

57516



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SES GEÇİŞ KAYBI FORMÜLLERİ VE  
GÜRÜLTÜ TAYFINA BAĞLI OLARAK  
ORTAYA ÇIKAN AYRIMLAR**

**Mimar Sevil SEVİM**

**F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programında  
hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Zerhan KARABİBER**

**İSTANBUL, 1996**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	I
İNGİLİZCE ÖZET	II
1. GİRİŞ	1
2. SESİN GEÇMESİ VE SES GEÇİŞ KAYIPLARI	3
2.1. Sesin geçmesi	3
2.1.1. Sesin geçirgenlikle geçmesi	4
2.1.2. Sesin açıklıklardan geçmesi	4
2.1.3. Sesin cidar titreşimi ile geçmesi	4
2.1.4. Sesin dolaylı geçmesi	5
2.2. Ses geçiş kayıpları	5
2.2.1. Ses geçiş kayıplarının ölçme yolu ile belirlenmesi	6
2.2.2. Ses geçiş kayıplarının hesap yolu ile belirlenmesi	7
3. SES GEÇİŞ KAYIPLARININ HESAP YOLU İLE BELİRLENMESİNDE KULLANILAN FORMÜLLER VE KARŞILAŞTIRILMALARI	9
3.1. Ses geçiş kaybı formüllerinin karşılaştırılması	10
3.1.1. (m) Fonksiyonlu formüller	11
3.1.2. (m,f) Fonksiyonlu formüller	17
3.2. (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması	39
4. GÜRÜLTÜ TAYFI ve SES GEÇİŞ KAYBI FORMÜLLERİ	61
4.1. Gürültü tayfi	61
4.2. 1/1 ve 1/3 oktav filtreli edilmiş tayf analizlerinin karşılaştırılması	63
4.3. Değişik karakterde gürültü tayfları kullanılarak, (m) ve (m,f) fonksiyonlu formül sonuçlarının değerlendirilmesi	66

<b>5. KABUL EDİLEBİLİR GÜRÜLTÜ DÜZEYLERİNE BAĞLI OLARAK FORMÜLLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ</b>	<b>87</b>
5.1. Gürültü denetiminde kabul edilebilecek gürültü düzeyleri	87
5.2. Cidarların gerekli ses geçiş kayıplarının belirlenmesi	91
5.3. Gerekli ses geçiş kayıplarının belirlenmesinde formüllerin,gürültü tayfına bağlı olarak, yarattığı farklılıklar	92
<b>6. SONUÇ</b>	<b>104</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>107</b>
<b>EK-I</b>	<b>108</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

**Bu çalışmadaki değerli katkı ve yardımlarından  
dolayı Prof. şazi Sirel ve tez danışmanım Doç.  
Dr. Zerhan Karabiber'e içtenlikle teşekkürlerimi  
sunarım.**

## ÖZET

Gürültünün insan üzerindeki kötü etkilerinin fazla olmasından dolayı gürültü denetimi, yapı fiziğinin en önemli konularından biri durumundadır. Gürültü denetiminin başarılı ve ekonomik olması için izlenmesi gerekli bazı aşamalar vardır. Bu aşamalardan birisi de kaynakla alıcı arasında denetimdir. Söz konusu aşama için denetimin elde edilmesinde, sesin geçme biçimleri önem taşımaktadır. Sesin geçme biçimlerinden en önemli ve etkili olanı sesin cidar titreşimi ile geçişidir. Cidarların ağırlığına bağlı olarak cidarların ses geçiş kaybı hesap ya da ölçme yoluyla bulunur. Ses geçiş kaybının ölçme yoluyla elde edilmesinde değişik yöntemler kullanılır. Hesap yoluyla elde edilmesinde de değişik amprik formüllerden yararlanır.

Bu çalışma da amaç, ses geçiş kaybının hesap yoluyla elde edilmesinde kullanılan bazı amprik formüllerin karşılaştırılması ve bu formüllerle elde edilen ses geçiş kaybı sonuçlarının kullanılması ile, değişik gürültü spektrumları için, geçen seste oluşan farklılıkların incelenmesidir.

Belirtilen amaca yönelik olarak yapılan bu çalışma, giriş ve sonuç dahil, yedi bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra ele alınan ikinci bölümde, gürültü denetiminde önemle üzerinde durulan sesin geçme biçimleri açıklanmış ve ses geçiş kaybı anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ses geçiş kaybının elde edilmesinde kullanılan yöntemler ele alınmıştır. Dördüncü bölümde ise sesgeçirmezliğin hesaplanmasında kullanılan formüller birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Beşinci bölümde değişik gürültü spektrumları ve formüller ile elde edilen sonuçlar kullanılarak geçen sese göre bir karşılaştırma yapılmıştır.

## SUMMARY

Noise control has been one of the most important subjects of building physics because of the many harmful effects humans beings. There are some procedures to be followed for noise control to be effective and cost efficient. One of the procedures is the control between the source and the receiver. The way the sound passes through is important for obtaining the control for the questioned procedure. The sound transmission loss of partitions relative to their masses is determined by means of calculation or measuring. There are different methods used in determining the sound transmission loss by measuring. Different empirical formulas have been utilized in calculation method.

The aim of thi study is to examine the diffrences of the passing through sound for different noise spectra by comparison of some emperical formulas which are used in the calculation of sound transmission loss, and the sound transmission loss results obtained using these formulas.

This study towards the above mentioned aim consists of seven sections, including the introduction and results. Sound transmission loss and sound transmission loss ways strongly emphasized in noise control has been explained in section two, after the introduction. The methods used in obtaining sound transmission loss has been studied in section three. The formulas used in calculation of sound transmission loss have been compared in section four, and there are the comparisons relative to passing through sound with the use of results from diffrent noise spectra and formulas in section five.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, nüfusun artması, endüstrinin gelişmesi gibi nedenlerden dolayı gürültüde büyük bir artış görülmektedir. Bununla birlikte yapılarda kullanılan malzemelerin çeşitliliği de gün geçtikçe artmaktadır. 11 Aralık 1986'da yürürlüğe giren Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde, yapı tiplerine ve faaliyet alanlarına göre kabul edilebilir ses basınç seviyeleri belirlenmiştir. Yapı elemanlarında kullanılan malzemelerin değişiklik göstermesi, gürültü denetimi çalışmalarının çok daha titizlikle yapılması ve yapı bileşenlerinin ses geçiş kayıplarının mekanlarda, gürültü yönetmeliğine uygun, ses basınç düzeyi sağlayacak şekilde olmasını gerektirmektedir.

Gürültü denetiminde hacim içindeki gerekli ses basınç düzeyinin sağlanmasında, konunun etkin ve ekonomik olması için, izlenmesi gereken 3 aşama vardır;

- Kaynakta denetim,
- Kaynakla alıcı arasında denetim,
- Alıcıda denetim.

Söz konusu olan her üç aşamaya da teknik ve bilimsel yönden yaklaşmak önem taşımaktadır. Gürültünün kaynakta denetimi, gürültü kaynağının niteliğine bağlıdır. Bütün gürültü kaynakları için kaynakta denetim sözkonusu olmayabilir. Eğer gürültü kaynakta denetlenemiyor ise kaynakla alıcı arasında denetlenmesi gereklidir. Bu da gerçekleştirilemiyorsa alıcıda denetim yapılmalıdır. Kaynak kapalı bir hacimde ise hacmin toplam yutuculuğu, boyutları, kaynağın yeri gibi etkenler önem taşımaktadır. Kaynak yapı dışında ise uzaklık, doğal ya da yapay engeller gibi etkenler önem taşır.

Gürültü denetiminde ele alınan, üç aşamadan, kaynakla alıcı arasında yapılan denetimde yapı içi ve yapı dışı mimari öğeler önem kazandığından ikinci aşama mimarları daha çok ilgilendirmektedir.

Gürültünün geçmede denetiminde önemli bir yeri olan cidarların ses geçiş kayıplarının hesaplanmasında kullanılan birçok formül vardır. Ses geçiş kaybı formüllerinin bir bölümü kuramsal, bir bölümü ise ampiriktir. Bu formüllerden bazıları sadece kütle ağırlığı ( $m$ ) değişkenine bağlı formüller, bazıları ise hem kütle ağırlığı, hem de frekans ( $f$ ) değişkenine bağlı formüllerdir.

Formüllerin sayısı birden fazla olduğu için, ne gibi durumlarda hangi formüllerin kullanılması gerektiği gibi birçok belirsizlikler ortaya çıkmaktadır. Bu gibi belirsizlikleri en aza indirmek için formüller arasındaki farkların belirlenmesi gereklidir. Ayrıca gürültü denetimi çalışmalarında formüllerin, değişik gürültü tayflarına ve değişik kütle ağırlıklarına göre nasıl sonuç vereceğinin yaklaşık olarak da olsa bilinmesi yararlı olabilir.

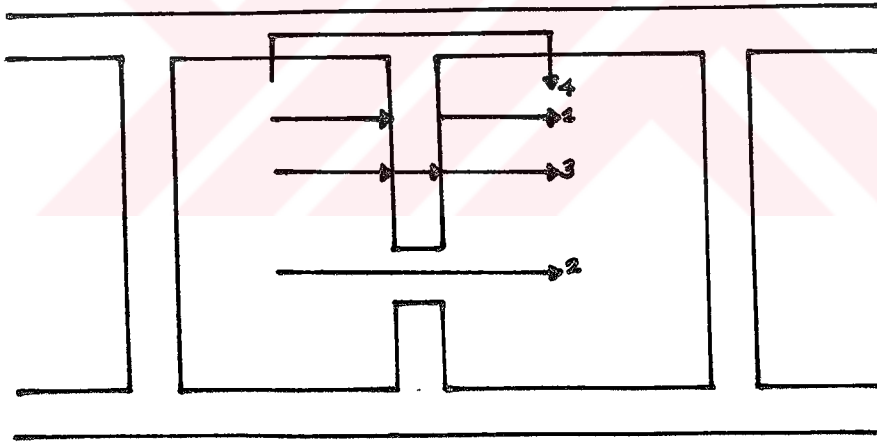
Bu çalışma, ( $m$ ) ve ( $m,f$ ) fonksiyonlu ses geçiş kaybı formülleri arasında yapılan karşılaştırmalar ile aralarındaki farkların belirlenmesi ile gürültü denetiminde karşılaşılan farklı gürültü türlerine göre, formüller arasında ortaya çıkacak farklılıkları saptamayı amaçlamaktadır. ( $m$ ) fonksiyonlu ve ( $m,f$ ) fonksiyonlu formüller önce kendi aralarında, daha sonra birbirleri ile karşılaştırılacak ve bu karşılaştırmalar sonucunda çıkan değerlendirmeler doğrultusunda, gürültü tayfinin değişimine bağlı olarak oluşturdukları farklar örnekler verilerek belirlenecektir.

Bu çalışmada, ses geçiş kaybı formüllerinin karşılaştırılmasında frekans aralıkları 16Hz-16000Hz arasında, kütle ağırlıkları ise mimaride kullanılacak malzemelerin kütle ağırlıklarını içine alacak şekilde yani  $5 \text{ kg/m}^2$  -  $320 \text{ kg/m}^2$  değerleri arasında tutulmuştur.

## 2. SESİN GEÇMESİ VE SES GEÇİŞ KAYBI

### 2.1. Sesin geçmesi

Sesin geçmesi, genellikle ses enerjisinin bir ortamdan, başka bir ortama geçmesi anlamına gelir. Yapılarda, gerek yapı dışı gürültülerin gerekse yapı içi gürültülerin, kullanıcıları etkilemesinde sesin geçmesi olayı önem taşımaktadır. Yapı dışı gürültüleri, yapı kabuğu aracılığı ile yapıyı etkilediği gibi, yapı içi gürültüleri de, sanayi yapılarından kaynaklanan gürültülerde olduğu gibi, yapı kabuğu aracılığı ile çevreyi rahatsız edebilmektedir. Yapı içi gürültülerin, kullanıcıları etkilemesinde genellikle bitişik hacimler ve katlar arası bölme, duvar ve döşemelerden sesin değişik yollar ile geçmesi rol oynar. Bu geçiş, iki ortamı ayıran elemandan sesin geçirgenlikle, var ise açıklıklardan dolaysız olarak ve cidar titreşimi ile geçmesiyle gerçekleşir. Ayrıca, ara bölme dışında, yan duvarlar, döşeme ve tavan aracılığı ile sesin dolaylı geçişi de söz konusudur (Bkz. Şekil 2.1.).



- 1- Sesin geçirgenlikle geçmesi
- 2- Sesin açıklıklardan geçmesi
- 3- Sesin cidar titreşimi ile geçmesi
- 4- Sesin dolaylı geçmesi

Şekil 2.1. Sesin geçme biçimlerinin şematik olarak gösterilişi

### **2.1.1. Sesin geçirgenlikle geçmesi**

Bir ortamın, atom ya da moleküllerinin ses ile ilgili titreşimlerinin, ikinci ortamın atom ya da molekülleri üzerindeki etkisiyle, bir ortamdan öteki ortama geçmesine sesin geçirgenlikle geçmesi denir (Ş.Sirel, Yapı akustiği 1974). Sesin bu tür geçmesinde, duvar kalınlığının hemen hiç rolü yoktur. Önemli olan, ortamın molekül sel yapısı yani esneklik modülleri arasındaki orandır. Hava ile katı cisimler arasındaki esneklik modülü oranı yüksek olduğundan dolayı, bu tür geçmede ses bir hacimde bitişik hacime geçerken büyük bir kayba uğrar. Bu yüzden sesin geçirgenlikle geçmesinin gürültü denetiminde pek fazla önemi yoktur.

### **2.1.2. Sesin açıklıklardan geçmesi**

Sesin bir ortamdan öteki ortama ve bu iki ortamı birleştiren, yani iki ortam arasında süreklilik sağlayan bir açıklıktan geçmesine, sesin açıklıktan geçmesi denir. Bu açıklıklara örnek olarak iyi kapanmamış kapı ve pencereler, kapı altı aralıkları, havalandırma kanalları, anahtar delikleri vb. aralık ve delikler verilebilir.

Bir açıklıktan geçen ses erkesi, açıklığın boyutları ile gelen sesin dalga boyu arasındaki büyüklük farkı ile ilgilidir. Büyük açıklıklardan geçen ses enerjisi, açıklığın yüzölçümü ile doğru orantılıdır. Ufak açıklıklardan geçme, hem bu açıklıklara düşecek ses enerjisi az olacağından, hem de bu az enerji belirli oranlarda azalmaya uğrayacağından önemsiz sayılabilir. Fakat yüksek sesgeçirmezliğin söz konusu olduğu durumlarda, ufak açıklıklar da önem kazanır.

### **2.1.3. Sesin cidar titreşimi ile geçmesi**

Ses dalgalarının duvar, döşeme, kapı, cam vb. cidarları bütünüyle titreştirmesi ve titreşen bu cidarların da, öteki yanda bulunan havayı tıpkı bir hoparlör gibi titreştirmesi ile ses enerjisinin geçmesi olaydır Yapılarda gürültü denetimi yönünden, sesin cidar titreşimi ile geçmesi büyük önem taşır. Çünkü ses enerjisinin büyük bir bölümü, çoğu durumda bu yolla geçer. Cidar, gelen ses

dalgalarıyla hava basıncında beliren değişmelerin doğurduğu itme ve çekmelere kütlesiyle karşı koyar. Bir cidar ne denli ağır olursa, onu titreştirmek o oranda zor ve bundan ötürü titreşimin genliği o oranda küçük olur. Buna *KÜTLE KANUNU* ya da *BERGER KANUNU* denir (Ş.Sirel, Yapı akustiği 1974). Bu çalışmada, sesin cidar titreşimi ile geçmesi ön planda tutulmuştur.

#### 2.1.4. Sesin dolaylı geçmesi

Ses titreşimleri çoğu kez cidarlarda bir dalgalanma oluşturur. Cidarın bükülme esnekliği ile ilgili olarak cidar boyunca ilerleyen dalgalanma hareketi, cidarda kesiklik olmadıkça yayılmasını sürdürerek bitişik olmayan hacimlerin cidarlarına da geçer ve buradan da bu hacimlerin havasına geçer. Örneğin betonarme döşemeler ve perdeler gibi sürekli ve esnek cidarlarda bu dalgalanma cidar boyunca yayılabilir. Böyle bir durumda ses titreşimleri yalnız komşu mekana değil, daha uzaktaki mekanlara da geçebilir. Buna sesin dolaylı geçmesi denir. Bu tür geçişte genellikle 50 dB bir kayıp söz konusudur. Bu nedenle, yüksek ses geçiş kaybının sağlanması gereken durumlar dışında, bu tür geçiş pek hesaba katılmaz.

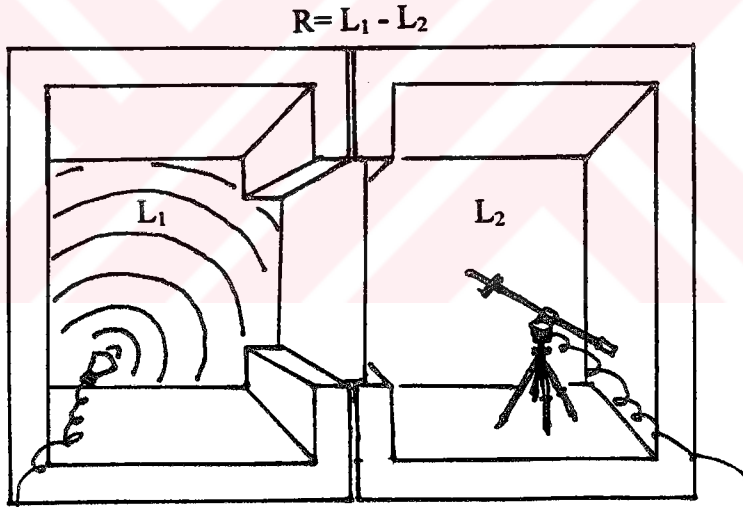
#### 2.2. Ses geçiş kayıpları

*Berger yasasına* göre (Bkz. sesin cidar titreşimi ile geçmesi) cidarlar, gelen ses dalgalarıyla hava basıncında beliren değişmelerin doğurduğu itme ve çekmelere kütlesiyle karşı koyar. Ayrıca frekansın artmasıyla da, kütlenin karşı koyması artmaktadır. Kalın bir cidarın, havadaki ses enerjisi ile titreşmesi olanaksız gibi düşünülebilir. Fakat cidarın bu hareketinin genliği mikrometre düzeyinde olsa bile, diğer yandaki hacimde orta yeğinlikte bir ses düzeyinin doğması için yeterlidir. Cidar titreşimi ile geçen sesteki azalma cidarın ses geçiş kaybını gösterir. Ses geçiş kaybının artmasıyla yapı içine veya dışına geçen ses azalır. Ses geçiş kaybı R harfi ile gösterilir. Birimi dB'dir. R (ses geçiş kaybı) gelen sesle geçen sesin farkına eşittir. Bazı kaynaklarda ses geçiş kaybı, geçiş kaybı (Transmission loss) olarak ifade edilmekte ve simgesi TL olarak gösterilmektedir (C.H.Harris, Handbook of Noise Control 1979; S.Parker, Acoustics Source book 1987).

Yapı elemanlarının ses geçiş kayıplarının bilinmesi, gürültü kontrol çalışmalarında alınabilecek önlemler açısından önemlidir. Yapıda kullanılan her türlü gereç, öge ve bileşenin ses geçiş kaybı değerleri, ölçme ya da hesap yoluyla belirlenebilir.

### 2.2.1. Ses geçiş kayıplarının ölçme yolu ile belirlenmesi

Cidarların ses geçiş kayıplarının ölçülerek belirlenmesinde, genellikle ISO 140 standardı esas alınmaktadır. Ölçmelerde özel ses kaynaklarından yararlanıldığı gibi, gerçek gürültü kaynaklarından da yararlanılmaktadır. Ses geçiş kaybı ölçümlerinde (laboratuvarda ya da yerinde) temelde ISO 140'a dayalı birçok ölçüm teknikleri kullanılmaktadır (\*). Ölçüm tekniğinin saptanmasında ise, gürültü kaynağı ve üretilen gürültünün özellikleri büyük önem taşımaktadır. Şekil 2.2.'de ses geçiş kaybı ölçümü için hazırlanmış bir oda görülmektedir.



Şekil 2.2. Ölçme ile ses geçiş kaybının hesaplanmasında kullanılan basit bir yöntem

\* Ses geçiş kaybının ölçülerek belirlenmesi tez kapsamı dışında kaldığı için, kullanılan tekniklerle ilgili ayrıntıya girilmemektedir

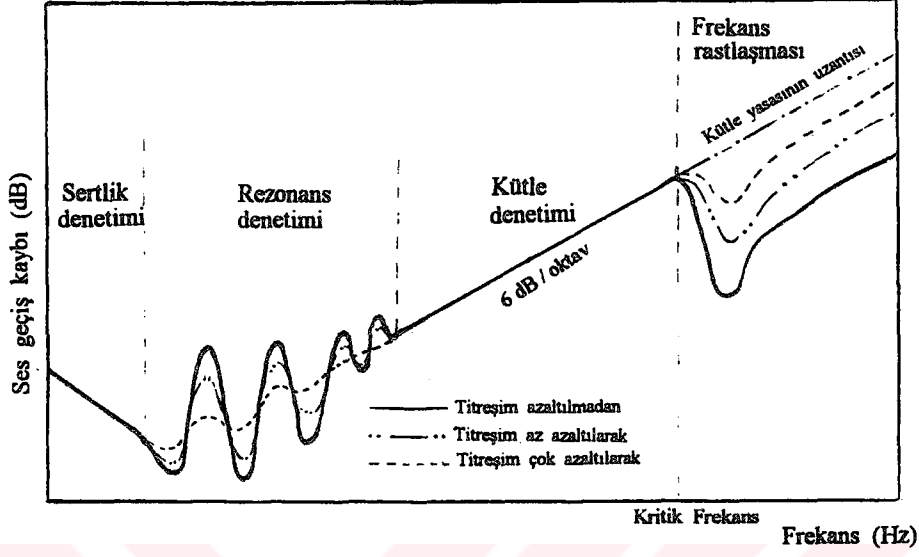
### 2.2.2. Ses geçiş kayıplarının hesap yolu ile belirlenmesi

Cidarların ses geçiş kayıplarının hesaplanarak belirlenmesinde birçok kuramsal veya amprik formül kullanılır. Bu formüllerin bir kısmı ortalama frekanslara göre belirlenen ve ortalama ses geçiş kaybı değerleri veren formüller, bir kısmı ise değişik frekanslara göre farklı değerler veren formüllerdir. Formüller, deneysel ya da kuramsal olarak oluşturulduklarından, büyük sıklıkla, deneye ya da kurama ilişkin koşullara bağlı olarak kullanılır. En önemli kullanım koşulları cidarın homojen olması ve sonsuz genişlikte kabul edilmesidir.

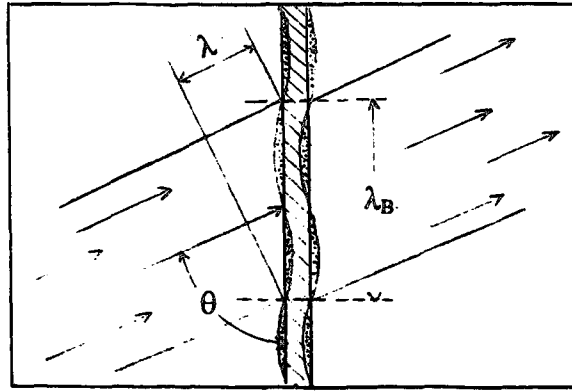
Bu formüller ile yapılan hesaplarda ölçme ve hesaplar arasında ayrımlar sözkonusu olabilmektedir. Bunun üç temel nedeni vardır. Biri, cidarın özfrekansına rastlayan seslerle rezonansa girmesi, ikincisi ise eğik gelen ses dalgaları ile cidarın özdalgalanma frekansı arasında bir uyuma olması ile ortaya çıkan frekans rastlaşması olayıdır. Üçüncüsü ise bir cidarın eğik gelen ses dalgaları ile, bütününe bir piston gibi ileri geri oynamayıp, dalgalanma yapmasıdır. Bu üç olay sonucunda cidarın titreşmeye karşı kütlesiyle gösterdiği direnç dolayısıyla ses geçiş kaybı büyük ölçüde azalmaktadır.

Düşük frekanslarda yani dalga boyunun uzun olduğu frekanslarda ses geçişi cidarın sertliğine bağlıdır. Kütle ağırlığı önemsizdir. Bu durum, cidarın en düşük rezonans frekansına kadar devam eder. Kütle yasasına göre yapılan hesaplarda cidarın kütle ağırlığının her iki katına çıkması ile ses geçiş kaybı 6 dB artmaktadır. Kütle ağırlığına bağlı olarak gerçekleşen artış kritik frekansa kadar devam eder (Bkz. Şekil 2.3.). Kritik frekans, dalgalanma yapan cidarın dalga boyu ile gelen sesin dalga boyunun aynı olduğu en düşük frekanstır. Kritik frekansta cidarın esnekliği önemli bir rol oynamaktadır. Kritik frekansın üzerindeki her frekans için, eğik gelen sesin dalga boyunun üzerine geldiği cidarın dalga boyuna eşit olduğu bir rastlantı açısı vardır (Bkz. Şekil 2.4.). Eğer havadaki dalga boyu, cidarın dalga

boyundan daha büyük olursa kritik frekans gerçekleşmez. Çünkü sinüs 1'den büyük olamaz.



Şekil 2.3. Değişik titreşim azaltmalarına bağlı ses geçiş kaybı eğrileri



$$\sin \theta = \lambda / \lambda_B$$

Şekil 2.4. Frekans rastlaşması

### 3. SES GEÇİŞ KAYIPLARININ HESAP YOLU İLE BELİRLENMESİNDE KULLANILAN FORMÜLLER VE KARŞILAŞTIRILMALARI

Kütle yasasına göre belirlenen formüller, birçok denemeler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Formüller oluşturulurken, farklı gürültüler, farklı ölçme aletleri ve farklı malzemeler kullanıldığından bütün formüller birbirlerine göre farklılık göstermektedir. Formüllerin bir bölümü (m) fonksiyonlu yani sadece kütle ağırlığı ( $m\text{-kg/m}^2$ ) değişkenine, bir bölümü ise (m,f) fonksiyonlu yani hem kütle ağırlığı ( $m\text{-kg/m}^2$ ), hem frekans (f-Hz) değişkenine bağlı olan formüllerdir. Ses geçiş kaybı formüllerinden bazıları aşağıda, kendi aralarında iki ayrı grup oluşturacak şekilde, numaralandırılmış olarak verilmiştir;

#### 1) (m) Fonksiyonlu formüller ;

$$R_1 = 15.4\log m + 10 \quad \text{Ş. Sirel; Yapı akustiği I, s. 107.} \quad (3.1.)$$

$$R_2 = 15\log 4m \quad \text{R. Vedeilhie; l'Acoustique élémentaire dans le batiment} \quad (3.2.)$$

$$R_3 = 19\log m \quad \text{R. Vedeilhie; l'Acoustique élémentaire dans le batiment} \quad (3.3.)$$

$$R_4 = 18\sqrt[6]{m} \quad \text{M. Şerefhanoglu; Yapılarda dış gürültü açısından tek ve çift cam yüzeyler; s.6} \quad (3.4.)$$

$$R_5 = 12 + 5.3\sqrt[3]{m} \quad \text{M. Şerefhanoglu; Yapılarda dış gürültü açısından tek ve çift cam yüzeyler; s.6} \quad (3.5.)$$

#### 2) (m,f) Fonksiyonlu formüller ;

$$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25 \quad \text{M. Şerefhanoglu; Yapılarda dış gürültü açısından tek ve çift cam yüzeyler; s.6} \quad (3.6.)$$

$$R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27 \quad \text{M. Şerefhanoglu; Yapılarda dış gürültü açısından tek ve çift cam yüzeyler; s.6} \quad (3.7.)$$

$$R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46 \quad \text{A. Arsoy; Havalandırma sistemlerinde gürültü problemleri; s.6} \quad (3.8.)$$

$$R'_4 = 20\log(fm) - 48 \quad \text{C. M. Harris; Handbook of noise control; s.22-3} \quad (3.9.)$$

R = Ses geçiş kaybı değeri (dB)

m = Kütle ağırlığı ( $\text{kg/m}^2$ )

f = Frekans (Hz)

Bu formüllerden,  $R_1$  ve  $R_2$  formülünün  $200 \text{ kg/m}^2$ 'den ağır cidarlar için geçerli olduğu alındıkları kaynaktan (R.Vedeilhe; I'Acoustique elementaire dans le batiment) belirtilmiştir.  $R_3$  formülü ise, aynı kaynaktan, genel formül olarak kabul edilmiştir. Diğer formüller için ise herhangi bir belirlemeye rastlanmamıştır. Ses geçiş kaybı formüllerinin birden fazla olması, aralarında bir karşılaştırma yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu karşılaştırmalar yapılırken kullanılan kütle ağırlığı ( $m$ ) değerlerinin sınırları mimaride kullanılan malzemelerin kütle ağırlık değerlerini içine almaktadır (Bkz. Tablo 3.1.). Tabloda yer almayan kütle ağırlıkları için enterpolasyon yolu ile sonuca ulaşılabilir. Ayrıca frekans değerleri, insan kulağının duyabileceği en yüksek ve en düşük frekans değerleriyle (16 Hz - 16000 Hz) sınırlandırılmıştır.

### 3.1. Ses geçiş kaybı formüllerinin karşılaştırılması

Ses geçiş kaybı formülleri, formül içindeki değişkenlere göre sınıflandırıldığında iki formül grubu bulunduğu bir önceki bölümde görülmektedir. Bu iki grup ses geçiş kaybı formülünü birbirleri ile karşılaştırmadan önce, aynı grupta bulunan formüllerin karşılaştırılması yapılacaktır. Yapılan karşılaştırmalar tablo ve grafikler ile desteklenerek anlatılacaktır.

Formüllerin hiçbiri birbiri ile eşit ses geçiş kaybı sonucunu vermemektedir. Bazı formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı sonuçları arasında küçümsenmeyecek farklar çıkmaktadır. Ses geçiş kaybı sonuçları arasındaki fark 3dB'in üzerinde ise, insan kulağı bu farkı her durumda fark edebildiğinden, gürültü denetiminde hangi formülün kullanılacağı önem taşımaktadır. Doğabilecek hataların en az düzeyde olabilmesi için formüllerden en düşük ses geçiş kaybı sonucunu verenin kullanılması ve buna göre önlem alınması daha doğru olur.

Formüllerin karşılaştırılması sırasında yapılan incelemelerde frekans değerleri 16 Hz-16000 Hz arasında tutulmuştur. Fakat gürültü denetimi çalışmalarında 125 Hz - 4000 Hz arasındaki frekanslar önem taşıdığı için daha sonraki bölümlerde incelemeler bu frekanslar arasında yapılmıştır.

### 3.1.1. (m) Fonksiyonlu formüller

(m) Fonksiyonlu formüller, ortalama frekansa göre ortalama ses geçiş kaybı değerleri veren formüllerdir. Bu formüller ile hesap yapılabilmesi için sesgeçirmezliği hesaplanacak cidarın kütle ağırlığının bilinmesi yeterlidir. Pratik olmaları nedeniyle (m) fonksiyonlu formüller, ses geçiş kaybı hesaplarında ilk belirlemelerin yapılmasında kullanılan formüllerdir. (m) Fonksiyonlu formüllerde tek değişken kütle ağırlığı olduğu için, ancak kütle ağırlığına bağlı olarak bir karşılaştırma yapılabilmektedir (Bkz. Tablo-3.2., Grafik-3.1.).

Yapılan karşılaştırmalar incelendiğinde, beş formül için elde edilen ses geçiş kaybı değerlerinin hiçbirinin birbirine eşit çıkmadığı açıkça görülmektedir. Ayrıca kütle ağırlık artışına bağlı olarak değişen ses geçiş kaybı sonuçları arasındaki fark da hiçbir formül için aynı değildir. Formülleri karşılaştırmak amacıyla oluşturulan Grafik 3.1.'e bakıldığında bu farkın aynı olmadığı hiçbir eğrinin paralellik göstermemesinden anlaşılmaktadır. Bu yüzden formüllerden herhangi birisiyle diğeri arasında, bütün kütle ağırlıklarınca geçerli olabilecek, sabit bir fark yoktur.

Formüller arasındaki farklar daha ayrıntılı incelenip, her kütle ağırlığı için en büyük fark tespit edildiğinde, bu farkın kütle ağırlığı az olan malzemelerde 10.26 dB'e kadar çıktığı görülmektedir (Bkz. Tablo 3.2.). İnsan kulağı 3 dB'lik farkı aşağı yukarı her durumda fark edebilmektedir, 10 dB'in üstündeki bir farkı ise iki katına çıkmış ya da yarıya inmiş gibi algılamaktadır. Doğru formülün seçilememesi halinde hacim içinde elde edilen gürültü düzeyi, olması gerekenin iki katı çıkabilmektedir. Eğer buna uygulamada ya da ölçmede doğabilecek hatalar da eklenirse gürültü düzeyi çok daha fazla yükselebilir.

En yüksek ve en düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren (m) fonksiyonlu formüller, kütle ağırlık değerlerine bağlı olarak değişmektedir. Grafik 3.1.'e bakıldığında, ses geçiş kaybı eğrilerinin hepsinin birbirleri ile kesiştiği görülmektedir. Bu kesişme, bütün eğriler için sözkonusu olduğundan formüller

arasında elde edilen ses geçiş kaybı sonuçlarına göre bir sıralama yapılamamaktadır. Fakat, en yüksek ve en düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren formüller için, kütle ağırlıklarında belli sınır değerler kullanılarak bir sıralama yapılabilir. Bu sınır değerler, (m) fonksiyonlu formüller arasındaki en büyük farkların gösterildiği Tablo 3.3.'den görülebilir. Fakat, bu değerler kesin sınırlar olmadığı için, ara değerler elde etmek amacıyla ayrı bir çalışma yapılmış ve sınırlar kesinleştirilmiştir. En üst sınır olarak alınan  $320\text{kg/m}^2$  değeri, çalışma içinde ele alınan en büyük kütle ağırlık değeri olduğundan üst sınır olarak kabul edilmiştir.

En yüksek ses geçiş kaybı değerlerini veren (m) fonksiyonlu formüller:

\* Kütle ağırlığı  $0\text{ kg/m}^2 - 16.2\text{ kg/m}^2$  arasında olan malzemeler için— $R_4 = 18\sqrt[6]{m}$

\* Kütle ağırlığı  $16.2\text{ kg/m}^2 - 320\text{ kg/m}^2$  arasında olan malzemeler için — $R_1 = 15.4\log m + 10$

En düşük ses geçiş kaybı değerlerini veren (m) fonksiyonlu formüller:

\* Kütle ağırlığı  $0\text{ kg/m}^2 - 35\text{ kg/m}^2$  arasında olan malzemeler için — $R_3 = 19\log m$

\* Kütle ağırlığı  $35\text{ kg/m}^2 - 229\text{ kg/m}^2$  arasında olan malzemeler için— $R_5 = 12 + 5.3\sqrt[3]{m}$

\* Kütle ağırlığı  $229\text{ kg/m}^2 - 320\text{ kg/m}^2$  arasında olan malzemeler için— $R_2 = 15\log 4m$

Belirlenen sınırlar içinde en düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren formüllerin gürültü denetimi için yapılan hesaplarda kullanılması, elde edilecek ses düzeyinin pratikte yetersiz olma olasılığını en az düzeye indirir. Sonuçlara bu ilke ile yaklaşıldığında,  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$  formüllerinden yalnızca  $R_2$ 'nin verilen kullanım sınırlarının bu çalışmadaki değerlendirilmelere koşut olduğu görülmektedir.  $R_1$  formülü hiçbir kütle ağırlığı için en düşük ses geçiş kaybı sonucunu vermemektedir. Hatta birçoğu için en büyük sonucu verdiğinden, gürültü denetiminde kullanılması diğer formüllere göre daha fazla hata yapılma olasılığı doğurabilir.  $R_3$  formülü ise, alınan kaynaktan genel formül olarak nitelendirilmiş olmasına karşın bu çalışmada sadece kütle ağırlığı  $0-35\text{ kg/m}^2$  olan malzemeler için kullanılabilirliği uygun görülmüştür.

