

GÜRÜLTÜ KONTROL YÖNTEMLERİ-BİR UYGULAMA

Erol ŞAHİN

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi,
06570 Maltepe Ankara

ÖZET

Endüstriyel işletmelerde var olan araçların meydana getirdiği gürültü, o işyerinde çalışanlar için ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Gürültülü işyerlerindeki gürültünün azaltılması, kontrol edilebilmesi ve çalışanlar için zararlı olmaktan çıkartılması için kullanılan çeşitli kontrol yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında en etkili olanları, gürültünün kaynakta ve yayılma ortamında kontrolünü sağlayan mühendislik yöntemleridir. Bu yöntemlerin uygulanmasında teknik ekibe ihtiyaç duyulması ve göreceli olarak ek maliyetlere neden olması, işverenlerin bu uygulamalardan uzak durmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da çalışanlar gürültünün zararlı etkileri ile karşı karşıya kalmaktadır. Çalışmamızda, gürültü seviyesinin çalışanlar açısından zararlı olduğu tespit edilen bir iş yerinde, gürültünün kaynağından kontrolü ve gürültü yayılımının önlenmesi yöntemleri ile gürültü seviyesindeki azalma miktarı tespit edilerek yöntemlerin etkinlikleri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gürültü kontrolü, ergonomi

NOISE CONTROL TECHNIQUES-A CASE STUDY

ABSTRACT

The noise generated by working machinery causes a serious problem for employees of a factory. There are several methods to reduce or control the noise transmitted to the employees. The most effective of these is the engineering methods that control the noise at the source or at the path to the receiver. However, employing this technique is respectively expensive and need specialized personal. Therefore, the most of the employers do not use these techniques. As a result of this, the employees are subjected to the machinery noise in the factory. In this study, the reduction of noise by means of some precautions taken in the source and the path is investigated in a factory where the noise level is above standards. The effectiveness of the methods employed is also discussed.

Keywords: Noise control, ergonomics

1. GİRİŞ

Çalışanların biyolojik ve psikolojik özelliklerini ve kapasitelerini göz önünde bulundurarak insan-makine-çevre uyumunu, tabii ve teknolojik yasalarla ortaya koyan çok disiplinli bir bilim dalı olan ergonomi, insan çalışmasının bilimidir. İşin insana, insanın işe uyumlandırılması için gereken şartları bulmaya çalışır. Yöntemler geliştirerek, vücut işlevlerinin en uygun bir şekilde gerçekleştirilmesine çalışır. Ergonomik tedbirler, işçilerin fiziksel bütünlüğünü koruma yanında, onlara fiziksel özelliklerini en uygun şekilde kullanabilecekleri ideal bir çalışma ortamı hedeflemektedir.

İnsanın çalışma çevresinin bir bölümünü oluşturan gürültünün, işitme duyusunun yanı sıra, fizyolojik ve psikolojik olarak etkilediğini, insanın vücut dengesini bozduğunu biliyoruz [1]. Beden ve ruh sağlığı bozulan bir insanın performans ve verimliliğinin azalması kaçınılmaz olacaktır. Gürültünün olumsuz etkilerini yok etmek veya bu konuda oluşturulmuş standart değerlere çekebilmek için ergonomik yöntemler geliştirmek, bir başka deyişle gürültü kontrol yöntemleri geliştirmek ve uygulamak endüstriciler için bir gerekliliktir.

Ölçülen gürültü seviyesi ile standart gürültü seviyesi arasındaki fark, gürültü seviyesinde ne kadar bir azalma yapılması gerektiğini gösterir. Gürültü kontrolü çalışmalarında ilk adım, frekans analizleri yardımı ile toplam gürültü seviyesine katkısı en fazla olan gürültü kaynaklarının ve bunların gürültü tiplerinin tespit edilmesidir.

Gürültü ile mücadele etmede üç ana yaklaşıma gerek vardır [2-5]:

1. Gürültüyü kaynaktan kontrol altına almak,
2. Gürültüyü kaynakla alıcı arasındaki alanda kontrol altına almak,
3. Gürültüyü alıcıda, gürültüye maruz kalan kişide kontrol altına almak.

1. Gürültüyü kaynaktan kontrol altına alma yöntemleri: Temel kural, mümkünse gürültünün kaynaktan azaltılmasıdır. Bu şekilde, kaynağın gürültüsünden bütün çevre korunmuş olur. En etkili yoldur.

Kaynaktan gürültü kontrolü genel ilkeleri:

1. Plânlama ve bakımla gürültü kontrolü,
2. İşletme şartlarının değiştirilmesi,
3. Daha sessiz olan işlemlerin seçilmesi,
4. Kaynağın yerinin değiştirilmesi,
5. Susturucu kullanılması,
6. Titreşim yalıtımı,
7. Titreşimin sönümlenmesi,
8. Gürültü kaynağının örtülmesi.

2. Gürültüyü kaynakla alıcı arasındaki alanda kontrol altına alma yöntemleri:

Yayıma alanında gürültünün kontrol altına alınması:

1. Alan müsait ise, makinelerin birbirlerine olan uzaklıklarının ayarlanması yolu ile,
2. Duvar, taban ve tavan yüzeylere ses yutucu malzemeler yerleştirilmesi ile,
3. Yapısal olarak ses kırıcı bariyer ve duvar uygulamaları ile yapılabilir [4-6].

