



## Mobilya İmalatı Esnasında Oluşan Gürültü Emisyonlarının ve Maruziyetinin Araştırılması

### Investigation of Noise Exposure at Furniture Production and Analyzing Noise Levels

Onur Ülker <sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Kırıkkale, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 18/04/2018

Kabul/Accepted: 31/05/2018

Son Versiyon/Final Version: 29/06/2018

#### Öz

Mobilya imalatı, ülkemizdeki imalat sektörlerinin içinde önemli yere sahiptir. Mobilya imalatının büyük çoğunluğu küçük ve orta büyüklükteki (KOBİ) işletmelerde yapılmaktadır. Bu işletmeler genellikle mobilya imalatını tekil makineler, CNC ve NC makineler kullanarak yapmaktadır. Bu makinelerde çalışanların gürültüye maruz kaldıkları bilinmektedir. Ankara'da faaliyet gösteren KOBİ'ler genellikle Siteler bölgesinde bulunmaktadır. Bu çalışmada, Ankara Siteler'de faaliyet gösteren 1500 m<sup>2</sup> büyüklüğünde bir KOBİ'nin imalat sistemine bağlı gürültü analizi yapılmıştır. Atölye içindeki 21 noktada gürültü analizi yapılmış makinelerin boş ve dolu durumlarına göre maruziyet seviyeleri belirlenmiştir. Günlük 8 saatlik çalışma sürecinde 85 dB(A) değerinde ve üzerinde olan maruziyetler riskli maruziyet olarak ele alınmış, riskli maruziyet oluşturan makine ve iş istasyonları belirlenmiş, çalışanlar bilgilendirilmiş ve maruziyet değerlerini azaltan alternatifler geliştirilmiştir.

#### Anahtar Kelimeler

“Ergonomi, Gürültü maruziyeti, Mobilya imalatı”

#### Abstract

Furniture is one of the most important industries in Turkey. Currently majority of furniture companies are small or mid-size employing manual processing as well as small scale computer numerical control (CNC) and numerical control (NC) machines. It is well known fact that such equipments are noisy and creates fatigue problems during their operation. In Ankara furniture companies located in Siteler district. This study evaluated overall noise due to operation of furniture within small and medium size company which is in Siteler Ankara. Twenty-one specific points with each production line were considered to determine noise levels and analysis. It seems that over 85 dB(A) noise level with a daily exposure period of 8 hr. was found risky and could create some health concerns for the employees. Based on the analysis of this work designated employees informed with certain alternatives to eliminate noise level throughout the production.

#### Key Words

“Ergonomics, Noise exposure, Furniture production,”

## 1.GİRİŞ

[onurulker@kku.edu.tr](mailto:onurulker@kku.edu.tr)

Gürültü, istenmeyen rahatsız edici sesler topluluğudur. Gürültü hayatımızda sürekliliği olan alıştığımız bir düzenin parçası olmuştur. İş yerlerinde gürültü genellikle endüstriyel faaliyetlerden oluşur ve çalışanlara rahatsızlık verir. Fabrikalardaki güç cihazları, havalandırma sistemleri, klima sistemleri, kompresörler, hava ve su boruları, pompa ve kolektörler, havalandırma boruları ve fanlar, soğutma sistemlerine ilave olarak zeminden, tavandan ve cihazlardan yansiyarak yayılan sesler gürültü kaynağı olarak gösterilebilir (Andrews ve Kornas 1982) . Ülkemizde çevre kirliliğini oluşturan en önemli unsurlardan birisi gürültüdür. Gürültü, endüstrileşmenin ve makineleşmenin sebep olduğu rahatsızlık verici ses olarak tanımlanmaktadır (Hayta, 2007) , (Serin vd., 2013) . Teknoloji ne kadar gelişmiş olsa da fabrika ve atölyelerde üretim esnasında gürültü önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde, üretim esnasında gürültü oluşumu normal bir olgu gibi görünmekte fakat 85 dB(A) seviyesinin üzerindeki değerlere maruz kalındığında işitme kaybına neden olmakta ve kişilerde duyma yetisini kaybettirmektedir (Babalık., 2013). Gürültü, çalışanların üretim verimliliğini ve iş güvenliğini birçok yönden etkilemektedir. Mobilya sektöründe tekil makinelerde ve CNC makinelerde çalışanların performansını etkileyebilecek en önemli çevresel faktörlerden birisidir. Gürültü insanları huzursuz eden, onların iletişimini güçleştiren dinlenme imkanını kısıtlayan, sinir sistemini olumsuz etkileyen ve zedeleyen, çalışma verimini düşüren ve işitme sorunları yaratan önemli bir etkidir (Andrews ve Kornas 1982; Feldman ve Grimes, 1985) , Gürültünün olumsuz etkilerini yok etmek veya bu konuda oluşturulmuş standart değerlere çekebilmek için gürültü kontrol yöntemleri geliştirmek ve uygulamak işletmeler için bir gerekliliktir (Şahin, 2003) . Mobilya üretiminde çalışanlar, işletmenin büyüklüğüne göre şerit testere, planya, kalınlık, freze, daire testere, gibi klasik ağaç işleme makinelerinin ve CNC özellikli freze, torna ve levha kesme makinelerinin yüklü ve yüksüz durumdaki gürültü seviyelerine maruz kalmaktadırlar. Ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde, klasik ağaç işleri makinelerinde ve CNC makinelerde gürültü değerlerinin ve maruziyetlerinin ölçüldüğü fakat işletme bazında malzeme türü, makine cinsi ve kesme yüzeyi gibi faktörlerin gürültü düzeyine etkilerinin araştırılmadığı tespit edilmiştir. Temel olarak çalışmamızda bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

### 1.1. Türk Mobilya Sanayisi ve Önemi

Türkiye mobilya endüstrisi çoğunluğu geleneksel yöntemlerle çalışan atölye tipi, küçük ölçekli işletmelerle birlikte 1990'larda orta ve büyük ölçekli işletmelerin katılımları ile bilgi ve sermaye ağırlıklı imalat kolu olmuş, son 10 yılda dış ticaret açığı vermeyen nadir sektörlerden birisi haline gelmiştir. Hızlı gelişim ve değişim sürecinde olan sektör markası, kalitesi, sektördeki küçük ve büyük ölçekli işletmeleri ile birlikte ülkemizin coğrafi konumu, genel büyüme yönlü politikası, genç nüfusu, kişi başına düşen milli gelirin artması gibi faktörler doğrultusunda iç ve dış pazarlarda etkisini artırmaktadır (İTO, 2016) . Türkiye 2008 yılında dünya mobilya üretim ve tüketiminde on dördüncü, ihracatında yirmi beşinci ve ithalatında otuz ikinci sırada yer almıştır. Türkiye'de ihracatta yerli kaynakları en çok kullanan ve ithal ürünlere bağımlılığı en az olan sektörlerden biri mobilya sektörüdür. Türkiye mobilya sektöründe faaliyet gösteren firmaların yaklaşık %98'i küçük ve orta ölçekli işletmelerden oluşmaktadır. Toplam üretim paylarına göre önemli mobilya üretim merkezleri İstanbul Modeko, Ankara Siteler, Bursa İnegöl, Kayseri ve İzmir olarak sıralanmaktadır (Ankara kalkınma ajansı, 2014) . Türkiye'de istihdam açısından önemli bir konuma sahip olan mobilya sektörü, kentleşme oranının artması ve oluşan iç talebe paralel biçimde son 15 yılda hızlı bir büyüme gerçekleştirmiştir. Türkiye'de mobilya sektöründeki üretimin 6 milyar dolar olduğu tahmin edilmekte olup Türkiye'nin GSMH'sı içinde yüzde 0,75 seviyesine yakın bir payı vardır. Türkiye'nin mobilya ihracatı 2001 yılında 192 milyon dolar olarak gerçekleşirken, sektörün 2014 yılı ihracatı 2,4 milyar dolara ulaşmıştır. Türkiye son on yılda dünya mobilya ihracatı sıralamasında 11 basamak yükselerek 12'nci sırada yer almaktadır. 2008 yılında 681 milyon dolar olarak gerçekleşen sektör ithalatı, 2011 yılında 690 milyon dolar, 2014 yılında 1,006 milyar dolar, 2015 yılında 850 milyon dolara ulaşmıştır (İTO, 2016).

### 1.2. Gürültü Probleminin Tanımlanması ve Etkileri

Bazı araştırmacıların "günlük terör" diye de nitelendirdiği gürültü, rahatsızlık veren sestir. Her insanın sesi gürültü olarak algılamaya başladığı eşik değeri farklı olsa da, 85 dB(A) değerinden sonra algılanan sesler gürültü olarak değerlendirilmektedir.(Babalık., 2013) . Gürültünün insan sağlığını etkileyen zararları Tablo 1'de verilmiştir.