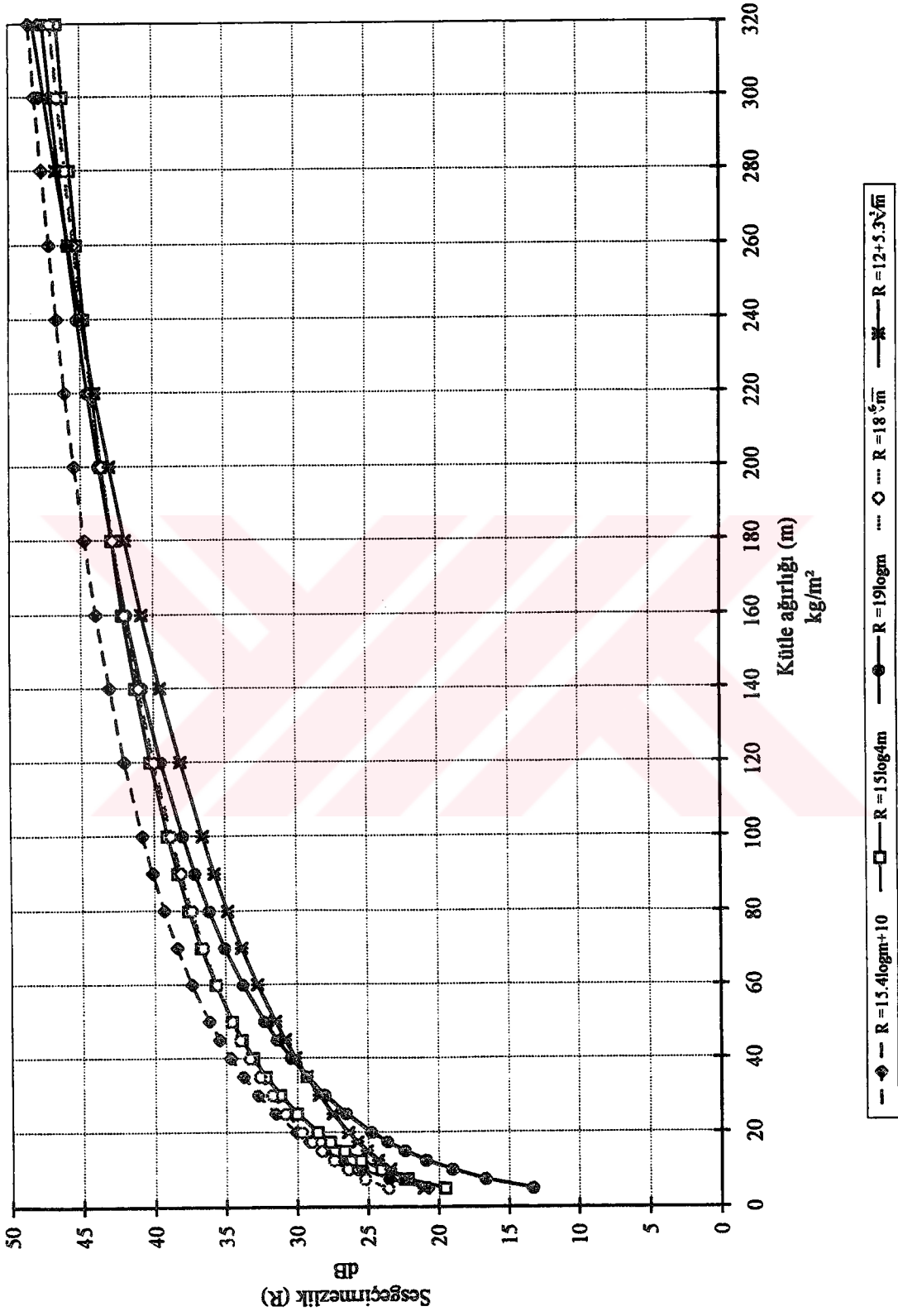
Tablo 3.1. Mimaride kullanılan bazı yapı malzemelerinin kütle ağırlıkları (m)

Malzemeler	Kütle ağırlıkları (kg/m <sup>2</sup> )
* Fiber-cam çatı malzemesi	0.125 kg/m <sup>2</sup>
* 9.5 mm kontrplak	4.80 kg/m <sup>2</sup>
* Alçı levha 9.5 mm	7.50 kg/m <sup>2</sup>
12.0 mm	10.00 kg/m <sup>2</sup>
18.0 mm	14.50 kg/m <sup>2</sup>
* Saten alçı sıva (10 mm)	8.00 kg/m <sup>2</sup>
* Heraklite (Ahşap rende talaşlı levha) 25 mm	11.50 kg/m <sup>2</sup>
35 mm	14.50 kg/m <sup>2</sup>
* Betopan 8 mm	10.00 kg/m <sup>2</sup>
16 mm	20.00 kg/m <sup>2</sup>
* Alçı asmatavan (askı sistemi dahil)	16.00 kg/m <sup>2</sup>
* Düz camlar 5 mm	12.15 kg/m <sup>2</sup>
10 mm	23.80 kg/m <sup>2</sup>
* Çift cam 3+6+3 mm	16.00 kg/m <sup>2</sup>
* Sıva (iç) 20 mm	38.00 kg/m <sup>2</sup>
30 mm	64.50 kg/m <sup>2</sup>
* Hafif beton blok 15 cm	166.00 kg/m <sup>2</sup>
20 cm	185.00 kg/m <sup>2</sup>
* Normal harçla örülmüş tuğla duvar 14.5 cm	196.00 kg/m <sup>2</sup>
19.0 cm	286.25 kg/m <sup>2</sup>
* 11 cm fasad tuğlası	244.00 kg/m <sup>2</sup>
* Betonarme dilim (kuvvetlendirilmiş beton) 10 cm	264.00 kg/m <sup>2</sup>

$m$  = Kütlev ağırlığı ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $R$  = Sesgeçirmezlik (dB)

$m$	$R_1 = 15.4 \log m + 10$	$R_2 = 15 \log 4m$	$R_3 = 19 \log m$	$R_4 = 18 \sqrt{m}$	$R_5 = 12 + 5.3 \sqrt{m}$
5	20.76	19.52	13.28	23.54	21.06
7.5	23.48	22.16	16.63	25.18	22.37
10	25.40	24.03	19.00	26.42	23.42
12.5	26.89	25.48	20.84	27.42	24.30
15	28.11	26.67	22.35	28.27	25.07
17.5	29.14	27.68	23.62	29.00	25.76
20	30.04	28.55	24.72	29.66	26.39
25	31.53	30.00	26.56	30.78	27.50
30	32.75	31.19	28.07	31.73	28.47
35	33.78	32.19	29.34	32.55	29.34
40	34.67	33.06	30.44	33.29	30.13
45	35.46	33.83	31.41	33.95	30.85
50	36.16	34.52	32.28	34.55	31.53
60	37.38	35.70	33.78	35.61	32.75
70	38.41	36.71	35.06	36.54	33.84
80	39.31	37.58	36.16	37.36	34.84
90	40.10	38.34	37.13	38.10	35.75
100	40.80	39.03	38.00	38.78	36.60
120	42.02	40.22	39.50	39.98	38.14
140	43.05	41.22	40.78	41.02	39.52
160	43.94	42.09	41.88	41.94	40.77
180	44.73	42.86	42.85	42.77	41.92
200	45.44	43.55	43.72	43.53	42.99
220	46.07	44.17	44.51	44.23	44.00
240	46.66	44.73	45.22	44.87	44.94
260	47.19	45.26	45.88	45.47	45.83
280	47.69	45.74	46.50	46.04	46.67
300	48.15	46.19	47.07	46.57	47.48
320	48.58	46.61	47.60	47.08	48.25

Tablo 3.2. (m) Fonksiyonlu formüllere bağı sesgeçirmezlikler



Grafik 3.1. (m) Fonksiyonlu formlere bağı sesgeçirmezlikler

Tablo 3.3. (m) Fonksiyonlu formüller arasında, kütle ağırlıklarına göre çıkan en büyük farklar

m (kg/m <sup>2</sup> )	En büyük farkı yaratan (m) fonks. formüller	Formüller arasındaki en büyük farklar (dB)
5	R <sub>4</sub> - R <sub>3</sub>	10.26
7.5	R <sub>4</sub> - R <sub>3</sub>	8.56
10	R <sub>4</sub> - R <sub>3</sub>	7.42
12.5	R <sub>4</sub> - R <sub>3</sub>	6.58
15	R <sub>4</sub> - R <sub>3</sub>	5.92
17.5	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	5.53
20	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	5.32
25	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	4.97
30	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	4.68
35	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	4.44
40	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.55
45	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.61
50	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.64
60	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.63
70	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.57
80	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.47
90	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.34
100	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	4.20
120	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	3.88
140	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	3.53
160	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	3.17
180	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	2.81
200	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	2.44
220	R <sub>1</sub> - R <sub>5</sub>	2.08
240	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	1.92
260	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	1.94
280	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	1.95
300	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	1.96
320	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	1.97

### 3.1.2. (m,f) Fonksiyonlu formüller

(m,f) Fonksiyonlu formüller hem kütle ağırlığı değişkenine hem de, frekans değişkenine bağlı formüllerdir. Formüller arasında yapılan karşılaştırmaların bir bölümü kütle ağırlığı değişkeni sabit tutularak, bir bölümü ise frekans değişkeni sabit tutularak yapılmıştır.

İlk yapılan karşılaştırmalarda frekans değişkeni sabit tutulmuştur. 1/1 oktav bant aralığındaki bütün frekanslara göre formüller tek tek karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki tablo ve grafikler yardımıyla anlatılmaya çalışılmıştır. Karşılaştırmalarda kütle ağırlığı arttıkça ses geçiş kaybının da arttığı açıkça görülmektedir. Kütle ağırlığına bağlı olan bu artış oranı bütün formüller için, hemen hemen aynıdır.

Tablo ve grafiklere genel olarak bakıldığında formüller arasında bir gruplaşmanın olduğu dikkati çekmektedir (Bkz. Tablo 3.4....3.14. - Grafik 3.2....3.12.).  $R'_1 - R'_2$  ve  $R'_3 - R'_4$  formülleri kendi aralarında gruplaşmışlardır. Bazı formüller arasındaki farkın, belli bir kütle ağırlığı için, bütün frekanslarda eşit olması gruplaşmayı meydana getirmektedir (Bkz. Ek 1....5.). Grup içindeki farklar bütün frekanslarda aynı kalırken, 16Hz'ten 250Hz'e doğru gidildikçe iki grup formül arasındaki fark giderek azalma göstermektedir. 250Hz'ten 16000 Hz'e doğru gidildikçe ise fark tekrar fakat, ters yönde artmaktadır.

Alçak frekanslarda, en düşük ses geçiş kaybı sonucu  $R'_4$  formülü ile elde edilir iken 250 Hz'ten 16000 Hz'e kadar  $R'_1$  formülü ile elde edildiği tablo ve grafiklerde görülmektedir. Bu da  $R'_3$  ve  $R'_4$  formülü ile elde edilen ses geçiş kaybı sonuçlarının diğer iki formüle göre, frekansa bağlı olarak, çok daha hızlı bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Artış sırasında 250 Hz'te bütün formüller birbirlerine yakın sonuç verecek konuma gelmektedir (Bkz. Tablo 3.8. -Grafik 3.6.).

İkinci grup karşılaştırmada ise kütle ağırlık değeri sabit tutulmuş ve 5, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 320 kg/m<sup>2</sup> değerleri kullanılmıştır. Elde edilen ses geçiş

kaybı sonuçlarına bakıldığında frekans yükseldikçe ses geçiş kaybı değerlerinde yükseldiği görülmektedir.  $R'_3$  ve  $R'_4$  formülleri ile elde edilen ses geçiş kaybı sonuçları arasındaki, frekansa bağlı olarak değişen, artış 6 dB iken,  $R'_1 - R'_2$  formül sonuçları arasındaki fark 3-4 dB'dir.  $R'_3$  ve  $R'_4$  formülü  $R'_1 - R'_2$  göre daha hızlı arttığı için formüller arasında bir gruplaşma ortaya çıkmaktadır. Bu yapılan karşılaştırmalarda daha rahat anlaşılmaktadır (Tablo 3.15...3.22. - Grafik 3.13....3.20.). Kütle ağırlık değeri arttıkça  $R'_1$  ile diğer formüller arasındaki fark da artış göstermektedir.  $R'_1$  ile  $R'_2$  formülleri arasındaki farkın artışı grafiklerde daha rahat görülmektedir. Bu artış çok az olduğundan frekansın sabit tutulduğu karşılaştırmalarda anlaşılammaktadır.  $R'_2$ ,  $R'_3$  ve  $R'_4$  formülleri arasındaki farklar ise değişmemektedir.

Kütle ağırlık değeri sabit tutularak yapılan karşılaştırmalarda  $R'_1-R'_2$  formülleri ve  $R'_3-R'_4$  formülleri arasındaki farklar bütün frekans değerlerinde sabit kalmaktadır. Formüller arasında belirlenen bu farklar yardımıyla  $R'_1$  formül sonuçlarından  $R'_2$ 'ye,  $R'_3$ 'ten de  $R'_4$ 'e ya da tam tersi bir geçiş yapılabilir (Bkz. Ek 1...5.).

Formüller arasında frekansa bağlı olan artışın farklı olması ses geçiş kaybı sonuçlarının belli yerlerde çakışmasına neden olmaktadır. Bütün (m,f) fonksiyonlu formüller 250Hz'te, bütün kütle ağırlıklarında, birbirlerine çok yakın sonuç vermektedirler. Aynı zamanda, düşük kütle ağırlıklarında, 500 Hz'te de birbirlerine yakın sonuç vermektedirler fakat hiçbiri birbirine eşit çıkmamaktadır.

Bu bölümde ele alınan karşılaştırmalarda kütle ağırlığı arttıkça ses geçiş kaybı sonuçlarındaki artışın bütün formüllerde yakın çıkması, formüller arasında, kütle ağırlığına bağlı önemli bir ayrımın olmadığını göstermektedir. Fakat, frekans değeri değiştikçe ses geçiş kaybı sonuçları arasında önemli farklar ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten, gelen gürültü tayfunun hangi frekansta baskın ses düzeyine sahip olduğu önem kazanmaktadır.

(m,f) Fonksiyonlu formüller arasından en düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren formülün, yeterli denetim sağlanmasında çok daha güvenilir olduğuna daha önceki bölümde değinilmişti. Bu kabul doğrultusunda, bir frekansta hangi formül ile en düşük ses geçiş kaybı elde ediliyorsa, o frekans için, o formülün kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Örneğin, belirli bir kütle ağırlığı için yüksek frekanslarda  $R'_1$  formülü ile en düşük ses geçiş kaybı elde ediliyor ise, yüksek frekanstaki ses düzeylerinin fazla olduğu bir gürültüye karşı sağlanması gereken denetim  $R'_1$  formülüne göre yapılmalıdır.



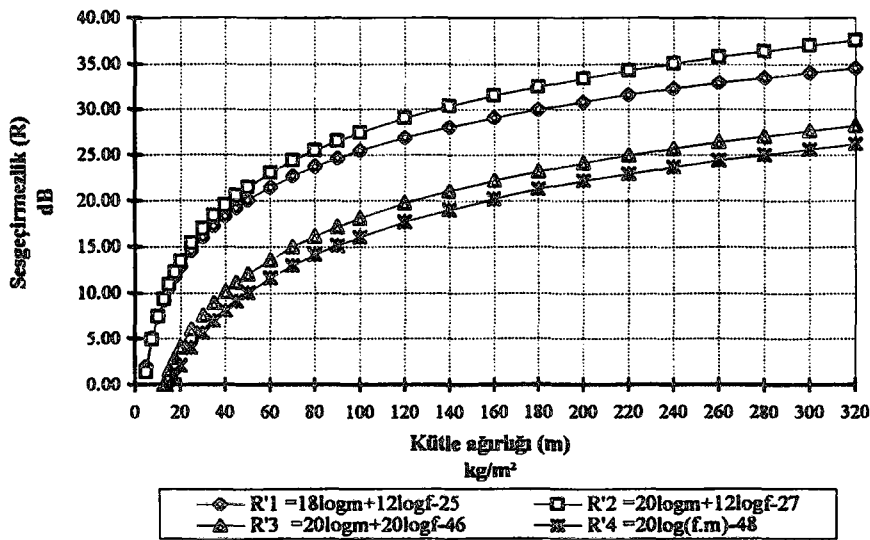
Tablo 3.4. ve Grafik 3.2. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$R_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R_4 = 20\log(f.m) - 48$

f = 16 Hz

m	R <sub>1</sub> (16 Hz)	R <sub>2</sub> (16 Hz)	R <sub>3</sub> (16 Hz)	R <sub>4</sub> (16 Hz)
5	2.03	1.43	-7.94	-9.94
7.5	5.20	4.95	-4.42	-6.42
10	7.45	7.45	-1.92	-3.92
12.5	9.19	9.39	0.02	-1.98
15	10.62	10.97	1.60	-0.40
17.5	11.82	12.31	2.94	0.94
20	12.87	13.47	4.10	2.10
25	14.61	15.41	6.04	4.04
30	16.04	16.99	7.62	5.62
35	17.24	18.33	8.96	6.96
40	18.29	19.49	10.12	8.12
45	19.21	20.51	11.15	9.15
50	20.03	21.43	12.06	10.06
60	21.46	23.01	13.65	11.65
70	22.66	24.35	14.98	12.98
80	23.71	25.51	16.14	14.14
90	24.63	26.53	17.17	15.17
100	25.45	27.45	18.08	16.08
120	26.87	29.03	19.67	17.67
140	28.08	30.37	21.00	19.00
160	29.12	31.53	22.16	20.16
180	30.04	32.55	23.19	21.19
200	30.87	33.47	24.10	22.10
220	31.61	34.30	24.93	22.93
240	32.29	35.05	25.69	23.69
260	32.92	35.75	26.38	24.38
280	33.50	36.39	27.03	25.03
300	34.04	36.99	27.62	25.62
320	34.54	37.55	28.19	26.19



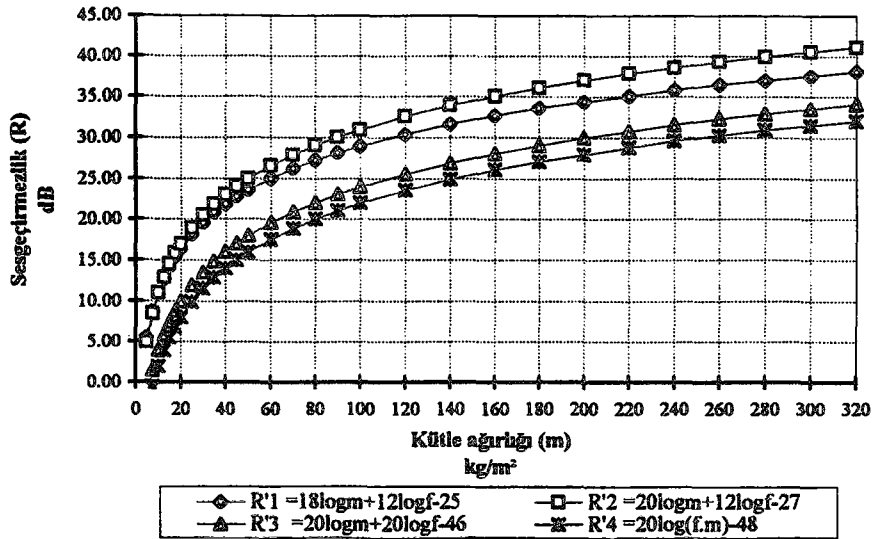
Tablo 3.5. ve Grafik 3.3. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f=sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı ( $\text{kg/m}^2$ )  
f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 31.5 \text{ Hz}$

m	R' <sub>1</sub> (31.5 Hz)	R' <sub>2</sub> (31.5 Hz)	R' <sub>3</sub> (31.5 Hz)	R' <sub>4</sub> (31.5 Hz)
5	5.56	4.96	-2.05	-4.05
7.5	8.73	8.48	1.47	-0.53
10	10.98	10.98	3.97	1.97
12.5	12.72	12.92	5.90	3.90
15	14.15	14.50	7.49	5.49
17.5	15.35	15.84	8.83	6.83
20	16.40	17.00	9.99	7.99
25	18.14	18.94	11.93	9.93
30	19.57	20.52	13.51	11.51
35	20.77	21.86	14.85	12.85
40	21.82	23.02	16.01	14.01
45	22.74	24.04	17.03	15.03
50	23.56	24.96	17.95	15.95
60	24.99	26.54	19.53	17.53
70	26.19	27.88	20.87	18.87
80	27.24	29.04	22.03	20.03
90	28.16	30.06	23.05	21.05
100	28.98	30.98	23.97	21.97
120	30.40	32.56	25.55	23.55
140	31.61	33.90	26.89	24.89
160	32.65	35.06	28.05	26.05
180	33.57	36.09	29.07	27.07
200	34.40	37.00	29.99	27.99
220	35.14	37.83	30.81	28.81
240	35.82	38.58	31.57	29.57
260	36.45	39.28	32.27	30.27
280	37.03	39.92	32.91	30.91
300	37.57	40.52	33.51	31.51
320	38.07	41.08	34.07	32.07



Tablo 3.6. ve Grafik 3.4. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$$R_1 = 18\log m + 12\log f - 25$$

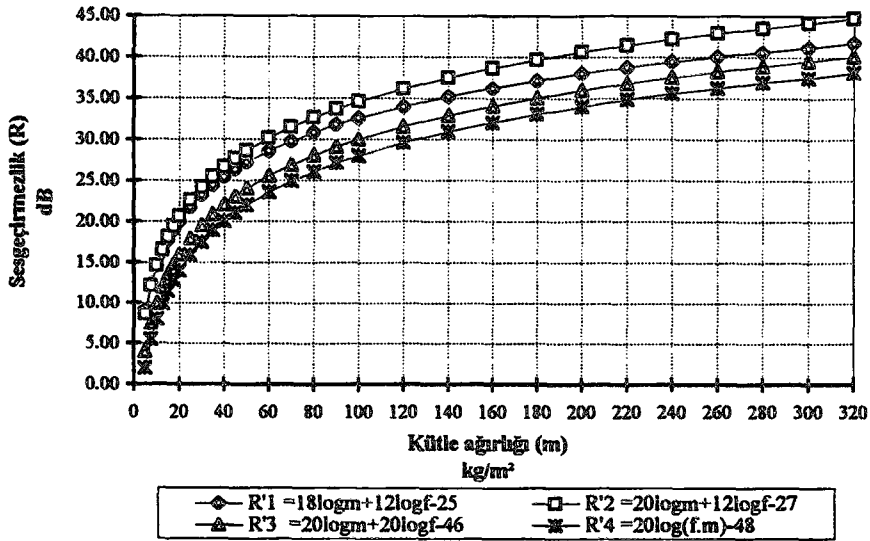
$$R_2 = 20\log m + 12\log f - 27$$

$$R_3 = 20\log m + 20\log f - 46$$

$$R_4 = 20\log(f.m) - 48$$

f = 63 Hz

m	R <sub>1</sub> (63 Hz)	R <sub>2</sub> (63 Hz)	R <sub>3</sub> (63 Hz)	R <sub>4</sub> (63 Hz)
5	9.17	8.57	3.97	1.97
7.5	12.34	12.09	7.49	5.49
10	14.59	14.59	9.99	7.99
12.5	16.34	16.53	11.93	9.93
15	17.76	18.11	13.51	11.51
17.5	18.97	19.45	14.85	12.85
20	20.01	20.61	16.01	14.01
25	21.76	22.55	17.95	15.95
30	23.18	24.13	19.53	17.53
35	24.39	25.47	20.87	18.87
40	25.43	26.63	22.03	20.03
45	26.35	27.66	23.05	21.05
50	27.17	28.57	23.97	21.97
60	28.60	30.16	25.55	23.55
70	29.80	31.49	26.89	24.89
80	30.85	32.65	28.05	26.05
90	31.77	33.68	29.07	27.07
100	32.59	34.59	29.99	27.99
120	34.02	36.18	31.57	29.57
140	35.22	37.51	32.91	30.91
160	36.27	38.67	34.07	32.07
180	37.19	39.70	35.09	33.09
200	38.01	40.61	36.01	34.01
220	38.76	41.44	36.84	34.84
240	39.44	42.20	37.59	35.59
260	40.06	42.89	38.29	36.29
280	40.64	43.54	38.93	36.93
300	41.18	44.13	39.53	37.53
320	41.68	44.70	40.09	38.09



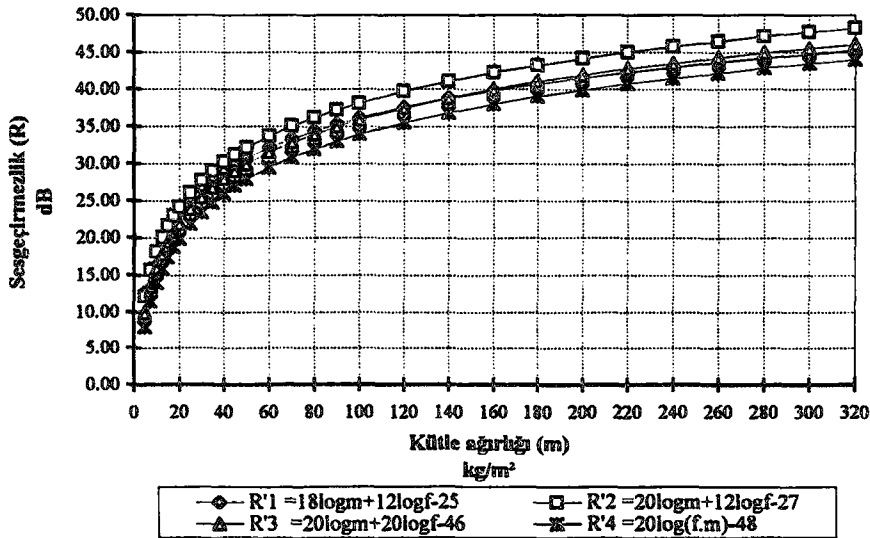
Tablo 3.7. ve Grafik 3.5. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 125 \text{ Hz}$

m	R' <sub>1</sub> (125 Hz)	R' <sub>2</sub> (125 Hz)	R' <sub>3</sub> (125 Hz)	R' <sub>4</sub> (125 Hz)
5	12.74	12.14	9.92	7.92
7.5	15.91	15.66	13.44	11.44
10	18.16	18.16	15.94	13.94
12.5	19.91	20.10	17.88	15.88
15	21.33	21.68	19.46	17.46
17.5	22.54	23.02	20.80	18.80
20	23.58	24.18	21.96	19.96
25	25.33	26.12	23.90	21.90
30	26.75	27.71	25.48	23.48
35	27.96	29.04	26.82	24.82
40	29.00	30.20	27.98	25.98
45	29.92	31.23	29.00	27.00
50	30.74	32.14	29.92	27.92
60	32.17	33.73	31.50	29.50
70	33.37	35.06	32.84	30.84
80	34.42	36.22	34.00	32.00
90	35.34	37.25	35.02	33.02
100	36.16	38.16	35.94	33.94
120	37.59	39.75	37.52	35.52
140	38.79	41.09	38.86	36.86
160	39.84	42.25	40.02	38.02
180	40.76	43.27	41.04	39.04
200	41.58	44.18	41.96	39.96
220	42.33	45.01	42.79	40.79
240	43.01	45.77	43.54	41.54
260	43.63	46.46	44.24	42.24
280	44.21	47.11	44.88	42.88
300	44.75	47.71	45.48	43.48
320	45.26	48.27	46.04	44.04



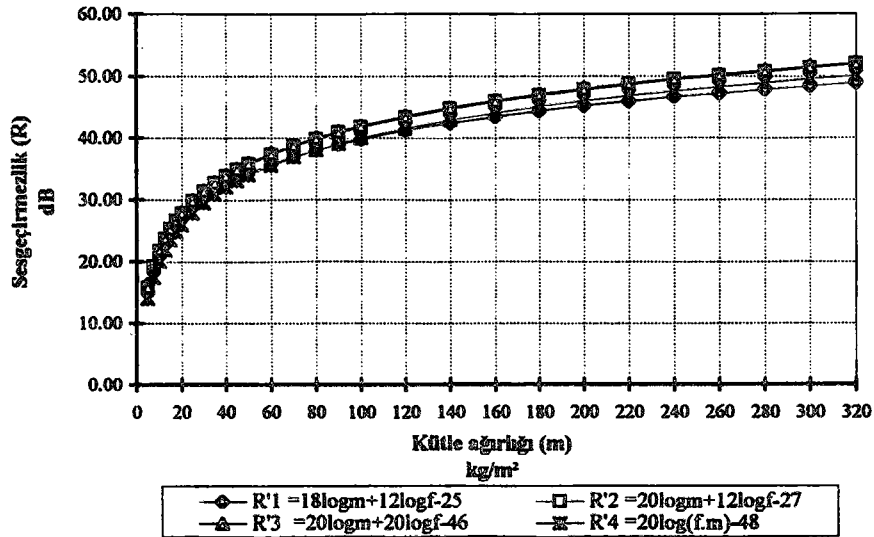
Tablo 3.8. ve Grafik 3.6. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

f = 250 Hz

m	R' <sub>1</sub> (250 Hz)	R' <sub>2</sub> (250 Hz)	R' <sub>3</sub> (250 Hz)	R' <sub>4</sub> (250 Hz)
5	16.36	15.75	15.94	13.94
7.5	19.53	19.28	19.46	17.46
10	21.78	21.78	21.96	19.96
12.5	23.52	23.71	23.90	21.90
15	24.94	25.30	25.48	23.48
17.5	26.15	26.64	26.82	24.82
20	27.19	27.80	27.98	25.98
25	28.94	29.73	29.92	27.92
30	30.36	31.32	31.50	29.50
35	31.57	32.66	32.84	30.84
40	32.61	33.82	34.00	32.00
45	33.53	34.84	35.02	33.02
50	34.36	35.75	35.94	33.94
60	35.78	37.34	37.52	35.52
70	36.99	38.68	38.86	36.86
80	38.03	39.84	40.02	38.02
90	38.95	40.86	41.04	39.04
100	39.78	41.78	41.96	39.96
120	41.20	43.36	43.54	41.54
140	42.41	44.70	44.88	42.88
160	43.45	45.86	46.04	44.04
180	44.37	46.88	47.06	45.06
200	45.19	47.80	47.98	45.98
220	45.94	48.62	48.81	46.81
240	46.62	49.38	49.56	47.56
260	47.24	50.07	50.26	48.26
280	47.82	50.72	50.90	48.90
300	48.36	51.32	51.50	49.50
320	48.87	51.88	52.06	50.06



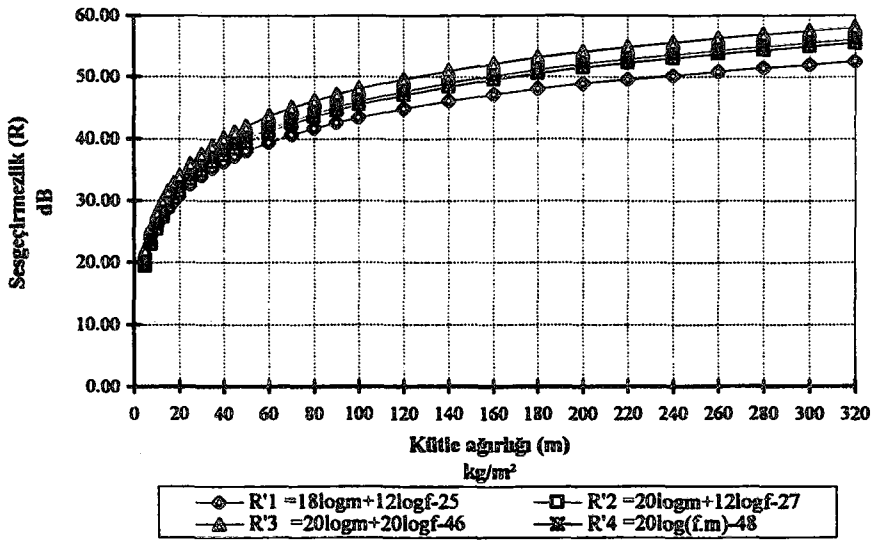
Tablo 3.9. ve Grafik 3.7. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 500 \text{ Hz}$

m	R' <sub>1</sub> (500 Hz)	R' <sub>2</sub> (500 Hz)	R' <sub>3</sub> (500 Hz)	R' <sub>4</sub> (500 Hz)
5	19.97	19.37	21.96	19.96
7.5	23.14	22.89	25.48	23.48
10	25.39	25.39	27.98	25.98
12.5	27.13	27.33	29.92	27.92
15	28.56	28.91	31.50	29.50
17.5	29.76	30.25	32.84	30.84
20	30.81	31.41	34.00	32.00
25	32.55	33.35	35.94	33.94
30	33.98	34.93	37.52	35.52
35	35.18	36.27	38.86	36.86
40	36.22	37.43	40.02	38.02
45	37.15	38.45	41.04	39.04
50	37.97	39.37	41.96	39.96
60	39.39	40.95	43.54	41.54
70	40.60	42.29	44.88	42.88
80	41.64	43.45	46.04	44.04
90	42.56	44.47	47.06	45.06
100	43.39	45.39	47.98	45.98
120	44.81	46.97	49.56	47.56
140	46.02	48.31	50.90	48.90
160	47.06	49.47	52.06	50.06
180	47.98	50.49	53.08	51.08
200	48.81	51.41	54.00	52.00
220	49.55	52.24	54.83	52.83
240	50.23	52.99	55.58	53.58
260	50.86	53.69	56.28	54.28
280	51.44	54.33	56.92	54.92
300	51.98	54.93	57.52	55.52
320	52.48	55.49	58.08	56.08



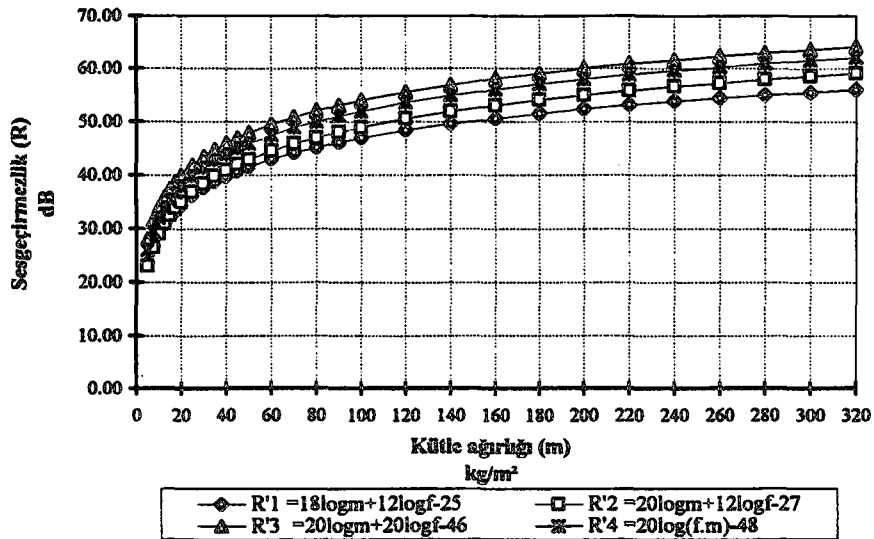
Tablo 3.10. ve Grafik 3.8. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 1000 \text{ Hz}$

m	R' <sub>1</sub> (1000 Hz)	R' <sub>2</sub> (1000 Hz)	R' <sub>3</sub> (1000 Hz)	R' <sub>4</sub> (1000 Hz)
5	23.58	22.98	27.98	25.98
7.5	26.75	26.50	31.50	29.50
10	29.00	29.00	34.00	32.00
12.5	30.74	30.94	35.94	33.94
15	32.17	32.52	37.52	35.52
17.5	33.37	33.86	38.86	36.86
20	34.42	35.02	40.02	38.02
25	36.16	36.96	41.96	39.96
30	37.59	38.54	43.54	41.54
35	38.79	39.88	44.88	42.88
40	39.84	41.04	46.04	44.04
45	40.76	42.06	47.06	45.06
50	41.58	42.98	47.98	45.98
60	43.01	44.56	49.56	47.56
70	44.21	45.90	50.90	48.90
80	45.26	47.06	52.06	50.06
90	46.18	48.08	53.08	51.08
100	47.00	49.00	54.00	52.00
120	48.43	50.58	55.58	53.58
140	49.63	51.92	56.92	54.92
160	50.67	53.08	58.08	56.08
180	51.59	54.11	59.11	57.11
200	52.42	55.02	60.02	58.02
220	53.16	55.85	60.85	58.85
240	53.84	56.60	61.60	59.60
260	54.47	57.30	62.30	60.30
280	55.05	57.94	62.94	60.94
300	55.59	58.54	63.54	61.54
320	56.09	59.10	64.10	62.10



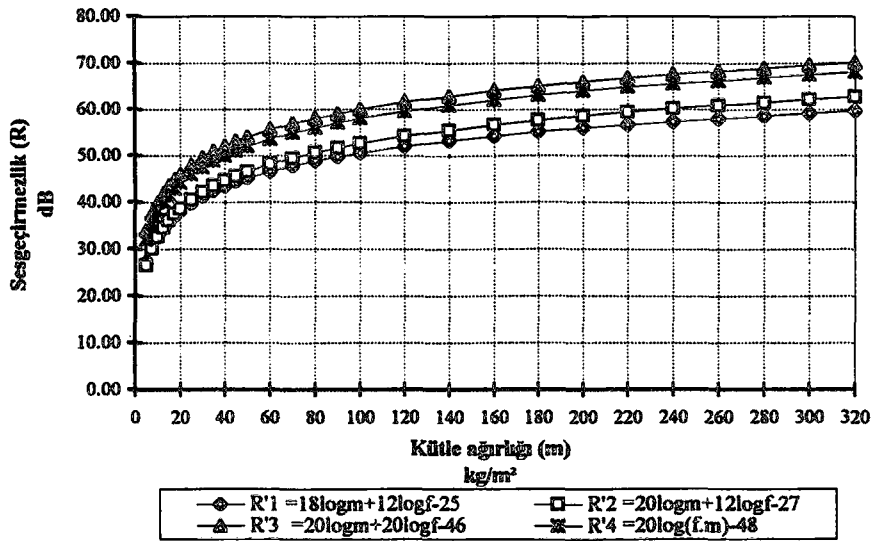
Tablo 3.11. ve Grafik 3.9. (m,f) Fonksiyonu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

$R_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 2000 \text{ Hz}$

m	R <sub>1</sub> (2000 Hz)	R <sub>2</sub> (2000 Hz)	R <sub>3</sub> (2000 Hz)	R <sub>4</sub> (2000 Hz)
5	27.19	26.59	34.00	32.00
7.5	30.36	30.11	37.52	35.52
10	32.61	32.61	40.02	38.02
12.5	34.36	34.55	41.96	39.96
15	35.78	36.13	43.54	41.54
17.5	36.99	37.47	44.88	42.88
20	38.03	38.63	46.04	44.04
25	39.78	40.57	47.98	45.98
30	41.20	42.15	49.56	47.56
35	42.41	43.49	50.90	48.90
40	43.45	44.65	52.06	50.06
45	44.37	45.68	53.08	51.08
50	45.19	46.59	54.00	52.00
60	46.62	48.18	55.58	53.58
70	47.82	49.51	56.92	54.92
80	48.87	50.67	58.08	56.08
90	49.79	51.70	59.11	57.11
100	50.61	52.61	60.02	58.02
120	52.04	54.20	61.60	59.60
140	53.24	55.53	62.94	60.94
160	54.29	56.69	64.10	62.10
180	55.21	57.72	65.13	63.13
200	56.03	58.63	66.04	64.04
220	56.78	59.46	66.87	64.87
240	57.46	60.22	67.62	65.62
260	58.08	60.91	68.32	66.32
280	58.66	61.56	68.96	66.96
300	59.20	62.15	69.56	67.56
320	59.71	62.72	70.12	68.12



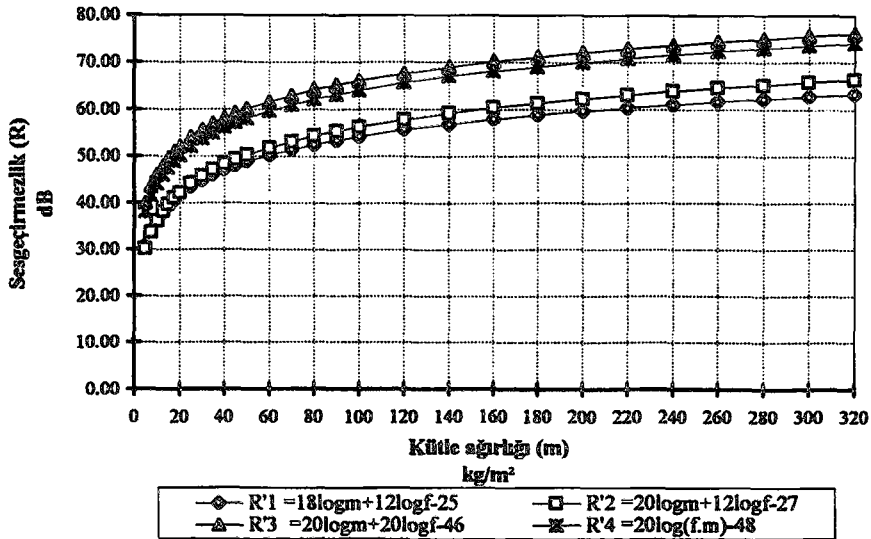
Tablo 3.12. ve Grafik 3.10. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f=sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 4000 \text{ Hz}$

m	R' <sub>1</sub> (4000 Hz)	R' <sub>2</sub> (4000 Hz)	R' <sub>3</sub> (4000 Hz)	R' <sub>4</sub> (4000 Hz)
5	30.81	30.20	40.02	38.02
7.5	33.98	33.73	43.54	41.54
10	36.22	36.22	46.04	44.04
12.5	37.97	38.16	47.98	45.98
15	39.39	39.75	49.56	47.56
17.5	40.60	41.09	50.90	48.90
20	41.64	42.25	52.06	50.06
25	43.39	44.18	54.00	52.00
30	44.81	45.77	55.58	53.58
35	46.02	47.11	56.92	54.92
40	47.06	48.27	58.08	56.08
45	47.98	49.29	59.11	57.11
50	48.81	50.20	60.02	58.02
60	50.23	51.79	61.60	59.60
70	51.44	53.13	62.94	60.94
80	52.48	54.29	64.10	62.10
90	53.40	55.31	65.13	63.13
100	54.22	56.22	66.04	64.04
120	55.65	57.81	67.62	65.62
140	56.86	59.15	68.96	66.96
160	57.90	60.31	70.12	68.12
180	58.82	61.33	71.15	69.15
200	59.64	62.25	72.06	70.06
220	60.39	63.07	72.89	70.89
240	61.07	63.83	73.65	71.65
260	61.69	64.52	74.34	72.34
280	62.27	65.17	74.98	72.98
300	62.81	65.77	75.58	73.58
320	63.32	66.33	76.14	74.14



Tablo 3.13. ve Grafik 3.11. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18 \log m + 12 \log f - 25$$

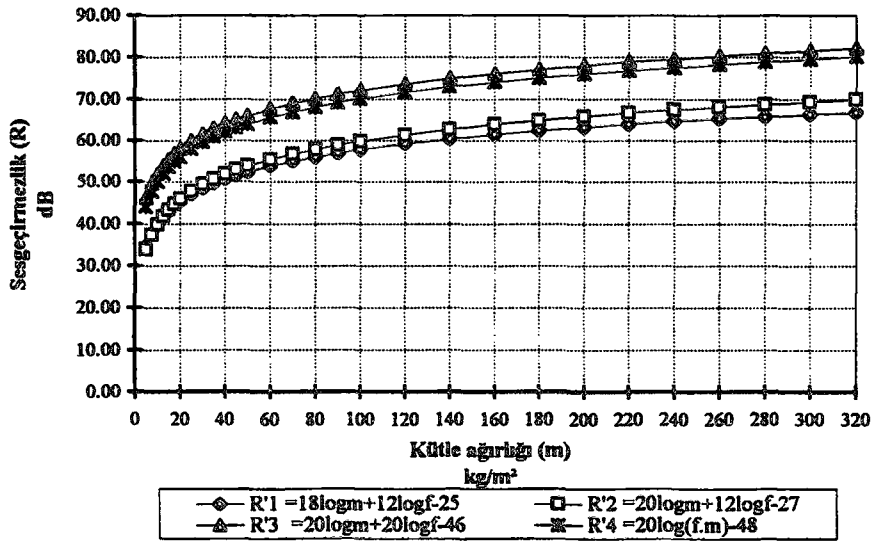
$$R'_2 = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

$$R'_3 = 20 \log m + 20 \log f - 46$$

$$R'_4 = 20 \log(f \cdot m) - 48$$

f = 8000 Hz

m	R' <sub>1</sub> (8000 Hz)	R' <sub>2</sub> (8000 Hz)	R' <sub>3</sub> (8000 Hz)	R' <sub>4</sub> (8000 Hz)
5	34.42	33.82	46.04	44.04
7.5	37.59	37.34	49.56	47.56
10	39.84	39.84	52.06	50.06
12.5	41.58	41.78	54.00	52.00
15	43.01	43.36	55.58	53.58
17.5	44.21	44.70	56.92	54.92
20	45.26	45.86	58.08	56.08
25	47.00	47.80	60.02	58.02
30	48.43	49.38	61.60	59.60
35	49.63	50.72	62.94	60.94
40	50.67	51.88	64.10	62.10
45	51.59	52.90	65.13	63.13
50	52.42	53.82	66.04	64.04
60	53.84	55.40	67.62	65.62
70	55.05	56.74	68.96	66.96
80	56.09	57.90	70.12	68.12
90	57.01	58.92	71.15	69.15
100	57.84	59.84	72.06	70.06
120	59.26	61.42	73.65	71.65
140	60.47	62.76	74.98	72.98
160	61.51	63.92	76.14	74.14
180	62.43	64.94	77.17	75.17
200	63.26	65.86	78.08	76.08
220	64.00	66.69	78.91	76.91
240	64.68	67.44	79.67	77.67
260	65.31	68.14	80.36	78.36
280	65.89	68.78	81.00	79.00
300	66.43	69.38	81.60	79.60
320	66.93	69.94	82.16	80.16