3. Gürültünün alıcıda kontrol altına alınması: Sesin kaynağa ve yayıldığı ortamda azaltılamaması halinde gürültüye maruz kalan kişi üzerinde koruyucu tedbirlere başvurulur [7]. Bu tedbirleri şöyle sıralayabiliriz:

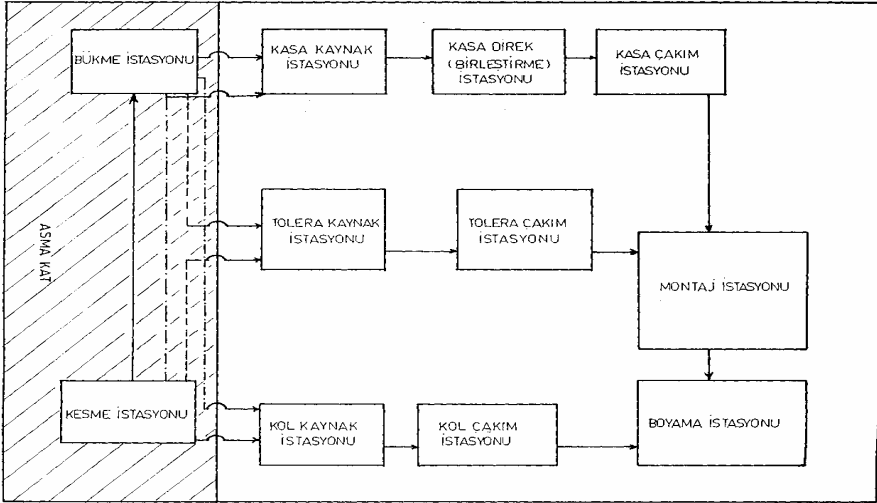
1. Gürültüye maruz kalan kişiyi tecrit etmek,
2. İdari tedbirlerle gürültü kontrolü,
3. Gürültüye maruz kalma süresini azaltmak veya gürültülü yerlerde rotasyonla çalışma,
4. Kişisel kulak koruyucuları kullanmak.

Bu çalışmada, gürültü probleminin bulunduğu bir kanepeler tesisinde (iskelet atölyesi) aldığımız kaynağa gürültü kontrol yöntemleri sonucu, gürültü miktarındaki azalma ve yöntemlerin etkinlikleri ortaya konmuştur.

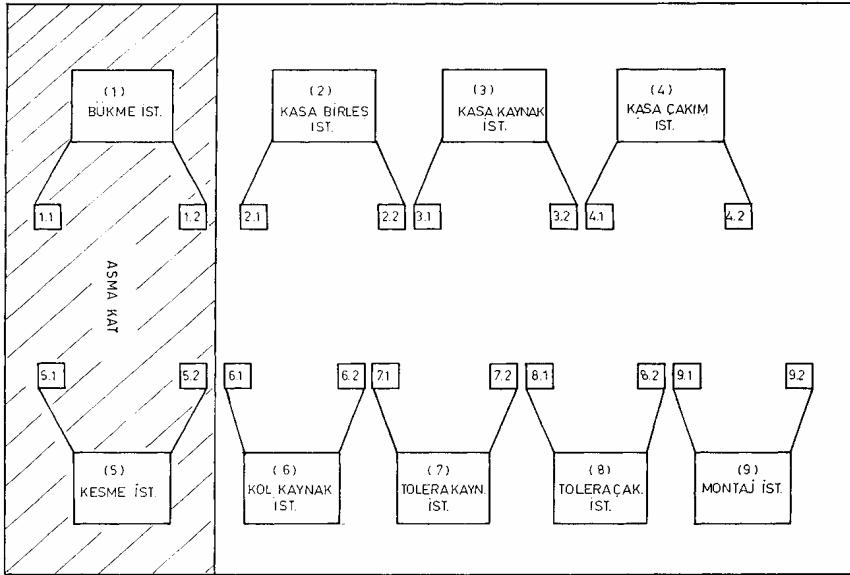
2. GEREÇ VE YÖNTEM

Tesiste üretilmekte olan aç-yat kanepeler iskeleti, 20×20 ve 20×30 mm kalınlığındaki profil borudan, 3 üretim hattı ve 13 üretim istasyonundaki işlemlerden geçtikten sonra döşeme atölyesine nakledilmektedir. Şekil 1’de görüleceği gibi, birinci hatta kanepenin temel iskeletini oluşturan kasa üretimi yapılmaktadır. Bu hat kesme ve bükme, kasa kaynağı, kasa direk kaynağı (kasa birleştirme), kasa çakım istasyonları olmak üzere 5 istasyondan oluşmaktadır.