Gürültü maruziyetlerinin 80 dB(A) seviyesine kadar olması durumunda işitme kaybı riskinin az olduğu görülmüştür. "Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmaları" yönetmeliğinde en yüksek gürültü maruziyet etkin değeri 8 saat = 85 dB(A) olarak alınmakta ve en düşük maruziyet etkin değeri 8 saat için 80 dB(A)'dır. 90 dB(A)'nın üzerinde ki maruziyetlerde çalışanların sağlığının korunması güçleşmektedir (Haksal, 1997) . Gürültüye bağlı işitme kaybı; dünyada ve ülkemizde sık görülen ve geriye dönüşü olmayan önemli bir meslek hastalığıdır. Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de en sık görülen on meslek hastalığı arasında yer almaktadır (Olishifski, 1988) . Gürültü maruziyetinin iş yerindeki çalışma performansını ölçümleyen çalışmalar yapılmış gürültünün performansı azaltıcı etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Gürültülü ortamlarda yapılan imalatlarda, çalışanların hafıza kaybına uğradığı ve unutkanlık yaşadığı, ürettikleri işlerde hatalar çıktığı ve gürültünün artmasıyla çalışanların agresifleştiği, işlerine gereken özeni göstermedikleri görülmüştür. (Stansfeld, 2003) . Ülkemizde çalışma ortamında gürültü maruziyeti nedeniyle oluşan işitme kaybının iki yüzbin kişiyi aştığı belirtilmektedir (Özenç, 2008) . Gürültüye bağlı mesleki işitme kaybının sık görülen önemli bir meslek hastalığı olması nedeniyle birçok ülkede bu konu ile ilgili yasal düzenlemeler oluşturulmuş ve maruz kalılabilecek gürültü miktarı ile ilgili limitler getirilmiştir. Ülkemizde, Çalışma ve Sosyal güvenlik bakanlığının 2013 yılında yayınladığı "Çalışanların Gürültü ile Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" kapsamında iş yerlerinde gürültüye maruz kalma limitleri; en yüksek maruziyet eylem değeri 8 saat çalışma için 85 dB (A)'dır. (Kalatzis, 1998; Hudspeth, 1989) .

**Tablo 1.** Gürültü seviyelerinin zararları (Serin vd., 2013).

Gürültü Seviyesi	Zararları
30-65 dB (A)	Konforsuzluk, rahatsızlık, sıkılma, kızgınlık, konsantrasyon bozukluğu
65-90 dB (A)	Kalp atışında değişme, nefes alıp vermede bozukluk, beyin damarlarında basıncın azalması
90-120 dB (A)	Fizyolojik gürültü, baş ağrısı
120- 140 dB (A)	İç kulak kıl hücrelerinde kırılma
140 > dB (A)	Kulak zarında patlama ihtimali

İş sağlığı ve işçi güvenliği kavramı ülkemizde son 10 yılda önemli derecede ilerlemiştir. Mobilya makina imalatçıları makinaların teknik aksamlarında oluşan gürültüye daha fazla önem vermişler ve eskiye kıyasla daha sessiz makinalar üretilmeye başlanmıştır. Aynı türe ait iki makinenin 1980 ve 2000 yılı ve üzerinde yapılmış modelleri kıyaslandığında yeni makinelerin daha sessiz çalıştığı görülmektedir. Bu duruma rağmen yeni modellerin gürültü seviyeleri yeterli görülmemektedir. Gürültü maruziyetinin azaltılması için pek çok teorik ve pratik araştırmalar sürdürülmektedir. Günümüzde ağaç işleme makine üreticileri daha az gürültülü makine konstrüksiyonları oluşturmak için üniversitelerle birlikte çalışmalar yapmaktadırlar. Eskiden uzun yılların deneyimi ile elde edilebilen bilgiler, günümüzde üniversite-sanayi işbirliği sayesinde imalatçılara daha verimli çalışma olanağı sağlamaktadır (Çavdar, 2000) . İmalat sektöründe çalışanlar için, gürültü maruziyeti önemli bir mesleki tehlikedir. Gürültü maruziyetinin, çalışanlar üzerindeki olumsuz etkileri dört genel grupta toplanabilir.

- Fiziksel etkiler : Geçici ve sürekli işitme hasarları,
- Fizyolojik etkiler: Vücut aktivitesindeki değişiklikler; kan basıncı artışı, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışlarında ritim bozukluğu, ani refleksler,
- Psikolojik etkiler: Davranış bozuklukları, öfkelenme, sıkılma, genel bitkinlik duygusu,
- Performans etkileri: İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi,

1974 yılında hazırlanan yönetmelik yerine 23.12.2003 tarihli ve 25325 sayılı Resmî Gazete`de yayımlanan Gürültü Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. 2013 yılında ise yeni bir gürültü yönetmeliği oluşturulmuştur. Bu Yönetmelik, 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamındaki işyerlerinde uygulanmaktadır (Hasgür, 1998; Centel, 2000) . Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı, ağaç işleme makinalarında çalışanların gürültü maruziyet seviyelerinin araştırılması ve malzeme, makine ve kesme yüzeyine bağlı ana etkiler ve faktör etkileşimleri istatistiksel olarak araştırılmasıdır.

## 2. BENZER ÇALIŞMALAR

Çeşitli atölye çalışanlarının maruz kaldığı gürültü seviyeleri ulusal ve uluslararası bir çok farklı çalışmada araştırılmıştır. Sönmez ve arkadaşları (2009) Ankara ilinde faaliyet gösteren KOBİ'leri incelemiş, atölye çalışanlarının yüksek seviyede gürültüye maruz kaldığını tespit etmiştir (Sönmez vd., 2009) . Serin ve arkadaşları (2013) ise Kahramanmaraş'taki 450 küçük ölçekli işletmelerin çalışma şartlarını incelemiş, mobilya sektöründe çalışanların makinaların ortalama gürültü düzeyinin 91.27 dB(A) seviyesinde olduğunu tespit etmişlerdir (Serin vd., 2013) . Suudi Arabistan'da bulunan ağaç işleri ve mobilya ve metal sektörlerinde faaliyet gösteren 14 firmada gürültü analizi yapılmış ve her iki sektörde de yüksek seviyede gürültü emisyonu olduğu tespit edilmiştir. Ağaç işleri ve mobilya sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın sekizindeki ortalama gürültü maruziyeti 85 dB(A) seviyesinin üzerindeyken, metal sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın dokuzunda gürültü maruziyeti 85 dB(A) seviyesinin üzerinde çıkmıştır (Noweir vd., 2014) . Yunanistan'ın Thessaly bölgesinde yer alan mobilya fabrikalarında yapılan bir araştırmada ise, 8 saatlik çalışma sonucunda oluşan gürültü maruziyeti ölçülmüş, ölçüm sonucunda 12 farklı iş istasyonunun gürültü risk seviyesi olan 85 dB(A)'in üzerinde olduğu belirtilmiştir. Bu iş istasyonlarının ise şerit testere, CNC freze, kalibre zımpara, çoklu delik delme, pres, dikiş makineleri, daire testere, kenar bantlama ve CNC çoklu kesim makinası olduğu belirtilmiştir (Ntalos ve Papadopolus, 2005) . Vintents ve Laursen tarafından yapılan çalışmada (1993), Danimarka'daki ağaç işleri ve mobilya sanayisinde faaliyet gösteren 200 adet işletmenin gürültü ve toz maruziyetini araştırmış, gürültü maruziyeti 8 saatlik çalışma için 90.50 dB(A), toz emisyonu ise 0.90 mg/m<sup>3</sup> olarak belirtilmiştir (Vintents ve Laursen, 1993) . Guarnaccia ve arkadaşları İtalya'nın Fisciano şehrinde faaliyet gösteren bir mobilya işletmesinin haftalık ve aylık gürültü maruziyet değerlerini araştırmışlar (2013), işletme içerisindeki farklı iş istasyonlarına ait gürültü spektrumları hesaplanmış 85 dB(A) sınırını geçen iş istasyonları belirlenmiştir. Bu iş istasyonlarının, şerit testere, daire testere, zimba makinası ve aspiratör sistemi olduğu belirtilmiştir (Guarnaccia vd., 2013). Kanada'da faaliyet gösteren kereste imalathanelerindeki gürültü maruziyeti ve işitme kayıpları üzerine yapılan bir araştırmada, 18 ay sürecinde 394 gün ölçüm yapılmış, 286 işçi üzerinde ve 61 farklı iş noktasında gürültü maruziyeti ölçülmüş aritmetik ortalaması 91.7 dB(A) ve standart sapması 5.9 dB(A) olan sonuçlar elde edilmiştir (Davies vd., 2008) . Zimbalatti ve arkadaşları (2008), İtalya'nın Calabria bölgesinde faaliyet gösteren ahşap sandalye imalatı esnasında oluşan gürültü maruziyetini araştırmış. Üç farklı

imalathanede 6 farklı iş istasyonunda gürültü maruziyetinin 85 dB(A) ve üzerinde olduğu belirtilmiş bu iş istasyonları ise şerit testere, planya, daire testere, lamba zıvana makinası ve kavela makinası olduğu tespit edilmiştir (Zimbalatti vd., 2008) .

