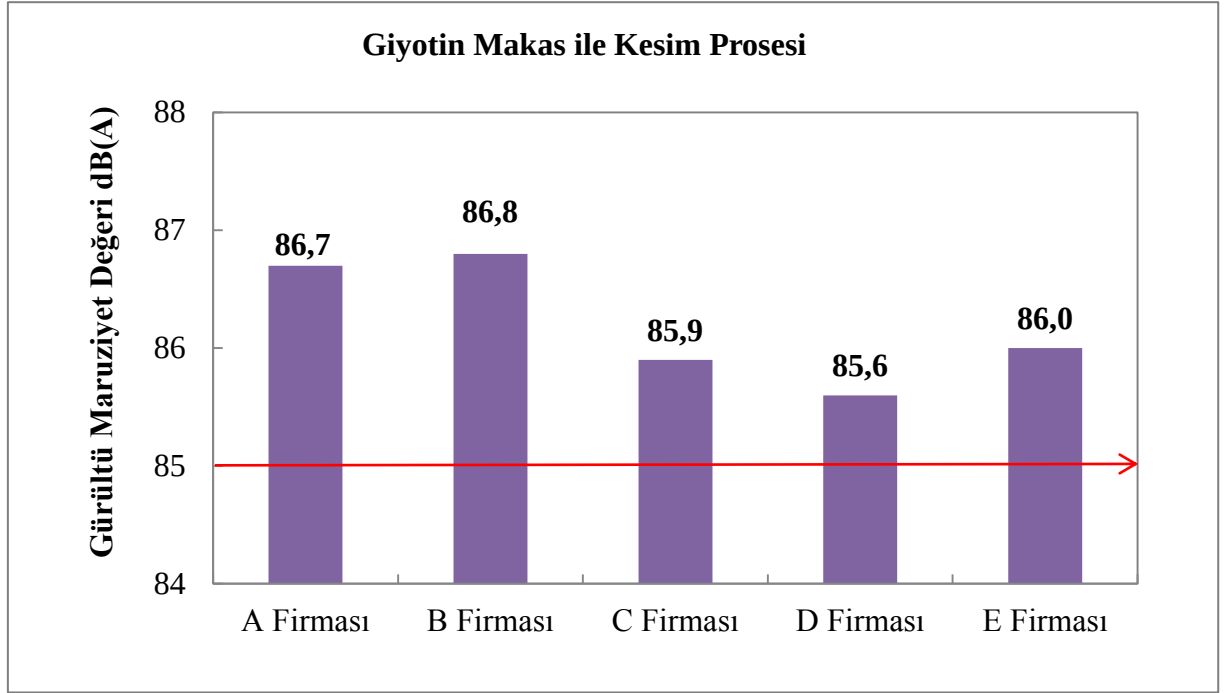
**Grafik 4.2. Dikey şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Yatay şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.3.'de verilmiştir. Grafik 4.3.'de görüldüğü üzere, yatay şerit testere ile kesim prosesinde en yüksek gürültü maruziyeti A firmasında, en düşük gürültü maruziyeti ise E firmasındadır. Ayrıca, bu proste gürültü maruziyet değerleri A, B, C ve D firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkarken, E ve F firmalarında bu değerin altında çıkmıştır.



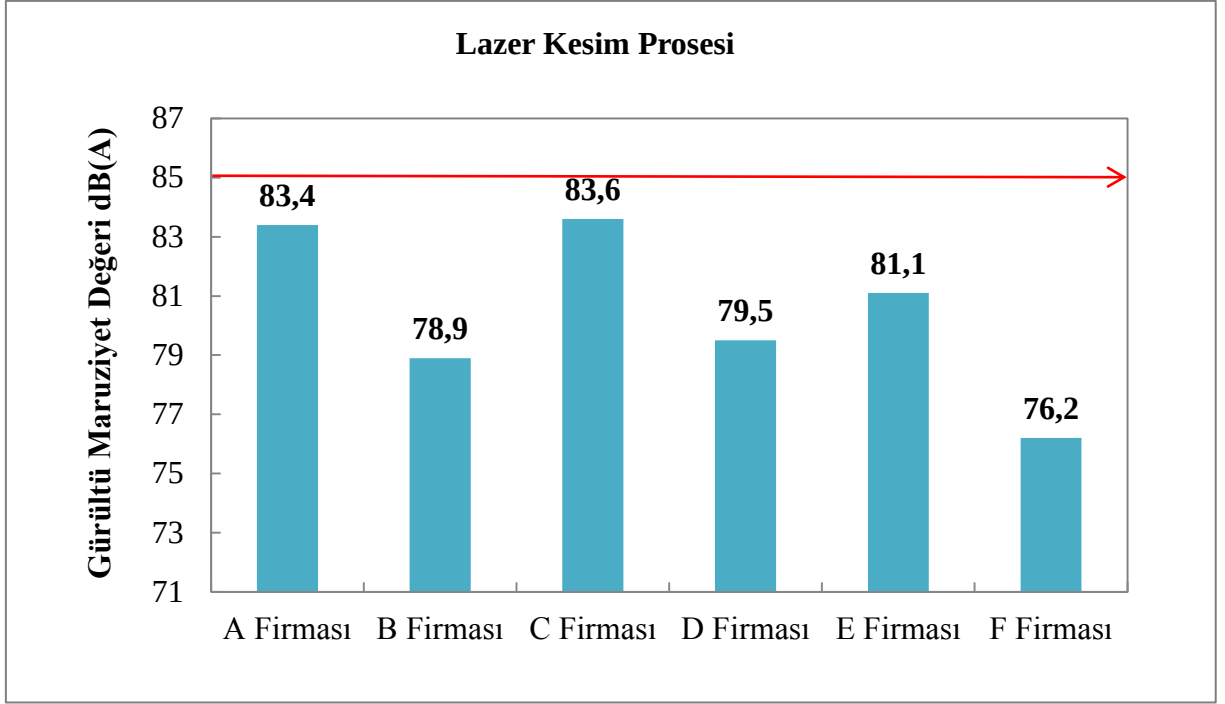
**Grafik 4.3. Yatay şerit testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Giyotin makas ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.4.'de verilmiştir. Grafik 4.4.'de görüldüğü gibi, bu proseste en yüksek gürültü maruziyeti B firmasında, en düşük gürültü maruziyeti ise D firmasındadır. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların giyotin makas ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkmıştır.



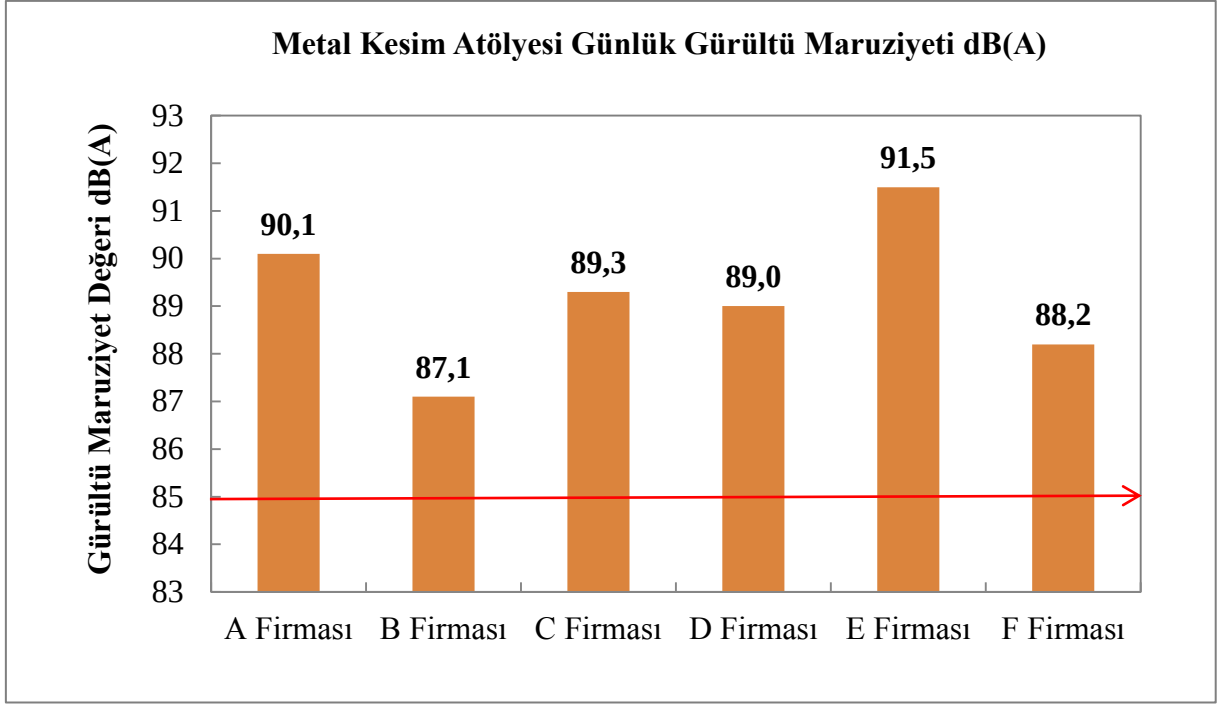
**Grafik 4.4. Giyotin makas ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Lazer kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.5.'de verilmiştir. Bu proseste en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise F firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların lazer kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerin altında çıkmıştır.



**Grafik 4.5. Lazer kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Firmaların metal kesim atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.6.'de verilmiştir. Firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek gürültü maruziyet değeri 91,5 dB(A) değeriyle E firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise 87,1 dB(A) değeri ile B firmasında ortaya çıkmıştır. Şekilde görüldüğü üzere, ölçüm alınan tüm firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



**Grafik 4.6. Metal kesim atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

#### **Talaşlı İmalat Atölyelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları**

Talaşlı imalat atölyelerinde görevlerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Tablo 4.2.'de verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-3'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

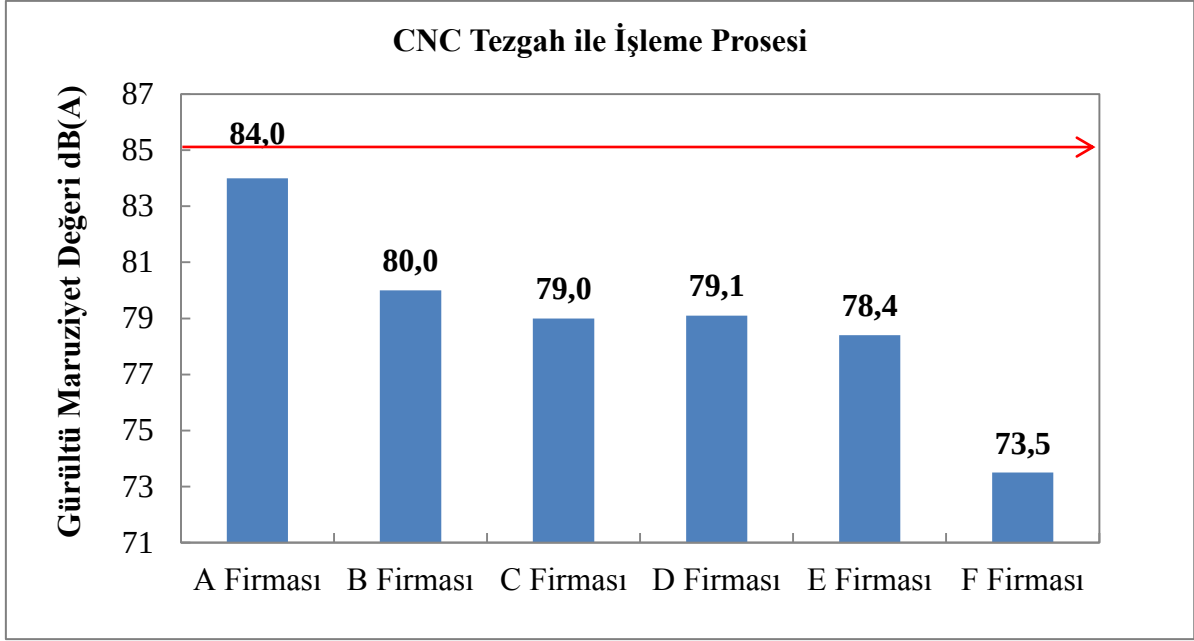
Talaşlı imalat atölyelerindeki proseslerde yapılan ölçümler sonucunda, gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

CNC tezgah ile işleme prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.7.'de gösterilmiştir. Bu prosesteki ölçüm sonuçları incelendiğinde, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde tespit edilen değer bulunmamaktadır. Ayrıca, bu proseste en yüksek gürültü maruziyetinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise F firmasında olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.2. Talaşlı imalat atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları**

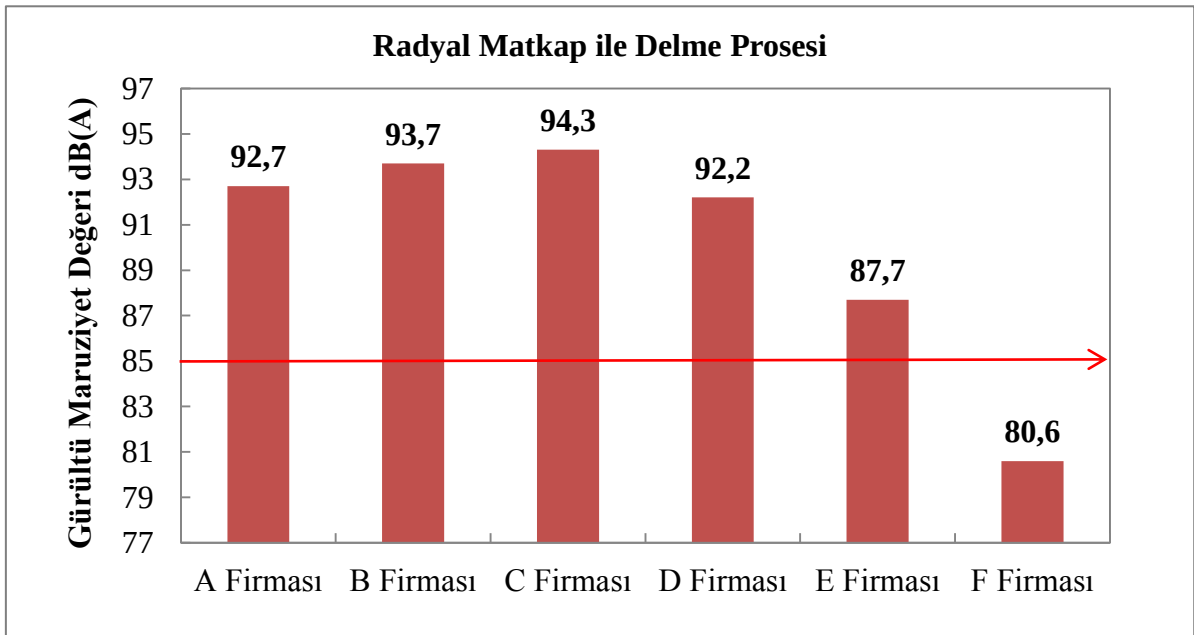
| <b>İşyeri Adı</b>                    | <b>CNC Tezgah ile İşleme<br/>Prosesi Maruziyet<br/>Değeri dB(A) / P<sub>peak</sub><br/>dB(C)</b> | <b>Radyal Matkap ile<br/>Delme Prosesi<br/>Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Universal Torna ile<br/>Talaş Kaldırma<br/>Prosesi Maruziyet<br/>Değeri dB(A) / P<sub>peak</sub><br/>dB(C)</b> | <b>Universal Freze ile<br/>Talaş Kaldırma<br/>Prosesi Maruziyet<br/>Değeri dB(A) / P<sub>peak</sub><br/>dB(C)</b> | <b>Günlük<br/>Gürültü<br/>Maruziyeti<br/>dB(A)</b> |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>A Firması</b>                     | 84,0 / 114,2                                                                                     | 92,7 / 115,9                                                                                       | 92,9 / 119,7                                                                                                      | 94,8 / 109,5                                                                                                      | 88,6                                               |
| <b>B Firması</b>                     | 80,0 / 118,3                                                                                     | 93,7 / 116,8                                                                                       | 87,2 / 106,2                                                                                                      | 86,2 / 104,5                                                                                                      | 87,1                                               |
| <b>C Firması</b>                     | 79,0 / 115,0                                                                                     | 94,3 / 123,8                                                                                       | 86,8 / 108,5                                                                                                      | 87,8 / 113,6                                                                                                      | 85,1                                               |
| <b>D Firması</b>                     | 79,1 / 107,9                                                                                     | 92,2 / 115,3                                                                                       | 87,8 / 110,4                                                                                                      | 88,2 / 115,9                                                                                                      | 86,1                                               |
| <b>E Firması</b>                     | 78,4 / 119,6                                                                                     | 87,7 / 127,3                                                                                       | 87,1 / 109,8                                                                                                      | 87,9 / 122,8                                                                                                      | 82,8                                               |
| <b>F Firması</b>                     | 73,5 / 114,1                                                                                     | 80,6 / 107,4                                                                                       | 83,1 / 112,9                                                                                                      | 82,3 / 108,4                                                                                                      | 79,2                                               |
| <b>Ortalama<br/>Maruziyet Değeri</b> | 79,0                                                                                             | 90,2                                                                                               | 87,5                                                                                                              | 87,9                                                                                                              | 84,8                                               |





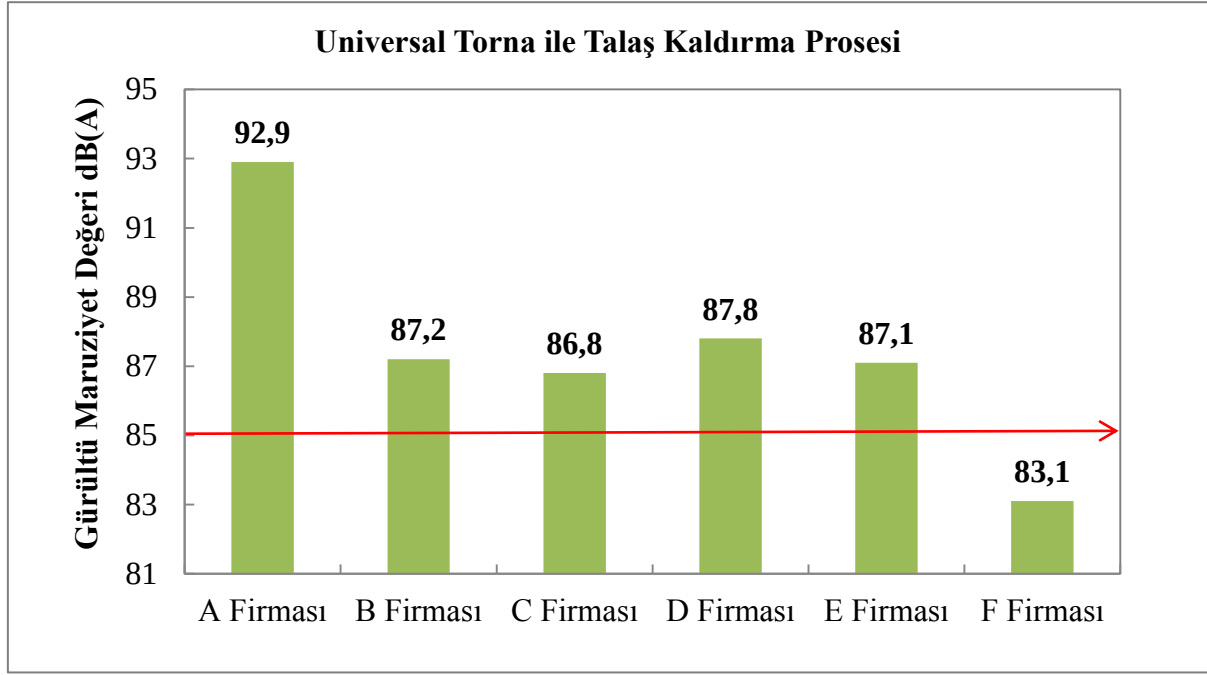
**Grafik 4.7. CNC tezgah ile işleme prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Radyal matkap ile delme prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.8.'de verilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise F firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu proseste gürültü maruziyet değerleri A, B, C, D ve E firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkarken, F firmasında bu değerin altında çıkmıştır.



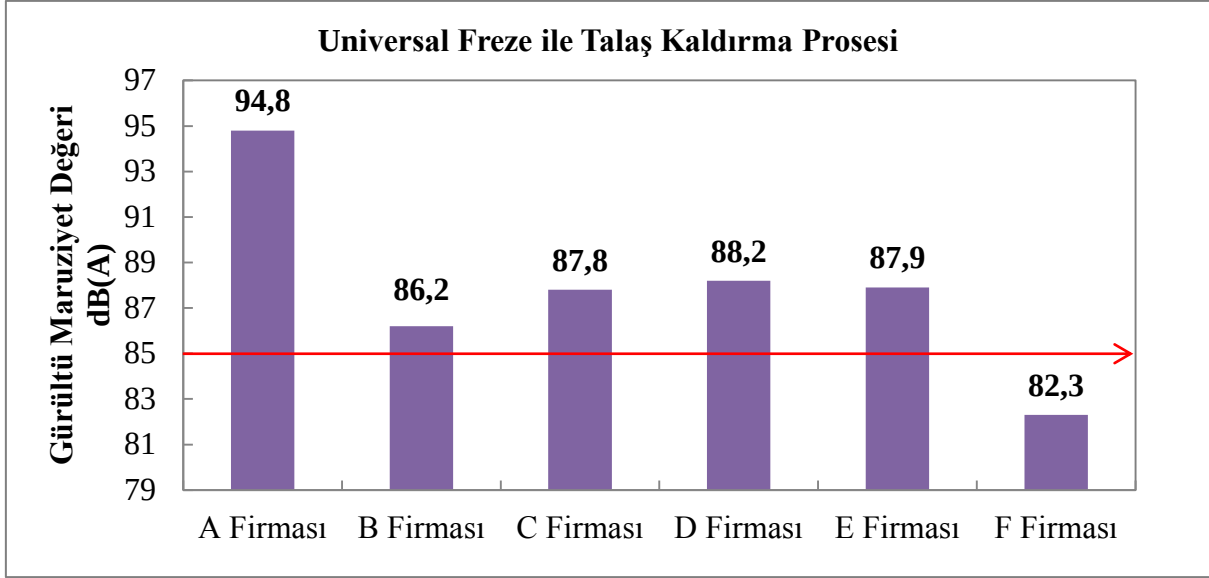
**Grafik 4.8. Radyal matkap ile delme prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Universal torna ile talaş kaldırma prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.9.'da gösterilmiştir. Bu prosteden kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise F firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu proste gürültü maruziyet değerleri A, B, C, D ve E firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkarken, F firmasında bu değerin altında çıkmıştır.



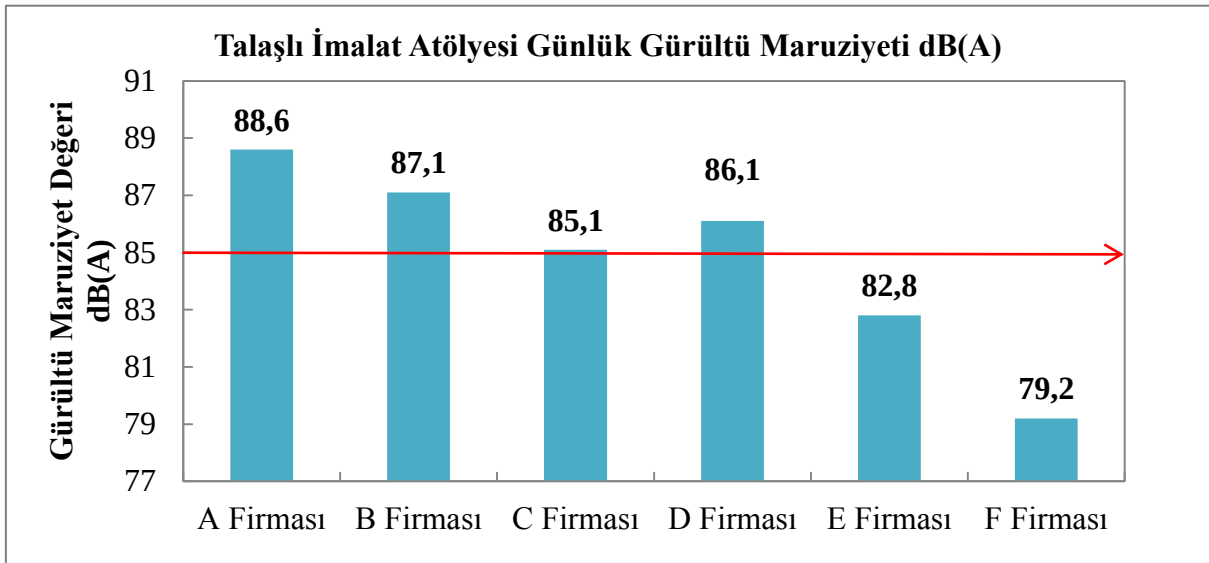
**Grafik 4.9. Universal torna ile talaş kaldırma prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Universal freze ile talaş kaldırma prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.10.'da verilmiş olup, bu proste en yüksek gürültü maruziyetinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise F firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu proste gürültü maruziyet değerleri A, B, C, D ve E firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkarken, F firmasında bu değerin altında çıktığı belirlenmiştir.



**Grafik 4.10. Universal freze ile talaş kaldırma prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Firmaların talaşlı imalat atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.11.'de verilmiştir. Firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek gürültü maruziyet değeri 88,6 dB(A) değeriyle A firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise 79,2 dB(A) değeri ile F firmasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu atölyede gürültü maruziyet değerleri A, B, C ve D firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerinin üstünde çıkarken, E ve F firmalarında bu değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

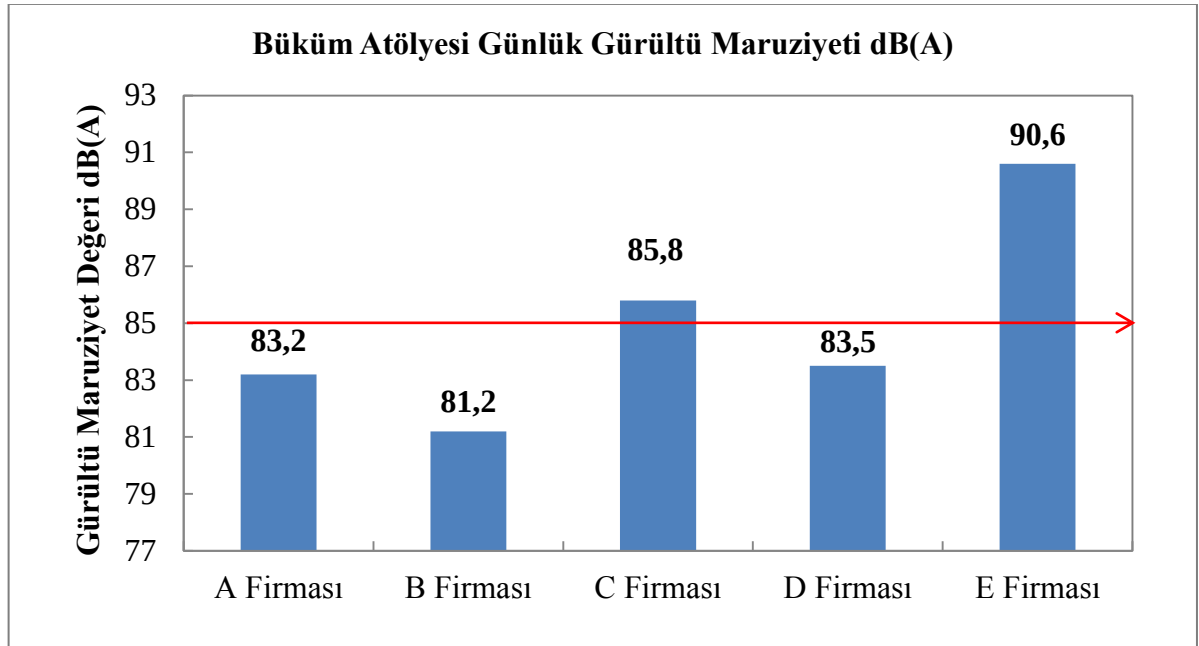


**Grafik 4.11. Talaşlı imalat atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

### Büküm Atölyelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları

Büküm atölyelerinde görevden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Grafik 4.12.'de verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-4'de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Bu atölyedeki görevler sadece pres ile bükme prosesinden oluşmaktadır.

Grafik 4.12.'de görüldüğü gibi, firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek gürültü maruziyet değerinin 90,6 dB(A) değeriyle E firmasında, en düşük gürültü maruziyet değerinin ise 81,2 dB(A) değeri ile B firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu atölyede gürültü maruziyet değerleri C ve E firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkarken, A, B ve D firmalarında bu değerin altında olduğu belirlenmiştir.