Fabrikadaki gürültü ölçümleri için kullanılan ses seviye ölçeri (sound level meter) IEC 651 standardına uygun özellikte, Brüel and Kjaer marka, 2232 tip kodlu ölçüm aletidir. Ölçümlerde kullanılan ses seviye ölçeri kuru pil ile çalıştırılmış ve her ölçümden önce, 1000 Hz’de 94 dB [A] sinyal veren B&K marka, 4230 tip kodlu kalibratör (pistonphone) ile kalibre edilmiştir. Ortamdaki sıcaklık 20°C ve % 65 bağıl nem TSE 2604 [8] ve IEC 179 Standartları’na uygun sınırlarındadır. Ölçüm noktaları, araştırmanın amacına uygun olarak, iş istasyonlarında, işçilerin çalışma sahası dahilinde tespit edilmiştir. Ortamdaki gürültü seviyelerini ve standartlarla mukayese yapmak gayesi ile fabrika içinde her bir istasyonda çalışan işçilerin gürültüden etkilebilecekleri çalışma sahasındaki çeşitli konumlarda gürültü ölçümleri yapılmıştır. Şekil 2’de iskelet atölyesinde gürültü ölçüm konumları görülmektedir.



Şekil 1. İş akışına göre iş istasyonları



Şekil 2. İskelet atölyesi kaba gürültü seviyesi ölçüm konumları

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. Ölçümler, ISO R 1996 Standardı'na uygun, A ağırlıklı olarak yapılmıştır [6,9].

Gürültü azaltılması ile ilgili ölçüm ve çalışmalarda frekans analizinin büyük bir önemi vardır. Bu amaç için kullanılan frekans analizörü Brüel and Kjaer marka, 2204 tip kodlu ses seviye ölçeri ile beraber çalışabilen, Brüel and Kjaer marka 1613 tip kodlu oktav filtre seti kullanılmıştır. Analizör, ISO R 1996 Standardı'na uygun olarak yerden 1.5 m yüksekte kulak hizasında, ölçüm yapan kişiden yaklaşık 1 m uzakta tutulmuştur. Ölçümler, tezgâh başı çalışma sahası içerisinde yapılmıştır. 20°C sıcaklık, % 64.5 bağıl nem gibi işyeri fiziksel şartlarının aletin çalışma sınırları içinde olduğu tespit edilmiştir.

İskelet atölyesinde mevcut olan gürültü tipi, kararsız gürültü olduğundan, gürültü ölçerlerle yapılan ölçümler, işçinin günlük gürültüye maruz kalma derecesi hakkında doğrudan bir bilgi vermemektedir [6]. Gürültünün işçiler üzerindeki, dolayısıyla da üretim üzerindeki etkilerini belirlemek için Brüel and Kjaer marka, 4428 tip kodlu dozimetre kullanılmıştır. Ölçümler tüm istasyonlarda işçilerin göğüsleri üzerine dozimetre takılarak yapılmıştır. Ölçüm süreleri her bir işçi için 2'şer saat olarak uygulanmıştır.

Problemin teşhisi safhasında yaptığımız ölçümler sonucu tranjetin iskelet atölyesinde oluşan gürültünün temel kaynağını teşkil ettiği tespit edilmiştir. Bu konuda alınan gürültü azaltıcı tedbirler iki safhadan oluşmaktadır. Birinci safhada, alçak ve yüksek frekanslı sesleri kontrol altına almak üzere titreşim yalıtımı ve bariyer uygulaması (U_1), ikinci safhada ise, titreşim yalıtımına ilaveten kısmi hücre uygulaması yapılmıştır (U_2).

Alçak frekanslardaki standart üstü gürültü seviyelerini standartlara çekmek ve kaynakta kontrol sağlamak üzere tranjetin ayaklarına 1×15×20 cm ebadında 4 adet lastik takoz konularak titreşim yalıtımı yapılmıştır. Yüksek frekanslardaki yüksek ses seviyelerine sahip gürültüyü, kaynak ve yayılma ortamında sönmölemek ve azaltmak üzere kaynağa bakan yüzleri 2,5 cm kalınlığında polistren köpük, dış yüzeyleri kontrplak kaplamalı, ön kısım için 3×2 m, yan kısım için 1.5×2 m ebadında 2 bariyer, tranjetten yayılan gürültünün, yan kısımda üretim yapan bükme istasyonunda, ön kısımda fabrika içindeki diğer iş istasyonlarına yayılmasını önlemek üzere, Ek-1'de görüldüğü gibi köşebent şeklinde yerleştirilmiştir.

Ek-2'de görüldüğü gibi, bu uygulamada titreşim yalıtımına ek olarak, önceki uygulamadaki ön bariyerin, testerenin bıçak hizasına kadar olan alt kenarı tamamen zemine kadar indirilmiş, sağ yan tarafı duvarla tamamen birleştirilmiştir. Bu kısımda malzeme alış-verişini engellemeyecek şekilde 1.72×2.60 m, 1.72×2.00 m ve 1.72×0.65 m ebatlarında 3 parçadan oluşan, kapandığında 1.72×5.20 m ebadında bir duvar oluşturacak şekilde sürgülü bir bariyer elde edilmiştir. Bükme istasyonuna giden gürültüyü engellemek üzere yapılan yan bariyer (1.60×3.90 m) malzeme alışverişine engel olmayacak şekilde yine yarım bariyer olarak bırakılmıştır. Kesme istasyonunun 2.70×4.40 m ebadında polistren köpük asma tavan yapılmıştır. Ayrıca

duvar kısmı da polistren köpük tabakasıyla tamamen kaplanarak kısmi hücre oluşturulmuştur. Yapıda kullanılan polistren köpük kalınlığı 2.5 cm'den 3.5 cm'ye çıkarılmış olup, dış kısımları yine kontrplâkla kaplanmıştır.