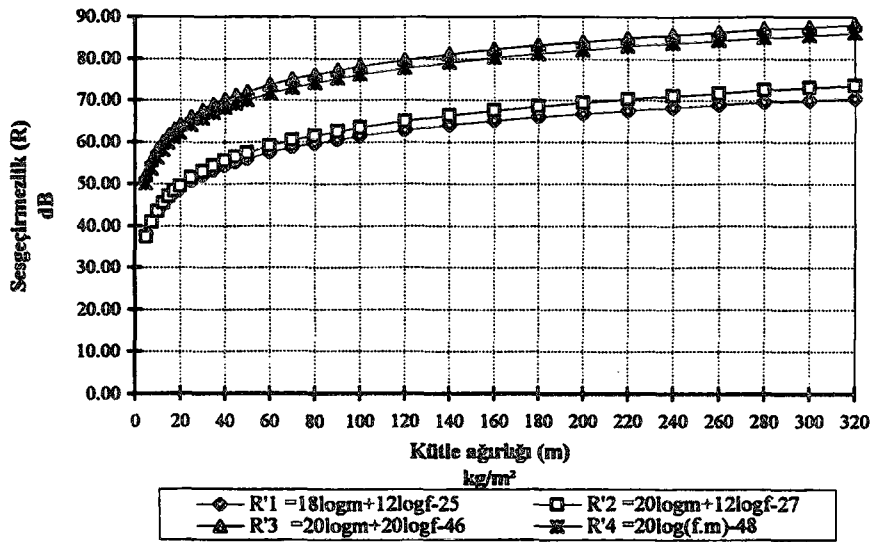
Tablo 3.14. ve Grafik 3.12. (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (f-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$R'_1 = 18\log m + 12\log f - 25$   
 $R'_2 = 20\log m + 12\log f - 27$   
 $R'_3 = 20\log m + 20\log f - 46$   
 $R'_4 = 20\log(f.m) - 48$

$f = 16000$  Hz

m	R' <sub>1</sub> (16000 Hz)	R' <sub>2</sub> (16000 Hz)	R' <sub>3</sub> (16000 Hz)	R' <sub>4</sub> (16000 Hz)
5	38.03	37.43	52.06	50.06
7.5	41.20	40.95	55.58	53.58
10	43.45	43.45	58.08	56.08
12.5	45.19	45.39	60.02	58.02
15	46.62	46.97	61.60	59.60
17.5	47.82	48.31	62.94	60.94
20	48.87	49.47	64.10	62.10
25	50.61	51.41	66.04	64.04
30	52.04	52.99	67.62	65.62
35	53.24	54.33	68.96	66.96
40	54.29	55.49	70.12	68.12
45	55.21	56.51	71.15	69.15
50	56.03	57.43	72.06	70.06
60	57.46	59.01	73.65	71.65
70	58.66	60.35	74.98	72.98
80	59.71	61.51	76.14	74.14
90	60.63	62.53	77.17	75.17
100	61.45	63.45	78.08	76.08
120	62.87	65.03	79.67	77.67
140	64.08	66.37	81.00	79.00
160	65.12	67.53	82.16	80.16
180	66.04	68.55	83.19	81.19
200	66.87	69.47	84.10	82.10
220	67.61	70.30	84.93	82.93
240	68.29	71.05	85.69	83.69
260	68.92	71.75	86.38	84.38
280	69.50	72.39	87.03	85.03
300	70.04	72.99	87.62	85.62
320	70.54	73.55	88.19	86.19



Tablo 3.15. ve Grafik 3.13. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

$$R_1 = 18 \text{Log}m + 12 \text{Log}f - 25$$

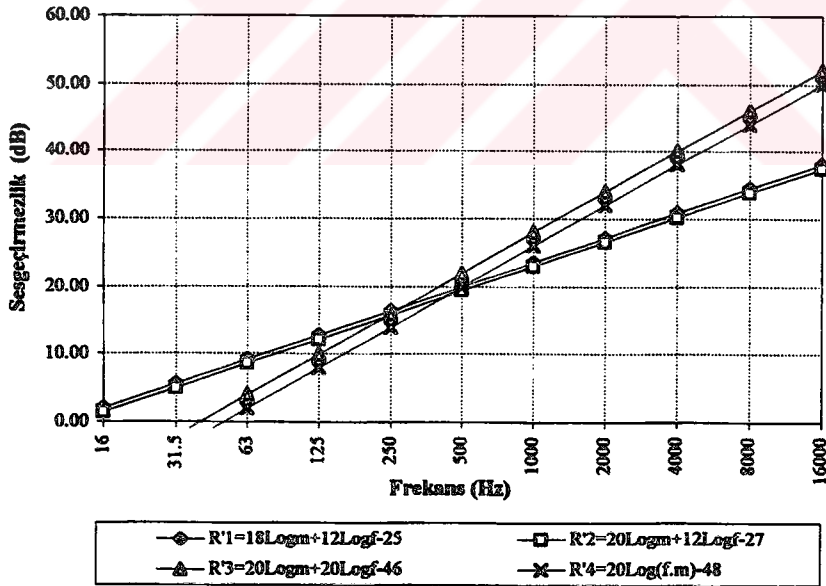
$$R_2 = 20 \text{Log}m + 12 \text{Log}f - 27$$

$$R_3 = 20 \text{Log}m + 20 \text{Log}f - 46$$

$$R_4 = 20 \text{Log}(f.m) - 48$$

$$m = 5 \text{ kg/m}^2$$

f (Hz)	R <sub>1</sub> (5 kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>2</sub> (5 kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>3</sub> (5 kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>4</sub> (5 kg/m <sup>2</sup> )
16	2.03	1.43	-7.94	-9.94
31.5	5.56	4.96	-2.05	-4.05
63	9.17	8.57	3.97	1.97
125	12.74	12.14	9.92	7.92
250	16.36	15.75	15.94	13.94
500	19.97	19.37	21.96	19.96
1000	23.58	22.98	27.98	25.98
2000	27.19	26.59	34.00	32.00
4000	30.81	30.20	40.02	38.02
8000	34.42	33.82	46.04	44.04
16000	38.03	37.43	52.06	50.06



Tablo 3.16. ve Grafik 3.14. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

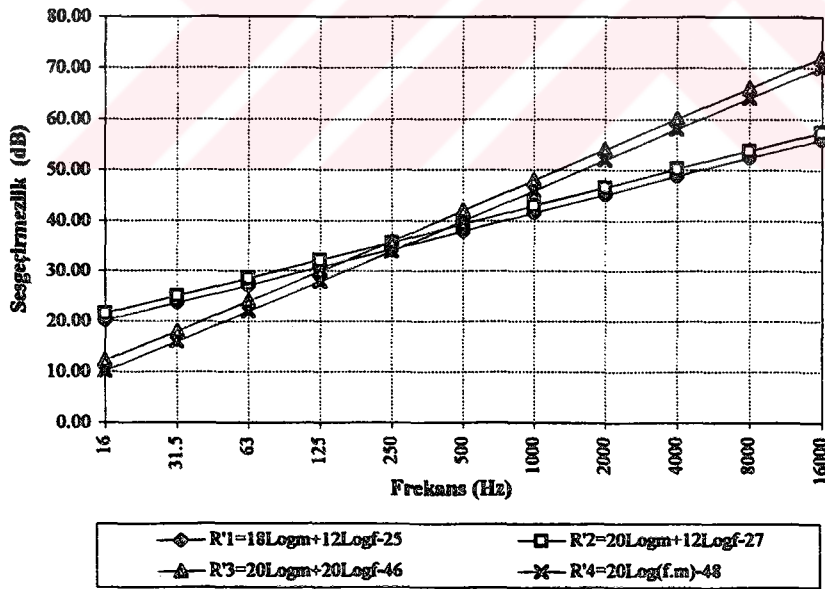
R = Sesgeçirmezlik (dB)

m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)

f = Frekans (Hz)

 $R'_1=18\text{Log}m+12\text{Log}f-25$  $R'_2=20\text{Log}m+12\text{Log}f-27$  $R'_3=20\text{Log}m+20\text{Log}f-46$  $R'_4=20\text{Log}(f.m)-48$  $m = 50 \text{ kg/m}^2$ 

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (50 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (50 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (50 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (50 kg/m <sup>2</sup> )
16	20.03	21.43	12.06	10.06
31.5	23.56	24.96	17.95	15.95
63	27.17	28.57	23.97	21.97
125	30.74	32.14	29.92	27.92
250	34.36	35.75	35.94	33.94
500	37.97	39.37	41.96	39.96
1000	41.58	42.98	47.98	45.98
2000	45.19	46.59	54.00	52.00
4000	48.81	50.20	60.02	58.02
8000	52.42	53.82	66.04	64.04
16000	56.03	57.43	72.06	70.06



Tablo 3.17. ve Grafik 3.15. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)

m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)

f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18\text{Log}m + 12\text{Log}f - 25$$

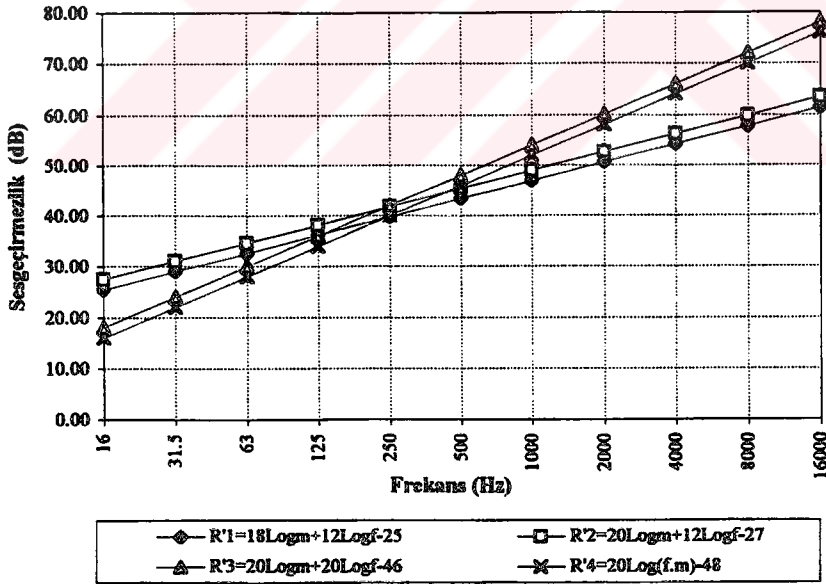
$$R'_2 = 20\text{Log}m + 12\text{Log}f - 27$$

$$R'_3 = 20\text{Log}m + 20\text{Log}f - 46$$

$$R'_4 = 20\text{Log}(f.m) - 48$$

$$m = 100 \text{ kg/m}^2$$

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (100 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (100 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (100 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (100 kg/m <sup>2</sup> )
16	25.45	27.45	18.08	16.08
31.5	28.98	30.98	23.97	21.97
63	32.59	34.59	29.99	27.99
125	36.16	38.16	35.94	33.94
250	39.78	41.78	41.96	39.96
500	43.39	45.39	47.98	45.98
1000	47.00	49.00	54.00	52.00
2000	50.61	52.61	60.02	58.02
4000	54.22	56.22	66.04	64.04
8000	57.84	59.84	72.06	70.06
16000	61.45	63.45	78.08	76.08



Tablo 3.18. ve Grafik 3.16. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18\text{Log}m + 12\text{Log}f - 25$$

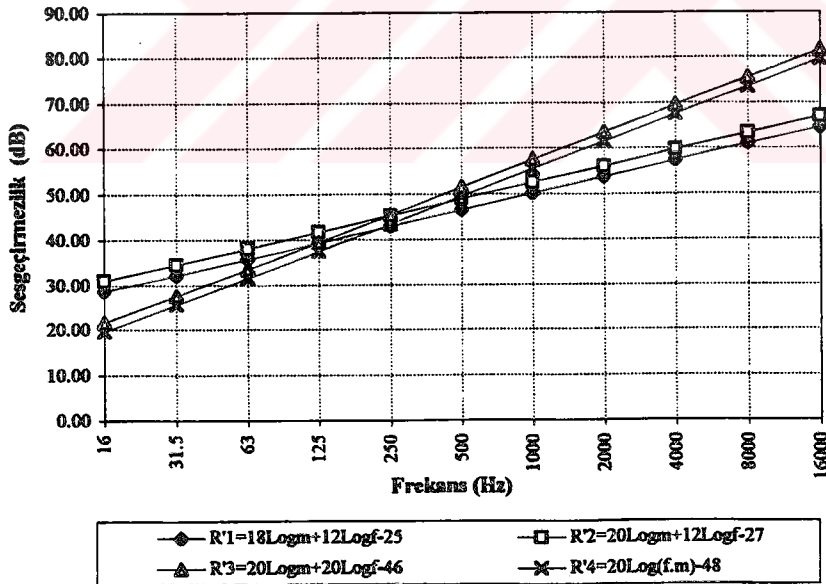
$$R'_2 = 20\text{Log}m + 12\text{Log}f - 27$$

$$R'_3 = 20\text{Log}m + 20\text{Log}f - 46$$

$$R'_4 = 20\text{Log}(f.m) - 48$$

$$m = 150 \text{ kg/m}^2$$

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (150 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (150 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (150 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (150 kg/m <sup>2</sup> )
16	28.62	30.97	21.60	19.60
31.5	32.15	34.50	27.49	25.49
63	35.76	38.11	33.51	31.51
125	39.33	41.68	39.46	37.46
250	42.94	45.30	45.48	43.48
500	46.56	48.91	51.50	49.50
1000	50.17	52.52	57.52	55.52
2000	53.78	56.13	63.54	61.54
4000	57.39	59.75	69.56	67.56
8000	61.01	63.36	75.58	73.58
16000	64.62	66.97	81.60	79.60



Tablo 3.19. ve Grafik 3.17. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı ( $\text{kg/m}^2$ )  
 f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18\text{Log}m + 12\text{Log}f - 25$$

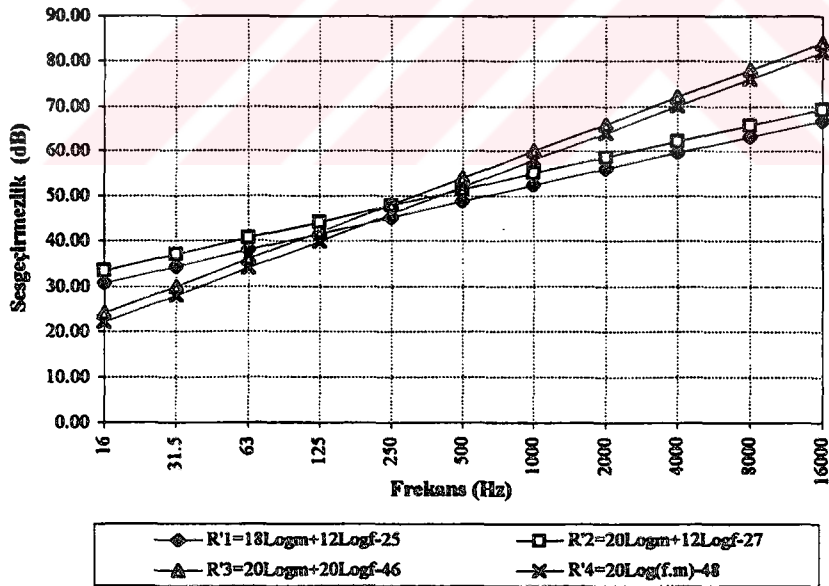
$$R'_2 = 20\text{Log}m + 12\text{Log}f - 27$$

$$R'_3 = 20\text{Log}m + 20\text{Log}f - 46$$

$$R'_4 = 20\text{Log}(f.m) - 48$$

$m = 200 \text{ kg/m}^2$

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (200 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (200 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (200 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (200 kg/m <sup>2</sup> )
16	30.87	33.47	24.10	22.10
31.5	34.40	37.00	29.99	27.99
63	38.01	40.61	36.01	34.01
125	41.58	44.18	41.96	39.96
250	45.19	47.80	47.98	45.98
500	48.81	51.41	54.00	52.00
1000	52.42	55.02	60.02	58.02
2000	56.03	58.63	66.04	64.04
4000	59.64	62.25	72.06	70.06
8000	63.26	65.86	78.08	76.08
16000	66.87	69.47	84.10	82.10



Tablo 3.20. ve Grafik 3.18. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
 m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
 f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18\text{Log}m + 12\text{Log}f - 25$$

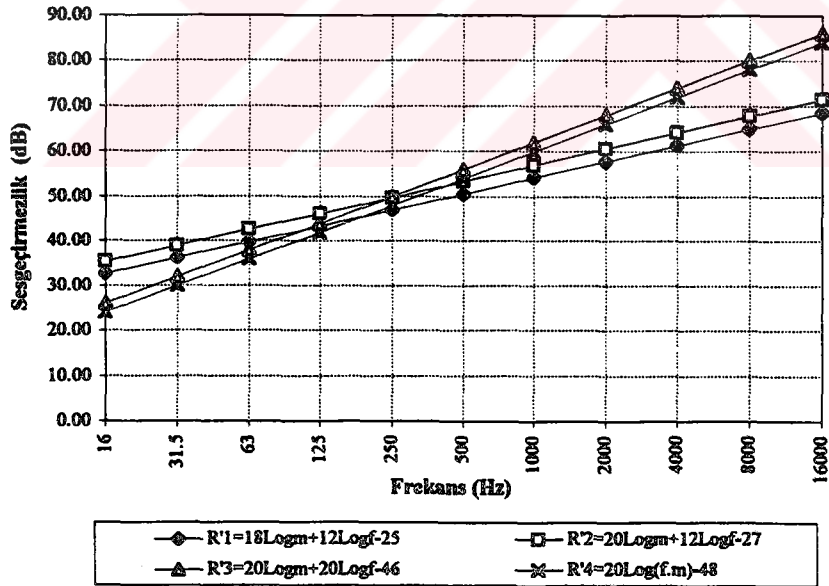
$$R'_2 = 20\text{Log}m + 12\text{Log}f - 27$$

$$R'_3 = 20\text{Log}m + 20\text{Log}f - 46$$

$$R'_4 = 20\text{Log}(f \cdot m) - 48$$

$$m = 250 \text{ kg/m}^2$$

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (250 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (250 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (250 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (250 kg/m <sup>2</sup> )
16	32.61	35.41	26.04	24.04
31.5	36.14	38.94	31.93	29.93
63	39.76	42.55	37.95	35.95
125	43.33	46.12	43.90	41.90
250	46.94	49.73	49.92	47.92
500	50.55	53.35	55.94	53.94
1000	54.16	56.96	61.96	59.96
2000	57.78	60.57	67.98	65.98
4000	61.39	64.18	74.00	72.00
8000	65.00	67.80	80.02	78.02
16000	68.61	71.41	86.04	84.04



Tablo 3.21. ve Grafik 3.19. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı ( $\text{kg/m}^2$ )  
f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18\text{Log}m + 12\text{Log}f - 25$$

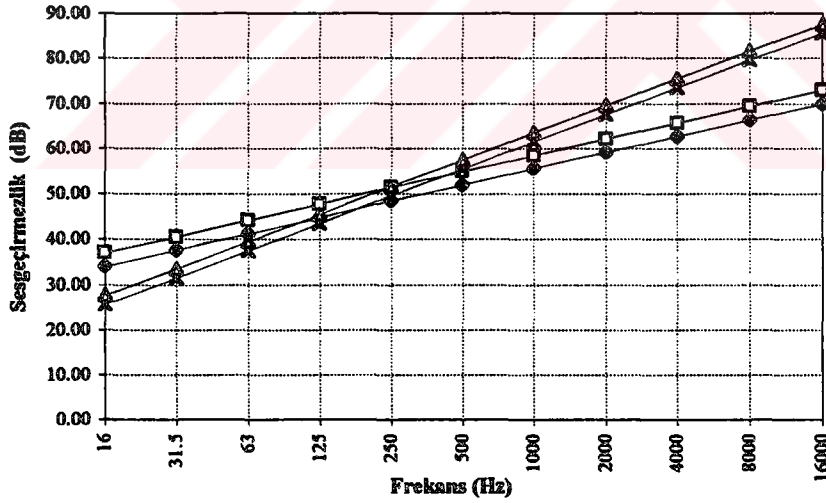
$$R'_2 = 20\text{Log}m + 12\text{Log}f - 27$$

$$R'_3 = 20\text{Log}m + 20\text{Log}f - 46$$

$$R'_4 = 20\text{Log}(f \cdot m) - 48$$

$$m = 300 \text{ kg/m}^2$$

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (300 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (300 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (300 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (300 kg/m <sup>2</sup> )
16	34.04	36.99	27.62	25.62
31.5	37.57	40.52	33.51	31.51
63	41.18	44.13	39.53	37.53
125	44.75	47.71	45.48	43.48
250	48.36	51.32	51.50	49.50
500	51.98	54.93	57.52	55.52
1000	55.59	58.54	63.54	61.54
2000	59.20	62.15	69.56	67.56
4000	62.81	65.77	75.58	73.58
8000	66.43	69.38	81.60	79.60
16000	70.04	72.99	87.62	85.62



—◆— R' <sub>1</sub> = 18Logm + 12Logf - 25	—□— R' <sub>2</sub> = 20Logm + 12Logf - 27
—△— R' <sub>3</sub> = 20Logm + 20Logf - 46	—×— R' <sub>4</sub> = 20Log(f·m) - 48

Tablo 3.22. ve Grafik 3.20. (m) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması (m-sabit)

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

$$R'_1 = 18\text{Log}m + 12\text{Log}f - 25$$

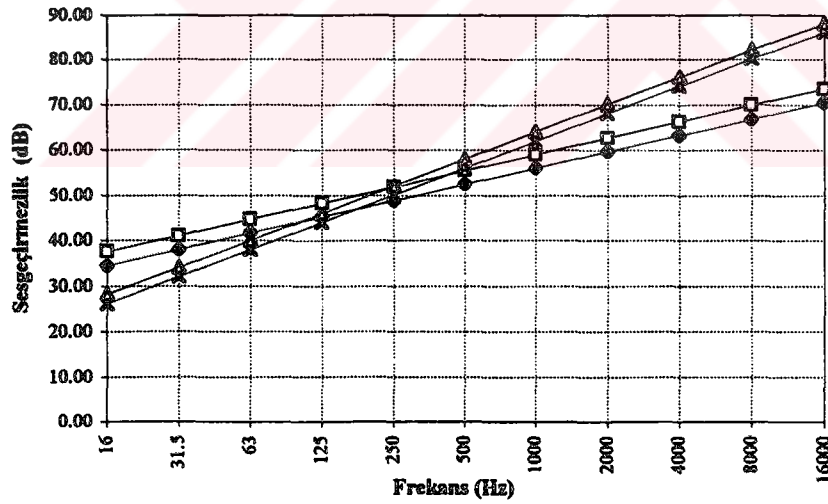
$$R'_2 = 20\text{Log}m + 12\text{Log}f - 27$$

$$R'_3 = 20\text{Log}m + 20\text{Log}f - 46$$

$$R'_4 = 20\text{Log}(f.m) - 48$$

$$m = 320 \text{ kg/m}^2$$

f (Hz)	R' <sub>1</sub> (320 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>2</sub> (320 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>3</sub> (320 kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>4</sub> (320 kg/m <sup>2</sup> )
16	34.54	37.55	28.19	26.19
31.5	38.07	41.08	34.07	32.07
63	41.68	44.70	40.09	38.09
125	45.26	48.27	46.04	44.04
250	48.87	51.88	52.06	50.06
500	52.48	55.49	58.08	56.08
1000	56.09	59.10	64.10	62.10
2000	59.71	62.72	70.12	68.12
4000	63.32	66.33	76.14	74.14
8000	66.93	69.94	82.16	80.16
16000	70.54	73.55	88.19	86.19



### 3.2. (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Cidarların ses geçiş kaybı hesaplarında kullanılacak birçok ses geçiş kaybı formülü vardır. Bu çalışmada literatürde en çok rastlanan dokuz formül incelenmiştir. Özel durumlar için kullanılan formüller çalışma içine alınmamıştır. İncelenen dokuz formül, içindeki değişkenlere göre, iki gruba ayrılmıştır. Bir grup formülde sadece kütle ağırlığı sesgeçirmezliği etkilerken, diğer bir grup formülde kütle ağırlığı ile birlikte frekans da sesgeçirmezliği etkilemektedir. Daha önceki iki bölümde ayrı ayrı ele alınan formül grupları bu bölümde birlikte ele alınarak aralarındaki farklılıklar ve benzerlikler belirlenecektir.

(m,f) Fonksiyonlu formüllerde frekans arttıkça sesgeçirmezliğin de arttığı görülmektedir. Sesgeçirmezliğin artması cidar titreşiminin azalmasına bağlıdır. Bir cidarın titreşiminde her frekansın etkisi aynı değildir. Yüksek frekanslar hızlı, alçak frekanslar yavaş titreşimli olduğundan, sesgeçirmezliği hesaplanan cidar bütün frekanslarda farklı genliklerde titreşmektedir. Cidara gelen gürültünün baskın frekansı, yüksek frekanslara doğru kaydıkça titreşim hızı artacağından cidarın karşı koyma gücü, dolayısıyla ses geçiş kaybı, kritik frekans bölgesine kadar artış gösterecektir (Bkz Bölüm 2.2.). Bu duruma örnek olarak, bir kapı kanadının çabuk çabuk hareket ettirmenin yavaş yavaş hareket ettirmeye göre daha güç olduğu durumu gösterilebilir. Bütün (m,f) fonksiyonlu formüller bu prensip doğrultusunda oluşturulmuştur.

(m) Fonksiyonlu formüllerde ise sadece kütle ağırlığına bağlı olarak sesgeçirmezliğin değiştiği kabul edilmiştir. Bu formüller oluşturulurken ortalama bir frekans alındığından, sesgeçirmezliğin frekansa göre artışında da bir ortalama alınmış olmaktadır. Fakat bu ortalama değerlerin doğruluğunun tespiti ve tüm formüller arasından hangisinin gerçeğe daha yakın sonuç verdiğinin belirlenmesi, bu çalışmanın dışında kalmaktadır. Yapılan çalışmada sadece, formüller arasında bir karşılaştırma yapılmış ve birbirleri ile ilişkileri incelenmiştir.

Bu bölümde, yapılan karşılaştırmalar tablo ve grafikler yardımıyla anlatılmaktadır (Bkz. Tablo 3.23....3.42. ve Grafik 3.21....3.40.). Oluşturulan tablo ve grafiklerde (m,f) fonksiyonlu formüller için, 1/1 oktav bantına ait bütün frekans değerlerindeki ses geçiş kaybı sonuçları ve eğrileri gösterilmiştir. (m) Fonksiyonlu formüllerin kütle ağırlığı değişkenine bağlı olarak elde edilen ses geçiş kaybı eğrileri ise bu eğrilerle aynı grafik üzerinde gösterilmiş ve kalın çizgi ile ifade edilmiştir.

Yapılan incelemede, (m,f) fonksiyonlu formüller ile (m) fonksiyonlu formüllerden  $R_3$  formülünün ses geçiş kaybı sonuçlarının kütle ağırlıklarına göre artış miktarları birbirlerine çok yakın çıkmaktadır. Grafik 3.23.-3.28.-3.33.-3.38.'e bakıldığında oluşturulan ses geçiş kaybı eğrilerinin paralellik gösterdiği görülmektedir.  $R_3$  formülü dışında, diğer (m) fonksiyonlu formüllerden hiçbiri (m,f) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı eğrilerine paralellik göstermemektedir.  $R_3$  formülü ile elde edilen ses geçiş kaybı sonuçları, sanki (m,f) fonksiyonlu bir formülün belli bir frekans değeri için elde edilen ses geçiş kaybı sonuçları gibi çıkmaktadır. Hangi frekans değeri ile benzerlik gösterdiği her (m,f) fonksiyonlu formüller için değişiklik göstermektedir. Örneğin  $R'_2$  formülü için 125 Hz'e çok yakın,  $R'_3$  formülü için ise 125 Hz ile 250 Hz arasındaki bir frekans değeri ile elde edilmiş sonuçlar  $R_3$  formülüne yakın görünmektedir (Bkz. Grafik 3.31., Grafik 3.36.).

(m) Fonksiyonlu formüllerden hemen hemen hiçbiri 500 Hz ile elde edilen ses geçiş kaybı sonuçlarının üstünde sonuç vermemektedir. Sadece, en yüksek ses geçiş kaybı değerlerini veren  $R_1$  ve  $R_4$  formülleri, çok düşük kütle ağırlıklarında, 500 Hz'in üstüne çıkmaktadırlar. Bu da bütün (m) fonksiyonlu formüllerin, (m,f) fonksiyonlu formüllere göre ortalama bir değerden daha düşük ses geçiş kaybı sonuçları verdiğini göstermektedir.

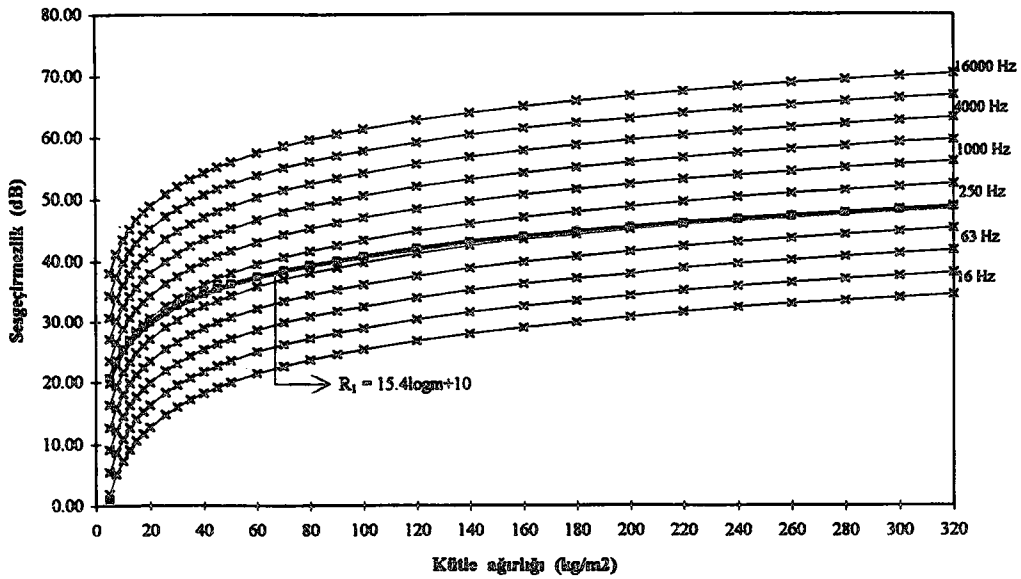
Tablo 3.23 ve Grafik 3.21. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_1 = 18 \log m + 12 \log f - 25$$

$$R_1 = 15.4 \log m + 10$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)												
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_1 = 15.4 \log m + 10$
5	2.03	5.56	9.17	12.74	16.36	19.97	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	20.76
7.5	5.20	8.73	12.34	15.91	19.53	23.14	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	23.48
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	25.40
12.5	9.19	12.72	16.34	19.91	23.52	27.13	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	26.89
15	10.62	14.15	17.76	21.33	24.94	28.56	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	28.11
17.5	11.82	15.35	18.97	22.54	26.15	29.76	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	29.14
20	12.87	16.40	20.01	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	30.04
25.7	14.83	18.36	21.97	25.54	29.15	32.77	36.38	39.99	43.60	47.22	50.83	31.71
30	16.04	19.57	23.18	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	32.75
35	17.24	20.77	24.39	27.96	31.57	35.18	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	33.78
40	18.29	21.82	25.43	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	34.67
45	19.21	22.74	26.35	29.92	33.53	37.15	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	35.46
50	20.03	23.56	27.17	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	36.16
60	21.46	24.99	28.60	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	37.38
70	22.66	26.19	29.80	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	38.41
80	23.71	27.24	30.85	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	39.31
90	24.63	28.16	31.77	35.34	38.95	42.56	46.18	49.79	53.40	57.01	60.63	40.10
100	25.45	28.98	32.59	36.16	39.78	43.39	47.00	50.61	54.22	57.84	61.45	40.80
120	26.87	30.40	34.02	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	55.65	59.26	62.87	42.02
140	28.08	31.61	35.22	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	56.86	60.47	64.08	43.05
160	29.12	32.65	36.27	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	65.12	43.94
180	30.04	33.57	37.19	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	58.82	62.43	66.04	44.73
200	30.87	34.40	38.01	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	59.64	63.26	66.87	45.44
220	31.61	35.14	38.76	42.33	45.94	49.55	53.16	56.78	60.39	64.00	67.61	46.07
240	32.29	35.82	39.44	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	61.07	64.68	68.29	46.66
260	32.92	36.45	40.06	43.63	47.24	50.86	54.47	58.08	61.69	65.31	68.92	47.19
280	33.50	37.03	40.64	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	62.27	65.89	69.50	47.69
300	34.04	37.57	41.18	44.75	48.36	51.98	55.59	59.20	62.81	66.43	70.04	48.15
320	34.54	38.07	41.68	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	63.32	66.93	70.54	48.58



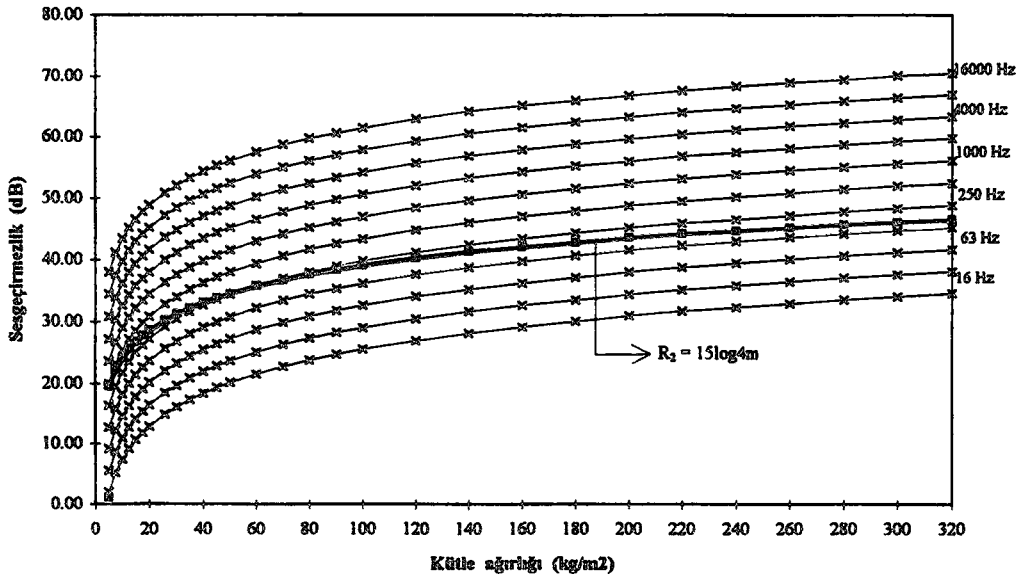
Tablo 3.24 ve Grafik 3.22. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_1 = 18 \log m + 12 \log f - 25$$

$$R_2 = 15 \log 4m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)												
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_2 = 15 \log 4m$
5	2.03	5.56	9.17	12.74	16.36	19.97	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	19.52
7.5	5.20	8.73	12.34	15.91	19.53	23.14	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	22.16
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	24.03
12.5	9.19	12.72	16.34	19.91	23.52	27.13	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	25.48
15	10.62	14.15	17.76	21.33	24.94	28.56	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	26.67
17.5	11.82	15.35	18.97	22.54	26.15	29.76	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	27.68
20	12.87	16.40	20.01	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	28.55
25.7	14.83	18.36	21.97	25.54	29.15	32.77	36.38	39.99	43.60	47.22	50.83	30.18
30	16.04	19.57	23.18	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	31.19
35	17.24	20.77	24.39	27.96	31.57	35.18	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	32.19
40	18.29	21.82	25.43	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	33.06
45	19.21	22.74	26.35	29.92	33.53	37.15	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	33.83
50	20.03	23.56	27.17	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	34.52
60	21.46	24.99	28.60	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	35.70
70	22.66	26.19	29.80	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	36.71
80	23.71	27.24	30.85	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	37.58
90	24.63	28.16	31.77	35.34	38.95	42.56	46.18	49.79	53.40	57.01	60.63	38.34
100	25.45	28.98	32.59	36.16	39.78	43.39	47.00	50.61	54.22	57.84	61.45	39.03
120	26.87	30.40	34.02	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	55.65	59.26	62.87	40.22
140	28.08	31.61	35.22	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	56.86	60.47	64.08	41.22
160	29.12	32.65	36.27	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	65.12	42.09
180	30.04	33.57	37.19	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	58.82	62.43	66.04	42.86
200	30.87	34.40	38.01	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	59.64	63.26	66.87	43.55
220	31.61	35.14	38.76	42.33	45.94	49.55	53.16	56.78	60.39	64.00	67.61	44.17
240	32.29	35.82	39.44	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	61.07	64.68	68.29	44.73
260	32.92	36.45	40.06	43.63	47.24	50.86	54.47	58.08	61.69	65.31	68.92	45.26
280	33.50	37.03	40.64	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	62.27	65.89	69.50	45.74
300	34.04	37.57	41.18	44.75	48.36	51.98	55.59	59.20	62.81	66.43	70.04	46.19
320	34.54	38.07	41.68	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	63.32	66.93	70.54	46.61



