

## ARAÇLARDA KOMPRASÖR KAYNAKLI GÜRÜLTÜLER VE ALINABİLECEK TEMEL ÖNLEMLER

**Deniz Yazgaç\* , Emin Erensoy\* , Hakkı Baran KOÇER\***

\*Hexagon Studio, KOCAELİ

### ÖZET

Bu çalışmada, otobüslerde basınçlı hava ihtiyacını karşılayan ve dönem dönem devreye giren pistonlu kompresör akış kaynaklı gürültüsü incelenmiş ve azaltma çalışmaları yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Pistonlu kompresör, akış gürültüsü, ses basıncı düzeyi, konuşmanın anlaşılabilirliği endeksi

### COMPRESSOR RELATED NOISE AND FUNDAMENTAL PRECAUTIONS IN VEHICLE

### ABSTRACT

This study mainly based on compressor related fluid-borne noise and attenuation strategies.

**Keywords:** Reciprocating compressor, fluid-borne noise

## 1. AKIŞ KAYNAKLI GÜRÜLTÜLER

Akış kaynaklı gürültüler, çeşitli fiziksel sebeplerden ortaya çıkmaktadır. Bu kaynaklardan en rahatsız edici olanı kaviteasyondur ve özellikle hidrolik direksiyon sisteminde rahatlıkla gözlemlenebilir. Akışkanın hava olduğu sistemlerde, yoğunluğun az olmasından dolayı kaviteasyon daha az rahatsız edicidir. Bu türden iletim sistemlerinde havayı basınçlandırma kaynağın gürültüsü çok daha önemli hale gelmektedir.

Komprasörlerin havayı basınçlandırması esnasında akışın debisinde ve basıncında salınımlar meydana gelmektedir. Bu salınımlar, örneğin pistonlu komprasörde, krank milinin frekansına eşit bir frekansta gözlemlenebilir. Bu salınımlar komprasörün çıkışında sönümlenmez ise tüm iletim hattını zorlayıcı kuvvetler oluşturur ve bu kuvvetler beraberinde titreşim ve gürültü problemlerini getirir [1].

Komprasör sonrasında bulunan metal veya elastik boru hattı, gerek boru çapı ve boyu, gerekse boru-gövde bağlantı detayıyla titreşim-akustik etkileri artırıcı bir görev alabilir. İletim sistemi bir kütle-yay sistemi olarak düşünülmeli ve rezonatif yapısının olduğu, belli frekanslardaki gürültü ve titreşimleri arttırabileceği

unutulmamalıdır.

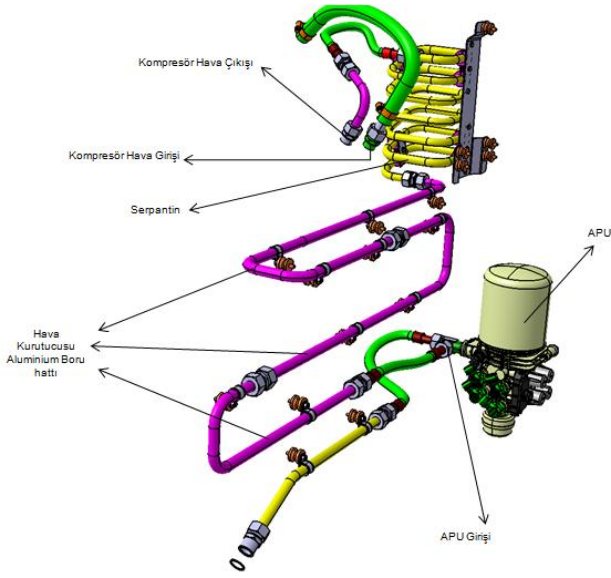
### 1.1 Araçta kullanılan sistemin tanımı

Araçta bulunan komprasör; tüm fren sistemi, havalı körük sistemi ve kapı sistemleri için basınçlandırılmış havayı sağlamaktadır. Basınçlı hava; sırasıyla soğutulması için serpantin ve hava içindeki nemin alınması için hava kurutucusundan geçerek, dört yollu vana üzerinden basınçlı tüplere doldurulmaktadır (Şekil-1). Bu dolun işlemi, tüp basınçlarının azalması ile tekrardan başlamaktadır.

Komprasör gürültüsü de, basınçlı hava tüplerinin doldurulması sürecinde (komprasörün yüke binmesi sonucunda) ortaya çıkmaktadır.

Komprasör gürültüsü, basınçlı hava tüplerinin dolunu sırasında gözlenebilen geçici bir gürültüdür. Basınçlı hava, frenlerde ve havalı körüklerde kullanılmasından dolayı şehir içi yolculuklarda komprasör sıklıkla çalışmaktadır. Şehir içinde ortalama araç hızı da düşük olduğundan, bu gürültü maskelenememektedir.

Hava kurutucusu ve dört yollu vana kompleksine APU (Air processing unit) da denmektedir.