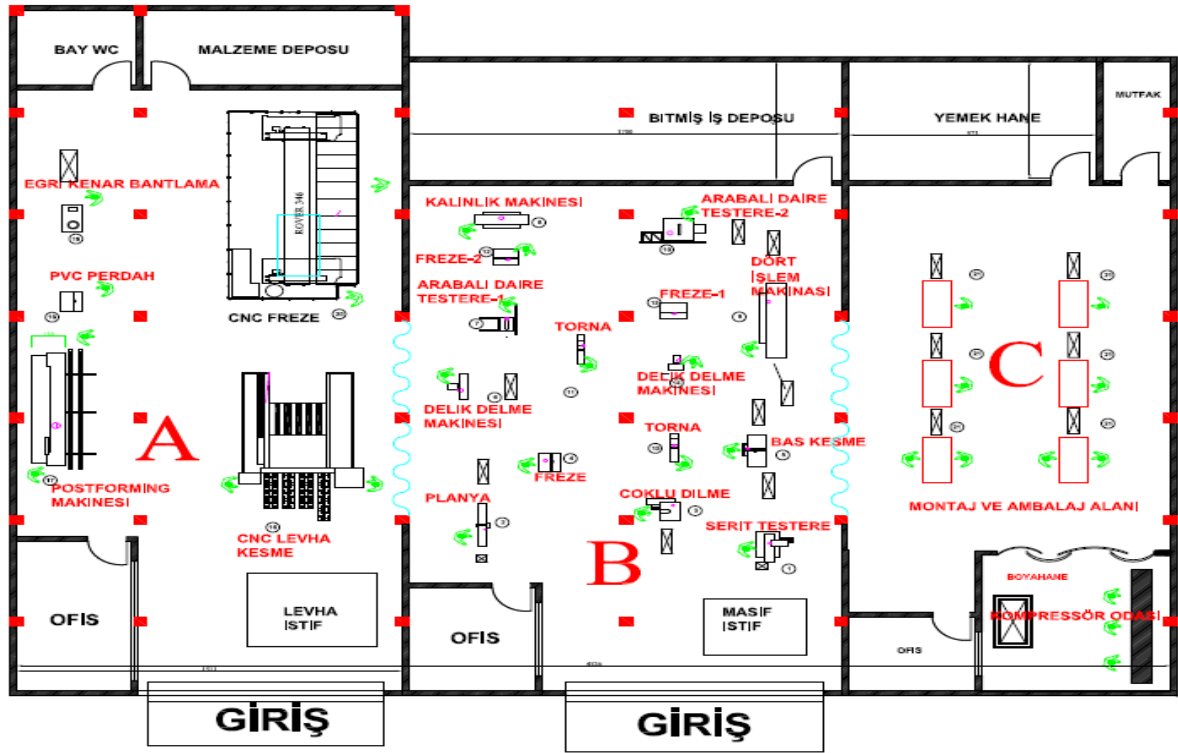
### 3. MATERYAL

Gürültü ölçümü Ankara Siteler bölgesinde faaliyet gösteren orta ölçekli bir işletmede yapılmıştır. Gürültü ölçümü 3 aylık süreçte Nisan, Mayıs ve Haziran aylarını kapsayan üretim yoğunluğunun yüksek olduğu dönemde yapılmıştır. Gürültü maruziyeti 18 mm MDF, 18 mm Suntalam, 12 mm Suntalam, 12 mm MDF, 8 mm suntalam ve 8 mm MDF olmak üzere 6 farklı levha malzeme ve çam ve kayın ağaçlarından elde edilen 2 farklı masif ağaç malzemenin makinelerde işlendiği sırada ölçülmüştür. Her bir farklı malzeme için üç tekrarlı ölçüm yapılmış ve böylelikle farklı özelliklerde malzemelerin gürültü etkileri de incelenmiştir. Her bir iş için 3 defa ölçüm yapılmıştır. İşlem süresinin 5 dakikadan kısa olduğu durumlarda ölçüm, işlem süresi kadar yapılmıştır. Gürültü periyodik olması halinde her ölçüm 3 periyodu kapsayacak şekilde yapılmıştır. Yapılan ölçümün sonuçları arasında üç desibel veya daha fazla fark var ise üç adet ilave ölçüm daha yapılmıştır. Mikrofon, gürültü kaynağına bakacak şekilde, yerden 1.2-1.5 m (işçinin kulak hizasında), duvardan 2 m uzaklıkta, ölçüm yapan kişinin vücudundan 50 cm uzaklıkta tutulmuştur (Foreman, 1990) .



Şekil.1.Extech Instruments HD 600 Gürültü ölçüm cihazı.

Gürültü ölçümleri Şekil 1’de görülen Extech Instruments HD 600 marka ses seviye ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Gürültü maruziyeti ölçümlerinde kesinti yaşanmaması için, cihazın pilleri haftalık olarak yenilenmiştir. Günlük ölçümler yapıldıktan sonra ertesi gün için cihaz kalibre edilmiştir. IEC61672-1 Class-2 standardına uygun, 31.5HZ - 8KHZ frekans aralığında, ölçüm aralığı 30 dB (A)–130 dB (C) olan, 0.5 inç mikrofonu sahiptir. Ölçümler yapılırken atölye içindeki ve çevresindeki yansıtıcı ve yutucu yüzeyler tespit edilmiş ve dikkate alınmıştır. Verilerin istatistiksel analiz ve grafiklerinde SPSS ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır.



Şekil 2. Gürültü ölçümü yapılan işletmeye ait yerleşim planı.

Anakara Siteler bölgesinde birçok atölye 1980'lerde marangozhane ölçülerinde tasarlanmış ve günümüze kadar gelmiştir. 1980'lerde tasarlanan atölyelerin en önemli sorunlarından biri atölye içinde kolonların bulunmasıdır. Bu durum hem çalışanlara hem de imalata olumsuz olarak yansımaktadır. Şekil 2'de yerleşim planı verilen işletme 3 farklı imalat alanının birleşmesi ile oluşmuştur.

Söz konusu imalat alanları A, B ve C şeklinde gösterilmiştir. A, B ve C imalathaneleri arasındaki duvarlar kaldırılmış ve plastik perdeler ayırıcı olacak şekilde birbirinden ayrılmıştır. A bölümünde CNC makineler, B bölümünde tekil makineler ve C bölümünde ise montaj hattı bulunmaktadır. İmalathanede toplamda 21 farklı işlem basamağı ve 32 adet çalışan yer almaktadır. Bu işlem basamakları ve çalışan sayıları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İşletme içindeki imalat noktaları ve işçi sayıları.

İmalat Noktaları	İşçi Sayısı	İmalat Noktaları	İşçi Sayısı	İmalat Noktaları	İşçi Sayısı
Şerit Testere	1	Kalınlık	1	Boyahane	3
Planya	1	Dört-işlem Makinası	1	CNC-Levha K.	2
Çoklu Dilme	1	Daire Testere-2	1	Post- Forming	2
Freze	1	Torna-1	1	PVC Perdah	1
Baş kesme	1	Freze	1	Eğri-kenar Bantlama	2
Delik Açma	1	Bantlı Zımpara	1	CNC Freze	2
Daire Testere-1	1	Delik Açma	1	Montaj Hattı	6

#### 4. UYGULANAN YÖNTEM

Otel mobilyası imalatı yapan ve 1500 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip olan işletmede TS EN 9612 standardına göre (çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirmesi için prensipler) görev tabanlı ölçüm stratejisine (zaman etüdü yapılarak) bağlı kalınarak gürültü ölçümü yapılmıştır. Görev tabanlı ölçüm stratejisinde, her bir görev için en az 5 dk. olmak üzere 3 defa ölçüm yapılmıştır. Görevin süresi 5 dk.'dan kısa olduğu durumda ölçüm, görev süresince sürdürülmüştür. Ancak, ölçülecek gürültünün karakteristiği kararlı ve/veya sürekli belirlenmişse ya da o görevin toplam gürültü maruziyetine katkısı ihmal edilebilir derecede ise her bir ölçümün süresi kısaltılabilir. Yapılan 3 ölçümün sonuçları arasında 3 dB veya daha fazla fark olması durumunda ilave 3 ölçüm daha yapılmıştır. İlk aşamada, 21 adet iş istasyonunda makinelerin dolu ve boş durumdaki ölçümleri yapılmış ve riskli iş istasyonları tespit edilmiştir. İkinci aşamada, riskli iş istasyonları ortam gürültüsünden tecrit edilerek ölçülmüştür. Ortam gürültüsünü tecrit etmek için atölyede imalat olmadığı zaman sürecinde makineler bağımsız çalıştırılıp farklı türlerde ve ölçülerinde malzemeler kullanılmıştır. Üçüncü aşamada ise riskli iş istasyonlarındaki gürültü merkezleri belirlenmiş. Riskli iş istasyonları işletme içindeki gürültü düğüm noktaları olarak isimlendirilmiştir. Riskli olarak gözlemlenen iş istasyonlarında makine, malzeme ve kesme yüzeyine bağlı faktörlerin ana etkileri ve faktör etkileşimleri incelenmiştir. Ölçümlerin makinelerde işlenen panel parçalar 8, 12 ve 18 mm MDF, Suntalam ve Yonga Levha, masif ahşap parçalar ise kavak, çam ve kayın masif malzemedir. Ölçümü yapılan atölyenin makine yerleşim planı ve atölye çalışanlarının makine başında çalışma alanları Şekil 2'de verilmiştir.

#### 4.1 Gürültü ölçümü yapılan iş istasyonlarına ait zaman etüdü sonuçları

Ele alınan 21 iş istasyonunda zaman etüdü yapılmış yüklü ve yüksüz durumda çalışma süreçleri oluşturulmuştur. Zaman etüdü değerleri Tablo 3'de ve Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Yüklü durumdaki imalat sürecine ait çalışma süreleri.

İmalat Süreci	Yüklü S.	İmalat Süreci	Yüklü Süre	İmalat Süreci	Yüklü Süre
Şerit Testere	5 dk	Kalınlık	5 dk	Boyahane	37 dk
Planya	3 dk	Dört-işlem	10 dk	CNC-Levha	10 dk
Çoklu Dilme	3 dk	Daire Testere-2	8 dk	Post-Forming	20 dk
Freze	4 dk	Torna-1	3,4 dk	PVC Perdah	3 dk
Baş kesme	5 dk	Freze	3 dk	Eğri-kenar	1 dk
Delik Açma	3 dk	Bantlı Zımpara	8 dk	CNC Freze	21 dk
Daire Test.-1	9 dk	Delik Açma	6 dk	Montaj Hattı	13 dk

Tablo 3'deki imalat süreçleri incelendiğinde en fazla yüklü sürenin boya yapılırken olduğu görülmekte en az yüklü sürenin ise eğri kenar bantlama makinasında olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.** Yüksüz durumdaki imalat sürecine ait çalışma süreleri.