Tablo 3.25 ve Grafik 3.23. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

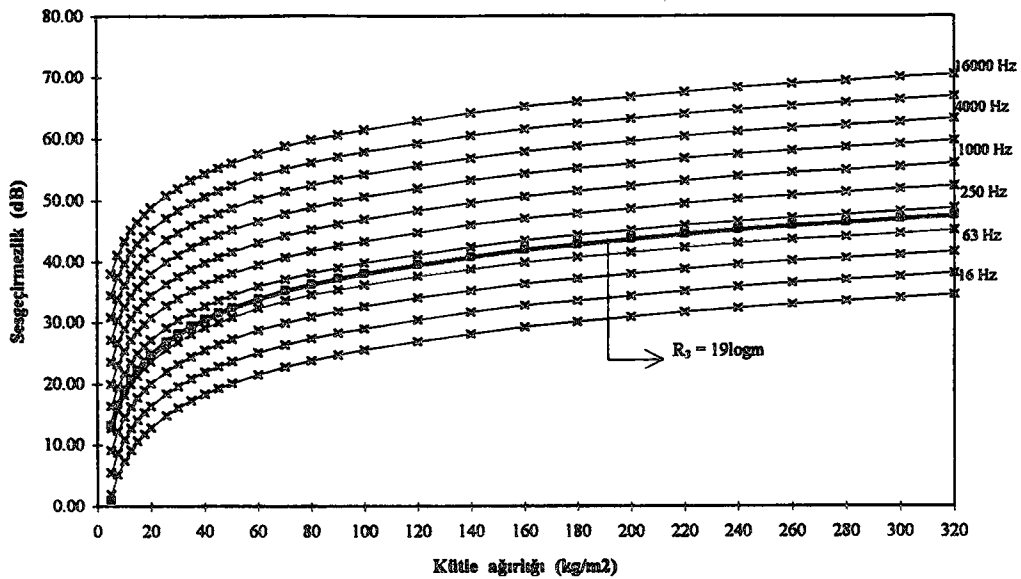
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R'_1 = 18 \log m + 12 \log f - 25$$

$$R_3 = 19 \log m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_3 = 19 \log m$
5	2.03	5.56	9.17	12.74	16.36	19.97	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	13.28
7.5	5.20	8.73	12.34	15.91	19.53	23.14	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	16.63
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	19.00
12.5	9.19	12.72	16.34	19.91	23.52	27.13	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	20.84
15	10.62	14.15	17.76	21.33	24.94	28.56	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	22.35
17.5	11.82	15.35	18.97	22.54	26.15	29.76	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	23.62
20	12.87	16.40	20.01	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	24.72
25.7	14.83	18.36	21.97	25.54	29.15	32.77	36.38	39.99	43.60	47.22	50.83	26.79
30	16.04	19.57	23.18	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	28.07
35	17.24	20.77	24.39	27.96	31.57	35.18	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	29.34
40	18.29	21.82	25.43	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	30.44
45	19.21	22.74	26.35	29.92	33.53	37.15	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	31.41
50	20.03	23.56	27.17	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	32.28
60	21.46	24.99	28.60	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	33.78
70	22.66	26.19	29.80	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	35.06
80	23.71	27.24	30.85	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	36.16
90	24.63	28.16	31.77	35.34	38.95	42.56	46.18	49.79	53.40	57.01	60.63	37.13
100	25.45	28.98	32.59	36.16	39.78	43.39	47.00	50.61	54.22	57.84	61.45	38.00
120	26.87	30.40	34.02	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	55.65	59.26	62.87	39.50
140	28.08	31.61	35.22	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	56.86	60.47	64.08	40.78
160	29.12	32.65	36.27	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	65.12	41.88
180	30.04	33.57	37.19	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	58.82	62.43	66.04	42.85
200	30.87	34.40	38.01	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	59.64	63.26	66.87	43.72
220	31.61	35.14	38.76	42.33	45.94	49.55	53.16	56.78	60.39	64.00	67.61	44.51
240	32.29	35.82	39.44	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	61.07	64.68	68.29	45.22
260	32.92	36.45	40.06	43.63	47.24	50.86	54.47	58.08	61.69	65.31	68.92	45.88
280	33.50	37.03	40.64	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	62.27	65.89	69.50	46.50
300	34.04	37.57	41.18	44.75	48.36	51.98	55.59	59.20	62.81	66.43	70.04	47.07
320	34.54	38.07	41.68	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	63.32	66.93	70.54	47.60



Tablo 3.26 ve Grafik 3.24. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

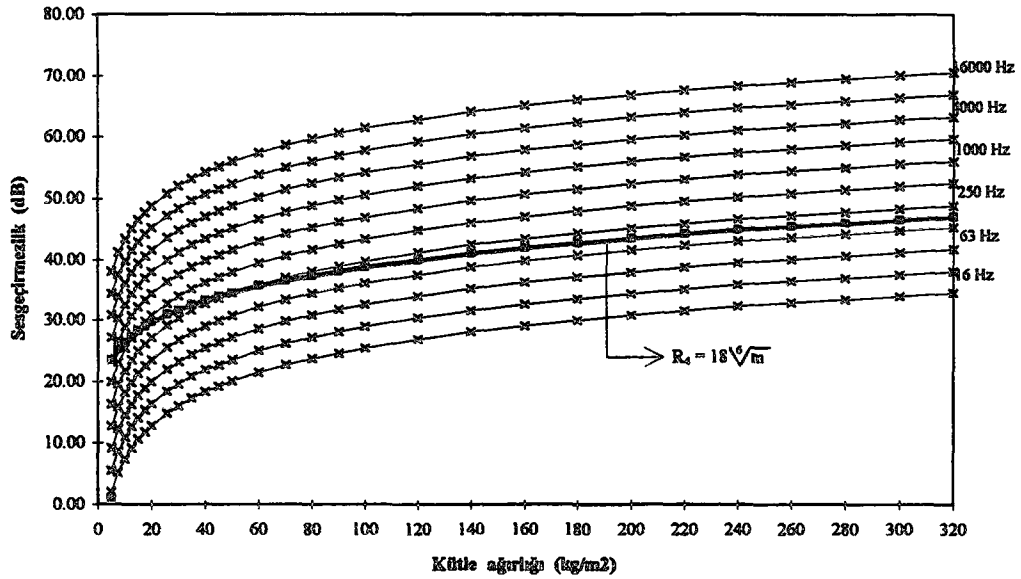
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_1 = 18 \log m + 12 \log f - 25$$

$$R_2 = 18 \sqrt[3]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_2 = 18 \sqrt[3]{m}$
5	2.03	5.56	9.17	12.74	16.36	19.97	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	23.54
7.5	5.20	8.73	12.34	15.91	19.53	23.14	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	25.18
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	26.42
12.5	9.19	12.72	16.34	19.91	23.52	27.13	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	27.42
15	10.62	14.15	17.76	21.33	24.94	28.56	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	28.27
17.5	11.82	15.35	18.97	22.54	26.15	29.76	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	29.00
20	12.87	16.40	20.01	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	29.66
25.7	14.83	18.36	21.97	25.54	29.15	32.77	36.38	39.99	43.60	47.22	50.83	30.92
30	16.04	19.57	23.18	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	31.73
35	17.24	20.77	24.39	27.96	31.57	35.18	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	32.55
40	18.29	21.82	25.43	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	33.29
45	19.21	22.74	26.35	29.92	33.53	37.15	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	33.95
50	20.03	23.56	27.17	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	34.55
60	21.46	24.99	28.60	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	35.61
70	22.66	26.19	29.80	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	36.54
80	23.71	27.24	30.85	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	37.36
90	24.63	28.16	31.77	35.34	38.95	42.56	46.18	49.79	53.40	57.01	60.63	38.10
100	25.45	28.98	32.59	36.16	39.78	43.39	47.00	50.61	54.22	57.84	61.45	38.78
120	26.87	30.40	34.02	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	55.65	59.26	62.87	39.98
140	28.08	31.61	35.22	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	56.86	60.47	64.08	41.02
160	29.12	32.65	36.27	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	65.12	41.94
180	30.04	33.57	37.19	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	58.82	62.43	66.04	42.77
200	30.87	34.40	38.01	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	59.64	63.26	66.87	43.53
220	31.61	35.14	38.76	42.33	45.94	49.55	53.16	56.78	60.39	64.00	67.61	44.23
240	32.29	35.82	39.44	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	61.07	64.68	68.29	44.87
260	32.92	36.45	40.06	43.63	47.24	50.86	54.47	58.08	61.69	65.31	68.92	45.47
280	33.50	37.03	40.64	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	62.27	65.89	69.50	46.04
300	34.04	37.57	41.18	44.75	48.36	51.98	55.59	59.20	62.81	66.43	70.04	46.57
320	34.54	38.07	41.68	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	63.32	66.93	70.54	47.08



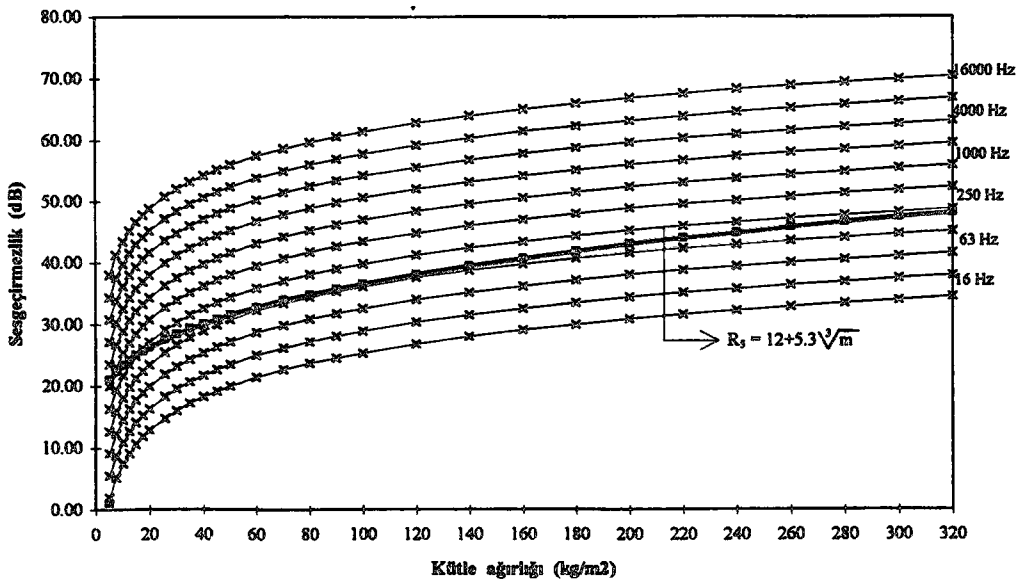
Tablo 3.27 ve Grafik 3.25. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller:

$$R_1 = 18 \log m + 12 \log f - 25$$

$$R_2 = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)												
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_2 = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$
5	2.03	5.56	9.17	12.74	16.36	19.97	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	21.06
7.5	5.20	8.73	12.34	15.91	19.53	23.14	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	22.37
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	23.42
12.5	9.19	12.72	16.34	19.91	23.52	27.13	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	24.30
15	10.62	14.15	17.76	21.33	24.94	28.56	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	25.07
17.5	11.82	15.35	18.97	22.54	26.15	29.76	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	25.76
20	12.87	16.40	20.01	23.58	27.19	30.81	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	26.39
25.7	14.83	18.36	21.97	25.54	29.15	32.77	36.38	39.99	43.60	47.22	50.83	27.64
30	16.04	19.57	23.18	26.75	30.36	33.98	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	28.47
35	17.24	20.77	24.39	27.96	31.57	35.18	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	29.34
40	18.29	21.82	25.43	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	30.13
45	19.21	22.74	26.35	29.92	33.53	37.15	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	30.85
50	20.03	23.56	27.17	30.74	34.36	37.97	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	31.53
60	21.46	24.99	28.60	32.17	35.78	39.39	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	32.75
70	22.66	26.19	29.80	33.37	36.99	40.60	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	33.84
80	23.71	27.24	30.85	34.42	38.03	41.64	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	34.84
90	24.63	28.16	31.77	35.34	38.95	42.56	46.18	49.79	53.40	57.01	60.63	35.75
100	25.45	28.98	32.59	36.16	39.78	43.39	47.00	50.61	54.22	57.84	61.45	36.60
120	26.87	30.40	34.02	37.59	41.20	44.81	48.43	52.04	55.65	59.26	62.87	38.14
140	28.08	31.61	35.22	38.79	42.41	46.02	49.63	53.24	56.86	60.47	64.08	39.52
160	29.12	32.65	36.27	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	65.12	40.77
180	30.04	33.57	37.19	40.76	44.37	47.98	51.59	55.21	58.82	62.43	66.04	41.92
200	30.87	34.40	38.01	41.58	45.19	48.81	52.42	56.03	59.64	63.26	66.87	42.99
220	31.61	35.14	38.76	42.33	45.94	49.55	53.16	56.78	60.39	64.00	67.61	44.00
240	32.29	35.82	39.44	43.01	46.62	50.23	53.84	57.46	61.07	64.68	68.29	44.94
260	32.92	36.45	40.06	43.63	47.24	50.86	54.47	58.08	61.69	65.31	68.92	45.83
280	33.50	37.03	40.64	44.21	47.82	51.44	55.05	58.66	62.27	65.89	69.50	46.67
300	34.04	37.57	41.18	44.75	48.36	51.98	55.59	59.20	62.81	66.43	70.04	47.48
320	34.54	38.07	41.68	45.26	48.87	52.48	56.09	59.71	63.32	66.93	70.54	48.25



Tablo 3.28. ve Grafik 3.26. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_2 = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

$$R_1 = 15.4 \log m + 10$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)											$R_1 = 15.4 \log m + 10$	
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		16000
5	1.43	4.96	8.57	12.14	15.75	19.37	22.98	26.59	30.20	33.82	37.43	20.76
7.5	4.95	8.48	12.09	15.66	19.28	22.89	26.50	30.11	33.73	37.34	40.95	23.48
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	25.40
12.5	9.39	12.92	16.53	20.10	23.71	27.33	30.94	34.55	38.16	41.78	45.39	26.89
15	10.97	14.50	18.11	21.68	25.30	28.91	32.52	36.13	39.75	43.36	46.97	28.11
17.5	12.31	15.84	19.45	23.02	26.64	30.25	33.86	37.47	41.09	44.70	48.31	29.14
20	13.47	17.00	20.61	24.18	27.80	31.41	35.02	38.63	42.25	45.86	49.47	30.04
25.7	15.65	19.18	22.79	26.36	29.97	33.59	37.20	40.81	44.42	48.04	51.65	31.71
30	16.99	20.52	24.13	27.71	31.32	34.93	38.54	42.15	45.77	49.38	52.99	32.75
35	18.33	21.86	25.47	29.04	32.66	36.27	39.88	43.49	47.11	50.72	54.33	33.78
40	19.49	23.02	26.63	30.20	33.82	37.43	41.04	44.65	48.27	51.88	55.49	34.67
45	20.51	24.04	27.66	31.23	34.84	38.45	42.06	45.68	49.29	52.90	56.51	35.46
50	21.43	24.96	28.57	32.14	35.75	39.37	42.98	46.59	50.20	53.82	57.43	36.16
60	23.01	26.54	30.16	33.73	37.34	40.95	44.56	48.18	51.79	55.40	59.01	37.38
70	24.35	27.88	31.49	35.06	38.68	42.29	45.90	49.51	53.13	56.74	60.35	38.41
80	25.51	29.04	32.65	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	39.31
90	26.53	30.06	33.68	37.25	40.86	44.47	48.08	51.70	55.31	58.92	62.53	40.10
100	27.45	30.98	34.59	38.16	41.78	45.39	49.00	52.61	56.22	59.84	63.45	40.80
120	29.03	32.56	36.18	39.75	43.36	46.97	50.58	54.20	57.81	61.42	65.03	42.02
140	30.37	33.90	37.51	41.09	44.70	48.31	51.92	55.53	59.15	62.76	66.37	43.05
160	31.53	35.06	38.67	42.25	45.86	49.47	53.08	56.69	60.31	63.92	67.53	43.94
180	32.55	36.09	39.70	43.27	46.88	50.49	54.11	57.72	61.33	64.94	68.55	44.73
200	33.47	37.00	40.61	44.18	47.80	51.41	55.02	58.63	62.25	65.86	69.47	45.44
220	34.30	37.83	41.44	45.01	48.62	52.24	55.85	59.46	63.07	66.69	70.30	46.07
240	35.05	38.58	42.20	45.77	49.38	52.99	56.60	60.22	63.83	67.44	71.05	46.66
260	35.75	39.28	42.89	46.46	50.07	53.69	57.30	60.91	64.52	68.14	71.75	47.19
280	36.39	39.92	43.54	47.11	50.72	54.33	57.94	61.56	65.17	68.78	72.39	47.69
300	36.99	40.52	44.13	47.71	51.32	54.93	58.54	62.15	65.77	69.38	72.99	48.15
320	37.55	41.08	44.70	48.27	51.88	55.49	59.10	62.72	66.33	69.94	73.55	48.58

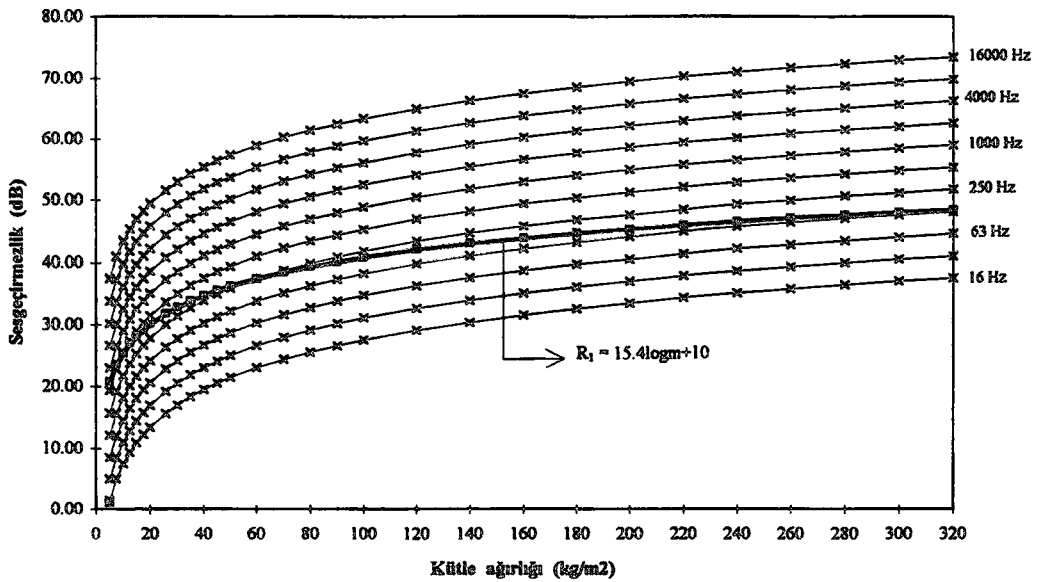


Table 3.29. ve Grafik 3.27. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

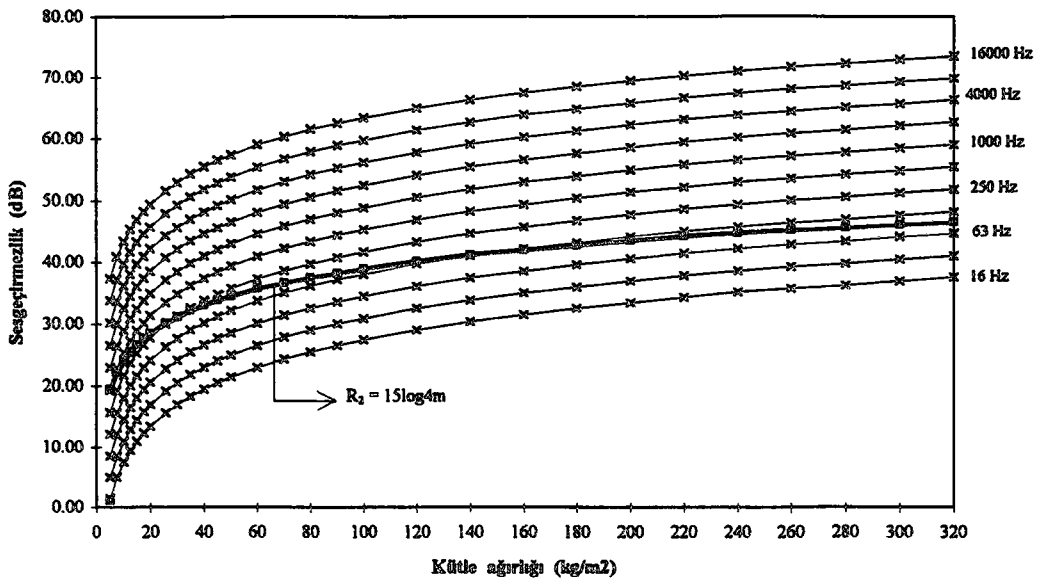
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_1 = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

$$R_2 = 15 \log 4m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_2 = 15 \log 4m$
5	1.43	4.96	8.57	12.14	15.75	19.37	22.98	26.59	30.20	33.82	37.43	19.52
7.5	4.95	8.48	12.09	15.66	19.28	22.89	26.50	30.11	33.73	37.34	40.95	22.16
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	24.03
12.5	9.39	12.92	16.53	20.10	23.71	27.33	30.94	34.55	38.16	41.78	45.39	25.48
15	10.97	14.50	18.11	21.68	25.30	28.91	32.52	36.13	39.75	43.36	46.97	26.67
17.5	12.31	15.84	19.45	23.02	26.64	30.25	33.86	37.47	41.09	44.70	48.31	27.68
20	13.47	17.00	20.61	24.18	27.80	31.41	35.02	38.63	42.25	45.86	49.47	28.55
25.7	15.65	19.18	22.79	26.36	29.97	33.59	37.20	40.81	44.42	48.04	51.65	30.18
30	16.99	20.52	24.13	27.71	31.32	34.93	38.54	42.15	45.77	49.38	52.99	31.19
35	18.33	21.86	25.47	29.04	32.66	36.27	39.88	43.49	47.11	50.72	54.33	32.19
40	19.49	23.02	26.63	30.20	33.82	37.43	41.04	44.65	48.27	51.88	55.49	33.06
45	20.51	24.04	27.66	31.23	34.84	38.45	42.06	45.68	49.29	52.90	56.51	33.83
50	21.43	24.96	28.57	32.14	35.75	39.37	42.98	46.59	50.20	53.82	57.43	34.52
60	23.01	26.54	30.16	33.73	37.34	40.95	44.56	48.18	51.79	55.40	59.01	35.70
70	24.35	27.88	31.49	35.06	38.68	42.29	45.90	49.51	53.13	56.74	60.35	36.71
80	25.51	29.04	32.65	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	37.58
90	26.53	30.06	33.68	37.25	40.86	44.47	48.08	51.70	55.31	58.92	62.53	38.34
100	27.45	30.98	34.59	38.16	41.78	45.39	49.00	52.61	56.22	59.84	63.45	39.03
120	29.03	32.56	36.18	39.75	43.36	46.97	50.58	54.20	57.81	61.42	65.03	40.22
140	30.37	33.90	37.51	41.09	44.70	48.31	51.92	55.53	59.15	62.76	66.37	41.22
160	31.53	35.06	38.67	42.25	45.86	49.47	53.08	56.69	60.31	63.92	67.53	42.09
180	32.55	36.09	39.70	43.27	46.88	50.49	54.11	57.72	61.33	64.94	68.55	42.86
200	33.47	37.00	40.61	44.18	47.80	51.41	55.02	58.63	62.25	65.86	69.47	43.55
220	34.30	37.83	41.44	45.01	48.62	52.24	55.85	59.46	63.07	66.69	70.30	44.17
240	35.05	38.58	42.20	45.77	49.38	52.99	56.60	60.22	63.83	67.44	71.05	44.73
260	35.75	39.28	42.89	46.46	50.07	53.69	57.30	60.91	64.52	68.14	71.75	45.26
280	36.39	39.92	43.54	47.11	50.72	54.33	57.94	61.56	65.17	68.78	72.39	45.74
300	36.99	40.52	44.13	47.71	51.32	54.93	58.54	62.15	65.77	69.38	72.99	46.19
320	37.55	41.08	44.70	48.27	51.88	55.49	59.10	62.72	66.33	69.94	73.55	46.61



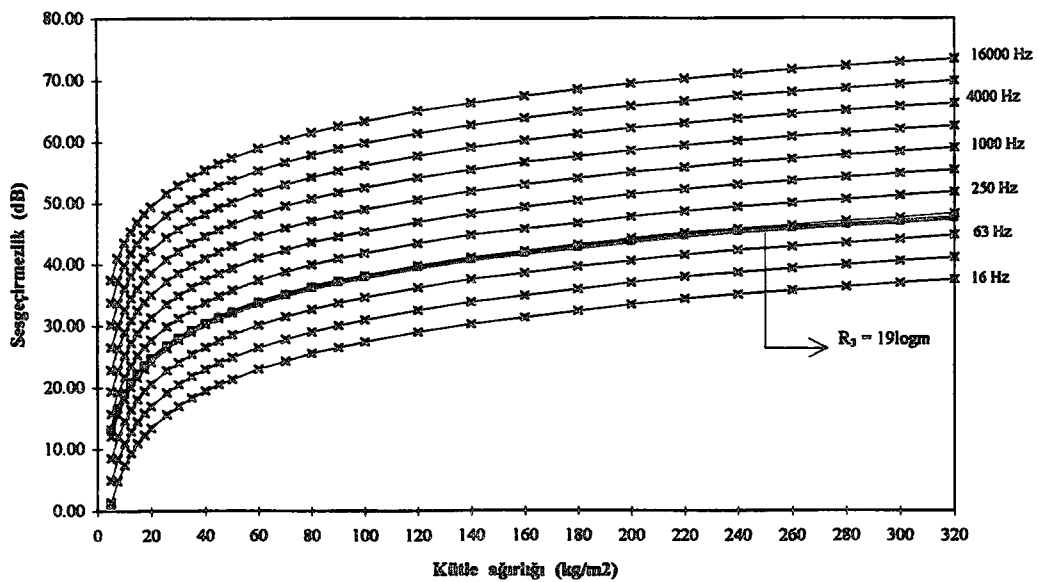
Tablo 3.30. ve Grafik 3.28. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_2 = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

$$R_3 = 19 \log m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)											$R_3 = 19 \log m$	
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		16000
5	1.43	4.96	8.57	12.14	15.75	19.37	22.98	26.59	30.20	33.82	37.43	13.28
7.5	4.95	8.48	12.09	15.66	19.28	22.89	26.50	30.11	33.73	37.34	40.95	16.63
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	19.00
12.5	9.39	12.92	16.53	20.10	23.71	27.33	30.94	34.55	38.16	41.78	45.39	20.84
15	10.97	14.50	18.11	21.68	25.30	28.91	32.52	36.13	39.75	43.36	46.97	22.35
17.5	12.31	15.84	19.45	23.02	26.64	30.25	33.86	37.47	41.09	44.70	48.31	23.62
20	13.47	17.00	20.61	24.18	27.80	31.41	35.02	38.63	42.25	45.86	49.47	24.72
25.7	15.65	19.18	22.79	26.36	29.97	33.59	37.20	40.81	44.42	48.04	51.65	26.79
30	16.99	20.52	24.13	27.71	31.32	34.93	38.54	42.15	45.77	49.38	52.99	28.07
35	18.33	21.86	25.47	29.04	32.66	36.27	39.88	43.49	47.11	50.72	54.33	29.34
40	19.49	23.02	26.63	30.20	33.82	37.43	41.04	44.65	48.27	51.88	55.49	30.44
45	20.51	24.04	27.66	31.23	34.84	38.45	42.06	45.68	49.29	52.90	56.51	31.41
50	21.43	24.96	28.57	32.14	35.75	39.37	42.98	46.59	50.20	53.82	57.43	32.28
60	23.01	26.54	30.16	33.73	37.34	40.95	44.56	48.18	51.79	55.40	59.01	33.78
70	24.35	27.88	31.49	35.06	38.68	42.29	45.90	49.51	53.13	56.74	60.35	35.06
80	25.51	29.04	32.65	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	36.16
90	26.53	30.06	33.68	37.25	40.86	44.47	48.08	51.70	55.31	58.92	62.53	37.13
100	27.45	30.98	34.59	38.16	41.78	45.39	49.00	52.61	56.22	59.84	63.45	38.00
120	29.03	32.56	36.18	39.75	43.36	46.97	50.58	54.20	57.81	61.42	65.03	39.50
140	30.37	33.90	37.51	41.09	44.70	48.31	51.92	55.53	59.15	62.76	66.37	40.78
160	31.53	35.06	38.67	42.25	45.86	49.47	53.08	56.69	60.31	63.92	67.53	41.88
180	32.55	36.09	39.70	43.27	46.88	50.49	54.11	57.72	61.33	64.94	68.55	42.85
200	33.47	37.00	40.61	44.18	47.80	51.41	55.02	58.63	62.25	65.86	69.47	43.72
220	34.30	37.83	41.44	45.01	48.62	52.24	55.85	59.46	63.07	66.69	70.30	44.51
240	35.05	38.58	42.20	45.77	49.38	52.99	56.60	60.22	63.83	67.44	71.05	45.22
260	35.75	39.28	42.89	46.46	50.07	53.69	57.30	60.91	64.52	68.14	71.75	45.88
280	36.39	39.92	43.54	47.11	50.72	54.33	57.94	61.56	65.17	68.78	72.39	46.50
300	36.99	40.52	44.13	47.71	51.32	54.93	58.54	62.15	65.77	69.38	72.99	47.07
320	37.55	41.08	44.70	48.27	51.88	55.49	59.10	62.72	66.33	69.94	73.55	47.60



Tablo 3.31. ve Grafik 3.29. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R'_2 = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

$$R_1 = 18 \sqrt[6]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen sesgeçirmezlik değerleri (dB)											$R_1 = 18 \sqrt[6]{m}$	
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		16000
5	1.43	4.96	8.57	12.14	15.75	19.37	22.98	26.59	30.20	33.82	37.43	23.54
7.5	4.95	8.48	12.09	15.66	19.28	22.89	26.50	30.11	33.73	37.34	40.95	25.18
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	26.42
12.5	9.39	12.92	16.53	20.10	23.71	27.33	30.94	34.55	38.16	41.78	45.39	27.42
15	10.97	14.50	18.11	21.68	25.30	28.91	32.52	36.13	39.75	43.36	46.97	28.27
17.5	12.31	15.84	19.45	23.02	26.64	30.25	33.86	37.47	41.09	44.70	48.31	29.00
20	13.47	17.00	20.61	24.18	27.80	31.41	35.02	38.63	42.25	45.86	49.47	29.66
25.7	15.65	19.18	22.79	26.36	29.97	33.59	37.20	40.81	44.42	48.04	51.65	30.92
30	16.99	20.52	24.13	27.71	31.32	34.93	38.54	42.15	45.77	49.38	52.99	31.73
35	18.33	21.86	25.47	29.04	32.66	36.27	39.88	43.49	47.11	50.72	54.33	32.55
40	19.49	23.02	26.63	30.20	33.82	37.43	41.04	44.65	48.27	51.88	55.49	33.29
45	20.51	24.04	27.66	31.23	34.84	38.45	42.06	45.68	49.29	52.90	56.51	33.95
50	21.43	24.96	28.57	32.14	35.75	39.37	42.98	46.59	50.20	53.82	57.43	34.55
60	23.01	26.54	30.16	33.73	37.34	40.95	44.56	48.18	51.79	55.40	59.01	35.61
70	24.35	27.88	31.49	35.06	38.68	42.29	45.90	49.51	53.13	56.74	60.35	36.54
80	25.51	29.04	32.65	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	37.36
90	26.53	30.06	33.68	37.25	40.86	44.47	48.08	51.70	55.31	58.92	62.53	38.10
100	27.45	30.98	34.59	38.16	41.78	45.39	49.00	52.61	56.22	59.84	63.45	38.78
120	29.03	32.56	36.18	39.75	43.36	46.97	50.58	54.20	57.81	61.42	65.03	39.98
140	30.37	33.90	37.51	41.09	44.70	48.31	51.92	55.53	59.15	62.76	66.37	41.02
160	31.53	35.06	38.67	42.25	45.86	49.47	53.08	56.69	60.31	63.92	67.53	41.94
180	32.55	36.09	39.70	43.27	46.88	50.49	54.11	57.72	61.33	64.94	68.55	42.77
200	33.47	37.00	40.61	44.18	47.80	51.41	55.02	58.63	62.25	65.86	69.47	43.53
220	34.30	37.83	41.44	45.01	48.62	52.24	55.85	59.46	63.07	66.69	70.30	44.23
240	35.05	38.58	42.20	45.77	49.38	52.99	56.60	60.22	63.83	67.44	71.05	44.87
260	35.75	39.28	42.89	46.46	50.07	53.69	57.30	60.91	64.52	68.14	71.75	45.47
280	36.39	39.92	43.54	47.11	50.72	54.33	57.94	61.56	65.17	68.78	72.39	46.04
300	36.99	40.52	44.13	47.71	51.32	54.93	58.54	62.15	65.77	69.38	72.99	46.57
320	37.55	41.08	44.70	48.27	51.88	55.49	59.10	62.72	66.33	69.94	73.55	47.08

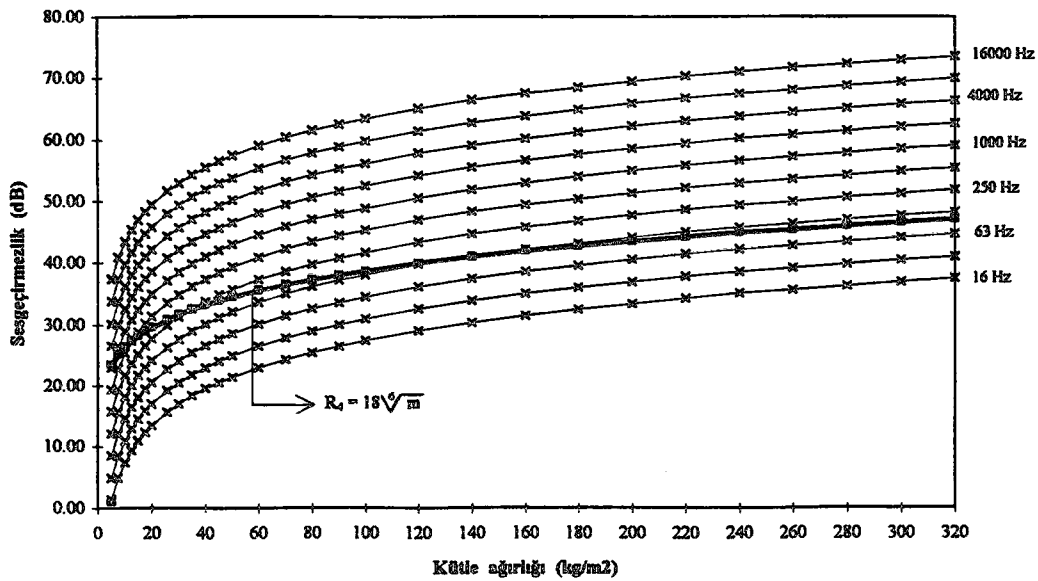


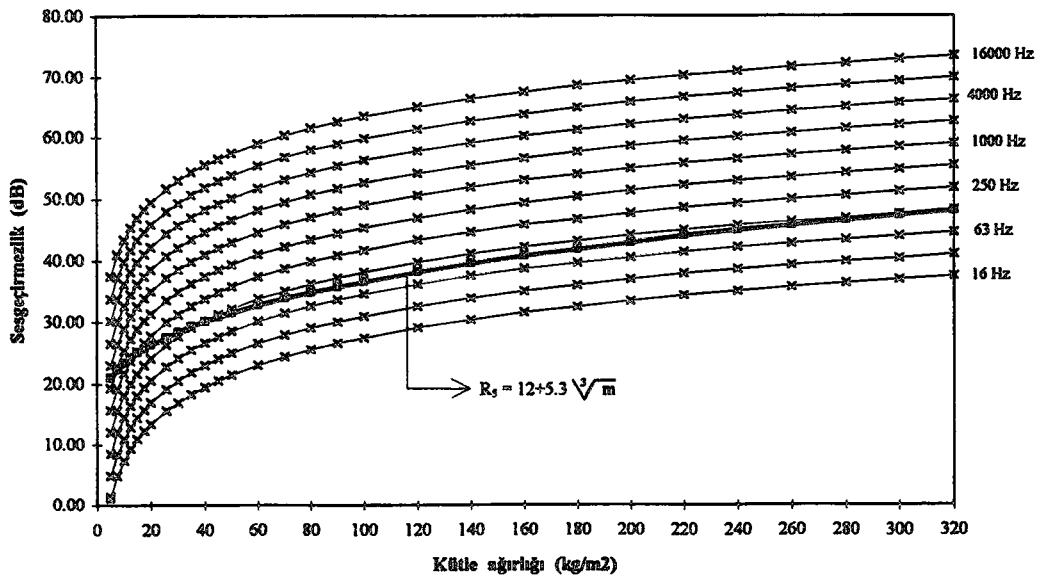
Table 3.32. ve Grafik 3.30. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_2 = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

$$R_3 = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)											$R_3 = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$	
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		16000
5	1.43	4.96	8.57	12.14	15.75	19.37	22.98	26.59	30.20	33.82	37.43	21.06
7.5	4.95	8.48	12.09	15.66	19.28	22.89	26.50	30.11	33.73	37.34	40.95	22.37
10	7.45	10.98	14.59	18.16	21.78	25.39	29.00	32.61	36.22	39.84	43.45	23.42
12.5	9.39	12.92	16.53	20.10	23.71	27.33	30.94	34.55	38.16	41.78	45.39	24.30
15	10.97	14.50	18.11	21.68	25.30	28.91	32.52	36.13	39.75	43.36	46.97	25.07
17.5	12.31	15.84	19.45	23.02	26.64	30.25	33.86	37.47	41.09	44.70	48.31	25.76
20	13.47	17.00	20.61	24.18	27.80	31.41	35.02	38.63	42.25	45.86	49.47	26.39
25.7	15.65	19.18	22.79	26.36	29.97	33.59	37.20	40.81	44.42	48.04	51.65	27.64
30	16.99	20.52	24.13	27.71	31.32	34.93	38.54	42.15	45.77	49.38	52.99	28.47
35	18.33	21.86	25.47	29.04	32.66	36.27	39.88	43.49	47.11	50.72	54.33	29.34
40	19.49	23.02	26.63	30.20	33.82	37.43	41.04	44.65	48.27	51.88	55.49	30.13
45	20.51	24.04	27.66	31.23	34.84	38.45	42.06	45.68	49.29	52.90	56.51	30.85
50	21.43	24.96	28.57	32.14	35.75	39.37	42.98	46.59	50.20	53.82	57.43	31.53
60	23.01	26.54	30.16	33.73	37.34	40.95	44.56	48.18	51.79	55.40	59.01	32.75
70	24.35	27.88	31.49	35.06	38.68	42.29	45.90	49.51	53.13	56.74	60.35	33.84
80	25.51	29.04	32.65	36.22	39.84	43.45	47.06	50.67	54.29	57.90	61.51	34.84
90	26.53	30.06	33.68	37.25	40.86	44.47	48.08	51.70	55.31	58.92	62.53	35.75
100	27.45	30.98	34.59	38.16	41.78	45.39	49.00	52.61	56.22	59.84	63.45	36.60
120	29.03	32.56	36.18	39.75	43.36	46.97	50.58	54.20	57.81	61.42	65.03	38.14
140	30.37	33.90	37.51	41.09	44.70	48.31	51.92	55.53	59.15	62.76	66.37	39.52
160	31.53	35.06	38.67	42.25	45.86	49.47	53.08	56.69	60.31	63.92	67.53	40.77
180	32.55	36.09	39.70	43.27	46.88	50.49	54.11	57.72	61.33	64.94	68.55	41.92
200	33.47	37.00	40.61	44.18	47.80	51.41	55.02	58.63	62.25	65.86	69.47	42.99
220	34.30	37.83	41.44	45.01	48.62	52.24	55.85	59.46	63.07	66.69	70.30	44.00
240	35.05	38.58	42.20	45.77	49.38	52.99	56.60	60.22	63.83	67.44	71.05	44.94
260	35.75	39.28	42.89	46.46	50.07	53.69	57.30	60.91	64.52	68.14	71.75	45.83
280	36.39	39.92	43.54	47.11	50.72	54.33	57.94	61.56	65.17	68.78	72.39	46.67
300	36.99	40.52	44.13	47.71	51.32	54.93	58.54	62.15	65.77	69.38	72.99	47.48
320	37.55	41.08	44.70	48.27	51.88	55.49	59.10	62.72	66.33	69.94	73.55	48.25



