

# TAŞITLARDAKİ KABİN GÜRÜLTÜSÜNÜN YALITIMI

**M. Kaan AKALP**

**Doç.Dr. Mehmet EROĞLU**

*Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara  
[meroglu@mmf.gazi.edu.tr](mailto:meroglu@mmf.gazi.edu.tr)*

**Doç.Dr. Nizami AKTÜRK**

*Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara  
[nakturk@mmf.gazi.edu.tr](mailto:nakturk@mmf.gazi.edu.tr)*

## ÖZET

Bu çalışmada ülkemizde kullanımda olan bazı taşıtlardaki kabin gürültü seviyeleri ölçülmüş ve bunların arasındaki farkların nedenleri araştırılmıştır. Hareket halindeki ve sabit durumdaki taşıtlarda yapılan ölçümler sonucunda, iç gürültü seviyeleri ve dağılımları tespit edilmiştir. Ölçümlerden elde edilen bulgular değerlendirilerek, değişik araçlardaki gürültü izolasyonu ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir.

## AN INVESTIGATION INTO THE ISOLATION OF CAR INTERIOR NOISE

### ABSTRACT

In this study, interior noise levels of some vehicles in traffic in our country were measured and the reasons of their being different from each other were investigated. As a result of the measurements done in moving and stationary vehicles, the interior noise levels and their octave band analysis were determined. By evaluating the results obtained, some information related to the noise isolation of different vehicles was given.

### 1. GİRİŞ

Gürültü hoşça gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses olarak tanımlanır. Ses dalgalarının etkenliği ve gürültü olarak adlandırılması sadece sesin şiddetine, tiz ve tok olmalarına ve sürekliliğine bağlı değildir. Ayrıca sese maruz kalan kişinin fiziksel ve ruhsal durumuna da bağlıdır. Bir gürültü ne kadar anlamsız, ne kadar şiddetli, ne kadar düzensiz ve ne kadar ani olursa o kadar rahatsız edicidir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere bir sesin gürültü olarak nitelenmesi izafidir. Bununla birlikte, birçok gürültü tipinin kuşkuyla yer vermeksizin herkes tarafından gürültü

olarak kabul edileceği açıktır (Aktürk ve Ünal, 1998).

Gürültünün insanlar üzerindeki fizyolojik etkilerinin başlıcaları, kas gerilmeleri, stres, kan basıncında artış, kalp atışlarının ve kan dolaşımının değişmesi, göz bebeği büyümesi ve uykusuzluk olarak tespit edilmiştir (Aktürk and Gümüşdağ,1998). Bunların çoğu kısa süren etkileridir. Yalnız stres ve uykusuzluk, gürültünün uzun süreli fizyolojik etkilerindedir. Ayrıca migren, ülser, gastrit vb. hastalıkların ortaya çıkmasında gürültünün de önemli etkisi olabileceği ileri sürülmektedir. Ancak gürültünün, bu hastalıkların baş

göstermesinde doğrudan etkili olduğu henüz kanıtlanmamıştır (Toprak ve Aktürk, 2001).

Gürültünün psikolojik etkilerinin başında ise, sinir bozukluğu, korku, rahatsızlık, tedirginlik, yorgunluk, zihinsel etkinliklerde yavaşlama ve iş veriminin azalması gelmektedir.

Gelişmekte olan ve özellikle gelişmiş ülkelerde sorunlardan biri de trafik gürültüsüdür (Aktürk vd. 2000;2001; Aktürk, 2001). Taşıtların hareketleri sonucu çıkan bu gürültü, motor gürültüsü, şasi ve kaportadan kaynaklanan gürültüler, frenlemeden doğan gürültü, tekerleklerin yol yüzeyi ile temasından doğan gürültü ve taşıtın oluşturduğu hava anaforundan ileri gelen gürültü gibi bileşenlerden oluşur (Aktürk ve Gürpınar, 2001).

Yapılan araştırmalara göre taşıt sayısı arttıkça ulaşım gürültüsü artmaktadır. Diğer taraftan trafikteki araçların türlerine göre de gürültü seviyesi değişiklik göstermektedir.

Öbür taraftan trafikteki araçların seyir hızları da önemli değişkenlerdendir. Düşük hız, düşük gürültü yaratmaktadır (Alkut, 1978).

Taşıt yaşı da gürültü miktarına etki eden faktörlerdendir. Eski araçların yenilere göre daha fazla gürültü çıkardığı saptanmıştır

Tekerleklerin etkisi daha sonra incelenecek olmasına rağmen burada kısaca şunlar söylenebilir. Daha az kalınlık ve çaptaki lastikler daha az gürültüye neden olmaktadır (Bay ve Güney, 1998). Radyal tip lastikler ile farklı sırt yapılarına sahip lastiklerde etkiler de farklı olmaktadır.

Yolun tek veya çift yönlü olmasına, şerit sayısına, orta refüjde engel olmasına vb.

göre gürültü seviyelerinde farklılıklar görülmüştür. Yoldaki aşağı eğimin gürültü seviyelerinde azalması neden olduğu belirlenmiştir (Alexandre, 1975). Yokuş yukarı olduğunda ise eşdeğer düzey bir miktar artmaktadır.

Yol kaplama malzemelerinin dokusu, boşluk oranı, yoğunluğu, yüzeyin kuru ya da ıslak olması vb. nedenlere bağlı olarak farklı davranışlar kaydedilmiştir (Barenek, 1974;1993).

## 2. TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ

Trafik gürültüsünün kaynakları ve onlar içinde önemli bir yer tutan taşıt gürültüsü dikkatli bir şekilde incelenmelidir.

