

DÖRT TEKER KONTROLLÜ DİREKSİYON SİSTEMİNDE BULUNAN LİNEER AKTÜATÖRÜN SES KALİTE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

Emin Erensoy*, Caner Sevginer*, Deniz Yazgaç*

*Hexagon Studio, KOCAELİ

ÖZET

Bu çalışmada ses kalitesinden, metriklerinden ve ses basıç seviyesine göre farklılıklarından bahsedilmiştir. Dört teker kontrollü direksiyon sisteminde bulunan lineer aktüatörün neden olduğu gürültü hem jüri değerlendirilmesi hem de ses kalite metriklerine göre incelenip iyileştirmesi yapılmıştır. Buna ek olarak, yapılan bu çalışmalar sırasında sesin keskinliği (sharpness) lineer aktüatör için jüri değerlendirmesine göre en ideal ses kalite metriği olarak diğer metrikler arasından seçilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ses kalitesi, dört teker kontrollü direksiyon sistemi, lineer aktüatör

SOUND QUALITY IMPROVEMENT STUDY OF A LINEAR ACTUATOR IN A FOUR-WHEEL STEERING SYSTEM

ABSTRACT

In this study, sound quality, its metrics and differences with sound pressure level are stated. The noise of linear actuator in a four-wheel steering system is examined and improved according to both sound quality metrics and jury evaluation. Additionally the most ideal sound quality metric, i.e. sharpness for linear actuator, is also chosen.

Keywords: Sound quality, four-wheel steering system, linear actuator

1. SES KALİTESİ

Ses kalitesi, bir ürün sesinin (gürültüsünün) müşteri tarafından algısal olarak ne kadar kabul edilebilir olduğunu gösteren bir metriktir. Başka bir deyişle daha çok kabul edilebilir ses, daha iyi ses kalitesi anlamına gelir. Ses kalitesi terimi, bir ürünün ses açısından yeterliliğini de ifade eder. Bu da yine müşterinin algısı referans alınarak değerlendirilir. Bundan dolayı daha düşük gürültü (ses) seviyesi, her zaman daha iyi ses kalitesi anlamına gelmez [1].

Birçok ses kalite metriğinin arasından otomotiv sektöründe en etkin olarak sesin keskinliği (sharpness), sesin dalgalanma kuvveti (fluctuation strength), sesin pürüzlülüğü (roughness), sesin uğultusu (booming) ve sesin gürülüğü (loudness) kullanılmaktadır [1].

Ses kalitesi metriklerinin yanı sıra jüri testi de ses kalite değerlendirmeleri için önemli bir öğedir. Tek başına ses kalite metrikleri jüri testi olmadan yetersiz kalabilir. Jüri değerlendirmeleri paralelinde öne çıkan ses kalite metrikleri testlerde değerlendirilir [1].

1.1 Sesin Keskinliği (Sharpness)

Sesin keskinliği, gürültünün yüksek frekanslı içeriğini tanımlayan metriktir. Gürültünün yüksek frekanslı katkısının fazla olması “sesin keskinliği”nin fazla olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle gürültünün yüksek frekanslı katkısının fazla olduğu ürünlerde sesin keskinliği, önemli bir ses kalitesi metriğidir. Sesin keskinliğini “acum” olarak tanımlanan metrik ile değerlendirilmektedir [1,2].

Sesin keskinliği hissedilen hoşnutsuzluğun ve rahatsızlığın hesaplama metriği olarak da kullanılmaktadır. Otomotiv sanayisinde de içten yanmalı motor gibi gürültü kaynaklarını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir ses kalite metriğidir [1,2].

1.2 Sesin Uğultusu (Booming)

Sesin uğultusu, hesap metodu bakımından sesin keskinliğine benzemektedir. Ancak gürültünün düşük frekanslı içeriğini tanımlayan bir metriktir. Kısaca gürültünün düşük frekanslı katkısının fazla olması “sesin uğultusu” nun fazla olmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı sesin keskinliğinin zıttı olarak düşünülebilir [1].

Sesin otomotiv sanayisinde içten yanmalı motor vb. gürültü kaynaklarını değerlendirmek amacıyla kullanılan yararlı bir ses kalite metriğidir [1,2].

1.3 Sesin Gürlüğü (Loudness)

Sesin gürlüğü, sesin enerji içeriğinin dinleyicide bıraktığı algısal bir metriktir. Desibel (dB) metriğine benzer olmakla beraber desibel (dB) metriğinin logaritmik yapısı nedeniyle ses gücü seviyesi iki katına çıktığında sadece 3 dB artış gösterir ve frekanstan bağımsızdır. Ancak sesin gürlüğü metriği frekansa bağlı olarak da değerlendirilir. Örneğin insan, kulağı yapısı nedeniyle 20 Hz’deki 40 dB saf tonu 1 kHz’deki 40 dB saf tona göre daha düşük algılar [1]. Sesin gürlüğünün seviyesi, 1 kHz’deki saf tonun ses basınç seviyesi esas alınarak tanımlanmış olup birimi “phon”dur [1,2]. Sesin gürlüğü birimi olan “phon” dışında literatürde “sone” birimi de kullanılmaktadır.

