

Binek Arabalarında Taşıt İçi Gürültü ve Ölçümü II - Gürültü Spektrumunun İncelenmesi

İbrahim HIZALAN*
Ali AYDOSELİ**
Adnan ÖZMEN***
Ömer ALTUN****

ÖZET

Taşıt içi gürültü, otomobillerinde daha uzun zaman geçiren sürücülerini "gürültü konforu" açısından ilgilendirmektedir.

Taşıt içi gürültünün incelenmesinde gürültünün frekans dağılımının bilinmesi, gürültünün muhtemel kaynakları ve yayılım yolları hakkında bilgi verebilir.

Bu çalışmanın amacı da yerli bir binek arabasında taşıt içi gürültü spektrumunun incelenmesidir ve ilgili aracı sessizleştirme projesinin ikinci etabını oluşturmaktadır.

Ölçümler ISO-5128 standardına uygun olarak yapılmıştır.

Sonuçta, taşıt içi gürültünün en belirgin 125 Hz. da olmak üzere 125 Hz. ile 500 Hz. arası frekanslarda yoğunlaştığı ve bu gürültünün sırasıyla motor ve eklerine, yol yüzeyi özelliklerine ve transmisyon sistemine bağlı olabileceği kanısına varılmıştır.

SUMMARY

Noise Inside Passenger Vehicles and its Measurement II- Study of the Noise Spectrum

Noise inside vehicle interests the drivers who spend more time in their vehicles from the point of acoustical comfort.

- * Doç. Dr.; Uludağ Üniv. Tıp Fak. K.B.B. Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi
** Sağlık Teknisyeni; Uludağ Üniv. Tıp Fak., İşitme ve Denge Laboratuvarı
*** Dr.; Uludağ Üniv. Tıp Fak. K.B.B. Ana Bilim Dalı Araştırma Görevlisi
**** Yük. Müh.; Oyak-Renault Otomobil Fabrikası A.Ş., Bursa

The knowledge of the frequency distribution in the analysis of the noise inside the vehicle, may contribute to the possible sources and ways of transmission of the noise.

The purpose of this study is the evaluation of the noise spectrum inside a Turkish made passenger vehicle and it forms the second step of the project of recuding the noise of the vehicle .

The measurements were done according to the specifications of ISO-5128.

As a result, it was concluded that the noise inside the vehicle is concentrated between 125 Hz. and 500 Hz. mainly at 125 Hz. and may be caused by the following in the order of the engine and its parts, the road surface properties and the transmission system.

Taşıt içi gürültü, tıbbi yönü dışında, son senelerde otomobillerinde daha uzun zaman geçiren sürücülere "gürültü konforu" açısından ilgilendirmektedir. Amaç, taşıtlarda sürme konforu açısından uygun bir ortam bulmaktır.

Binek arabaları, karakteristiklerinin tanımlanması zor olan karmaşık titreşen sistemlerdir¹. Yine de taşıt içi gürültü incelenmesinde gürültünün frekans dağılımının bilinmesi, gürültünün muhtemel kaynakları ve yayılım yolları hakkında bilgi verebilir. Örneğin, alçak frekanslarda yoğunlaşan gürültünün motordan kaynaklanıp karoserinin titreşimi yoluyla ulaşan; yüksek frekanslarda yoğunlaşan gürültünün ise motordan kaynaklanıp hava yoluyla ulaşan gürültü olabileceği bilinmektedir².

Ayrıca gürültünün frekans dağılımının incelenmesi ile bir frekansdaki gürültünün birkaç Hertz yakınında başka, şiddetli bir tonal komponent olmaması ve böylece rahatsız edici "vuruntu sesi" yaratmaması veya "öten ses" tarzında belirgin tek komponent olmaması araştırılır³.

Bu çalışmanın amacı da, yukardaki sorulara ışık tutmak amacıyla, ülkemizde üretilen bir binek arabasının seyir halindeki taşıt içi gürültü spektrumunun incelenmesidir ve ilgili aracı sessizleştirme projesinin ikinci etabını oluşturmaktadır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Eylül-Kasım 1982 ayları arasında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi K.B.B. Ana Bilim Dalı ile Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş. tarafından ortaklaşa gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan araç ve gereçler ile ölçüm koşulları daha önceki çalışmamızda açıklanmış gibidir⁴. Ölçümlerde Ses Düzeyi Ölçerine (Sound Level Meter'e) takılı Brüel ve Kjaer marka tip 1613 Oktav Filtre Setinden filtrelenmiş gürültü, seçilen frekanslarda, lineer ses basınç düzeyi —dB(lin)— cinsinden okunmuştur.