**Grafik 4.12. Büküm atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

### Kaynak Atölyelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları

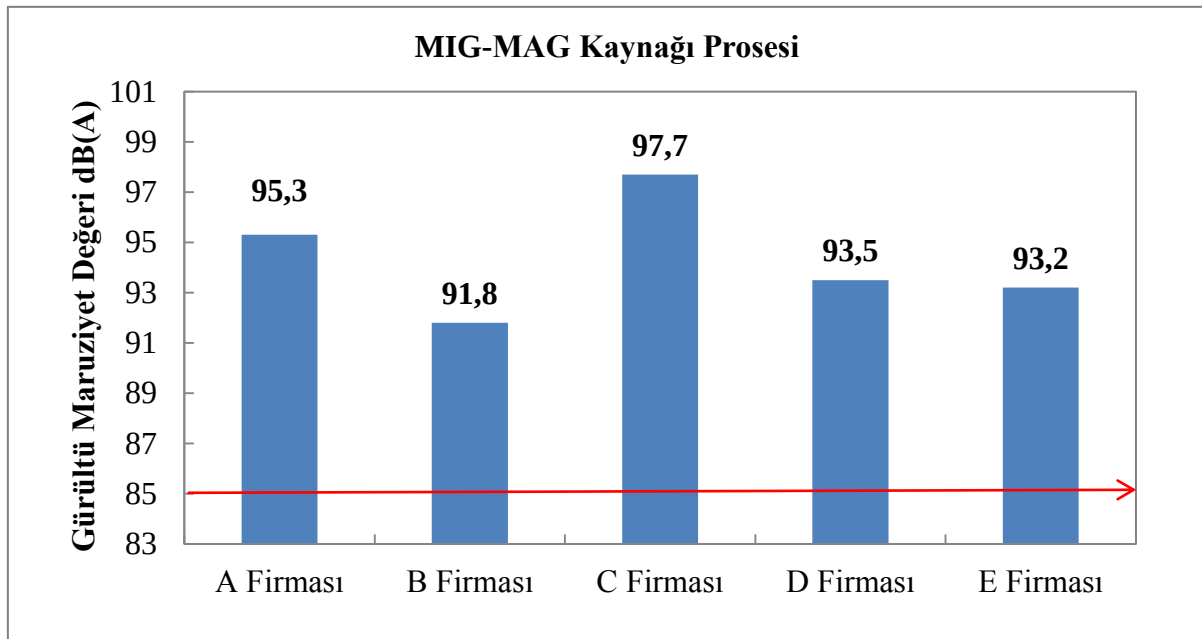
Kaynak atölyelerinde görevlerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Tablo 4.3.'de verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-5'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

**Tablo 4.3. Kaynak atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları**

| <b>İşyeri Adı</b>                        | <b>MIG-MAG<br/>Kaynağı Prosesi<br/>Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>TİG Kaynağı<br/>Prosesi Maruziyet<br/>Değeri dB(A) /<br/>P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Puntolama Prosesi<br/>Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Çapak Alma Prosesi<br/>Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Taşılama Prosesi<br/>Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub><br/>dB(C)</b> | <b>Günlük<br/>Gürültü<br/>Maruziyeti<br/>dB(A)</b> |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>A Firması</b>                         | 95,3 / 133,2                                                                               | 89,0 / 128,9                                                                           | 93,6 / 134,2                                                                     | 91,2 / 124,5                                                                      | 89,7 / 120,1                                                                        | 92,8                                               |
| <b>B Firması</b>                         | 91,8 / 124,3                                                                               | 90,7 / 135,3                                                                           | 92,0 / 132,4                                                                     | 90,1 / 128,8                                                                      | 90,4 / 123,5                                                                        | 90,9                                               |
| <b>C Firması</b>                         | 97,7 / 134,5                                                                               | 89,2 / 129,2                                                                           | 101,0 / 141,0                                                                    | 90,0 / 122,5                                                                      | 100,8 / 126,3                                                                       | 96,7                                               |
| <b>D Firması</b>                         | 93,5 / 121,9                                                                               | 90,2 / 131,6                                                                           | 94,4 / 135,6                                                                     | 89,1 / 118,3                                                                      | 92,6 / 129,7                                                                        | 92,1                                               |
| <b>E Firması</b>                         | 93,2 / 135,1                                                                               | 92,0 / 133,6                                                                           | 99,7 / 137,9                                                                     | 87,8 / 109,8                                                                      | 88,9 / 112,3                                                                        | 92,7                                               |
| <b>Ortalama<br/>Maruziyet<br/>Değeri</b> | 94,3                                                                                       | 90,2                                                                                   | 96,1                                                                             | 89,6                                                                              | 92,5                                                                                | 93,0                                               |

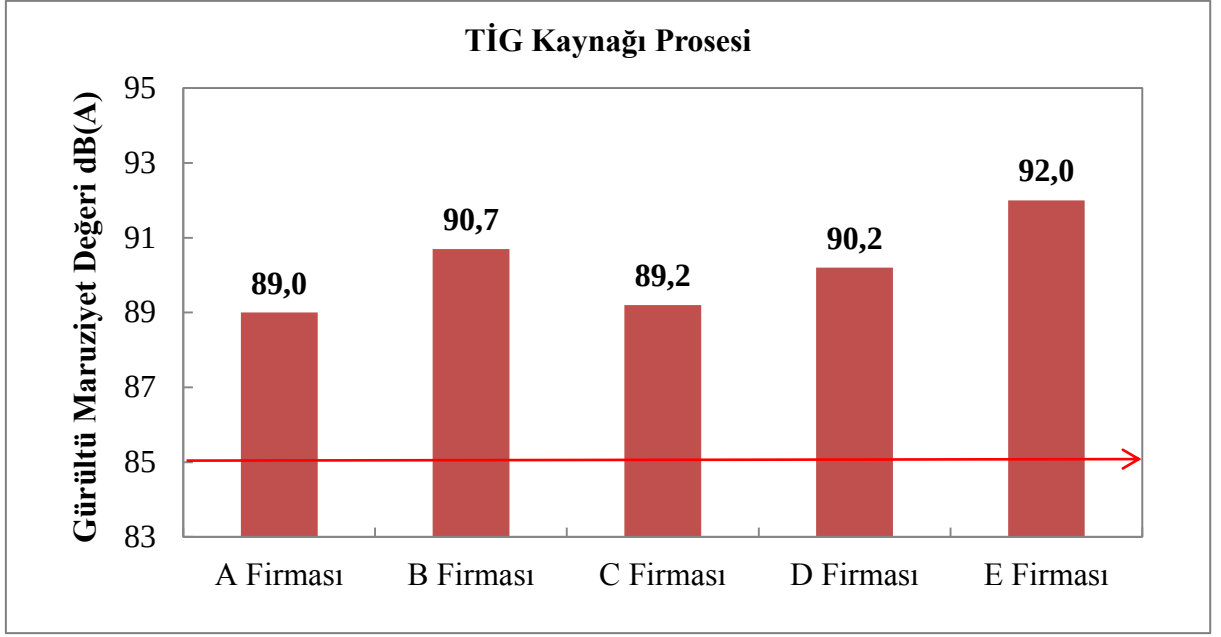
Kaynak atölyelerindeki proseslerde yapılan ölçümler sonucunda, gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

MIG-MAG kaynağı prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.13.'de verilmiştir. Grafik 4.13.'de görüldüğü gibi, bu proste en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise B firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu proste ölçüm alınan tüm firmaların gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde çıkmıştır.



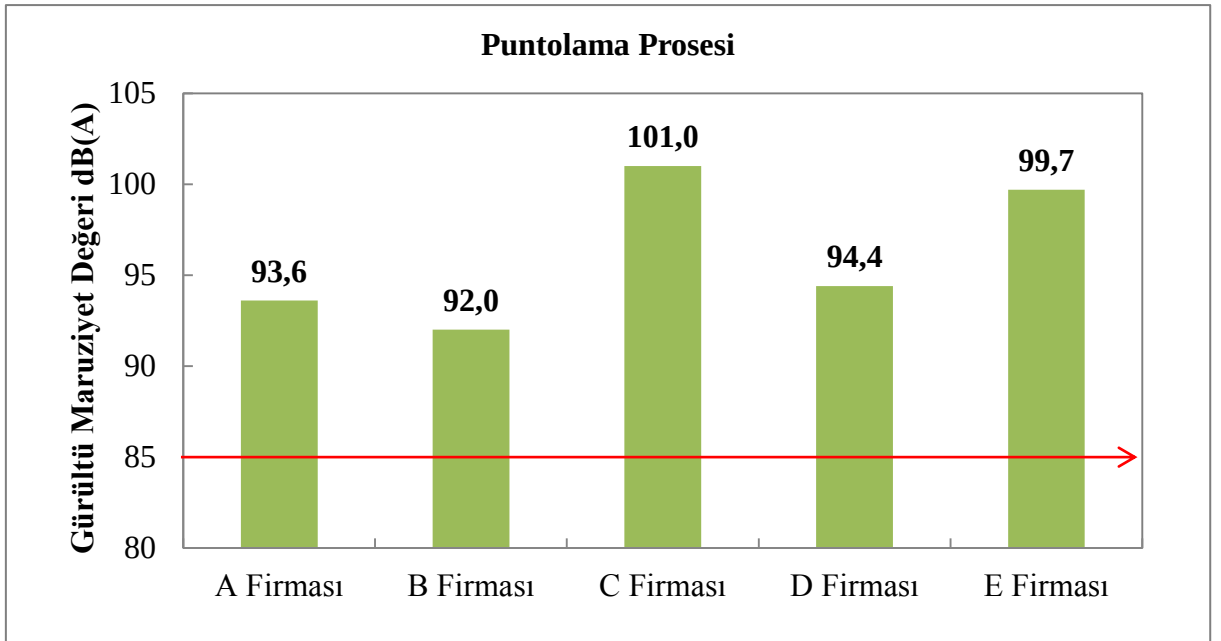
**Grafik 4.13. MIG-MAG kaynağı prosesi gürültü maruziyet değerleri**

TİG kaynağı prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.14.'de verilmiş olup, bu proste en yüksek gürültü maruziyetinin E firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise A firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların bu prosteeki gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde çıkmıştır.



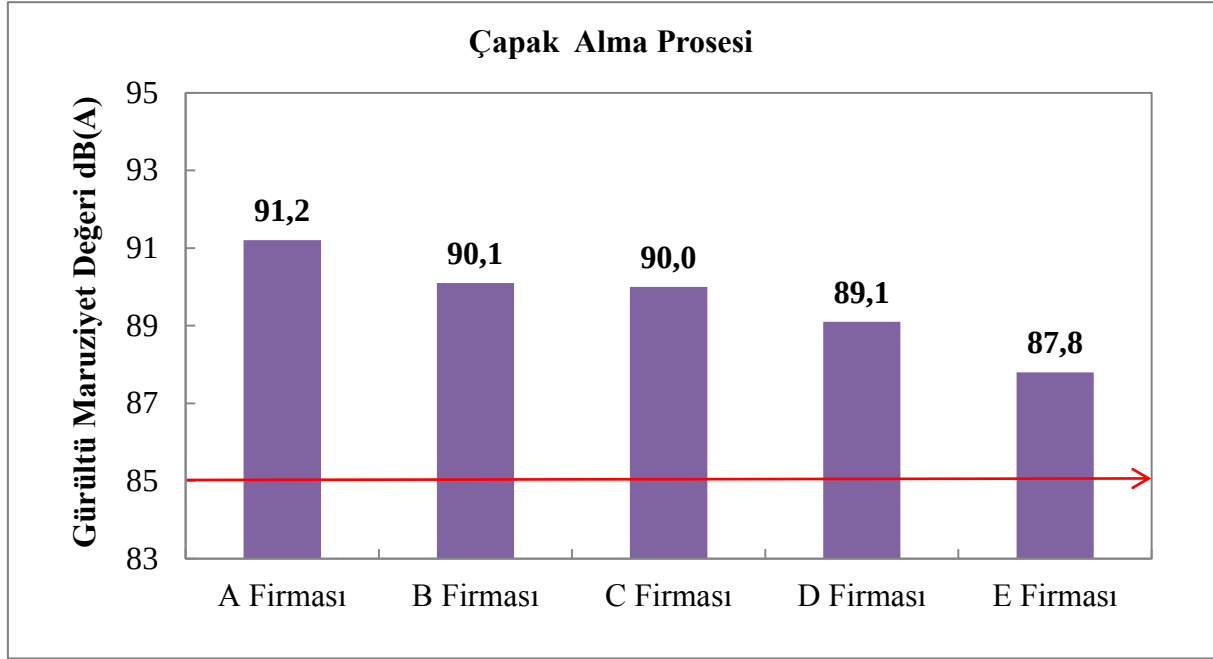
**Grafik 4.14. TİG kaynağı prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Puntolama prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.15.'de verilmiştir. Grafik 4.15.'de görüldüğü gibi, bu proseste en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise B firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu proseste ölçüm alınan tüm firmaların gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde çıkmıştır.



**Grafik 4.15. Puntolama prosesi gürültü maruziyet değerleri**

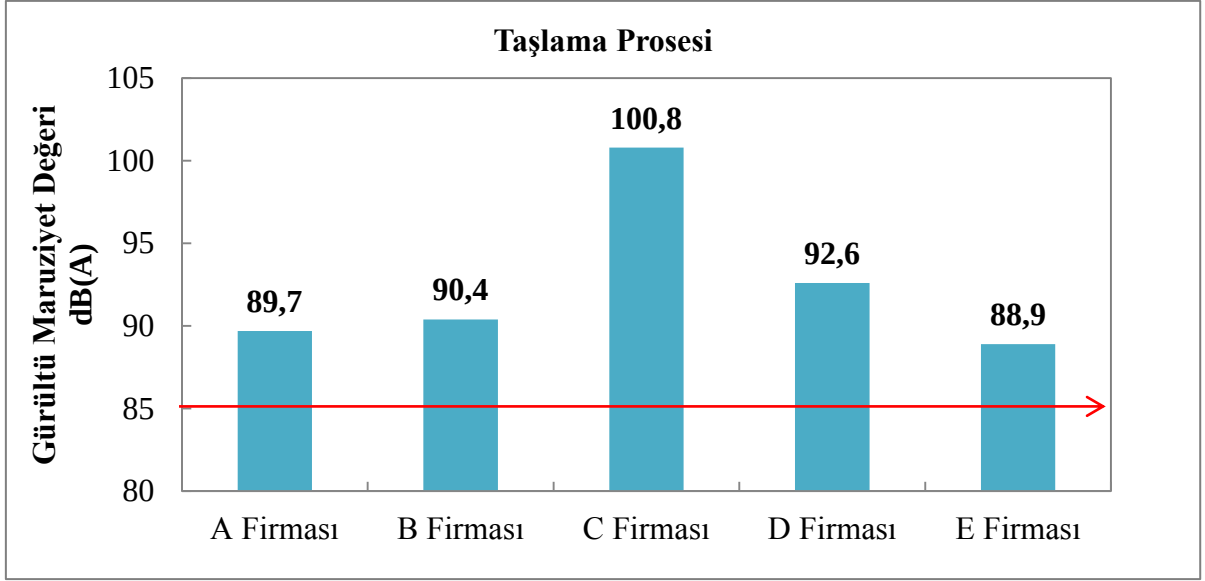
Çapak alma prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.16.'da gösterilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise E firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların çapak alma prosesi gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde çıkmıştır.



**Grafik 4.16. Çapak alma prosesi gürültü maruziyet değerleri**

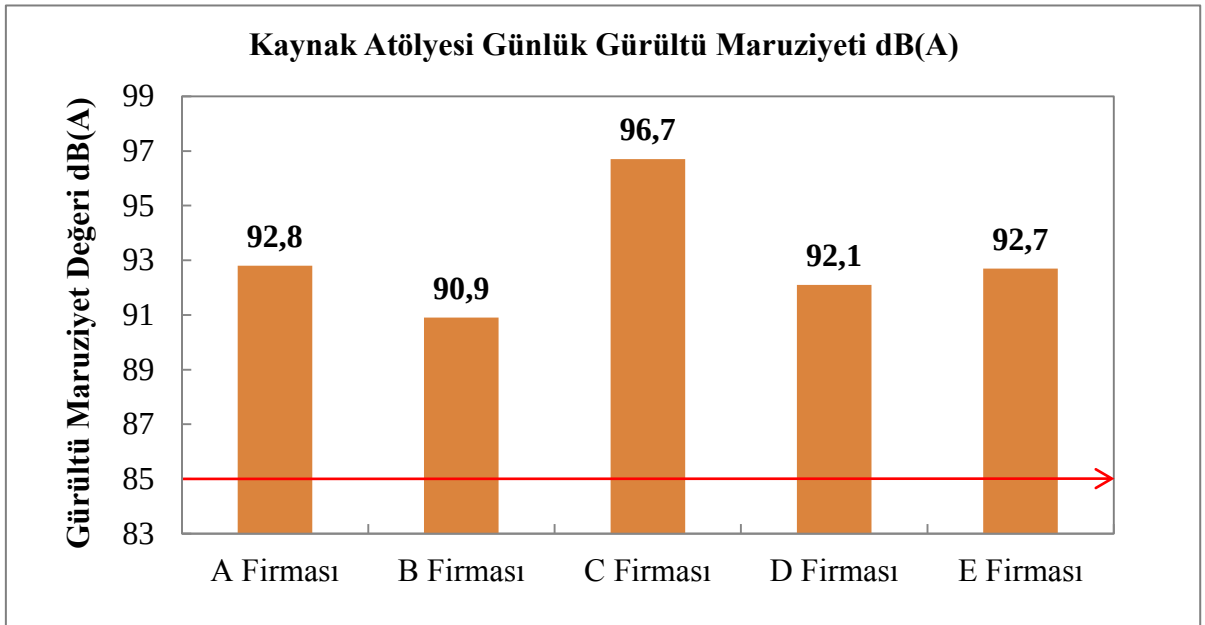
Taşılama prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.17.'de verilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise E firmasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların taşılama prosesi gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.





**Grafik 4.17. Taşıma prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Firmaların kaynak atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.18.'de verilmiştir. Firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek gürültü maruziyet değeri 96,7 dB(A) değeriyle C firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise 90,9 dB(A) değeri ile B firmasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet eylem değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



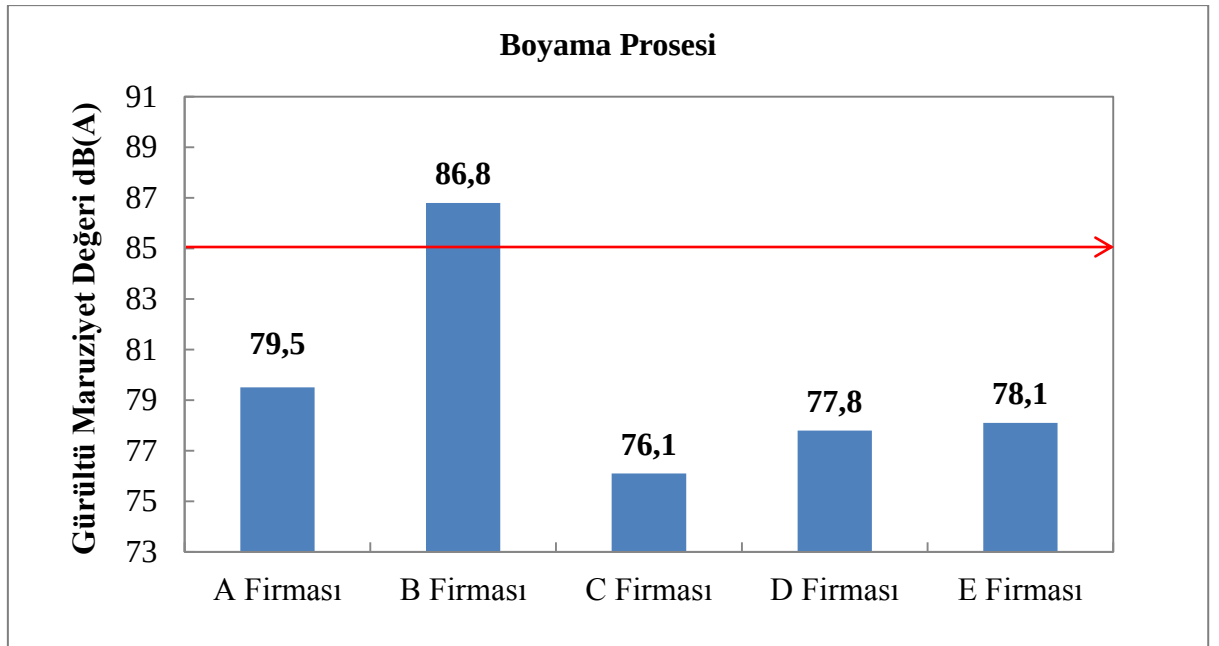
**Grafik 4.18. Kaynak atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

## Boyama Atölyelerindeki Gürültü Ölçüm Sonuçları

Boyama atölyelerinde görevlerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Tablo 4.4.'de verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-6'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Boyama atölyelerindeki proseslerde yapılan ölçümler sonucunda, gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Boyama prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.19.'da verilmiştir. Bu proseste gürültü maruziyet değerleri A, C, D ve E firmalarında en yüksek maruziyet eylem değerin altında çıkarken, B firmasında bu değerin üstünde çıkmıştır. Ayrıca, boyama prosesinde en yüksek gürültü maruziyetinin B firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise C firmasında olduğu tespit edilmiştir.

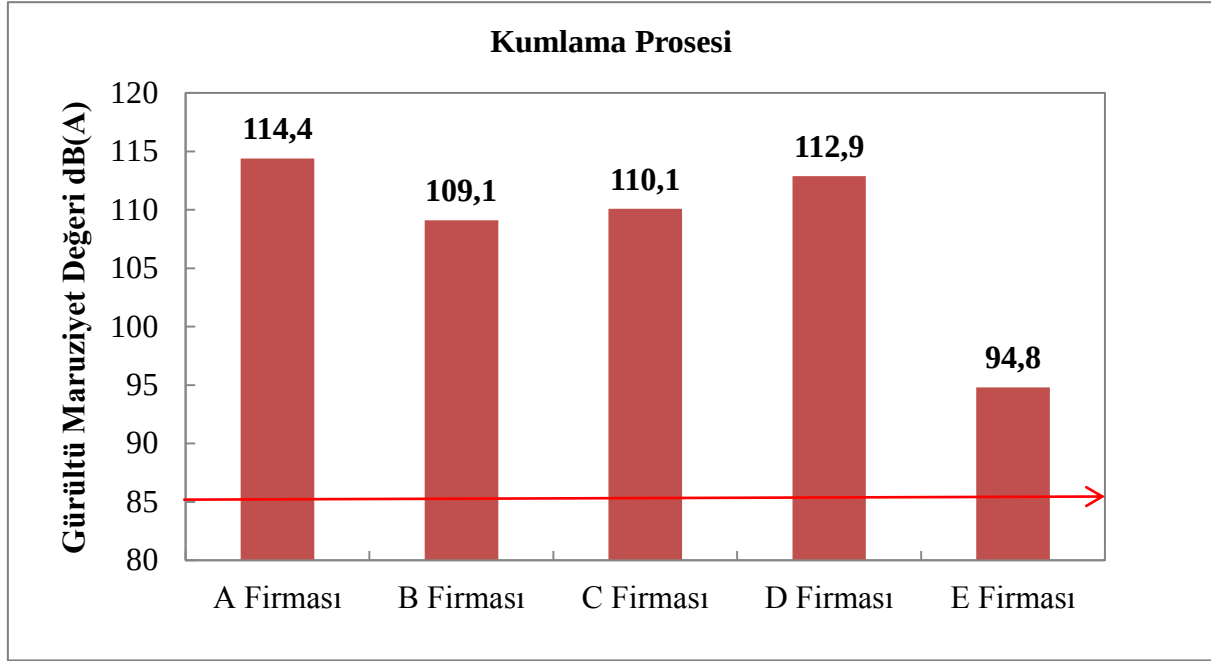


**Grafik 4.19. Boyama prosesi gürültü maruziyet değerleri**

**Tablo 4.4. Boyama atölyelerinde gürültü ölçüm sonuçları**

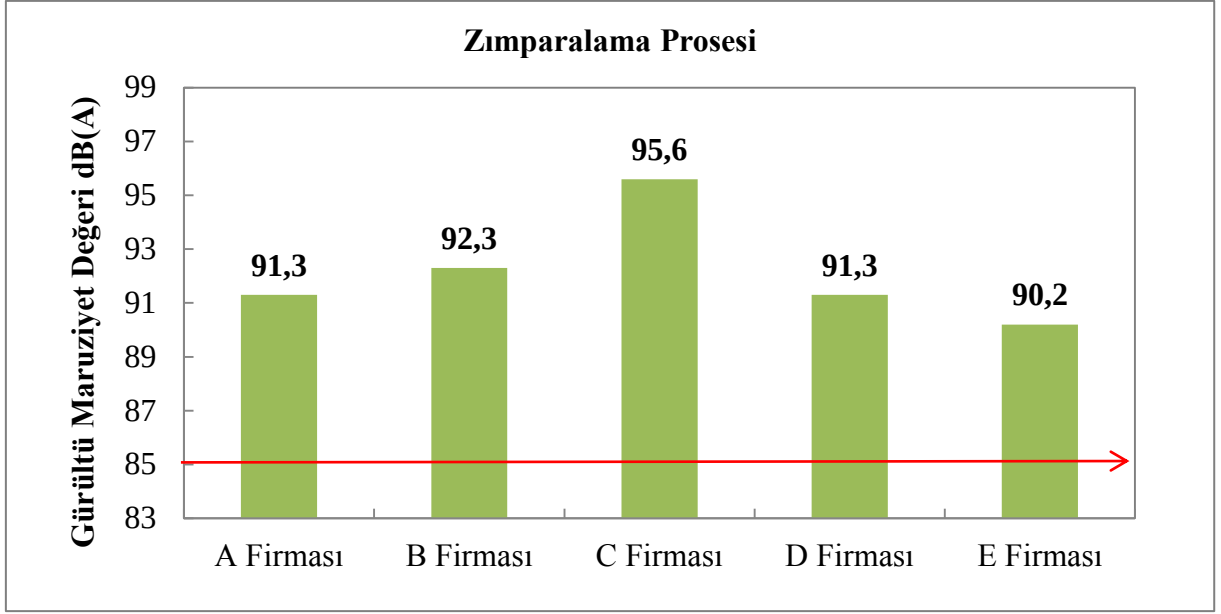
| <b>İşyeri Adı</b>                | <b>Boyama Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Kumlama Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Zımparalama Prosesi Maruziyet Değeri dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Yıkama Prosesi Maruziyet Değeri<br/>dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Hava Püskürtme Prosesi Maruziyet Değeri dB(A) / P<sub>peak</sub> dB(C)</b> | <b>Günlük Gürültü Maruziyeti dB(A)</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>A Firması</b>                 | 79,5 / 119,6                                                              | 114,4 / 132,2                                                              | 91,3 / 119,5                                                               | 79,7 / 101,9                                                              | 95,0 / 113,7                                                                  | 105,4                                  |
| <b>B Firması</b>                 | 86,8 / 111,8                                                              | 109,1 / 137,6                                                              | 92,3 / 123,4                                                               | 76,8 / 110,4                                                              | 94,6 / 124,1                                                                  | 100,3                                  |
| <b>C Firması</b>                 | 76,1 / 114,6                                                              | 110,1 / 132,7                                                              | 95,6 / 120,6                                                               | 77,9 / 105,8                                                              | 102,9 / 122,5                                                                 | 101,6                                  |
| <b>D Firması</b>                 | 77,8 / 106,2                                                              | 112,9 / 135,3                                                              | 91,3 / 128,9                                                               | 76,7 / 99,5                                                               | 94,8 / 118,2                                                                  | 104,0                                  |
| <b>E Firması</b>                 | 78,1 / 123,2                                                              | 94,8 / 126,7                                                               | 90,2 / 107,9                                                               | 73,3 / 94,4                                                               | 94,5 / 109,8                                                                  | 88,6                                   |
| <b>Ortalama Maruziyet Değeri</b> | 79,7                                                                      | 108,3                                                                      | 92,1                                                                       | 76,9                                                                      | 96,4                                                                          | 100,0                                  |

Kumlama prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.20.'de verilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise E firmasında olduğu görülmektedir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların bu prosesteki gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet eylem değerin oldukça üstünde olduğu tespit edilmiştir.



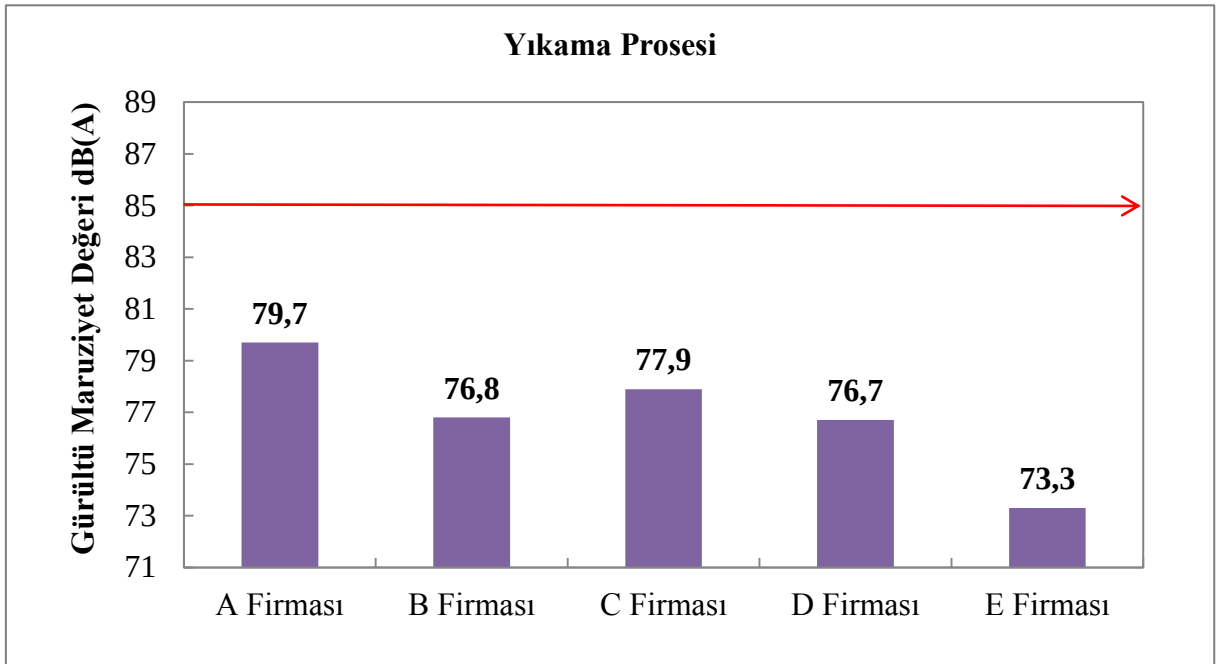
**Grafik 4.20. Kumlama prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Zımparalama prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.21.'de verilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise E firmasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların bu prosesteki gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet eylem değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



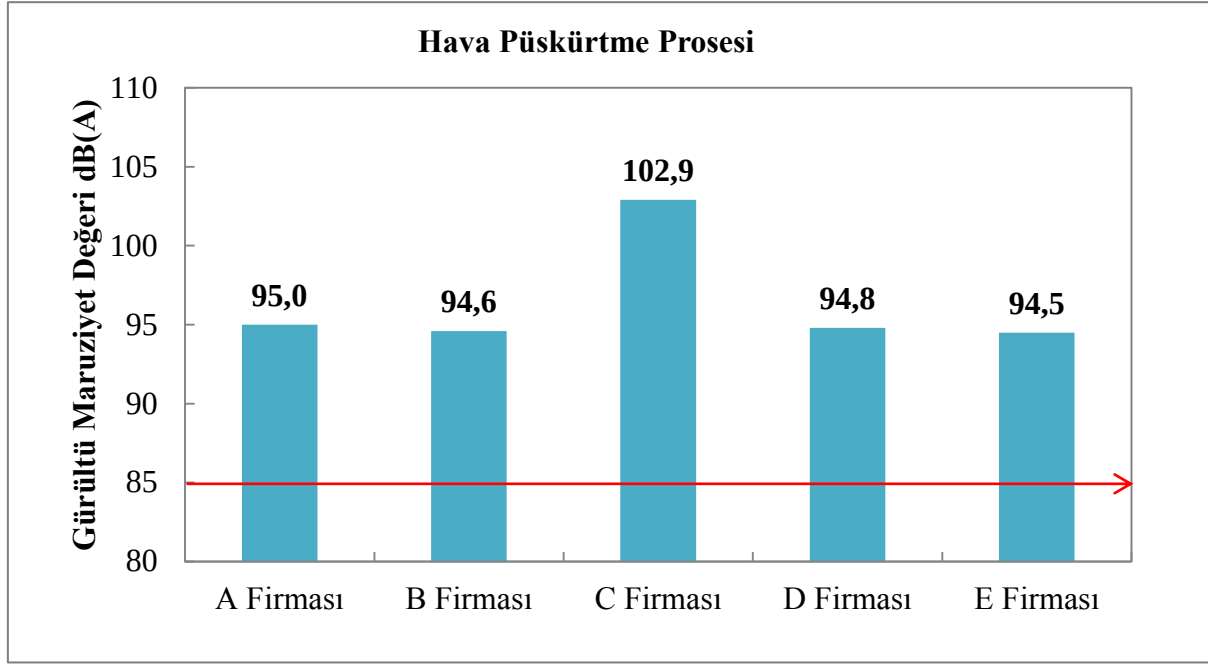
**Grafik 4.21. Zımparalama prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Yıkama prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.22.'de verilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise E firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların yıkama prosesi gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin altında çıkmıştır.