### 2.1. Taşıtlardaki Gürültü Kaynakları

Taşıtlardaki iç gürültüyü motor, fan, egzoz, hava filtresi, lastik, seyir rüzgarı, vites kutusu ve aktarma organları, tekerlek asılış sistemi gibi tekil kaynakların gürültüsü oluşturur. Tekil kaynakların toplam iç gürültüye etkileri taşıt işletme şartlarına bağlıdır. Örneğin yüksek kademeli vitesle seyredilen şehir içinde (motor devri yüksek, seyir hızı düşük) motor gürültüsü etkin olurken, bunun tersi bir durum söz konusu olan şehirlerarası yollarda lastik ve rüzgar gürültüsü ön plana çıkmaktadır.

Taşıtlarda oluşan gürültüler, kaynaktan alıcıya (kulağa) çeşitli yollardan ve değişimlere uğrayarak gelirler. Gürültü yayılım yolları doğrudan hava yoluyla, yapı yoluyla ve hava+yapı yoluyla yayılımlar olarak üçe ayrılabilir. Üç yayılım yolunda da, taşıt yapısındaki titreşimlerin oluşturduğu gürültüler hava yoluyla alıcıya iletilir.

Gürültü kaynaklarının tespiti için en çok kullanılan yol, kaynakların mümkün olduğu kadar izole edilmesi ve bu

durumda yapılan ölçüm neticesini, kaynakları teker, teker açarak yapılan ölçümlerin sonuçlarıyla karşılaştırmaktır (pencere metodu). Gürültü yayılım yollarının tespitinde de bu yol kullanılabilir. Öncelikle gürültü kaynaklarının ses iletim yolları kesilir. Bu amaçla birçok bağlantının sökülmesi gereklidir. Daha sonra sökülen bağlantılar teker, teker devreye sokularak her birinin etkisi tespit edilebilir.

İzole edip tekrar açma yöntemi vakit alıcı ve masraflı olduğundan, son zamanlarda genellikle merteye analizleri ve merteye takibi gibi ileri ölçüm yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Her iki yöntemde de motor devri ya da taşıt hızına bağlı gürültü seviyesi dağılımları belirlenerek incelenir. Amaç, tekil kaynakların toplam iç gürültüye etkilerinin hangi şartlarda ne kadar olduğunun saptanmasıdır.

Taşıtlarda gürültü kontrolü, kaynaklarının çokluğu ve yayılım yollarının çeşitliliği nedeniyle çözümü zor bir akustik problemdir. Hem ses hem de titreşimler taşıtın bütün gövdesi ve donanımları üzerinden yayılmaktadır. İlk önce yapılması gereken gürültü kaynaklarını tespit etmek ve bunların gürültü seviyelerini azaltmaya veya uygun frekanslara kaydırmaya çalışmaktır. Dolayısıyla önce taşıttaki gürültü kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Taşıtlardaki başlıca gürültü kaynakları 8 tanedir (Güney, 1994).

### 2.1.1. Motor gürültüsü

Motor silindirindeki yanma olayı ani bir basınç darbesi yaratır. Bu darbe silindir duvarlarının ve motor kafesi aracılığı ile motor yan duvarlarının titreşmesine sebep olur. Bu titreşimler havanın basınç salınımları yapmasına bir ses oluşmasına sebebiyet verir. Motor devir sayısının

düşürülmesi, silindir sayısının artırılması ve motor gövdesinin kalınlaştırılması gibi önlemlerin gerçekleştirilmesi yakıt tüketimine, maliyete, performansa ve vergi oranlarına getireceği ek yükler nedeniyle üretici ve kullanıcılar tarafından tercih edilmeyen yöntemlerdir. Daha çok motordan yayılan gürültünün izolasyonu yoluna gidilmektedir.

### 2.1.2 Hava filtresi

Hava emme ağzı, filtre haznesi boyun uzunluğu ve filtreye bağlantısı hava akış tekniğine uygun tasarlanmalıdır. Sistem titreşim açısından incelenmeli, hava filtresi haznesi mümkün olduğunca büyük tutularak hava filtresi emme gürültüsü enazlanmalıdır.

### 2.1.3. Fan Gürültüsü

Motor suyunun soğutulması amacıyla kullanılan fanın gürültüsünü azaltmak için pervane kanatlarının asimetrik tasarlanması ve iyi dengelenmesi gibi önlemler alınmalıdır.

### 2.1.4. Egsoz gürültüsü (Öge ve Öğüt, 1998)

İyi tasarlanmamış bir egsoz sistemi en önemli gürültü kaynağıdır. Bununla birlikte yaşanabilir bir çevre için araçlardan kaynaklanan trafik gürültüsünün azaltılması gerekmektedir.

Egsoz gürültüsünün araçlardan yayılan toplam gürültüye payı, araç ve kullanılan susturucu tipine bağlı olarak değişmekle beraber, %40 mertebelerinde olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, motorlu araçlardan yayılan gürültünün azaltılması için üzerinde çalışılması gereken önemli konulardan bir tanesi de egsoz sistemi olmaktadır.

Egsoz sisteminin yapması gereken esas görevi, yanma sonrası oluşan gazları en az kayıpla atmosfere atmak, ikinci görevi ise

motordan gelen gürültünün çevreye yayılmasını engellemektir. Söz konusu görevleri oluşturan bu iki olay birbirine zıt yönde etki ederler. Gürültünün düşürülmesi demek gazın bir iş yapması demektir. Bunun sonucu olarak basınç kaybı ortaya çıkar ki bu da motor performansında azalma demektir. Bu nedenle iyi bir egzoz tasarımında, gürültü azaltılması ile motor performansı ve yakıt ekonomisi arasında optimum bir noktayı bulmak gerekir.

### 2.1.5. Vites kutusu ve aktarma organları gürültüsü

Vites kutusu gürültüsü takırtı ve uğultu şeklinde tanımlayabileceğimiz iki tipte olur. Bulardan birincisi üzerinde moment bulunmayan dişli gruplarının diş temas değişimi sesidir. Vites kutusu giriş devir sayısı düzensizliği, dişli boşlukları, sürtünme kuvvetleri gibi nedenlere bağlıdır. Uğultu olarak algılanan ikinci ses ise o an moment akışında bulunan dişlilerin yarattığı sestir ve seçilen vites kademesine bağlıdır. Dişli kuvvetlerinin sebep olduğu titreşimler mil ve yataklar vasıtasıyla vites kutusuna iletirler ve gövde panellerinin titreşimiyle gürültü oluşur.