Gürültü spektrumu ölçümleri 1982 Modeli, 1300 cc. motor hacimli, Renault 12 TL binek arabalarında ve aşağıdaki koşullarda yapılmıştır:

1. 80 km/h; 2900 rpm; düzgün satırlı asfalt yol
2. 80 km/h; 2900 rpm; pürüzlü satırlı asfalt yol
3. 100 km/h; 3600 rpm; düzgün satırlı asfalt yol
4. 100 km/h; 3600 rpm; pürüzlü satırlı asfalt yol
5. 120 km/h; 4400 rpm; düzgün satırlı asfalt yol
6. 120 km/h; 4400 rpm; pürüzlü satırlı asfalt yol

7. Dururken (boşta); 2900 rpm
8. Dururken (boşta); 3600 rpm
9. Dururken (boşta); 4400 rpm
10. Dururken (dingil havada); 2900 rpm
11. Dururken (dingil havada); 3600 rpm
12. Dururken (dingil havada); 4400 rpm

Yukardaki yol ve motor koşullarında o frekansdaki mutlak gürültüyü gösteren bu değerler, ayrıca, bu mutlak gürültünün insan kulağı tarafından ne düzeyde algılandığını anlamak ve en rahatsız edici frekans bulmak amacıyla her frekans için "A ağırlıklı düzeltme katsayısı" kullanılarak⁵ "düzeltilmiş A oktav band düzeyi" (A-corrected octave band level) cinsinden hesaplanmıştır.

BULGULAR

Renault 12 TL Binek arabasında 4. viteste

a) 80 km/h. hızla seyrederken (2900 rpm) en çok gürültü 31.5 Hz. de, düzgün yolda 89 dB(lin), pürüzlü yolda 94 dB(lin); en az gürültü 4000 Hz. de her iki yolda da 42 dB(lin) olarak;

b) 100 km/h. hızla seyrederken (3600 rpm) en çok gürültü 125 Hz. de düzgün yolda 92 dB(lin), pürüzlü yolda 95 dB(lin); en az gürültü 4000 Hz. de her iki yolda 48 dB(lin) olarak;

c) 120 km/h. hızla seyrederken (4400 rpm) en çok gürültü düzgün yolda 31.5 Hz. de 92 dB(lin), pürüzlü yolda 125 Hz. de 96 dB(lin); en az gürültü 4000 Hz. de düzgün yolda 54 dB(lin), pürüzlü yolda 51 dB(lin) olarak ölçülmüştür (Tablo I).

Tablo: I
Renault 12 TL Binek Arabasında Değişik Yol ve Seyir Şartlarında
Taşıt İçi Gürültünün Frekans Analizi

Motor Devir Hızı (rpm) veya seyir hızı (km/h)	Frekans (Hz.)	Seyir Halinde Gürültü				Dururken Gürültü			
		Düzgün Yolda		Pürüzlü Yolda		Boşta		4. viteste (dingil havada)	
		dB(lin)	dB(A)	dB(lin)	dB(A)	dB(lin)	dB(A)	dB(lin)	dB(A)
2900 rpm 4. vites 80 km/h	31.5	89	50	94	55	72	33	83	44
	63	87	61	93	67	43	47	77	51
	125	80	64	86	70	77	61	80	64
	250	70	61	78	69	66	57	67	58
	500	65	62	72	69	61	58	62	59
	1000	56	56	60	60	50	50	54	54
3600 rpm 4. vites 100 km/h	2000	50	51	50	51	42	43	45	46
	4000	42	43	42	43	35	36	36	37
	31.5	90	51	93	54	72	33	81	42
	63	88	62	94	68	73	47	83	57
	125	92	76	95	79	84	68	88	72
	250	74	65	82	73	66	57	70	61
4400 rpm 4. vites 120 km/h	500	70	67	75	72	67	64	67	64
	1000	60	60	65	65	57	57	56	56
	2000	55	56	56	57	48	49	48	49
	4000	48	49	48	49	39	40	41	42
	31.5	92	53	95	56	68	29	77	38
	63	88	62	95	69	72	46	88	62
120 km/h	125	90	74	96	80	89	73	92	76
	250	79	70	82	73	74	65	78	69
	500	72	69	80	77	71	68	71	68
	1000	64	64	67	67	60	60	60	60
	2000	59	60	59	60	52	53	52	53
	4000	54	55	51	52	44	45	45	46

Yine Tablo I de görüldüğü gibi, araç boşta çalıştırılırken gaz verilerek ve araç durduğu yerde 4. vitese takılıp gaz verilerek (dingil havada) aynı motor devir hızlarına ulaşıldığında:

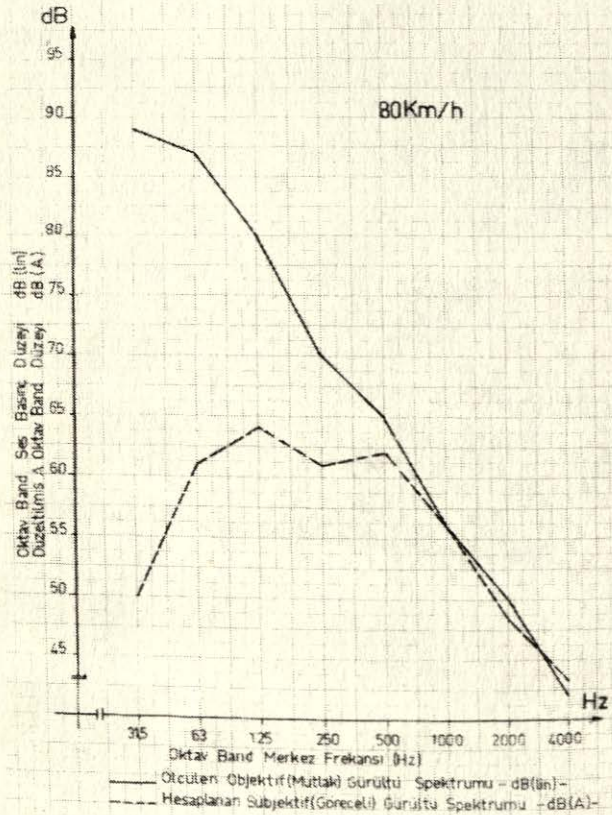
a) 2900 rpm. de en çok gürültü, boşta, 125 Hz. de 77 dB(lin), 4. viteste 31.5 Hz. de 83 dB(lin), en az gürültü her iki çalışma durumunda da 4000 Hz. de 35 dB(lin) ve 36 dB(lin);

b) 3600 rpm. de en çok gürültü 125 Hz. de boşta 84 dB(lin), 4. viteste 88 dB(lin), en az gürültü 4000 Hz. de 39 dB(lin) ve 41 dB(lin);

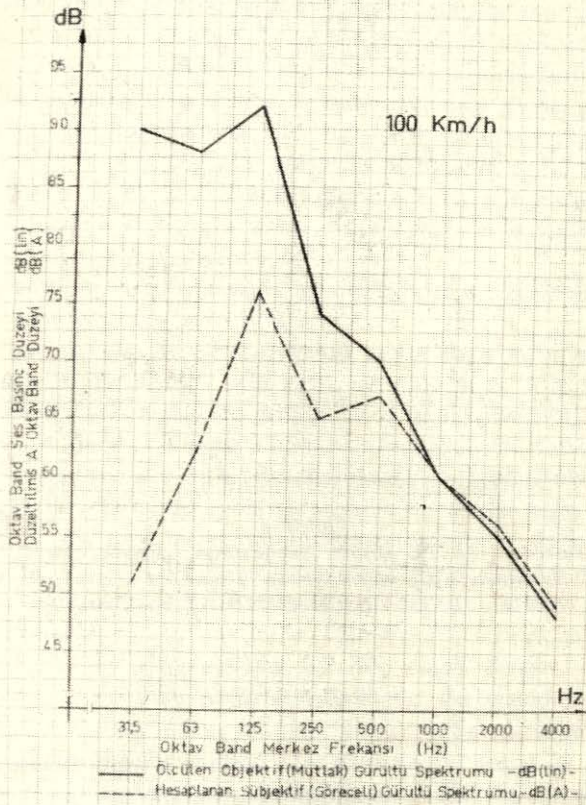
c) 4400 rpm. de en çok gürültü, 125 Hz. de boşta 89 dB(lin), 4. viteste 92 dB(lin); en az gürültü 4000 Hz. de 44 dB(lin) ve 45 dB(lin) olarak ölçülmüştür.

Her frekanstaki mutlak gürültüyü gösteren bu değerler "dB(A)" cinsine çevrilip incelendiğinde bütün hızlarda en yüksek değere 125 Hz. frekansda rastlanmaktadır (Tablo I).