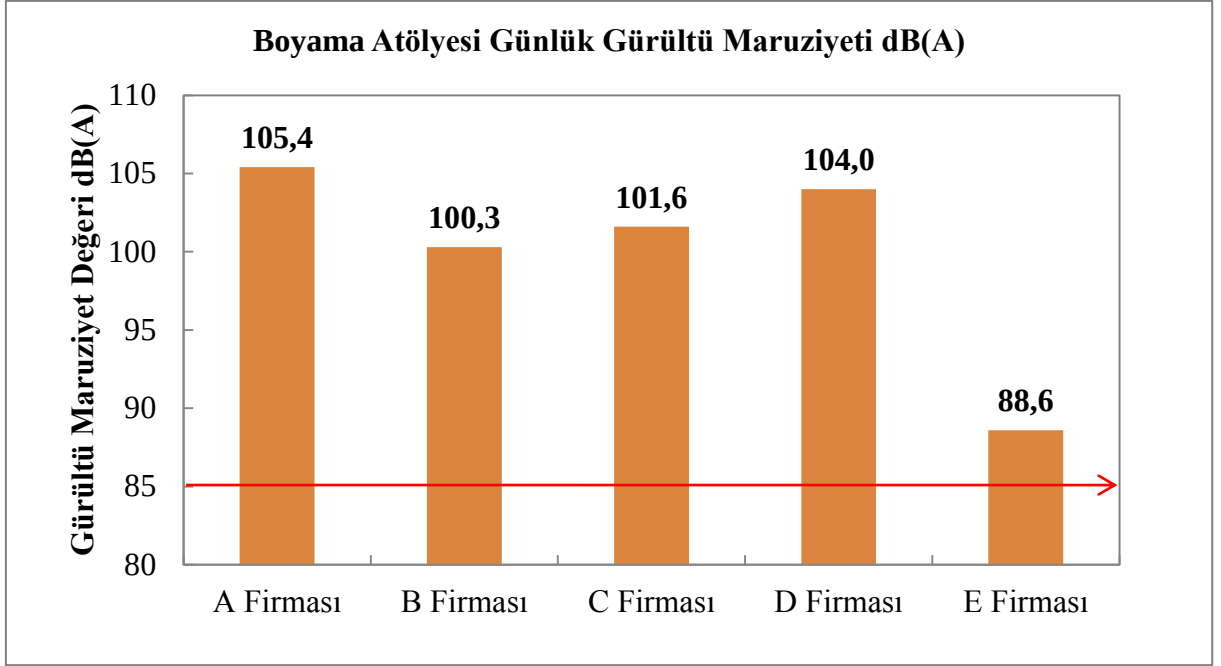
**Grafik 4.22. Yıkama prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Hava püskürtme prosesi gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.23.'de verilmiştir. Bu prosesten kaynaklanan gürültüler karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyetinin C firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise E firmasında olduğu görülmektedir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların hava püskürtme prosesi gürültü maruziyet değerleri, en yüksek maruziyet eylem değerinin üstünde çıkmıştır.



**Grafik 4.23. Hava püskürtme prosesi gürültü maruziyet değerleri**

Firmaların boyama atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.24.'de verilmiştir. Firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek gürültü maruziyet değeri 105,4 dB(A) değeriyle A firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise 88,6 dB(A) değeri ile E firmasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ölçüm alınan tüm firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

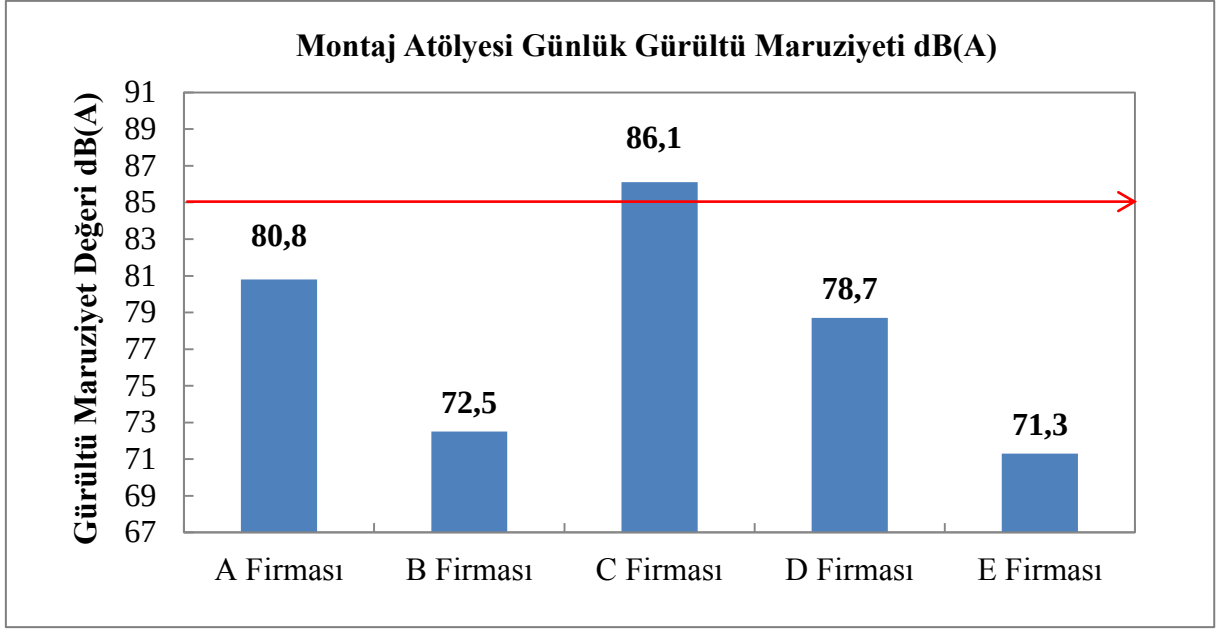


**Grafik 4.24. Boyama atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

#### **Montaj Atölyelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları**

Montaj atölyelerinde belirlenen homojen maruziyet grubundaki çalışanların maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Grafik 4.25.'de verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-7'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

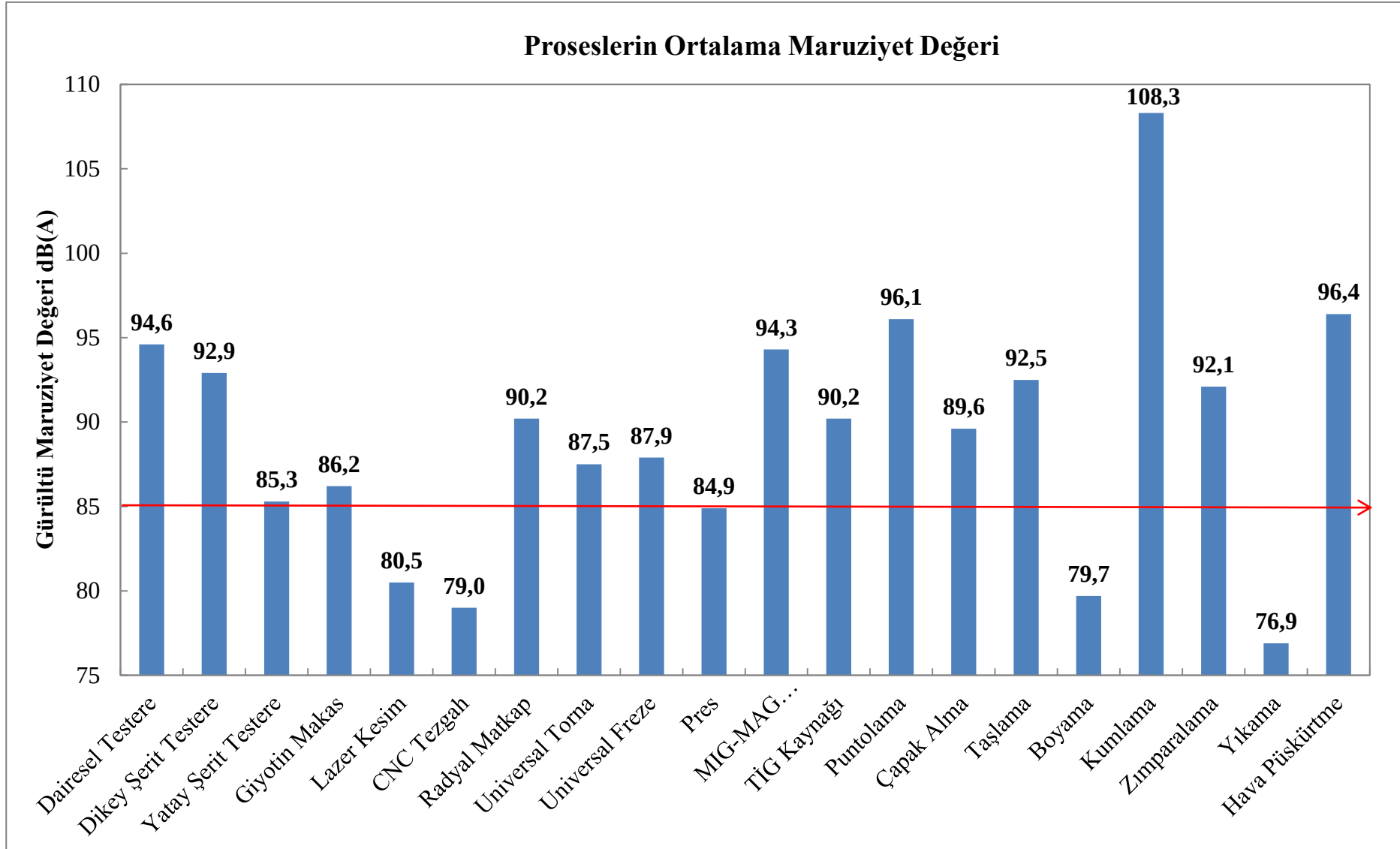
Grafik 4.25.'de görüldüğü gibi, firmaların bu atölyedeki günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek gürültü maruziyet değeri 86,1 dB(A) değeriyle C firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise 71,3 dB(A) değeri ile E firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu atölyede gürültü maruziyet değerleri C firmasında en yüksek maruziyet eylem değerinin üstünde çıkarken, A, B, D ve E firmalarında bu değerin altında olduğu belirlenmiştir.



**Grafik 4.25. Montaj atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

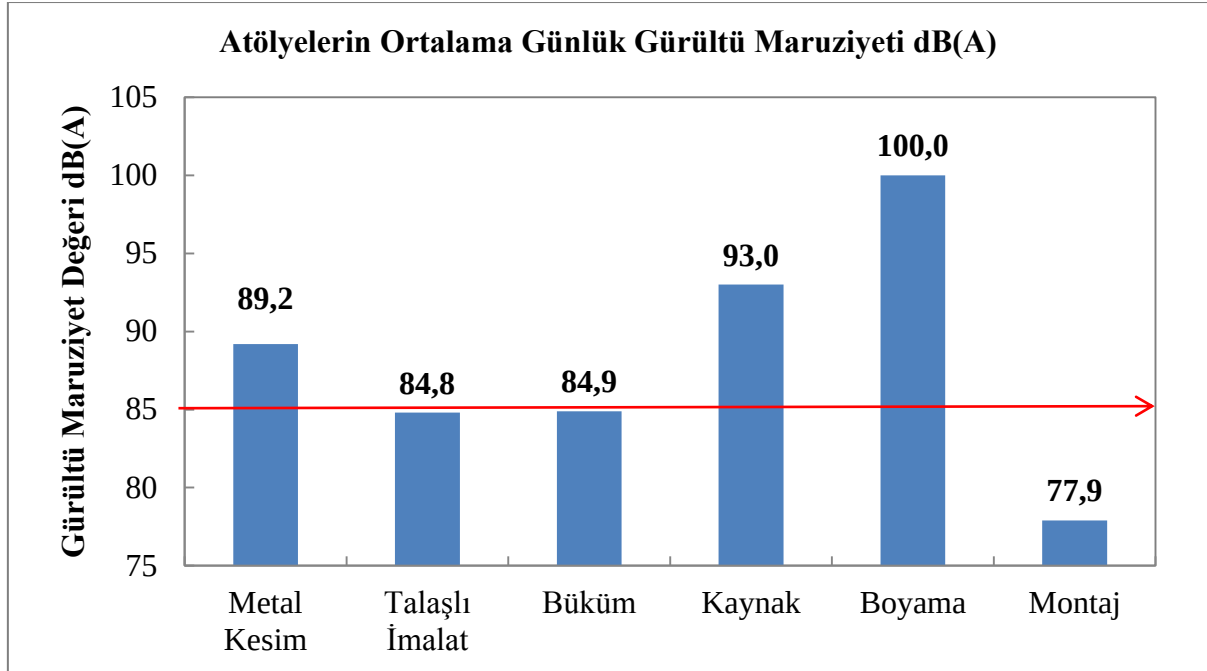
Proseslerin ortalama gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.26.'da verilmiştir. Proseslerin bu değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek ortalama gürültü maruziyet değeri 108,3 dB(A) değeriyle kumlama prosesinde, en düşük ortalama gürültü maruziyet değeri ise 76,9 dB(A) değeri ile yıkama prosesinde görülmüştür. Ayrıca, dairesel testere, dikey şerit testere, yatay şerit testere, giyotin makas, radyal matkap, universal torna, universal freze, MIG-MAG kaynağı, TIG kaynağı, puntolama, çapak alma, taşlama, kumlama, zımparalama ve hava püskürtme proseslerinin ortalama gürültü maruziyet değerleri en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerindeyken, lazer kesim, CNC tezgah, pres, boyama ve yıkama proseslerinin ortalama gürültü maruziyet değerlerinin en yüksek maruziyet eylem değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Yani ortalama gürültü maruziyet değeri, toplam 20 prosesin 15'inde en yüksek maruziyet eylem değerinin üzerindeyken, 5'inde bu değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.





**Grafik 4.26. Proseslerin gürültü maruziyet değerleri**

Atölyelerin ortalama günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri Grafik 4.27.'de verilmiştir. Atölyelerin bu değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek ortalama gürültü maruziyet değeri 100,0 dB(A) değeriyle boyama atölyesinde, en düşük ortalama gürültü maruziyet değeri ise 77,9 dB(A) değeri ile montaj atölyesinde görülmüştür. Ayrıca, metal kesim, kaynak ve boyama atölyelerinin ortalama günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri en yüksek maruziyet eylem değerin üzerindeyken, talaşlı imalat ve büküm atölyelerinin ortalama günlük kişisel gürültü maruziyet değerlerinin bu değerin altında, fakat bu değere oldukça yakın, montaj atölyesinin ortalama günlük kişisel gürültü maruziyet değerlerinin ise bu değerin oldukça altında olduğu tespit edilmiştir.



**Grafik 4.27. Atölyelerin ortalama günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri**

### **Kovan Üretim Atölyesinde Gürültü Ölçüm Sonuçları**

G firmasının kovan üretim atölyesinde kaynağında gürültü kontrol önlemleri yokken görevlerden kaynaklanan maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri Tablo 4.5.'de verilmiştir. Kaynağında gürültü kontrol önlemleri yokken maruziyet değerleri ve günlük kişisel maruziyet değeri ise Tablo 4.6.'da verilmiştir. Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliklerinin hesaplanmasına yönelik diğer veriler EK-8'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

**Tablo 4.5. Kovan üretim atölyesinde kaynağında gürültü kontrol önlemleri yokken gürültü ölçüm sonuçları**

| İşyeri Adı       | Proses                      | Maruziyet Değeri dB(A) | P <sub>peak</sub> dB(C) | Günlük Gürültü Maruziyeti dB(A) |
|------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>G Firması</b> | Hadde Tezgahı (Muhafazasız) | 92,5                   | 113,6                   | 93,5                            |
|                  | Yıkama Ünitesi              | 87,3                   | 110,7                   |                                 |
|                  | Isıl İşlem Ünitesi          | 91,0                   | 117,1                   |                                 |
|                  | Freze Tezgahı (Kauçuksuz)   | 93,3                   | 115,9                   |                                 |
|                  | Ebat Kontrol (Kauçuksuz)    | 96,2                   | 126,5                   |                                 |

**Tablo 4.6. Kovan üretim atölyesinde kaynağında gürültü kontrol önlemleri varken gürültü ölçüm sonuçları**

| İşyeri Adı       | Proses                     | Maruziyet Değeri dB(A) | P <sub>peak</sub> dB(C) | Günlük Gürültü Maruziyeti dB(A) |
|------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>G Firması</b> | Hadde Tezgahı (Muhafazalı) | 87,8                   | 111,2                   | 89,4                            |
|                  | Yıkama Ünitesi             | 87,3                   | 110,7                   |                                 |
|                  | Isıl İşlem Ünitesi         | 91,0                   | 117,1                   |                                 |
|                  | Freze Tezgahı (Kauçuklu)   | 90,3                   | 110,2                   |                                 |
|                  | Ebat Kontrol (Kauçuklu)    | 89,4                   | 116,8                   |                                 |

Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.'da görüldüğü üzere, kovan üretim atölyesinde kaynağında gürültü kontrol önlemleri yokken günlük gürültü maruziyet değeri 93,5 dB(A) hesaplanırken, kaynağında gürültü kontrol önlemleri varken günlük gürültü maruziyet değeri 89,4 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Yani, kaynağında gürültü kontrol önlemleri ile gürültü maruziyet değerinde 4,1 dB(A)'lık bir azalma gözlenmiştir.

Bu atölyedeki proseslerden hadde tezgahının gürültü maruziyet değeri, muhafaza içine alınmadığında 92,5 dB(A) iken, muhafaza içine alındığında 87,8 dB(A) olarak belirlenmiştir. Muhafaza sayesinde hadde tezgahındaki gürültü maruziyet değerinde 4,7 dB(A)'lık bir azalma gözlenmiştir. Ebat kontrol ve freze tezgahlarında ise kovanın düştüğü metal plakanın üzerine gürültü sönümleyici malzeme (kauçuk) varken ve yokken ölçümler alınmıştır. Gürültü maruziyeti sönümleyici malzeme yokken freze tezgahında 93,3 dB(A), ebat kontrol tezgahında 96,2 dB(A) olarak belirlenmiştir. Gürültü maruziyeti sönümleyici malzeme varken ise freze tezgahında 90,3 dB(A), ebat kontrol tezgahında 89,4 dB(A) olarak bulunmuştur. Yıkama ve ısıtma işlem ünitelerinde ise kovanın düştüğü metal plakalar üzerinde sönümleyici malzeme bulunmamaktadır ve gürültü maruziyet değerlerinin sırasıyla 87,3 dB(A) ve 91,0 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu firmadaki tüm proseslerde gürültü maruziyet değerlerinin, en yüksek maruziyet değeri olan 85 dB(A)'dan yüksek olduğu belirlenmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren 7 farklı işyerinin üretim ve montaj hatlarında çalışanların gürültü maruziyetlerin belirlenmesi için TS EN ISO 9612:2009 standardına göre kişisel gürültü ölçümleri yapılmış, günlük maruziyet değerleri hesaplanmış ve gürültü maruziyet değeri yüksek olan bölümlerde çalışanların günlük maruziyet değerlerinin yasal mevzuattaki sınır değerlerin altına indirilmesi için alınabilecek önlemlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, inceleme ve ölçüm yapılan firmalardaki ortak prosesler 6 adet atölye (metal kesim, talaşlı imalat, büküm, kaynak, boyama ve montaj) altında sınıflandırılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları, atölye ve proseslere göre kıyaslanmış, analiz edilmiş ve alınması gereken tedbirlere yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Metal kesim atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyet değeri E firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise B firmasında ortaya çıkmıştır. B firmasının en düşük çıkmasının nedeni, manuel kesim tezgahlarına oranla lazer kesim tezgahının daha çok kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim, lazer kesim tezgahların manuel tezgahlara göre daha çok kullanılması, E firmasında gürültü maruziyet değerini yükseltmiştir. Gürültü seviyesi düşük makine kullanımının önemi böylece daha iyi anlaşılmaktadır.

Talaşlı imalat atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyet değerinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyet değerinin F firmasında olduğu belirlenmiştir. A firmasındaki yüksek maruziyet, talaşlı imalat atölyesinin kaynak atölyesine yakın olması ve universal torna ile freze tezgahlarının bakım zamanlarının gelmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Buradan gürültüyü azaltma yöntemi olarak, atölyelerin ayrı ayrı konumlandırılmasının ve makinelerin bakımlarının zamanında yapılmasının önemi anlaşılmaktadır.

Kaynak atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek gürültü maruziyet değeri C firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise B firmasında bulunmuştur. Bu durum, C firmasında puntolama işlemi balyozla yapılırken, B firmasında çekiç kullanılmasından ve atölyenin perdelerle bölümlere ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında, B firmasında kullanılan perdelerin ses emilim özellikli malzemelerden

yapılmadığı görülmüştür. Bu atölyelerde B firması dahil tüm firmalardaki ölçüm sonuçları sınır değerin üzerinde kalmıştır.

Büküm atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyet değerinin E firmasında, en düşük gürültü maruziyet değerinin ise B firmasında olduğu tespit edilmiştir. Bu farkın en önemli nedeni büküm atölyesinin, B firmasında diğer atölyelerden ayrılmış, E firmasında ise ayrı bir bölümde değil metal kesim ve kaynak atölyelerinin içine konumlandırılmış olmasındandır. Bu durum, atölyede çalışanların gürültü maruziyetleri üzerinde etkili olmaktadır. Atölyelerin uygun konumlandırılmasının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Boyama atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyet değerinin A firmasında, en düşük gürültü maruziyet değerinin ise E firmasında olduğu belirlenmiştir. Bunun en büyük sebebi kumlama prosesinden kaynaklanmaktadır. A firmasında kumlama prosesi manuel yapılırken, E firmasında otomatik kumlama makinesi kullanılmaktadır. Kumlama prosesinin boyama atölyesinde kişisel günlük gürültü maruziyetine katkısı A firmasında 105,4 dB(A) iken, E firmasında 85,8 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Bu durum, bu tür atölyelerde otomatik makinelerin kullanımının önemini ortaya koymaktadır.

Montaj atölyesi günlük kişisel gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyet değeri C firmasında, en düşük gürültü maruziyet değeri ise E firmasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, en yüksek maruziyet eylem değerinin üstünde çıkan tek firma C firmasıdır. Tüm firmalar için montaj atölyesinde yapılan işler aynı olmakla birlikte, C firmasındaki yüksek farkın, montaj atölyesinin ayrı bir bölümde değil, metal kesim ve kaynak atölyelerinin içinde yer almasından kaynaklanmaktadır. Montaj atölyesi diğer firmalarda ise, ayrı bir bölüme yerleştirilmiş, diğer atölyelerin gürültüsünden etkilenmemektedir. Bu durum da, gürültü maruziyetinin azaltılmasında “Gürültülü işlerin diğer bölümlerden ayrılması gerekliliğine” iyi bir örnek teşkil etmektedir.

Dairesel testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyetinin E firmasında, en düşük gürültü maruziyetinin ise B firmasında olduğu

tespit edilmiştir. Bu durum E firmasındaki dairesel testerenin bozuk olmasından kaynaklanmaktadır.

Dikey şerit testere ve yatay şerit testere kesim proseslerinin ortalama gürültü maruziyet değerleri kıyaslandığında; dikey şerit testere maruziyet değeri, yatay şerit testere maruziyet değerinin oldukça üzerinde çıkmıştır. Bunun nedeninin, dikey şerit testere ile daha ince ve geniş malzemelerin kesilmesi ve bunun sonucunda ortaya çıkan ekstra titreşimin gürültüyü arttırmasıdır.

Yatay testere ile kesim prosesi gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; en yüksek gürültü maruziyeti A firmasında, en düşük gürültü maruziyeti ise E firmasındadır. A firmasında ölçüm sırasında içi boş dairesel uzun çelik malzeme kesimi yapılırken, E firmasında içi tamamen dolu dairesel çelik malzeme kesilmesi bu farkın nedeni olarak düşünülmektedir. Kesim yapılan malzemenin içinin boş olması kesim sırasında titreşimin artmasına, bu da gürültü artışına neden olmaktadır. Ayrıca yatay şerit testere ile kesim sırasında, kesim yapılacak malzemenin üzerine bor yağlı sıvı püskürtülmektedir. Bor yağı gibi metal işleme sıvılarının metalin ısınmasını engellemek, yağlamak ve oluşabilecek talaşların ve metal tozlarının işlem yüzeyinden uzaklaştırılması gibi fonksiyonları vardır. Metal kesim sırasında takım ucu ile parça arasında çok büyük bir sürtünme oluşur ve bu sıvı sürtünmeyi azaltarak aşınmasını minimumda tutar, bu da gürültüyü azaltır. Böylece, yatay şerit testere kesim prosesinde bor yağlı sıvı kullanımı, gürültü maruziyetini azaltan bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Boyama prosesi gürültü maruziyet değerleri incelendiğinde; gürültü maruziyet değeri, sadece B firmasında en yüksek maruziyet eylem değerin üstünde çıkarken, diğer firmalarda bu değerin altında çıkmıştır. B firmasında boyama kabiniinde çift fanlı havalandırma sistemi bulunmakta olup, bu farklılık havalandırma sisteminin gürültüsünden kaynaklanmaktadır.

Prosesler içinde en yüksek gürültü maruziyetine sahip olan kumlama prosesi incelendiğinde; gürültü maruziyetinin E firmasında diğer firmalara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Daha önce belirtildiği gibi, bunun nedeni E firmasında otomatik kumlama makinesi kullanılırken, diğer firmalarda kumlama prosesinin manuel yapılmasından kaynaklanmaktadır. Ancak, otomatik kumlama makinesi bile tek başına gürültü maruziyetini

sınır değerin altına indirmekte yetersizdir. Ölçüm yapılan firmalar dışında sadece inceleme yapılan bir başka firmada da otomatik kumlama makinesi kullanıldığı görülmüş, gürültü maruziyet değeri 98 dB(A) olarak ölçülmüştür. Yine bu firmada bu proseste çalışanlar için gürültü sığınağı yapılmış ve gürültü sığınağının içinde gürültü maruziyeti 58 dB(A) olarak ölçülmüştür. Kaynağında gürültü kontrolünün gürültü maruziyetini azaltmada ne kadar etkili olduğu buradan anlaşılmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, tamamen aynı başlık altında olmasa da bu tez çalışmasına benzer makale, yayın ve tez çalışmalarına rastlanılmış, bu çalışmaların ortak noktaları ve farklılıkları incelenerek değerlendirilmelerde bulunulmuştur.

1997 yılında Karakaş [37] tarafından savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yapılan çalışmada, firmada gürültü kontrolü için hiç bir teknik önlem alınmadığı, gürültülü bölümlerin diğerlerinden ayrılmadığı belirtilmiş, ancak, gürültü kontrolünde son başvurulması gereken kulak koruyucusunun kullanımına önem verildiğini vurgulamıştır. Bu tez çalışmasında da inceleme yapılan firmalar gürültü kontrol yöntemlerinin uygulanması açısından genel olarak değerlendirildiğinde; G firması dışında kalan firmaların gürültüyü kaynağında ya da kaynak ve alıcı arasında azaltmak için herhangi bir önlem almadıkları, yani teknik yollara başvurmadıkları, son başvurulması gereken seçenek olan KKD kullanımına yöneldikleri belirlenmiştir. G firmasında ise kaynağında gürültü önlemi alınmış, fakat zamanla bazı yerlerde sönümleyici malzemelerin kullanıma bağlı olarak yıprandığı, tamamen kalktığı ve yenilenmediği gözlenmiştir. Karakaş'ın yaptığı çalışmanın üzerinden yaklaşık 20 yıla yakın zaman geçmesine rağmen, maalesef bugün hala aynı eksiklikler devam etmektedir.

Ayrıca, Karakaş [37] tarafından kaynak atölyesinde gürültü ölçümleri yapılmış ve gürültü değerlerinin 83-98 dB(A) aralığında değiştiği belirtilmiştir. Ancak, söz konusu ölçümler ortam ölçümü yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında ise, kaynak atölyesinde kişisel gürültü maruziyeti ölçülmüş, gürültü maruziyet değerlerinin 91-96 dB(A) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Kişisel gürültü maruziyet ölçümleri, çalışanın tüm çalışma şartları, çalışma süreleri, dinlenmeleri, gürültü kaynağına olan mesafesi gibi etkenler dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir. Karakaş tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi, işyerlerindeki ortam ölçümleri, çalışanların maruziyetleri konusunda net bir sonuç ortaya koyamamaktadır.



2010 yılında Esen [38] tarafından yapılan çalışmada, bir işletme gürültü faktörü açısından incelenmiş, gürültü kaynakları belirlenmiş, gürültü ölçümleri ve gürültüden korunmak için çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Esen tarafından yapılan gürültü ölçüm sonuçları incelendiğinde, ortak bölümlerden metal kesim atölyesi gürültü seviyesi 89,6 dB(A), talaşlı imalat atölyesi 84 dB(A), montaj atölyesinde ise 76 dB(A) olduğu belirlenmiştir. Bu ölçüm sonuçlarından sonra talaşlı imalat atölyesi üzerinde yoğunlaşmış ve torna tezgahında 81 dB(A), freze tezgahında 78 dB(A), matkap tezgahında 81 dB(A), preslerde 83-89 dB(A) aralığında değişen gürültü sonuçları elde edilmiştir. Bu tez çalışmasında ise ortalama gürültü maruziyeti değeri metal kesim atölyesinde 89,2 dB(A), talaşlı imalat atölyesinde 84,8 dB(A), montaj atölyesinde 77,7 dB(A) olarak belirlenmiş, pres tezgahlarında ise 81-90 dB(A) aralığında değişen değerler hesaplanarak, Esen tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla benzer değerler elde edildiği görülmüştür. Talaşlı imalat atölyesindeki universal torna, universal freze tezgahları ve radyal matkap tezgahlarında ise bu tez çalışmasında daha yüksek gürültü maruziyet değerleri elde edilmiştir. Bu farklılık, iki çalışmada gürültü ölçümü yapılan tezgahların marka ve modellerinin bire bir aynı olmamasından kaynaklanmaktadır.

2006 yılında Ayaz [39] tarafından yapılan çalışmada, bir fabrikanın tezgahlarından yayılan gürültünün şiddet düzeyleri ölçülmüş ve ölçüm sonuçları referans değerlerine dayandırılarak yorumlanmıştır. Torna tezgahlarındaki gürültü değerinin 88- 107 dB(A) aralığında değiştiği, freze tezgahlarındaki gürültü değerinin 88-109 dB(A) aralığında değiştiği, radyal tezgahın 97 dB(A) değerinde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, Ayaz makinelerin gürültüsünü uzaklığa bağlı olarak da ölçmüş, bu değerlerde 50 m uzaklıkta 8- 16 dB(A) aralığında ve 100 m uzaklıkta 10- 26 dB(A) aralığında düşüş gözlemlenmiştir. Bu tez çalışmasında ise torna tezgahlarındaki gürültü değerinin 83- 92 dB(A) aralığında değiştiği, freze tezgahlarındaki gürültü değerinin 82-94 dB(A) aralığında değiştiği, radyal tezgahın 80-92 dB(A) aralığında değiştiği gözlenmiş, Ayaz'ın çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında daha düşük sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu farklılığın nedeni, Ayaz makine gürültüsünü ölçerken, bu tez çalışmasında kişisel maruziyet ölçümü yapılmasıdır. Makine gürültü seviyesinin, kişisel maruziyete göre yüksek çıkması beklenen bir durumdur.