İmalat Süreci	Yüklü Sr.	İmalat Süreci	Yüklü Süre	İmalat Süreci	Yüklü Süre
Şerit Testere	1 dk	Kalınlık	3 dk	Boyahane	12 dk
Planya	1 dk	Dört-işlem	6 dk	CNC Levha Kesim	2 dk
Çoklu Dilme	4 dk	Daire Testere-	2 dk	Post-Forming	10 dk
Freze	2 dk	Torna-1	1,6 dk	PVC Perdah	1 dk
Baş kesme	1 dk	Freze	4 dk	Eğri-kenar Bnt	2 dk
Delik Açma	5 dk	Bantlı Zımpara	4 dk	CNC Freze	2 dk
Daire Testere 1	2 dk	Delik Açma	2 dk	Montaj Hattı	2 dk

Tablo 4 incelendiğinde en fazla yüksüz sürenin boya yapılırken olduğu, en düşük yüksüz sürenin sırasıyla şerit testere, planya, baş kesme ve PVC perdahlama işlemlerinde olduğu görülmüştür. Gürültü ölçümleri görev tabanlı ölçüm stratejisine göre yapılmış, TS EN ISO 9612 gürültü ölçümü ve raporlama standardına uygun olarak oluşturulmuştur (TSE 2604, 2018; TSE 9612, 2018) .

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Gürültü maruziyeti ölçümlerine başlamadan önce, makine başında çalışan işçilerin demografik verilerini öğrenmek için ve işletme içindeki ortam gürültüsünün etkilerini belirlemek için birebir görüşmeler yapılarak aşağıdaki sorular sorulmuştur.

- Basınçlı hava tabancası kullanıyor musunuz?
- Çalışma esnasında çekiç kullanıyor musunuz?
- Çalıştığınız makinalarda kuvvetli çarpmaların gürültüsüne maruz kalıyor musunuz?
- Çalıştığınız atölyeden gürültü transfer aracı geçiyor mu? (Forklift, vinç, transpalet)
- Makine ayarı yaparken yüksek gürültü oluşuyor mu?
- Komşu atölyelerde oluşan gürültüye maruz kalıyor musunuz?
- Daha önce çalıştığınız kurumlarda gürültü maruziyetinden dolayı işitme rahatsızlığı yaşadınız mı?
- Daha önce çalıştığınız kurumlarda gürültü maruziyetinden dolayı duyma kaybı yaşadınız mı?
- Çalışma esnasında oluşan gürültüye karşı alışkanlık hissediyor musunuz?

Yukarıda verilen sorular, iş sağlığı iş güvenliği uzmanı ile birlikte hazırlanmış ve sorulardan evet veya hayır cevapları alınmıştır.

### 5.1. Çalışanlara yapılan anket sonuçları

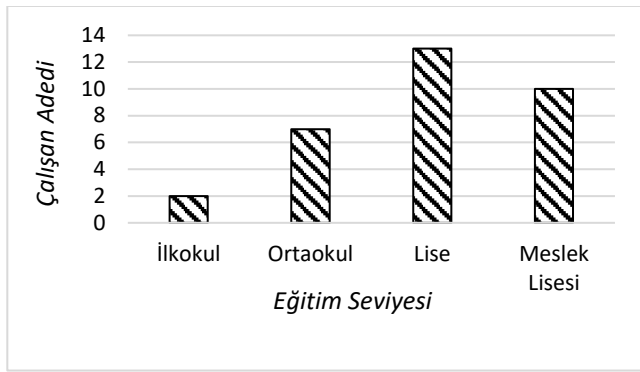
Çalışanların demografik özelliklerine ait bilgiler frekans analizi ile Tablo 5'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Çalışanların demografik özellikleri.

	Demografik Özellikler	Çalışan Sayısı	Frekans
Cinsiyet	Kadın	0	0
	Erkek	32	100
Yaş Aralığı	18-25	5	15.6
	26-35	11	34.4
	36-45	8	25
	> 46	8	25
Eğitim Durumu	İlkokul	2	6.2
	Ortaokul	7	21.9
	Mes. Lis.*	13	40.7
	MYO*	10	31.2

Mes.Lis.\* Meslek Lisesi, MYO\* Meslek Yüksekokulu

Yaş ile eğitim seviyesi ilişkisi genel olarak ters orantılı çıkmaktadır. Mobilya imalatında çalışanların yaşları ilerledikçe eğitim seviyelerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Eğitim seviyesindeki farklılık imalathanedeki gürültü eğitimini olumsuz yönde etkilemiştir. Yaşlı çalışanlar gürültü maruziyetinin etkilerini önemsemeden günlük çalışma düzenine devam etmek istemişler genç çalışanlar ise daha duyarlı davranmışlardır. Çalışanların eğitim seviyelerine ilişkin değerler Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışanların Eğitim Seviyesi.

İşletme içerisindeki 21 iş istasyonunda çalışanlara ait detaylı bilgi Tablo 2’de verilmiştir. Çalışanlara yapılan ankette yaş aralıklarına ve eğitim seviyelerine ait değerler Tablo 5’de verilmiştir. Yaş ve eğitim seviyesine ait ikil etkileşim ise Şekil 3’de verilmiştir. Çalışanlar gürültünün işin bir parçası olduğu ve bu durumun normal bir durum olduğu konusunda görüş belirtmişlerdir. Gürültü ölçüm değerlerine göre 8 adet iş noktasında (Şerit testere, Freze-1, Freze-2, Arabalı daire testere-1, Post-Forming makinası, PVC perdah makinası, CNC freze ve CNC levha kesim) kararlı gürültü olduğu tespit edilmiştir. İşletme içinde çalışan 32 adet işçinin anket sorularına verdiği cevaplar incelendiğinde, %68,75’i imalat esnasında basınçlı hava tabancasının gürültüsünü hissettiğini, %78,13’ü imalat esnasında çekiç gürültüsü duyduğunu, % 50 ‘si gürültülü çarpmalar duyduğunu, % 59,38’i imalat alanından transfer aracı geçerken gürültü oluştuğunu, %12,50’si makine ayarı yapılırken gürültü oluştuğunu, %65,63’ü komşu çalışma alanlarında gürültü olduğunu, %15,63’ü gürültüye bağlı mesleki rahatsızlık geçirdiğini, %9,37’si duyma kaybı yaşadığını ve %71,87’si çalışma esnasında kullandığı makinenin oluşturduğu gürültüye alıştığını belirtmiştir. Çalışanların yorumları incelendiğinde imalat esnasında oluşan gürültünün çekiç ve havalı tabanca gibi ani gürültü kaynaklarından geldiği görülmektedir. Bu durum sadece makinaların gürültü kaynağı olmadıklarını göstermektedir.

## 5.2. İmalat esnasında ölçülen gürültü değerleri

32 işçinin çalışmış olduğu mobilya atölyesinde günlük 10 saat çalışma yapılmakta, haftada 6 gün çalışılmaktadır. Sipariş yöntemi ile üretim yapan işletmede mobilya ve lambri üretimi yapılmaktadır. İşletmede kullanılan levhalarda kalınlık farkı ve ürün kusuru bulunmamakta masif ağaç türleri 1. sınıf budaksız keresteden elde edilmektedir. İşletme içinde kullanılan panel malzemeler 18 mm MDF, 18 mm Suntalam, 18 mm Yonga levhadır. Masif malzemeler ise çam, kavak ve kayın masiftir. Ölçümler üç tekrarlı olmak üzere panel işleme makinalarında sadece 18 mm MDF işlenirken yapılmış ve kalınlık ve malzeme sabit tutulmuştur. Masif işleme makinalarında ise sadece kayın masif malzeme işlenirken yapılmıştır. Mobilya işlem sürecinde levhaların ebatlanması, delik açılması, desen oluşturulması ve kenar bantlama işlemleri yer almaktadır.

Tablo 6. İşlem basamaklarının yüklü durumda oluşan gürültü maruziyet değerleri.

Ölçüm Yapılan Bölüm	Leq dB (A)	Görev süresi Saat/ Gün	Görevin-Kişisel Maruziyete Katkısı LEX h,m	Kişisel Maruziyet [Lex, 8 saat dB (A)	P <sub>peak</sub> dB (C)
Şerit Testere	98.7	8	% 100	98.7	102.6
Planya	91.6	6	% 75	68.7	104.6
Çoklu Dilme	105.3	5.5	% 68,75	72.3	107.8
Freze-1	97.2	7.5	% 93,75	91.1	99.5
Baş Kesme	101.4	5.5	% 68,75	69.7	102.4
DelikDelme-1	87.3	6.4	% 80	66.9	92.3
ArabalıDaire-1	91.4	8	% 100	91.4	93.6
Kalınlık Mak.	103.4	6	% 75	77.5	105.5
Dörtişlem Mak.	102.4	6.5	% 81,25	83.2	107.5

Tablo 6 (Devam). İşlem basamaklarının yüklü durumda oluşan gürültü maruziyet

Arabalı Daire-2	83.3	8	% 100	83.3	93.6
-----------------	------	---	-------	------	------



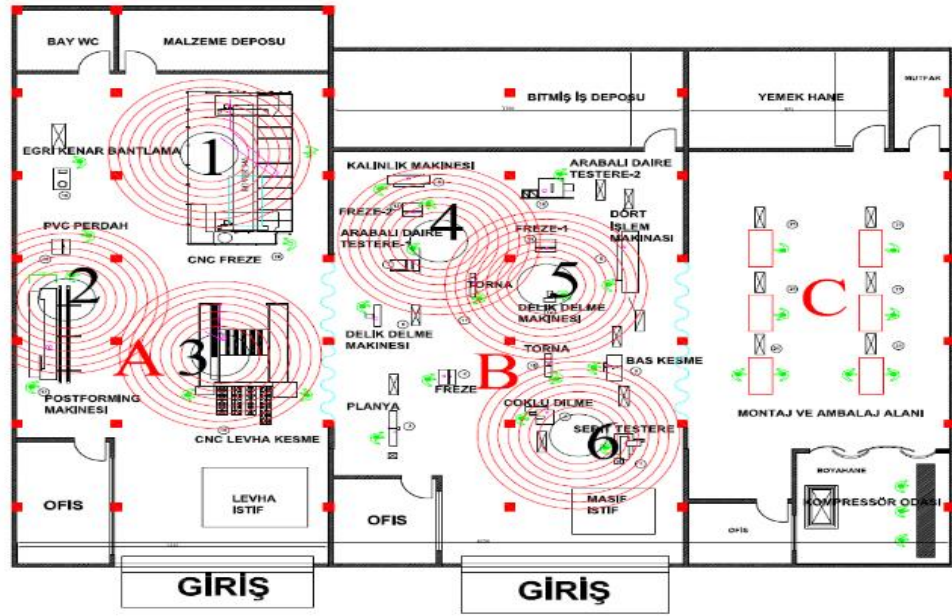
Torna	93.2	3	% 37,5	34.9	95.1
Freze-2	91.4	8	% 100	91.4	93.5
Bantlı Zımpara	88.4	6	% 75	66.3	89.9
DelikDelme-2	76.2	4	% 50	38.1	79.9
CNC-Levha Kesim	92.6	8	% 100	92.6	95.9
Post-Forming Mak.	94.5	8	% 100	94.5	103.5
PVC-Perdah Mak.	96.6	8	% 100	96.6	104.5
Eğri Kenar Bant.	67.7	2	% 25	16.9	71.2
CNC Freze	1074	8	% 100	107	109.4
Boyahane	1033	2	%25	25.8	105.6
Montaj Hattı	75.3	8	% 100	75.3	87.6