3. BULGULAR

İskelet atölyesinde mevcut olan gürültü, zaman içinde değişim gösteren dalgalı, tipik bir fabrika gürültüsüdür.

Tablo 1'den görüleceği gibi, başlangıç (U_0) uygulamasında iskelet atölyesindeki bütün istasyonlarda gürültü 80 dB[A]'yı geçmektedir. Gürültü seviyesinin en fazla olduğu istasyon, 115 dB[A] ile kesme istasyonudur. Buradaki *tranjet* (demir hız testeresi) aynı zamanda iskelet atölyesindeki bütün gürültünün temel kaynağını oluşturmaktadır.

Döşeme atölyesinde ölçülen kaba gürültü seviyeleri çoğu kısımda 80 dB[A]'nın altında kalmaktadır. Çeşitli kısımlarda tespit edilen gürültü seviyeleri şöyledir:

Döşeme atölyesi girişinde 77 dB[A]

Orta kısımda 87,7 dB[A]

Tablo 1. İskelet atölyesi iş istasyonları başlangıç (U_0) uygulaması

Kaba Gürültü Seviyeleri İş İstasyonları Ölçüm Konumları		Ölçüm Sonuçları dB[A]				
		En Yüksek	En Düşük	Ortalama	İst. Ort.	Sapma*
1. Büküm İst.	1.1.	96	95	96		
	1.2.	94	89	92	94	+14
2. Kasa Bir. İst.	2.1.	97	91	95		
	2.2.	106	101	104	101	+21
3. Kasa Kay. İst.	3.1.	106	104	105		
	3.2.	100	95	98	103	+23
4. Kasa Çak. İst.	4.1.	103	99	101		
	4.2.	102	92	98	101	+21
5. Kesme İst.	5.1.	119	109	115		
	5.2.	117	108	114	115	+35
6. Kol Kay. İst.	6.1.	94	89	92		
	6.2.	102	100	101	98	+18
7. Tol. Kay. İst.	7.1.	105	97	102		
	7.2.	100	103	102	102	+22
8. Montaj İst.	8.1.	94	96	95		
	8.2.	88	92	90	93	+13

*Sapma, İSİGT'nin 22. Maddesinde 80 dB olarak belirtilen standart değerden farkları ifade etmektedir.

Çıkışta 71 dB[A]

Kapitone makinesi altında makine çalışırken 79 dB[A]

Kapitone makinesi altında makine çalışmazken 71 dB[A]

Gürültü kontrol tedbirleri sonucu kaba gürültü bulguları Tablo 2’de toplu olarak sunulmuştur.

Tablo 2. Uygulamalara göre kaba gürültü bulguları dB[A]

Ölçüm Konumları	En Yüksek			En Düşük			Ortalama			İstasyon Ortalaması			
	U ₀	U ₁	U ₂	U ₀	U ₁	U ₂	U ₀	U ₁	U ₂	U ₀	U ₁	U ₂	
1.Bük. İst.	1.1	96	96	92	95	86	85	96	93	90	94	92	90
	1.2	94	94	92	89	78	78	92	91	89			
2.Kas. Bir.	2.1	97	89	86	91	83	81	95	87	83	102	92	85
	2.2	106	97	90	101	84	81	104	94	88			
3.Kas. Kay	3.1	106	97	94	104	80	80	105	94	91	103	91	91
	3.2	100	100	94	95	76	82	98	97	91			
4.Kas. Çak	4.1	103	103	91	99	82	76	101	95	91	101	96	89
	4.2	102	102	89	92	80	78	98	96	87			
5.Kes. İst.	5.1	119	114	112	109	89	85	115	111	109	115	111	110
	5.2	117	114	114	108	90	85	114	111	111			
6.Kol. Kay.	6.1	94	101	88	89	83	82	92	98	86	98	97	87
	6.2	102	98	91	100	85	78	101	95	88			
7.Tol. Kay.	7.1	105	97	105	97	84	84	102	94	89	102	95	88
	7.2	100	99	100	103	84	82	102	96	87			
8.Tol. Çak.	8.1	99	95	99	91	86	83	97	92	88	96	91	87
	8.2	94	92	94	97	84	81	95	90	87			
9.Mon. İst.	9.1	94	94	94	96	83	84	95	91	89	93	88	87
	9.2	88	87	88	92	80	79	90	85	80			