Şekil 1- İletim hattı ve APU

## 1.2 Değerlendirmede kullanılan metrikler

Araçta gözlemlenen gürültü problemi iyileştirmesi için kullanılan değerlendirme metrikleri ;

- Arka koltuk bölgesindeki (Şekil-3), A ağırlıklı filtrelenmiş ses düzeyi dB(A)
- Arka koltuk bölgesindeki (Şekil-3), konuşmanın anlaşılabilirliği endeksi (Articulation Index)

Bu metrikler doğrultusunda araçtaki akış kaynaklı gürültünün azalımı irdelenecektir..

A ağırlıklı ses düzeyi, gürültü kontrolünde en çok kullanılan metriklerden birisidir. Ölçülen ses düzeyine, A ağırlıklandırılmış filtrenin uygulanması sonucunda elde edilir. A ağırlık filtresi, insan kulağının frekans cevabına göre belirlendiğinden, hissiyat olarak gerçeğe daha yakın bir metrik elde edilmiş olur. Örneğin insan kulağı 1000 Hz-4000Hz frekanslarındaki sese çok hassas iken 250 Hz veya 10kHz bölgelerinde o kadar hassas değildir. Bu sebeple A ağırlıklı ses düzeyinin bir metrik olarak kullanılması çok önemlidir[2]

Konuşmanın anlaşılabilirliği endeksi(Articulation index [AI]), araç içinde konuşmanın ne kadarının zorlanmadan anlaşıldığını gösteren psikoakustik bir parametredir. Dolayısıyla, bu endeks ne oranda 1'e veya %100'e yakınsa araç içerisindeki konuşmanın duyulabilirliği o oranda artar.[3]

## 2. METOT

Ölçümler araç rölanti durumundayken, kompresörün açık ve kapalı olduğu durumlarda yapılmaktadır.

Kullanılan ölçüm ekipmanları;

- Head Acoustic veri toplama sistemi
- GRAS mikrofon
- Head Acoustics Artemis veri işleme yazılımı olarak özetlenebilir.

Basınçlı havayı sağlayan kompresör motorun üzerindedir. Kompresör, basınçlandıracağı temiz havayı hava emiş sisteminden temin etmektedir. Basınçlandırma sonrasında sırasıyla esnek ve sert borular yardımıyla APU'ya gider. Bu noktadan sonra esnek PVC borularla, basınçlı hava tüplerinin dolumu yapılır.

Motorun kütlesi, kompresör kütlesine göre çok büyük olduğundan ve motor elastomer izolatörlerle gövdeye bağlandığından dolayı, kompresör üzerindeki kuvvetler yapısal olarak aktarılmamaktadır. İncelemeler sonucunda, kompresör basınçlı hava hattı metal borularının, gövdeye rijit olarak bağlandığı tespit edilmiştir. Bununla beraber, APU'nun da gövdeye yine rijit olarak bağlandığı tespit edilmiştir.

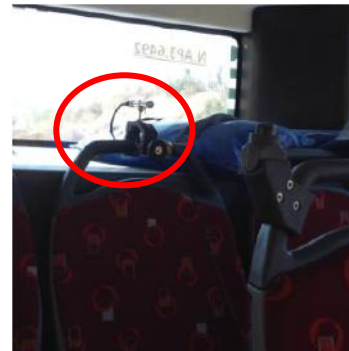
Ölçümlerin bir kaç aşamada gerçekleştirilmesi düşünülmüştür;

- Mevcut durumda
- 1.Adım: Serpantin ve metal boru hattının gövdeden izole durumunda (Şekil-2)
- 2.Adım: 1.Adım + APU'nun gövdeden izole edilmesi durumunda (Şekil-2)

yapılacaktır.