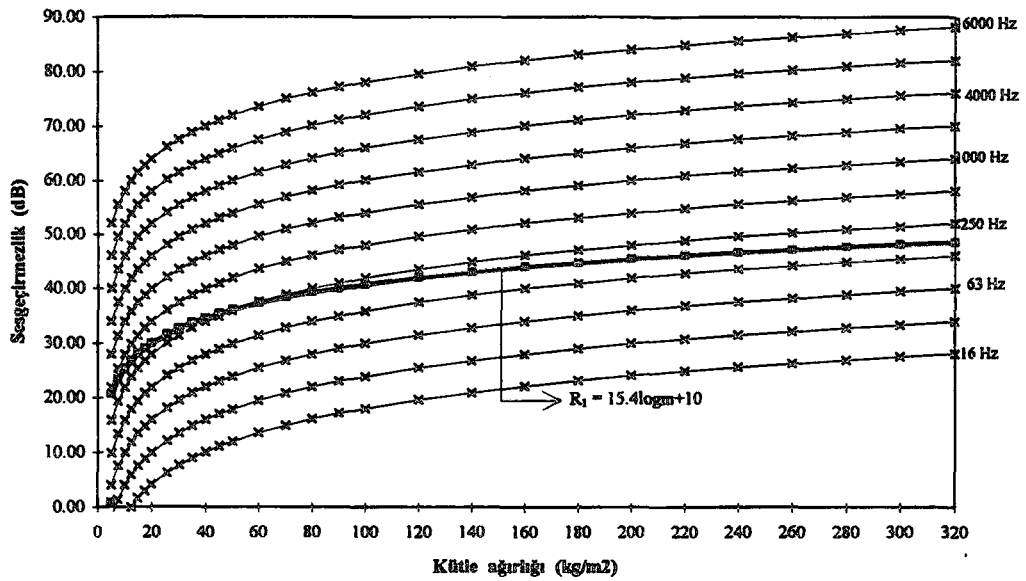
Tablo 3.33. ve Grafik 3.31. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_3 = 20 \log m + 20 \log f - 46$$

$$R_1 = 15.4 \log m + 10$$

m / f	Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)										$R_1 = 15.4 \log m + 10$	
	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		16000
5	-7.94	-2.05	3.97	9.92	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	20.76
7.5	-4.42	1.47	7.49	13.44	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	23.48
10	-1.92	3.97	9.99	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	25.40
12.5	0.02	5.90	11.93	17.88	23.90	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	26.89
15	1.60	7.49	13.51	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	28.11
17.5	2.94	8.83	14.85	20.80	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	29.14
20	4.10	9.99	16.01	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	30.04
25.7	6.28	12.16	18.19	24.14	30.16	36.18	42.20	48.22	54.24	60.26	66.28	31.71
30	7.62	13.51	19.53	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	32.75
35	8.96	14.85	20.87	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	33.78
40	10.12	16.01	22.03	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	34.67
45	11.15	17.03	23.05	29.00	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	35.46
50	12.06	17.95	23.97	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	36.16
60	13.65	19.53	25.55	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	37.38
70	14.98	20.87	26.89	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	38.41
80	16.14	22.03	28.05	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	39.31
90	17.17	23.05	29.07	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	40.10
100	18.08	23.97	29.99	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	40.80
120	19.67	25.55	31.57	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	42.02
140	21.00	26.89	32.91	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	43.05
160	22.16	28.05	34.07	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	43.94
180	23.19	29.07	35.09	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	83.19	44.73
200	24.10	29.99	36.01	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	84.10	45.44
220	24.93	30.81	36.84	42.79	48.81	54.83	60.85	66.87	72.89	78.91	84.93	46.07
240	25.69	31.57	37.59	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	85.69	46.66
260	26.38	32.27	38.29	44.24	50.26	56.28	62.30	68.32	74.34	80.36	86.38	47.19
280	27.03	32.91	38.93	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	87.03	47.69
300	27.62	33.51	39.53	45.48	51.50	57.52	63.54	69.56	75.58	81.60	87.62	48.15
320	28.19	34.07	40.09	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	88.19	48.58



Tablo 3.34. ve Grafik 3.32. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

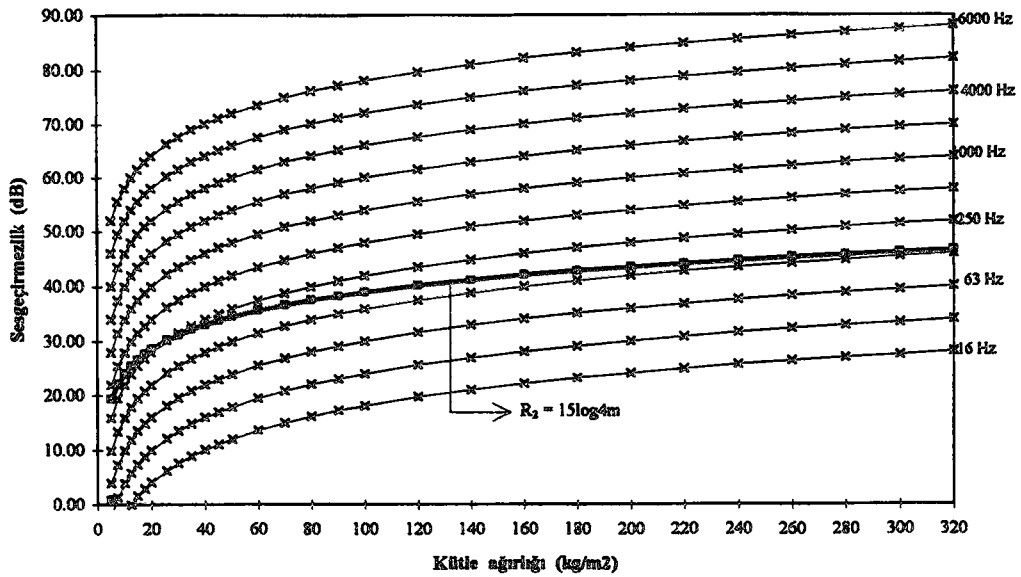
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller:

$$R_3 = 20 \log m + 20 \log f - 46$$

$$R_2 = 15 \log 4m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_2 = 15 \log 4m$
5	-7.94	-2.05	3.97	9.92	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	19.52
7.5	-4.42	1.47	7.49	13.44	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	22.16
10	-1.92	3.97	9.99	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	24.03
12.5	0.02	5.90	11.93	17.88	23.90	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	25.48
15	1.60	7.49	13.51	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	26.67
17.5	2.94	8.83	14.85	20.80	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	27.68
20	4.10	9.99	16.01	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	28.55
25.7	6.28	12.16	18.19	24.14	30.16	36.18	42.20	48.22	54.24	60.26	66.28	30.18
30	7.62	13.51	19.53	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	31.19
35	8.96	14.85	20.87	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	32.19
40	10.12	16.01	22.03	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	33.06
45	11.15	17.03	23.05	29.00	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	33.83
50	12.06	17.95	23.97	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	34.52
60	13.65	19.53	25.55	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	35.70
70	14.98	20.87	26.89	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	36.71
80	16.14	22.03	28.05	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	37.58
90	17.17	23.05	29.07	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	38.34
100	18.08	23.97	29.99	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	39.03
120	19.67	25.55	31.57	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	40.22
140	21.00	26.89	32.91	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	41.22
160	22.16	28.05	34.07	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	42.09
180	23.19	29.07	35.09	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	83.19	42.86
200	24.10	29.99	36.01	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	84.10	43.55
220	24.93	30.81	36.84	42.79	48.81	54.83	60.85	66.87	72.89	78.91	84.93	44.17
240	25.69	31.57	37.59	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	85.69	44.73
260	26.38	32.27	38.29	44.24	50.26	56.28	62.30	68.32	74.34	80.36	86.38	45.26
280	27.03	32.91	38.93	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	87.03	45.74
300	27.62	33.51	39.53	45.48	51.50	57.52	63.54	69.56	75.58	81.60	87.62	46.19
320	28.19	34.07	40.09	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	88.19	46.61



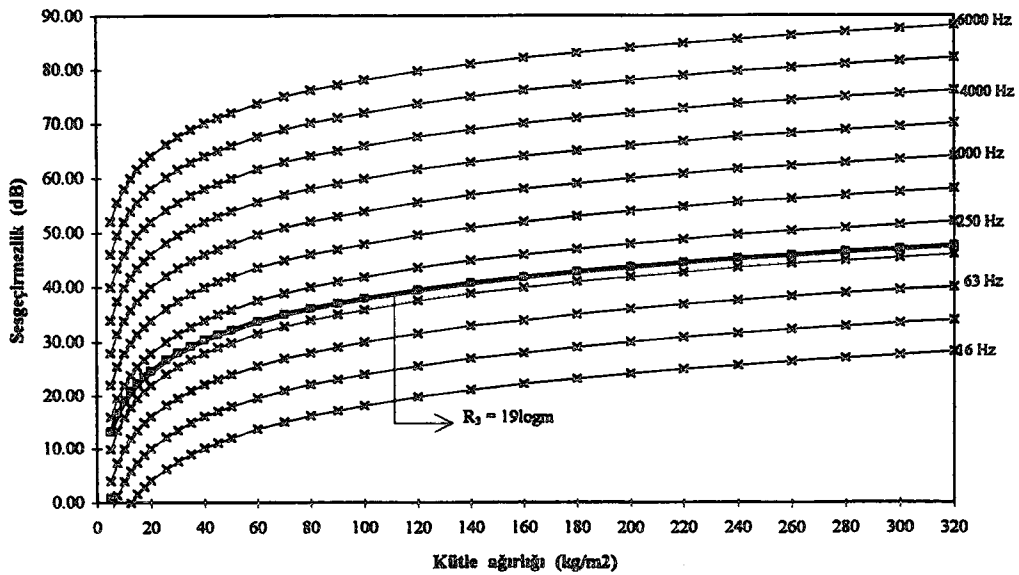
Tablo 3.35. ve Grafik 3.33. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_3 = 20 \log m + 20 \log f - 46$$

$$R_3 = 19 \log m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)												
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_3 = 19 \log m$
5	-7.94	-2.05	3.97	-9.92	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	13.28
7.5	-4.42	1.47	7.49	13.44	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	16.63
10	-1.92	3.97	9.99	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	19.00
12.5	0.02	5.90	11.93	17.88	23.90	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	20.84
15	1.60	7.49	13.51	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	22.35
17.5	2.94	8.83	14.85	20.80	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	23.62
20	4.10	9.99	16.01	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	24.72
25.7	6.28	12.16	18.19	24.14	30.16	36.18	42.20	48.22	54.24	60.26	66.28	26.79
30	7.62	13.51	19.53	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	28.07
35	8.96	14.85	20.87	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	29.34
40	10.12	16.01	22.03	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	30.44
45	11.15	17.03	23.05	29.00	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	31.41
50	12.06	17.95	23.97	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	32.28
60	13.65	19.53	25.55	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	33.78
70	14.98	20.87	26.89	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	35.06
80	16.14	22.03	28.05	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	36.16
90	17.17	23.05	29.07	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	37.13
100	18.08	23.97	29.99	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	38.00
120	19.67	25.55	31.57	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	39.50
140	21.00	26.89	32.91	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	40.78
160	22.16	28.05	34.07	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	41.88
180	23.19	29.07	35.09	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	83.19	42.85
200	24.10	29.99	36.01	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	84.10	43.72
220	24.93	30.81	36.84	42.79	48.81	54.83	60.85	66.87	72.89	78.91	84.93	44.51
240	25.69	31.57	37.59	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	85.69	45.22
260	26.38	32.27	38.29	44.24	50.26	56.28	62.30	68.32	74.34	80.36	86.38	45.88
280	27.03	32.91	38.93	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	87.03	46.50
300	27.62	33.51	39.53	45.48	51.50	57.52	63.54	69.56	75.58	81.60	87.62	47.07
320	28.19	34.07	40.09	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	88.19	47.60



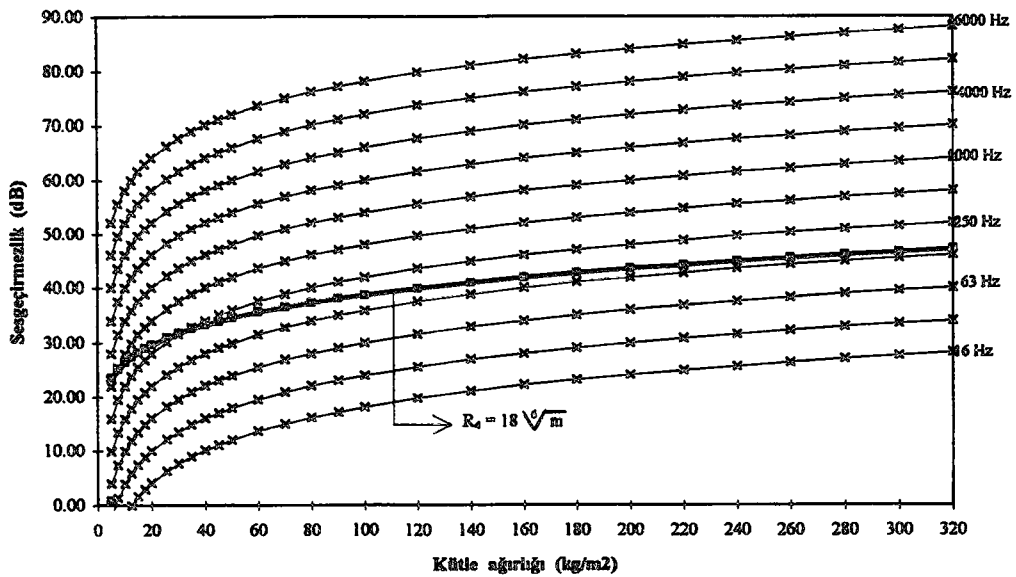
Tablo 3.36. ve Grafik 3.34. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller:

$$R_3 = 20 \log m + 20 \log f - 46$$

$$R_4 = 18 \sqrt[6]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)												
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_4 = 18 \sqrt[6]{m}$
5	-7.94	-2.05	3.97	9.92	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	23.54
7.5	-4.42	1.47	7.49	13.44	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	25.18
10	-1.92	3.97	9.99	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	26.42
12.5	0.02	5.90	11.93	17.88	23.90	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	27.42
15	1.60	7.49	13.51	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	28.27
17.5	2.94	8.83	14.85	20.80	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	29.00
20	4.10	9.99	16.01	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	29.66
25.7	6.28	12.16	18.19	24.14	30.16	36.18	42.20	48.22	54.24	60.26	66.28	30.92
30	7.62	13.51	19.53	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	31.73
35	8.96	14.85	20.87	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	32.55
40	10.12	16.01	22.03	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	33.29
45	11.15	17.03	23.05	29.00	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	33.95
50	12.06	17.95	23.97	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	34.55
60	13.65	19.53	25.55	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	35.61
70	14.98	20.87	26.89	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	36.54
80	16.14	22.03	28.05	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	37.36
90	17.17	23.05	29.07	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	38.10
100	18.08	23.97	29.99	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	38.78
120	19.67	25.55	31.57	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	39.98
140	21.00	26.89	32.91	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	41.02
160	22.16	28.05	34.07	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	41.94
180	23.19	29.07	35.09	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	83.19	42.77
200	24.10	29.99	36.01	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	84.10	43.53
220	24.93	30.81	36.84	42.79	48.81	54.83	60.85	66.87	72.89	78.91	84.93	44.23
240	25.69	31.57	37.59	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	85.69	44.87
260	26.38	32.27	38.29	44.24	50.26	56.28	62.30	68.32	74.34	80.36	86.38	45.47
280	27.03	32.91	38.93	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	87.03	46.04
300	27.62	33.51	39.53	45.48	51.50	57.52	63.54	69.56	75.58	81.60	87.62	46.57
320	28.19	34.07	40.09	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	88.19	47.08



Tablo 3.37. ve Grafik 3.35. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

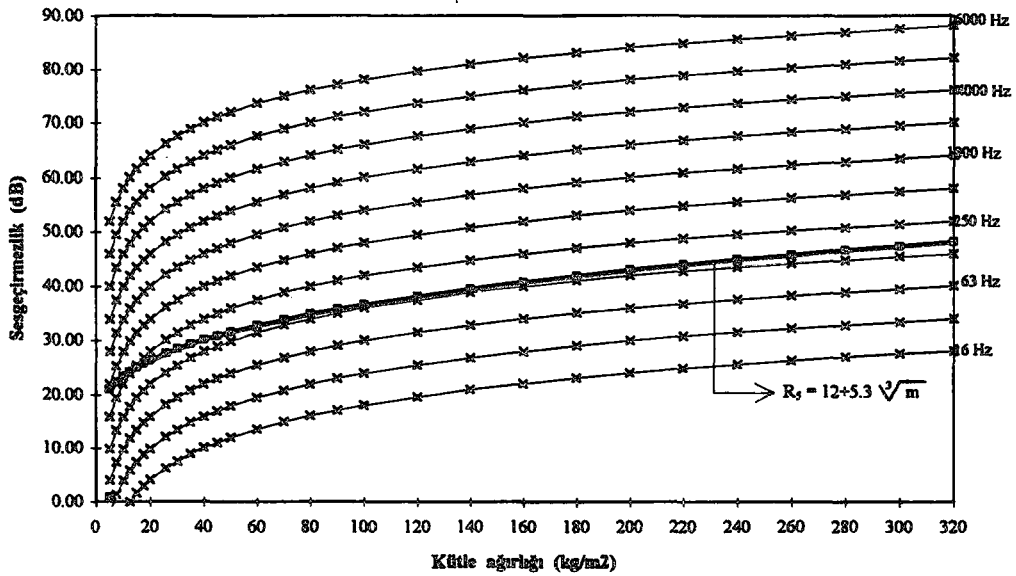
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R'_3 = 20 \log m + 20 \log f - 46$$

$$R_3 = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_3 = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$
5	-7.94	-2.05	3.97	9.92	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	21.06
7.5	-4.42	1.47	7.49	13.44	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	22.37
10	-1.92	3.97	9.99	15.94	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	23.42
12.5	0.02	5.90	11.93	17.88	23.90	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	24.30
15	1.60	7.49	13.51	19.46	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	25.07
17.5	2.94	8.83	14.85	20.80	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	25.76
20	4.10	9.99	16.01	21.96	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	26.39
25.7	6.28	12.16	18.19	24.14	30.16	36.18	42.20	48.22	54.24	60.26	66.28	27.64
30	7.62	13.51	19.53	25.48	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	28.47
35	8.96	14.85	20.87	26.82	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	29.34
40	10.12	16.01	22.03	27.98	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	30.13
45	11.15	17.03	23.05	29.00	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	30.85
50	12.06	17.95	23.97	29.92	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	31.53
60	13.65	19.53	25.55	31.50	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	32.75
70	14.98	20.87	26.89	32.84	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	33.84
80	16.14	22.03	28.05	34.00	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	34.84
90	17.17	23.05	29.07	35.02	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	35.75
100	18.08	23.97	29.99	35.94	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	36.60
120	19.67	25.55	31.57	37.52	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	38.14
140	21.00	26.89	32.91	38.86	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	39.52
160	22.16	28.05	34.07	40.02	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	40.77
180	23.19	29.07	35.09	41.04	47.06	53.08	59.11	65.13	71.15	77.17	83.19	41.92
200	24.10	29.99	36.01	41.96	47.98	54.00	60.02	66.04	72.06	78.08	84.10	42.99
220	24.93	30.81	36.84	42.79	48.81	54.83	60.85	66.87	72.89	78.91	84.93	44.00
240	25.69	31.57	37.59	43.54	49.56	55.58	61.60	67.62	73.65	79.67	85.69	44.94
260	26.38	32.27	38.29	44.24	50.26	56.28	62.30	68.32	74.34	80.36	86.38	45.83
280	27.03	32.91	38.93	44.88	50.90	56.92	62.94	68.96	74.98	81.00	87.03	46.67
300	27.62	33.51	39.53	45.48	51.50	57.52	63.54	69.56	75.58	81.60	87.62	47.48
320	28.19	34.07	40.09	46.04	52.06	58.08	64.10	70.12	76.14	82.16	88.19	48.25



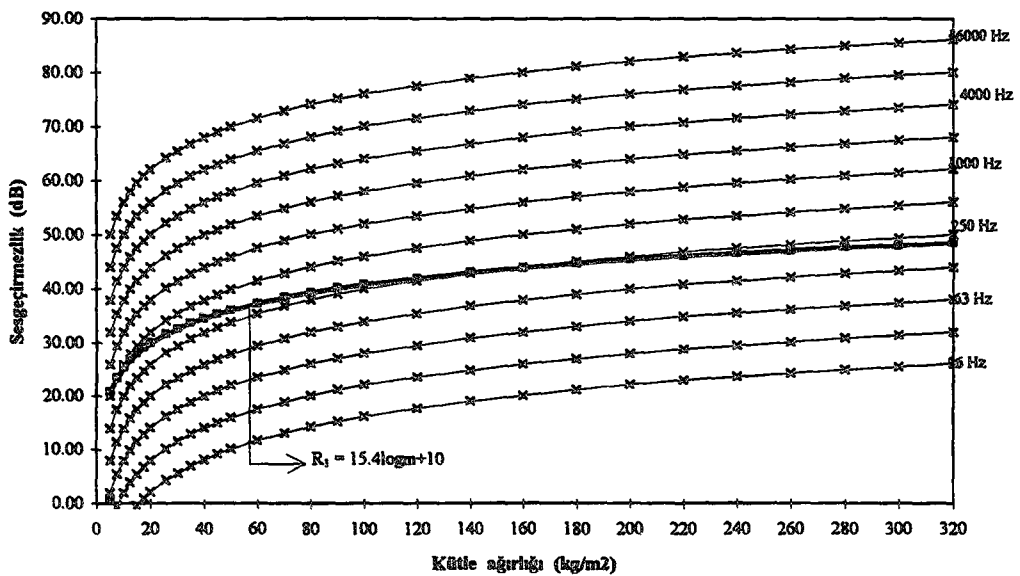
Tablo 3.38. ve Grafik 3.36. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller:

$$R'_1 = 20 \log(\bar{m}) - 48$$

$$R_1 = 15.4 \log m + 10$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen sesgeçirmezlik değerleri (dB)											$R_1 = 15.4 \log m + 10$	
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		16000
5	-9.94	-4.05	1.97	7.92	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	20.76
7.5	-6.42	-0.53	5.49	11.44	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	23.48
10	-3.92	1.97	7.99	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	25.40
12.5	-1.98	3.90	9.93	15.88	21.90	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	26.89
15	-0.40	5.49	11.51	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	28.11
17.5	0.94	6.83	12.85	18.80	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	29.14
20	2.10	7.99	14.01	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	30.04
25.7	4.28	10.16	16.19	22.14	28.16	34.18	40.20	46.22	52.24	58.26	64.28	31.71
30	5.62	11.51	17.53	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	32.75
35	6.96	12.85	18.87	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	33.78
40	8.12	14.01	20.03	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	34.67
45	9.15	15.03	21.05	27.00	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	35.46
50	10.06	15.95	21.97	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	36.16
60	11.65	17.53	23.55	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	37.38
70	12.98	18.87	24.89	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	38.41
80	14.14	20.03	26.05	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	39.31
90	15.17	21.05	27.07	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	40.10
100	16.08	21.97	27.99	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	40.80
120	17.67	23.55	29.57	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	42.02
140	19.00	24.89	30.91	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	43.05
160	20.16	26.05	32.07	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	43.94
180	21.19	27.07	33.09	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	81.19	44.73
200	22.10	27.99	34.01	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	82.10	45.44
220	22.93	28.81	34.84	40.79	46.81	52.83	58.85	64.87	70.89	76.91	82.93	46.07
240	23.69	29.57	35.59	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	83.69	46.66
260	24.38	30.27	36.29	42.24	48.26	54.28	60.30	66.32	72.34	78.36	84.38	47.19
280	25.03	30.91	36.93	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	85.03	47.69
300	25.62	31.51	37.53	43.48	49.50	55.52	61.54	67.56	73.58	79.60	85.62	48.15
320	26.19	32.07	38.09	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	86.19	48.58



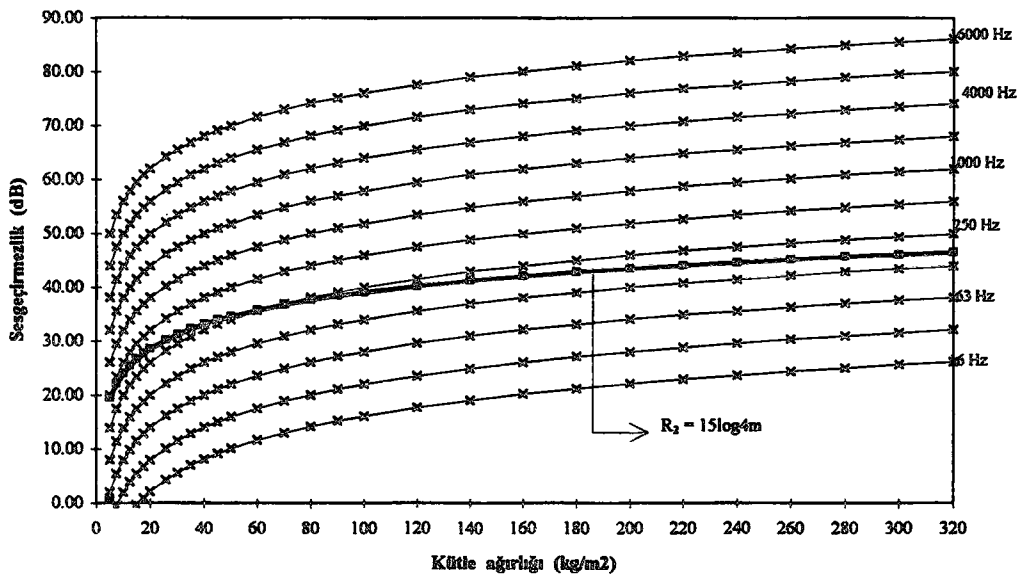
Tablo 3.39. ve Grafik 3.37. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_1 = 20 \log(fm) - 48$$

$$R_2 = 15 \log 4m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)												
m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_2 = 15 \log 4m$
5	-9.94	-4.05	1.97	7.92	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	19.52
7.5	-6.42	-0.53	5.49	11.44	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	22.16
10	-3.92	1.97	7.99	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	24.03
12.5	-1.98	3.90	9.93	15.88	21.90	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	25.48
15	-0.40	5.49	11.51	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	26.67
17.5	0.94	6.83	12.85	18.80	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	27.68
20	2.10	7.99	14.01	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	28.55
25.7	4.28	10.16	16.19	22.14	28.16	34.18	40.20	46.22	52.24	58.26	64.28	30.18
30	5.62	11.51	17.53	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	31.19
35	6.96	12.85	18.87	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	32.19
40	8.12	14.01	20.03	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	33.06
45	9.15	15.03	21.05	27.00	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	33.83
50	10.06	15.95	21.97	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	34.52
60	11.65	17.53	23.55	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	35.70
70	12.98	18.87	24.89	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	36.71
80	14.14	20.03	26.05	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	37.58
90	15.17	21.05	27.07	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	38.34
100	16.08	21.97	27.99	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	39.03
120	17.67	23.55	29.57	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	40.22
140	19.00	24.89	30.91	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	41.22
160	20.16	26.05	32.07	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	42.09
180	21.19	27.07	33.09	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	81.19	42.86
200	22.10	27.99	34.01	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	82.10	43.55
220	22.93	28.81	34.84	40.79	46.81	52.83	58.85	64.87	70.89	76.91	82.93	44.17
240	23.69	29.57	35.59	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	83.69	44.73
260	24.38	30.27	36.29	42.24	48.26	54.28	60.30	66.32	72.34	78.36	84.38	45.26
280	25.03	30.91	36.93	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	85.03	45.74
300	25.62	31.51	37.53	43.48	49.50	55.52	61.54	67.56	73.58	79.60	85.62	46.19
320	26.19	32.07	38.09	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	86.19	46.61



Tablo 3.40. ve Grafik 3.38. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

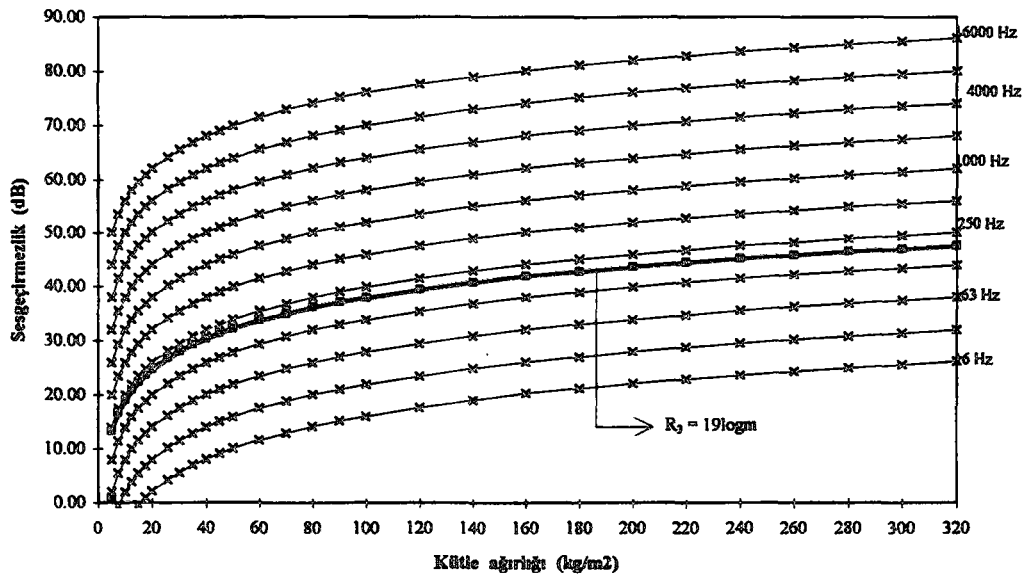
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_4 = 20\log(fm) - 48$$

$$R_3 = 19\log m$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_3 = 19\log m$
5	-9.94	-4.05	1.97	7.92	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	13.28
7.5	-6.42	-0.53	5.49	11.44	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	16.63
10	-3.92	1.97	7.99	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	19.00
12.5	-1.98	3.90	9.93	15.88	21.90	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	20.84
15	-0.40	5.49	11.51	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	22.35
17.5	0.94	6.83	12.85	18.80	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	23.62
20	2.10	7.99	14.01	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	24.72
25.7	4.28	10.16	16.19	22.14	28.16	34.18	40.20	46.22	52.24	58.26	64.28	26.79
30	5.62	11.51	17.53	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	28.07
35	6.96	12.85	18.87	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	29.34
40	8.12	14.01	20.03	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	30.44
45	9.15	15.03	21.05	27.00	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	31.41
50	10.06	15.95	21.97	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	32.28
60	11.65	17.53	23.55	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	33.78
70	12.98	18.87	24.89	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	35.06
80	14.14	20.03	26.05	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	36.16
90	15.17	21.05	27.07	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	37.13
100	16.08	21.97	27.99	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	38.00
120	17.67	23.55	29.57	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	39.50
140	19.00	24.89	30.91	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	40.78
160	20.16	26.05	32.07	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	41.88
180	21.19	27.07	33.09	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	81.19	42.85
200	22.10	27.99	34.01	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	82.10	43.72
220	22.93	28.81	34.84	40.79	46.81	52.83	58.85	64.87	70.89	76.91	82.93	44.51
240	23.69	29.57	35.59	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	83.69	45.22
260	24.38	30.27	36.29	42.24	48.26	54.28	60.30	66.32	72.34	78.36	84.38	45.88
280	25.03	30.91	36.93	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	85.03	46.50
300	25.62	31.51	37.53	43.48	49.50	55.52	61.54	67.56	73.58	79.60	85.62	47.07
320	26.19	32.07	38.09	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	86.19	47.60



Tablo 3.41. ve Grafik 3.39. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

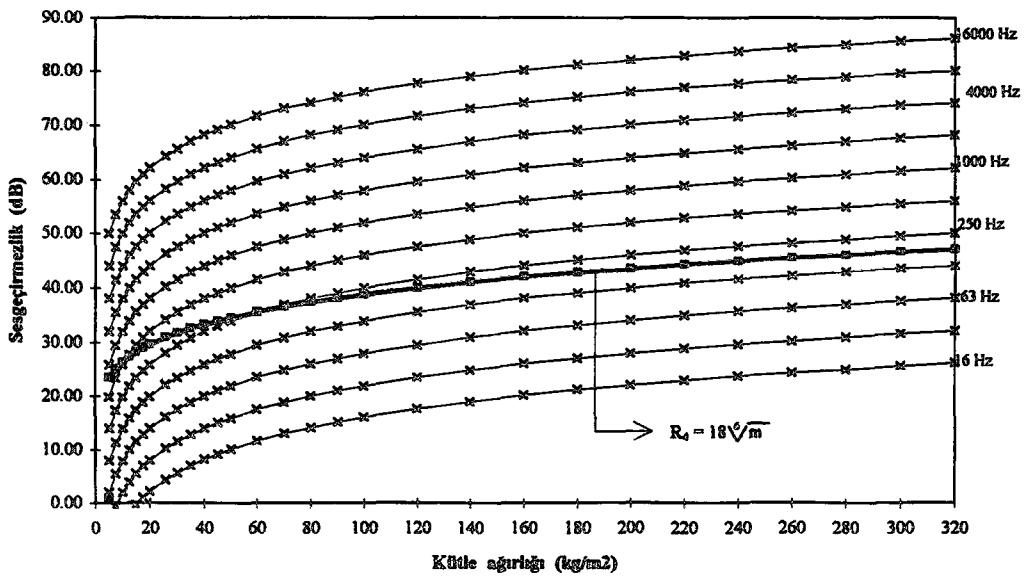
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_4 = 20 \log(fm) - 48$$

$$R_4 = 18 \sqrt[3]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_4 = 18 \sqrt[3]{m}$
5	-9.94	-4.05	1.97	7.92	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	23.54
7.5	-6.42	-0.53	5.49	11.44	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	25.18
10	-3.92	1.97	7.99	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	26.42
12.5	-1.98	3.90	9.93	15.88	21.90	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	27.42
15	-0.40	5.49	11.51	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	28.27
17.5	0.94	6.83	12.85	18.80	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	29.00
20	2.10	7.99	14.01	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	29.66
25.7	4.28	10.16	16.19	22.14	28.16	34.18	40.20	46.22	52.24	58.26	64.28	30.92
30	5.62	11.51	17.53	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	31.73
35	6.96	12.85	18.87	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	32.55
40	8.12	14.01	20.03	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	33.29
45	9.15	15.03	21.05	27.00	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	33.95
50	10.06	15.95	21.97	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	34.55
60	11.65	17.53	23.55	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	35.61
70	12.98	18.87	24.89	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	36.54
80	14.14	20.03	26.05	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	37.36
90	15.17	21.05	27.07	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	38.10
100	16.08	21.97	27.99	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	38.78
120	17.67	23.55	29.57	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	39.98
140	19.00	24.89	30.91	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	41.02
160	20.16	26.05	32.07	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	41.94
180	21.19	27.07	33.09	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	81.19	42.77
200	22.10	27.99	34.01	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	82.10	43.53
220	22.93	28.81	34.84	40.79	46.81	52.83	58.85	64.87	70.89	76.91	82.93	44.23
240	23.69	29.57	35.59	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	83.69	44.87
260	24.38	30.27	36.29	42.24	48.26	54.28	60.30	66.32	72.34	78.36	84.38	45.47
280	25.03	30.91	36.93	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	85.03	46.04
300	25.62	31.51	37.53	43.48	49.50	55.52	61.54	67.56	73.58	79.60	85.62	46.57
320	26.19	32.07	38.09	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	86.19	47.08



Tablo 3.42. ve Grafik 3.40. (m) ve (m,f) Fonksiyonlu formüllerin karşılaştırılması

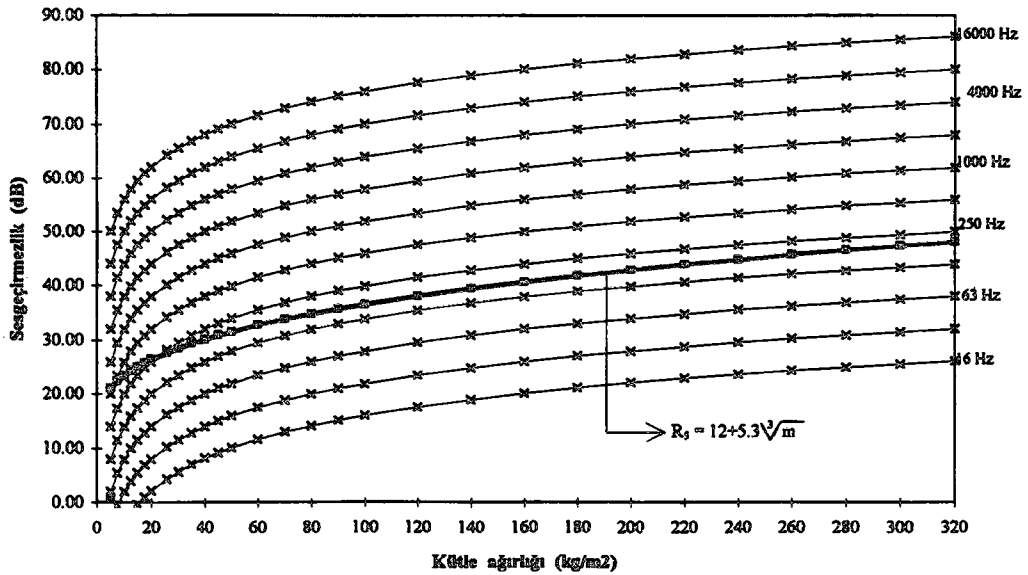
Karşılaştırılan (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller :

$$R_s = 20 \log(fm) - 48$$

$$R_s = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$$

Kütle ağırlığına ve frekansa bağlı olarak değişen ses geçirmezlik değerleri (dB)

m / f	16	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	$R_s = 12 + 5.3 \sqrt[3]{m}$
5	-9.94	-4.05	1.97	7.92	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	21.06
7.5	-6.42	-0.53	5.49	11.44	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	22.37
10	-3.92	1.97	7.99	13.94	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	23.42
12.5	-1.98	3.90	9.93	15.88	21.90	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	24.30
15	-0.40	5.49	11.51	17.46	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	25.07
17.5	0.94	6.83	12.85	18.80	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	25.76
20	2.10	7.99	14.01	19.96	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	26.39
25.7	4.28	10.16	16.19	22.14	28.16	34.18	40.20	46.22	52.24	58.26	64.28	27.64
30	5.62	11.51	17.53	23.48	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	28.47
35	6.96	12.85	18.87	24.82	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	29.34
40	8.12	14.01	20.03	25.98	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	30.13
45	9.15	15.03	21.05	27.00	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	30.85
50	10.06	15.95	21.97	27.92	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	31.53
60	11.65	17.53	23.55	29.50	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	32.75
70	12.98	18.87	24.89	30.84	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	33.84
80	14.14	20.03	26.05	32.00	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	34.84
90	15.17	21.05	27.07	33.02	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	35.75
100	16.08	21.97	27.99	33.94	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	36.60
120	17.67	23.55	29.57	35.52	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	38.14
140	19.00	24.89	30.91	36.86	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	39.52
160	20.16	26.05	32.07	38.02	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	40.77
180	21.19	27.07	33.09	39.04	45.06	51.08	57.11	63.13	69.15	75.17	81.19	41.92
200	22.10	27.99	34.01	39.96	45.98	52.00	58.02	64.04	70.06	76.08	82.10	42.99
220	22.93	28.81	34.84	40.79	46.81	52.83	58.85	64.87	70.89	76.91	82.93	44.00
240	23.69	29.57	35.59	41.54	47.56	53.58	59.60	65.62	71.65	77.67	83.69	44.94
260	24.38	30.27	36.29	42.24	48.26	54.28	60.30	66.32	72.34	78.36	84.38	45.83
280	25.03	30.91	36.93	42.88	48.90	54.92	60.94	66.96	72.98	79.00	85.03	46.67
300	25.62	31.51	37.53	43.48	49.50	55.52	61.54	67.56	73.58	79.60	85.62	47.48
320	26.19	32.07	38.09	44.04	50.06	56.08	62.10	68.12	74.14	80.16	86.19	48.25

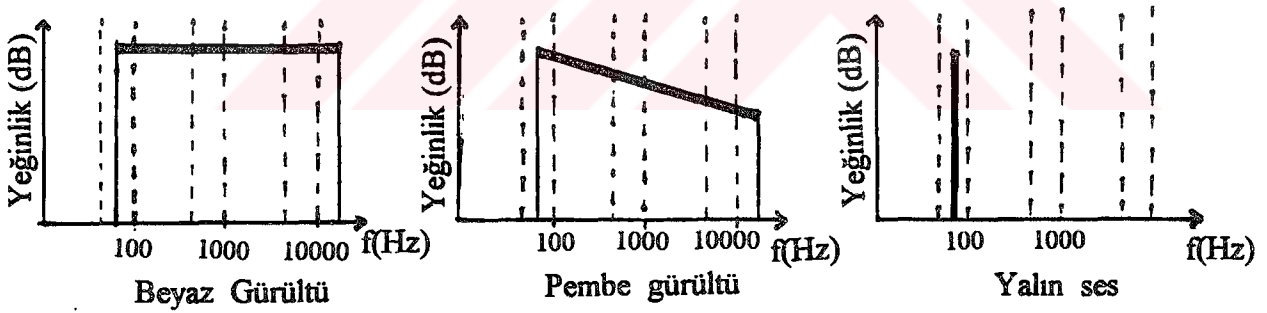


## 4. GÜRÜLTÜ TAYFI VE SES GEÇİŞ KAYBI FORMÜLLERİ

### 4.1. Gürültü tayfı

Gürültüler, genelde frekans ve yeğinlik dağılımları gelişigüzel olan, az ya da çok sayıda frekansın birleşiminden oluşur. Gürültülerin içerdiği frekans bileşenleri ile bunların sahip olduğu ses basınç düzeyleri arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimine gürültü tayfı denir. Gürültü ile ilgili özellikler, gürültü tayfının yapısına bakılarak anlaşılabilir.