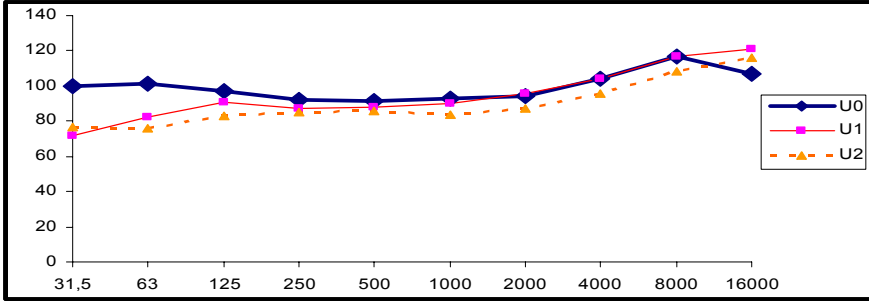
Atölyede gürültüyü birinci derecede yayan kaynağın asma katta, 5 numaralı iş istasyonunda bulunan tranjet olduğu kaba gürültü ölçümleri ile tespit edilmiştir. Tranjetin bulunduğu bölgede yapılan frekans analizinden elde edilen bulgular, Tablo 3’te, tranjetin tesir ettiği bölgelerde yapılan frekans analizinden elde edilen ölçüm sonuçları da Şekil 3’de verilmiştir (Alınan gürültü kontrol yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak).

U₀ uygulamasında, tranjet bölgesi frekans analizinde görüldüğü gibi hem alçak hem de yüksek frekanslarda standartların çok üzerinde ses basınç seviyesi tespit edilmiştir (Tablo 3).

Alınan tedbirler sonrası gürültü frekans analizleri ile ilgili ayrıntılı verilerden elde edilen U₁ ve U₂ uygulamaları frekans analizleri özeti (2000-8000 Hz’ler arası) Tablo

Tablo 3. Tranjet bölgesi U_0 uygulaması gürültü frekans analizi

Merkezi Frekans (Hz)	DB (SPL)		
	Boş	Kes. A.	Ort.
31.5	94	102	99.6
63	85	104	101
125	90	100	97.4
250	86	95	92.5
500	85	94	91.5
1000	85	96	93
2000	84	97	94
4000	84	107	104
8000	85	120	117
16000	74	110	107

**Şekil 3.** Tranjet bölgesi gürültü frekans analizi (U_0 - U_1 - U_2 uygulamalarında)

4'de verilmiştir. Görüldüğü gibi endüstri gürültüsünün etkili olduğu 2000-8000 Hz'lerde özellikle U_2 uygulaması ile gürültü seviyesi standartların altına çekilmiştir.

İşçilerin gürültüden etkilenme düzeylerini belirtmek için yapılan, gürültü dozu ölçümleri sonucu bulunan değerler, Tablo 5'te verilmiştir.

4. TARTIŞMA

U_0 Uygulaması kaba gürültü ölçümlerinde İSİGT'in 22. Maddesinde 80 dB olarak

Tablo 4. Uygulamalara göre 2000-8000 Hz'ler arası frekans analizi özeti

Frekans Hz	Ölçüm Konumları SPL Değerleri dB											
	1-5			2-6			3-7			4-8-9		
	U_0	U_1	U_2	U_0	U_1	U_2	U_0	U_1	U_2	U_0	U_1	U_2
2000	94	96	87	86	88	80	90	84	76	92	81	75
4000	104	104	96	96	95	82	97	88	81	103	86	79
8000	117	117	108	107	106	81	106	102	85	104	99	84

Tablo 5. İskelet atölyesi mukayeseli gürültü dozu ölçüm bulguları

İstasyon No	Gürültü Seviyesi (dB [A])		Fark
	U ₀ Uygulaması	U ₂ Uygulaması	
1	98	92	6
2	93	84	9
3	85	85	0
4	96	88	8
5	106	105	1
6	84	84	0
7	86	85	1
8	85	85	0
9	84	83	1

belirtilen standart değerden [10] önemli miktarda sapmalar (13-35 dB arasında) olduğu (Tablo 1), frekans analizinde de tranjetin esas gürültü kaynağı olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan frekans analizi ölçümlerinde de tranjetin boş çalışırken çıkarttığı gürültünün normal sınırlarda olduğu; ancak, profil kesimi sırasında hem düşük, hem de yüksek frekanslarda standartların üzerinde gürültü çıkarttığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Yapılan çalışmalar 31.5-125 Hz'ler arasındaki gürültüyü, tranjetin ayaklarına lastik takoz koymak suretiyle titreşim yalıtımı ile (Ek-1), 125-6000 arasındaki gürültü ise, kısmi hücre uygulaması ile (Ek-2) çözümlemenin mümkün olduğunu göstermiştir [11,12].

İşçilerin gürültüye maruz kalmalarının derecesini daha sıhhatli bir şekilde değerlendirebilmek için yapılan gürültü dozu ölçümleri ile ilgili bulgular Tablo 5'te verilmiştir. Tablodan görüleceği gibi 5 numaralı istasyonda (kesme istasyonu) gürültü dozu en yüksek değere ulaşmaktadır (106 dB [A]). Bunu 98 dB [A] ile kesme istasyonuna en yakın olan 1 numaralı istasyon (bükme istasyonu) takip etmektedir. En düşük gürültü dozu ise, 84 dB [A] ile montaj istasyonunda ölçülmüştür. Montaj istasyonu, kesme istasyonuna en uzak ve tranjet gürültüsünden en az etkilenen istasyondur. Kol kaynak ve montaj istasyonları hariç, diğer istasyonlardaki gürültü seviyeleri OSHA standartlarının üzerindedir. Kol kaynak istasyonu akustik gölge bölgesinde, montaj istasyonu ise, gürültü kaynağına uzak mesafede olduğu için buradaki gürültü seviyeleri düşüktür [11].