### 2.1.6. Tekerlek asılış sistemi gürültüsü

Yol bozukluklarının yutulması amacıyla tekerlekler taşıta oynak kollar ve yay-sönüm elemanlarıyla bağlanmıştır. Seyir stabilitesi açısından sert olması istene bu elemanlar, titreşim ve gürültü izolasyonu açısından yumuşak olmalıdır.

### 2.1.7. Seyir rüzgarı gürültüsü

Rüzgar gürültüsü de ancak yüksek hızlarda önemli olmaktadır. Taşıtın dış gövdesindeki hava akışı ve türbülanslardan oluşmaktadır. Taşıt

aerodinamiği düzeldikçe seyir rüzgarı gürültüsü de azalmaktadır.

### 2.1.8. Lastik gürültüsü (Bay ve Güney, 1998)

Taşıtların şehir içindeki düşük hızda ve ivmeli hareketlerinde motor, aktarma organları ve egzoz sistemi gürültüleri en önemli gürültü kaynaklarını oluştururken, yüksek hızlı otoyollardaki trafikte lastik yol etkileşiminden kaynaklanan gürültü en yüksek gürültü emisyonunu oluşturmaktadır. Genel olarak, dizel motorlu büyük kamyonlar hariç tüm taşıtlarda 100 km/saat ve üzeri hızlarda lastik-yol gürültü en etkin kaynaktır. Modern küçük taşıtlar için bu değer 60 km/saat seviyesine kadar düşmektedir. Islak zeminde ise aynı lastik gürültüsü seviyesi daha düşük hızlarda oluşmaktadır.

Lastik yol gürültüsü taşıtların iç gürültü seviyesi ve sürüş konforu üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Taşıt iç gürültü seviyesini temel olarak lastikler, aktarma organları ve süspansiyon sistemi titreşimlerinin ortak etkisi belirlenmektedir.

Tekerlek yol temas yüzeyinde bulunan profil elemanlarının boylarının kısalmasıyla, profiller arasında bulunan hava sıkışmaya uğrar. Sıkışma sonucu bu hava lastik profilleri arasındaki kanallardan ve yol kaplamasının gözenekleri arasından kaçmaya zorlanır. Profil elemanları temas yüzeyinin arkasında serbest kalırken ise, profil elemanlarının uzunluklarının tekrar artmasıyla profiller arasında oluşan vakumunda etkisiyle bu sefer ters yönde bir hava hareketi oluşur. Profil elemanları arasında oluşan bu hava hareketleri, yüksek frekanslı bir gürültüye sebep olur. (1000 Hz'den fazla) bu olaya "hava pompalama" denir. Havanın

pompalanması sonucu oluşan bu gürültü profillerin cinsine, geometrisine ve yol kaplamasının özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır.

Lastik gürültüsü oluşumundaki bir diğer etken de, temas yüzeyinin ön ve arka kısımlarında, yol yüzeyi ile eğri lastik yüzeyi arasında bulunan havada oluşan rezonanstır. Bu hava rezonansları oluşan gürültünün artmasına neden olur. "Horn effect" olarak adlandırılan bu etkinin en belirgin olduğu bölge 700-1000 Hz aralığıdır. Akustik yutturuculuğu yüksek olan yüzey kaplamaları bu etkiyi azaltmaktadır.

Lastik profilleri ile yol yüzeyinin çarpışmaları ve yol kaplamasının pürüzlülüğü, lastik profillerinin titreşmesine ve belli bir gürültü oluşmasına neden olur. Lastik yanaklarının bu titreşimleri, lastik-yol gürültüsünün ana kaynağı olarak kabul edilmektedir.

Eğer lastik sırt yüzeyinde çevresel düz kanallar bulunuyorsa, bu kanalların temas yüzeyinde bulunan kısımları oluşan gürültüyü artırıcı etkide bulunabilir.

Tekerleğe uygulanan tahrik ve fren momentleri, temas yüzeyinde kayma oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumda lastik-yol gürültüsünde büyük ölçüde arttırmaktadır.

Lastik yapısı; radyal lastikler, çapraz katlı lastiklerden 1-3 dB kadar daha sessizdir. Lastik karkasını katılığı artırılarak lastik yanaklarının titreşimi kontrol edilebilmektedir.

Lastik boyutları; lastik taban genişliği arttıkça profil elemanlarının sayısı da arttığı için gürültü seviyesi daha fazla olmaktadır. Tekerlek çapının artışı ise

gürültü seviyesinin azalmasına neden olmaktadır.

Yüzey pürüzlülüğü ve gözeneklilik, genel olarak lastik-yol gürültüsünün azalmasına neden olur. Gözenekli zeminler üzerinde, pürüzlülük sebebiyle artan lastik titreşimleri düşük frekanslı bir gürültü oluşturmaktadır.

Mekanik katılık arttıkça genel olarak gürültü seviyesi de artacaktır. Tekerlek yükünün artması gürültü seviyesinin artmasına sebep olmaktadır. Lastik basıncının artması sert lastik etkisi yaratır ve özellikle yüksek frekanslı gürültü seviyesinin artmasına neden olur. Ancak lastik basıncının nominal değerleri dahilinde yapılan değişikliklerde bu artış oldukça az ve önemsizdir.

Islaklık; genel olarak lastik gürültüsünü arttırmaktadır. Bu artış miktarı lastik ve yol kaplaması yüzey özelliklerine ve araç hızına bağlıdır.

## 2.2 İnsan Kaynaklı Gürültü

Bu tür gürültü genelde aracın hatalı kullanılmasından dolayı oluşur. Yanlış kullanımlarla ilgili 11 Aralık 1986 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmış olan Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nden yola çıkılarak aşağıdaki durumlar sunulabilir.