Bazı gürültüler, ölçmeler için özel olarak üretilmiş ve doğada var olmayan gürültülerdir. Bunlardan biri, tüm frekanslarda yeğinlik dağılımları aynı olan ve işitilebilen frekans alanının tümünü kaplayan beyaz gürültüdür. Ölçmeler için kullanılan bir başka gürültü ise, pembe gürültü olarak adlandırılan ve yeğinlikleri oktav banta göre 3 dB azalarak değişen bir gürültü biçimidir. Kimi ölçmelerde tek bir frekanstan oluşan yalın sesler kullanılır (Bkz. Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Beyaz gürültü, pembe gürültü ve yalın bir sesin grafiksel gösterimi

Ses geçiş kaybı formüllerinin karşılaştırılmasında birkaç çeşit gürültü tayfından yararlanılacaktır. Kullanılacak gürültülerin, doğada var olan gürültüler olmasına çalışılmıştır. Gürültü ölçmeleri 1/3 oktav bant genişliğinde yapılmış fakat değerlendirmeler, gürültü denetimi için önem taşıyan, 125 Hz ile 4000 Hz, frekans aralığında ele alınmıştır. Kullanılan her gürültü tayfında değişik frekanslar ağırlıktadır. Ayrıca, değerlendirmenin

yapıldığı frekans aralığındaki bütün frekanslar için birbirlerine yakın ses düzeyinin elde edildiği bir gürültü de karşılaştırmalarda kullanılmıştır.

Ses geçiş kaybı formüllerinin karşılaştırılmasında kullanılan gürültüler, YFU laboratuvarında ve YFU gereçleri kullanılarak, elde edilmiş ses kayıtlarından, Brüel & Kjør- 2144 marka gelişmiş bir sonometre ile ölçülmüştür (\*). Kullanılan sonometre ile düz bant(\*\*) gürültü ölçümü de yapılmıştır. Gürültü tayfları Grafik 4.7., 4.13., 4.18.'de gösterilmiştir. Ölçülen gürültü listesi aşağıdaki gibidir;

\* Çakıllı kıyıda sakin deniz dalgası

\* Rüzgar

\* Trafik yolu kavşağı

Kullanılan gürültülerden çakıllı kıyıda sakin deniz dalgası gürültüsü, SPL(dBA) (\*\*\*) olarak ölçülmüştür. Diğer iki gürültü ise  $L_{eq}$  (dBA)'ya (\*\*\*\*) göre ölçülmüştür. Düz bant değerlerinin farklı yegınlıkte olduğu bu gürültüler ile karşılaştırma yapılabilmesi için, kullanılan bütün gürültülerin düzbant değerleri, tayf yapıları değışmeksizin, yükseltilmiştir. Hepsinde ses düzeyi düz bantta 100 dB olacak şekilde ayarlanmıştır.

---

\* YFU laboratuvarı tamamen akustik ölçmeler için düzenlenmiş bir laboratuvar olmamasına karşın, hacmin içi oldukça yutucu gereçler ile kaplanmış ve dış gürültülerin hacimde oluşturduğu ses düzeyi en aza indirilmiştir. Ayrıca yapılan gürültü ölçmelerinde, geriverimi çok iyi bir amplifikatör kullanılmıştır.

\*\* Düz bant gürültü ölçümü, gürültünün herhangi bir filtreden geçirilmeden doğrudan ölçülmesidir.

\*\*\* SPL, birer saniyelik ölçme sürelerinin herbirinde gürültünün en yüksek ortalama değeri.

\*\*\*\*  $L_{eq}$ , belli bir sürede ve belli bir durumda, zaman içinde değışen sesle aynı A ağırlıklı ses enerjisi olan, sabit ses düzeyine verilen addır (Z.Karabiber, Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri 1992).

#### 4.2. 1/1 ve 1/3 oktav filtreli tayf analizlerinin karşılaştırılması

Gürültü ölçmelerinde en önemli adımlardan biri frekans dağılımının belirlenmesidir. Bu da tayf analizi ile elde edilir. Birçok frekanstan oluşan karmaşık seslerin grafiksel gösterimini yani ses (gürültü) tayfını belirleme sürecine analiz, analiz için kullanılan aygıtlara da analizör denir.

Spektral analizlerde, gürültü, sinyalleri kullanılan analizörlerdeki filtreler yardımıyla belli frekans bileşenlerine ayrılır. Tek bir filtrenin kapladığı frekans alanı, bant ya da bant genişliği olarak adlandırılır (Z. Karabiber, Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri 1992). Gürültü ölçmelerinde genellikle 1/1 veya 1/3 oktav bant genişliği kullanılır.

Yapılan çalışmada, formüller arasındaki karşılaştırmaların bir bölümünde 1/1 oktav bant aralığı, bir bölümünde ise 1/3 oktav bant aralığı kullanılmaktadır. Karşılaştırmaların doğruluğu bakımından, 1/1 veya 1/3 oktav bant aralığı kullanıldığı zaman elde edilen ses düzeyi sonuçlarında herhangi bir farklılığın olup olmayacağı araştırılmıştır. Her iki bant aralığı ile ölçülecek gürültünün sabit bir gürültü olması için, Brüel & Kjør marka, yapay gürültü üreten bir kaynaktan yararlanılmıştır.

1/1 ve 1/3 oktav bant aralığı ile yapılan ölçmelerde kullanılan frekanslar, kullanılan bant genişliklerinin orta frekans değerleri olarak kabul edilmektedir. Bu frekanslar için elde edilen ses düzeyleri buldukları bant genişliğinde hep aynı kalmaktadır. Bundan dolayı, frekanslara göre elde edilen ses düzeyleri birleştirilmek istendiğinde gürültünün gerçek tayf eğrisi değil, kırık çizgilerden oluşan bir eğri elde edilmiş olunur (Bkz. Şekil 4.2.). Oktav bant aralığı sonsuza gittiği zaman elde edilen eğri gerçek sesin (gürültünün) tayf eğrisini verecektir.

Ölçmelere dayalı olarak elde edilen grafiklere bakıldığında, 1/1 oktav bant ile yapılan ölçme sonucunda çıkan eğri, 1/3 oktav bant ile elde edilen eğriden çok daha üstte çıkmaktadır. Bunun nedeni, her ikisinin de enerji alanlarının farklı



Şekil 4.2. Aynı gürültü kullanılarak, 1/1 ve 1/3 oktav bant aralığı ile elde edilmiş tayf eğrileri

olmasıdır. Enerji alanlarının toplanması ile her ikisiyle de eşit ses geçiş kaybı düzeyinin elde edildiği görülmektedir (Bkz.Tablo 4.1. ve Grafik 4.1.). Oktav bant aralığı sonsuza gittiği zaman elde edilen eğrinin altında kalan alan ise gerçek enerji alanını vermektedir.

Yapılan karşılaştırmadan anlaşılacağı gibi, ses geçiş kaybı hesaplarında ya da ses (gürültü) ölçmelerinde 1/1 veya 1/3 oktav bant genişliklerinin kullanılması, elde edilen değerler bakımından bir fark yaratmamaktadır. Bu yüzden, yapılan çalışma da her iki oktav bant genişliği de kullanılmıştır.

Tablo 4.1. ve Grafik 4.1. 1/3 ve 1/1 oktav filtrelı ölçmelerin karşılaştırılması

**1/3 OKTAV FİLTRELİ ÖLÇME**

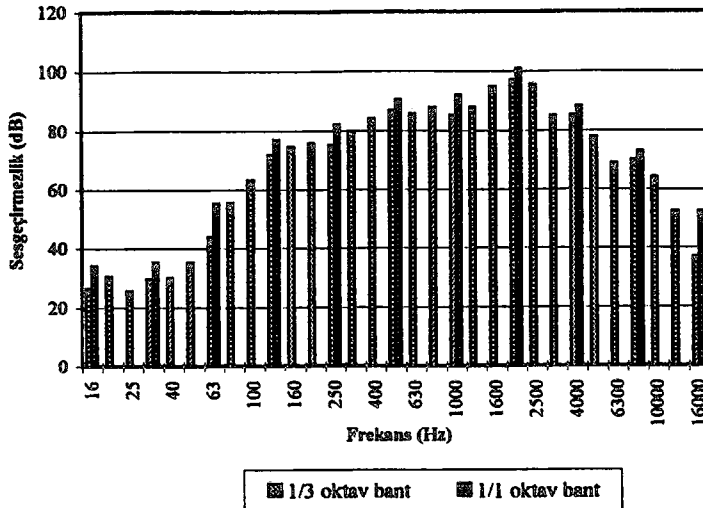
Frekans (Hz)	Ses yegınlığı [dB(A)]	Ses yegınlığı ( $\mu\text{w}/\text{m}^2$ )
16	26.5	446.68
20	30.3	1071.52
25	25.5	354.81
31.5	29.5	891.25
40	30	1000
50	35.4	3467.37
63	43.8	23988.33
80	55.6	363078.05
100	63.1	2041737.94
125	71.9	15488166.19
160	74.6	28840315.03
200	76	39810717.06
250	75.2	33113112.15
315	79.8	95499258.6
400	84.2	263026799.2
500	86.9	489778819.4
630	85.8	380189396.3
800	87.8	602559586.1
1000	85.3	338844156.1
1250	87.9	616595001.9
1600	95.1	3235936569
2000	97.2	5248074603
2500	95.6	3630780548
3150	85.1	323593656.9
4000	85.2	331131121.5
5000	78	63095734.45
6300	68.8	7585775.75
8000	69.8	9549925.86
10000	64.1	2570395.78
12500	52.3	169824.37
16000	36.8	4786.3

<b>TOPLAM</b>	101.98	15758675304
---------------	--------	-------------

**1/1 OKTAV FİLTRELİ ÖLÇME**

Frekans (Hz)	Ses yegınlığı [dB(A)]	Ses yegınlığı ( $\mu\text{w}/\text{m}^2$ )
16	34.3	2691.53
31.5	35.4	3467.37
63	55.4	346736.85
125	77.3	53703179.64
250	82.2	165958690.7
500	90.4	1096478196
1000	91.9	1548816619
2000	100.8	12022644346
4000	88.3	676082975.4
8000	73	19952623.15
16000	52.2	165958.69

<b>TOPLAM</b>	101.93	15584155485
---------------	--------	-------------



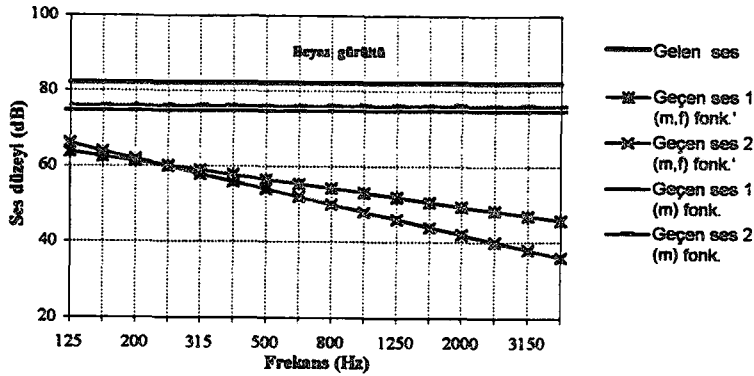
### 4.3. Değişik karakterde gürültü tayfları kullanılarak, (m) ve (m,f) fonksiyonlu formül sonuçlarının değerlendirilmesi

Tayfları farklı, fakat düzbandta elde edilen ses düzeylerinin aynı olduğu gürültüler kullanılarak ses geçiş kaybı formülleri arasında bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler, gelen ses ile, ses geçiş kaybı formüllerinin uygulandığı cıdardan, geçen ses düzeyleri arasındadır (Bkz. Tablo 4.2.....4.16. ve Grafik 4.2.....4.19.). Buradaki amaç, değişik formülere göre ses geçiş kayıpları hesaplanmış cıdarlardan geçen gürültünün tayfında, değişik gürültülere bağlı olarak oluşan farklılıkların incelenmesi ve iki grup formülün karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla oluşturulan grafiklerde, gelen ses düzeyleri ve dokuz ses geçiş kaybı formülü sonucunda elde edilen geçen ses düzeyleri gösterilmiştir. Karşılaştırmalarda, bölüm 4.1.'de de anlatıldığı gibi, üç değişik gürültü kullanılmıştır ve bu gürültüler gürültü denetimi için önem taşıyan 125 Hz ile 4000 Hz frekans aralığında ele alınmıştır.

(m) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen geçen ses düzeyleri, gelen gürültünün düz bant değerine göre hesaplanmaktadır. Ayrıca bu değer, gürültü tayfi değişse de, tüm gürültüler için aynı kalması sağlanmıştır. Formüllerde frekans değişkeni kullanılmadığından her kütle ağırlığı için tek bir değer elde edilmekte ve bütün frekanslar için bu değer geçerli olduğu kabul edilmektedir. Gürültü tayfi değişse de, kütle ağırlığı ve düz bant gürültü düzeyi aynı kaldığı sürece, geçen ses düzeyleri değişmeyecektir. Gürültü tayfına bağlı olarak değişen konu ise (m) fonksiyonlu formüllerin gürültü denetimi için yeterli olup olmayacağıdır. Geçen ses düzeyleri, gelen ses düzeylerinin altına inerse, gürültü denetiminde (m) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kayıplarının daha gerçeğe yakın sonuçlar verdiği görülebilir. Bu gruptaki formüllere göre çıkan geçen ses düzeylerinin, tüm frekanslarda, gelen ses düzeylerinin altında kalması için gürültü tayfinin düze yakın olması gerekmektedir (Bkz. Tablo 4.12.....4.17. ve Grafik 4.12.....4.17.).

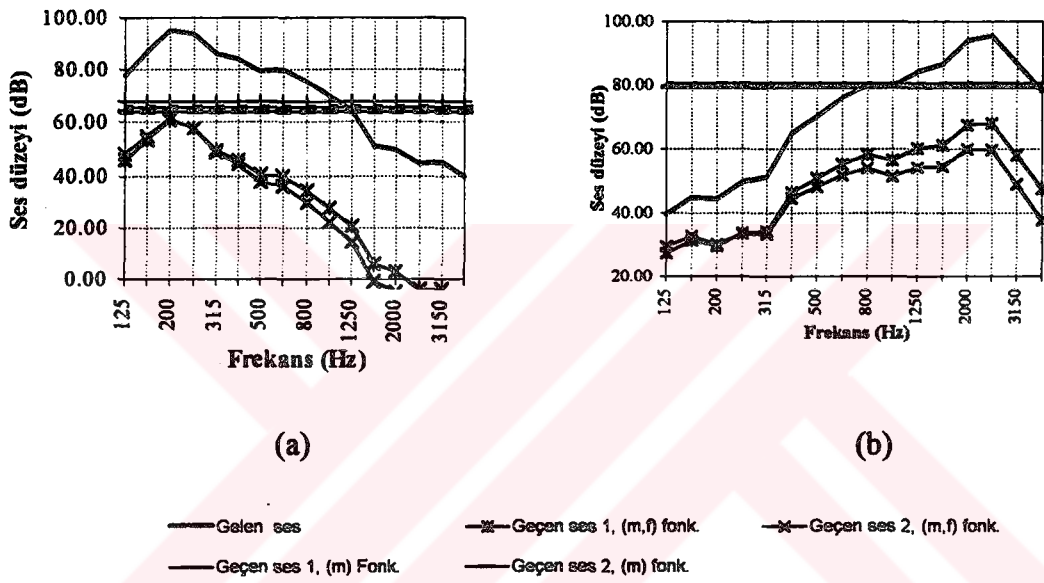
(m,f) Fonksiyonlu formüller kullanıldığı zaman yüksek frekanslardaki ses geçiş kayıplarının fazla olmasından dolayı, geçen ses düzeylerindeki azalma yüksek frekanslarda alçak frekanslardaki azalmaya göre daha fazla olmaktadır. Gürültü tayfinin değişmesi elde edilen sesgeçirmezliği etkilemediğinden, gelen ses düzeyi ile geçen ses düzeyi arasındaki azalmalar, kütle ağırlığı değişmediği sürece, bütün gürültüler için aynı kalmaktadır.

Yüksek frekansların baskın olduğu bir gürültü ile yapılan ses geçiş kaybı hesapları sonucunda geçen ses düzeylerinin oluşturduğu eğri daha düz hale gelir iken, alçak frekansların baskın olduğu bir gürültü ele alındığında elde edilen eğride alçak frekanslar daha baskın hale gelmektedir (Bkz. Tablo 4.2.....4.13. ve Grafik 4.2.....4.15.). Bütün frekanslarda yakın ses düzeyinin elde edildiği gürültü kullanıldığı zaman ise geçen ses düzeyinin oluşturduğu eğride alçak frekansların baskın hale geldiği gözlenmektedir. Şekil 4.3.'te örnek olarak verilen beyaz gürültü incelenirse alçak frekansların daha baskın hale geldiği daha rahat görülür. Bir cidarda ses geçiş kaybının yüksek frekanslarda daha fazla olmasından kaynaklanan bu durum, kulağın duyarlılığının alçak frekanslarda azalmasından dolayı, çok fazla rahatsızlık yaratmayacaktır.



Şekil 4.3. Beyaz gürültüye göre, ses geçiş kaybı formülleri sonucunda elde edilen geçen ses düzeyleri

Gürültü tayfında baskın frekansın değişiklik göstermesi, gelen ses ile formüller arasında değil, iki grup formül arasında farklılık yaratmaktadır. Gürültü tayfında baskın frekans alçak frekanslara doğru kaydıkça iki grup formül arasındaki, baskın frekansa göre oluşan fark giderek azalmaktadır (Bkz. Şekil 4.4.). Bu durum, (m) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kayıplarının, (m,f) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kayıplarına alçak frekanslarda daha yakın çıkmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.4. (m) Fonksiyonlu formüller sonucunda elde edilen geçen ses düzeyleri ve gelen ses düzeyleri arasındaki farkın baskın frekansa göre değişimi

Bu incelemeler sonunda; (m) fonksiyonlu formüllerin, gelen ses tayfinin düze yakın olduğu hallerde kullanılması durumunda gerçeğe daha yakın bir sonuç elde edileceği görülmektedir. Ayrıca (m,f) fonksiyonlu formüllerin, alçak frekansı baskın olan gürültü tayflarını daha baskın ve yüksek frekansı baskın gürültü spektrumlarını daha düz hale getirdiği gözlenmiştir.

**Tablo 4.2. ve Grafik 4.2.** Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması (Çakıllı kıyıda deniz dalgası -  $L_{eq}$  dB(A))

$$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 5$$

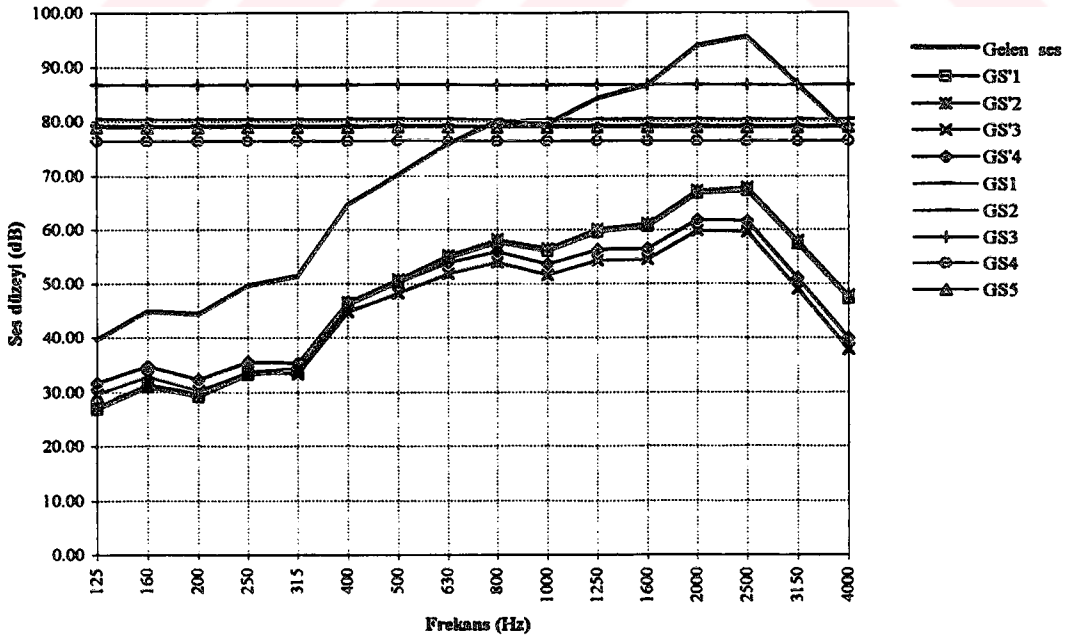
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	39.59	12.74	26.85	12.14	27.45	9.92	29.67	7.92	31.67
160	44.91	14.03	30.88	13.43	31.48	12.06	32.85	10.06	34.85
200	44.29	15.19	29.10	14.59	29.70	14.00	30.29	12.00	32.29
250	49.61	16.36	33.25	15.75	33.86	15.94	33.67	13.94	35.67
315	51.34	17.56	33.78	16.96	34.38	17.95	33.39	15.95	35.39
400	64.70	18.81	45.89	18.20	46.50	20.02	44.68	18.02	46.68
500	70.15	19.97	50.18	19.37	50.78	21.96	48.19	19.96	50.19
630	75.84	21.17	54.67	20.57	55.27	23.97	51.87	21.97	53.87
800	80.05	22.42	57.63	21.82	58.23	26.04	54.01	24.04	56.01
1000	79.55	23.58	55.97	22.98	56.57	27.98	51.57	25.98	53.57
1250	84.25	24.74	59.51	24.14	60.11	29.92	54.33	27.92	56.33
1600	86.60	26.03	60.57	25.43	61.17	32.06	54.54	30.06	56.54
2000	93.90	27.19	66.71	26.59	67.31	34.00	59.90	32.00	61.90
2500	95.63	28.36	67.27	27.75	67.88	35.94	59.69	33.94	61.69
3150	86.97	29.56	57.41	28.96	58.01	37.95	49.02	35.95	51.02
4000	77.94	30.81	47.13	30.20	47.74	40.02	37.92	38.02	39.92

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
20.76	79.24	19.32	80.48	13.28	86.72	23.54	76.46	21.06	78.94

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.3. ve Grafik 4.3. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Çakıllı kıyıda deniz dalgası -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  ( $kg/m^2$ ) = 50

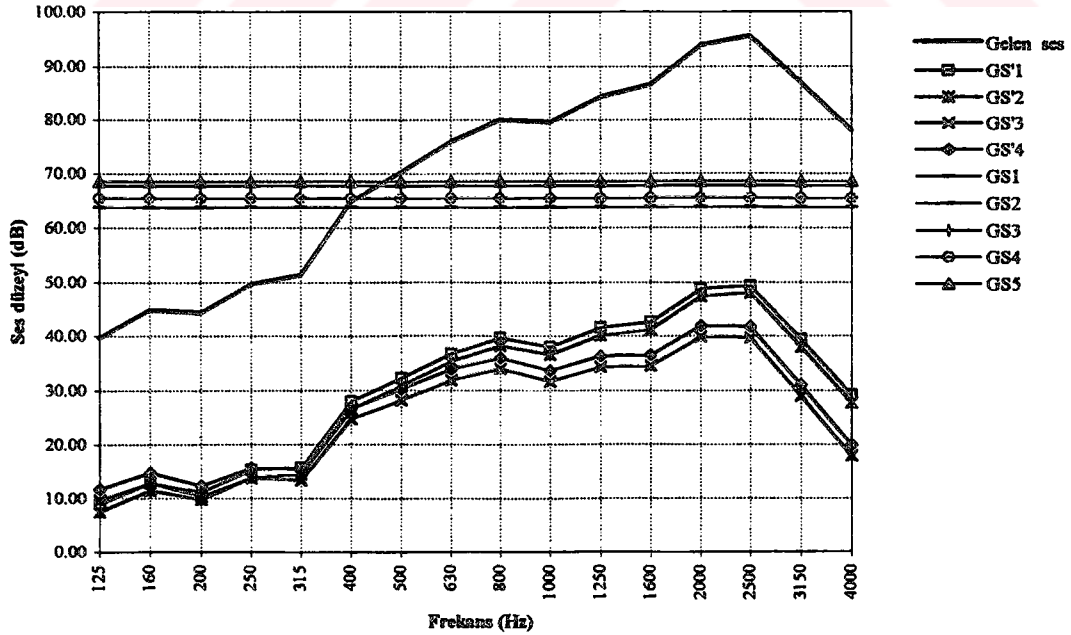
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m,f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m,f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m,f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m,f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	39.59	30.74	8.85	32.14	7.45	29.92	9.67	27.92	11.67
160	44.91	32.03	12.88	33.43	11.48	32.06	12.85	30.06	14.85
200	44.29	33.19	11.10	34.59	9.70	34.00	10.29	32.00	12.29
250	49.61	34.36	15.25	35.75	13.86	35.94	13.67	33.94	15.67
315	51.34	35.56	15.78	36.96	14.38	37.95	13.39	35.95	15.39
400	64.70	36.81	27.89	38.20	26.50	40.02	24.68	38.02	26.68
500	70.15	37.97	32.18	39.37	30.78	41.96	28.19	39.96	30.19
630	75.84	39.17	36.67	40.57	35.27	43.97	31.87	41.97	33.87
800	80.05	40.42	39.63	41.82	38.23	46.04	34.01	44.04	36.01
1000	79.55	41.58	37.97	42.98	36.57	47.98	31.57	45.98	33.57
1250	84.25	42.74	41.51	44.14	40.11	49.92	34.33	47.92	36.33
1600	86.60	44.03	42.57	45.43	41.17	52.06	34.54	50.06	36.54
2000	93.90	45.19	48.71	46.59	47.31	54.00	39.90	52.00	41.90
2500	95.63	46.36	49.27	47.75	47.88	55.94	39.69	53.94	41.69
3150	86.97	47.56	39.41	48.96	38.01	57.95	29.02	55.95	31.02
4000	77.94	48.81	29.13	50.20	27.74	60.02	17.92	58.02	19.92

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
36.16	63.84	34.52	65.48	32.28	67.72	34.55	65.45	31.53	68.47

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



**Tablo 4.4. ve Grafik 4.4.** Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Çakıllı kıyıda deniz dalgası -  $L_{\infty}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 100

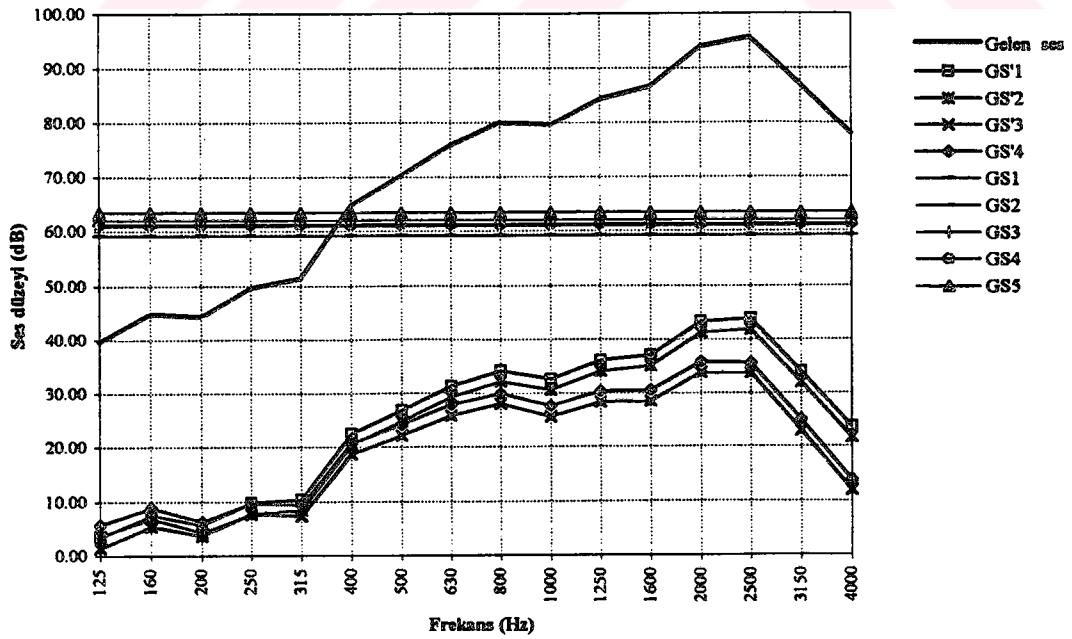
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	39.59	36.16	3.43	38.16	1.43	35.94	3.65	33.94	5.65
160	44.91	37.45	7.46	39.45	5.46	38.08	6.83	36.08	8.83
200	44.29	38.61	5.68	40.61	3.68	40.02	4.27	38.02	6.27
250	49.61	39.78	9.83	41.78	7.83	41.96	7.65	39.96	9.65
315	51.34	40.98	10.36	42.98	8.36	43.97	7.37	41.97	9.37
400	64.70	42.22	22.48	44.22	20.48	46.04	18.66	44.04	20.66
500	70.15	43.39	26.76	45.39	24.76	47.98	22.17	45.98	24.17
630	75.84	44.59	31.25	46.59	29.25	49.99	25.85	47.99	27.85
800	80.05	45.84	34.21	47.84	32.21	52.06	27.99	50.06	29.99
1000	79.55	47.00	32.55	49.00	30.55	54.00	25.55	52.00	27.55
1250	84.25	48.16	36.09	50.16	34.09	55.94	28.31	53.94	30.31
1600	86.60	49.45	37.15	51.45	35.15	58.08	28.52	56.08	30.52
2000	93.90	50.61	43.29	52.61	41.29	60.02	33.88	58.02	35.88
2500	95.63	51.78	43.85	53.78	41.85	61.96	33.67	59.96	35.67
3150	86.97	52.98	33.99	54.98	31.99	63.97	23.00	61.97	25.00
4000	77.94	54.22	23.72	56.22	21.72	66.04	11.90	64.04	13.90

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
40.80	59.20	39.03	60.97	38.00	62.00	38.78	61.22	36.60	63.40

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



**Tablo 4.5. ve Grafik 4.5. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Çakıllı kıyıda deniz dalgası -  $L_{eq}$  dB(A)]**

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 200

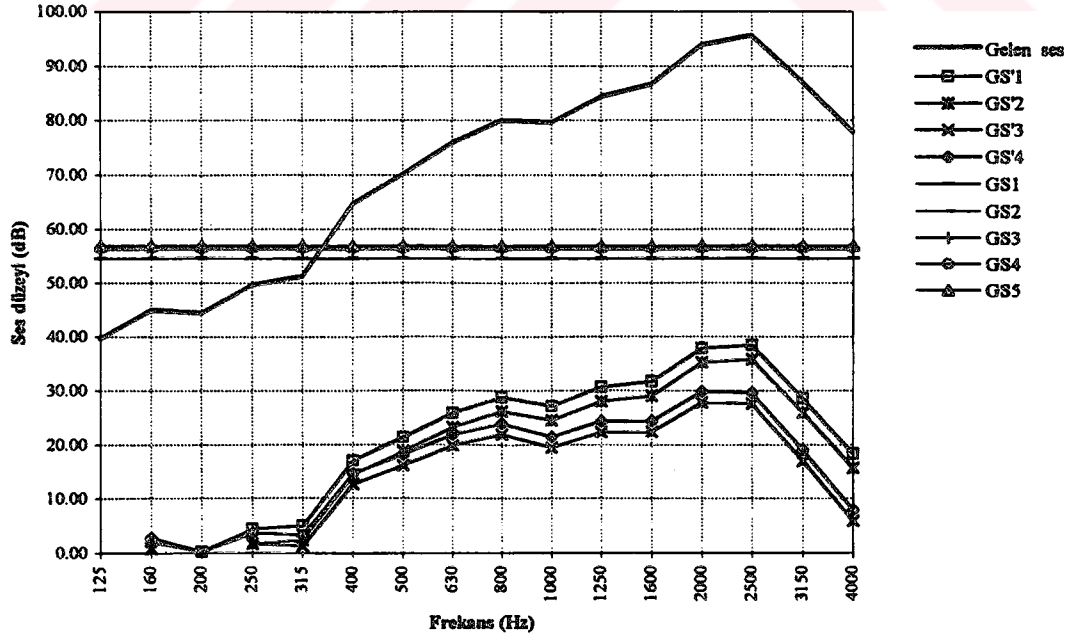
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	39.59	41.58	—	44.18	—	41.96	—	39.96	—
160	44.91	42.87	2.04	45.47	—	44.10	0.81	42.10	2.81
200	44.29	44.03	0.26	46.63	—	46.04	—	44.04	0.25
250	49.61	45.19	4.42	47.80	1.81	47.98	1.63	45.98	3.63
315	51.34	46.40	4.94	49.00	2.34	49.99	1.35	47.99	3.35
400	64.70	47.64	17.06	50.25	14.45	52.06	12.64	50.06	14.64
500	70.15	48.81	21.34	51.41	18.74	54.00	16.15	52.00	18.15
630	75.84	50.01	25.83	52.61	23.23	56.01	19.83	54.01	21.83
800	80.05	51.26	28.79	53.86	26.19	58.08	21.97	56.08	23.97
1000	79.55	52.42	27.13	55.02	24.53	60.02	19.53	58.02	21.53
1250	84.25	53.58	30.67	56.18	28.07	61.96	22.29	59.96	24.29
1600	86.60	54.87	31.73	57.47	29.13	64.10	22.50	62.10	24.50
2000	93.90	56.03	37.87	58.63	35.27	66.04	27.86	64.04	29.86
2500	95.63	57.19	38.44	59.80	35.83	67.98	27.65	65.98	29.65
3150	86.97	58.40	28.57	61.00	25.97	69.99	16.98	67.99	18.98
4000	77.94	59.64	18.30	62.25	15.69	72.06	5.88	70.06	7.88

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
45.44	54.56	43.55	56.45	43.72	56.28	43.53	56.47	42.99	57.01

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



**Tablo 4.6. ve Grafik 4.6.** Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Çakılı kıyıda deniz dalgası -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 320

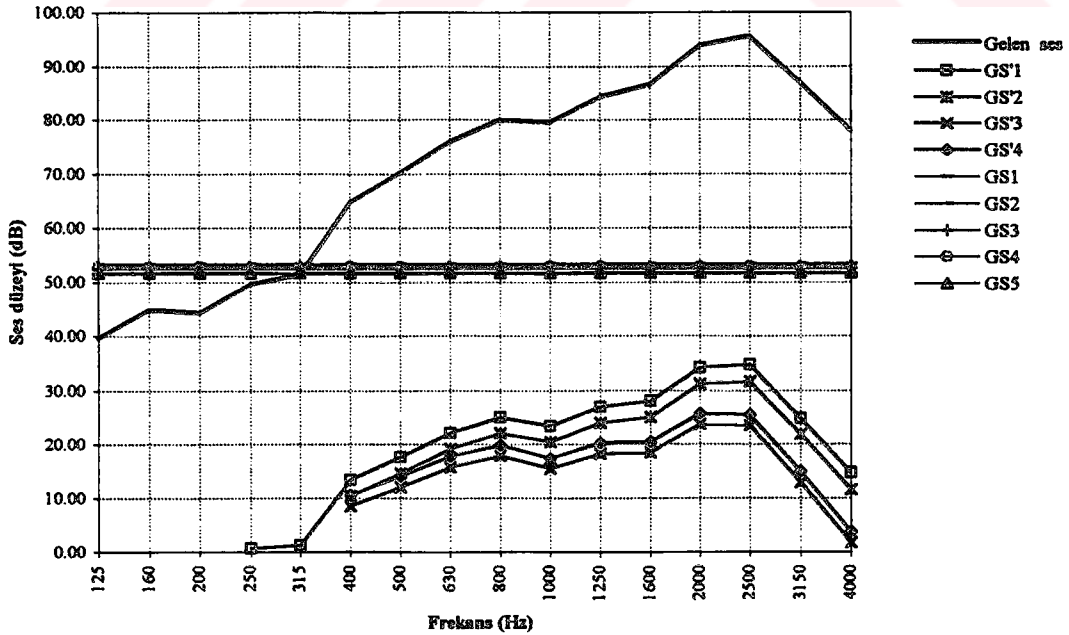
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	39.59	45.26	—	48.27	—	46.04	—	44.04	—
160	44.91	46.54	—	49.55	—	48.19	—	46.19	—
200	44.29	47.71	—	50.72	—	50.12	—	48.12	—
250	49.61	48.87	0.74	51.88	—	52.06	—	50.06	—
315	51.34	50.07	1.27	53.08	—	54.07	—	52.07	—
400	64.70	51.32	13.38	54.33	10.37	56.14	8.56	54.14	10.56
500	70.15	52.48	17.67	55.49	14.66	58.08	12.07	56.08	14.07
630	75.84	53.68	22.16	56.70	19.14	60.09	15.75	58.09	17.75
800	80.05	54.93	25.12	57.94	22.11	62.16	17.89	60.16	19.89
1000	79.55	56.09	23.46	59.10	20.45	64.10	15.45	62.10	17.45
1250	84.25	57.26	26.99	60.27	23.98	66.04	18.21	64.04	20.21
1600	86.60	58.54	28.06	61.55	25.05	68.19	18.41	66.19	20.41
2000	93.90	59.71	34.19	62.72	31.18	70.12	23.78	68.12	25.78
2500	95.63	60.87	34.76	63.88	31.75	72.06	23.57	70.06	25.57
3150	86.97	62.07	24.90	65.08	21.89	74.07	12.90	72.07	14.90
4000	77.94	63.32	14.62	66.33	11.61	76.14	1.80	74.14	3.80

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
48.58	51.42	46.61	53.39	47.60	52.40	47.08	52.92	48.25	51.75

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



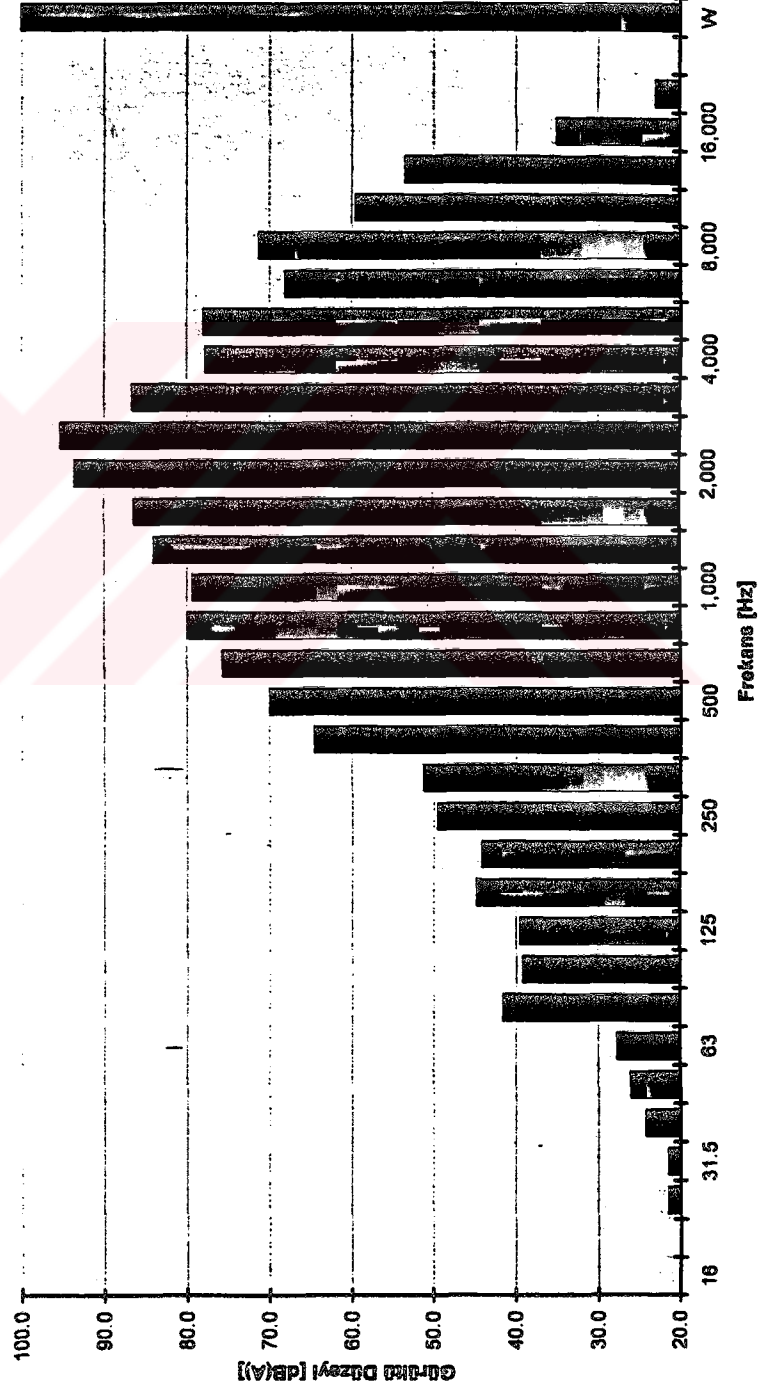
### Çakıllı kıyıda sakin deniz dalgası - dalganın kırılma anı (1)

Ölçme aygıtı : B&K-2144 (B&K-7667, VP7342, V1.20)  
 Ölçme tipi : 1 Channel Auto Spectrum Analysis (single)  
 Giriş kanalı A : PROBE/PREAMP, A-WGHT, Max. 101 dB, ref. 2.0E-05 Pa.  
 Band genişliği : 1/3 oct., 22.4E+3 Hz upper freq. real time.  
 Ölçme yöntemi : Exponential, 1/4s  
 Spektral ağırlık : Add to spectrum : LIN., Add to W-Ch : LIN.