2003 yılında Şahin [40] tarafından yapılan bir çalışmada ise, gürültü maruziyet değeri kesim atölyesinde 115 dB(A), büküm atölyesinde 98 dB(A) ve montaj atölyesinde 84 dB(A) olarak ölçülmüştür. Kesim atölyesindeki yüksek gürültü maruziyetinin demir hız testeresinden

kaynaklandığı ve bu testerenin gürültüsünün diğer atölyeleri de etkilediği belirtilmiştir. Gürültü maruziyetini azaltmak için, demir hız testeresinin ayaklarına lastik takoz koyulup titreşim yalıtımı yapılmış, kesim atölyesine polistren köpük asma tavan yapılmış, dış kısmı kontraplak, iç kısmı polistren köpük tabakasıyla tamamen kaplı bariyerler kullanılarak kısmi hücre oluşturulmuştur. Bu şekilde kesim atölyesinde gürültü maruziyet seviyesinde yaklaşık 10 dB(A)'lık bir azalma, bu atölyenin hemen yanındaki büküm atölyesinde de yaklaşık 6 dB(A) bir azalma sağlanmıştır. Şahin tarafından yapılan ölçümlerin farklı bir standartla yapılması ve atölyelerde kullanılan tüm makineler hakkında bilgi verilmediği için bu tez çalışmasıyla bir kıyas yapılamamakta, ancak, alınabilecek önlemler hakkında bir fikir vermektedir.

Durcan [41] tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada, yatay freze makinesinde bazı malzemelerin işlenmesi sırasında malzeme türü, kesme genişliği ve kesme derinliğinin gürültü emisyonuna etkilerini incelemiş, elde edilen sonuçlara göre; kesme genişliği ve derinliğinin artması ile gürültü seviyesinde artış görüldüğünü ve malzeme çeşidine bağlı olarak gürültü seviyesinin değiştiğini belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında talaşlı imalat atölyesinde F firmasında alüminyum malzeme işlenirken, diğer firmalarda çelik malzeme işlenmektedir. Bu atölyedeki tüm proseslerde F firmasının gürültü maruziyetinin diğer firmalara göre oldukça düşük çıktığı görülmüştür. Durcan tarafından da ifade edildiği gibi, işlenen malzemenin çeşidine bağlı olarak gürültü seviyesi değişmektedir.

HSE tarafından yapılan bir çalışmada da [42] metal parçaların taşındığı bir taşıma sisteminde, gürültü seviyesi 96 dB(A) olarak belirlenmiş ve gürültü kontrol tekniklerinden sönümleme ve yeniden tasarım yöntemleri kullanılarak gürültü seviyesi azaltılmaya çalışılmıştır. Taşıyıcı açısı azaltılarak yeniden düzenlenmiş, metal parçaların düştüğü bölüm uzaklaştırmış ve metal parçaların toplandığı metal yüzey plastik bir levha ile kaplanmıştır. Bu yöntemlerle gürültü seviyesinde 7 dB(A)'lık bir azalma sağlanmıştır. Benzer şekilde bu tez çalışmasında da, bir işyerindeki kovan üretim atölyesinde ebat kontrol ve freze tezgahlarında kovanın düştüğü metal plakanın üzerine firma tarafından yerleştirilen gürültü sönümleyici malzeme (kauçuk) sayesinde gürültü maruziyetinde yaklaşık 3-7 dB(A)'lık azalma tespit edilmiştir. Sönümleyici malzemenin gürültü maruziyetini azaltması her iki çalışmanın ortak noktasını oluşturmaktadır.

HSE tarafından yapılan başka bir çalışmada da [42] bir matkap makinesinin gürültü seviyesi 95 dB(A) olarak ölçülmüş ve gürültü kontrol tekniklerinden muhafaza kullanılarak gürültü seviyesi azaltılmaya çalışılmıştır. Muhafazanın panelleri 1,2 mm kalınlığında çelik saçtan, 50 mm kalınlıklı mineral yün dolguyla ve % 34 oranında bir açık alana sahip, 0,8 mm kalınlığında delikli çelik bir iç bölümden oluşturulmuştur. Ayrıca, muhafazanın pencerelerinde de 6 mm kalınlığında polikarbonat levha kullanılmıştır. Bu önlemler alınarak makinenin gürültü seviyesinde 6 dB(A)'lık bir azalma sağlanmıştır. Bu tez çalışmasında da kovan üretim atölyesinde gürültü kontrol önlemi olarak muhafaza içine alınan hadde tezgahının gürültü maruziyet değerinde 4,7 dB(A)'lık bir azalma gözlenmiştir. Böylece, kullanılan makinenin muhafaza içine alınmasının gürültü maruziyetini azalttığı teyit edilmektedir.

Bu tez çalışmasına konu firmaların daha önce dışarıdan hizmet alarak özel laboratuvarlara yaptırdıkları gürültü ölçüm sonuçlarını içeren deney raporları da incelenmiştir. Ancak, bu tez çalışmasında kullanılan TS EN ISO 9612:2009 “Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler” standartına göre kişisel gürültü maruziyet ölçümü yapılmadığı görülmüştür. Kişisel gürültü maruziyeti yerine daha çok ortam gürültüsünü ve makine emisyon gürültüsünü belirleyen standartlara göre ölçümler alındığı ve ortam ölçümü yapılan firmalardaki ölçüm sonuçlarının bu tez çalışmasındaki sonuçlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kişisel gürültü maruziyetinin ölçüldüğü bir firmada ise, bu tez çalışmasındaki gibi her proseste ölçüm sonucu olmamakla birlikte, “TS ISO 2607:2005 Akustik – İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini” standartına göre ölçümler alınmış, metal kesim atölyesinde 108,2 dB(A), kaynak atölyesinde 98,8 dB(A), montaj atölyesinde 81,9 dB(A) ve boyama prosesinde 83,9 dB(A) değerleri ölçülmüştür. Deney raporundaki bu sonuçlar, metal kesim atölyesi, kaynak atölyesi ve boyama prosesi için bu tez çalışmasında elde edilen değerlerin üzerinde, montaj atölyesinde ise benzerdir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, savunma sanayii sektöründe yer alan işyerlerinin üretim ve montaj hatlarında çalışanların gürültü maruziyetlerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile sektörün durumu hakkında genel bir profil çıkarılması, çalışanların maruziyetinin ortaya konulması, alınabilecek tedbirler önerilmesi ve benzer çalışmalara yol gösterici olması amaçlanmıştır.

Savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren 7 farklı işyerinin üretim ve montaj hatlarında çalışanların gürültü maruziyetlerinin belirlenebilmesi için toplam 33 atölyede, 116 adet proses için 451 adet kişisel gürültü ölçümü yapılmış ve günlük maruziyet değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonunda 33 atölyenin 24'ünde ve 116 prosesin 87'sinde gürültü maruziyet değerinin “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”te belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 dB(A)'nın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, savunma sanayii sektöründe faaliyet gösteren firmalarda çalışanlar için gürültünün önemli bir tehlike olduğunu ortaya koymaktadır.

Ölçüm yapılan atölyelerde ortaya çıkan yüksek gürültü maruziyetinin, atölyelerin fiziki durumu ile atölyelerdeki proseslerden kaynaklandığı; proseslerin gürültü maruziyetinin iyileştirilmesi durumunda olumlu sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Bu çerçevede, atölye ve proseslerden elde edilen ölçüm sonuçları ve gözlemler değerlendirilerek, gürültü maruziyetini azaltabilecek çeşitli öneriler geliştirilmiştir:

- Dairesel testerelerin monte edildiği yüzeye, öncesinde gürültü sönümleyici malzeme yerleştirilmeli sonrasında monte işlemi gerçekleştirilmelidir.
- Giyotin makas ile kesim işlemi yapılırken, metal parçaların düştüğü yüzeye gürültü sönümleyici malzeme yerleştirilmelidir.
- Metal kesim atölyelerinde daha az gürültü çıkaran lazer kesim tezgahları tercih edilmelidir.
- Tezgahların ayaklarına titreşimi engelleyici plastik malzemeler yerleştirilmelidir.

- Tezgahlar ses emilimi yüksek malzemelerden yapılmış perde ve bariyerler ile birbirinden ayrılmalıdır.
- Tezgahların bakım ve onarımı zamanında yapılmalıdır.
- Talaşlı imalat atölyelerinde daha az gürültü çıkaran CNC tezgahlar tercih edilmelidir.
- Pres iletim hatlarındaki gürültü ve titreşimi azaltmak amacıyla metal bağlantı elemanları yerine, sağlam plastik alaşımlı bağlantı elemanları kullanılmalıdır.
- Pres tezgahının kurulumu aşamasında, presin temelinde sesi sönümleyici malzeme kullanılmalıdır.
- MIG-MAG kaynak ve TİG kaynak makineleri yerine otomatik kaynak robotları kullanılmalıdır.
- Puntolama işlemi sırasında balyoz ve çekiç kullanımı yerine hidrolik sistemler kullanılmalıdır.
- Çapak alma, taşlama ve zımparalama işlemlerinde kullanılan makinelerin susturuculu olmasına dikkat edilmelidir.
- Kumlama işleminde otomatik kumlama makineleri kullanılmalı ve çalışanlar için gürültü sığınakları inşa edilmelidir.
- Hava tabancalarında hava nozullarının kullanılması hem gürültü maruziyetini azaltır hem de güçlü bir hava akımı sağlar. Bu nedenle, hava tabancalarında hava nozulları kullanılmalıdır.
- Atölyelerdeki havalandırma sistemlerinde verimi yüksek, gürültü seviyesi az olan fanlar kullanılmalıdır.
- Atölyelerin tavan, taban ve duvarları ses emici malzemelerle kaplanmalı, sesin yansımaları ve yayılması mümkün olduğunca önlenmelidir.
- Atölyeler birbirlerinin gürültüsünden etkilenmemeleri için ayrı konumlandırılmalı, iç içe olmamalıdır.

- Kovan üretim atölyelerindeki tezgahlarda ve ünitelerde metal parçalarının düştüğü yüzeylere sönümleyici malzemeler yerleştirilmelidir. Ayrıca, bu tür tezgahlarda ve ünitelerde kullanıma bağlı olarak çabuk yıpranan sönümleyici malzemeler zamanında yenilenmelidir.
- İşyerlerinin kuruluş aşamasında, üretim prosesine göre makine ve tezgah yerleşimi gürültü seviyeleri dikkate alınarak düzenlenmelidir.
- Gürültü maruziyeti yüksek olan proseslerdeki tezgahlar yalıtılmış ayrı bölümlere alınmalıdır.
- Çalışanın maruz kaldığı gürültü seviyesine göre SNR değeri uygun olan kulak koruyucular tercih edilmelidir.
  - Gürültü seviyesi 85-90 dB(A) ise, önerilen kulak koruyucu SNR değeri 20 veya daha az,
  - Gürültü seviyesi 90-95 dB(A) ise, önerilen kulak koruyucu SNR değeri 20-30,
  - Gürültü seviyesi 95-100 dB(A) ise, önerilen kulak koruyucu SNR değeri 25-30,
  - Gürültü seviyesi 100-105 dB(A) ise, önerilen kulak koruyucu SNR değeri 30 veya daha fazladır.

Ölçüm yapılan firmalar gürültü kontrol yöntemlerinin uygulanması açısından genel olarak değerlendirildiğinde, KKD kullanımına yöneldikleri belirlenmiştir. Öncelikle gürültüyü kaynağında ya da kaynak ve çalışan arasında azaltmak için bir önlem alınmalı, yani teknik yollara başvurulmalı, KKD kullanımı bu önlemler uygulanamadığı zamanlarda tercih edilmelidir.

Diğer taraftan, inceleme yapılan firmalarda çalışanların kulak koruyucu kullanımları gözlemlenmiş, çoğu firmada bilinçli bir şekilde kulak koruyucu donanım kullanıldığı, ancak, bazı firmalarda çalışanların yeterli bilinçte olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla bu firmalarda çalışanlarını eğitilmesi, denetimin arttırılması ve kulak koruyucu donanımı kullanım disiplininin sağlanması gerekmektedir.

Ölçüm sonuçlarını içeren bir rapor ve elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak hazırlanan, EK-9’da yer alan “İşyerinde Gürültü Kontrol Rehberi” inceleme yapılan firmalarla paylaşılmıştır.

Bu tez çalışması ile savunma sanayii sektöründe üretim ve montaj hatlarında çalışanlar için gürültünün yüksek düzeyde risk oluşturan bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır.



## KAYNAKLAR

- [1] Savunma Sanayii Müsteşarlığı, 2009-2016 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı, [http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Documents/2009\\_SSSS.pdf](http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Documents/2009_SSSS.pdf) (Erişim tarihi: 05.11.2015)
- [2] Ortadoğu Kalkınma Ajansı, ‘TR72 Bölgesi (Kayseri, Sivas, Yozgat) Savunma Sanayine Yönelik İmalat Sanayi Raporu’, Ankara, 2013.
- [3] Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği, Savunma ve Havacılık Faaliyet Raporu 2014, <http://www.sasad.org.tr/uploaded//2014-Yili-Savunma-ve-Havacilik-Sanayii-Performans-Raporu.pdf> (Erişim tarihi: 05.11.2015)
- [4] Savunma Sanayii Müsteşarlığı, 2013 verileriyle Savunma Sanayii Analiz Raporu, <http://sanayilesme.ssm.gov.tr/SanayilesmeFaaliyetleri/Documents/2013%20ANAL%C4%B0Z%20RAPORU-19.01.2015.pdf> (Erişim tarihi: 05.11.2015)
- [5] Kurra, S., *Çevre Gürültüsü ve Yönetimi 1*, 1. Basım, Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, İstanbul, sf. 2-12, 2009.
- [6] Barron, R.F., *Industrial Noise Control and Acoustics*, Marcel Dekker Inc. New York, 2003.
- [7] Fişne, A., *Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Gürültü Koşullarının İncelenmesi, Etkilenme Düzeylerinin İstatistiksel Analizi ve Risk Değerlendirme*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- [8] Norton, M.P., *Fundamentals of Noise and Vibration Analysis for Engineers*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- [9] Hansen, C.H., *Fundamentals of acoustics, in Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control*, pp.23-52, Germany, 2001.
- [10] Özgüven, N., *Endüstriyel Gürültü Denetimi*, O.D.T.Ü. Yayınları, Ankara, 1986.
- [11] Beranek, L.L., *Noise and Vibration Control*, Mc Graw Hill Books, New York, 1983.
- [12] Zeren, A., *Müzik Fiziği*, 4. bs. İstanbul: Pan Yayıncılık, 7-11, 64-66, 169-170, 2009.
- [13] Sethares, W. A., *Tuning, timbre, spectrum, scale*. (Second Edition). United States of America: Springer-Verlag London Limited, 11-38, 2005.
- [14] IPPC., *Horizontal Guidance for Noise, Part 2 - Noise Assessment and Control*, Integrated Pollution Prevention and Control, Bristol, 2002.
- [15] Brüel and Kjaer, *Basic Concepts of Sound*, BA 7666-11. Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark, 1998.

- [16] Orhun, H., *Tekstil Sanayiinde Gürültü Sorunu ve Çözümü*, Türkiye Tekstil, örme ve giyim sanayii işçileri Sendikası Yayınları, Ankara, 1982.
- [17] Brüel and Kjaer, *Basic Frequency Analysis of Sound*, BA 7660-06. Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark, 1998.
- [18] Fahy, F. J. and Walker, J. G., *Fundamentals of Noise and Vibration*, E & FN Spon, London, 1998.
- [19] South, T., *Managing Noise and Vibration at Work; A Practical Guide to Assessment, Measurement and Control*. Elsevier, Amsterdam, 2004.
- [20] Controlling noise at work — The control of noise at work regulations 2005 Guidance on regulations, L 108 HSE, 2005.
- [21] Safe Work Australia, *Managing Noise and Preventing Hearing Loss at Work*, 2011.
- [22] New Zealand Department of Labour – Management of Noise at Work –Control Guide, <http://www.business.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/noise-at-work-control-guide-management-of/noise-control-guide.pdf> (Erişim tarihi: 20.07.2015)
- [23] The Accident Compensation Corporation (ACC), Noise Control A practical approach to controlling noise in the workplace, New Zealand, [http://www.acc.co.nz/PRD\\_EXT\\_CSMP/groups/external\\_ip/documents/publications\\_promotion/wpc088755.pdf](http://www.acc.co.nz/PRD_EXT_CSMP/groups/external_ip/documents/publications_promotion/wpc088755.pdf) (Erişim tarihi: 20.07.2015)
- [24] William A. D., *Lumber Mill Noise And Its Control*, University of California Forest Products Laboratory, Sayfa: 73-75, Richmond-California,1973.
- [25] OSHS, Noise-Induced Hearing Loss of Occupational Origin. *Occupational Safety and Health Service (OSHS), A Guide for Medical Practitioners*, Wellington, New Zealand, 1994.
- [26] Daniel, E., Noise and hearing loss: A review, *Journal of School Health*, 225-231, 2007.
- [27] Barrientos, M.C., Lendrum, D.C. and Steenland, K., Occupational Noise; Assessing the Burden of Disease from Work-Related Hearing Impairment at National and Local Levels. *World Health Organization Protection of the Human Environment. Environmental Burden of Disease Series*, Geneva, 2004.
- [28] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, “Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”, 28721 sayılı Resmi Gazete, 28 Temmuz 2013.
- [29] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, “Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik ”, 28709 sayılı Resmi Gazete, 16 Temmuz 2013.
- [30] Health and Safety Executive, Noise at Work: A brief guide to controlling the risks, <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg362.pdf> (Erişim Tarihi: 29.01.2016)

- [31] United States Occupational Safety and Health Administration (Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütü) web sitesi, [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=standards&p\\_id=9735](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9735) (Erişim Tarihi: 29.01.2016)
- [32] The National Institute for Occupational Safety and Health(Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü), Criteria for a Recommended Standard Occupational Noise Exposure:1998, <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-126.pdf> (Erişim Tarihi: 29.01.2016)
- [33] İSGÜM Akreditasyon Kapsamı, TÜRKAK <http://www.turkak.org.tr/pdf/AB0493T.pdf?r=bffe238febe24a76a7a991a3db6ba3c1> (Erişim tarihi: 16.09.2015)
- [34] TS EN ISO 9612:2009, *Akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler*, Sayfa: 5-45, ISO, 2009.
- [35] Svan 947 Gürültü ve Titreşim Ölçer Cihaz Kullanım Kılavuzu, [http://www.svantek.com/support/339/947\\_-\\_user\\_manual.pdf](http://www.svantek.com/support/339/947_-_user_manual.pdf) (Erişim Tarihi: 18.09.2015)
- [36] SV102 Gürültü Dozimetresi Kullanım Kılavuzu, [http://www.svantek.com/support/267/sv102\\_user\\_manual\\_20141028111353.pdf](http://www.svantek.com/support/267/sv102_user_manual_20141028111353.pdf) (Erişim Tarihi: 18.09.2015)
- [37] Karakaş, İ., *Savunma Sanayi Anonim Şirketi'nde gürültünün çalışanlar üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerinin boyutları*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 80-85 , Ankara, 1997.
- [38] Esen, M., *Üretim sahasında gürültü ve gürültü kontrol uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 41-86 , İstanbul, 2010.
- [39] Ayaz, B., *Takım tezgahlarında verim kaybının ve gürültü faktörünün araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 77-82, Eskişehir, 2006.
- [40] Şahin, E., *Gürültü kontrol yöntemleri-bir uygulama*, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Dergisi, Cilt 18, No 4, 67-80, 2003.
- [41] Durcan, F. M., *Yatay freze makinesinde işleme faktörlerinin gürültü emisyonuna etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 91-94, Ankara, 2014.
- [42] Health and Safety Executive, Noise, Case Study, <http://www.hse.gov.uk/NOISE/casestudies/amt.htm> (Erişim Tarihi: 20.07.2015)



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

SOYADI, adı : ERTUĞRUL UYAR, Raziye  
Telefon : 0 (312) 257 16 90

### Eğitim

| Derece        | Okul                                    | Mezuniyet tarihi |
|---------------|-----------------------------------------|------------------|
| Doktora       | Gazi Üniversitesi / Fizik               | 2016             |
| Yüksek Lisans | Gazi Üniversitesi / Fizik               | 2011             |
| Yüksek Lisans | Gazi Üniversitesi / Eğitim Bilimleri E. | 2006             |
| Lisans        | Anadolu Üniversitesi / İşletme          | 2012             |
| Lisans        | Gazi Üniversitesi / Fizik               | 2004             |
| Lise          | Karaman Yabancı Dil Ağırlıklı Lise      | 1999             |

### Yabancı Dil

İngilizce (YDS-2014: 77,5)

### Yayınlar

- Ertuğrul R., Tataroğlu, A. (2012). Influence of Temperature and Frequency on Dielectric Permittivity and ac Conductivity of Au/SnO<sub>2</sub>/n-Si (MOS) Structures. *Chinese Physics Letters*, 29, 077304, 1-5.
- Baran, H. M., Tataroğlu, A., Ertuğrul, R. (2012). Investigation of the effects of gamma-ray irradiation on electrical characteristics of MOS capacitors. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 14, 304-308.
- Ertuğrul, R., Tataroğlu, A. (2014). Effects of gamma irradiation on electrical parameters of metal-insulator-semiconductor structure with silicon nitride interfacial insulator layer. *Radiation Effects & Defects in Solids*, 169, 791-799.



## **EKLER**

- EK-1: Türkiye'nin çeşitli illerinde faaliyet gösteren ve SASAD üyesi olan firmaların, faaliyet alanlarına göre gruplandırılmış listesi
- EK-2: Metal Kesim Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-3: Talaşlı İmalat Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-4: Büküm Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-5: Kaynak Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-6: Boyama Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-7: Montaj Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-8: Kovan Üretim Atölyesi Gürültü Ölçüm Hesaplamaları
- EK-9: İşyerinde Gürültü Kontrol Rehberi

**EK-1: Türkiye'nin çeşitli illerinde faaliyet gösteren ve SASAD üyesi olan firmaların, faaliyet alanlarına göre gruplandırılmış listesi**

| <b>KARA ARAÇLARI</b> |                                                                     |                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Firma</b>         | <b>Faaliyet Alanı</b>                                               | <b>Bulunduğu İl</b> |
| FNSS                 | Tekerlekli ve Paletli Zırhlı Araçlar, Seyyar Yüzücü Köprüler        | ANKARA              |
| BMC                  | Mayına Karşı Korumalı Zırhlı Araçlar, Taktik Tekerlekli Araçlar     | İZMİR               |
| KOLUMAN              | Askeri ve Kamu Servis Araçları                                      | ANKARA              |
| MERCEDES-BENZ TÜRK   | Taktik Tekerlekli araçlar                                           | İSTANBUL            |
| NUROL MAKİNA         | Zırhlı Araç, Taret                                                  | ANKARA              |
| OTOKAR               | Taktik Tekerlekli Araçlar, Hafif Zırhlı Araçlar, Ana Muhasebe Tankı | İSTANBUL            |
| KOLUMAN KÖGEL        | Taktik Tekerlekli Araçlar, Tank Taşıyıcıları                        | ANKARA              |
| HEMA ENDÜSTRİ        | Tank Taşıyıcıları                                                   | ÇORLU               |

| <b>DENİZ ARAÇLARI</b> |                                                                          |                     |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Firma</b>          | <b>Faaliyet Alanı</b>                                                    | <b>Bulunduğu İl</b> |
| ADİK                  | Savaş Gemileri İmalatı, Tasarım                                          | İSTANBUL            |
| DEARSAN               | Gemi ve Tekne Tasarımı, Yapımı, Onarımı                                  | İSTANBUL            |
| DESAN                 | Kompozit Deniz Araçları                                                  | İSTANBUL            |
| DÜZGİT GEMİ İNŞA      | Alüminyum-Çelik Bot, Gemi İnşa                                           | İSTANBUL            |
| İSTANBUL DENİZCİLİK   | Gemi İnşa, Tamir, Bakım ve İşletme                                       | İSTANBUL            |
| RMK MARINE            | Gemi İnşaa                                                               | İSTANBUL            |
| YONCA-ONUİK           | Yüksek Süratli Botlar, Kargo Gemileri, Kompozit Malzeme, Destek Gemileri | İSTANBUL            |

| <b>HAVACILIK VE UZAY</b> |                                                                                                                                                     |                     |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Firma</b>             | <b>Faaliyet Alanı</b>                                                                                                                               | <b>Bulunduğu İl</b> |
| TUSAŞ                    | Sabit ve Döner Kanatlı Hava Platformları İnsansız Hava Araçları, Uydur Tasarım, Modernizasyon, Sistem Entegrasyonu, Üretim, Entegre Lojistik Destek | ANKARA              |
| ALP HAVACILIK            | Helikopter Parçaları                                                                                                                                | ESKİŞEHİR           |
| DELTA EKO HAVACILIK      | Yazılım Geliştirme, AR-GE Projeleri                                                                                                                 | ANKARA              |
| GLOBAL TEKNİK            | İnsansız Hava, Kara, Deniz Araçları                                                                                                                 | ANKARA              |
| INTA SPACETÜRK           | Avrasya'nın Uzaydan Görüntülenmesi                                                                                                                  | ANKARA              |
| TEI                      | Uçak ve Helikopter Motorları                                                                                                                        | ESKİŞEHİR           |

| <b>SİLAH, MÜHİMMAT, ROKET ve FÜZE</b> |                                              |                     |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|
| <b>Firma</b>                          | <b>Faaliyet Alanı</b>                        | <b>Bulunduğu İl</b> |
| ROKETSAN                              | Roket ve Hava Araçları İmalatı               | ANKARA              |
| GİRSAN                                | Makine ve Hafif Silah                        | GİRESUN             |
| MKEK                                  | Silah, Mühimmat, Roket ve Patlayıcı Maddeler | ANKARA              |
| SAFİR SİLAH                           | Tabanca İmalatı                              | İSTANBUL            |
| SAMSUN YURT SAVUNMA                   | Tabanca İmalatı                              | SAMSUN              |
| SARSILMAZ                             | Tabanca ve Av Tüfekleri                      | ANKARA              |
| TAPASAN                               | Mühimmat Tapa Üretimi                        | ANKARA              |
| TİSAŞ                                 | Tabanca Üretimi                              | ANKARA              |
| TÜBİTAK SAGE                          | Savunma Sanayi AR-GE                         | ANKARA              |
| ÜÇYILDIZ                              | Tabanca Üretimi                              | İSTANBUL            |



| ELEKTRONİK               |                                                                                                             |              |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Firma                    | Faaliyet Alanı                                                                                              | Bulunduğu İl |
| ASELSAN                  | Elektronik Harp, Termal Kamera, Dürbün, Telsiz, Gece Görüş Sistemleri, Radar, Yazılım                       | ANKARA       |
| AYESAŞ                   | Komuta-Kontrol Sistemleri (Yazılım, Donanım, Entegrasyon), Aviyonik Yazılım ve Donanım, Elektronik Kartları | ANKARA       |
| ATEL TELEKOMÜNİKASYON    | Telekomünikasyon                                                                                            | ANKARA       |
| MİKES                    | Elektronik Harp, Termal Kamera, Dürbün, Telsiz, Gece Görüş Sistemleri, Radar, Yazılım                       | ANKARA       |
| ALCATEL LUCENT TELETAS   | Telekomünikasyon                                                                                            | İSTANBUL     |
| ANELTECH                 | Elektronik Kart İmalatı                                                                                     | İSTANBUL     |
| DELTA ELEKTRONİK         | Elektronik Sistemler                                                                                        | ANKARA       |
| DİJİTEST                 | Elektronik Kart Onarımı, Kalibrasyon                                                                        | ANKARA       |
| EAS ELEKTRONİK           | Elektronik Sistemler                                                                                        | ANKARA       |
| ESDAŞ                    | Servis Destek Sistemleri                                                                                    | ANKARA       |
| ETA ELEKTRONİK           | Otomatik Test Sistemleri ve Yazılım                                                                         | ANKARA       |
| GATE ELEKTRONİK          | Elektronik Sistem Bakım Yenileme, Otomatik Test Sistemleri, Test ve Arıza Tespit Sistemleri                 | ANKARA       |
| GENETLAB                 | Kablosuz Sensör Ağı Tespit Sistemleri                                                                       | İSTANBUL     |
| HAVELSAN TEKNOLOJİ RADAR | Uzun Menzil 3-D Radarı, Radarlar                                                                            | ANKARA       |
| IDC                      | Jamer, Biosensörler                                                                                         | ANKARA       |
| IDEAL TEKNOLOJİ          | AİS Ürün ve Platformları, Araç Takip                                                                        | İSTANBUL     |
| KAREL                    | Haberleşme Üretim ve Sistemleri                                                                             | ANKARA       |
| NETAŞ                    | Haberleşme ve Güç Sistemleri, Dost Düşman Tanıma (IFF) Sistemleri                                           | ANKARA       |
| SAVRONİK                 | Yazılım, Elektronik Sistemler, Bakım ve Onarımı, Haberleşme Emniyeti                                        | ANKARA       |
| SELEX KONÜNİKASYON       | Telsiz Sistemleri, HF/SSB Telsiz Sistemleri, Sırt Telsizleri                                                | ANKARA       |
| SIEMENS                  | Elektrik Ekipmanları, Sahra Telefonları                                                                     | İSTANBUL     |
| VESTEL SAVUNMA           | Elektronik                                                                                                  | ANKARA       |
| YALTES                   | Sistem Tasarımı ve Yazılım Geliştirme                                                                       | İSTANBUL     |

| ELEKTRİK       |                                                        |              |
|----------------|--------------------------------------------------------|--------------|
| Firma          | Faaliyet Alanı                                         | Bulunduğu İl |
| AKSA MAKİNA    | Jeneratörler ve Güç Sistemleri                         | ANKARA       |
| GENPOWER       | Jeneratör İmalatı                                      | ANKARA       |
| İŞBİR ELEKTRİK | Jeneratörler ve Güç Sistemleri                         | ANKARA       |
| AGS ENERJİ     | Otomasyon Sistemleri, Elektrik Güç Sistemleri, Tasarım | ANKARA       |
| EKON KONTROL   | Sinyalizasyon, Otoklav                                 | ANKARA       |

| AR-GE ve MÜHENDİSLİK |                                                  |              |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|
| Firma                | Faaliyet Alanı                                   | Bulunduğu İl |
| C2TEC                | Yazılım, Ar-Ge, Danışmanlık, Destek Hizmetleri   | KOCAELİ      |
| FİGES                | Tasarım ve İleri Mühendislik ve Analizleri       | BURSA        |
| SERVUS SAVUNMA       | Güvenlik Sistemleri, Mayın İmha, Balistik Koruma | ANKARA       |
| STM                  | Yazılım ve Proje Etüt Hizmetleri                 | ANKARA       |
| TEMSA AR-GE          | Araştırma, Teknoloji, Tasarım                    | KOCAELİ      |
| TÜBİTAK MAM          | AR-GE ve Sıfır Kafesi Üretimi, Yazılım           | KOCAELİ      |
| TÜBİTAK UEKAE        | Bilgi Güvenliği ve İleri Elektronik Teknolojiler | KOCAELİ      |
| GÖKTÜRK MÜHENDİSLİK  | Mekanik ve Elektronik Sistemler                  | ANKARA       |