- Hiç kimse susturucusuz veya ses giderici diğer parçaları olmadan bir motorlu kara taşıtı çalıştırmaz veya diğer değiştirme amacı dışında bir motorlu araç veya motosiklet üzerindeki susturucu veya ses giderici parça çıkarılamaz.
- Kamuya açık yerlerde çalıştırılan motorlu taşıtların çıkardıkları gürültüler verilen sınır değerleri aşamaz.

- Bir motorlu araç üzerinde veya içinde korna ile veya ses çıkaran başka bir cihaz ile tehlike uyarısı vasfı taşımayan ses yapmak veya yapılmasına sebep olmak yasaktır.

Görüldüğü gibi burada yalnızca belirli hatalar verilmiştir. Bunların yanı sıra diğer hatalı kullanımlar da göz önüne alındığında hatalı kullanımın da önemli bir öge olduğu ortaya çıkacaktır.

### 2.3. Taşıtlardaki İç Gürültünün Ölçümü

Taşıtlardaki iç gürültü ölçümü ISO 5128-1980(E)'e göre yapılmaktadır. Bu standart, yolda kullanım amaçlı her çeşit motorlu taşıt içindeki gürültü seviyeleri ve gürültü dağılımları (spektrumları) ölçümlerinin şartlarını tayin etmektedir.

Standartta, ölçümü yapılan taşıtların durumu, çevre, yol, hava ve sürüş şartları, ölçüm cihazlarının şartları gibi taşıtlardaki iç gürültünün belirlenmesi için yapılan deneylerle ilgili şartlar yer almaktadır.

### 3. UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Uygulama çalışmaları, ISO 5128-1980(E), taşıtlardaki iç gürültünün ölçüm standardının temel maddelerine uyularak çeşitli taşıtlarda yapılmıştır. Yapılan ölçümler standarda bütünüyle uygun

olmadığı için, tam anlamıyla gerçeği yansıtmamakla beraber yine de taşıtların iç gürültü seviyeleri hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır.

#### 3.1. Renault-21 Manager'in İç Gürültü Seviyesi Ölçümü

Ölçümü yapılan R-21 Manager, 1993 modeldir. Taşıtlın motoru benzinli olup, 1700 cm<sup>3</sup>lük motor hacmine sahiptir. Taşıtta öncelikle sabit hızlar durumu için ölçüm yapılmıştır. Bu ölçüm 4. viteste ve 60-120 km/saat arasındaki sabit hızlarda, 5 saniye ölçme süresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sabit hızlara karşılık gelen motor hızları (dev/dak) ve iç gürültü seviyeleri (dBA) kaydedilmiştir (Çizelge 1).

Ölçümün yapıldığı mahal Ankara-Eskişehir yolu olup, yol standartlara uygun olarak sert, düzgün ve kurudur. Yolda yabancı cisimler bulunmamaktadır. Ancak yoldaki boşluk ve dalgaların iç gürültü seviyesini etkilediği de gözlenmiştir. İç gürültü ölçümü sırasındaki hava sıcaklığı standartlarda belirtilen normal değerlerdedir. Ayrıca ölçüm sırasındaki rüzgar hızının ölçüm sonuçlarını etkileyecek seviyede olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 1. Renault-21 Manager'in iç gürültü seviyesi ölçüm sonuçları

4.VİTES		RENAULT-21 MANAGER
HIZ(KM/SAAT)	DEVİR SAYISI(DEV/DAK)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dBA)
60	2100	63,3
70	2500	63,9
80	2800	66,8
90	3200	68,9
100	3600	70,2
110	4000	71
120	4400	74,4

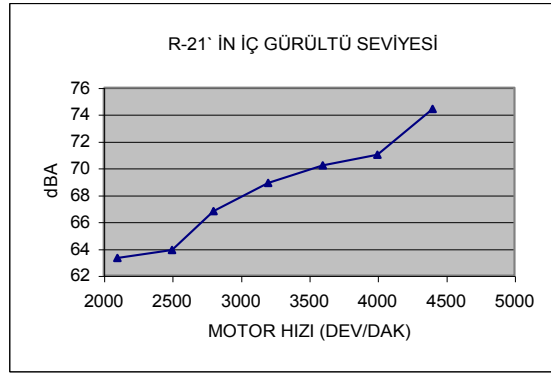
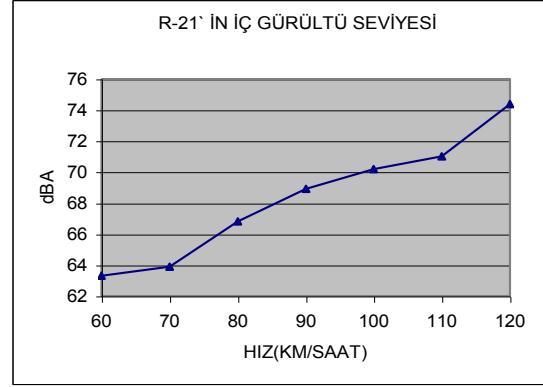


Ölçümlerde üzerinde A filtresi bulunan ve oktav band analizi kapasiteli, IEC 651 (tip 1)'e uygun hassasiyet derecesinde olan ses seviyesi ölçer cihazı kullanılmış ve iç gürültü seviyeleri dBA türünden ölçülmüştür. Ölçümler sırasında ortam (arka plan) gürültüsü 35,8 dBA olarak tespit edilmiştir.

Taşıtın lastikleri 175/70 R14 T tipinde olup standartta belirtildiği kadar yeni değildir. Ölçüm sırasında taşıtta tüm pencereler kapalı olup, hiçbir yardımcı cihaz çalıştırılmamıştır. Standarda uygun olarak sürücü ve gözlemciden başka hiçbir kişi ölçümler boyunca taşıtta bulunmamıştır. Ölçümler gözlemcinin elindeki ses seviyesi ölçer vasıtasıyla gerçekleştirildiğinden, cihaz mikrofونunun pozisyonu koltuk oturma yüzeyi ile sırtlığın kesişiminin 0,35-0,40 m yukarısında, koltuk simetri düzleminin ortasındadır.