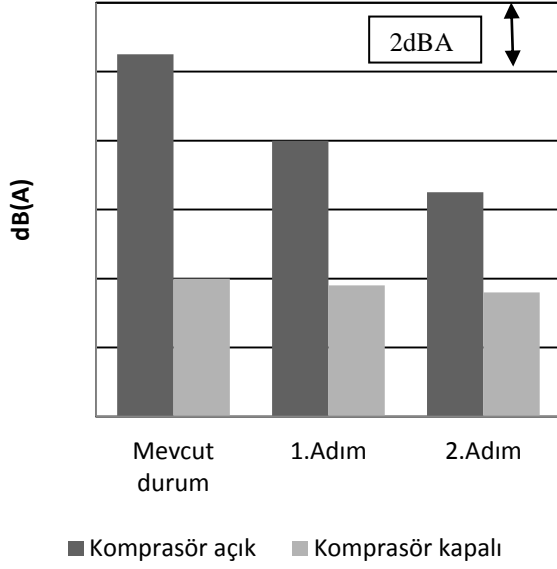


Şekil 2- Boru hattı ve APU sisteminin izole edilmesi



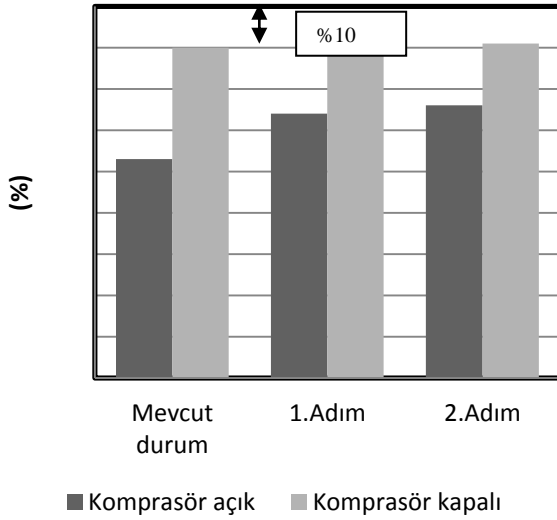
Şekil 3- Mikrofon

### Araç içi gürültü düzeyi



Şekil 4- Araç içi gürültü düzeyi

### Konuşmanın anlaşılabilirliği endeksi



Şekil 5- Araç içi konuşmanın anlaşılabilirliği endeksi

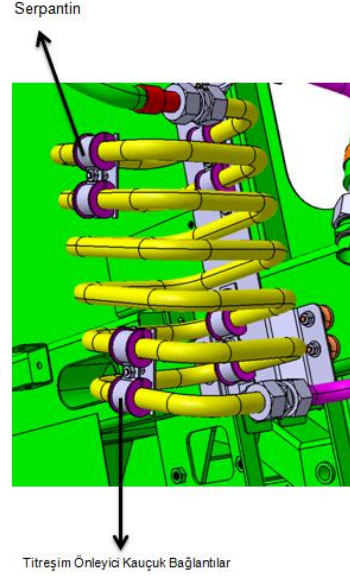
### 3. SONUÇ

Bu çalışma, kompräsör ve APU kaynaklı gürültünün, özellikle rölantide ne oranda önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Hiç bir iyileştirmenin yapılmadığı durumda, kompräsörün çalışması yaklaşık 6 dB(A) gürültü artışına sebep olmaktadır (Şekil-4). Yapılan testler sonrasında;

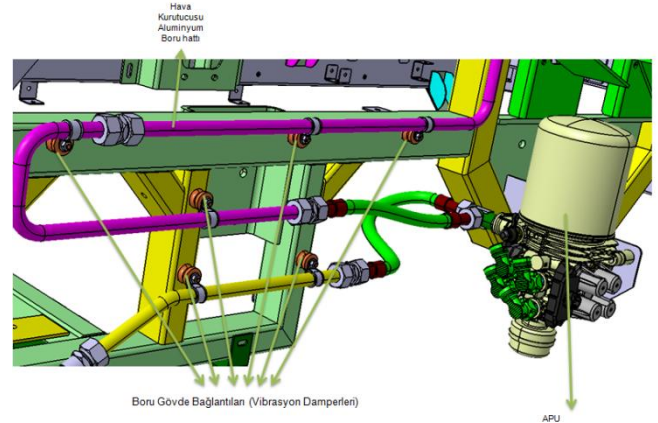
- Metal boru hattının , en az noktadan ve esnek olarak(elastomer izolatörlerle), gövdenin rijit bölgelerine bağlanması (Şekil-6, Şekil-7)

- APU'nun elastomer izolatörler kullanılarak gövdeye bağlanması

kararlaştırılmıştır.



Şekil 6- Serpantin izolasyonu



Şekil 7- İletim hattının elastomer izolatörlerle izolasyonu

Böylece kompräsörün çalışması ile çalışmaması arasındaki fark yaklaşık 3dB(A) değerine kadar indirilmiştir (Şekil-4). Ayrıca kompräsörün çalışır durumdaki araç içi konuşmanın anlaşılabilirliği endeksi %15 kadar iyileştirilmiştir. (Şekil-5).

Özellikle serpantin izolasyonunu aynı zamanda serpantin kendi içindeki bağıl hareketlerini artırdığından dolayı, çatlama ve ömür problemleri gözlenebilir. Bunu engellemek için serpantin kendi içerisinde de sönümlenmesi gerekmektedir (Şekil-6).

Tüm serpantin, yekpare bir braket ile gövdeye yine elastik izolatörlerle bağlanmalıdır.

Daha ileri bir iyileştirme için komprasör giriş ve çıkışındaki basınç dalgalanmasını azaltıcı tedbirler alınmalıdır. Bu tedbirlerin başında, uygun ebatlarda genişleme odaları gelmektedir. Belli bir frekansta sönümlenme isteniyorsa çeyrek dalga rezonatörü kullanılabilir. Özellikle komprasör hava girişinin, motor hava emiş sistemine bağlı olmasından dolayı, basınçlandırma esnasında yansıyan ses dalgaları, motor hava alığından duyulabilmektedir.

#### **KAYNAKLAR**

1. T.Nagao," **Noise Reduction of a High Efficiency Reciprocating Compressor**", International Compressor Engineering Conference,2000
2. Özgüven, H. N., "**Gürültü Kontrolü - Endüstriyel ve Çevresel Gürültü**" Türk Akustik Derneği Teknik Yayınları
3. Zwicker, E., Fastl, H., 2006, "**Psychoacoustics: Facts and Models**", 3rd Edition