| BİLİŞİM              |                                                                                                                                                                                                                                                          |              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Firma                | Faaliyet Alanı                                                                                                                                                                                                                                           | Bulunduğu İl |
| ALTAY HOLDİNG        | Yazılım                                                                                                                                                                                                                                                  | ANKARA       |
| BİLGİSİS             | Coğrafi Bilgi Sistem Yazılımı                                                                                                                                                                                                                            | ANKARA       |
| BİTES                | Yazılım                                                                                                                                                                                                                                                  | ANKARA       |
| BTT                  | Sayısallaştırıcı Kart Yazılımı ve Elektronik                                                                                                                                                                                                             | ANKARA       |
| ETC                  | Yazılım, Simülatör Yazılımları                                                                                                                                                                                                                           | ANKARA       |
| GANTEK               | Yazılım                                                                                                                                                                                                                                                  | İSTANBUL     |
| HAVELSAN             | Komuta Kontrol Sistemleri, C4ISR, Eğitim-Test-Değerlendirme Sistemleri, Simülatör ve Simülasyon Sistemleri, Yönetim Bilgi Sistemleri, İş Süreçleri Bilgi Sistemleri, Karar Destek Sistemleri, Ağ Sistemleri, Veri Dağıtım Sistemleri, Yazılım Geliştirme | ANKARA       |
| KATRON               | Yazılım ve Simülasyon                                                                                                                                                                                                                                    | ANKARA       |
| KOÇ BİLGİ VE SAVUNMA | Elektronik, Yazılım                                                                                                                                                                                                                                      | ANKARA       |
| METEKSAN SAVUNMA     | Simülasyon ve Modelleme Algılama ve Komuta Kontrol Sistemleri, Uydu ve Uzak Teknolojileri, Deniz Sistemleri                                                                                                                                              | ANKARA       |
| MILSOFT              | Yazılım                                                                                                                                                                                                                                                  | ANKARA       |
| OYAK TEKNOLOJİ       | Bilişim ve Kart Hizmetleri                                                                                                                                                                                                                               | ANKARA       |
| SDT                  | Uzak Teknolojileri                                                                                                                                                                                                                                       | ANKARA       |
| SİMSOFT BİLGİSAYAR   | Yazılım                                                                                                                                                                                                                                                  | ANKARA       |

| MALZEME, KALIP ve PARÇA |                                                       |              |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|--------------|
| Firma                   | Faaliyet Alanı                                        | Bulunduğu İl |
| AÇA OTOMOTİV            | Askeri ve Ticari Şanzıman, Dişli, Miller Üretimi      | ANKARA       |
| ARAL HAVACILIK          | Endüstriyel Yüzey İşlem                               | ANKARA       |
| ASİL ÇELİK              | Namlu ve Mermi Çelikleri                              | BURSA        |
| ALFATEC                 | Talaşlı İmalat                                        | ESKİŞEHİR    |
| ATARD                   | Kompozit Parça Üretimi, Motor Tasarım                 | ESKİŞEHİR    |
| AVCI SAVUNMA SANAYİİ    | Talaşlı ve Talaşsız İmalat                            | ANKARA       |
| BARİŞ ELEKTRİK          | Roket Lançerleri, Kompozit Malzemeler                 | ANKARA       |
| COŞKUNÖZ                | Makine ve Kalıp İmalatı                               | BURSA        |
| HİPAK                   | Uçak, Roket ve Zırhlı Araç Parçaları                  | İSTANBUL     |
| HİSAR ÇELİK             | Zırh Çeliği Dökümü, Paletler ve Yürüyüş Takımları     | İSTANBUL     |
| MEGE TEKNİK             | Kablo Takımları, Elektromekanik                       | ANKARA       |
| MES MAKİNA              | Roket Parçaları, Roket Lançerleri                     | KOCAELİ      |
| MTU TÜRK                | Tank ve Zırhlı Araç Motorları                         | İSTANBUL     |
| NUROL TEKNOLOJİ         | Nano Teknoloji ve Gelişmiş Malzemeler                 | ANKARA       |
| OERLIKON                | Kaynak Elektrotları, Telleri, Makinaları              | İSTANBUL     |
| ORSAN                   | Yedek Parça İmalatı                                   | İSTANBUL     |
| PAVO TASARIM            | Elektronik Tasarım ve Üretim                          | KOCAELİ      |
| Pİ MAKİNA               | İş Makineleri                                         | ANKARA       |
| SAVAR KOMPOZİT          | Balistik Koruyucu Ürünler                             | KAYSERİ      |
| SERPA HASSAS DÖKÜM      | Vakumlu Hassas Döküm                                  | İSTANBUL     |
| TEKNO KAUÇUK            | Kauçuk Tasarım ve Üretimi, Deniz Platform Ekipmanları | KOCAELİ      |
| TİBET MAKİNA            | Döner Tabla, Dizli Rulman ve Ekipman                  | İZMİR        |
| TİMSAN                  | Havaalanlarında Kullanılan Çeşitli Araçlar            | İSTANBUL     |
| TTAF ELEKTRONİK         | Kablo Donanımları                                     | İSTANBUL     |
| YÜKSEL SAVUNMA          | İnsansız Makineli Tüfek Kontrol Sistemi               | ANKARA       |
| YOL-BAK                 | Taktik Tekerlekli Araçların Aksesuarları              | ANKARA       |

| TEKSTİL ve GİYİM |                                                     |              |
|------------------|-----------------------------------------------------|--------------|
| Firma            | Faaliyet Alanı                                      | Bulunduğu İl |
| AVS SARACİYE     | Askeri Giyim                                        | ANKARA       |
| DEMA DERİ        | Askeri Ayakkabı, Bot Üretimi                        | İSTANBU      |
| ÖZTEK TEKSTİL    | Mühendislik Kumaşları, Tekstil Teknoloji Sistemleri | TEKİRDAĞ     |
| YAKUPOĞLU        | Askeri Giyim, Bot ve Teçhizat                       | ANKARA       |

| DİĞER ÜRETİCİLER |                                        |              |
|------------------|----------------------------------------|--------------|
| Firma            | Faaliyet Alanı                         | Bulunduğu İl |
| GÜVENLİ YAŞAM    | Koruma ve Emniyet Cihazları            | ANKARA       |
| ÖZTİRYAKİLER     | Askeri Kışla Teçhizatları              | İSTANBUL     |
| PAGATEL SİSTEM   | Taşıyabilir Askeri Muhabere Sistemleri | İZMİR        |
| TÜRK TİPSAN      | Parenteral Solüsyon ve BİÖ Ürünler     | ANKARA       |
| MENSAN           | Silah, Mühimmat ve Askeri Techizat     | ANKARA       |

## EK-2: Metal Kesim Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ A firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

|      |    |
|------|----|
| 90.1 | dB |
| 1.3  | dB |

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

|     |
|-----|
| 5   |
| 8.0 |

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.61    | 0.30    | 0.26    | 0.7     | 0.5     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.52    | 0.23    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 2.27    | 1.01    | 0.35    | 0.2     | 0.1     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.32    | 0.07    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.37    | 0.16    | 0.06    | 0.0     | 0.1     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{3,m}$  | 0.52    | 0.23    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                           |                         | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)      | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 96.4    | 92.8    | 88.2    | 86.7    | 83.4    |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 4.0     |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 87.3    | 83.8    | 79.2    | 77.7    | 80.4    |         |         |
| Belirsizlik katkısı                |                         |                               |         |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.10    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.13    | 0.03    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_{3,m})^2$  | 0.27    | 0.05    | 0.01    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.51    | 0.08    | 0.01    | 0.0     | 0.0     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.63$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.8$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 90.1$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1.3$  dB

### ➤ B firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

|      |    |
|------|----|
| 87.1 | dB |
| 1.2  | dB |

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

|     |
|-----|
| 5   |
| 8.0 |

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.49    | 0.20    | 0.32    | 0.3     | 0.2     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.48    | 0.24    | 0.16    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 2.06    | 2.04    | 0.34    | 0.5     | 0.1     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.23    | 0.05    | 0.05    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.33    | 0.16    | 0.11    | 0.0     | 0.1     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{3,m}$  | 0.48    | 0.24    | 0.16    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                           |                         | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)      | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 92.9    | 92.9    | 85.1    | 86.8    | 78.9    |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 1.0     | 0.5     | 2.0     | 0.5     | 4.0     |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 83.9    | 80.8    | 79.1    | 74.8    | 75.9    |         |         |
| Belirsizlik katkısı                |                         |                               |         |         |         |         |         |         |         |
|                                    | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.05    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.11    | 0.03    | 0.01    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_{3,m})^2$  | 0.23    | 0.06    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.39    | 0.08    | 0.04    | 0.0     | 0.0     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.53$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.7$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 87.1$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1.2$  dB

## ➤ C firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

89.3 dB  
1.2 dB

Görev sayısı

5

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$            | 0.52    | 0.34    | 0.43    | 0.1     | 0.7     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$            | 0.34    | 0.39    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$            | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$            | 1.48    | 1.68    | 0.34    | 0.3     | 0.1     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{1a,m}$ | 0.18    | 0.13    | 0.03    | 0.0     | 0.1     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} * U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{2,m}$  | 0.24    | 0.27    | 0.06    | 0.0     | 0.1     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} * U_3$      | 0.34    | 0.39    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                      |                         | Görev adı       | Görev 1                   | Görev 2             | Görev 3            | Görev 4       | Görev 5     | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------|---------|---------|
|                               |                         |                 | Dairesel Testere          | Dikey Şerit Testere | Yatay Şerit Testre | Giyotin Makas | Lazer Kesim |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$ | 93.6                      | 94.2                | 87.3               | 85.9          | 83.6        |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$           | 1.0                       | 1.0                 | 1.0                | 1.0           | 4.0         |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$   | 84.6                      | 85.2                | 78.2               | 76.9          | 80.6        |         |         |
| Belirsizlik katkısı           |                         |                 |                           |                     |                    |               |             |         |         |
|                               | Gürültü seviyesi        |                 | $(C_{1a,m} * U_{1a,m})^2$ | 0.03                | 0.02               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Süre                    |                 | $(C_{1b,m} * U_{1b,m})^2$ | 0.00                | 0.00               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Ölçüm cihazı            |                 | $(C_{1a,m} * U_{2,m})^2$  | 0.06                | 0.07               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         |                 | $(C_{1a,m} * U_3)^2$      | 0.12                | 0.15               | 0.01          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Her m görevinin toplamı |                 | $U^2 (L_{EX,8h}) m$       | 0.20                | 0.24               | 0.01          | 0.0         | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$U^2 (L_{EX,8h}) =$

0.50

0

$U(L_{EX,8h})$

0.7

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

89.3

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * U(L_{EX,8h}) =$

1.2

dB

## ➤ D firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

89.0 dB  
1.3 dB

Görev sayısı

5

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$            | 0.43    | 0.66    | 0.66    | 0.5     | 0.5     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$            | 0.35    | 0.47    | 0.07    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$            | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$            | 1.50    | 2.04    | 0.30    | 0.3     | 0.1     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{1a,m}$ | 0.15    | 0.31    | 0.05    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} * U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{2,m}$  | 0.24    | 0.33    | 0.05    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} * U_3$      | 0.35    | 0.47    | 0.07    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                      |                         | Görev adı       | Görev 1                   | Görev 2             | Görev 3            | Görev 4       | Görev 5     | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------|---------|---------|
|                               |                         |                 | Dairesel Testere          | Dikey Şerit Testere | Yatay Şerit Testre | Giyotin Makas | Lazer Kesim |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$ | 93.4                      | 94.7                | 86.5               | 85.6          | 79.5        |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$           | 1.0                       | 1.0                 | 1.0                | 1.0           | 4.0         |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$   | 84.4                      | 85.7                | 77.4               | 76.6          | 76.5        |         |         |
| Belirsizlik katkısı           |                         |                 |                           |                     |                    |               |             |         |         |
|                               | Gürültü seviyesi        |                 | $(C_{1a,m} * U_{1a,m})^2$ | 0.02                | 0.10               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Süre                    |                 | $(C_{1b,m} * U_{1b,m})^2$ | 0.00                | 0.00               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Ölçüm cihazı            |                 | $(C_{1a,m} * U_{2,m})^2$  | 0.06                | 0.11               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         |                 | $(C_{1a,m} * U_3)^2$      | 0.12                | 0.22               | 0.00          | 0.0         | 0.0     |         |
|                               | Her m görevinin toplamı |                 | $U^2 (L_{EX,8h}) m$       | 0.20                | 0.43               | 0.01          | 0.0         | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$U^2 (L_{EX,8h}) =$

0.65

0

$U(L_{EX,8h})$

0.8

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

89.0

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * U(L_{EX,8h}) =$

1.3

dB

## ➤ E firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

91.5 dB  
1.8 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

5  
8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.67    | 0.49    | 0.71    | 0.5     | 0.5     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.75    | 0.13    | 0.03    | 0.1     | 0.0     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 3.26    | 0.55    | 0.06    | 0.2     | 0.1     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.50    | 0.06    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.53    | 0.09    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.75    | 0.13    | 0.03    | 0.1     | 0.0     |         |

| Sonuçlar                          | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 99.2    | 91.5    | 82.0    | 86.0    | 81.1    |         |
| Süre (saat)                       | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 1.0     | 1.0     | 2.0     | 2.0     | 2.0     |         |
| m görevinin $L_{EX,8}$ 'e katkısı | ( 9.4 : (8) )           | $L_{EX,8h,m}$                 | 90.2    | 82.5    | 76.0    | 80.0    | 75.1    |         |
| Belirsizlik katkısı               | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.25    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                   | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                   | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.28    | 0.01    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                   | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.56    | 0.02    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                   | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 1.09    | 0.03    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 1.13$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 1.1$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 91.5$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1.8$  dB

## ➤ F firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

88.2 dB  
1.5 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

4  
8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.55    | 0.89    | 0.68    | 0.7     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.43    | 0.48    | 0.07    | 0.0     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 1.86    | 1.03    | 0.16    | 0.0     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.24    | 0.42    | 0.05    | 0.0     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.30    | 0.33    | 0.05    | 0.0     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.43    | 0.48    | 0.07    | 0.0     |         |         |

| Sonuçlar                          | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 93.6    | 91.0    | 82.9    | 76.2    |         |         |
| Süre (saat)                       | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 1.0     | 2.0     | 2.0     | 3.0     |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8}$ 'e katkısı | ( 9.4 : (8) )           | $L_{EX,8h,m}$                 | 84.5    | 85.0    | 76.9    | 71.9    |         |         |
| Belirsizlik katkısı               | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.06    | 0.18    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                   | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                   | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.09    | 0.11    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                   | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.18    | 0.23    | 0.01    | 0.0     |         |         |
|                                   | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.33    | 0.52    | 0.01    | 0.0     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.86$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.9$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 88.2$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1.5$  dB

## EK-3: Talaşlı İmalat Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ A firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları  
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**88.6** dB  
**1.2** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**4**  
**8.0**

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.71    | 0.79    | 0.73    | 0.2     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.26    | 0.32    | 0.17    | 0.3     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.18    | 1.39    | 1.44    | 2.3     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.18    | 0.25    | 0.12    | 0.1     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.18    | 0.22    | 0.12    | 0.2     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.26    | 0.32    | 0.17    | 0.3     |         |         |

| Sonuçlar                       |                         | Görev adı     | Görev 1                       | Görev 2       | Görev 3         | Görev 4         | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|--------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|
|                                |                         |               | CNC Tezgah                    | Radyal Matkap | Universal Torna | Universal Freze |         |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB) |                         | ( 9.3 : (7) ) | $L_{p,A,eqT,m}$               | 84.0          | 92.7            | 92.9            | 94.8    |         |         |
| Süre (saat)                    |                         | ( 9.2 : (5) ) | $T_m$                         | 6.0           | 1.0             | 0.5             | 0.5     |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı   |                         | (9.4 : (8) )  | $L_{EX,8h,m}$                 | 82.7          | 83.7            | 80.8            | 82.8    |         |         |
| Belirsizlik katkısı            | Gürültü seviyesi        |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.03          | 0.06            | 0.01            | 0.0     |         |         |
|                                | Süre                    |               | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00          | 0.00            | 0.00            | 0.0     |         |         |
|                                | Ölçüm cihazı            |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.03          | 0.05            | 0.01            | 0.0     |         |         |
|                                | Ölçme pozisyonu         |               | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.07          | 0.10            | 0.03            | 0.1     |         |         |
|                                | Her m görevinin toplamı |               | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.13          | 0.22            | 0.06            | 0.1     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.50$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.7$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = \mathbf{88.6}$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = \mathbf{1.2}$  dB

### ➤ B firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları  
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**87.1** dB  
**1.3** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**4**  
**8.0**

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.79    | 0.15    | 0.26    | 0.4     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.10    | 0.57    | 0.13    | 0.2     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.11    | 2.48    | 0.56    | 0.4     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.08    | 0.09    | 0.03    | 0.1     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.07    | 0.40    | 0.09    | 0.1     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.10    | 0.57    | 0.13    | 0.2     |         |         |

| Sonuçlar                       |                         | Görev adı     | Görev 1                       | Görev 2       | Görev 3         | Görev 4         | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|--------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|
|                                |                         |               | CNC Tezgah                    | Radyal Matkap | Universal Torna | Universal Freze |         |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB) |                         | ( 9.3 : (7) ) | $L_{p,A,eqT,m}$               | 80.0          | 93.7            | 87.2            | 86.2    |         |         |
| Süre (saat)                    |                         | ( 9.2 : (5) ) | $T_m$                         | 4.0           | 1.0             | 1.0             | 2.0     |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı   |                         | (9.4 : (8) )  | $L_{EX,8h,m}$                 | 77.0          | 84.7            | 78.2            | 80.2    |         |         |
| Belirsizlik katkısı            | Gürültü seviyesi        |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.01          | 0.01            | 0.00            | 0.0     |         |         |
|                                | Süre                    |               | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00          | 0.00            | 0.00            | 0.0     |         |         |
|                                | Ölçüm cihazı            |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.00          | 0.16            | 0.01            | 0.0     |         |         |
|                                | Ölçme pozisyonu         |               | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.01          | 0.33            | 0.02            | 0.0     |         |         |
|                                | Her m görevinin toplamı |               | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.02          | 0.49            | 0.03            | 0.1     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.61$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.8$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = \mathbf{87.1}$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = \mathbf{1.3}$  dB

## ➤ C firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

**Belirsizlik hesaplamaları**

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**85.1** dB  
**1.3** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**4**  
**8.0**

| 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)                     | $U_{1a,m}$ | 0.66    | 0.40    | 0.49    | 0.3     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                     | $C_{1a,m}$ | 0.18    | 0.52    | 0.18    | 0.1     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                     | $U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                     | $C_{1b,m}$ | 0.13    | 4.51    | 0.79    | 1.0     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.12       | 0.21    | 0.09    | 0.0     |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00       | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.13       | 0.36    | 0.13    | 0.1     |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.18       | 0.52    | 0.18    | 0.1     |         |         |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2              | Görev 3                | Görev 4                | Görev 5     | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------|---------|---------|
|                                    |                         | <b>CNC Tezgah</b>             | <b>Radyal Matkap</b> | <b>Universal Torna</b> | <b>Universal Freze</b> |             |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,AeqT,m}$                | <b>79.0</b>          | <b>94.3</b>            | <b>86.8</b>            | <b>87.8</b> |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | <b>Tm</b>                     | <b>6.0</b>           | <b>0.5</b>             | <b>1.0</b>             | <b>0.5</b>  |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 77.8                 | 82.3                   | 77.8                   | 75.8        |         |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.01                 | 0.04                   | 0.01                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00                 | 0.00                   | 0.00                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.02                 | 0.13                   | 0.02                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.03                 | 0.27                   | 0.03                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.06                 | 0.45                   | 0.06                   | 0.0         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.59$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.8$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = \mathbf{85.1}$  dB  
 $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = \mathbf{1.3}$  dB

## ➤ D firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

**Belirsizlik hesaplamaları**

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**86.2** dB  
**1.2** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**4**  
**8.0**

| 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)                     | $U_{1a,m}$ | 0.15    | 0.49    | 0.35    | 0.3     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                     | $C_{1a,m}$ | 0.12    | 0.50    | 0.18    | 0.2     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                     | $U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                     | $C_{1b,m}$ | 0.11    | 2.16    | 0.79    | 0.9     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.02       | 0.24    | 0.06    | 0.1     |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00       | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.09       | 0.35    | 0.13    | 0.1     |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.12       | 0.50    | 0.18    | 0.2     |         |         |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2              | Görev 3                | Görev 4                | Görev 5     | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------|---------|---------|
|                                    |                         | <b>CNC Tezgah</b>             | <b>Radyal Matkap</b> | <b>Universal Torna</b> | <b>Universal Freze</b> |             |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,AeqT,m}$                | <b>79.1</b>          | <b>92.2</b>            | <b>87.8</b>            | <b>88.2</b> |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | <b>Tm</b>                     | <b>5.0</b>           | <b>1.0</b>             | <b>1.0</b>             | <b>1.0</b>  |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 77.1                 | 83.2                   | 78.8                   | 79.2        |         |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00                 | 0.06                   | 0.00                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00                 | 0.00                   | 0.00                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.01                 | 0.12                   | 0.02                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.01                 | 0.25                   | 0.03                   | 0.0         |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.02                 | 0.43                   | 0.05                   | 0.1         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.57$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.8$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = \mathbf{86.2}$  dB  
 $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = \mathbf{1.2}$  dB



## ➤ E firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

82.8 dB  
1.1 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

4  
8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.56    | 0.56    | 0.46    | 0.1     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.27    | 0.19    | 0.34    | 0.2     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.19    | 1.66    | 1.47    | 1.7     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.15    | 0.11    | 0.16    | 0.0     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.19    | 0.13    | 0.24    | 0.1     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.27    | 0.19    | 0.34    | 0.2     |         |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2       | Görev 3         | Görev 4         | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|
|                                    |                         | CNC Tezgah                    | Radyal Matkap | Universal Torna | Universal Freze |         |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 78.4          | 87.7            | 87.1            | 87.9    |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 6.0           | 0.5             | 1.0             | 0.5     |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 77.1          | 75.6            | 78.1            | 75.9    |         |         |
| Belirsizlik katkısı                |                         |                               |               |                 |                 |         |         |         |
|                                    | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.02          | 0.01            | 0.02            | 0.0     |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00          | 0.00            | 0.00            | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.04          | 0.02            | 0.06            | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.07          | 0.04            | 0.11            | 0.0     |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h})_m$           | 0.13          | 0.07            | 0.20            | 0.1     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.45$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0.7$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 82.8$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1.1$  dB

## ➤ F firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

79.2 dB  
1.6 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

4  
8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.35    | 0.74    | 0.85    | 0.4     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.17    | 0.09    | 0.62    | 0.1     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.15    | 0.76    | 1.34    | 1.1     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.06    | 0.06    | 0.53    | 0.0     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.12    | 0.06    | 0.43    | 0.1     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.17    | 0.09    | 0.62    | 0.1     |         |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2       | Görev 3         | Görev 4         | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|
|                                    |                         | CNC Tezgah                    | Radyal Matkap | Universal Torna | Universal Freze |         |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 73.5          | 80.6            | 83.1            | 82.3    |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 5.0           | 0.5             | 2.0             | 0.5     |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 71.4          | 68.6            | 77.1            | 70.2    |         |         |
| Belirsizlik katkısı                |                         |                               |               |                 |                 |         |         |         |
|                                    | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00          | 0.00            | 0.28            | 0.0     |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00          | 0.00            | 0.00            | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.01          | 0.00            | 0.19            | 0.0     |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.03          | 0.01            | 0.38            | 0.0     |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h})_m$           | 0.05          | 0.02            | 0.84            | 0.0     |         |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0.93$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 1.0$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 79.2$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1.6$  dB

## EK-4: Büküm Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ A firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**83.2** dB  
**2.1** dB

Görev sayısı **1**  
Günlük toplam süre (saat) **8.0**

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.38    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 1.00    |         |         |         |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.54    |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.38    |         |         |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.70    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 1.00    |         |         |         |         |         |

| Sonuçlar                      |               | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               |               | Pres                          |         |         |         |         |         |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) ) | $L_{p,A,eqT,m}$               | 83.2    |         |         |         |         |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) ) | $T_m$                         | 8.0     |         |         |         |         |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )  | $L_{EX,8h,m}$                 | 83.2    |         |         |         |         |         |         |
| Belirsizlik katkısı           |               |                               |         |         |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyesi              |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.14    |         |         |         |         |         |         |
| Süre                          |               | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    |         |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazı                  |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.49    |         |         |         |         |         |         |
| Ölçme pozisyonu               |               | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 1.00    |         |         |         |         |         |         |
| Her m görevinin toplamı       |               | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 1.63    |         |         |         |         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.63

0

$u(L_{EX,8h}) =$

1.3

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

83.2

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

2.1

dB

### ➤ B firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**81.2** dB  
**2.4** dB

Görev sayısı **1**  
Günlük toplam süre (saat) **8.0**

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.79    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 1.00    |         |         |         |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.54    |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.79    |         |         |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.70    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 1.00    |         |         |         |         |         |

| Sonuçlar                      |               | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               |               | Pres                          |         |         |         |         |         |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) ) | $L_{p,A,eqT,m}$               | 81.2    |         |         |         |         |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) ) | $T_m$                         | 8.0     |         |         |         |         |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )  | $L_{EX,8h,m}$                 | 81.2    |         |         |         |         |         |         |
| Belirsizlik katkısı           |               |                               |         |         |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyesi              |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.62    |         |         |         |         |         |         |
| Süre                          |               | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    |         |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazı                  |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.49    |         |         |         |         |         |         |
| Ölçme pozisyonu               |               | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 1.00    |         |         |         |         |         |         |
| Her m görevinin toplamı       |               | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 2.11    |         |         |         |         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

2.11

0

$u(L_{EX,8h}) =$

1.5

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

81.2

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

2.4

dB

## ➤ C firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

85.8 dB  
2.3 dB

Görev sayısı

1

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.61    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 1.00    |         |         |         |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.54    |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.61    |         |         |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.70    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 1.00    |         |         |         |         |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | Pres                    |                               |         |         |         |         |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)      | (9.3 : (7) )            | $L_{p,AeqT,m}$                | 85.8    |         |         |         |         |         |
| Süre (saat)                        | (9.2 : (5) )            | $T_m$                         | 8.0     |         |         |         |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 85.8    |         |         |         |         |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.37    |         |         |         |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.49    |         |         |         |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 1.00    |         |         |         |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 1.86    |         |         |         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.86

0

$u(L_{EX,8h})$

1.4

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

85.8

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

2.3

dB

## ➤ D firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

83.5 dB  
2.1 dB

Görev sayısı

1

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.35    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 1.00    |         |         |         |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.54    |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.35    |         |         |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.70    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 1.00    |         |         |         |         |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | Pres                    |                               |         |         |         |         |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)      | (9.3 : (7) )            | $L_{p,AeqT,m}$                | 83.5    |         |         |         |         |         |
| Süre (saat)                        | (9.2 : (5) )            | $T_m$                         | 8.0     |         |         |         |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 83.5    |         |         |         |         |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.12    |         |         |         |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.49    |         |         |         |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 1.00    |         |         |         |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 1.61    |         |         |         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.61

0

$u(L_{EX,8h})$

1.3

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

83.5

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

2.1

dB

➤ E firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

**Belirsizlik hesaplamaları**

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**90.6** dB  
**2.1** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**1**  
**8.0**

| 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)                | $U_{1a,m}$            | 0.35    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$            | 1.00    |         |         |         |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$            | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$            | 0.54    |         |         |         |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{1a,m}$ | 0.35    |         |         |         |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} * U_{1b,m}$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{2,m}$  | 0.70    |         |         |         |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} * U_3$      | 1.00    |         |         |         |         |         |

| Sonuçlar                      | Görev adı               | Görev 1                   | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               | Pres                    |                           |         |         |         |         |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$           | 90.6    |         |         |         |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                     | 8.0     |         |         |         |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$             | 90.6    |         |         |         |         |         |
| Belirsizlik katkısı           | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} * U_{1a,m})^2$ | 0.12    |         |         |         |         |         |
|                               | Süre                    | $(C_{1b,m} * U_{1b,m})^2$ | 0.00    |         |         |         |         |         |
|                               | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} * U_{2,m})^2$  | 0.49    |         |         |         |         |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} * U_3)^2$      | 1.00    |         |         |         |         |         |
|                               | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$       | 1.61    |         |         |         |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.61

0

$u(L_{EX,8h})$

1.3

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

**90.6**

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$

**2.1**

dB

## EK-5: Kaynak Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ A firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**92.8** dB  
**1.7** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**5**  
**7.5**

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.92    | 0.12    | 0.54    | 0.8     | 1.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.67    | 0.11    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.97    | 0.23    | 0.66    | 0.4     | 0.3     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.61    | 0.01    | 0.04    | 0.1     | 0.1     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.47    | 0.07    | 0.05    | 0.1     | 0.0     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.67    | 0.11    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                      | Görev adı     | Görev 1                       | Görev 2     | Görev 3   | Görev 4    | Görev 5  | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|-----------|------------|----------|---------|---------|
|                               |               | MIG-MAG Kaynağı               | TİG Kaynağı | Puntolama | Çapak Alma | Taşılama |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) ) | $L_{p,A,eqT,m}$               | 95.3        | 89.0      | 93.6       | 91.2     | 89.7    |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) ) | $T_m$                         | 3.0         | 2.0       | 0.5        | 1.0      | 1.0     |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )  | $L_{EX,8h,m}$                 | 91.3        | 83.3      | 81.9       | 82.5     | 81.0    |         |
| Belirsizlik katkısı           |               |                               |             |           |            |          |         |         |
| Gürültü seviyesi              |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.38        | 0.00      | 0.00       | 0.0      | 0.0     |         |
| Süre                          |               | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00        | 0.00      | 0.00       | 0.0      | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazı                  |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.22        | 0.01      | 0.00       | 0.0      | 0.0     |         |
| Ölçme pozisyonu               |               | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.45        | 0.01      | 0.01       | 0.0      | 0.0     |         |
| Her m görevinin toplamı       |               | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 1.04        | 0.02      | 0.01       | 0.0      | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.09

0

$u(L_{EX,8h}) =$

1.0

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

92.8

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

1.7

dB

### ➤ B firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

**90.9** dB  
**1.3** dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

**5**  
**7.5**

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.67    | 0.59    | 0.84    | 0.8     | 0.5     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.46    | 0.24    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.67    | 0.52    | 0.70    | 0.5     | 0.5     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.31    | 0.14    | 0.07    | 0.1     | 0.1     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.32    | 0.17    | 0.06    | 0.1     | 0.1     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.46    | 0.24    | 0.08    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                      | Görev adı     | Görev 1                       | Görev 2     | Görev 3   | Görev 4    | Görev 5  | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|-----------|------------|----------|---------|---------|
|                               |               | MIG-MAG Kaynağı               | TİG Kaynağı | Puntolama | Çapak Alma | Taşılama |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) ) | $L_{p,A,eqT,m}$               | 91.8        | 90.7      | 92.0       | 90.1     | 90.4    |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) ) | $T_m$                         | 3.0         | 2.0       | 0.5        | 1.0      | 1.0     |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )  | $L_{EX,8h,m}$                 | 87.8        | 85.0      | 80.2       | 81.4     | 81.6    |         |
| Belirsizlik katkısı           |               |                               |             |           |            |          |         |         |
| Gürültü seviyesi              |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.10        | 0.02      | 0.00       | 0.0      | 0.0     |         |
| Süre                          |               | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00        | 0.00      | 0.00       | 0.0      | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazı                  |               | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.10        | 0.03      | 0.00       | 0.0      | 0.0     |         |
| Ölçme pozisyonu               |               | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.21        | 0.06      | 0.01       | 0.0      | 0.0     |         |
| Her m görevinin toplamı       |               | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.41        | 0.11      | 0.01       | 0.0      | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