Tablo 6'daki veriler incelendiğinde, şerit testere, freze-1, freze-2, delik delme, arabalı daire testere-1, post-forming makinası, PVC perdah makinası, CNC freze ve CNC Levha kesme makinalarında kişisel gürültü maruziyet değerinin iş sağlığı ve iş güvenliğini olumsuz etkileyebilecek derecede [Lex 8 saat 85 dB(A)] olduğu görülmektedir. Gürültü ölçümleri yapılırken sadece panel hattında 18 mm MDF işlenmesi durumu, masif hattında ise kayın masif işlenmesi durumu göz önüne alınmış ve ölçümler yapılmıştır. Öncelikli olarak iş veren riskli iş istasyonlarına ait kişisel gürültü maruziyet değerleri hakkında bilgilendirilmiş daha sonra iş yerinde yüksek maruziyet bölgelerinde çalışanların kulaklık tıkaçı ve kulaklık kullanmaları zorunlu hale getirilmiştir. İş yerindeki duvarlara kulak koruyucu tak levhaları asılmıştır. Riskli bölgelerde çalışanlardan duyma rahatsızlığı çeken iki işçi atölye içinde başka bölgelerde çalışan işçilerle yer değiştirmiştir. İşletme içinde 6 farklı noktada ve 8 farklı makinede gürültü kaynaklarının büyüklüğüne bağlı olarak düğüm noktaları oluşmuştur. İşletme içindeki gürültü düğüm noktaları Tablo 7'de ve Şekil 4'de verilmiştir.

**Tablo 7.** İşletme içindeki gürültü düğüm noktaları ve iş istasyonları.

Düğüm Noktası	Faaliyet Gösteren Makineler	İşlenen Malzeme
1.Düğüm N.	CNC Freze	18mm MDF
2.Düğüm N.	Post-Forming PVC Perdah	18mm Suntalam
3.Düğüm N.	CNC Levha Kesim	18mm Suntalam
4.Düğüm N.	Arabalı Daire Testere-1, Freze -2	Kayın,Çam,Kavak
5.Düğüm N.	Freze-1	Kayın,Çam,Kavak
6.Düğüm N.	Şerit Testere	Kayın Kavak Çam

Noktalardan üç adedi CNC makinaların bulunduğu A atölyesinde, 3 adedi tekil makinaların bulunduğu B atölyesinde yer almaktadır. A atölyesindeki makineler CNC destekli olduklarından dolayı yüksek devire sahip olan ve kesme ve ilerleme hızı da yüksek olan elmas bıçaklar kullanarak imalat yapmaktadırlar bu yüzden A atölyesindeki desibel değeri diğer atölye kısımlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Altı farklı gürültü düğüm noktaları Şekil 4'de kırmızı olarak resmedilmiştir.



Şekil 4. İşletme içindeki 6 farklı gürültü düşüm noktası.

### 5.3. Makinaların bireysel olarak çalışması halinde oluşan gürültü değerleri

Makinalara ve iş istasyonlarına sürekli parça yükleme durumu olmadığı için mesai saatlerinde makinaların dolu olmadığı durumda çalışanların gürültü maruziyetinin ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerin amacı; çalışanlar komşu iş istasyonlarından ne kadar gürültüye maruz kalmaktadır ve gürültü maruziyetinin sebebi makine mi, iş mi, iş istasyonu mu, işlenen parçalar mı sorularının cevabını bulmaktır. Makinaların dolu olmadığı durumda yapılan gürültü ölçümleri Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** İşlem basamaklarının bireysel çalışmaları durumdaki gürültü maruziyet değerleri.

Ölçüm Yapılan Bölüm	Leq dB (A)	Görev süresi Saat/ Gün	Görevin-Kişisel Maruziyete Katkısı LEX 8h,m	Kişisel Maruziyet [Lex, 8 saat dB (A)	P <sub>peak</sub> dB (C)
Serit Testere	83.2	8	% 100	83.2	94.9
Planya	87.4	6	% 75	65.5	98.,1
Çoklu Dilme	99.7	5.5	% 68,75	68.5	101
Freze-1	90.5	7.5	% 93,75	84.8	89.6
Baş Kesme	93.6	5.5	% 68,75	64.3	90.4
Delik Delme-1	78.5	6.4	% 80	62.8	80.9
Arabalı Daire-1 Tes.-1	82.8	8	% 100	82.8	81.2
Kalınlık M.	94.9	6	% 75	71.1	93.9
Weining	97.2	6.5	% 81,25	78.9	97
Ar.Daire Tes.-2	82.2	8	% 100	82.2	81.7
Torna	87.3	3	% 37,5	32.7	81
Freze-2	83.1	8	% 100	83.1	84
Bantlı Zımpara	79.7	6	% 75	59.7	77
Delik Delme-2	66.4	4	% 50	33.2	65
CNC Levha-Kes.	85.1	8	% 100	85.1	89.3

**Tablo 8 (Devam)** İşlem basamaklarının bireysel çalışmaları durumdaki

Post-Forming M.	89.3	8	% 100	89.3	90.1
PVC Perdah M.	91.4	8	% 100	91.4	97
Eğri Kenar B.	81.9	2	% 25	20.4	94.1
CNC Freze	60.8	8	% 100	60.8	77.6
Boyahane	92.3	2	% 25	23.3	96.7
Montaj Matk.	67.5	8	% 100	67.5	84.6

Tablo 8 incelendiğinde, CNC levha kesme makinası, post-forming makinası ve PVC perdah makinasında iş sağlığı ve güvenliğini tehdit eden değerlerin olduğu görülmüştür. Bu durum iki şekilde açıklanabilir.

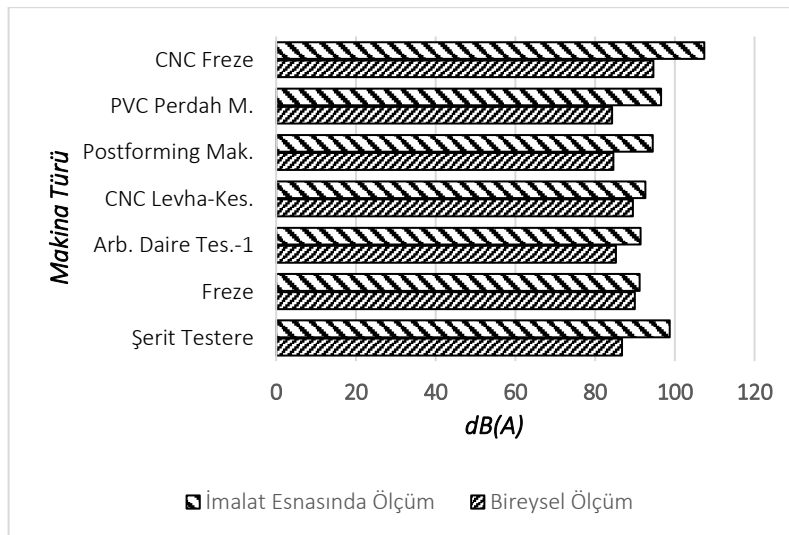
- a- CNC makinelerin tekil makinelere kıyasla daha fazla gürültü üretmesi,
- b- CNC makinaların bulunduğu A atölyesindeki yerleşim planının ve atölye mimarisinin gürültü oluşumuna sebebiyet vermesi olarak açıklanabilir.

Atölye mimarisi daha öncede belirtildiği gibi tekil makinalar düşünülerek planlandığı için CNC makinaların yerleştirilmesi iç mekanda gürültü ve titreşimin artmasına sebep olmaktadır. Tablo 8'deki dB(A) değerlerinin Tablo 6'daki dB(A) değerlerine kıyasla daha az olduğu görülmektedir. Bunun sebebi işletme içindeki diğer iş merkezlerinin faal olmaması olarak açıklanabilir. Bu çalışmanın amacı hem gürültü seviyelerini belirlemek hem de çalışanların bireysel gürültü maruziyet seviyelerini düşürmek olduğu için konu hakkında işverenle görüşmeler yapılmış gürültüyü engelleyici tedbirler geliştirilmiştir. Bu tedbirler kulaklık kullanılması ve 6 adet düğüm noktasının bulunduğu tavan, kolon ve duvarlara ses emici yüzeyler oluşturması tavsiye edilmiştir. Ses emici akustik yüzeyler Şekil 5'de gösterilmektedir.



**Şekil 5.** Atölye içi akustik panel yerleşimi

İşletmede imalat yapılmayan tatil gününde Tablo 8'de verilen 7 farklı iş istasyonu birbirinden bağımsız olarak çalıştırılmış ve imalat sürecindeki işlemler tekrar edilmiştir. Bu şekilde gürültünün makinadan mı, yoksa komşu iş istasyonlarından mı geldiği anlaşılmıştır.