**FREKANS  
ANALİZLERİ**  
Sonothèque A1

YAPILAN ENSTİTÜSÜ  
yfu  
FİZİKİ

Gürültü Spektrumu



W 100.0

Grafik 4.7. Çakıllı kıyıda deniz dalgası gürültüsü

Tablo 4.7. ve Grafik 4.8. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [ $R_{üzgar} - L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 5

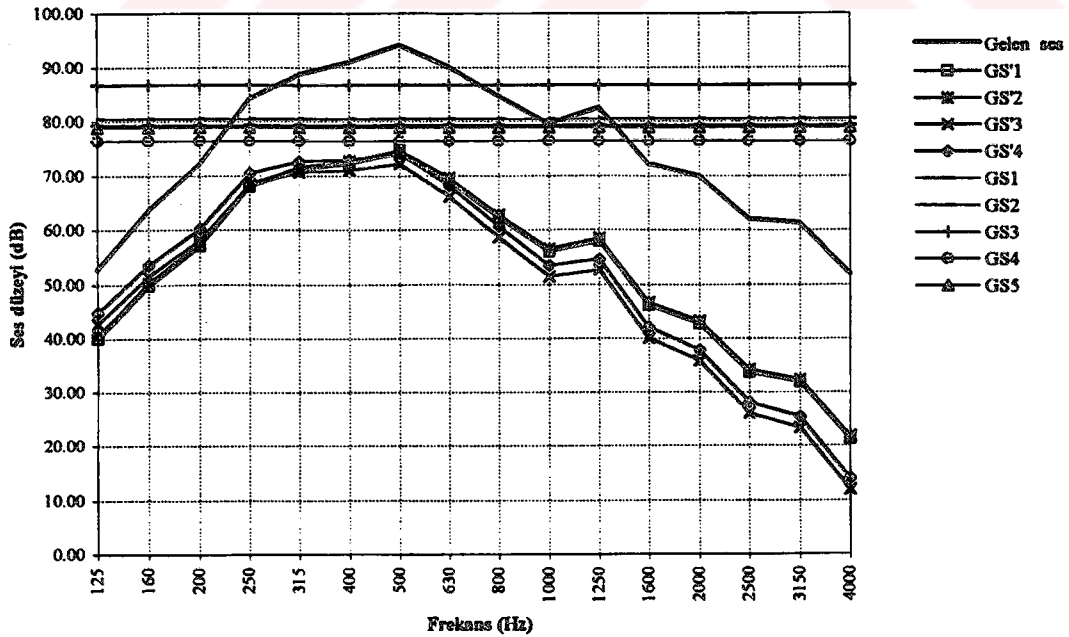
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	52.80	12.74	40.06	12.14	40.66	9.92	42.88	7.92	44.88
160	63.70	14.03	49.67	13.43	50.27	12.06	51.64	10.06	53.64
200	72.20	15.19	57.01	14.59	57.61	14.00	58.20	12.00	60.20
250	84.30	16.36	67.94	15.75	68.55	15.94	68.36	13.94	70.36
315	88.60	17.56	71.04	16.96	71.64	17.95	70.65	15.95	72.65
400	91.00	18.81	72.19	18.20	72.80	20.02	70.98	18.02	72.98
500	94.10	19.97	74.13	19.37	74.73	21.96	72.14	19.96	74.14
630	90.10	21.17	68.93	20.57	69.53	23.97	66.13	21.97	68.13
800	84.70	22.42	62.28	21.82	62.88	26.04	58.66	24.04	60.66
1000	79.50	23.58	55.92	22.98	56.52	27.98	51.52	25.98	53.52
1250	82.60	24.74	57.86	24.14	58.46	29.92	52.68	27.92	54.68
1600	72.20	26.03	46.17	25.43	46.77	32.06	40.14	30.06	42.14
2000	69.90	27.19	42.71	26.59	43.31	34.00	35.90	32.00	37.90
2500	62.00	28.36	33.64	27.75	34.25	35.94	26.06	33.94	28.06
3150	61.30	29.56	31.74	28.96	32.34	37.95	23.35	35.95	25.35
4000	52.00	30.81	21.19	30.20	21.80	40.02	11.98	38.02	13.98

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
20.76	79.24	19.52	80.48	13.28	86.72	23.54	76.46	21.06	78.94

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.8. ve Grafik 4.9. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Rüzgar -  $L_{eq}$  dB(A)]

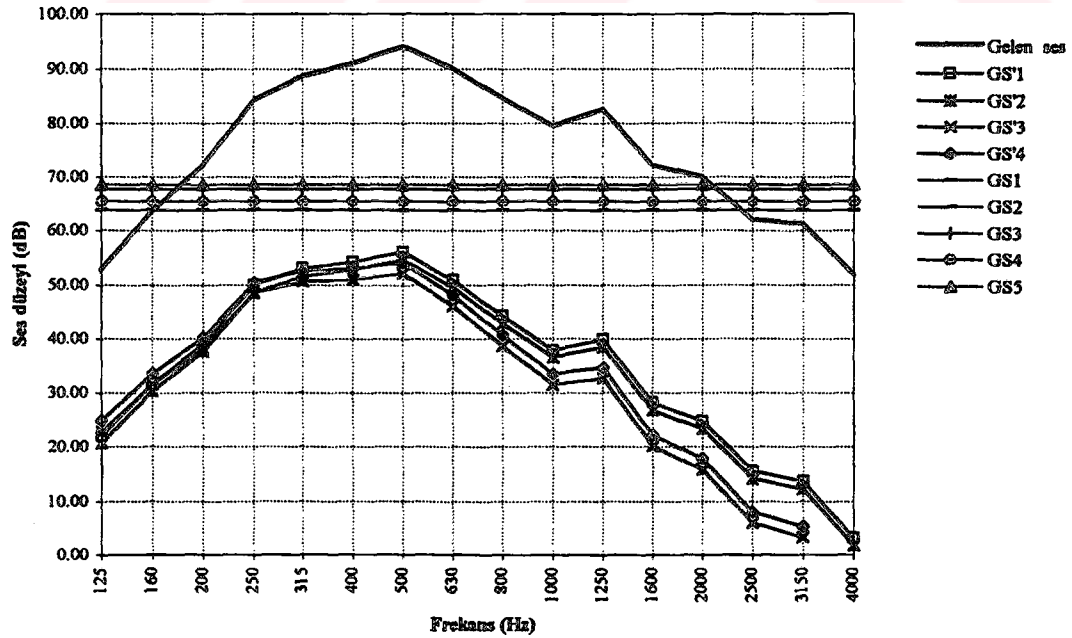
$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 50

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	52.80	30.74	22.06	32.14	20.66	29.92	22.88	27.92	24.88
160	63.70	32.03	31.67	33.43	30.27	32.06	31.64	30.06	33.64
200	72.20	33.19	39.01	34.59	37.61	34.00	38.20	32.00	40.20
250	84.30	34.36	49.94	35.75	48.55	35.94	48.36	33.94	50.36
315	88.60	35.56	53.04	36.96	51.64	37.95	50.65	35.95	52.65
400	91.00	36.81	54.19	38.20	52.80	40.02	50.98	38.02	52.98
500	94.10	37.97	56.13	39.37	54.73	41.96	52.14	39.96	54.14
630	90.10	39.17	50.93	40.57	49.53	43.97	46.13	41.97	48.13
800	84.70	40.42	44.28	41.82	42.88	46.04	38.66	44.04	40.66
1000	79.50	41.58	37.92	42.98	36.52	47.98	31.52	45.98	33.52
1250	82.60	42.74	39.86	44.14	38.46	49.92	32.68	47.92	34.68
1600	72.20	44.03	28.17	45.43	26.77	52.06	20.14	50.06	22.14
2000	69.90	45.19	24.71	46.59	23.31	54.00	15.90	52.00	17.90
2500	62.00	46.36	15.64	47.75	14.25	55.94	6.06	53.94	8.06
3150	61.30	47.56	13.74	48.96	12.34	57.95	3.35	55.95	5.35
4000	52.00	48.81	3.19	50.20	1.80	60.02	—	58.02	—

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
36.16	63.84	34.52	65.48	32.28	67.72	34.55	65.45	31.53	68.47

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.9. ve Grafik 4.10. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Rüzgar -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  ( $kg/m^2$ ) = 100

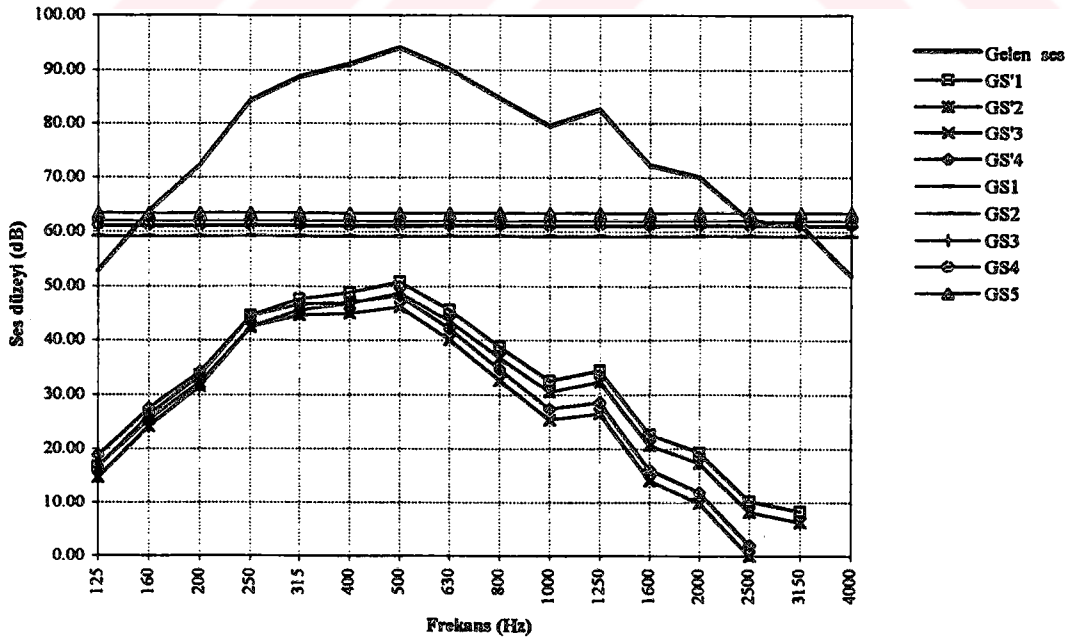
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	52.80	36.16	16.64	38.16	14.64	35.94	16.86	33.94	18.86
160	63.70	37.45	26.25	39.45	24.25	38.08	25.62	36.08	27.62
200	72.20	38.61	33.59	40.61	31.59	40.02	32.18	38.02	34.18
250	84.30	39.78	44.52	41.78	42.52	41.96	42.34	39.96	44.34
315	88.60	40.98	47.62	42.98	45.62	43.97	44.63	41.97	46.63
400	91.00	42.22	48.78	44.22	46.78	46.04	44.96	44.04	46.96
500	94.10	43.39	50.71	45.39	48.71	47.98	46.12	45.98	48.12
630	90.10	44.59	45.51	46.59	43.51	49.99	40.11	47.99	42.11
800	84.70	45.84	38.86	47.84	36.86	52.06	32.64	50.06	34.64
1000	79.50	47.00	32.50	49.00	30.50	54.00	25.50	52.00	27.50
1250	82.60	48.16	34.44	50.16	32.44	55.94	26.66	53.94	28.66
1600	72.20	49.45	22.75	51.45	20.75	58.08	14.12	56.08	16.12
2000	69.90	50.61	19.29	52.61	17.29	60.02	9.88	58.02	11.88
2500	62.00	51.78	10.22	53.78	8.22	61.96	0.04	59.96	2.04
3150	61.30	52.98	8.32	54.98	6.32	63.97	—	61.97	—
4000	52.00	54.22	—	56.22	—	66.04	—	64.04	—

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
40.80	59.20	39.03	60.97	38.00	62.00	38.78	61.22	36.60	63.40

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.10. ve Grafik 4.11. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Rüzgar- $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 200

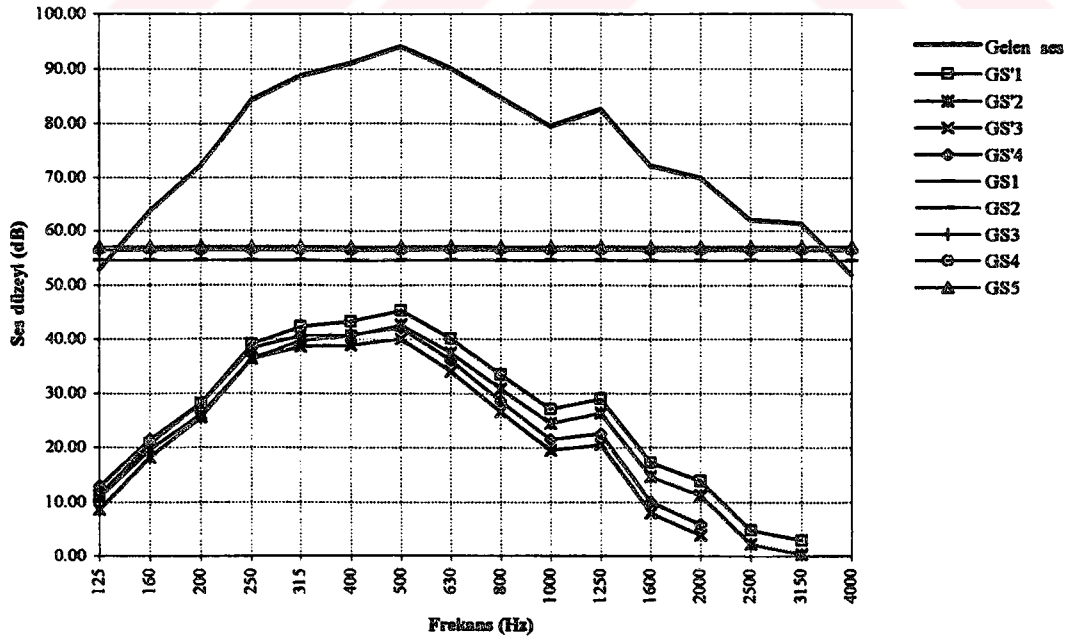
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R' <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>1</sub> [dB(A)]	R' <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>2</sub> [dB(A)]	R' <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>3</sub> [dB(A)]	R' <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>4</sub> [dB(A)]
125	52.80	41.58	11.22	44.18	8.62	41.96	10.84	39.96	12.84
160	63.70	42.87	20.83	45.47	18.23	44.10	19.60	42.10	21.60
200	72.20	44.03	28.17	46.63	25.57	46.04	26.16	44.04	28.16
250	84.30	45.19	39.11	47.80	36.50	47.98	36.32	45.98	38.32
315	88.60	46.40	42.20	49.00	39.60	49.99	38.61	47.99	40.61
400	91.00	47.64	43.36	50.25	40.75	52.06	38.94	50.06	40.94
500	94.10	48.81	45.29	51.41	42.69	54.00	40.10	52.00	42.10
630	90.10	50.01	40.09	52.61	37.49	56.01	34.09	54.01	36.09
800	84.70	51.26	33.44	53.86	30.84	58.08	26.62	56.08	28.62
1000	79.50	52.42	27.08	55.02	24.48	60.02	19.48	58.02	21.48
1250	82.60	53.58	29.02	56.18	26.42	61.96	20.64	59.96	22.64
1600	72.20	54.87	17.33	57.47	14.73	64.10	8.10	62.10	10.10
2000	69.90	56.03	13.87	58.63	11.27	66.04	3.86	64.04	5.86
2500	62.00	57.19	4.81	59.80	2.20	67.98	—	65.98	—
3150	61.30	58.40	2.90	61.00	0.30	69.99	—	67.99	—
4000	52.00	59.64	—	62.25	—	72.06	—	70.06	—

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
45.44	54.56	43.55	56.45	43.72	56.28	43.53	56.47	42.99	57.01

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.11. ve Grafik 4.12. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Rüzgar -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  ( $kg/m^2$ ) = 320

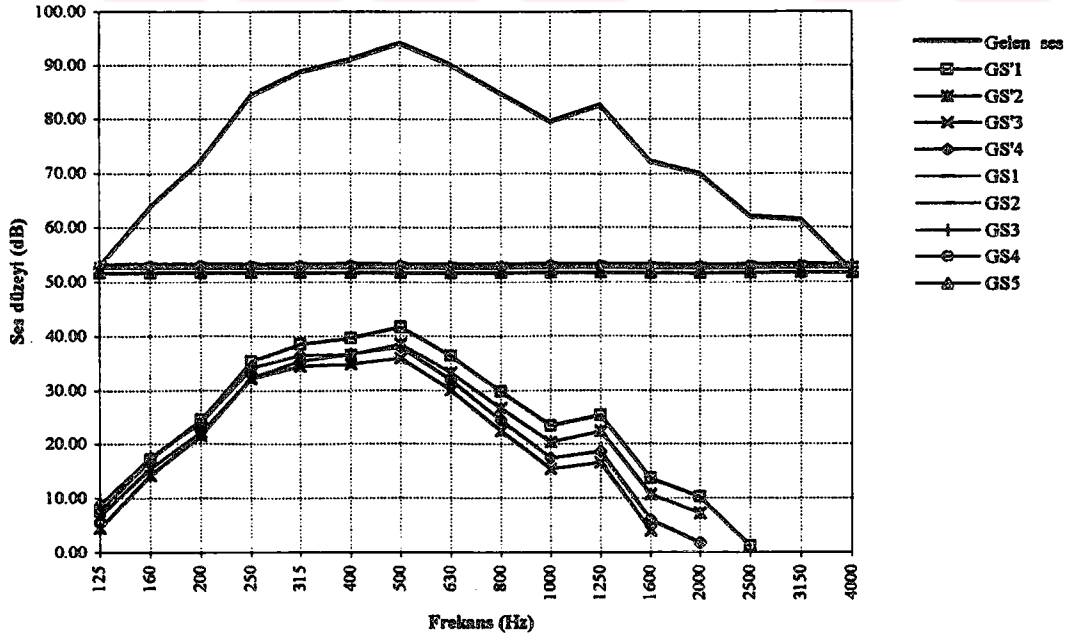
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	52.80	45.26	7.54	48.27	4.53	46.04	6.76	44.04	8.76
160	63.70	46.54	17.16	49.55	14.15	48.19	15.51	46.19	17.51
200	72.20	47.71	24.49	50.72	21.48	50.12	22.08	48.12	24.08
250	84.30	48.87	35.43	51.88	32.42	52.06	32.24	50.06	34.24
315	88.60	50.07	38.53	53.08	35.52	54.07	34.53	52.07	36.53
400	91.00	51.32	39.68	54.33	36.67	56.14	34.86	54.14	36.86
500	94.10	52.48	41.62	55.49	38.61	58.08	36.02	56.08	38.02
630	90.10	53.68	36.42	56.70	33.40	60.09	30.01	58.09	32.01
800	84.70	54.93	29.77	57.94	26.76	62.16	22.54	60.16	24.54
1000	79.50	56.09	23.41	59.10	20.40	64.10	15.40	62.10	17.40
1250	82.60	57.26	25.34	60.27	22.33	66.04	16.56	64.04	18.56
1600	72.20	58.54	13.66	61.55	10.65	68.19	4.01	66.19	6.01
2000	69.90	59.71	10.19	62.72	7.18	70.12	—	68.12	1.78
2500	62.00	60.87	1.13	63.88	—	72.06	—	70.06	—
3150	61.30	62.07	—	65.08	—	74.07	—	72.07	—
4000	52.00	63.32	—	66.33	—	76.14	—	74.14	—

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
48.58	51.42	46.61	53.39	47.60	52.40	47.08	52.92	48.25	51.75

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



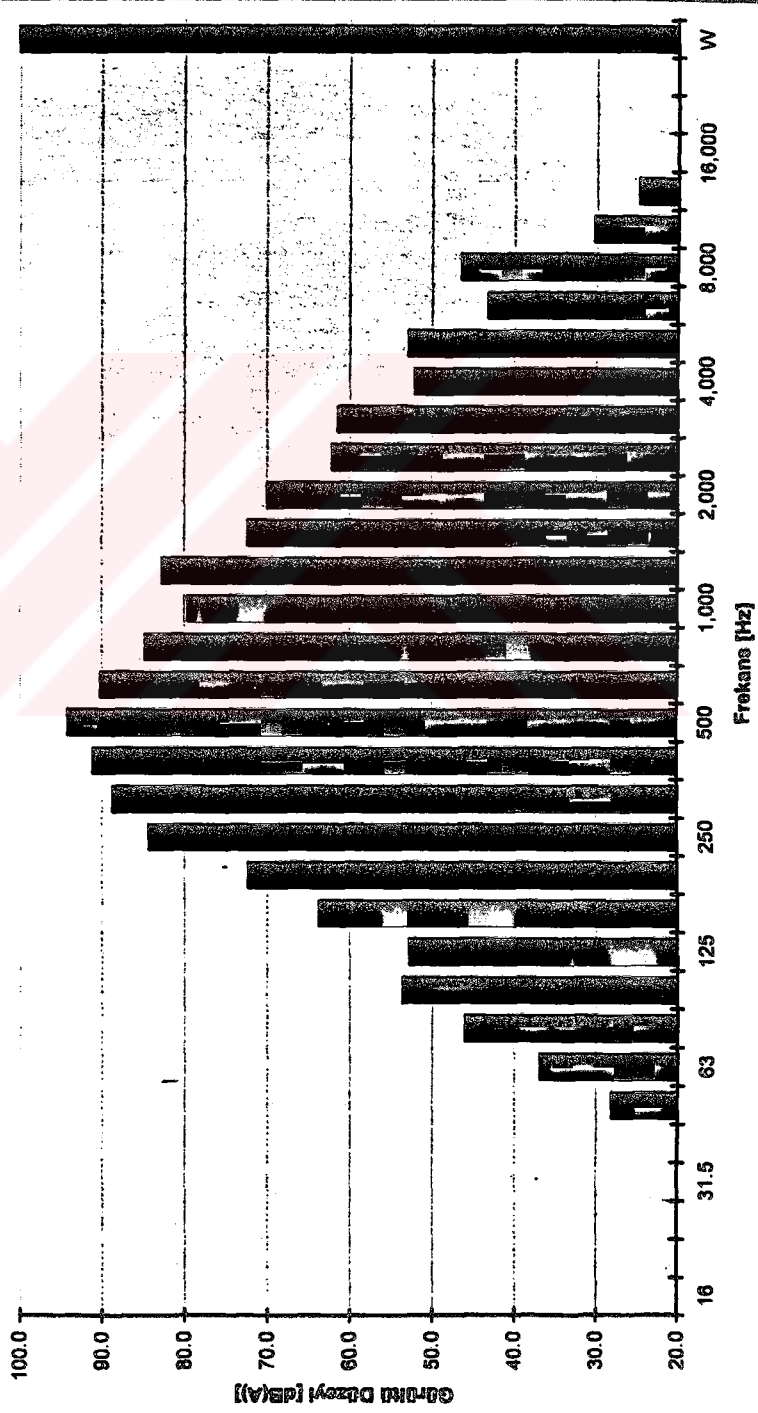
## Rüzgar, Loq

Ölçme aygıtı : B&K-2144 (B&K-7667, VP7342, V1.20)  
 Ölçme tipi : 1 Channel Auto Spectrum Analysis (single)  
 Giriş kanalı A : PROBE/PREAMP, A-WGHT, Max. 101 dB, ref. 2.0E-05 Pa.  
 Band genişliği : 1/3 oct., 22.4E+3 Hz upper freq. real time.  
 Ölçme yöntemi : Linear, 0:00:30.000  
 Spektral ağırlık : Add to spectrum : LIN., Add to W-Ch : LIN.

**FREKANS  
ANALİZLERİ**  
Sonothèque A4



## Gürültü Spektrumu



Grafik 4.13. Rüzgar gürültüsü

Frekans [Hz]

L<sub>eq</sub> [dB(A)]

W

100.0

Tablo 4.12. ve Grafik 4.14. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$$m \text{ (kg/m}^3\text{)} = \underline{\underline{5}}$$

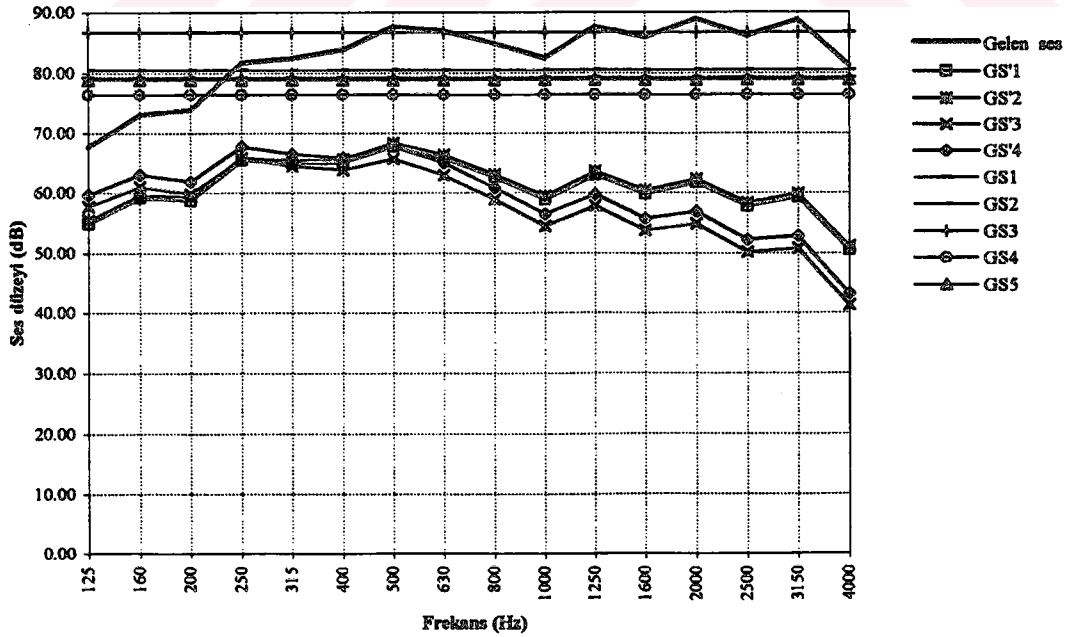
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	67.60	12.74	54.86	12.14	55.46	9.92	57.68	7.92	59.68
160	73.10	14.03	59.07	13.43	59.67	12.06	61.04	10.06	63.04
200	73.90	15.19	58.71	14.59	59.31	14.00	59.90	12.00	61.90
250	81.70	16.36	65.34	15.75	65.95	15.94	65.76	13.94	67.76
315	82.40	17.56	64.84	16.96	65.44	17.95	64.45	15.95	66.45
400	83.80	18.81	64.99	18.20	65.60	20.02	63.78	18.02	65.78
500	87.70	19.97	67.73	19.37	68.33	21.96	65.74	19.96	67.74
630	86.90	21.17	65.73	20.57	66.33	23.97	62.93	21.97	64.93
800	84.90	22.42	62.48	21.82	63.08	26.04	58.86	24.04	60.86
1000	82.40	23.58	58.82	22.98	59.42	27.98	54.42	25.98	56.42
1250	87.70	24.74	62.96	24.14	63.56	29.92	57.78	27.92	59.78
1600	85.80	26.03	59.77	25.43	60.37	32.06	53.74	30.06	55.74
2000	88.90	27.19	61.71	26.59	62.31	34.00	54.90	32.00	56.90
2500	86.10	28.36	57.74	27.75	58.35	35.94	50.16	33.94	52.16
3150	88.80	29.56	59.24	28.96	59.84	37.95	50.85	35.95	52.85
4000	81.30	30.81	50.49	30.20	51.10	40.02	41.28	38.02	43.28

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
20.76	79.24	19.52	80.48	13.28	86.72	23.54	76.46	21.06	78.94

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.13. ve Grafik 4.15. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  ( $kg/m^2$ ) = 50

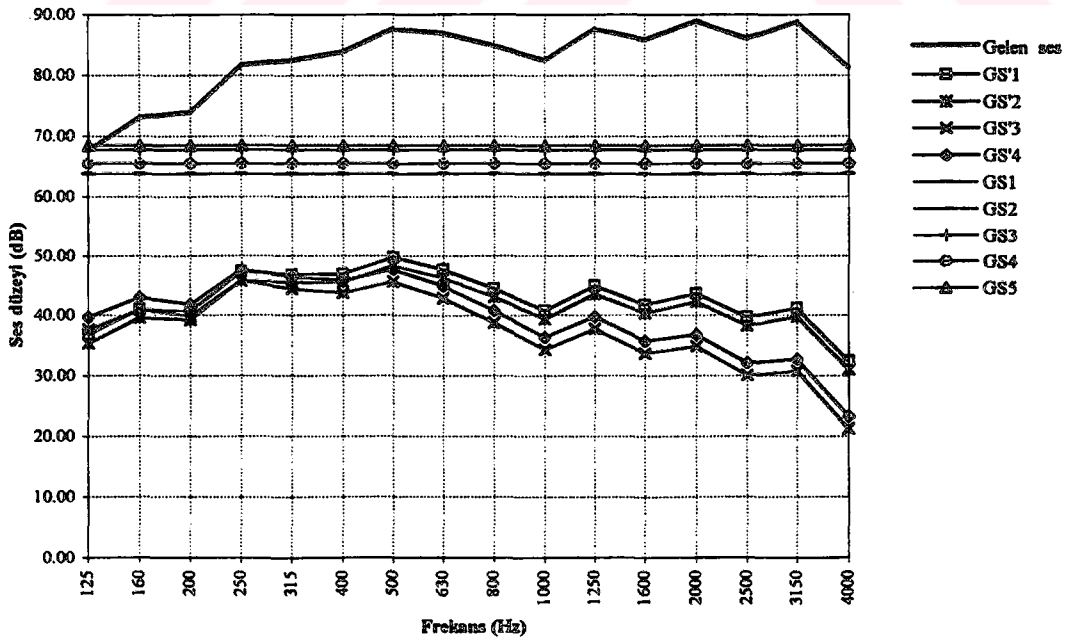
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	67.60	30.74	36.86	32.14	35.46	29.92	37.68	27.92	39.68
160	73.10	32.03	41.07	33.43	39.67	32.06	41.04	30.06	43.04
200	73.90	33.19	40.71	34.59	39.31	34.00	39.90	32.00	41.90
250	81.70	34.36	47.34	35.75	45.95	35.94	45.76	33.94	47.76
315	82.40	35.56	46.84	36.96	45.44	37.95	44.45	35.95	46.45
400	83.80	36.81	46.99	38.20	45.60	40.02	43.78	38.02	45.78
500	87.70	37.97	49.73	39.37	48.33	41.96	45.74	39.96	47.74
630	86.90	39.17	47.73	40.57	46.33	43.97	42.93	41.97	44.93
800	84.90	40.42	44.48	41.82	43.08	46.04	38.86	44.04	40.86
1000	82.40	41.58	40.82	42.98	39.42	47.98	34.42	45.98	36.42
1250	87.70	42.74	44.96	44.14	43.56	49.92	37.78	47.92	39.78
1600	85.80	44.03	41.77	45.43	40.37	52.06	33.74	50.06	35.74
2000	88.90	45.19	43.71	46.59	42.31	54.00	34.90	52.00	36.90
2500	86.10	46.36	39.74	47.75	38.35	55.94	30.16	53.94	32.16
3150	88.80	47.56	41.24	48.96	39.84	57.95	30.85	55.95	32.85
4000	81.30	48.81	32.49	50.20	31.10	60.02	21.28	58.02	23.28

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
36.16	63.84	34.52	65.48	32.28	67.72	34.55	65.45	31.53	68.47

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.14. ve Grafik 4.16. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 100$$

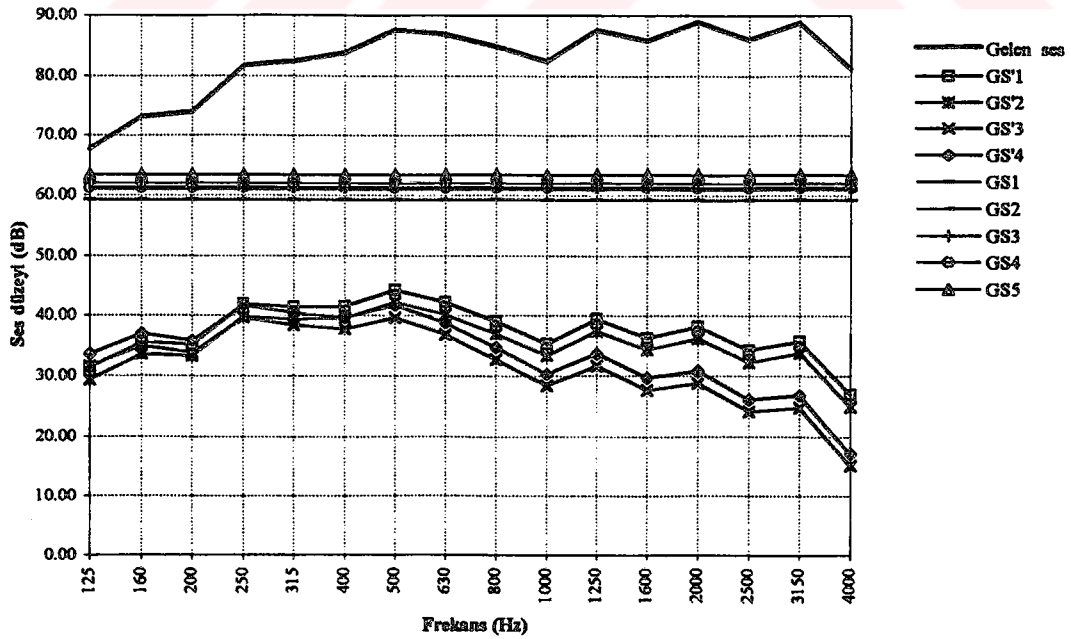
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	67.60	36.16	31.44	38.16	29.44	35.94	31.66	33.94	33.66
160	73.10	37.45	35.65	39.45	33.65	38.08	35.02	36.08	37.02
200	73.90	38.61	35.29	40.61	33.29	40.02	33.88	38.02	35.88
250	81.70	39.78	41.92	41.78	39.92	41.96	39.74	39.96	41.74
315	82.40	40.98	41.42	42.98	39.42	43.97	38.43	41.97	40.43
400	83.80	42.22	41.58	44.22	39.58	46.04	37.76	44.04	39.76
500	87.70	43.39	44.31	45.39	42.31	47.98	39.72	45.98	41.72
630	86.90	44.59	42.31	46.59	40.31	49.99	36.91	47.99	38.91
800	84.90	45.84	39.06	47.84	37.06	52.06	32.84	50.06	34.84
1000	82.40	47.00	35.40	49.00	33.40	54.00	28.40	52.00	30.40
1250	87.70	48.16	39.54	50.16	37.54	55.94	31.76	53.94	33.76
1600	85.80	49.45	36.35	51.45	34.35	58.08	27.72	56.08	29.72
2000	88.90	50.61	38.29	52.61	36.29	60.02	28.88	58.02	30.88
2500	86.10	51.78	34.32	53.78	32.32	61.96	24.14	59.96	26.14
3150	88.80	52.98	35.82	54.98	33.82	63.97	24.83	61.97	26.83
4000	81.30	54.22	27.08	56.22	25.08	66.04	15.26	64.04	17.26

$$\text{Düz bant} = 100.00$$

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
40.80	59.20	39.03	60.97	38.00	62.00	38.78	61.22	36.60	63.40

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.15. ve Grafik 4.17. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>3</sup>) = 200

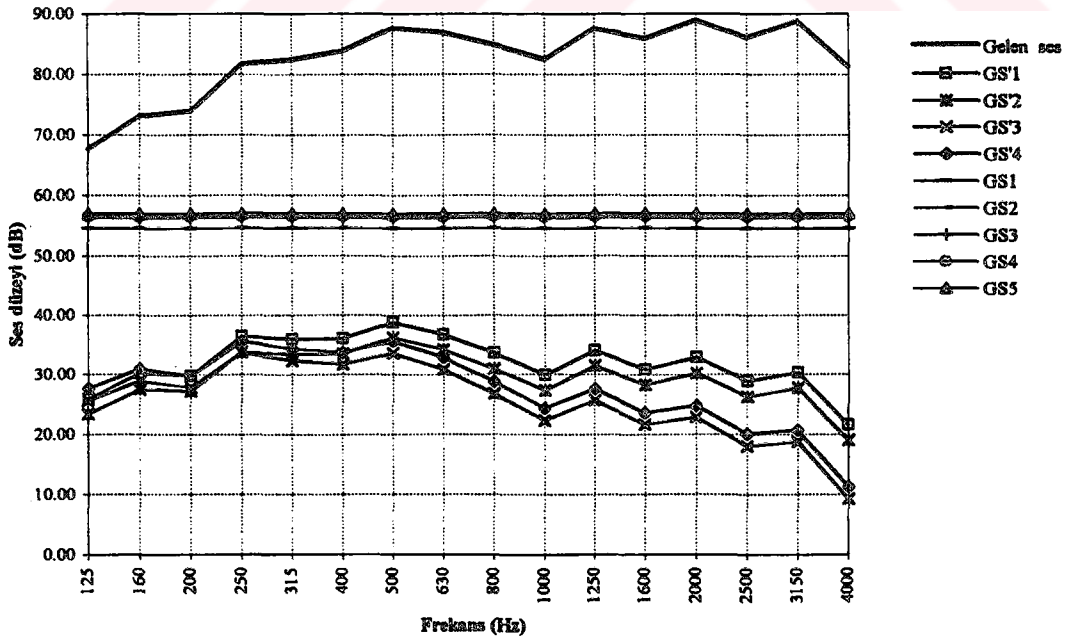
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]
125	67.60	41.58	26.02	44.18	23.42	41.96	25.64	39.96	27.64
160	73.10	42.87	30.23	45.47	27.63	44.10	29.00	42.10	31.00
200	73.90	44.03	29.87	46.63	27.27	46.04	27.86	44.04	29.86
250	81.70	45.19	36.51	47.80	33.90	47.98	33.72	45.98	35.72
315	82.40	46.40	36.00	49.00	33.40	49.99	32.41	47.99	34.41
400	83.80	47.64	36.16	50.25	33.55	52.06	31.74	50.06	33.74
500	87.70	48.81	38.89	51.41	36.29	54.00	33.70	52.00	35.70
630	86.90	50.01	36.89	52.61	34.29	56.01	30.89	54.01	32.89
800	84.90	51.26	33.64	53.86	31.04	58.08	26.82	56.08	28.82
1000	82.40	52.42	29.98	55.02	27.38	60.02	22.38	58.02	24.38
1250	87.70	53.58	34.12	56.18	31.52	61.96	25.74	59.96	27.74
1600	85.80	54.87	30.93	57.47	28.33	64.10	21.70	62.10	23.70
2000	88.90	56.03	32.87	58.63	30.27	66.04	22.86	64.04	24.86
2500	86.10	57.19	28.91	59.80	26.30	67.98	18.12	65.98	20.12
3150	88.80	58.40	30.40	61.00	27.80	69.99	18.81	67.99	20.81
4000	81.30	59.64	21.66	62.25	19.05	72.06	9.24	70.06	11.24

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
45.44	54.56	43.55	56.45	43.72	56.28	43.53	56.47	42.99	57.01

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



Tablo 4.16. ve Grafik 4.18. Sesgeçirmezlik formüllerine göre, geçen ses düzeylerinin karşılaştırılması [Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>3</sup>) = 320