0.58

0

$u(L_{EX,8h}) =$

0.8

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

90.9

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

1.3

dB

## ➤ C firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

96.7 dB  
1.3 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

5  
7.5

| 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)                | $U_{1a,m}$            | 0.43    | 0.51    | 0.62    | 0.2     | 0.8     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$            | 0.46    | 0.04    | 0.16    | 0.0     | 0.3     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$            | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$            | 0.67    | 0.09    | 1.43    | 0.1     | 1.3     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{1a,m}$ | 0.20    | 0.02    | 0.10    | 0.0     | 0.2     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} * U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{2,m}$  | 0.33    | 0.03    | 0.12    | 0.0     | 0.2     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} * U_3$      | 0.46    | 0.04    | 0.16    | 0.0     | 0.3     |         |

| Sonuçlar                       |                         | Görev adı                 | Görev 1         | Görev 2     | Görev 3   | Görev 4    | Görev 5  | Görev 6 | Görev 7 |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|-----------|------------|----------|---------|---------|
|                                |                         |                           | MIG-MAG Kaynağı | TİG Kaynağı | Puntolama | Çapak Alma | Taşılama |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$           | 97.7            | 89.2        | 101.0     | 90.0       | 100.6    |         |         |
| Süre (saat)                    | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                     | 3.0             | 2.0         | 0.5       | 1.0        | 1.0      |         |         |
| m görevinin Lex,8'e katkısı    | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$             | 93.7            | 83.4        | 89.2      | 81.2       | 91.8     |         |         |
| Belirsizlik katkısı            |                         |                           |                 |             |           |            |          |         |         |
|                                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} * U_{1a,m})^2$ | 0.04            | 0.00        | 0.01      | 0.0        | 0.1      |         |         |
|                                | Süre                    | $(C_{1b,m} * U_{1b,m})^2$ | 0.00            | 0.00        | 0.00      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} * U_{2,m})^2$  | 0.11            | 0.00        | 0.01      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} * U_3)^2$      | 0.22            | 0.00        | 0.03      | 0.0        | 0.1      |         |         |
|                                | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$       | 0.36            | 0.00        | 0.05      | 0.0        | 0.2      |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

0.61

0

$u(L_{EX,8h})$

0.8

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

96.7

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$

1.3

dB

## ➤ D firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

92.1 dB  
1.3 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

5  
7.5

| 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)                | $U_{1a,m}$            | 0.56    | 0.50    | 0.50    | 0.3     | 0.6     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$            | 0.52    | 0.16    | 0.11    | 0.1     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$            | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$            | 0.76    | 0.36    | 0.93    | 0.3     | 0.6     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{1a,m}$ | 0.29    | 0.08    | 0.05    | 0.0     | 0.1     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} * U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} * U_{2,m}$  | 0.37    | 0.11    | 0.08    | 0.0     | 0.1     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} * U_3$      | 0.52    | 0.16    | 0.11    | 0.1     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                       |                         | Görev adı                 | Görev 1         | Görev 2     | Görev 3   | Görev 4    | Görev 5  | Görev 6 | Görev 7 |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|-----------|------------|----------|---------|---------|
|                                |                         |                           | MIG-MAG Kaynağı | TİG Kaynağı | Puntolama | Çapak Alma | Taşılama |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$           | 93.5            | 90.2        | 94.4      | 89.1       | 92.6     |         |         |
| Süre (saat)                    | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                     | 3.0             | 2.0         | 0.5       | 1.0        | 1.0      |         |         |
| m görevinin Lex,8'e katkısı    | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$             | 89.5            | 84.5        | 82.7      | 80.4       | 83.8     |         |         |
| Belirsizlik katkısı            |                         |                           |                 |             |           |            |          |         |         |
|                                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} * U_{1a,m})^2$ | 0.09            | 0.01        | 0.00      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Süre                    | $(C_{1b,m} * U_{1b,m})^2$ | 0.00            | 0.00        | 0.00      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} * U_{2,m})^2$  | 0.13            | 0.01        | 0.01      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} * U_3)^2$      | 0.27            | 0.03        | 0.01      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$       | 0.49            | 0.05        | 0.02      | 0.0        | 0.0      |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

0.61

0

$u(L_{EX,8h})$

0.8

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

92.1

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$

1.3

dB

## ➤ E firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

### Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

92.7 dB  
1.1 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

5  
7.5

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.72    | 0.23    | 0.38    | 0.4     | 0.3     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.28    | 0.32    | 0.31    | 0.0     | 0.1     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.60    | 0.46    | 2.71    | 0.2     | 0.2     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.20    | 0.07    | 0.12    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.19    | 0.22    | 0.22    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.28    | 0.32    | 0.31    | 0.0     | 0.1     |         |

| Sonuçlar                       |                         | Görev adı                     | Görev 1         | Görev 2     | Görev 3   | Görev 4    | Görev 5  | Görev 6 | Görev 7 |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------|------------|----------|---------|---------|
|                                |                         |                               | MIG-MAG Kaynağı | TİG Kaynağı | Puntolama | Çapak Alma | Taşılama |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 93.2            | 92.0        | 99.7      | 87.8       | 88.9     |         |         |
| Süre (saat)                    | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 2.0             | 3.0         | 0.5       | 1.0        | 1.0      |         |         |
| m görevinin Lex,8'e katkısı    | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 87.5            | 88.1        | 88.0      | 79.1       | 80.1     |         |         |
| Belirsizlik katkısı            |                         |                               |                 |             |           |            |          |         |         |
|                                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.04            | 0.01        | 0.01      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00            | 0.00        | 0.00      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.04            | 0.05        | 0.05      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.08            | 0.10        | 0.10      | 0.0        | 0.0      |         |         |
|                                | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h})$             | 0.15            | 0.16        | 0.16      | 0.0        | 0.0      |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

0.48

0

$u(L_{EX,8h})$

0.7

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

92.7

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

1.1

dB

## EK-6: Boyama Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ A firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları  
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

105.4 dB  
2.0 dB

Görev sayısı 5  
Günlük toplam süre (saat) 8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.67    | 0.06    | 0.56    | 0.2     | 0.4     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.00    | 0.99    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.00    | 4.29    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.00    | 0.06    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.00    | 0.69    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.00    | 0.99    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |

| Sonuçlar                      | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,AeqT,m}$                | 79.5    | 114.4   | 91.3    | 79.7    | 95.0    |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 5.0     | 1.0     | 1.0     | 0.5     | 0.5     |         |
| m görevinin Lex,8'e katkısı   | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 77.4    | 105.4   | 82.3    | 67.6    | 82.9    |         |
| Belirsizlik katkısı           | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.00    | 0.48    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.00    | 0.98    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Her m görevinin toplamı | $U^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.00    | 1.46    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $U^2 (L_{EX,8h}) = 1.46$   
0  $U(L_{EX,8h}) = 1.2$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 105.4$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot U(L_{EX,8h}) = 2.0$  dB

### ➤ B firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları  
Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

100.3 dB  
1.9 dB

Görev sayısı 5  
Günlük toplam süre (saat) 8.0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0.19    | 0.28    | 0.78    | 0.3     | 0.5     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0.03    | 0.94    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0.02    | 4.06    | 0.09    | 0.0     | 0.1     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.01    | 0.27    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.02    | 0.66    | 0.01    | 0.0     | 0.0     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.03    | 0.94    | 0.02    | 0.0     | 0.0     |         |

| Sonuçlar                      | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,AeqT,m}$                | 86.8    | 109.1   | 92.3    | 76.8    | 94.6    |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 5.0     | 1.0     | 1.0     | 0.5     | 0.5     |         |
| m görevinin Lex,8'e katkısı   | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 84.7    | 100.1   | 83.3    | 64.7    | 82.6    |         |
| Belirsizlik katkısı           | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00    | 0.07    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.00    | 0.43    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.00    | 0.88    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |
|                               | Her m görevinin toplamı | $U^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.00    | 1.38    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $U^2 (L_{EX,8h}) = 1.38$   
0  $U(L_{EX,8h}) = 1.2$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 100.3$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot U(L_{EX,8h}) = 1.9$  dB



## ➤ C firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

101.6 dB  
2.0 dB

Görev sayısı

5

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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    | 0.68    | 0.41    | 0.5     | 0.7     |         |         |
|                                           | Hassassılık katsayısı (C.4) | $C_{1a,m}$                | 0.00    | 0.88    | 0.03    | 0.0     | 0.1     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik (C.7)  | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassassılık katsayısı (C.5) | $C_{1b,m}$                | 0.00    | 3.83    | 0.14    | 0.0     | 0.7     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                             | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.00    | 0.60    | 0.01    | 0.0     | 0.1     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                             | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                             | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.00    | 0.62    | 0.02    | 0.0     | 0.1     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                             | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.00    | 0.88    | 0.03    | 0.0     | 0.1     |         |         |

| Sonuçlar                      |                         | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3     | Görev 4 | Görev 5        | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|-------------|---------|----------------|---------|---------|
|                               |                         |                               | Boyama  | Kumlama | Zımparalama | Yıkama  | Hava Püskürtme |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 76.1    | 110.1   | 95.6        | 77.9    | 102.9          |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | Tm                            | 5.0     | 1.0     | 1.0         | 0.5     | 0.5            |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 74.1    | 101.1   | 86.6        | 65.9    | 90.9           |         |         |
| Belirsizlik katkısı           | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00    | 0.36    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.00    | 0.38    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.00    | 0.78    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.00    | 1.52    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.53

0

$u(L_{EX,8h})$

1.2

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

101.6

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

2.0

dB

## ➤ D firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

104.0 dB  
2.0 dB

Görev sayısı

5

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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)  | $U_{1a,m}$                | 0.35    | 0.19    | 0.41    | 0.2     | 0.1     |         |         |
|                                           | Hassassılık katsayısı (C.4) | $C_{1a,m}$                | 0.00    | 0.98    | 0.01    | 0.0     | 0.0     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik (C.7)  | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassassılık katsayısı (C.5) | $C_{1b,m}$                | 0.00    | 4.27    | 0.03    | 0.0     | 0.1     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                             | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.00    | 0.18    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                             | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                             | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.00    | 0.69    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                             | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.00    | 0.98    | 0.01    | 0.0     | 0.0     |         |         |

| Sonuçlar                      |                         | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3     | Görev 4 | Görev 5        | Görev 6 | Görev 7 |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|-------------|---------|----------------|---------|---------|
|                               |                         |                               | Boyama  | Kumlama | Zımparalama | Yıkama  | Hava Püskürtme |         |         |
| Ortalam gürültü seviyesi (dB) | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 77.8    | 112.9   | 91.3        | 76.7    | 94.8           |         |         |
| Süre (saat)                   | ( 9.2 : (5) )           | Tm                            | 5.0     | 1.0     | 1.0         | 0.5     | 0.5            |         |         |
| m görevinin Lex,8 'e katkısı  | (9.4 : (8) )            | $L_{EX,8h,m}$                 | 75.7    | 103.9   | 82.2        | 64.6    | 82.8           |         |         |
| Belirsizlik katkısı           | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00    | 0.03    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.00    | 0.47    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.00    | 0.97    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                               | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h}) m$           | 0.00    | 1.48    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

1.48

0

$u(L_{EX,8h})$

1.2

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

104.0

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

2.0

dB

## ➤ E firması için hesaplamalar

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

### Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

88.6 dB  
1.3 dB

Görev sayısı

5

Günlük toplam süre (saat)

8.0

| 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)  | $U_{1a,m}$                | 0.46    | 0.44    | 0.35    | 0.3     | 0.4     |         |         |
|                                           | Hassassılık katsayısı (C.4) | $C_{1a,m}$                | 0.06    | 0.52    | 0.18    | 0.0     | 0.2     |         |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik (C.7)  | $U_{1b,m}$                | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
|                                           | Hassassılık katsayısı (C.5) | $C_{1b,m}$                | 0.05    | 2.27    | 0.78    | 0.0     | 2.1     |         |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                             | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0.03    | 0.23    | 0.06    | 0.0     | 0.1     |         |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                             | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.0     | 0.0     |         |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                             | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0.04    | 0.37    | 0.13    | 0.0     | 0.2     |         |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                             | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0.06    | 0.52    | 0.18    | 0.0     | 0.2     |         |         |

| Sonuçlar                           |                         | Görev adı                     | Görev 1 | Görev 2 | Görev 3     | Görev 4 | Görev 5        | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|-------------|---------|----------------|---------|---------|
|                                    |                         |                               | Boyama  | Kumlama | Zımparalama | Yıkama  | Hava Püskürtme |         |         |
| Ortalama gürültü seviyesi (dB)     | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 78.1    | 94.8    | 90.2        | 73.3    | 94.5           |         |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 5.0     | 1.0     | 1.0         | 0.5     | 0.5            |         |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | ( 9.4 : (8) )           | $L_{EX,8h,m}$                 | 76.1    | 85.8    | 81.2        | 61.2    | 82.4           |         |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0.00    | 0.05    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0.00    | 0.00    | 0.00        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0.00    | 0.13    | 0.02        | 0.0     | 0.0            |         |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0.00    | 0.27    | 0.03        | 0.0     | 0.1            |         |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h})_m$           | 0.01    | 0.46    | 0.05        | 0.0     | 0.1            |         |         |

Tüm görevlerin toplamı

(C.3)

$u^2 (L_{EX,8h}) =$

0.61

0

$u(L_{EX,8h}) =$

0.8

dB

Genişletilmiş belirsizlik

Günlük gürültü maruziyet seviyesi

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

88.6

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) =$

1.3

dB

## EK-7: Montaj Atölyeleri Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ A firması için hesaplamalar

Veri girmek için yalnızca sarı hücreleri kullanın

| Ölçülen değerler        | Gürültü seviyeleri (dB) |
|-------------------------|-------------------------|
| L <sub>p,A,eqT,1</sub>  | 73,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,2</sub>  | 84,7                    |
| L <sub>p,A,eqT,3</sub>  | 74,8                    |
| L <sub>p,A,eqT,4</sub>  | 73,9                    |
| L <sub>p,A,eqT,5</sub>  | 76,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,6</sub>  | 79,2                    |
| L <sub>p,A,eqT,7</sub>  | 78,6                    |
| L <sub>p,A,eqT,8</sub>  | 83,9                    |
| L <sub>p,A,eqT,9</sub>  | 82,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,10</sub> | 77,2                    |
| L <sub>p,A,eqT,11</sub> | 85,5                    |
| L <sub>p,A,eqT,12</sub> | 83,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,13</sub> | 77,9                    |
| L <sub>p,A,eqT,14</sub> | 84,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,15</sub> | 82,4                    |
| L <sub>p,A,eqT,16</sub> | 73,4                    |
| L <sub>p,A,eqT,17</sub> | 74,9                    |
| L <sub>p,A,eqT,18</sub> | 78,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,19</sub> | 82,5                    |
| L <sub>p,A,eqT,20</sub> | 73,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,21</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,22</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,23</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,24</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,25</sub> |                         |

Ölçülen değer sayısı

N = 20

Parametreler

To (h) = 8

Etkin çalışma süresi (saat)

Te = 8

Ölçüm cihazının standart belirsizliği (Tablo C.5)

U<sub>2</sub> = 1,5

Ölçüm pozisyonunun yanlış seçiminden kaynaklanabilecek standart belirsizlik

U<sub>3</sub> = 1

Hesaplamalar (ISO referansları)

Eşitlik C.8 L<sub>EX,8h</sub> = 80,8

Eşitlik 11 L<sub>p,A,eqTe</sub> = 80,8

Eşitlik C.12 u<sub>1</sub> = 4,28

N ve u<sub>1</sub> için Tablo C4 c<sub>1</sub>\*u<sub>1</sub> = 1,52

Birleştirilmiş standart belirsizlik

Belirsizlik kaynakları=

|                          |                                                  |      |
|--------------------------|--------------------------------------------------|------|
| 1) Gürültü seviyeleri    | (c <sub>1</sub> *u <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> = | 2,30 |
| 2) Cihaz Q2              | (u <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> =                 | 2,25 |
| 3) Mikrofon pozisyonu Q3 | (u <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> =                 | 1    |

Toplam (C.9) u<sup>2</sup>(L<sub>EX,8h</sub>) = 5,55

u(L<sub>EX,8h</sub>) = 2,4

U(L<sub>EX,8h</sub>) = 1,65 \* u(L<sub>EX,8h</sub>) = 3,9

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

80,8 dB  
3,9 dB

### ➤ B firması için hesaplamalar

Veri girmek için yalnızca sarı hücreleri kullanın

| Ölçülen değerler        | Gürültü seviyeleri (dB) |
|-------------------------|-------------------------|
| L <sub>p,A,eqT,1</sub>  | 77,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,2</sub>  | 71,5                    |
| L <sub>p,A,eqT,3</sub>  | 69,2                    |
| L <sub>p,A,eqT,4</sub>  | 78,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,5</sub>  | 71,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,6</sub>  | 74,2                    |
| L <sub>p,A,eqT,7</sub>  | 72,7                    |
| L <sub>p,A,eqT,8</sub>  | 68,2                    |
| L <sub>p,A,eqT,9</sub>  | 73,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,10</sub> | 71,2                    |
| L <sub>p,A,eqT,11</sub> | 70,5                    |
| L <sub>p,A,eqT,12</sub> | 72,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,13</sub> | 69,9                    |
| L <sub>p,A,eqT,14</sub> | 70,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,15</sub> | 73,6                    |
| L <sub>p,A,eqT,16</sub> | 68,3                    |
| L <sub>p,A,eqT,17</sub> | 66,9                    |
| L <sub>p,A,eqT,18</sub> | 68,5                    |
| L <sub>p,A,eqT,19</sub> | 70,4                    |
| L <sub>p,A,eqT,20</sub> | 72,1                    |
| L <sub>p,A,eqT,21</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,22</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,23</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,24</sub> |                         |
| L <sub>p,A,eqT,25</sub> |                         |

Ölçülen değer sayısı

N = 20

Parametreler

To (h) = 8

Etkin çalışma süresi (saat)

Te = 8

Ölçüm cihazının standart belirsizliği (Tablo C.5)

U<sub>2</sub> = 1,5

Ölçüm pozisyonunun yanlış seçiminden kaynaklanabilecek standart belirsizlik

U<sub>3</sub> = 1

Hesaplamalar (ISO referansları)

Eşitlik C.8 L<sub>EX,8h</sub> = 72,5

Eşitlik 11 L<sub>p,A,eqTe</sub> = 72,5

Eşitlik C.12 u<sub>1</sub> = 2,87

N ve u<sub>1</sub> için Tablo C4 c<sub>1</sub>\*u<sub>1</sub> = 0,86

Birleştirilmiş standart belirsizlik

Belirsizlik kaynakları=

|                          |                                                  |      |
|--------------------------|--------------------------------------------------|------|
| 1) Gürültü seviyeleri    | (c <sub>1</sub> *u <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> = | 0,73 |
| 2) Cihaz Q2              | (u <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> =                 | 2,25 |
| 3) Mikrofon pozisyonu Q3 | (u <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> =                 | 1    |

Toplam (C.9) u<sup>2</sup>(L<sub>EX,8h</sub>) = 3,98

u(L<sub>EX,8h</sub>) = 2,0

U(L<sub>EX,8h</sub>) = 1,65 \* u(L<sub>EX,8h</sub>) = 3,3

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

72,5 dB  
3,3 dB

## ➤ C firması için hesaplamalar

Veri girmek için yalnızca sarı hücreleri kullanın

| Ölçülen değerler     | Gürültü seviyeleri (dB)      | Parametreler                                                                | Hesaplamalar (ISO referansları)                                             |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                      | L <sub>p,A,eqT,1</sub> 86,3  | To (h) = 8                                                                  | Eşitlik C.8 L <sub>EX,8h</sub> = 86,1                                       |
|                      | L <sub>p,A,eqT,2</sub> 87,5  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,3</sub> 81,6  | Etkin çalışma süresi (saat)                                                 | Eşitlik 11 L <sub>p,A,eqTe</sub> = 86,1                                     |
|                      | L <sub>p,A,eqT,4</sub> 83,7  | Te = 8                                                                      | Eşitlik C.12 u <sub>1</sub> = 2,15                                          |
|                      | L <sub>p,A,eqT,5</sub> 88,3  |                                                                             | N ve u <sub>1</sub> için Tablo C4 c <sub>1</sub> *u <sub>1</sub> = 0,53     |
|                      | L <sub>p,A,eqT,6</sub> 85,2  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,7</sub> 86,6  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,8</sub> 84,2  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,9</sub> 85,4  | Ölçüm cihazının standart belirsizliği (Tablo C.5)                           | <b>Birleştirilmiş standart belirsizlik</b>                                  |
|                      | L <sub>p,A,eqT,10</sub> 84,2 | u <sub>2</sub> = 1,5                                                        | Belirsizlik kaynakları=                                                     |
|                      | L <sub>p,A,eqT,11</sub> 81,9 |                                                                             | 1) Gürültü seviyeleri (c <sub>1</sub> *u <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> = 0,28 |
|                      | L <sub>p,A,eqT,12</sub> 80,1 |                                                                             | 2) Cihaz Q2 (u <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> = 2,25                           |
|                      | L <sub>p,A,eqT,13</sub> 85,9 |                                                                             | 3) Mikrofon pozisyonu Q3 (u <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> = 1                 |
|                      | L <sub>p,A,eqT,14</sub> 86,7 | Ölçüm pozisyonunun yanlış seçiminden kaynaklanabilecek standart belirsizlik | Toplam (C.9) u <sup>2</sup> (L <sub>EX,8h</sub> ) = 3,53                    |
|                      | L <sub>p,A,eqT,15</sub> 84,8 | u <sub>3</sub> = 1                                                          | u(L <sub>EX,8h</sub> ) = 1,9                                                |
|                      | L <sub>p,A,eqT,16</sub> 87,5 |                                                                             | U(L <sub>EX,8h</sub> ) = 1,65 * u(L <sub>EX,8h</sub> ) = 3,1                |
|                      | L <sub>p,A,eqT,17</sub> 87,4 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,18</sub> 86,8 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,19</sub> 88,6 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,20</sub> 87,5 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,21</sub> 86,3 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,22</sub> 85,3 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,23</sub> 86,2 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,24</sub> 87,3 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,25</sub>      |                                                                             |                                                                             |
| Ölçülen değer sayısı | N = 24                       |                                                                             |                                                                             |
|                      |                              | Günlük gürültü maruziyet seviyesi                                           | 86,1 dB                                                                     |
|                      |                              | Genişletilmiş belirsizlik                                                   | 3,1 dB                                                                      |

## ➤ D firması için hesaplamalar

Veri girmek için yalnızca sarı hücreleri kullanın

| Ölçülen değerler     | Gürültü seviyeleri (dB)      | Parametreler                                                                | Hesaplamalar (ISO referansları)                                             |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                      | L <sub>p,A,eqT,1</sub> 76,6  | To (h) = 8                                                                  | Eşitlik C.8 L <sub>EX,8h</sub> = 78,7                                       |
|                      | L <sub>p,A,eqT,2</sub> 77,8  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,3</sub> 83,5  | Etkin çalışma süresi (saat)                                                 | Eşitlik 11 L <sub>p,A,eqTe</sub> = 78,7                                     |
|                      | L <sub>p,A,eqT,4</sub> 78,7  | Te = 8                                                                      | Eşitlik C.12 u <sub>1</sub> = 2,90                                          |
|                      | L <sub>p,A,eqT,5</sub> 78,2  |                                                                             | N ve u <sub>1</sub> için Tablo C4 c <sub>1</sub> *u <sub>1</sub> = 0,77     |
|                      | L <sub>p,A,eqT,6</sub> 75,3  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,7</sub> 76,5  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,8</sub> 74,9  |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,9</sub> 80,3  | Ölçüm cihazının standart belirsizliği (Tablo C.5)                           | <b>Birleştirilmiş standart belirsizlik</b>                                  |
|                      | L <sub>p,A,eqT,10</sub> 75,8 | u <sub>2</sub> = 1,5                                                        | Belirsizlik kaynakları=                                                     |
|                      | L <sub>p,A,eqT,11</sub> 79,9 |                                                                             | 1) Gürültü seviyeleri (c <sub>1</sub> *u <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> = 0,60 |
|                      | L <sub>p,A,eqT,12</sub> 70,4 |                                                                             | 2) Cihaz Q2 (u <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> = 2,25                           |
|                      | L <sub>p,A,eqT,13</sub> 77,9 |                                                                             | 3) Mikrofon pozisyonu Q3 (u <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> = 1                 |
|                      | L <sub>p,A,eqT,14</sub> 80,2 | Ölçüm pozisyonunun yanlış seçiminden kaynaklanabilecek standart belirsizlik | Toplam (C.9) u <sup>2</sup> (L <sub>EX,8h</sub> ) = 3,85                    |
|                      | L <sub>p,A,eqT,15</sub> 79,9 | u <sub>3</sub> = 1                                                          | u(L <sub>EX,8h</sub> ) = 2,0                                                |
|                      | L <sub>p,A,eqT,16</sub> 81,6 |                                                                             | U(L <sub>EX,8h</sub> ) = 1,65 * u(L <sub>EX,8h</sub> ) = 3,2                |
|                      | L <sub>p,A,eqT,17</sub> 80,9 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,18</sub> 78,8 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,19</sub> 81,5 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,20</sub> 76,7 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,21</sub> 73,8 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,22</sub> 75,4 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,23</sub> 76,8 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,24</sub> 77,9 |                                                                             |                                                                             |
|                      | L <sub>p,A,eqT,25</sub>      |                                                                             |                                                                             |
| Ölçülen değer sayısı | N = 24                       |                                                                             |                                                                             |
|                      |                              | Günlük gürültü maruziyet seviyesi                                           | 78,7 dB                                                                     |
|                      |                              | Genişletilmiş belirsizlik                                                   | 3,2 dB                                                                      |

## ➤ E firması için hesaplamalar

Veri girmek için yalnızca sarı hücreleri kullanın

| Ölçülen değerler | Gürültü seviyeleri (dB) |
|------------------|-------------------------|
| $L_{p,A,eqT,1}$  | 72,2                    |
| $L_{p,A,eqT,2}$  | 71,9                    |
| $L_{p,A,eqT,3}$  | 68,1                    |
| $L_{p,A,eqT,4}$  | 69,3                    |
| $L_{p,A,eqT,5}$  | 72,4                    |
| $L_{p,A,eqT,6}$  | 64,7                    |
| $L_{p,A,eqT,7}$  | 68,5                    |
| $L_{p,A,eqT,8}$  | 73,3                    |
| $L_{p,A,eqT,9}$  | 70,4                    |
| $L_{p,A,eqT,10}$ | 65,8                    |
| $L_{p,A,eqT,11}$ | 74,2                    |
| $L_{p,A,eqT,12}$ | 73,4                    |
| $L_{p,A,eqT,13}$ | 67,1                    |
| $L_{p,A,eqT,14}$ | 74,9                    |
| $L_{p,A,eqT,15}$ | 69,6                    |
| $L_{p,A,eqT,16}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,17}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,18}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,19}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,20}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,21}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,22}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,23}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,24}$ |                         |
| $L_{p,A,eqT,25}$ |                         |

Ölçülen değer sayısı

N = 15

Parametreler

$T_o$  (h) = 8

Etkin çalışma süresi (saat)

$T_e$  = 8

Ölçüm cihazının standart belirsizliği (Tablo C.5)

$u_2$  = 1,5

Ölçüm pozisyonunun yanlış seçiminden kaynaklanabilecek standart belirsizlik

$u_3$  = 1

Hesaplamalar  
(ISO referansları)

Eşitlik C.8  $L_{EX,8h}$  = 71,3

Eşitlik 11  $L_{p,A,eqT_e}$  = 71,3

Eşitlik C.12  $u_1$  = 3,13

N ve  $u_1$  için Tablo C4  $c_1 * u_1$  = 1,17

**Birleştirilmiş standart belirsizlik**

Belirsizlik kaynakları=

1) Gürültü seviyeleri  $(c_1 * u_1)^2$  = 1,37

2) Cihaz Q2  $(u_2)^2$  = 2,25

3) Mikrofon pozisyonu Q3  $(u_3)^2$  = 1

Toplam (C.9)  $u^2(L_{EX,8h})$  = 4,62

$u(L_{EX,8h})$  = 2,2

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h})$  = 3,5

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

71,3 dB

3,5 dB

## EK-8: Kovan Üretim Atölyesi Gürültü Ölçüm Hesaplamaları

### ➤ G firması için gürültü kontrol önlemleri yokken gürültü ölçüm sonuçları

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

93,5 dB  
1,3 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

5  
8,0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0,29    | 0,85    | 0,67    | 0,2     | 0,7     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0,20    | 0,03    | 0,07    | 0,2     | 0,5     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0,43    | 0,13    | 0,30    | 0,5     | 1,0     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0,06    | 0,03    | 0,05    | 0,1     | 0,3     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0,14    | 0,02    | 0,05    | 0,2     | 0,3     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0,20    | 0,03    | 0,07    | 0,2     | 0,5     |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)      | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 92,5    | 87,3    | 91,0    | 93,3    | 96,2    |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 2,0     | 1,0     | 1,0     | 2,0     | 2,0     |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | ( 9.4 : (8) )           | $L_{EX,8h,m}$                 | 86,5    | 78,3    | 81,9    | 87,3    | 90,2    |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,1     |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,0     |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0,02    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,1     |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0,04    | 0,00    | 0,00    | 0,1     | 0,2     |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h})_m$           | 0,06    | 0,00    | 0,01    | 0,1     | 0,4     |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0,58$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0,8$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 93,5$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1,3$  dB

### ➤ G firması için gürültü kontrol önlemleri varken gürültü ölçüm sonuçları

ISO 9612 Ölçüm belirsizliklerinin değerlendirilmesi (Ek\_C)  
Görev tabanlı ölçüm

Belirsizlik hesaplamaları

Tüm değerler "Görev veri girdisi" bölümüne göre hesaplanır

Günlük gürültü maruziyet seviyesi  
Genişletilmiş belirsizlik

89,4 dB  
1,0 dB

Görev sayısı  
Günlük toplam süre (saat)

5  
8,0

| 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)                | $U_{1a,m}$                | 0,81    | 0,85    | 0,67    | 0,3     | 0,1     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.4)                | $C_{1a,m}$                | 0,18    | 0,08    | 0,18    | 0,3     | 0,3     |         |
| Süre                                      | Standart belirsizlik | (C.7)                | $U_{1b,m}$                | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,0     |         |
|                                           | Hassasslık katsayısı | (C.5)                | $C_{1b,m}$                | 0,38    | 0,34    | 0,79    | 0,7     | 0,6     |         |
| Gürültü seviyelerinin belirsizlik katkısı |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{1a,m}$ | 0,14    | 0,07    | 0,12    | 0,1     | 0,0     |         |
| Görev sürelerinin belirsizlik katkısı     |                      |                      | $C_{1b,m} \cdot U_{1b,m}$ | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,0     |         |
| Ölçüm cihazının belirsizlik katkısı       |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_{2,m}$  | 0,12    | 0,05    | 0,13    | 0,2     | 0,2     |         |
| Ölçüm pozisyonunun belirsizlik katkısı    |                      |                      | $C_{1a,m} \cdot U_3$      | 0,18    | 0,08    | 0,18    | 0,3     | 0,3     |         |

| Sonuçlar                           | Görev adı               | Görev 1                       | Görev 2 | Görev 3 | Görev 4 | Görev 5 | Görev 6 | Görev 7 |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ortalam gürültü seviyesi (dB)      | ( 9.3 : (7) )           | $L_{p,A,eqT,m}$               | 87,8    | 87,3    | 91,0    | 90,3    | 89,4    |         |
| Süre (saat)                        | ( 9.2 : (5) )           | $T_m$                         | 2,0     | 1,0     | 1,0     | 2,0     | 2,0     |         |
| m görevinin $L_{EX,8h}$ 'e katkısı | ( 9.4 : (8) )           | $L_{EX,8h,m}$                 | 81,8    | 78,3    | 81,9    | 84,3    | 83,4    |         |
| Belirsizlik katkısı                | Gürültü seviyesi        | $(C_{1a,m} \cdot U_{1a,m})^2$ | 0,02    | 0,00    | 0,01    | 0,0     | 0,0     |         |
|                                    | Süre                    | $(C_{1b,m} \cdot U_{1b,m})^2$ | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,0     | 0,0     |         |
|                                    | Ölçüm cihazı            | $(C_{1a,m} \cdot U_{2,m})^2$  | 0,02    | 0,00    | 0,02    | 0,0     | 0,0     |         |
|                                    | Ölçme pozisyonu         | $(C_{1a,m} \cdot U_3)^2$      | 0,03    | 0,01    | 0,03    | 0,1     | 0,1     |         |
|                                    | Her m görevinin toplamı | $u^2 (L_{EX,8h})_m$           | 0,07    | 0,01    | 0,06    | 0,2     | 0,1     |         |

Tüm görevlerin toplamı (C.3)  $u^2 (L_{EX,8h}) = 0,39$   
0  $u(L_{EX,8h}) = 0,6$  dB  
Günlük gürültü maruziyet seviyesi (C.2)  $L_{EX,8h} = 89,4$  dB  
Genişletilmiş belirsizlik  $U(L_{EX,8h}) = 1,65 \cdot u(L_{EX,8h}) = 1,0$  dB

## EK-9: İşyerinde Gürültü Kontrol Rehberi



# İŞYERİNDE GÜRÜLTÜ KONTROL REHBERİ



T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı  
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi amacıyla 30 Haziran 2012 tarihinde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe konulmuştur. İş sağlığı ve güvenliğine önleyici bir yaklaşım getiren bu Kanuna göre işyerlerinde var olan tehlikelerin tespit edilmesi, tehlikelerden kaynaklanan risklerin değerlendirilmesi, belirlenen risk faktörlerinin ölçüm, analiz ve teknik kontrolünün yapılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Gürültü maruziyetinin minimize edilmesi de, ilgili Kanunda öngörülen önemli sağlık unsurlarından biri olarak tespit edilmiştir.