1.4 Sesin Pürüzlüğü (Roughness)

Sesin pürüzlüğü, sesin genliklerindeki 15 – 300 Hz aralığındaki ani değişimlerinin modülasyonunu gösteren bir ses kalite metriğidir. Birimi “asper” olarak tanımlanmıştır. 60 dB’lik 1000 Hz’deki bir tonun 70 Hz’de ürettiği modülasyon bir asper olarak tanımlanmaktadır. Sesin pürüzlüğü, otomotiv sanayisinde motor vb. gürültü kaynaklarını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir ses kalite metriğidir [1,2].

1.5 Sesin Dalgalanma Kuvveti (Fluctuation Strength)

Sesin dalgalanma kuvveti, hesap metodu bakımından sesin keskinliğine benzemektedir. Ancak genlikteki 20 Hz’e kadar olan değişimlerin modülasyonunu gösteren bir ses kalite metriğidir. Sesin dalgalanma kuvvetiyle pürüzlüğü arasında net bir çizgi yoktur. Bazı şartlarda birbirleriyle karıştırılmaları mümkündür. Sesin dalgalanma kuvvetinin birimi “vacil”dir. 60 dB’lik 1000 Hz’deki bir tonun 4 Hz’de ürettiği modülasyon bir vacil olarak tanımlanmaktadır.

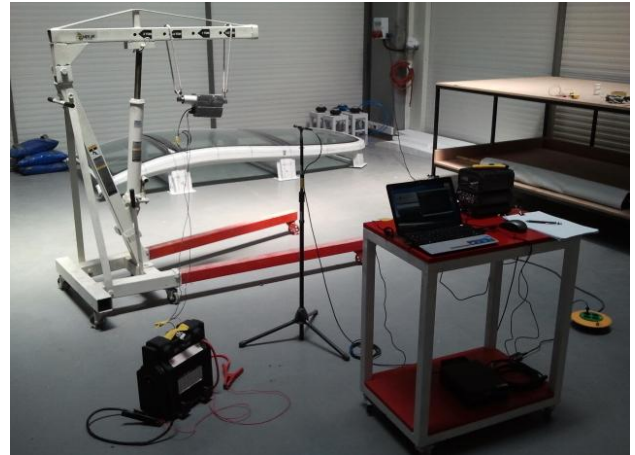
2. METOT

Şekil 1’de görülen dört teker kontrollü direksiyon sistemine sahip Concept V1 aracında bulunan lineer aktüatörün özellikle ilk çalışması sırasında ortaya çıkan gürültü nedeniyle şikayetler ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden araç üstünde test yapmak yerine parça bazlı olarak hem seviye hem de ses kalitesinin iyileştirme çalışması yapılmıştır.



Şekil 1. Concept V1

Değerlendirme Şekil 2’de de görülen test düzeneği kullanılarak 6 farklı iterasyon yapılmıştır. Testler, en yüksek ortam gürültüsü lineer aktüatörün gürültüsünden en az 10 dB(A) düşük olan bir ortamda yapılmıştır. Ayrıca yapılan iterasyonlarda elde edilen ses kayıtlarını bir jüri ekibi tarafından da değerlendirilmiştir.