**Şekil 6.** İmalat esnasında oluşan gürültü ve bireysel gürültünün karşılaştırılması

Şekil 6’da riskli iş istasyonlarındaki gürültü emisyonunun sadece iş istasyonundan gelmediği ortam gürültüsünün de etkili olduğu gözlemlenmektedir.

#### 5.4. Riskli iş istasyonlarındaki işleme ve malzeme özelliklerinin gürültü seviyesine etkileri

Literatür incelendiğinde ağaç türü, kesme derinliği ve malzeme genişliğinin gürültü emisyonu üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Gören, 2015) . Bu durumun işletme içindeki gürültü emisyonu yüksek olan makinelere nasıl yansıdığını anlamak amacıyla farklı türde malzemeler kullanılarak gürültü emisyon ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, Tablo 6’daki gürültü riski olan makineler ikiye ayrılmış. İlk etapta masif malzeme işlenen makineler, şerit testere, freze ve arabalı daire testere incelenmiş daha sonra panel işleyen makineler CNC levha kesme makinası, post-forming hattı ve CNC freze makinası incelenmiştir. Farklı malzemelere göre desibel değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** Riskli iş istasyonlarında farklı malzeme türlerine göre ortalama ölçüm değerleri

Malzeme Türü	Şerit Testere	Freze*	Daire Testere	CNC Levha Kesim	Post-Forming Hattı	PVC Perdah Mak.	CNC Freze
8 mm YL	****	****	****	84.6	80.3	80.8	90.7
12 mm YL	****	****	****	86.1	81.8	82.2	92.8
18 mm YL	****	****	****	86.8	84.1	83.8	95.8
8 mm SL	****	****	****	79.5	78.4	81.8	91.0
12 mm SL	****	****	****	81.4	80.1	83.6	92.6
18 mm SL	****	****	****	84.1	82.7	85.0	96.6
8 mm MDF	****	****	****	88.3	79.2	82.6	92.3
12 mm MDF	****	****	****	91.2	81.0	84.7	95.3
18 mm MDF	****	****	****	95.9	83.7	87.3	98.8
Kavak Masif	75.9	77.9	76.1	****	****	****	****
Çam Masif	81.2	84.7	78.2	****	****	****	****
Kayın Masif	83.4	84.5	90.5	****	****	****	****

YL\* Yonga Levha, Freze -1 ve Freze -2 aynı makine olduğu için sadece freze olarak ele alınmıştır.

Tablo 9’daki Gruplar arasında ki farklılıkların belirlenmesi amacıyla varyans analizi (F testi) yapılmıştır. Bu analize bağlı olarak etkinin varlığı durumunda, etkileşimin olduğu tekli değişkende grup içinde ya da etkileşimin olduğu çoklu değişkenlerde gruplar arası olarak, ortalamaları, pozisyonlarını da dikkate alarak büyüklük sırasına göre karşılaştırmak için "Duncan çoklu aralık testi" tercih edilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır. Masif imalatında kullanılan makineler ile masif malzeme arasında (çam, kavak ve kayın) farklı değişkenlere bağlı olarak verilen gürültü seviyelerine göre makine türü, ağaç türü ve kesme derinliği değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10.**Farklı makinalarda masif malzemenin işlenmesine ait varyans analizi sonuçları.

Değişkenler	Kareler Toplamı	Ser.Der.	F Değ.	Hata Sev.
Makine Türü	114.83	2	9.15	0.00
Malzeme Türü	2031.02	2	161.90	0.00
Kesme Derinliği	2529.62	2	201.65	0.00
Makine Türü x Malzeme Türü	677.88	4	27.02	0.01
Makine Türü x Kesme Derinliği	253.94	4	10.12	0.02
Malzeme Türü x Kesme Derinliği	324.31	4	12.92	0.00
Makine Tr. xMalzeme Tr.xKesme D.	112.08	8	0.80	0.60

Tablo 10 incelendiğinde, makine türü, malzeme türü, kesme derinliği faktörlerin ana etkileri ve (makine türü x malzeme türü), (makine türü x kesme derinliği) ve (malzeme x kesme derinliği) grup etkileşimleri gürültü seviyeleri üzerinde etkilidir ( $p<0.05$ ). Makine türü x malzeme türü x kesme derinliği üçlü grup etkileşimi ise gürültü seviyeleri üzerinde etkili değildir ( $p>0.05$ ). Etkili olan değişkenlerin ve ikili etkileşimlerin Duncan çoklu aralık testi yapılmış ve değişken türüne göre sonuçlar aşağıda verilmiştir. Makine türüne bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

**Tablo 11.**Farklı makine türlerine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.

Makine Türü	Gürültü Seviyesi	Homojenlik Grubu
Şerit Testere	80.20 dB(A)	A
Daire Testere	81.62 dB(A)	B
Freze	82.43 dB(A)	B

Tablo 11 incelendiğinde, şerit testere ile daire testere ve freze farklı gruplarda, daire testere ve freze ise aynı grup aralığında bulunmaktadır. Daire testere ve freze yatay dairesel hareket yaparken şerit testere dikey doğrusal kesim yaptığı için ağaç malzemenin kesilmesi esnasında farklı grup aralıklarında gürültü seviyeleri oluşmuştur. Ağaç türüne bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

**Tablo 12.**Farklı malzeme türlerine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.

Ağaç Türü	Gürültü Seviyesi	Homojenlik Grubu
Kavak	76.67 dB(A)	A
Çam	81.42 dB(A)	B
Kayın	86.17 dB(A)	C

Tablo 12 incelendiğinde, ağaç malzemenin yoğunluğuna bağlı olarak kavak, çam ve kayın ağaçlarının makinelerde işlenmesi halinde farklı grup değerlerinde oldukları görülmektedir. Ağaç malzemenin yoğunluğu arttıkça daha yüksek gürültü oluşturduğu görülmektedir. Kesme derinliğine bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

**Tablo 13.**Farklı kesme derinliklerine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.

Kesme Derinliği	Gürültü Seviyesi	Homojenlik Grubu
1 mm	75.82 dB(A)	A
2 mm	82.08 dB(A)	B
3 mm	86.36 dB(A)	C

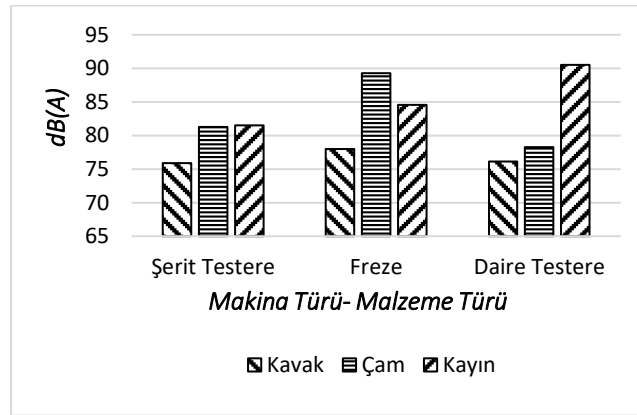
Tablo 13 incelendiğinde, kesme derinliklerine bağlı farklı grupların oluştuğu görülmektedir. Ağaç malzemenin kesilmesi esnasında bıçakla temas yüzeyi arttıkça titreşim artmakta ve gürültü seviyesi yükselmektedir. Bu durum bıçakların çarpma yüzeylerinin de artmasıyla açıklanabilir. Sonuç olarak ağaç malzemenin kesilen yüzeyine bağlı olarak yüksek gürültünün oluştuğu görülmektedir. Makine türü x malzeme türü ikili etkileşimine bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 14’de verilmiştir.

**Tablo 14.** Makine türü x malzeme türü gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.

Malzeme Türü	Makine Türü		
	Şerit dB(A)-HG*	Freze dB(A)-HG*	Daire Testere dB(A)-HG*
Kavak	75.90-A	77.99-B	76.11-A
Çam	81.26-C	89.29-E	78.25-B
Kayın	81.50-C	84.55-D	90.52-E

HG\* Homojenlik Grubu

Tablo 14 incelendiğinde, ağaç malzeme ile makinelerin ortak etkileşimi görülmektedir. En düşük ses emisyonu daire testerede kavak masif ağaç malzeme kesilirken oluşmakta, en yüksek gürültü emisyonu ise daire testerede kayın masif ağaç malzeme kesilirken oluşmaktadır.