Bu şartlarda elde edilen ölçüm sonuçlarından yararlanılarak, taşıt hızı-iç gürültü seviyesi ve motor hızı-iç gürültü seviyesi grafikleri çizilmiştir (Şekil 1). Bu grafikler incelenecek olursa, taşıttaki iç gürültü seviyesinin taşıt hızına ve motor hızına bağlı olarak benzer şekilde arttığı gözlemlenebilir. Bu yüzden iç gürültü seviyesinin, ikisinden birine bağlı olarak değişimini grafik haline getirmek yeterlidir.

R-21 Manager'da ayrıca durağan durum için ilave ölçümler yapılmıştır. Buna göre taşıt rölantide (900 dev/dak) çalışırken iç gürültü seviyesi 47,5 dBA olarak ölçülmüştür. Gaza aniden basarak motor hızı 2000 dev/dak'ya çıktığında, iç gürültü seviyesi 53,9 dBA'ya çıkmıştır. Taşıtın iç gürültü seviyeleri 3000 dev/dak'da 58,8



Şekil 1. Renault-21 Manager'ın iç gürültü seviyesi ölçüm sonuçlarının grafikleri

dBA, 4000 dev/dak'da ise 69,5 dBA olarak ölçülmüştür. Bu ilave ölçüm sonuçları diğer taşıtlarla karşılaştırılması açısından önemlidir.

### 3.2. Mazda 3.23' ün İç Gürültü Seviyesi Ölçümü

Ölçülen Mazda 3.23'ün motoru benzinli olup, 1600 cm<sup>3</sup>'lük hacme sahiptir. Taşıt 1992 modeldir. Bu taşıtta da ilk olarak sabit hızlar durumu için ölçüm yapılmıştır. 4. viteste, 60-120 km/saat arasındaki sabit hızlarda, 5 saniye ölçme süresi kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlerde sabit hızlara karşılık gelen motor hızları ve iç gürültü seviyeleri belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mazda 3.23' ün iç gürültü seviyesi ölçüm sonuçları

4.VİTES		MAZDA 3.23
HIZ(KM/SAAT)	DEVİR SAYISI(DEV/DAK)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dBA)
60	2500	66,4
70	2750	68,3
80	3200	69,6
90	3600	70,3
100	3850	70,9
110	4200	71,6
120	4700	72,6

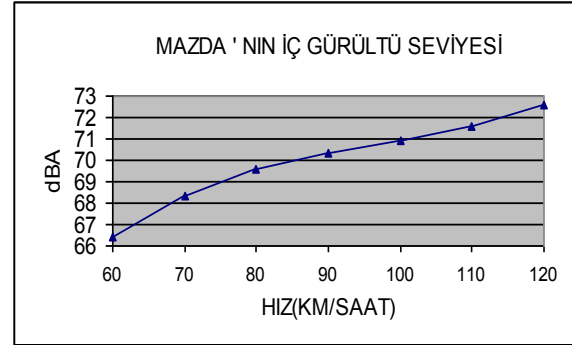
Ölçümler yine Ankara-Eskişehir yolunda yapılmıştır. Ölçüm şartları hemen hemen Renault-21 Manager'inkiyle aynı olmakla beraber, ortam gürültüsü 38,4 dBA olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Mazda 3.23'ün ölçümü sırasında diğer taşıtların ölçümünden farklı olarak oldukça kuvvetli esen bir rüzgar olduğu belirlenmiştir. Bu hızlı rüzgarın ölçüm sonuçlarına etkisi olduğu dikkate alınmalıdır. Ölçümlerde yine A fitreli ses seviyesi ölçer kullanılmıştır.

Elde edilen ölçüm sonuçlarına dayanarak taşıt hızı-iç gürültü grafikleri çizilmiştir (Şekil 2). Mazda 3.23'te de durağan durum için ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlere göre taşıt rölantide (900 dev/dak) çalışırken iç gürültü seviyesi 50,4 dBA, 2000 dev/dak'da çalışırken 53,2 dBA, 3000 dev/dak'da çalışırken 57,1 dBA, 4000 dev/dak'da çalışırken ise 66,8 dBA olarak saptanmıştır.

### 3.3. Volkswagen Golf' ün İç Gürültü Seviyesi Ölçümü

Ölçümü yapılan taşıtlar arasında tek dizel motorlu taşıt olan Volkswagen Golf'ün motor hacmi 1500 cm<sup>3</sup>' tür. 1980 model olan bu taşıtta da öncelikle sabit hızlar durumu için ölçüm yapılmıştır. Taşıtın

motor devri göstergesi olmadığından, 4.viteste, 60-120 km/saat arasındaki sabit hızlarda yapılan ölçümlerde yalnızca sabit hızlara tekabül eden iç gürültü seviyeleri belirlenmiştir (Çizelge 3).



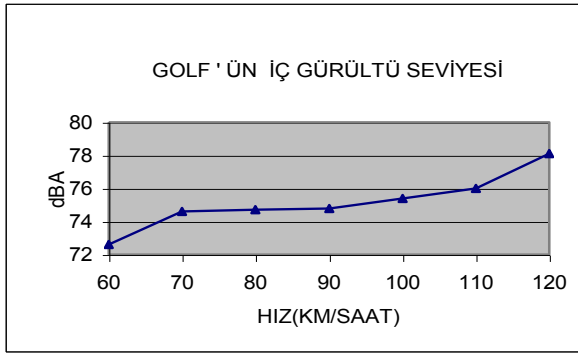
Şekil 2. Mazda 3.23' ün taşıt hızı-iç gürültü seviyesi grafiği

Ölçümlerin yapıldığı yer, yol ve sürüş şartları diğer taşıtlarla yapılan ölçümlerdeki ile aynı sayılabilir. Ancak ölçüm yapıldığı sırada ortam gürültüsü 36,9 dBA olarak tespit edilmiştir. A fitreli ses seviyesi ölçer kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları göz önüne alınarak Golf' ün taşıt hızı-iç gürültü seviyesi grafiği çizilmiştir (Şekil 3).