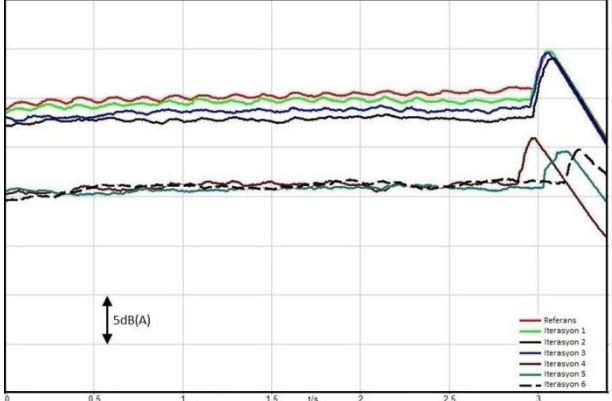


Şekil 2. Test Düzeneği

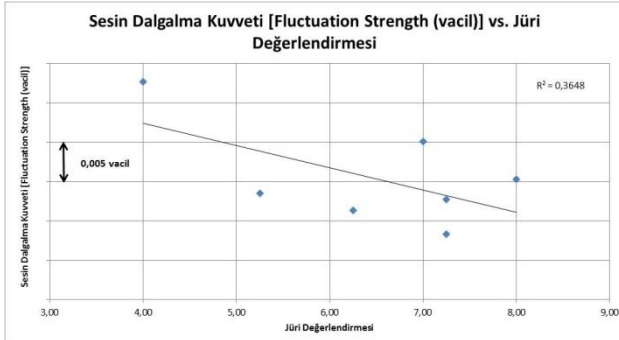
Testler ve jüri değerlendirmesinin sonucunda elde edilen korelasyonlar sesin keskinliği (sharpness), sesin dalgalanma kuvveti (fluctuation strength) ve sesin pürüzlüğü (roughness) metriklerinde elde edilmiştir. Bu yüzden bu çalışmada bu metriklere göre sonuçlar paylaşılmıştır. Elde edilen ses basınç seviyesi ve ses kalitesi metrikleri jüri değerlendirmesi karşılaştırmalı sonuçları Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6’da paylaşılmıştır. Jüri değerlendirmesinde değerler 0 – 10 aralığında verilmiştir.

İterasyonlarda farklı akustik sönüm ve akustik yalıtım özelliğindeki malzemelerle bu malzemelerinin farklı kalınlıktaki uygulamalarının kombinasyonları göz önüne alınarak denemeler yapılmıştır.

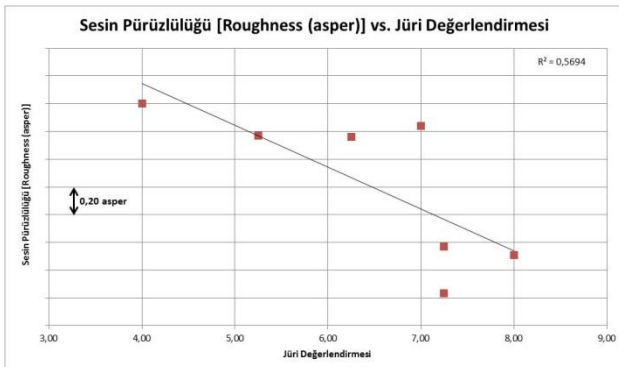
Elde edilen değerler yardımıyla yapılan jüri değerlendirmesi sonucunda en ideal ses kalite metriğinin, sesin keskinliği (sharpness) metriği olduğu ($R^2 = 0,9918$) görülmüştür. Tablo 1’de R^2 özet tablosu da görülebilir.



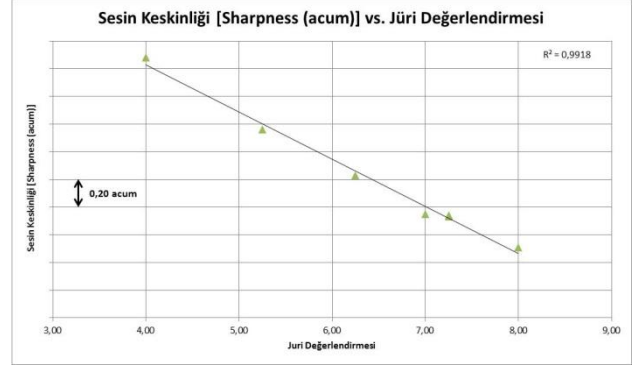
Şekil 3. Ses Basınç Seviyesine Göre İterasyon Karşılaştırması



Şekil 4. Sesin Dalgalanma Kuvveti - Jüri Değerlendirmesi Karşılaştırması



Şekil 5. Sesin Pürüzlülüğü - Jüri Değerlendirmesi Karşılaştırması



Şekil 6. Sesin Keskinliği - Jüri Değerlendirmesi Karşılaştırması

Tablo 1. R^2 Özet Tablosu

Sesin Dalgalma Kuvveti [Fluctuation Strength (vacil)]	0,3648
Sesin Pürüzlülüğü [Roughness (asper)]	0,5694
Sesin Keskinliği [Sharpness (acum)]	0,9918

3. SONUÇ

Ses basınç seviyesinin değerlendirilmesi tek başına ürünün ses kalitesinin ölçülmesi açısından yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmaya konu olan lineer aktüatör üzerinden yapılan uygulamalar için hem doğru ses kalite metriğinin belirlenmesi hem de doğru uygulamanın seçim çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak 6 numaralı iterasyonda hem ses seviyesi hem de sesin keskinliği (sharpness) ses kalite metriğine göre en iyi uygulama olduğu tespit edilmiştir. Ancak araç seviyesinde yapılan değerlendirmede paketleme, ağırlık ve maliyet çalışması sonucuna göre ideal iterasyonun uygulanmasına karar verilmiştir. Ek olarak lineer aktüatör üzerinde yapılan denemelerde akustik sönüm yerine akustik yalıtımın arttığı iterasyonların daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. http://www.acoustics.salford.ac.uk/res/cox/sound_quality/
2. Zwicker, E., Fastl, H., 2006, “**Psychoacoustics: Facts and Models**”, 3rd Edition
3. Head Acoustics, 2013, “Head Analyzer Artemis – Help Tools”