**Şekil 7.** Makina türü ve malzeme türü etkileşimi.

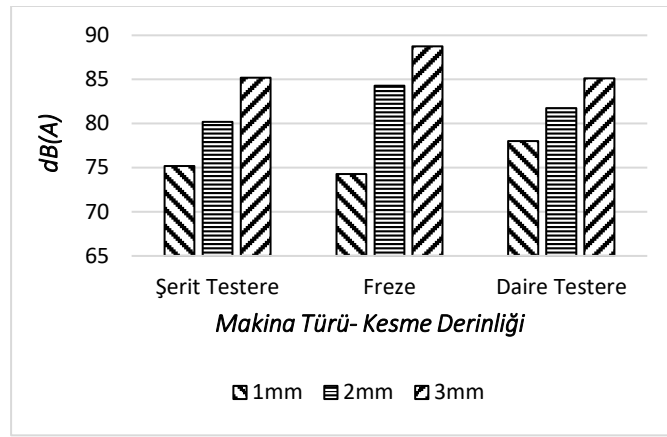
Makine türü ve malzeme türü grup etkileşimine ait grafik Şekil 7’de verilmiştir. Makine türü x kesme derinliği ikili etkileşimine bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

**Tablo 15.** Makine türü x kesme derinliği gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Kesme Derinliği	Makine Türü		
	Şerit Testere dB(A)-HG*	Freze dB(A)-HG*	Daire Testere dB(A)-HG*
1 mm	75.19-A	74.27-A	78.00-B
2 mm	80.21-C	84.28-D	81.76-C
3 mm	85.21-D	88.75-E	85.12-D

HG\* Homojenlik Grubu

Tablo 15 incelendiğinde, kesme derinliği ile makine türü arasındaki ikili etkileşim görülmektedir. Şerit testere ve frezede 1 mm kesme derinliği aynı grupta yer alırken, daire testerede 1 mm kesme derinliği farklı grupta yer almıştır. 3mm kesme derinlikleri ise bütün makinelerde aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 8. Makina türü ve kesme derinliği etkileşimi

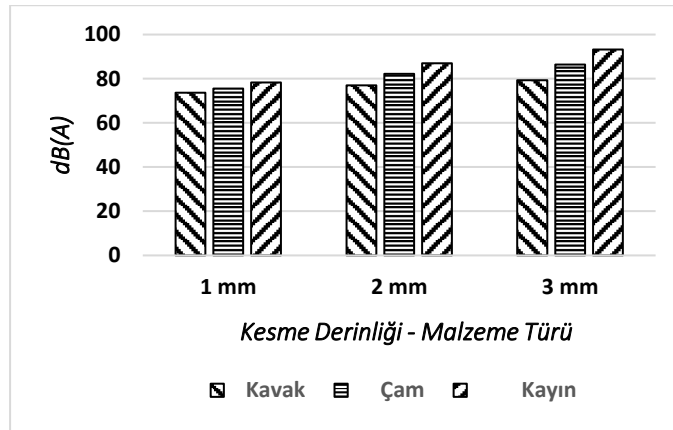
Makine türü ve kesme derinliği grup etkileşimine ait grafik Şekil 8’de verilmiştir. Malzeme türü x kesme derinliği ikili etkileşimine bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Malzeme türü x kesme derinliği gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Kesme Derinliği	Malzeme Türü		
	Kavak dB(A)-HG*	Çam dB(A)-HG*	Kayın dB(A)-HG*
1 mm	73.61-A	75.56-B	78.28-D
2 mm	77.03-B	82.26-E	86.96-F
3 mm	79.36-D	86.46-F	93.26-G

HG\* Homojenlik Grubu

Tablo 16 incelendiğinde, kesme derinliği ile malzeme türü arasındaki iki etkileşim görülmektedir. En düşük gürültü emisyonu 1 mm kesimle kavak ağacında olurken en yüksek gürültü emisyonu 3 mm kayın ağacında olmaktadır. Makine türü ve kesme derinliği grup etkileşimine ait grafik Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Kesme derinliği ve malzeme türü etkileşimi.

Yapay levhaların (yonga levha, suntalam, MDF) işlenmesinde kullanılan makineler ile yapay levhalar arasında farklı değişkenlere bağlı olarak verilen gürültü seviyelerine göre makine türü, levha türü ve malzeme kalınlığı değişkenlerinin tekli veya grup etkileşimli olarak gürültü seviyesi üzerinde etkili olup olmadığının belirlenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

**Tablo 17.** Farklı makinalarda masif malzemenin işlenmesine ait varyans analizi sonuçları.

Değişkenler	Kareler Toplamı	Ser.Der.	F Değ.	Hata Sev.
Makine Türü	4141.62	3	589.69	.000
Malzeme Türü	416.57	2	88.97	.000
Levha Kalınlığı	638.96	2	136.46	.000
Makine Türü x Malzeme Türü	483.18	6	34.39	.000
Makine Türü x Levha Kalınlığı	20.19	6	1.43	.204
Malzeme Türü x Levha Kalınlığı	28.59	4	3.05	.019
Makine Türü x Malzeme Türü x Levha Kalınlığı	20.67	12	0.73	.714

Tablo 17 incelendiğinde, makine türü, malzeme türü, levha kalınlığı faktörlerin ana etkileri ve (makine türü x malzeme türü), (malzeme türü x levha kalınlığı) ikili grup etkileşimleri gürültü seviyeleri üzerinde etkilidir ( $p < 0.05$ ). Makine türü x levha kalınlığı ikili grup etkileşimi ve makine türü x malzeme türü x levha kalınlığı üçlü grup etkileşimi ise gürültü seviyeleri üzerinde etkili değildir ( $p > 0.05$ ). Etkili olan değişkenlerin ve ikili etkileşimlerin Duncan çoklu aralık testi yapılmış ve değişken türüne göre sonuçlar aşağıda verilmiştir. Makine türüne bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

**Tablo 18.** Farklı makine türlerine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.

Makine Türü	Gürültü Seviyesi	Homojenlik Grubu
Post-Forming Makinası	81.28 dB(A)	A
PVC Perdah Makinası	83.56 dB(A)	B
CNC Levha K.	86.46 dB(A)	C
CNC Freze	94.00 dB(A)	D

Tablo 18 incelendiğinde, post-forming makinası, PVC perdelama makinası, CNC levha kesim makinası ve CNC freze farklı gruplarda gürültü emisyonu oluşturmaktadır. Malzeme türüne bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

**Tablo 19.** Farklı malzeme türlerine göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları.

Levha Türü	Gürültü Seviyesi	Homojenlik Grubu
Suntalam	84.75 dB(A)	A
Yonga Levha	85.85 dB(A)	B
MDF	88.38 dB(A)	C

Tablo 19 incelendiğinde, levhaların yoğunluğuna bağlı olarak suntalam, yonga levha ve MDF’nin makinelerde işlenmesi halinde farklı grup değerlerinde oldukları görülmektedir. Levhaların yoğunluğu arttıkça daha yüksek gürültü oluşturduğu görülmektedir. Levha kalınlığına bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

**Tablo 20.** Farklı levha kalınlıklarına göre gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Levha Kalınlığı	Gürültü Seviyesi	Homojenlik Grubu
8 mm	84.15 dB(A)	A
12 mm	86.09 dB(A)	B
18 mm	88.74 dB(A)	C

Tablo 20 incelendiğinde, levhaların kalınlığına bağlı olarak 8 mm, 12 mm ve 18 mm kalınlıklarda levhaların makinelerde işlenmesi halinde farklı grup değerlerinde oldukları görülmektedir. Levhaların kalınlığı arttıkça, titreşim artmakta ve daha yüksek gürültü emisyonunun olduğu görülmektedir. Makine türü x malzeme türü ikili etkileşimine ait Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

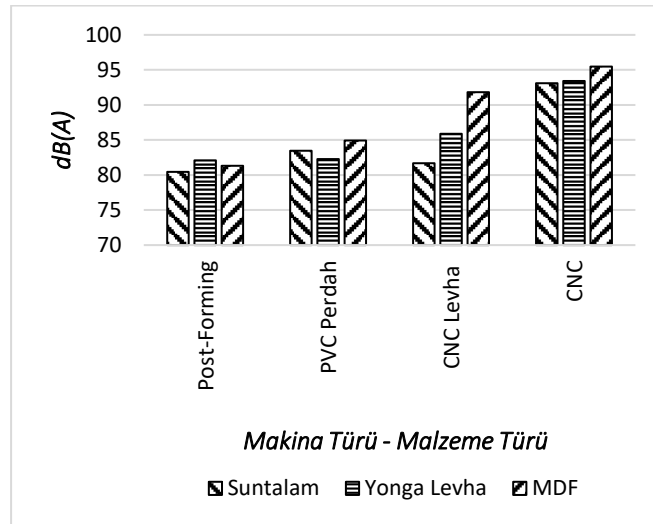


**Tablo 21.** Makine türü x malzeme türü gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Malzeme Türü	Makine Türü			
	Post-Forming dB(A)-HG*	PVC Perdah dB(A)-HG*	CNC L. Kesim dB(A)-HG*	CNC Freze dB(A)-HG*
Suntalam	80.46-A	83.48-C	81.69-B	93.12-F
Yonga Levha	82.11-B	82.28-B	85.89-D	93.41-F
MDF	81.32-B	84.91-D	91.82-E	95.48-G

HG\* Homojenlik Grubu

Tablo 21 incelendiğinde, levha türleri ile makinelerin ortak etkileşimi görülmektedir. En düşük gürültü emisyonu post-forming makinasında yonga levha işlenirken oluşmakta, en yüksek gürültü emisyonu ise CNC frezede MDF işlenirken oluşmaktadır. Makine türü ve malzeme türü grup etkileşimine ait grafik Şekil 10’da verilmiştir.



**Şekil 10.** Makine türü ve malzeme türü etkileşimi

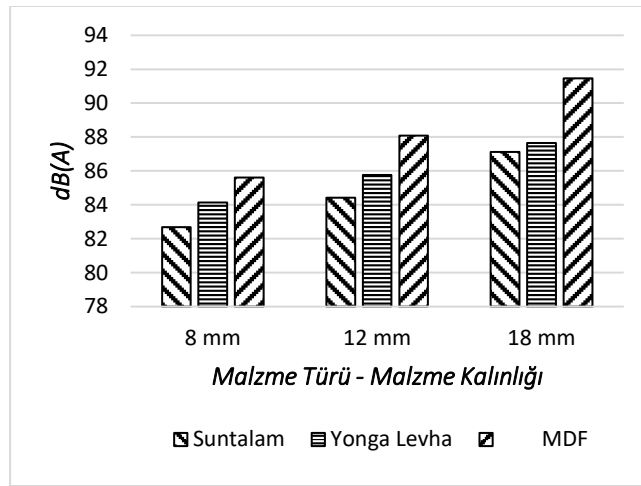
Malzeme türü x levha kalınlığı ikili etkileşimine bağlı Duncan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

**Tablo 22.** Malzeme türü x levha kalınlığı gürültü seviyeleri ve homojenlik grupları

Levha Kalınlığı	Malzeme Türü		
	Suntalam dB(A)-HG*	Yonga Levha dB(A)-HG*	MDF dB(A)-HG*
8 mm	82.69-A	84.14-B	85.61-C
12 mm	84.43-B	85.76-C	88.08-D
18 mm	87.13-D	87.65-D	91.46-E

HG\* Homojenlik Grubu

Tablo 22 incelendiğinde, levha türleri ile levha kalınlığına ait ortak etkileşim görülmektedir. En düşük gürültü emisyonu 8 mm suntalam işlenirken oluşmakta, en yüksek gürültü emisyonu ise 18 mm MDF işlenirken oluşmaktadır. Malzeme türü ve malzeme kalınlığı grup etkileşimine ait grafik Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Malzeme türü ve malzeme kalınlığı etkileşimi

Genel olarak veriler incelendiğinde malzeme yoğunluğu arttıkça dB(A) değerleri arttığı görülmüştür. Komşu iş istasyonlarının, imalat esnasında farklı yüzde değerlerde gürültü maruziyeti oluşturduğu gözlemlenmiştir. Sırasıyla, şerit testerede %12, frezede %1, arabalı daire testerede %6, CNC levha kesimde %3, Post-forming makinasında %10, PVC perdah makinasında %13 ve CNC frezede %12 imalat gürültüsü oluşmuştur.