İskelet atölyesinde oluşan gürültüyü standartlara çekmek için gerçekleştirilen U₁ uygulamasının, kaba gürültü ölçüm bulgularına göre (Tablo 2) gürültünün azaltılmasında önemli bir katkısı olmamıştır. İstasyonlarda 2-12 dB [A] arasında bir azalma sağlanmış olmasına rağmen, istasyon ortalamalarının incelenmesinden görüleceği gibi, gürültü seviyeleri gerek İSİGT gerekse OSHA standartlarının üzerinde seyretmektedir. U₁ uygulamasının sağladığı iyileştirmeler %1 ilâ 12

arasında değişmektedir. 5 no'lu istasyonda gerçekleştirilen %3'lük iyileşme, titreşim yalıtımı ile sağlanmıştır.

İskelet atölyesinin temel gürültü kaynağı olan 5 no'lu konumdaki tranjet ve civarı frekans analizine göre U_1 uygulamasının titreşim yalıtımı, düşük frekanslarda (31.5-125 Hz) 6-27 dB arasında azalmalar sağlayarak bu konuda öngörülen değerlere yaklaşmıştır [11]. Barikat uygulamasının ise yüksek frekanslı seslerin azaltılmasında önemli bir katkısı olmamıştır (Ek-1).

U_1 uygulaması frekans analizlerine ait tabloların incelenmesinden görüleceği gibi, 2000-6000 Hz'ler arasında, özellikle de 4000 Hz'de olumsuz etkileri ile sembolize edilen endüstriyel gürültü, Tablo 4'de görüldüğü gibi standartların altına çekilememiştir. Bu sebeple tekrar gürültü dozu ölçümüne gerek görülmeyerek yeni bir gürültü azaltma tedbirine, U_2 uygulamasına gidilmiştir.

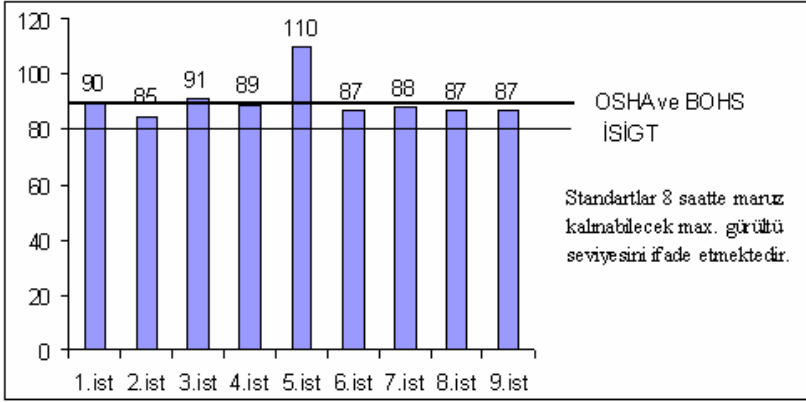
U_2 uygulamasının kaba gürültü ölçüm bulgularının incelenmesinden görüleceği gibi (Tablo 2), U_2 uygulaması ile 3.8-16 dB [A] arasında çeşitli oranlarda azalmalar sağlanmıştır. Bu miktarlar, kısmi hücreler için belirtilen azaltma miktarlarına yaklaşmaktadır [11]. Bu miktarların üzerinde azaltma ancak tam hücre uygulamasıyla sağlanabilir [11]. Bu ise, iş akışını engelleyeceğinden pratik değildir.

U_2 uygulaması gürültü frekans analizleri ile ilgili tablo ve frekans tayfları incelendiğinde önemli miktarlarda gürültü azalması sağlandığı görülecektir. Kesme istasyonunda yapılan frekans analizinin gürültü frekans tayfının incelenmesinden görüleceği gibi, (Şekil 3) burada 6-25 dB arasında azalmalar sağlanmıştır. Tablo 4'te görüldüğü gibi 5 no'lu konum hariç bütün konumlardaki gürültü seviyeleri makul sınırlardadır ve %7 ilâ %24'e varan azalmalar sağlanmıştır. Bu sonuç Purkis'in (1962), yapısal akustik alanında, sesin bariyerler veya kısmi hücre uygulamaları ile yalıtılması ve ses yutucu malzemelerin öneminin vurgulandığı çalışması ile paralellik göstermektedir [13].

Kaba gürültü ölçümleri ve frekans analizleriyle standartlara yaklaştıkları tespit edilen iş istasyonları ses basınç seviyeleri, gürültü dozu ölçümleri ile de desteklenmiş ve 1-9 dB arasında çeşitli oranlarda azalmalar sağlanmıştır (Tablo 5), (Şekil 4).

Kısmi hücre uygulaması ile istasyonlarda kaba gürültü açısından % 4-16 arasında azalma sağlanmıştır. Frekans analizleri açısından, özellikle 2 ve 8 kHz'ler arasında % 7-24 oranlarında iyileşmeler sağlanmıştır. Gürültü dozu açısından % 1-10 arasında iyileşmeler sağlanmıştır.