Çalışanların uzun süreli olarak gürültüye maruz kalması sonucunda yüksek frekanslı seslerin duyulmaması, etki süresi arttıkça daha küçük frekanslı seslerin duyulmaması şeklinde işitme kayıpları ile karşı karşıya kalınmaktadır. İnsan sağlığı açısından işitme kayıpları, geri kazanılamayan ve iyileştirme sağlanamayan kayıplardandır. Gürültünün insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkileri görülmektedir. Gürültünün olumsuz etkilerini yok etmek veya bu konuda oluşturulmuş standart değerlere çekebilmek için yöntemler geliştirmek, bir başka deyişle gürültü kontrol yöntemleri geliştirmek ve uygulamak işverenler için bir gerekliliktir.

Bu rehber, gürültü kontrol yöntemleri örneklerle anlatılarak işverenlere, İSG profesyonellerine ve çalışanlara yol göstermesi amacıyla hazırlanmıştır.

## 2. MEVZUAT

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na istinaden 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren **“Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”** çalışanların gürültüye maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için asgari gereklilikleri belirler.





**“ÇALIŞANLARIN GÜRÜLTÜ İLE İLGİLİ RİSKLERDEN KORUNMALARINA DAİR YÖNETMELİK” e göre;**



*En düşük maruziyet eylem değerleri:*  
 $(L_{EX, 8saat}) = 80 \text{ dB(A)}$  veya  $(P_{tepe}) = 135 \text{ dB(C)}$

*En yüksek maruziyet eylem değerleri:*  
 $(L_{EX, 8saat}) = 85 \text{ dB(A)}$  veya  $(P_{tepe}) = 137 \text{ dB(C)}$

*Maruziyet sınır değerleri:*  
 $(L_{EX, 8saat}) = 87 \text{ dB(A)}$  veya  $(P_{tepe}) = 140 \text{ dB(C)}$



## “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” ‘e Göre Maruziyetin Önlenmesi ve Azaltılması

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,
  - c) 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.

### 3. İŞYERİNDE GÜRÜLTÜ

Gürültü: İslenmeyen ve hoşı gitmeyen sese denir. Sağık etkileriyle düşünülürse, işitme duyusuna zarar verebilen yüksek ses olarak tanımlanabilir.



#### Gürültü;

- ❖ İşitme duyusu ve yollarında zararlara yol açar.
- ❖ Davranış bozuklukları, sinir sisteminde bozukluklar, korku, rahatsızlık, yorgunluk, zihinsel işlevlerde yavaşlamaya neden olur.
- ❖ Çalışma etkinliğini azaltır, düşünmeyi engeller.
- ❖ Eğilimi olanlarda sorunların ve bunaltıların ağırlaşmasına yol açar.
- ❖ Aralıklı ve ani gürültü kişide ani adrenalin deşarjı yaratarak, kan basıncını arttırır, dikkat azalması, uyku düzeninde bozulmalara neden olur.

Unutmayın, gürültü sonucu  
oluşan işitme kayıpları geri  
döndürülemez!

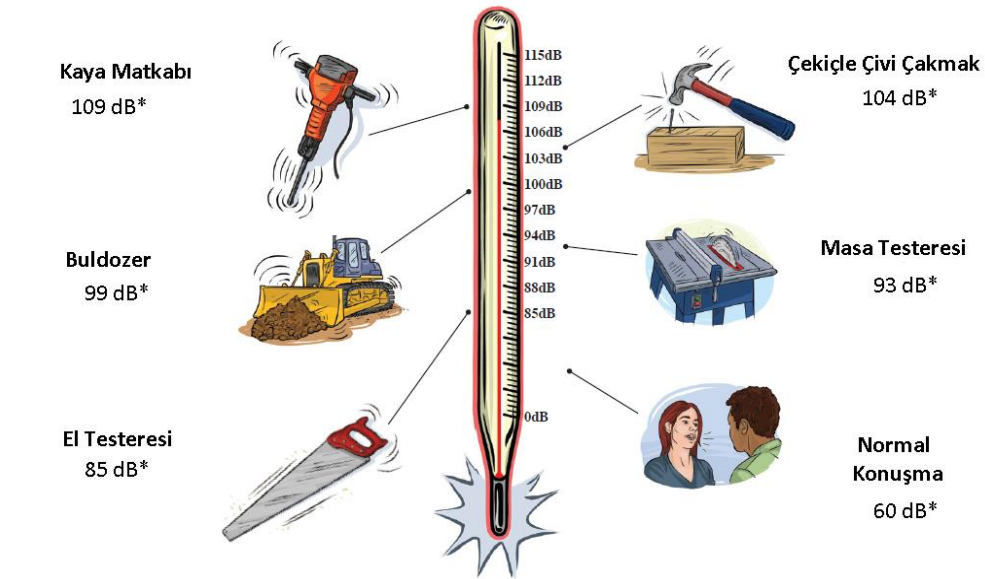
## İşyerinde gürültü tehlikesi olduğuna karar verme

İlk olarak işyerinde gürültünün potansiyel bir tehlike olup olmadığına karar verilmelidir. Bu karar verilirken genel bir gözden geçirmenin faydası olur. İşyerindeki gürültü aşağıdaki özelliklere sahipse;

- ✚ 1 m ilerideki bir kişiyle konuşmak için ses yükseltiliyorsa,
- ✚ Trafikteki gürültüden daha yüksek gürültü hissediliyorsa,
- ✚ İş bitiminde televizyon veya radyonun sesini diğerlerine gürültülü gelecek şekilde açılıyorsa,
- ✚ Çalışanlar birkaç yıl çalıştıktan sonra kalabalık, çeşitli seslerin olduğu ortamlarda iletişime geçmenin zorlaştığını hissediyorsa,

potansiyel gürültü problemi var demektir. İşveren, çalışanların maruz kaldığı gürültü düzeyini, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde ele alır ve risk değerlendirmesi sonuçlarına göre gereken durumlarda İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğünce ilgili parametreden yetkilendirilmiş laboratuvarlara gürültü ölçümleri yaptırarak maruziyeti belirler.

İşyerlerinde bazı makinaları kullanan çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyeleri Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



\* 8 saatlik maruziyet değeri

Şekil 3.1. Çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyelerine bazı örnekler

#### 4. GÜRÜLTÜ KONTROLÜNDE STRATEJİK YAKLAŞIM

Etkili bir gürültü kontrolü yaklaşımı genellikle sırasıyla üç adımda sağlanır:

- **Ortadan kaldırmak-** Gürültü mutlaka gerekli midir? Aynı sonucu elde etmek için alternatif gürültüsüz bir yol var mıdır? Örneğin, farklı bir proses, farklı bir makine kullanımı ya da mevcut makinenin tamamı veya bazı bölümlerini modifiye etmek.
- **İzole etmek-** Gürültü maruziyetinin önlenememesi durumunda, makinenin gürültüsünü azaltmak için muhafaza içine alınabilir mi? Makine çalışanlardan uzak başka bir alana yerleştirilebilir mi?
- **Azaltmak-** Gürültüyü ortadan kaldırmak veya izole etmek mümkün değilse, nasıl minimize edilebilir? Örneğin, çalışanların maruz kaldıkları gürültüyü azaltmak için çalışanlar yer değiştirilebilir mi? Uygun “Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)” kullanılabilir mi?

İşyerinde en iyi çözümü tanımlamaya yardımcı olmak için, öncelikle sorunun bazı analizleri yapılmalıdır. İşyerinde basit gezinti şeklinde yapılan gözlemler bile yararlı bilgiler verecektir. Bu sırada sorulması gereken sorular şunlardır:

- Gürültü nereden geliyor? Hangi özellikteki ekipman veya makine gürültüye neden oluyor?
- Gürültü özellikleri nelerdir? Sürekli veya kesikli mi? Belirli bir frekansta ya da aralıkta mı?
- Gürültü, doğrudan mı, yansıyan mı yoksa her ikisi birlikte mi?
- Ne kadar gürültülü? Yüksek gürültü seviyesinin çalışanlar üzerinde ortak bir göstergesi var mı? (Örneğin, yüksek sesle konuşma ihtiyacı, sık sık ne söylenildiğinin tekrarlanmasının istenmesi, işten sonra kulak çınlaması)
- Maruziyetin en çok olduğu gün veya görevlerin belirli zamanları var mı? Eğer öyleyse, bu görevler değiştirilebilir mi ya da çalışanlar o zamanlarda rotasyona tabi tutulabilir mi?

## 5. GÜRÜLTÜ KONTROL YÖNTEMLERİ

İşyerinde gürültü maruziyetini ortadan kaldırmak, izole etmek veya azaltmak için kullanılabilecek birçok yöntem vardır. Bunlardan bazıları çok basit ve ucuzdur. Örneğin, makinelerin düzenli bakımı, makinenin çalışma ömrünü ve verimliliğini artırdığı gibi, aynı zamanda gürültüyü uzun süre kaynağında azaltabilir. Görevlerdeki veya proseslerdeki basit değişiklikler, örneğin gürültülü ekipmanın çevresindeki çalışanın rotasyonu, gürültü maruziyetini azaltmada etkili olabilir.

Mühendislik uygulamalarının gerekli olduğu durumlarda, yine bunlar basit ve ucuz çözümler olabilir. Örneğin, mümkün olan yere basit lastik manşon montajı, çarpan parçaların önemli ölçüde gürültüsünü azaltabilir. Ayrıca, mandırada pompa gürültüsünü azaltmak için basit bir kutuyla süt sağım pompalarının kapatılması veya çekiç başlarına lastik bir pet takılması metal karşısında çarpma etkisini azaltacaktır.

Temel gürültü kontrol yöntemleri şunlardır:

- ✚ Bakım ve Onarım,
- ✚ Ses emilimi,
- ✚ Sönümleme,
- ✚ Muhafaza,
- ✚ İzolasyon (Yalıtım),
- ✚ Tasarım teknikleri,
- ✚ Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı.

## 5.1. Bakım ve Onarım

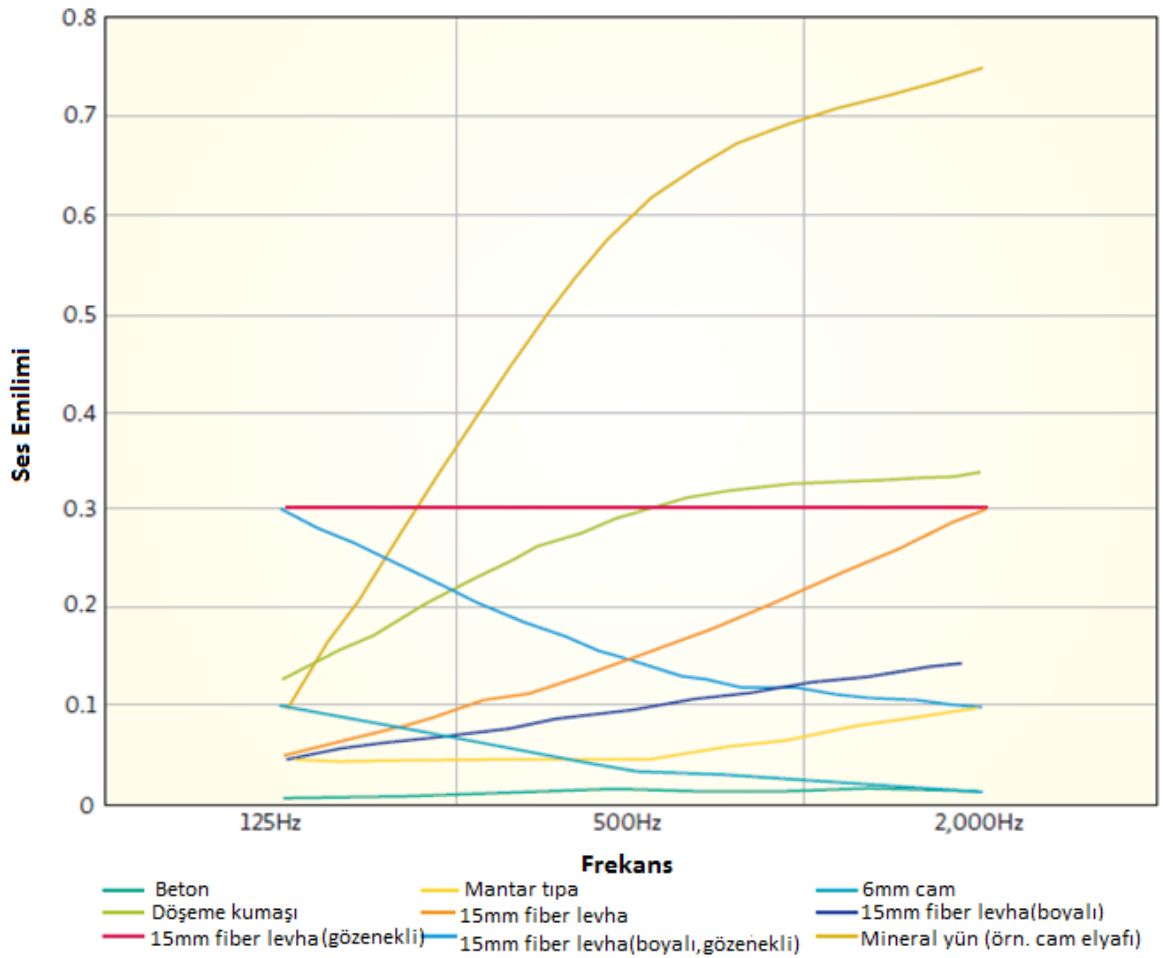
Makinenin (özellikle aşınma olasılığı yüksek parçaların) düzenli bakım ve tamiri önemli ölçüde kaynağında gürültüyü azaltabilir. Gürültü kaynaklarının bakımıyla ilgili bazı örnekler şunlardır:

- Tahrik kayışlarındaki kayma
- Yıpranmış tahrik kayışları
- Yıpranmış dişliler
- Aşınmış veya kuru mil yatakları
- Aşınmış kesme bıçakları. Örneğin testereler.
- Titreşimli makinelerdeki gevşek kapaklar
- Hasarlı akustik kapaklar
- Yıpranmış titreşim önleyici montajlar
- Dengesiz tekerlekler, dönen miller ve fanlar.

Yukarıdaki örneklerin tümü, gürültü seviyesini en çok yükselten en yaygın makine bileşenleridir. Düzenli muayene ve bakım; makinenin verimliliğini korur, üretim kaybını ve arıza sıklığını önler veya azaltır, makinenin çalışma ömrünü uzatır.

## 5.2. Ses Emilimi

Emici malzemelerle ses emilimi, genellikle diğer yöntemlerle birlikte uygulansa da ortak bir gürültü kontrol tekniğidir. Bazı malzemeler diğerlerine göre çok daha iyi ses emicidir. Bazı malzemelerin ses emilim özellikleri Şekil 5.1.'de gösterilmektedir. Şekil 5.1.'de görüldüğü gibi, mineral yün (örneğin cam elyaf), özellikle yüksek frekanslarda çok iyi ses emme niteliğine sahiptir. Aksine, beton ve cam ise zayıf ses emici malzemelerdir. Bundan dolayı, örneğin, yüzme havuzlarında yansıyan ses yüksek düzeyde olduğu için genellikle çok gürültülüdür. Diğer taraftan, fiber levha ve döşeme kumaşı daha iyi ses emilim özelliğine sahip olduğu için, bir sinemada (film başlamadan önce) ses seviyeleri genellikle çok azdır. Şekil 5.1. bazı malzemelerinin ses emilim özelliğinin değişebilir olduğunu da göstermektedir. Örneğin, fiber levha boyandığında özellikle 500 Hz üzeri frekanslarda ses emilim özelliği azalmaktadır. Ancak, fiber levhaların üzerinde gözenekler açılması durumunda ses emilim özelliği artmaktadır.



**Şekil 5.1. Bazı malzemelerin ses emilim özellikleri**

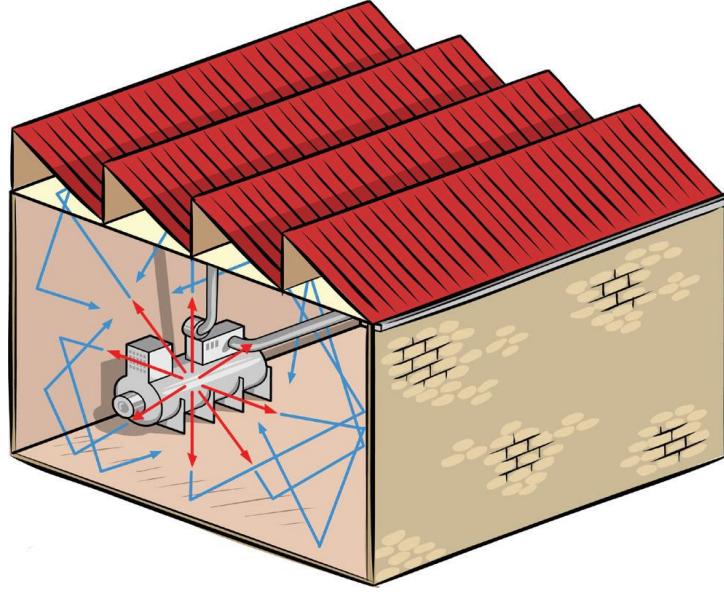
Emici malzemeler, işyerlerinde hem doğrudan hem de yansıyan sesi azaltmak için kullanılabilir.

#### **Ses emilimi örnek 1 – doğrudan ve yansıyan gürültü**

İşyerindeki bir makine özellikle 1000 Hz üzerindeki frekanslarda yüksek seviyede gürültü üretmektedir. İşyeri binasında betonarme duvar ve zeminler, çatıda geniş cam alanlar vardır. Bu yüzden yansıyan ses yüksek düzeydedir. Makinenin etrafında çalışanlar doğrudan o makineyle çalışmasalar bile yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmaktadırlar. Şekil 5.2.'de gösterildiği gibi, bu gürültünün iki önemli bileşeni vardır:

- Doğrudan ses bileşeni (kırmızı oklar)
- Yansıyan ses bileşeni (mavi oklar)





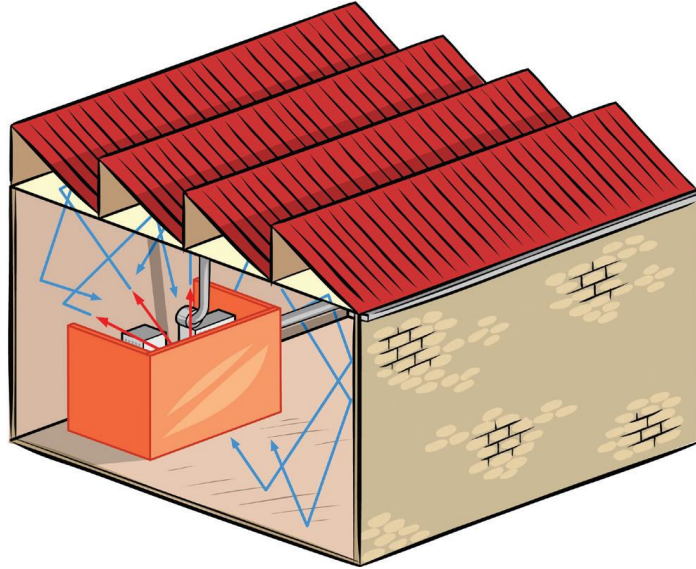
**Şekil 5.2. Bir işyeri binasındaki doğrudan ve yansıyan ses**

---

#### **Önemli Hususlar**

Doğrudan ses bileşeni, yansıyan ses bileşeni üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, bu yüzden öncelikli olarak doğrudan ses ele alınmalıdır.

---

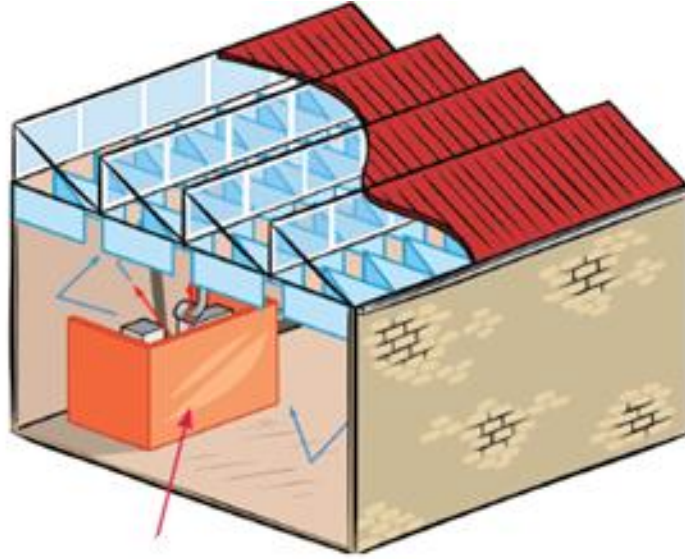


**Şekil 5.3. Kaynağından doğrudan ses emilimi**

---

## Çözüm

İlk olarak mümkün olduğunca doğrudan ses bileşenini emmek ve kesmek amacıyla uygun yükseklikte ve uygun malzemeden akustik bariyer tasarlanmalıdır. İkinci olarak çatıya ses emici paneller yerleştirilerek yansıyan ses bileşeni ele alınmalıdır. Yansıyan ses bileşenini daha fazla azaltmak için duvarlara da ses emici malzemeler uygulanabilir.



**Akustik Bariyer**

**Şekil 5.4. Kaynağından doğrudan ses emilimi**

## Ses emilimi örnek 2 – portatif ekipman gürültüsü

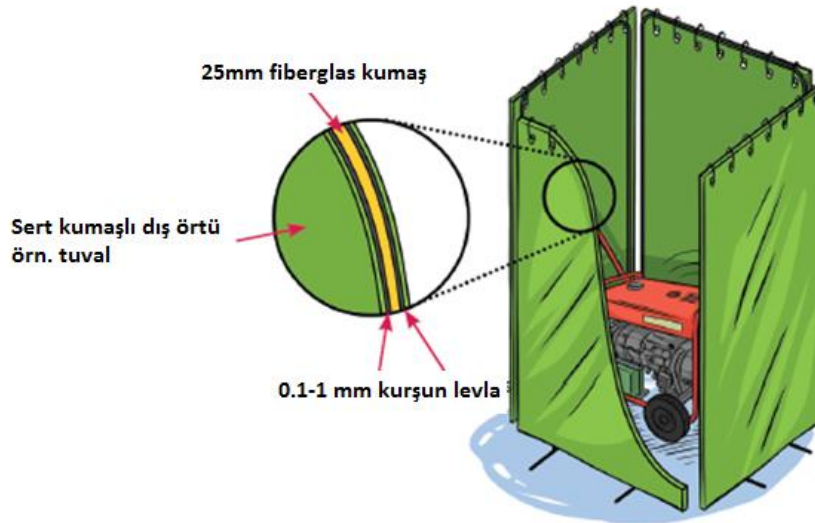
Pompa gibi portatif kullanılan pek çok ekipman yüksek gürültü seviyelerinde çalışabilir. Buradaki önemli konu, makine tarafından üretilen doğrudan ses nasıl azaltılabilir (Ekipman kapalı ortamda kullanılmadığı sürece çok az yansıyan ses olacaktır).



Şekil 5.5. Portatif ekipmandan doğrudan ses emilimine bir örnek

### Çözüm

Ekipmandaki doğrudan ses bileşenini absorbe edebilecek perdeler kullanmaktır. Şekil 5.6.'da görüldüğü gibi, ekipmanın çevresinde çalışanların doğrudan sese maruziyetlerini azaltacak perdeler kullanılabilir ve bu esnek ayırma perdesi taşınabilir formda olmalıdır. Perdeler pek çok frekans aralığında hem iyi ses emilim özelliğine hem de dayanıklılığa sahip kompozit malzemeden yapılmalıdır. Bu örnekte fiberglas kumaş ve sert kumaşlı dış örtü ile birlikte kurşun kaplamalı dolgu kullanılmıştır. Doğrudan ses bileşeni engellemek için perdeler yeterince yüksek olmalıdır.



Şekil 5.6. Doğrudan sesi emen perde

### 5.3. Sönümleme

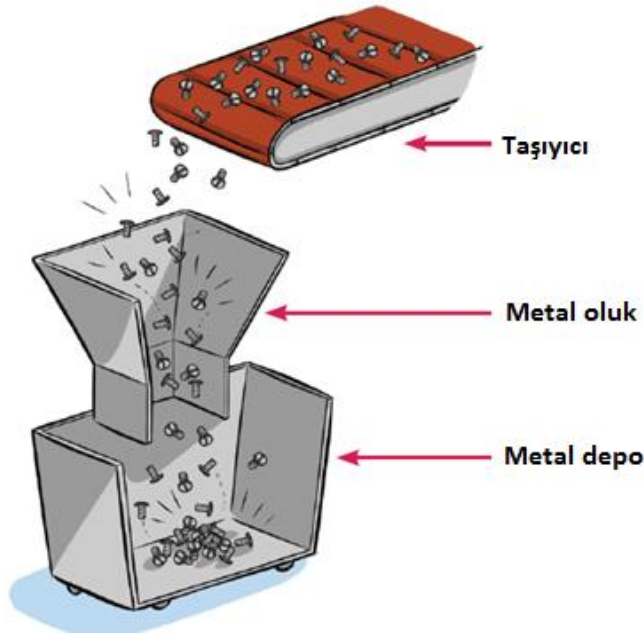
Bilindiği üzere, ses titreşimler sonucunda ortaya çıkar. Sesi oluşturan titreşimleri azaltarak ya da sönümleyerek gürültü seviyesi azaltılabilir. Çalışma alanında gürültü kontrolü için sönümlemeyi kullanmanın pek çok yolu vardır. Bu teknikler bazı örneklerle aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

#### Sönümleme örnek 1- metal parçaları taşıma sistemi

Metal parçalar metal depolama kutusuna taşıyıcılar tarafından teslim edilir. Şekil 5.7.'de gösterildiği gibi parçalar metal oluk aracılığıyla kutu içine yönlendirilir. Gürültü, metal parçaların metal oluk duvarına, metal tabana ve depolama kutusunun duvarlarına çarpması sonucu üretilmektedir.

#### Önemli Hususlar

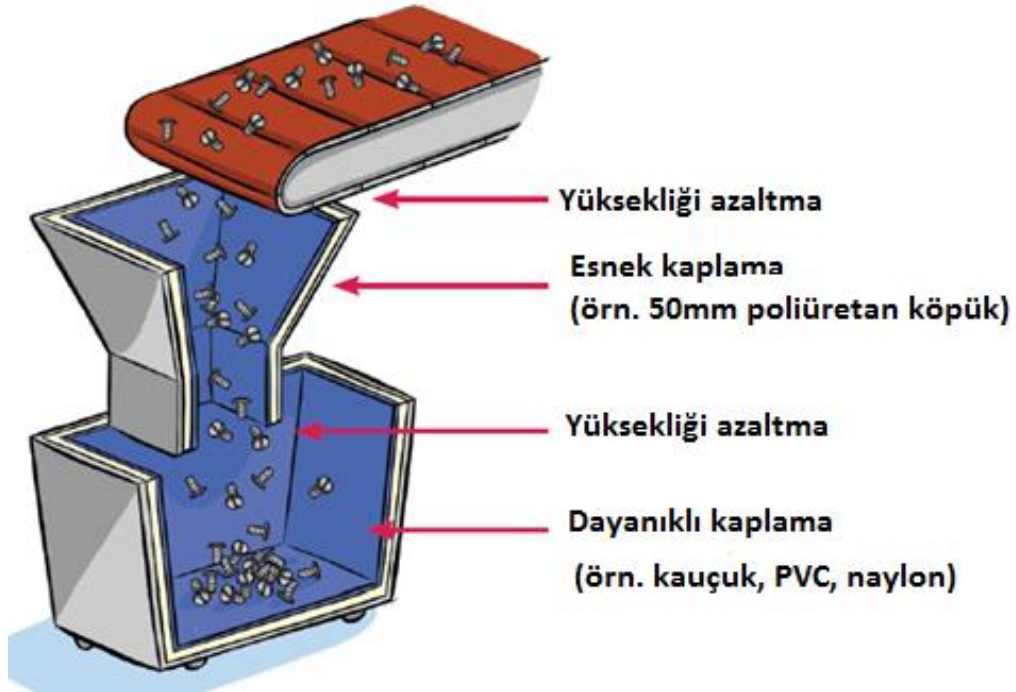
- Metal parçalar çarptığında oluk ve depo duvarı titreşmektedir.
- Bu durum çok daha yüksek ses üretir.
- Metal parçaların düşme mesafesi de üretilen sesin miktarını etkiler. Daha yüksekten düşerse, daha fazla enerji depolarlar. Bu enerji, metal parçalar oluk ya da depo yüzeyine çarptığında ses olarak açığa çıkar.