## 6. TARTIŞMA

Gürültü maruziyet düzeylerinin araştırılması işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmaların sonuçları yukarıda belirtilmiştir, çalışmamızda bulunan sonuçlar literatürdeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Daha önce yapılan araştırmalarda sadece gürültü emisyonları düzeyleri araştırılmış, araştırmamızda ise iş etüdü yapılarak iş istasyonlarındaki düğüm noktaları belirlenmiş farklı malzeme türü ve kesme yüzeyine göre gürültü emisyonu düzeyleri ölçülerek önlemler geliştirilmiştir. Sonuçlar genel anlamda değerlendirildiğinde, levha esaslı malzemelerde kesme duvarlarına artıktıkça makine ve malzeme arasındaki sürtünme yüzeyi arttığı için levhaları oluşturan ahşap yongaların hücre derinliği arttığı için malzeme yüzeyine temas eden kesicilerin çarpıtığı lignin ve selüloz yüzeyler artacağından dolayı gürültü artışı yaşanmaktadır. CNC makinelerde kesiciler manuel makinelere kıyasla daha yüksek devirlerde döndüğü için çarpma sayısı daha fazla olmakta bu yüzden CNC makinelerde gürültü maruziyeti daha fazla olmaktadır. Yapılan istatistikler yoğunluğu çok olan malzemenin daha fazla gürültü oluşturduğunu göstermektedir, masif malzemelerde sırasıyla gürültü artışı kavak masif, çam masif ve kayın masif olarak tespit edilmiş, levha esaslı malzemelerde ise gürültü artışı suntalam, yonga levha ve MDF olarak tespit edilmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde hem masif hem de levha esaslı malzemelerde makine türü ve malzeme türünün gürültüyü etkilediği görülmektedir. Gelecek çalışmalarda, makine maruziyet değerlerine bağlı olarak gürültü emisyonu seviyelerine göre optimizasyon yapılarak çalışanların çalışma yerlerinde değişiklik yapılabilir. Ayrıca çalışanların kişisel maruziyetlerine göre atama problemi ve çizelgeleme problemi uygulamaları yapılabilir. Makine yerleşim planları yeniden yapılabir örnek fabrika modelleri geliştirilebilir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak gürültü kirliliği sadece insan sağlığını değil aynı zamanda üretim verimliliğini olumsuz etkileyen bir faktördür. Çalışmamız, ülkemizdeki mobilya imalathanelerinin genel durumunu özetlemektedir. Elde edilen veriler ışığında, çalışanların riskli makinalarda kulaklık kullanmaları, iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının üniversitelerle birlikte işbirliği yaparak riskli iş istasyonlarını belirlemeleri ve üniversite-sanayi işbirliği kapsamında öneriler getirmeleri, işverenlerin iş akti yaparken önleyici ekipman kullanımını mecburi hale getirmeleri, riskli iş istasyonlarının tavanlarına ve duvarlarına ses emici levhalar yerleştirilmesi, hem üretim maliyetlerinin azaltılması hem de gürültünün engellenmesi için makinelerin yüksüz durumlarında kapatılması, manuel ve CNC makinelerde kullanılan kesicilerin aylık ve haftalık bileyleme işlemlerinin yapılması, riskli iş istasyonlarının bulunduğu alanlara çalışanların kolaylıkla görebileceği gürültü uyarıcı levhalar yerleştirilmesi, mobilya imalathanelerinde gürültünün zararlarını anlatan gezici ekipler kurulması önerilmektedir.

Çalışmamızda incelemiş olduğumuz gürültü emisyonu düzeyleri için alınan önlemler kullanılarak, insan sağlığı açısından büyük risk taşıdığı tespit edilen bu durumun etkilerinin azalması beklenmektedir. Araştırmamızdan ve daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen veriler, otoritelere ileriki düzenlemeler için referans oluşturacak niteliktedir.

## TEŞEKKÜR

Gürültü ölçüm cihazının temininde yardımları olan sayın Prof..Dr. Erol BURDURLU'ya teşekkür ediyorum.

## REFERANSLAR

- Andrews, C. J., & Kornas, B. (1982). Ergonomics Fundamentals for Senior Pupils: Teachers Workbook. Napier College.
- Ankara Kalkınma Ajansı (2014). Siteler Mobilya ve Ankara Raporu. Ankara, Türkiye.
- Babalık F. (2003) “İş Yerinde Sağlık ve Gürültü Olasılığı”. II. İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi, Adana, Türkiye 02-03 Mayıs.
- Foreman, J. E. (1990). General Review of Noise Control and Practical Examples. In Sound Analysis and Noise Control (pp. 224-339). Springer, Boston, MA.
- Centel T. (2000). İş Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatı. Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası.
- Çavdar K. (2000). Gürültüsü Az Konstrüksiyonlar. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Davies, H. W., Teschke, K., Kennedy, S. M., Hodgson, M. R., & Demers, P. A. (2008). Occupational noise exposure and hearing protector use in Canadian lumber mills. Journal of occupational and environmental hygiene, 6(1), 32-41.
- Feldman AS, Grimes CT. (1985). Hearing Conservations in Industry. Williams and Wilkings, London, England.
- Gören A. (2015) Planya Makinesinde İşleme ve Malzeme Özelliklerinin Gürültü Seviyesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Guarnaccia, C., Mastorakis, N. E., & Quartieri, J. (2013). Noise Sources Analysis in a Wood Manufacturing Company. International journal of mechanics, (2), 37-44.
- Haksal, V. (1997). Gürültü ile oluşan işitme kayıpları ve korunma yolları. Mühendis ve Makine TMMOB Makine Mühendisleri Odası Aylık Yayını,(451), 28-29.Hasgür İ, ”Gürültü Kirliliğinin Türk Mevzuatındaki Yeri”. Çevre Dergisi, 1, 31-33,1998.
- Hayta, A. B. (2007). Effect on Work Environment Conditions Operating Efficiency. J. Commerce Tourism Educ. Fac, 1, 21-41.
- Hudspeth-AJ. (1989). How the Ear’s Work. Nature, 341(241), 397-404.
- İTO. (2016). Dünyada ve Türkiye’de Mobilya Sektörü: Mevcut Durum, Sorunlar, Öneriler ve Rekabet Gücü. İstanbul, Türkiye.
- Kalatzis, V., & Petit, C. (1998). The fundamental and medical impacts of recent progress in research on hereditary hearing loss. Human molecular genetics, 7(10), 1589-1597.
- Noweir, M. H., Bafail, A. O., & Jomoah, I. M. (2014). Noise Pollution in Metalwork and Woodwork Industries in the Kingdom of Saudi Arabia. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 20(4), 661-670.
- Ntalos, G. A., & Papadopoulos, A. N. (2005). Noise emission levels in Greek wood and furniture processing industry. Journal of the Institute of Wood Science, 17(2), 99-103.
- Olishifski, J. B. (1988). Occupational hearing loss, noise, and hearing conservation. Occupational Medicine: Binciples and Practical Ap# kztions. Chicago, Ill: Yearbook Medical Publishers.
- Özenç RF. (2008). Atatürk Havalimanının Neden Olduğu Çevresel Gürültünün Modellemesi ve Kontrolü, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, Türkiye.
- Serin H, Şahin Y, Durgun M. (2013). Küçük Ölçekli Mobilya İşletmelerinde Gürültü Analizi. Ormanlık Dergisi, 9(2), 1-8.
- Sönmez, A., Arslan, A. R., Ömer, A. S. A. L., & Akdere, B. (2009). Ankara’da Mobilya Sektöründe Faaliyet Gösteren Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Fiziksel Çevre Koşullarından Ortam Faktörlerinin Değerlendirilmesi. Politeknik Dergisi, 12(2).
- Stansfeld, S. A., & Matheson, M. P. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. British medical bulletin, 68(1), 243-257.

Şahin, E. (2003). Gürültü kontrol yöntemleri-bir uygulama. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(4). Türk Standartları Enstitüsü. “ TS 2604 Standart Arama”. <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/standardara.aspx> (24.02.2018).

Türk Standartları Enstitüsü. “TS EN ISO 9612 Standart Arama”.<https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/standardara.aspx> (24.02.2018).

Vinzents, P., & Laursen, B. (1993). A national cross-sectional study of the working environment in the Danish wood and furniture industry—air pollution and noise. *The Annals of occupational hygiene*, 37(1), 25-34.

Zimbalatti, G., Proto, A. R., & Morabito, S. (2008, September). Acoustic levels in the manufacture of wood chairs. In *Atti dell'International Conference “Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems”*, Ragusa (pp. 15-17).