İskelet atölyesinin gürültü kaynağını teşkil eden 5 no'lu istasyon ve onun hemen bitişiğindeki 1 no'lu istasyonda da sağlanan gürültü azalması çok önemsizdir. Bu istasyonlarda bundan sonra alınacak ek tedbirler de bir fayda sağlamayacağından,



Şekil 4. U_2 Uygulaması sonrasında elde edilen değerlerin standartlarla karşılaştırılması

söz konusu istasyonlarda çalışan işçilere İSİGT'in 22. maddesi uyarınca manşonlu miğfer tavsiye edilmiştir. Düşünülebilecek diğer bir alternatif, OSHA standardına göre süre kısıtlamasına gidilmesidir. Buna göre, U_2 uygulaması gürültü dozu ölçümü sonucu gürültü seviyesi 105 dB[A] olarak bulunan 5 no'lu istasyonda günlük çalışma süresi 0.5-1 saat, gürültü seviyesi 92 dB[A] olan 1 no'lu istasyonda 6 saatten fazla çalışması zararlı olmaktadır. Bu ikinci alternatif ekonomik değildir. 1 ve 5 no'lu istasyonlarda çalışan işçörenler bu kısımlarda uzun süreli çalıştırmamalı, dönüşüme tabi tutulmalıdır. Ayrıca, söz konusu istasyonların işe başlama ve bitiş saatleri, belli bir süre öne veya arkaya ve/veya paydos saatlerine kaydırılarak, diğer istasyonlarda çalışanların günlük 'gürültüye maruz kalma' süreleri azaltılabilir.

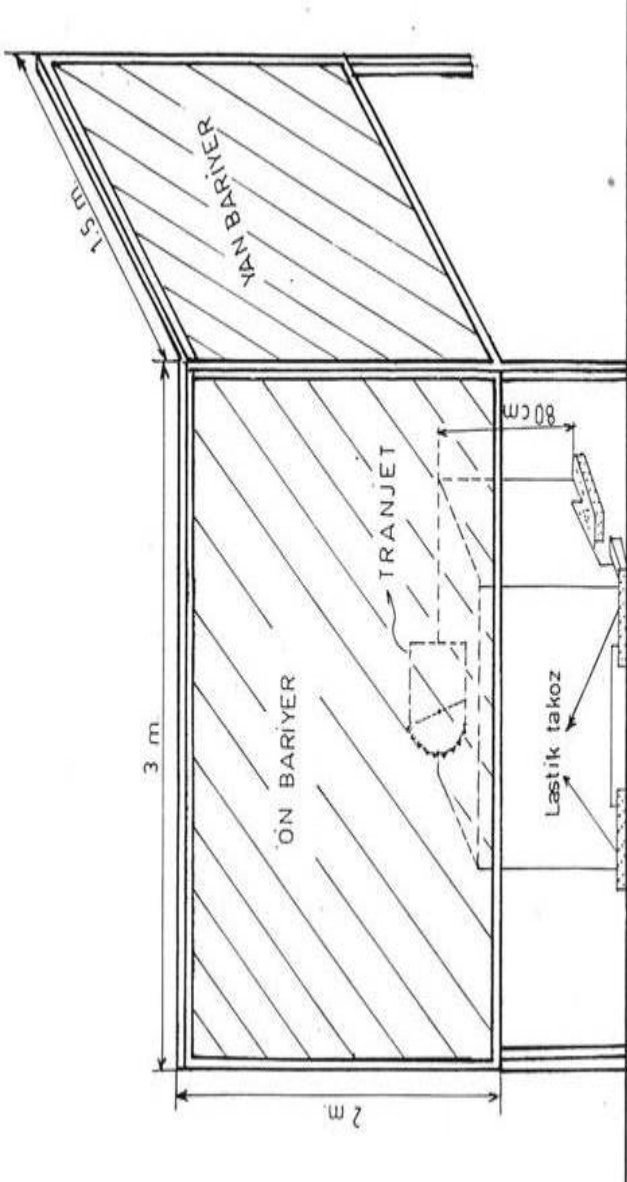
5. SONUÇ

Hız testeresi kaynaklı gürültülerin azaltılmasında, özellikle 2000-8000 Hz'ler arasındaki gürültüyü kontrol altına almada en etkili yöntem, *kısmi hücre* uygulamasıdır. İş akışını engellememesi, rahat bir çalışma ortamı sağlaması bu yöntemi etkili kılmaktadır. 125-500 Hz'lerdeki gürültüyü engellemenin en etkili yolu *titreşim yalıtımı* yöntemidir. *Bariyer yöntemi* kaynağın tecrit edilmesinde yetersiz kalmaktadır, ancak gürültü yayılmasının önlenmesinde bir yöntem olarak kullanılabilir. Kısmi hücre yöntemi gürültünün tam olarak azaltılmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle uygulanan mühendislik yöntemlere ek olarak, bireysel koruyucuların kullanılması gerekebilir.