Şekil 5.7. Metal parçaları taşıma sistemi

## Çözüm

Şekil 5.8.'de gösterildiği gibi, iki teknik burada kullanılabilir. Birincisi, metal oluk ve depo, parçalar onlara çarptığı sırada üretilen titreşimleri azaltmak için esnek bir malzeme ile kaplanabilir. Bu örnekte oluk ve depoya, 50mm kalınlığında poliüretan köpük yerleştirilmiş ve iç yüzeyleri büyük kauçuklarla, PVC veya naylon gibi dayanıklı kaplamayla kaplanmıştır. İkincisi, taşıyıcı ile oluk arasında ve oluk ile depo arasındaki yükseklik azaltılarak gürültü seviyesi daha da azaltılabilir.



Şekil 5.8. Sönümlenmiş metal parçaları taşıma sistemi

## Sönümleme örnek 2- borular

Pnömatik taşıma sistemleri çok gürültülü olabilir. Gürültü genellikle tıslama olarak duyulur ve bazen buna çınlama sesi eşlik eder. Borular, makinanın ucuna yerleştirilmiş örneğin pompalar nedeniyle ayrıca gürültü çıkarabilir. Havalandırma sistemleri ve yerel egzoz havalandırma sistemleri benzer gürültü sorunları oluşturabilir.

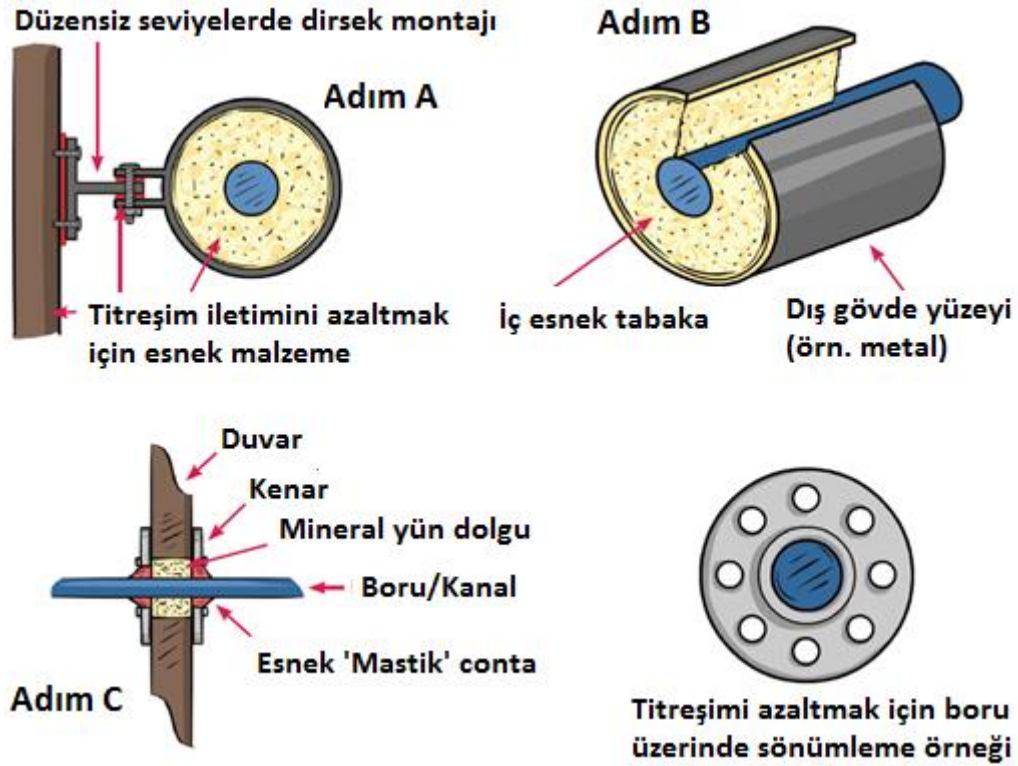


## Önemli Hususlar

- Metal borudan nakledilen materyalin sürtünmesiyle gürültü oluşur.
- Boruların duvara sabitlendiği mesafeler yeterince iyi belirlenmemişse çınlama sesi üretilebilir.
- Boru hangarlarının sabitlendiği yapılar arasında titreşim oluşabilir.

## Çözüm

Örneklerde gösterildiği gibi, esnek ve emici malzemeler kullanarak, boru veya kanal titreşimleri sönmülenebilir ve gürültü seviyesi azaltılabilir. Şekil 5.9.'da gösterilen adımların tamamı yapılmalıdır, fakat sırayla yapma zorunluluğu yoktur.



#### 5.4. Muhafaza

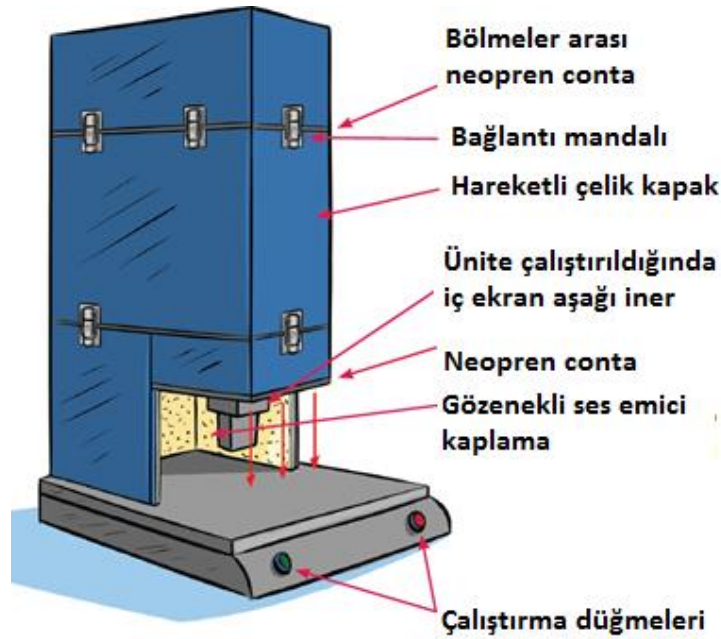
Makine gürültüsü, genellikle makinenin tamamına veya bir parçası etrafına monte edilen akustik muhafazaların kullanılmasıyla azaltılabilir. Hangi metot kullanılırsa kullanılsın teknik genel olarak aynıdır.

Muhafaza ve izolasyon teknikleri arasındaki temel fark, muhafaza yönteminde çalışan gürültü kaynağıyla aynı alanda çalışmaya yönlendirilirken, izolasyon tekniğinde ise çalışan ve makine ayrı alanlarda tutulmaktadır. Muhafazalarda tasarım detaylarına dikkat edilmelidir.

##### Muhafaza örnek 1- ultrasonik kaynak makinesi

Ultrasonik kaynak makineleri birçok endüstride yaygın kullanılmaktadır. Ultrasonik frekanslar çoğu insanın işitme aralığının dışında olmasına karşın, ultrasonik frekansları kullanan makineler genellikle, bazen delip geçen, bazen de ağırlı gürültü olarak algılanan 10 – 20 KHz aralığında harmonikler üretirler. Bu durum, işitme yetisi genellikle bu frekans aralığında çok iyi olan genç yetişkinler için doğrudur.

Makineler, hatları akustik korumalı çelik veya cam gövdeyle birleştirilmiş bir muhafaza içine alınabilir.

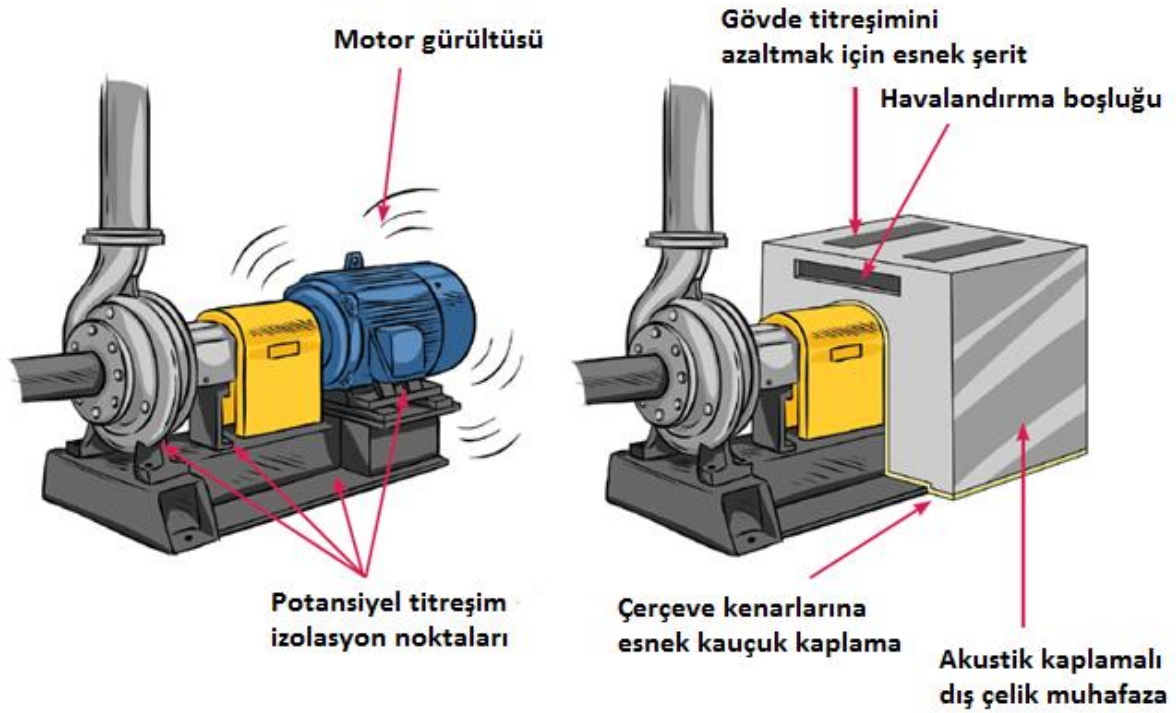


Şekil 5.10. Muhafazalı ultrasonik kaynak makinesi

Bu örnekteki ultrasonik kaynak makinası, makinenin çalışması için elektronik bağlantısı olan sürgülü bir iç ekrana sahiptir. İki çalışma düğmesine birlikte basıldığında iç ekran aşağı iner. Ekran kapandıktan kısa bir süre sonra, ultrasonikler çalışılan malzemeye uygulanır.

### Muhafaza örnek 2- pompa motoru

Bu örnekte, pompa motoru önemli miktarda gürültü yaymaktadır. Muhafaza ile kapatma bir seçenektir, fakat motorun aşırı ısınmasını engellemek için yeterli havalandırma sağlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Havalandırma deliklerinin açılması, muhafazayla elde edilen gürültü azaltımını olumsuz etkileyecektir, fakat havalandırma deliklerindeki sızıntıyı azaltacak tasarımlar da vardır.



Şekil 5.11. Muhafazasız ve muhafazalı pompa motoru



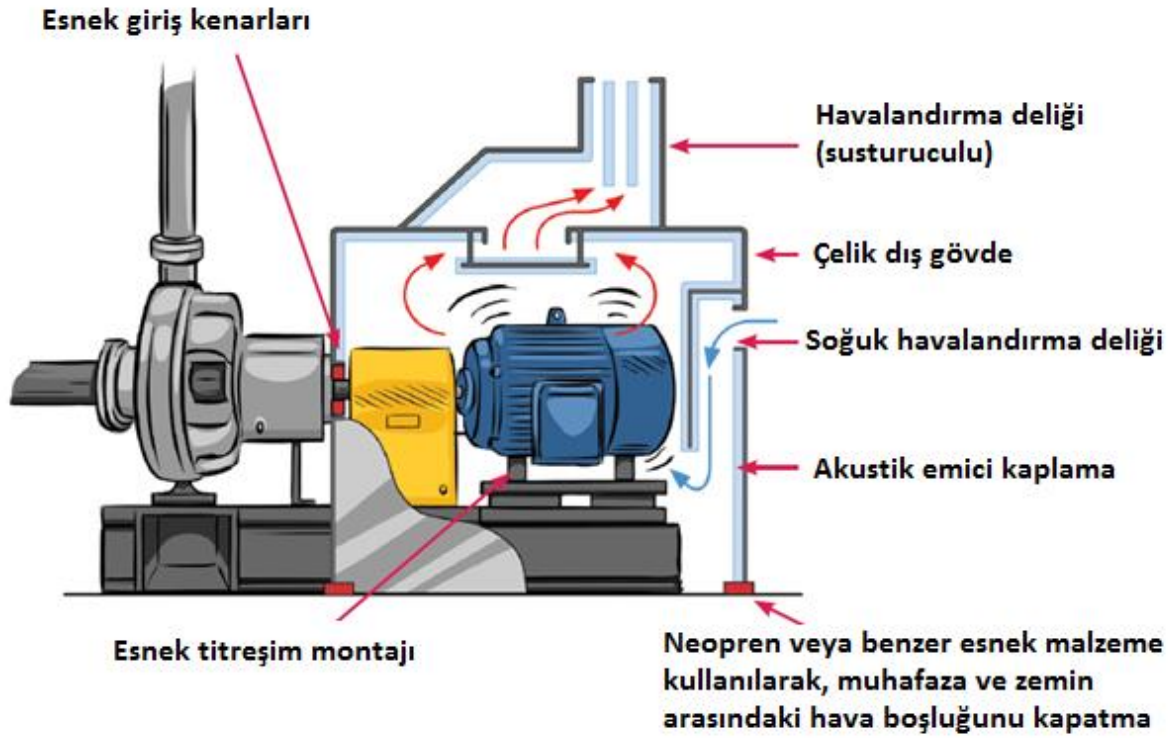
## Muhafazalar için tasarım ilkeleri

Muhafazanın tasarımında her bir elemanın düzgün yerleşmesini sağlamak için detaylara dikkat etmek gerekir. Hatta en küçük hava boşlukları bile sesi sızdırabilir. Ultrasonik durumunda (örnek 1 'de olduğu gibi), hava boşlukları neredeyse muhafazanın korumasına ters bir etkide bulunmaktadır, çünkü ultrasonik dalga boyu çok kısadır ve kolaylıkla boşluklara nüfuz eder. Muhafaza tasarlanırken, mümkün olduğunca aşağıdaki hususların birçoğu uygulanmalıdır. (Bunlardan bazıları Şekil 5.12.'de gösterilmektedir):

- gürültü kaynağı ve muhafaza arasındaki mekanik izolasyon (yalıtım),
- makine ve zemin arasına titreşim yalıtım montajı,
- hava boşluklarını minimize etme,
- muhafazalar çıkartılıp takılırken mekanik olarak izole edilmiş ve hava boşlukları kapatılmış olmalı,
- yansıyan sesi azaltmak için ses emici iç malzeme kullanılmalı ve muhafaza duvarları makinenin çalışma ses frekanslarına uygun malzemelerden üretilmeli,
- muhafazanın kontrol düğmeleri yeniden yerleştirilebilir olmalı ki, böylece muhafazanın dışında kalsınlar. Bu durum makinenin görüntüsünün de değiştirilmesi anlamına gelmektedir,
- giriş kapakları iyice kapatılmalı,
- akustik bölmelerdeki aşırı ısınmayı önlemek için hava delikleri konulmalı ve susturucu monte edilmeli,
- mekanik havalandırma gerekli olduğu durumlarda, havalandırma sistemini soğutmak için bir susturucu sistemi ile donatılmış olmalıdır.

Tasarım ekibinde makineyi kullanan operatörde olmalıdır. Operatörler rutin çalışma sırasında nelerin gerekli olduğunu bilirler.

Nasıl ki bir odaya herhangi bir penceredeki küçücük delikler yüzünden dışarıdan bir gürültü giriyorsa, unutmamalıdır ki, en küçük hava deliği bile muhafazanın verimliliğini bir hayli düşürür. Muhafaza yapısının ince ölçümü ve sıkı montajı elde edilecek ses yalıtımında maksimasyon sağlayacaktır.



Şekil 5.12. Muhafazalı pompa motoru kesiti

### 5.5. İzolasyon (Yalıtım)

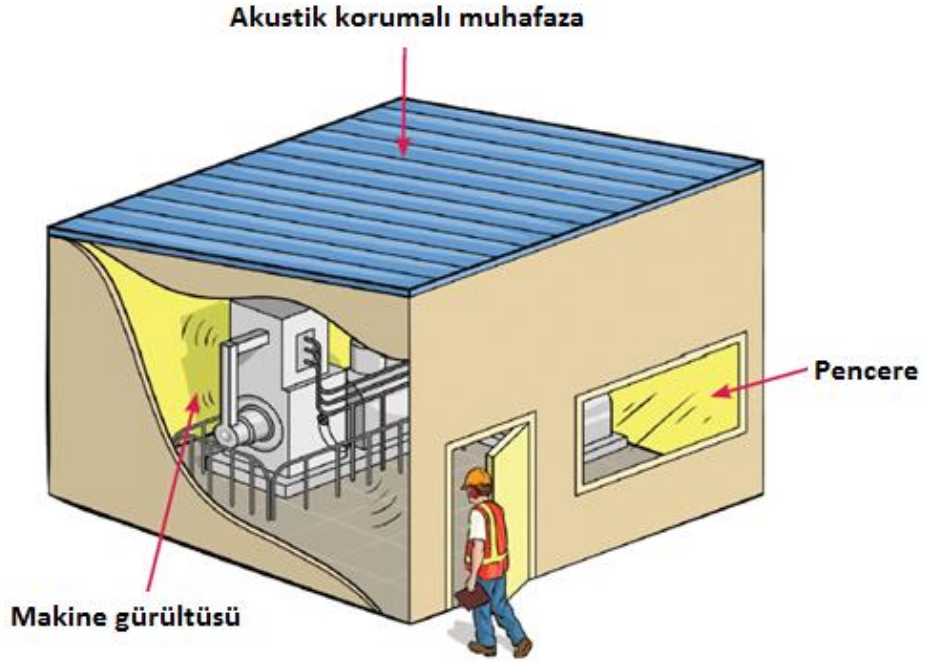
Bazı süreçlerde makinenin büyüklüğü ile ortaya çıkardığı gürültü seviyesi, elverişli olmayan muhafaza, bariyer ve perde kullanımı ile ilişkilidir. İzolasyonun en yaygın kullanım alanları:

- kereste fabrikaları,
- süt fabrikaları,
- kağıt hamuru ve kağıt fabrikaları,
- elektrik üretim santralleri,
- motor test merkezleri.

Bu durumlarda, çalışan ile gürültü kaynağı arasına ya da kaynak ile çalışan arasına izolasyon uygun bir seçenek olabilir. Burada uygulanabilecek teknikler:

#### **İzolasyon örnek 1- proses pompası**

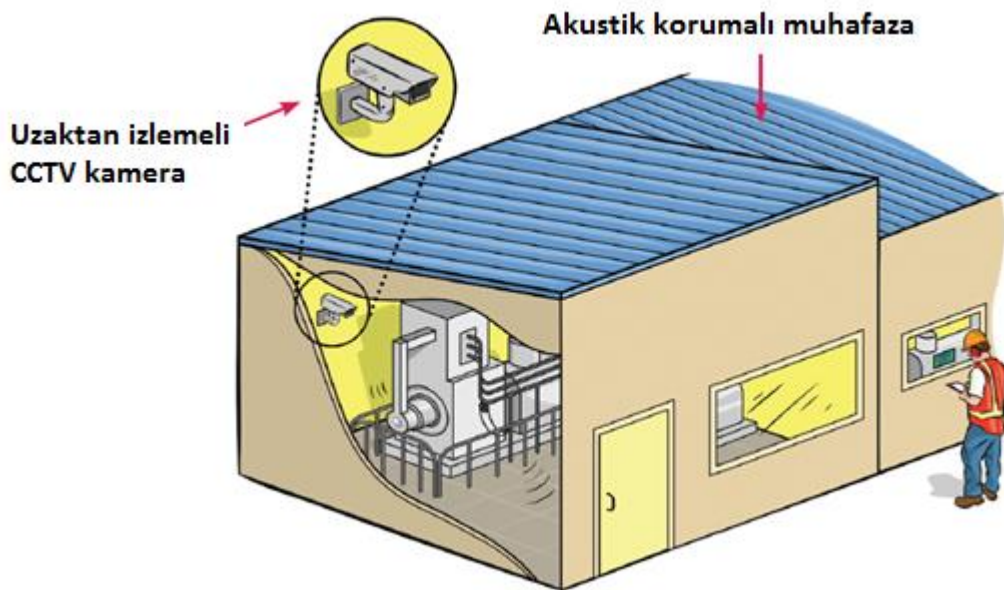
Aşırı yüksek gürültü seviyesine sahip bir proses pompası, akustik korumalı makine dairesine kapatılmıştır. Böylece, diğer üretim alanlarında mevcut çalışanlar pompadan kaynaklanan bir gürültüye maruz kalmazlar. Ne var ki, gün içinde işyerinde görsel kontrolleri yapması gereken bir çalışan çeşitli defalar pompa odasına girme ihtiyacı duyabilir. Her ne kadar, söz konusu çalışan gürültüden korunmak için kulaklık takmışsa da, kısa süreli bu maruziyet çalışanın toplam gürültü maruziyetinin önemli bir bileşenidir.



**Şekil 5.13. Giriş çıkışlı bir pompa odası**

### **Çözüm**

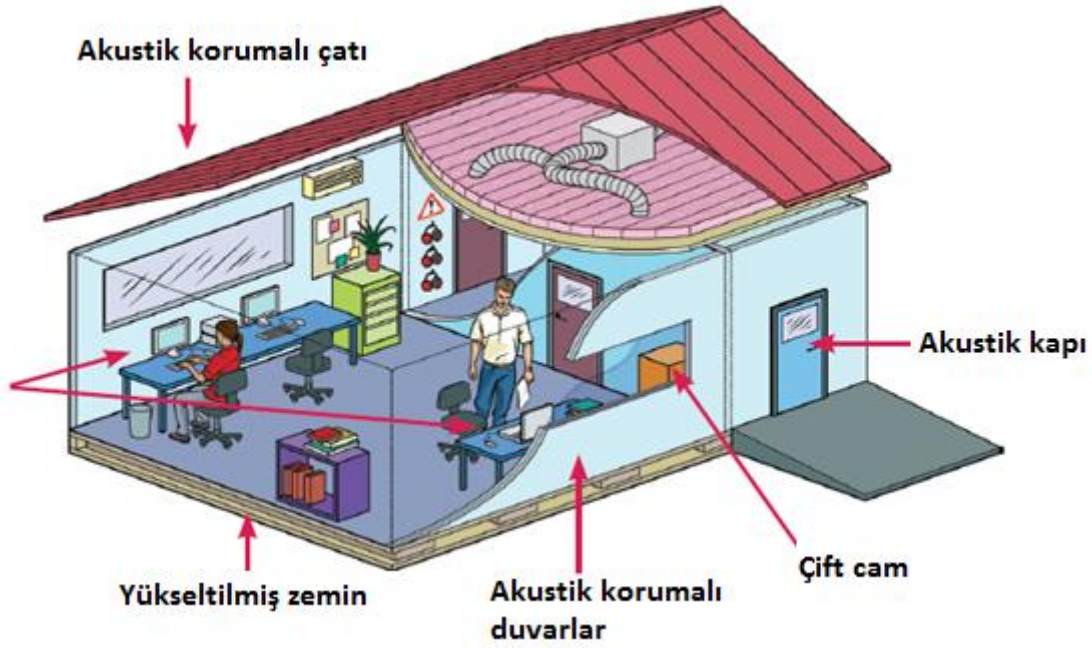
Makine dairesine görsel kontrolleri yapmak için girilmesi gereken alanlara yerleştirilecek bir CCTV kamera ile sorun halledilebilir. CCTV sistemi kurulumu, işitme hasar riskinde önemli bir düşme sağlayacak, gürültü kaynaklarının olumsuz etkisi azalacaktır.



**Şekil 5.14. CCTV kameralı bir pompa odası**

## İzolasyon örnek 2 – gürültü sığınağı

Bu örnekte, genellikle “Gürültü Sığınağı” olarak bilinen bir uygulama gösterilmektedir. Daha çok, otomatik veya yarı otomatik süreçlerde çalışanların ekipmanlara erişim ihtiyacı zorunlu olduğu durumlarda kullanılır.



Şekil 5.15. Tipik bir gürültü sığınağı

### Temel Özellikler:

- Akustik korumalı duvarlar ve çatı,
- Sığınağın içine nüfuz edebilecek yapı kaynaklı titreşimleri önleyici yükseltilmiş zemin,
- İnsanların sığınağa giriş çıkışlarında oluşacak gürültü sızmalarını önleyici çift kapı sistemi,
- Hava geçirmez ve çift camlı kapılar,
- Proses kontrolü vb. amaçlı iş istasyonları,
- Akustik olarak korumaya alınmış klima sistemleri ve montajı.

Eğer iyi bir şekilde tasarım ve kurulum yapılırsa, bu tür tipik bir sığınakta 30 dB'e varan ses engellemesi elde edilebilir.

## 5.6. Tasarım ve Ekipman

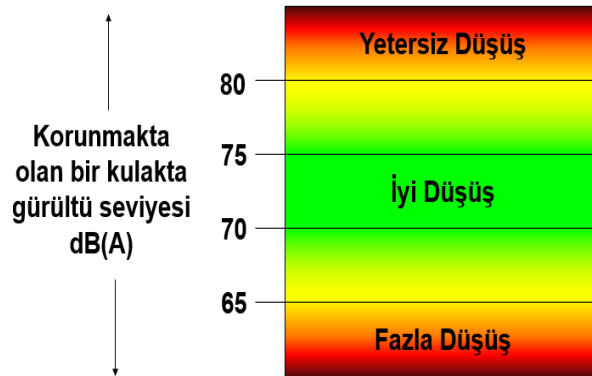
Başarılı bir tasarım ile çoğu ses kontrol sorununun üstesinden gelinebilir. Yeni bir ekipman tasarlanmadan, satın almadan ya da yeni baştan bir bina inşa etmeden tasarım değişiklikleri ile her zaman pratik sonuç sağlanamayabilir. Bu amaçla tasarım açısından dikkat edilmesi gerekenler:

- **Bina:** Örneğin, yansıtıcı malzemeler yerine ses emici malzemelerin kullanılması, zemin ve duvarlarda titreşim izolasyonu yapılması.
- **Makine Düzeni:** Örneğin, gürültülü makinelerin bir araya toplanması, makineler arası mesafenin arttırılması, makinelerin yansıtıcı yüzeylerden uzak tutulması.
- **Süreç Akış / Tasarım:** Örneğin, sessiz işlerin gürültü kaynaklarından uzak tutulması, gürültülü makinelere çalışanların ulaşım zorunluluğuna kısıtlama getirilmesi, çivileme yerine yapıştırma yönteminin kullanılması, makaralı taşıyıcı yerine asmalı taşıyıcı kullanılması.
- **Ekipmanlar:** Örneğin, kullanım ömrü biten makinelerin yerine daha az ses çıkaran ya da sessiz makineler satın alınması, metal dişliler yerine plastik dişlilerin kullanılması, düşük basınçlı hava nozulları, testere başlıklarının modifiye edilmesi, kesme başlıklarının modifiye edilmesi, özellikle ağır makinelerde araç üzeri akustik kabinler.

## 5.7. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımı

İşyerlerinde, gürültü maruziyetini azaltmak için atılacak en son adım, kişisel koruyucu donanım olarak kulak koruyucuların kullanılmasıdır. Kulak koruyucu seçiminde çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyesi belirlendikten sonra buna uygun kulak koruyucusu seçilmelidir. Uygun kulak koruyucu seçilirken; kulak koruyucusunun işin tipine uygun olması, uygun koruma değerini sağlaması ve gereğinden fazla koruma sağlamaması hususlarına dikkat edilmelidir. Seçilecek kulak koruyucu, kullanıcının gürültü maruziyetini “Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” de belirtilen eylem değerinin altına düşürmek zorundadır.

Kulaklık koruyucu kullanan bir çalışanın maruz kaldığı gürültü seviyesi, kulak koruyucuların tipine ve gürültü düşürme seviyesine (SNR), ne kadar düzgün takıldığına ve kulağa uygunluğuna göre değişiklik göstermektedir. Kulak koruyucuların seçimi yapılırken ortamdaki gürültü seviyesine göre SNR değeri uygun olan kulak koruyucular tercih edilmelidir. Örneğin, kulak koruyucunun belirtilen SNR değeri 28 dB(A) ve çalışma ortamı 100 dB(A)'lık bir gürültü seviyesine sahipse bu kulak koruyucu çalışanın maruz kaldığı gürültü seviyesini 72 dB(A)'ya düşürebilmektedir. Burada önemli olan korunmakta olan bir kulakta gürültü seviyesini çok fazla düşürmemektir. 70-75 dB(A)'lık bir düşüş idealdir. Gereğinden fazla oranda korumaya sahip bir kulak koruyucu, iletişim problemlerine, acil durum ikazlarının algılanamamasına, ortamdan soyutlanmışlık hissine neden olup rahatsızlığa yol açabilir ve çalışanın kulak koruyucusu kullanmamasıyla sonuçlanabilir.



Şekil 5.17. Gürültü seviyesi düşüş grafiği

## KAYNAKLAR

1. Beranek, L.L., Noise and Vibration Control, Mc Graw Hill Books, New York, 1983.
2. Salvatore R. D., The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management (İkinci Baskı), American Industrial Hygiene Association, Sayfa: 430-460, Fairfax-Virginia, 2003.
3. Controlling noise at work — The control of noise at work regulations 2005 Guidance on regulations, L 108 HSE, 2005.
4. Safe Work Australia, Managing Noise and Preventing Hearing Loss at Work, 2011.
5. New Zealand Department of Labour – Management of Noise at Work –Control Guide, <http://www.business.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/noise-at-work-control-guide-management-of/noise-control-guide.pdf> (Erişim tarihi: 20.07.2015)
6. The Accident Compensation Corporation (ACC), Noise Control A practical approach to controlling noise in the workplace, New Zealand, [http://www.acc.co.nz/PRD\\_EXT\\_CSMP/groups/external\\_ip/documents/publications\\_promotion/wpc088755.pdf](http://www.acc.co.nz/PRD_EXT_CSMP/groups/external_ip/documents/publications_promotion/wpc088755.pdf) (Erişim tarihi: 20.07.2015)
7. Health and Safety Executive, Noise, Sound Solutions, <http://www.hse.gov.uk/noise/casestudies/soundsolutions/> (Erişim tarihi: 20.07.2015)