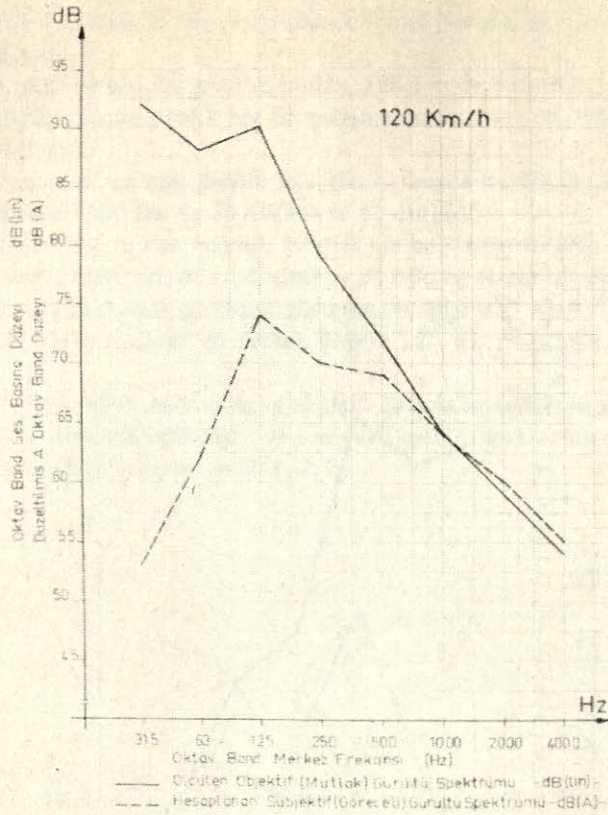
Değişik motor devir hızlarında ve değişik hızlarla seyrederken ortaya çıkan objektif gürültü spektrumu —dB(lin)— ve subjektif gürültü spektrumu —dB(A)— aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir (Şekil 1, 2, 3).



Şekil: 1
Renault 12 TL Binek Arabasmda Düzgün Yolda,
80 km/h hızla seyrederken Taşıt İçi Gürültünün Mutlak -dB(lin)- ve göreceli -dB(A)- spektrumları



Şekil: 2
Renault 12 TL Binek Arabasında Düzgün Yolda,
100 km/h hızla seyrederken Taşıt İçi Gürültünün
Mutlak -dB(lin)- ve göreceli -dB(A)- spektrumları



Şekil: 3
Renault 12 TL Binek Arabasında Düzgün Yolda,
120 km/h hızla seyredirken Taşıt İçi Gürültünün
Mutlak -dB(lin)- ve göreceli -dB(A)- Spektrumları

TARTIŞMA

Renault 12 TL binek arabalarında seyir halinde taşıt içi gürültü spektrumunun incelenmesi amacıyla yaptığımız bu çalışmada, değişik hızlarda ve değişik yol koşullarında lineer skala ile ölçülen gürültü düzeyleri karşılaştırıldığında, bu değerlerin 31.5 Hz, 63 Hz ve 125 Hz de belirgin derecede yüksek olduğu görülmektedir. Bu frekanslarda, düzgün yolda, gürültü en az 80 dB, en çok 92 dB olmuştur. Priede⁶, 300 Hz'e kadar olan frekanslarda gürültünün 100-110 dB'e ulaşabileceğini bildirmektedir.

250 Hz ve 500 Hz. frekanslarda ancak 100 km/h. veya daha hızlı gidilirse orta derecede bir gürültü (70-79 dB) görülmektedir.

1000 Hz ve daha yukarı frekanslarda ise gürültü düzgün yolda hiç bir zaman 64 dB in üzerine çıkmamaktadır.

Bu bulgulara göre, ölçümü yapılan Renault 12 TL binek arabalarında gürültünün her yol ve hız koşulunda, en çok 31.5 Hz ile 125 Hz arası frekanslarda yoğunlaştığı söylenebilir. Ancak, insan kulağının bütün frekanslara eşit derecede hassas olmadığı, "Eşdeğer ses yüksekliği" (Equal Loudness) eğrilerinin düz seyretmediği bilinmektedir. Belli bir şiddette 1000 Hz deki bir sesin algılanma düzeyi, aynı şiddette fakat örneğin 125 Hz deki bir sesin algılanma düzeyinden çok fazladır. Dolayısıyla, sürme konforu açısından sürücünün en rahatsız olacağı frekanslar fizik ölçümlerde en fazla olan değil, kendisinin fizyolojik olarak yüksek olarak algılandığı frekanslardaki gürültü olacaktır. Bunun için, her frekans için bilinen "A ağırlıklı düzeltme katsayısı" kullanılarak, o frekansdaki gürültünün mutlak değerini değil de, insan kulağı tarafından algılanan en uygun göreceli değerini veren "düzeltilmiş A oktav band düzeyi" (A-corrected octave band level) değerleri elde edilmiştir. Buna göre araba içindekiler tarafından en fazla algılanan gürültü, tüm yol, motor devir hızı ve seyir hızı koşullarında, 125 Hz. oktav bandında yoğunlaşmaktadır. Sonra, sırasıyla, 250 Hz. ve 500 Hz. oktav bandları sonra da 63 Hz. oktav bandı gelmektedir (Şekil 1, 2, 3). Bu sonuçta, sürme konforu açısından taşıt içi mücadelede, lineer ölçümlerde bulunanın aksine, en çok orta frekanslar (125 Hz-500 Hz) ile mücadele edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Gürültü spektrumun incelenmesinde bir diğer bulgu da, hız arttıkça, gürültünün bütün frekanslarda artmasıdır (Şekil 1, 2, 3).