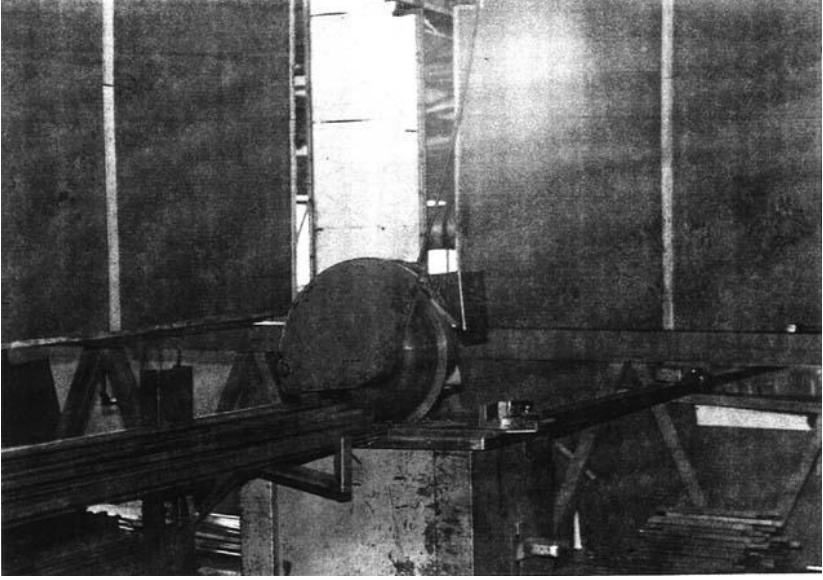
KAYNAKLAR

1. Ataş, A., Şahin, E., Belgin, E., Aktürk, N., "Endüstriyel Gürültünün İşitme Eşikleri Üzerindeki Etkileri", **5. Ergonomi Kongresi**, İstanbul, s: 261-269, 1995.

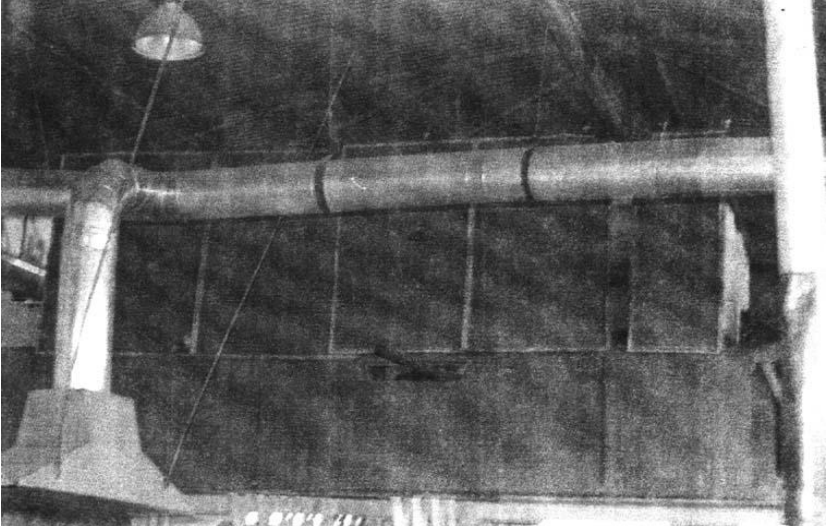
2. Beranek, L.L., **Noise and Vibration Control**, Mc Graw Hill Books, New York, 1983.
3. Olishifski, J.B., **Occupational Hearing Loss**, Noise and Hearing Conservation, Occupational Medicine Principles and Practical Applications, Yearbook, Medical Publishers Inc., 2nd Ed., Chicago, 1988.
4. Tayyari, F. Smith, J. L., **Occupational Ergonomics, Principles and Applications**, Vol. 3, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001.
5. Kroemer, K., Kroemer, H., Kroemer, E., **Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency**, Second Edition, Prentice Hall, Singapore, 2000.
6. Brüel & Kjaer, **Noise Control, Principles and Practice**, 1st Ed., Naerum, Denmark, 1982.
7. Feldman, A.S., Grimes, C.T., **Hearing Conservations in Industry**, Williams & Wilkings, London, 1985.
8. **Ts-2604 Duyarlı Sonometreler**, TSE, Ankara, 1977.
9. **Iso 1996, Descriptions and Measurements of Environmental Noise**, Part: 1, 2, 3, 84-87, 1981-84-87.
10. Anonim, **Türk-İş, Sendikacılar İçin İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Mevzuatı**, Türk-İş Yayını, No: 155, Ankara, 1984.
11. Özgüven, N., **Endüstriyel Gürültü Kontrolü**, T.M.M.O.B., Makine Mühendisleri Oda Yayını, No: 118, Ankara, 1986.
12. Şahin, E., **Endüstriyel Gürültü Kontrolüyle Üretimin Zaman ve Miktar Performansına Ergonomik Bir Yaklaşım**, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1995.
13. Purkis, H.J., **Sound Insulation and Absorption**, the Control of Noise Proceedings of Conference, London, 1962.



Ek 1. Bariyer uygulaması



a



b

Ek 2. Kısmi hücre uygulaması (a: İçten Görünüş, b: Dıştan Görünüş)