Çizelge 3. Volkswagen Golf' ün iç gürültü seviyesi ölçüm sonuçları



4.VİTES	VOLKSWAGEN GOLF
HIZ(KM/SAAT)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dBA)
60	72,6
70	74,6
80	74,7
90	74,8
100	75,4
110	76
120	78,1



Şekil 3. Volkswagen Golf' ün taşıt hızı-iç gürültü seviyesi grafiği

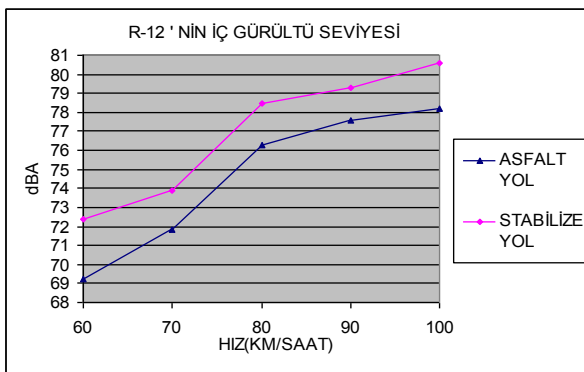
Volkswagen Golf'te yapılan durağan durum ölçümlerinde taşıt rölantide çalışırken iç gürültü seviyesi 62 dBA olarak saptanmıştır. Taşıtta motor devri göstergesi olmadığından 2000, 3000 ve 4000 dev/dak için ölçümler alınamamıştır.

### 3.4. Renault-12 TS'nin İç Gürültü Seviyesi ve Frekans Dağılımı Ölçümü

Ölçülen Renault-12 TS 1976 model olup, ölçümü yapılan diğer taşıtlar arasında en eski taşıttır. Benzinli ve 1300 cm<sup>3</sup>'lük hacmi olan bir motora sahiptir. Taşıtta ilk olarak sabit hızlar durumu için asfalt ve stabilize yollarda ölçümler yapılmıştır. 4. viteste, 60-120 km/saat arasındaki sabit hızlarda yapılan ölçümlerde asfalt ve stabilize yollardaki iç gürültü seviyeleri belirlenmiştir (Tablo 4). Bu iki farklı yolda yapılan ölçümlerde motor hızları hemen, hemen aynı bulunmuştur. Stabilize yolda yapılan ölçümün amacı yoldaki düzgünsüzlüklerin (boşluk,dalga, çakıllar vs.) taşıt iç gürültüsüne katkısının tespit edilmesidir.

Çizelge 4. Renault -12 TS'nin iç gürültü seviyesi ölçüm sonuçları

4.VİTES	RENAULT-12 TS	ASFALT YOL	STABİLİZE YOL
HIZ(KM/SAAT)	DEVİR SAYISI(DEV/DAK)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dBA)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dBA)
60	2600	69,2	72,4
70	3000	71,8	73,9
80	3400	76,3	78,5
90	3800	77,6	79,3
100	4200	78,2	80,6



Asfalt yol Ankara-Eskişehir yolu olup, stabilize yol ise yine aynı yol üzerindeki Ankara Çimento Fabrikası'nın

yakınlarında olan bir yoldur. Ölçüm şartları diğer taşıtlarinkiyle aynı olup, ortam gürültüsü ise 36,3 dBA olarak belirlenmiştir. A fitreli ses seviyesi ölçerlerle gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçlarıyla, her iki yol için taşıt hızı-gürültü seviyesi değişimleri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4).

Şekil 4. Renault-12 TS'nin taşıt hızı-iç gürültü seviyesi grafiği

Taşıtta ikinci olarak durağan durum için rölantide (950 dev/dak) ve 2000 dev/dak'da frekans spektrumuna (dağılımı) bağlı olarak iç gürültü seviyesi analizi yapılmıştır (Çizelge 5). Renault-12 TS'nin

frekans-iç gürültü analizi grafiği Şekil 5' de verilmiştir.

Çizelge 5. Renault 12 TS'nin frekans dağılımı ölçüm sonuçları

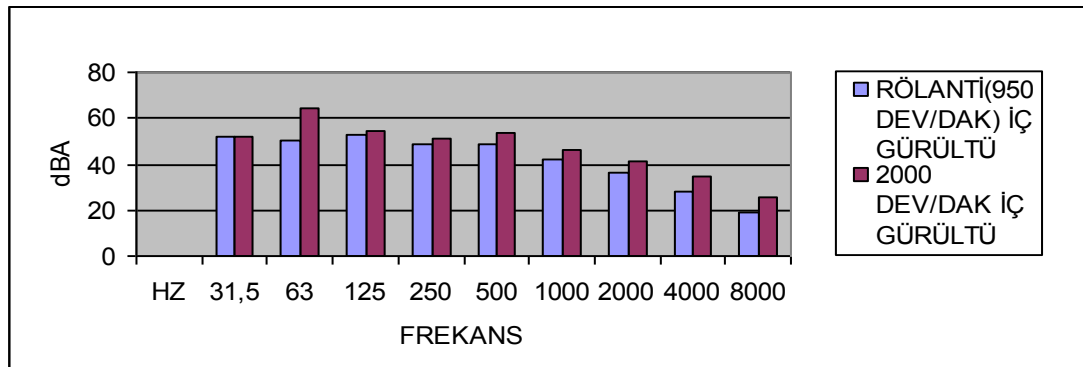
Taşıtta son olarak durağan durum için ses seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Buna göre rölantide (950 dev/dak) 57 dBA olarak ölçülen iç gürültü seviyesi, 2000 dev/dak'

R-12 TS	RÖLANTİ (950 DEV/DAK)	2000 DEV/DAK
FREKANS HZ	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dB)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dB)
31,5	51,8	52,3
63	50,1	64,2
125	52,6	54,2
250	48,3	50,9
500	48,5	53,9
1000	42,4	46,5
2000	36,4	41,2
4000	28,4	34,6
8000	19,3	25,5

da 66,4 dBA' ya fırlamıştır. 3000 ve 4000 dev/dak'larda ise iç gürültü seviyeleri sırasıyla, 73,3 ve 78,4 dBA olarak tespit edilmiştir.