Dururken vites boşta gaz vererek belirli motor devir hızlarına ulaşıldığında (transmisyon, yol ve aerodinamik etki yok), aynı motor devir hızında ve düzgün satırlı asfalt yolda seyredişe nazaran, gürültü, alçak frekanslarda (31.5 Hz ve 63 Hz) en az 14 dB, en çok 24 dB, ortalama 17.3 dB azalmaktadır. Bu fark orta frekanslarda (125-500 Hz) ortalama 4.1 dB'e yüksek frekanslarda (1000-4000 Hz) ortalama 6.2 dB'e düşmektedir. Bu bulgu, yola ve aerodinamik etkiye bağlı gürültülerin en çok 31.5 Hz ve 63 Hz i etkilediklerini göstermektedir. Yine, dururken, 4. viteste (dingil havada) belirli motor devir hızlarına ulaşıldığında (motor ve transmisyon faktörleri var; yol ve aerodinamik etkiler yok), vites boşta aynı motor devir hızlarına ulaşılmasına nazaran alçak frekanslarda (31.5 Hz- 63 Hz) ortalama 9.8 dB; orta frekanslarda (125 Hz-500 Hz) ortalama 2.2 dB; yüksek frekanslarda (1000 Hz-2000 Hz) ortalama 1.1 dB fazla gürültü oluşmaktadır. Bu bulguda, motor gücünün tekerleklerle iletilmesi sonucu ortaya çıkan gürültünün de en çok alçak frekansları ilgilendirdiğini göstermektedir.

Yol satırının etkisini görmek için yapılan ölçümlerde pürüzlü satırlı asfalt yolda alçak frekanslarda (31.5 Hz-63 Hz) ortalama 5 dB, orta frekanslarda (125 Hz-500 Hz) ortalama 9 dB ve yüksek frekanslarda (1000 Hz-4000 Hz) ortalama 1.6 dB daha fazla gürültü ölçülmüştür. Aracın hızı arttıkça bu ilişki değişmemektedir. Bu bulgu, yol yüzeyine bağlı gürültünün en çok orta frekanslarda etkili olduğunu düşündürmektedir.

Gürültü kaydedici cihaza sahip olunmadığından kısa sürede yapılması gereken "vites boşa alındığında seyrederken" oluşan gürültü spektrumu ölçümleri yapılamamıştır. Ancak, dururken, vites boşta gaz vererek belirli motor devir hızlarına ulaşıldığında hem lineer ölçümlerde, hem subjektif hesaplarda, gürültünün 125 Hz de

yoğunlaşması ve motor devir hızı arttıkça belirgin olarak artması dikkati çekmektedir.

Sonuçta, gürültü spektrumu incelemesi yapılan Renault 12 TL binek arabalarında saptanan taşıt içi gürültünün bir çok faktöre bağlı olduğu ve sırasıyla motor ve eklerinden, yol yüzeyinden, transmisyon sisteminden oluşabileceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. LEMIERE, B.: Technique et methodes de mesure du bruit interieur des vehicules automobiles. Ingenieurs de l'automobile, 8, 485-495, 1973.
2. PRIEDE, T.: Origins of automative vehicle noise. J Sound Vib, 15, 61-73, 1971.
3. BERANEK, L.L.: Noise Reduction. Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1960, p. 524.
4. HIZALAN, İ., AYDOSELİ, A., ARI, V., TÜRKMENOĞLU, Ş.: Binek arabalarında taşıt içi gürültü ve ölçümü, I-Motor devir hızı, seyir hızı, gürültü ilişkileri. Uludağ Üniv. Tıp Fak. Dergisi, 10: 3, 307-313, 1983.
5. Code of Practice for Reducing the Exposure of Employed Persons to Noise. Her Majesty's Stationery Office, London, 1972, p. 24-25.
6. PRIEDE, T., JHA, S.K.: Low frequency noise in cars. Journal of Automotive Engineering, 1, 17-21, 1970.

Dr. İbrahim HIZALAN
Çekirge Cad. 86/7
BURSA