Şekil 5. Renault -12 TS'nin frekans-iç gürültü analizi grafiği

Bu taşıttın motoru benzinli olup, 1600 cm<sup>3</sup>



### 3.5. Doğan SL' in İç Gürültü Seviyesi ve Frekans Dağılımı Ölçümleri

lük motor hacmine sahiptir. Diğer tüm taşıtlardan farklı olarak Doğan SL arkadan çekişlidir. 1995 model olan Doğan SL ile durağan durumda frekans ve gürültü seviyesi analizleri yapılmıştır. Ölçümler sırasında ortam (arka plan) gürültüsü 36,6

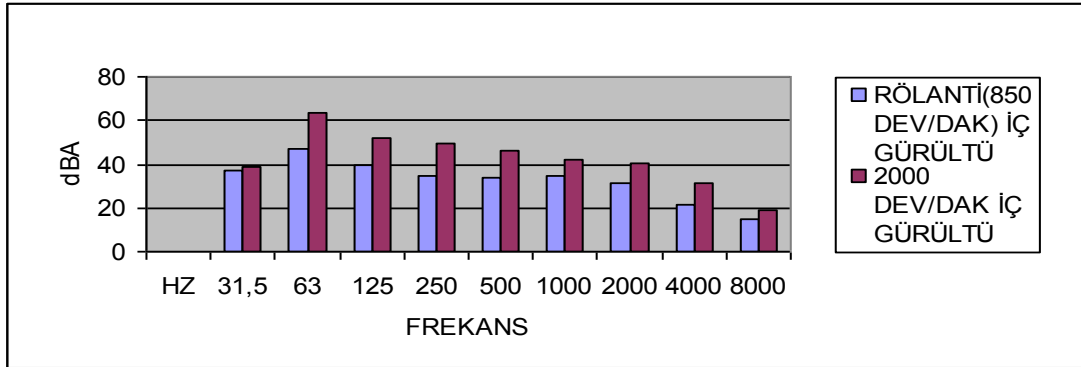
dBA olarak saptanmıştır. Ölçüm şartları diğer taşıtlarinkine benzerdir.

Taşıtta öncelikle durağan durum için rölantide (850 dev/dak) ve 2000 dev/dak' da frekans dağılımına bağlı olarak iç gürültü analizleri yapılmıştır (Çizelge 6). Doğan SL' in frekans-iç gürültü değişimi grafiği Şekil 6' da verilmiştir.

Doğan SL ile ayrıca durağan durum için iç gürültü seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlere göre rölantideki (850 dev/dak) iç gürültü seviyesi 48 dBA olarak bulunmuştur. 2000 dev/dak ' daki iç gürültü seviyesi 56,6 dBA olup, 3000 ve 4000 dev/dak' lardaki iç gürültü seviyeleri ise sırasıyla, 61,7 ve 74,6 dBA' dır.

Çizelge 6. Doğan SL'in frekans dağılımı ölçüm sonuçları

DOĞAN SL	RÖLANTİ (850 DEV/DAK)	2000 DEV/DAK
FREKANS HZ	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dB)	İÇ GÜRÜLTÜ SEVİYESİ(dB)
31,5	36,9	38,4
63	46,6	63,1
125	39,6	51,9
250	34,3	49,3
500	34,1	46,1
1000	34,7	42,3
2000	31,2	40,5
4000	21,2	31,6
8000	14,5	19,2



Şekil 6. Doğan SL' in frekans-iç gürültü analizi grafiği

#### 4. TARTIŞMA

4. viteste, 60-120 km/saat arasındaki sabit hızlarda gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, Renault-21 Manager ve Mazda 3.23'ün iç gürültü seviyeleri fazla yüksek çıkmamıştır. Ayrıca, her iki taşıtta durağan durumda yapılan ölçümlerde de, iç gürültü seviyelerinin normal şartlarda olduğu görülmektedir. Buradan, bu taşıtlardaki iç gürültü izolasyonunun iyi ve yeterli olduğu sonucuna varılabilir. Yani, R-21 ve Mazda 3.23'teki iç gürültü seviyelerini

azaltmak için boş yere zaman ve para harcamak gereksizdir.

Ölçümü yapılan tek dizel motorlu taşıt olan Volkswagen Golf' ün iç gürültü seviyeleri, R-21 Manager ve Mazda 3.23'e göre belirgin bir düzeyde yüksektir. Ancak, aynı performanslı olarak tasarlanmış dizel motorlarla benzinli motorlar arasında önemli bir gürültü farkı olduğu unutulmamalıdır. Bu bakımdan, Volkswagen Golf' ün iç gürültü seviyesinin azaltılması için öncelikle motordan gelen gürültünün azaltılması gerekir. Bunun için

motor kaputunun ve taşıt ön göğsünün iyi bir şekilde izole edilmesi yoluna gidilmelidir.

1976 model Renault-12 TS ile gerek durağan durumda, gerekse 4. viteste, 60-100 km/saat arasındaki sabit hızlarda gerçekleştirilen ölçümlerde, iç gürültü seviyelerinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle taşıt stabilize yollarda seyrederken iç gürültü seviyeleri iyice yükselmekte ve insanı rahatsız edici boyutlara ulaşmaktadır. Ölçüm yapılan benzinli motora sahip taşıtlar arasında Renault -12 TS'nin en gürültülü olarak ortaya çıkmasının başlıca nedenleri motorunun eski tip olması ve taşıtta yeterli titreşim ve gürültü izolasyonunun yapılmamış olmasıdır. R-12 TS'nin iç gürültü seviyesinin azaltılması için öncelikle taşıt ön göğsünün ve motor kaputunun izolasyonunun yapılması gerekir. Bunlara ilaveten, lastikten gelen gürültüleri azaltmak için, taşıtın çamurluklarının alt kısımları Tofaşlar'da olduğu gibi plastik davlumbazlarla kaplanabilir. Ayrıca R-12 TS'de yapılan frekans-iç gürültü analizinde, düşük oktav bant merkez frekanstaki (31,5-500 Hz) seslerin gürültü seviyelerinin, yüksek frekanstaki (1000-8000 Hz) seslerin gürültü seviyelerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek frekanstaki gürültüler düşük seviyede olduğundan, taşıtta alçak frekanstaki seslerin yüksek frekanslara kaydırılması yoluyla, iç gürültü azaltma çalışmaları yapılabilir (4).

Ölçülen son taşıt olan Doğan SL'nin durağan durumdaki iç gürültü seviyesi yüksek motor hızlarına kadar fazla yüksek değildir. Yalnız, 4000 dev/dak civarındaki motor hızlarında gürültü önemli boyutlara ulaşmaktadır. Bunun yanında, yapılan frekans-iç gürültü analizlerinden, 2000 Hz'in üstü oktav band merkez frekanslardaki gürültü seviyelerinin büyük

bir azalma gösterdiği anlaşılmaktadır. Renault-12 TS'nin frekans dağılımıyla karşılaştırıldığında Doğan SL' in iç gürültü seviyeleri oldukça düşüktür. Motor kaputu, lastik ve ön göğüs izolasyonuna sahip olan Doğan SL' de daha başka izolasyon çalışmaları yapılmasına gerek yoktur.

## 5. SONUÇ

Taşıtlardaki iç gürültü ölçümü için, taşıtın çeşitli çalışma şartlarında (sabit hızlar durumu, sabit (durağan) durum, ivmelenme durumu vs.) frekans analizleri yapmak gerekir. Bu analizler doğrultusunda saptanan gürültü kaynaklarında gürültüyü azaltıcı yönde bir gelişme yapılamıyorsa, gürültünün yayılım yolları uygun metotlarla izole edilmelidir.

Sonuç olarak taşıttaki iç gürültünün azaltılması konusu, oldukça karmaşık bir problem olduğundan, bu konuda bilgi ve tecrübesi olan kişilerin ellerindeki bütün imkanları kullanarak, zamanında uygun ve etkili ölçüm, araştırma ve çalışmaları yapmaları gereklidir. Daha sonra oluşabilecek tersliklerin (izolasyon yetersizlikleri gibi) giderilmesi için sarf edilecek çabalar, önemli ölçüde zaman ve para kaybına neden olabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Aktürk, N. ve Gümüşdağ, C. F., 1998, "Ankara Esenboğa Havalimanı'nın Neden Olduğu Çevresel Gürültünün Belirlenmesi", *IV. Ulusal Akustik Kongresi*, Antalya, Kaş, 29-31 Ekim, sf. 77 – 91.
- Aktürk, N. ve Ünal, Y., 1998, "Gürültü, Gürültüyle Mücadele ve Trafik

- Gürültüsü”, Gazi Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Bülteni*, Sayı 3, sf. 21 – 32.
- Aktürk, N.; Ercan, Y. ve Durmaz, A., 2000, "İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın Sebep Olduğu Gürültünün Belirlenmesi", Gazi Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, C. 13, No 2, Nisan, Ankara, sf. 289-302.
  - Aktürk, N. ve Gürpınar, M., 2001, *Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi*, 25-27 Nisan, Gazi Üniversitesi, Ankara, sf. 346-359.
  - Aktürk, N., 2001, "Havalimanlarının Neden Olduğu Çevresel Gürültünün Kara Kullanımında Dikkate Alınması", TMMOB Makine Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, *Ankara'da Kentleşme Ve Yerel Yönetimler Sempozyumu*, 22 – 23 Haziran, Ankara.
  - Aktürk, N.; Ercan, Y. ve Durmaz, A., 2001, "Muğla Dalaman Havalimanı'nın Neden Olduğu Çevresel Gürültünün Belirlenmesi", *10.Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu*, Selcuk Üniversitesi, 12-14 Eylül, Konya.
  - Asiloğulları, E., Toprak, R. ve Aktürk, N., 2002, "Raylı Ulaşım Sistemlerindeki Gürültü ile Ray-Teker Etkileşiminin İlişkileri", *Akustik Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1, 13-23.
  - Alexandre, A., 1975, **Road Traffic Noise**, New York-Wiley.
  - Alkut, A., 1978, "İzmit'te Kent içi Demiryolu ve Karayolu Geçişlerinde Ses ve Titreşim ölçümleri", *Tübitak Raporu*, Ankara.
  - Bay, F. ve Güney, A., 1998, "Lastik-Yol Gürültüsü", *IV. Ulusal Akustik Kongresi*, 29-31 Ekim, Kaş / Antalya.
  - Beranek, L. L., 1974, **Noise Reduction**, McGraw-Hill Book Co. Inc., ABD.
  - Beranek, L. L., 1993, **Noise and Vibration Control Engineering, Principles and Application**, pp.682-686.
  - Güney, A., 1994, "Taşıt Gürültüsü Ölçümü ve Yönetmelikleri", I Ulusal Mekanik Sempozyumu, s 151-160, İTÜ, İstanbul.
  - ISO 5128-1980(E), International Standard, "Measurement of Noise Inside Motor Vehicles".
  - Öge, A.; Öğüt, T., 1998, "Bir otomobil egzost sisteminin iç performans analizi", *IV. Ulusal Akustik Kongresi*, 29-31 Ekim, Kaş/Antalya
  - Toprak, R. ve Aktürk, N., 2001, "Raylı Ulaşım Sistemlerinin Neden Olduğu Çevresel Gürültü" TMMOB Makine Mühendisleri Odası, *İstanbul'da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu*, 28-30 Haziran, İstanbul.