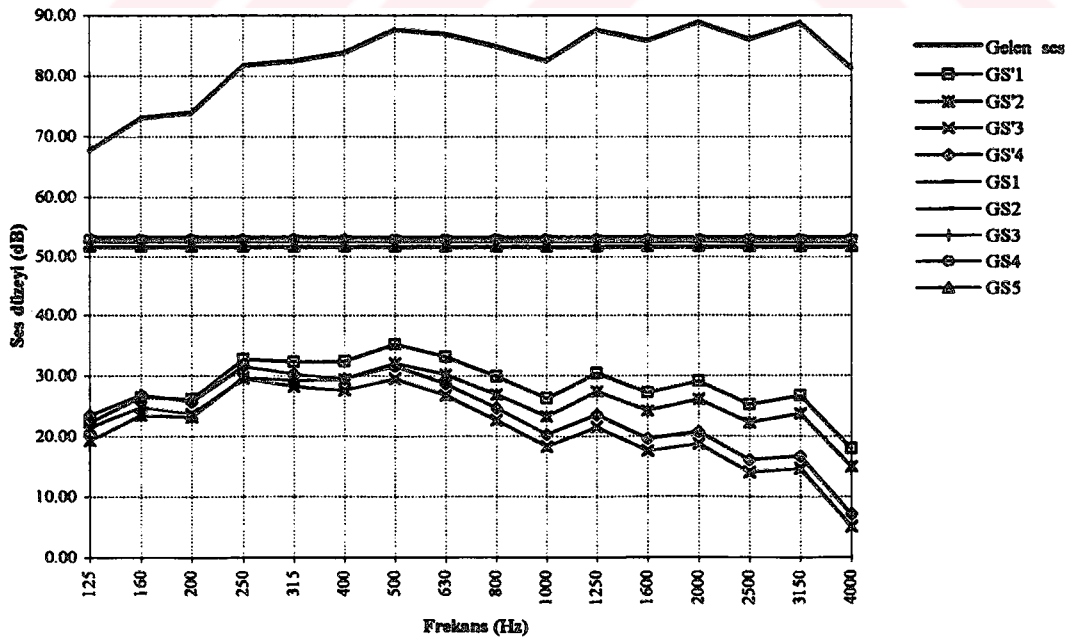
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	R' <sub>1</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>1</sub> [dB(A)]	R' <sub>2</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>2</sub> [dB(A)]	R' <sub>3</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>3</sub> [dB(A)]	R' <sub>4</sub> (dB) (m.f)	GS' <sub>4</sub> [dB(A)]
125	67.60	45.26	22.34	48.27	19.33	46.04	21.56	44.04	23.56
160	73.10	46.54	26.56	49.55	23.55	48.19	24.91	46.19	26.91
200	73.90	47.71	26.19	50.72	23.18	50.12	23.78	48.12	25.78
250	81.70	48.87	32.83	51.88	29.82	52.06	29.64	50.06	31.64
315	82.40	50.07	32.33	53.08	29.32	54.07	28.33	52.07	30.33
400	83.80	51.32	32.48	54.33	29.47	56.14	27.66	54.14	29.66
500	87.70	52.48	35.22	55.49	32.21	58.08	29.62	56.08	31.62
630	86.90	53.68	33.22	56.70	30.20	60.09	26.81	58.09	28.81
800	84.90	54.93	29.97	57.94	26.96	62.16	22.74	60.16	24.74
1000	82.40	56.09	26.31	59.10	23.30	64.10	18.30	62.10	20.30
1250	87.70	57.26	30.44	60.27	27.43	66.04	21.66	64.04	23.66
1600	85.80	58.54	27.26	61.55	24.25	68.19	17.61	66.19	19.61
2000	88.90	59.71	29.19	62.72	26.18	70.12	18.78	68.12	20.78
2500	86.10	60.87	25.23	63.88	22.22	72.06	14.04	70.06	16.04
3150	88.80	62.07	26.73	65.08	23.72	74.07	14.73	72.07	16.73
4000	81.30	63.32	17.98	66.33	14.97	76.14	5.16	74.14	7.16

Düz bant 100.00

R <sub>1</sub> (m)	GS <sub>1</sub> [dB(A)]	R <sub>2</sub> (m)	GS <sub>2</sub> [dB(A)]	R <sub>3</sub> (m)	GS <sub>3</sub> [dB(A)]	R <sub>4</sub> (m)	GS <sub>4</sub> [dB(A)]	R <sub>5</sub> (m)	GS <sub>5</sub> [dB(A)]
48.58	51.42	46.61	53.39	47.60	52.40	47.08	52.92	48.25	51.75

R = Sesgeçirmezlik (dB)

GS = Geçen ses düzeyi [dB(A)]



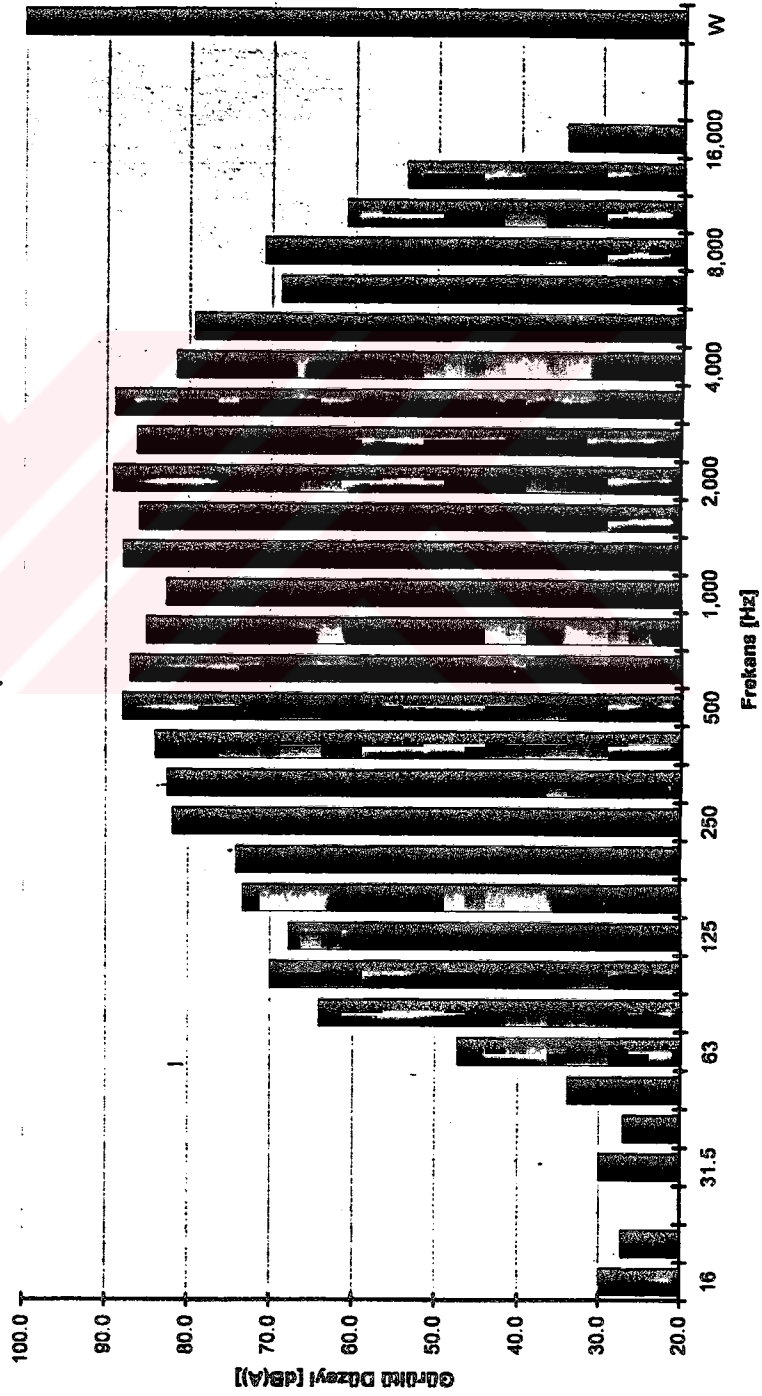
### Trafik yolu kavşağı, L<sub>eq</sub>

Ölçme aygıtı : B&K-2144 (B&K-7667, VP7342,V1.20)  
 Ölçme tipi : 1 Channel Auto Spectrum Analysis (single)  
 Giriş kanalı A : PROBE/PREAMP, A-WGHT, Max. 111 dB, ref. 2.0E-05 Pa.  
 Band genişliği : 1/3 oct., 22.4E+3 Hz upper freq. real time.  
 Ölçme yöntemi : Linear, 0:02:00.000  
 Spektral ağırlık : Add to spectrum : LIN., Add to W-Ch : LIN.



**FREKANS  
ANALİZLERİ**  
Sonothèque D3

### Gürültü Spektrumu



Grafik 4.18. Trafik yolu kavşağı gürültüsü

## 5. KABUL EDİLEBİLİR GÜRÜLTÜ DÜZEYLERİNE BAĞLI OLARAK FORMÜLLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 5.1. Gürültü denetiminde, kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Her hacmin, işlevine bağlı olarak değişen kabul edilebilir bir gürültü düzeyi vardır. Belli amaçlar doğrultusunda belirlenen bu gürültü düzeyleri, fon ya da arka plan gürültüsü olarak tanımlanabilir. Gürültü denetimi çalışmalarında bu gürültü düzeylerinin belirlenmesi ve buna göre denetimin yapılması gereklidir.

Fon gürültüsünün belirlenmesinde frekanslara göre elde edilmiş olan eğrilerden yararlanılır. Bu eğriler bir kaç çeşittir. NR, NC ve PNC olarak adlandırılan bu eğrilerden ülkemizde en çok kullanılanı, ISO tarafından oluşturulan NR (Noise Rating) eğrileridir (Bkz. Grafik 5.1.). NR eğrileri kullanılırken Tablo 5.1.'deki değerlerden yararlanılabilir. Gürültü denetimi çalışmalarında bu eğrilerden yararlanıldığı zaman yeterli denetimin sağlanması daha kolaylaşacağı gibi, gereksiz yere fazla denetim yapılarak maliyetin fazla olma olasılığı da engellenmiş olur. Fakat, NR eğrilerinden yararlanılabilmesi için gürültü tayfinin da bilinmesi gerekmektedir.

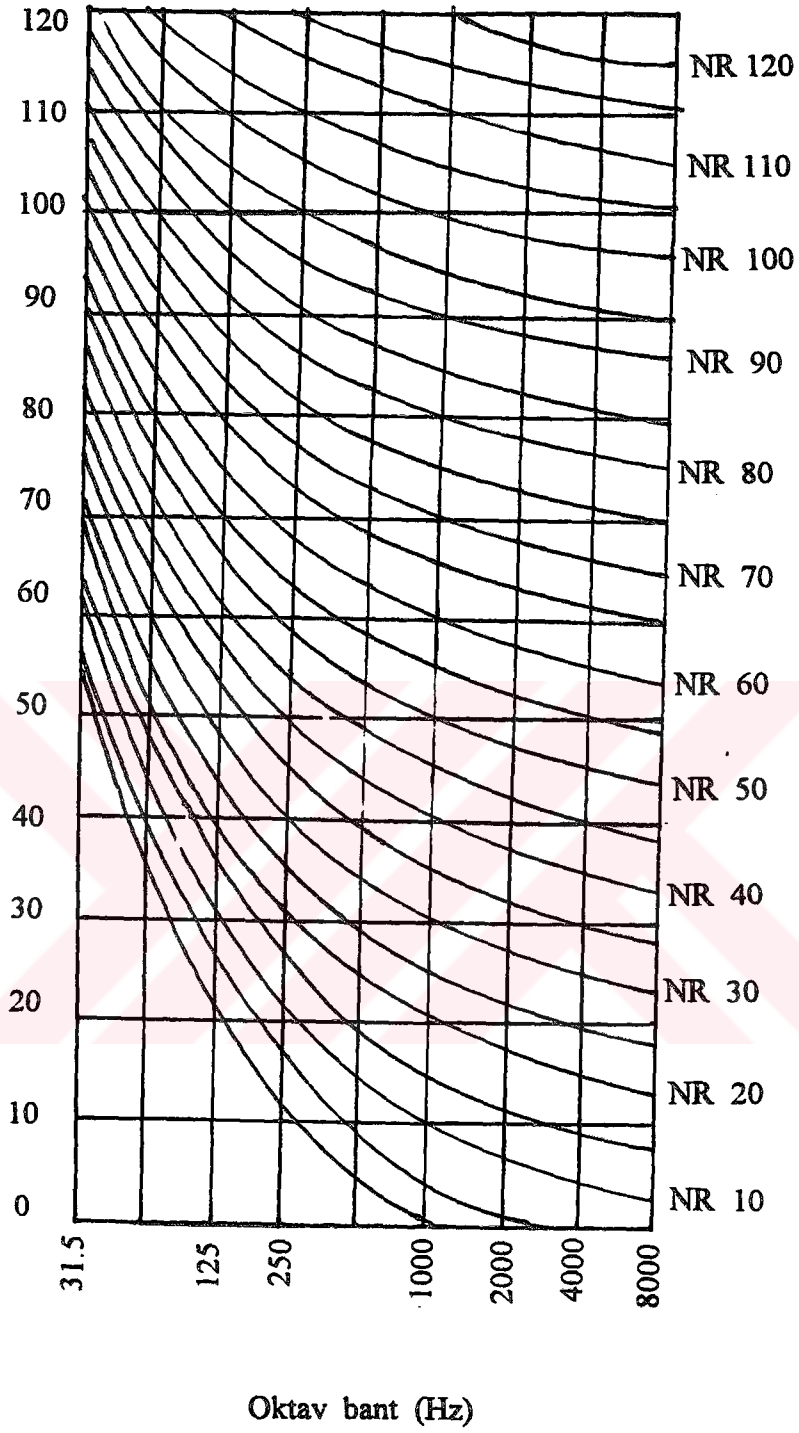
Gürültü denetiminde, NR değerleri ile ilgili hazırlanmış olan bazı düzeltme değerlerinin gözönünde bulundurulması yararlı olabilir. Düzeltme değerlerini belirleyen bazı etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- \* Tayfsal yapı,
- \* Fon gürültüsü,
- \* Yinelenme sıklığı,
- \* Alışkanlıklar,
- \* Zaman.

Bu etkenlere göre, temel kriterde düzeltmeler yapılır ve gürültü düzeyleri gerçeğe daha yakın olarak belirlenir. Düzeltme değerleri, koşullara göre, (+) ya da (-) 5 ~ 10 dB dolaylarında olabilir veya sonuç değişmez (Bkz. Tablo 5.2.). Bu değerler gürültü tayfına eklenir.

Tablo 5.1. Değişik hacimler için "NR" değerleri (Pencereler kapalı)

<b><u>HACİMLER</u></b>	<b><u>NR (dB)</u></b>	
<b><u>İŞYERLERİ</u></b>		
* Radyo, film, TV stüdyoları		20
* Tiyatro, sinema, konser, konferans, okuma salonları, derslikler, küçük bürolar, tapınaklar		30
* Büyük bürolar, toplantı salonları, mağazalar, sessiz lokantalar		35
* Dikkatin dağılmaması gereken çalışmalar için sınır		40
* Büyük lokantalar, kapalı spor salonları, daktilo kullanılan yerler		45
* Büyük daktilo büroları		55
* Büro çalışmaları ve benzeri çalışmalar için sınır		60
* Atölyeler		65
* Gürültü üretim yerleri		75
<b><u>KONUT, OTEL, HASTANE</u></b>	<b><u>Gündüz</u></b>	<b><u>Gece</u></b>
* Oturma bölgesi, kırsal bölge	25	15
* Kent içi	35	25
* Sanayi bölgesi	40	30



**Grafik 5.1.** NR (Noise Rating) eğrileri

Tablo 5.2. "NR" değerleri için düzeltme değerleri

<b><u>FON GÜRÜLTÜSÜ (Dış Cevre)</u></b>	<b>Gündüz</b>	<b>Gece</b>
1) Sessiz kent dışı bölge	+5	+10
2) Kent dışı bge	0	+5
3) Kent oturma bölgesi	-5	0
4) Sanayiye yakın kent bölgesi	-10	-5
5) Sanayi ve ağır sanayi bölgesi	-15	-10
<b><u>TAYFSAL YAPI</u></b>		
1) Bazı baskın frekanslar	+5	
2) Geniş bir frekans alanına yayılmış gürültü	0	
3) Bir anlık gürültü	+5	
4) Artan gürültü	0	
<b><u>YİNELENME SIKLIğI</u></b>		
1) Sürekli, saatte 60 kezden çok	0	
2) Sürekli, saatte 10-60 kez	-5	
3) Sürekli, saatte 1-10 kez	-10	
4) Sürekli, günde 4-20 kez	-15	
5) Sürekli, günde 1-4 kez	-20	
6) Sürekli, günde 1 kezden az	-25	
<b><u>ALİşKANLIKLAR</u></b>		
1) nceden hiç alışkanlığı olmamak	0	
2) nceden büyük alışkanlık	-5	
3) Son derece büyük alışkanlık	-10	
<b><u>ZAMAN</u></b>		
1) Yalnız gündüz olan gürültü	-5	
2) Yalnız gece olan gürültü	0	
3) Yalnız kişin gürültü	-5	
4) Yalnız yazın gürültü	0	

## 5.2. Cidarların gerekli ses geçiş kayıplarının belirlenmesi

Cidarların ses geçiş kayıplarının belirlenmesinde amprik formüllerden yararlanılmaktadır. Fakat bu formüller ile elde edilen sesgeçirmezliklerin, kullanılan hacim için, yeterli olup olmadığı belirlenmemektedir. Bu belirlemenin yapılabilmesi için, gerekli ses geçiş kaybı hesaplanmalıdır. Hacim içinde kabul edilebilecek fon gürültü düzeyinin ve gelen gürültünün tayfinin bilinmesi ile gerekli ses geçiş kaybı hesaplanabilir.

Sesgeçirmezliğin hesaplanması için öncelikle, kullanılacak hacmin işlevine uygun olarak kabul edilebilir olan gürültü düzeyi (NR değeri) belirlenir (Bkz. Tablo 5.1.). Cidara gelen gürültü tayfindan NR değerlerinin çıkartılması ile gerekli ses geçiş kaybı elde edilmiş olunur. Bu aşamaları aşağıdaki formül ile gösterilebilir;

$$R_g = G_d - NR \quad (\text{M.Şerefhanoglu, Yapılarda Dış Gürültü denetimi 1987}) \quad (5.1)$$

$R_g$  = Gerekli ses geçiş kaybı

$G_d$  = Yapı kabuğuna gelen gürültü

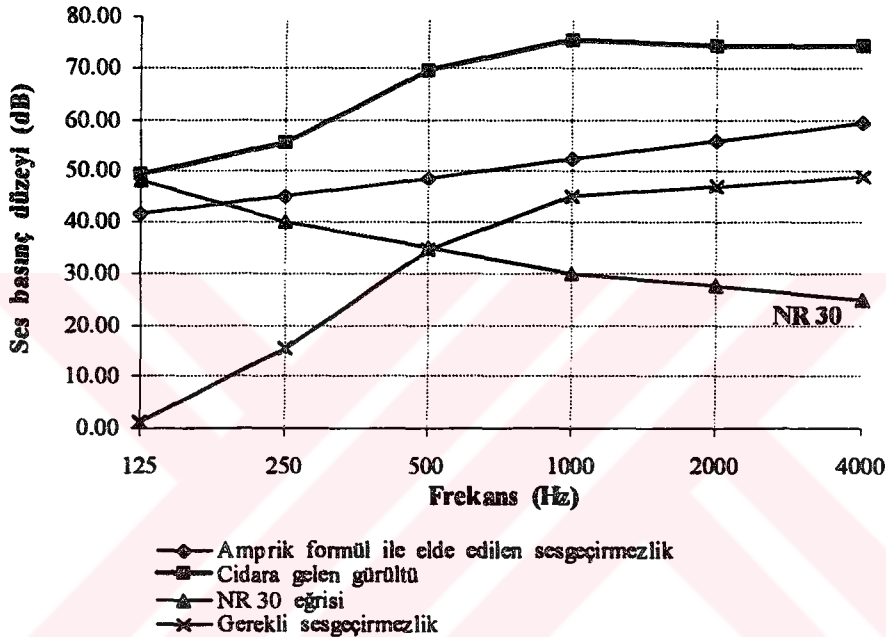
NR = Fon gürültüsü

Elde edilen bu ses geçiş kaybı değeri, hacim içinde olması gereken ses düzeyine göre belirlendiğinden , bu değere yaklaşılmaya çalışılmalıdır. Eğer amprik formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı değerleri, gerekli ses geçiş kaybı değerlerinin üstünde çıkıyorsa yeterli ses geçiş kaybı elde edilmiş demektir (\*).

Grafik 5.2.'de verilmiş örnek grafik incelendiğinde, fon gürültü düzeyinin NR 30 olduğu bir hacim için ve belirlenmiş bir gürültü tayfına göre gerekli ses geçiş kaybı

\* Uygulamalarda, gerekli ses geçiş kaybı değerlerinin ~ 5 dB üzerinde ses geçiş kaybı sağlanması olumlu sonuç verir. Çünkü sesgeçirmelik hesaplarında hesaba katılması olanaksız olan fakat ses geçiş kaybı değerlerini etkileyen başka etmenler vardır (M.Şerefhanoglu, Yapılarda Dış Gürültü denetimi 1987).

eğrisi elde edilmiştir. Ayrıca kütle ağırlığı  $196 \text{ kg/m}^2$  olan bir tuğla duvar için amprik bir formül ile elde edilmiş ses geçiş kaybı eğrisi de bu grafikte gösterilmiştir. Gerekli olan ses geçiş kaybı ve tuğla duvar ile sağlanan ses geçiş kaybı eğrileri karşılaştırıldığında, sağlanan ses geçiş kaybı eğrisinin yeterli olduğu görülmektedir.



**Grafik 5.2.** Amprik bir formülle elde edilen ses geçiş kaybı eğrisi ile gerekli ses geçiş kaybı eğrisinin karşılaştırılması için oluşturulan grafik.

### 5.3. Gerekli ses geçiş kaybının belirlenmesinde formüllerin, gürültü tayfına bağlı olarak, yarattığı farklılıklar

Dördüncü bölümde seçilen gürültü spektrumları bu bölümde de kullanılarak, formüllerin, spektrum değişimine bağlı olarak, gerekli ses geçirmezliği ne ölçüde sağladığı çeşitli karşılaştırmalar yapılarak incelenmiştir. İncelemelerde kütle ağırlığı olarak  $5-50-200 \text{ kg/m}^2$  değerleri kullanılmıştır. Gerekli ses geçiş kayıplarını elde etmek amacıyla, dikkatin dağılmaması gereken çalışmalar için sınır değer olarak

verilen, NR 40 değeri bütün karşılaştırmalarda yer almaktadır. Kullanılan gürültüler dBA'ya göre ölçüldüğünden, ISO tarafından oluşturulmuş NR 40 değerleri de (dB A)'ya çevrilerek kullanılmıştır.

Karşılaştırmalar değişik gürültülere bağlı olarak yapıldıklarından kullanılan gürültü spektrumları da grafiklerde yer almaktadır. Grafiklerde gerekli ses geçiş kaybı eğrisi en kalın çizgi, formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı eğrileri ise daha ince çizgi ile gösterilmiştir. (m,f) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı sonuçlarının, yeterli kabul edilebilecek düzeyde olması için en az, gerekli ses geçiş kaybı sonuçlarına eşit çıkmalıdır. Grafiksl gösterimde ise formüller ile elde edilen ses geçiş kayplarının, gerekli ses geçiş kaybı eğrisinin üstüne çıkmalıdır.

Yapılan çalışmada kullanılan rüzgar ve çakılı kıyıda deniz dalgası gürültüleri için düşük kütle ağırlığına göre ( $5 \text{ kg/m}^2$  örnek olarak alınmıştır) bir karşılaştırma yapıldığında, (m,f) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı değerlerinin büyük bir kısmı, gerekli ses geçiş kaybı değerlerine ulaşamamaktadır. Gürültü tayfini oluşturan ses düzeyleri her frekans için eşit veya yakın ise (\*), düşük kütle ağırlıklarında, (m,f) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı değerleri, tüm frekanslarda, gerekli ses geçiş kaybı değerlerinin altında çıkmaktadır.

$50 \text{ kg/m}^2$  kütle ağırlık değeri ile yapılan karşılaştırmalar incelendiğinde, yüksek frekanslarda ses düzeyi fazla olan gürültülerde (m,f) fonksiyonlu formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı değerleri, çoğu frekansta, gerekli ses geçiş kaybı değerlerinin üzerinde çıkmaktadır. Kütle ağırlığı değişmemesine rağmen, alçak frekanslarda ses düzeyi fazla olan gürültülerde formüller ile elde edilen ses geçiş kaybı değerleri, daha az frekansta, gerekli ses geçiş kaybı değerlerini sağlamaktadır (Bkz. Tablo 5.4., 5.7., 5.10. ve Grafik 5.4., 5.7., 5.10.). Kütle ağırlık değeri  $200 \text{ kg/m}^2$ 'ye çıkarıldığında bu farklılık daha rahat görülmektedir.

---

\* Yapılan çalışmada, trafik yolu kavşağı gürültüsü ve her frekansta eşit ses düzeyinin olduğu bir çeşit beyaz gürültü bu tür gürültülere örnek olarak verilmiştir.

50 kg/m<sup>2</sup> kütle ağırlığında, trafik yolu kavşağı gürültüsü incelendiğinde alçak frekans ile elde edilen ses geçiş kaybı değerleri gerekli ses geçiş kaybını sağlarken, yüksek frekanstaki ses düzeyleri, alçak frekanstaki ses düzeylerine göre daha fazla olmasına rağmen gerekli ses geçiş kaybı değerlerinin sağlayamamaktadır (Bkz. Tablo 5.10. - Grafik 5.10.).

Ele alınan gürültülerden iki farklı gürültünün en yüksek ses düzeyi değeri karşılaştırılır ise, çakıllı kıyıda deniz dalgası gürültüsünde 2500 Hz'te elde edilen değer 95.63 dB, rüzgar gürültüsünde 500 Hz'te elde edilen değer 94.10 dB olduğu görülmektedir. Yüksek frekansın baskın olduğu gürültüde elde edilen değer, alçak frekansın baskın olduğu gürültüdeki değere göre daha büyük çıkmasına rağmen gerekli sesgeçirmezliğin elde edilmesinde daha küçük kütle ağırlık değerlerinin kullanılması gerekmektedir. Yani baskın frekans değeri alçak frekanslara doğru kaydıka gerekli sesgeçirmezliğin elde edilmesini sağlayacak kütle ağırlık değeri artış göstermektedir. Bu, (m,f) fonksiyonlu ses geçiş kaybı formülleri ile elde edilen değerlerin alçak frekanslarda daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, gürültü tayfını oluşturan ses düzeyleri arasındaki farklar arttıkça baskın olan frekans için gerekli sesgeçirmezliğe ulaşmak zorlaşmaktadır. (\*)

---

\* Yapılan genellemelerin, NR 40 eğrisi kullanılarak yapıldığı dikkate alınır ise kullanılan fon gürültüsü yükseldikçe daha düşük kütle ağırlıklarında gerekli sesgeçirmezliğin sağlanacağı unutulmamalıdır.

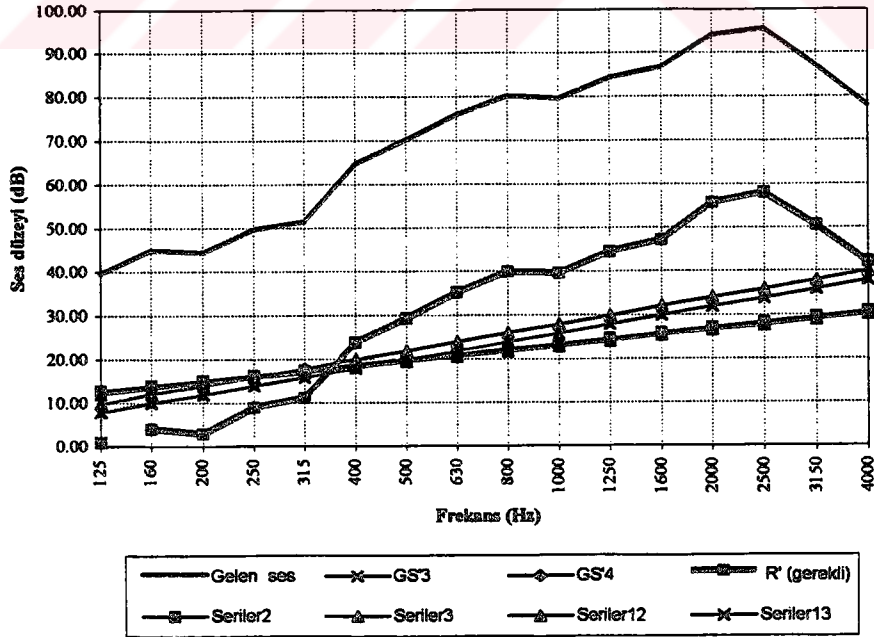
**Tablo 5.3. ve Grafik 5.3.** (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma  
[Çakıllı kıyıda deniz dalgası -  $L_{eq}$  dB(A)]

$$m \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	R' <sub>g</sub> (dB)	R' <sub>1</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>2</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>3</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>4</sub> (dB) (m,f)
125	39.59	41.68	—	12.74	12.14	9.92	7.92
160	44.91	40.98	3.93	14.03	13.43	12.06	10.06
200	44.29	41.50	2.79	15.19	14.59	14.00	12.00
250	49.61	40.66	8.95	16.36	15.75	15.94	13.94
315	51.34	40.15	11.19	17.56	16.96	17.95	15.95
400	64.70	40.80	23.90	18.81	18.20	20.02	18.02
500	70.15	40.80	29.35	19.97	19.37	21.96	19.96
630	75.84	40.70	35.14	21.17	20.57	23.97	21.97
800	80.05	40.07	39.98	22.42	21.82	26.04	24.04
1000	79.55	40.00	39.55	23.58	22.98	27.98	25.98
1250	84.25	39.80	44.45	24.74	24.14	29.92	27.92
1600	86.60	39.49	47.11	26.03	25.43	32.06	30.06
2000	93.90	38.24	55.66	27.19	26.59	34.00	32.00
2500	95.63	37.53	58.10	28.36	27.75	35.94	33.94
3150	86.97	36.44	50.53	29.56	28.96	37.95	35.95
4000	77.94	35.82	42.12	30.81	30.20	40.02	38.02

Düz bant 100.00

R' = Sesgeçirmezlik (dB)  
R'g = Gerekli sesgeçirmezlik (dB)  
NR = Fon gürültüsü [dB(A)]





**Tablo 5.5. ve Grafik 5.5.** (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma  
[Çakıllı kıyıda deniz dalgası -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>3</sup>) = 200

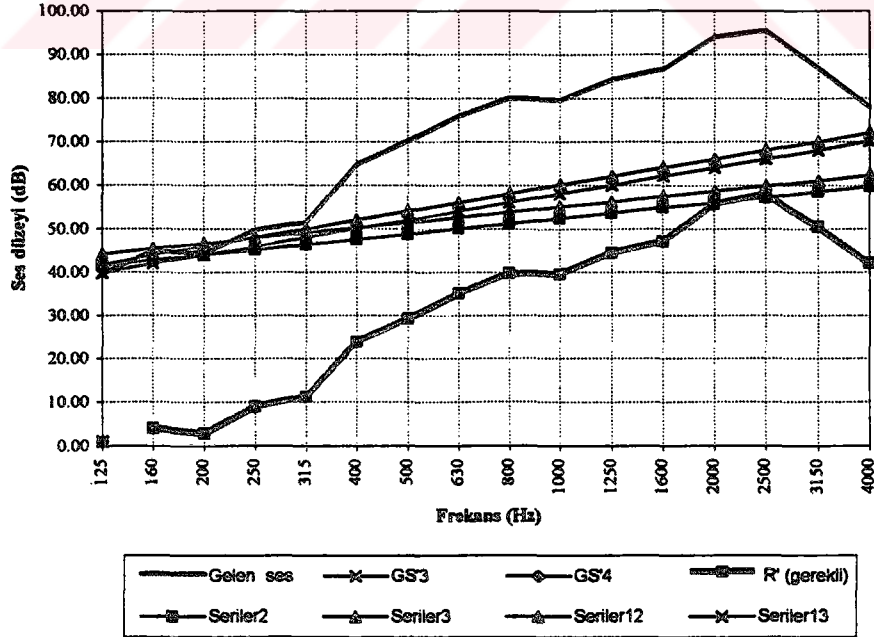
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	R' <sub>g</sub> (dB)	R' <sub>1</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>2</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>3</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>4</sub> (dB) (m,f)
125	39.59	41.68	—	41.58	44.18	41.96	39.96
160	44.91	40.98	3.93	42.87	45.47	44.10	42.10
200	44.29	41.50	2.79	44.03	46.63	46.04	44.04
250	49.61	40.66	8.95	45.19	47.80	47.98	45.98
315	51.34	40.15	11.19	46.40	49.00	49.99	47.99
400	64.70	40.80	23.90	47.64	50.25	52.06	50.06
500	70.15	40.80	29.35	48.81	51.41	54.00	52.00
630	75.84	40.70	35.14	50.01	52.61	56.01	54.01
800	80.05	40.07	39.98	51.26	53.86	58.08	56.08
1000	79.55	40.00	39.55	52.42	55.02	60.02	58.02
1250	84.25	39.80	44.45	53.58	56.18	61.96	59.96
1600	86.60	39.49	47.11	54.87	57.47	64.10	62.10
2000	93.90	38.24	55.66	56.03	58.63	66.04	64.04
2500	95.63	37.53	58.10	57.19	59.80	67.98	65.98
3150	86.97	36.44	50.53	58.40	61.00	69.99	67.99
4000	77.94	35.82	42.12	59.64	62.25	72.06	70.06

Düz bant 100.00

R' = Sesgeçirmezlik (dB)

R'<sub>g</sub> = Gerekli sesgeçirmezlik (dB)

NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



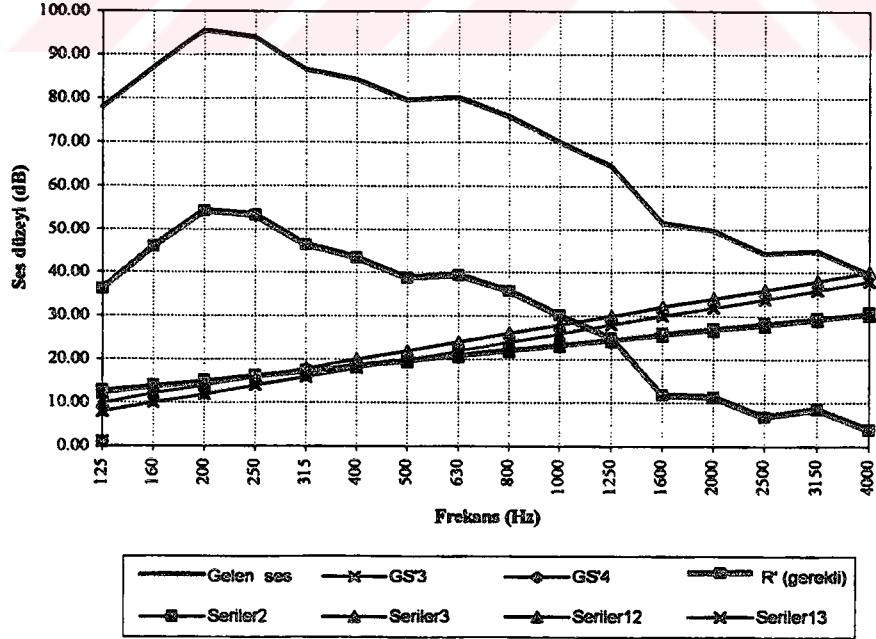
**Tablo 5.6. ve Grafik 5.6.** (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma [Rüzgar -  $L_{eq}$  dB(A)]

$$m \text{ (kg/m}^3\text{)} = \underline{\underline{5}}$$

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	R' <sub>2</sub> (dB)	R' <sub>1</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>2</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>3</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>4</sub> (dB) (m,f)
125	77.94	41.68	36.26	12.74	12.14	9.92	7.92
160	86.97	40.98	43.99	14.03	13.43	12.06	10.06
200	95.63	41.50	54.13	15.19	14.59	14.00	12.00
250	93.90	40.66	53.24	16.36	15.75	15.94	13.94
315	86.60	40.15	46.45	17.56	16.96	17.93	15.93
400	84.25	40.80	43.45	18.81	18.20	20.02	18.02
500	79.55	40.80	38.75	19.97	19.37	21.96	19.96
630	80.05	40.70	39.35	21.17	20.57	23.97	21.97
800	75.84	40.07	35.77	22.42	21.82	26.04	24.04
1000	70.15	40.00	30.15	23.58	22.98	27.98	25.98
1250	64.70	39.80	24.90	24.74	24.14	29.92	27.92
1600	51.34	39.49	11.85	26.03	25.43	32.06	30.06
2000	49.61	38.24	11.37	27.19	26.59	34.00	32.00
2500	44.29	37.53	6.76	28.36	27.75	35.94	33.94
3150	44.91	36.44	8.47	29.56	28.96	37.95	35.95
4000	39.59	35.82	3.77	30.81	30.20	40.02	38.02

Düz bant 100.00

R' = Ses geçirmezlik (dB)  
R'g = Gerekli ses geçirmezlik (dB)  
NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



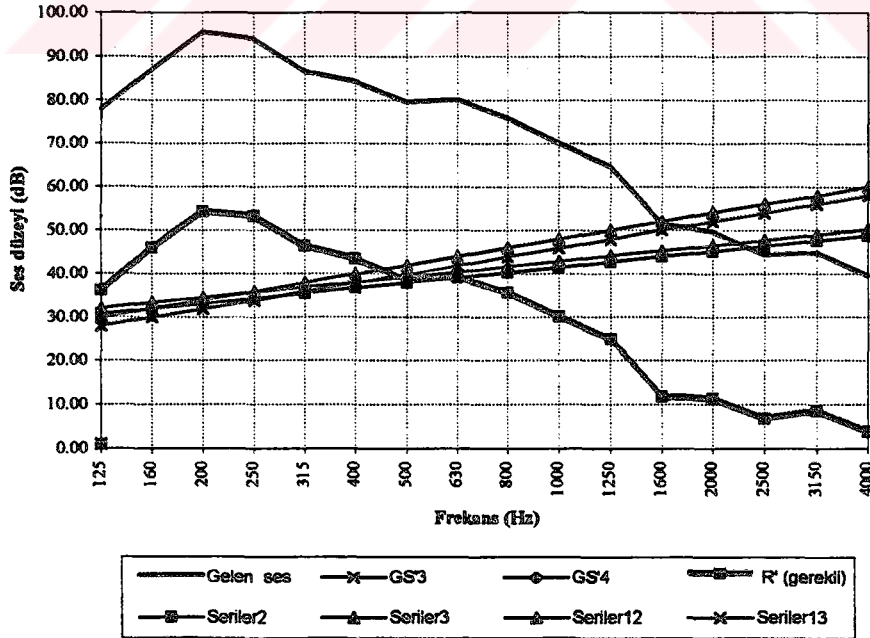
**Tablo 5.7. ve Grafik 5.7. (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma [Rüzgar -  $L_{eq}$  dB(A)]**

$m$  ( $kg/m^2$ ) = 50

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	$R'_g$ (dB)	$R'_1$ (dB) (m,f)	$R'_2$ (dB) (m,f)	$R'_3$ (dB) (m,f)	$R'_4$ (dB) (m,f)
125	77.94	41.68	36.26	30.74	32.14	29.92	27.92
160	86.97	40.98	45.99	32.03	33.43	32.06	30.06
200	95.63	41.50	54.13	33.19	34.59	34.00	32.00
250	93.90	40.66	53.24	34.36	35.75	35.94	33.94
315	86.60	40.15	46.45	35.56	36.96	37.95	35.95
400	84.25	40.80	43.45	36.81	38.20	40.02	38.02
500	79.35	40.80	38.75	37.97	39.37	41.96	39.96
630	80.05	40.70	39.35	39.17	40.57	43.97	41.97
800	75.84	40.07	35.77	40.42	41.82	46.04	44.04
1000	70.15	40.00	30.15	41.58	42.98	47.98	45.98
1250	64.70	39.80	24.90	42.74	44.14	49.92	47.92
1600	51.34	39.49	11.85	44.03	45.43	52.06	50.06
2000	49.61	38.24	11.37	45.19	46.59	54.00	52.00
2500	44.29	37.53	6.76	46.36	47.75	55.94	53.94
3150	44.91	36.44	8.47	47.56	48.96	57.95	55.95
4000	39.59	35.82	3.77	48.81	50.20	60.02	58.02

Düz bant 100.00

$R'$  = Sesgeçirmezlik (dB)  
 $R'_g$  = Gerekli sesgeçirmezlik (dB)  
 NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



**Tablo 5.8. ve Grafik 5.8.** (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma [Rüzgâr -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  ( $kg/m^3$ ) = 200

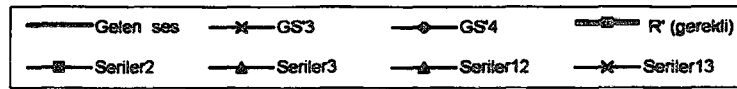
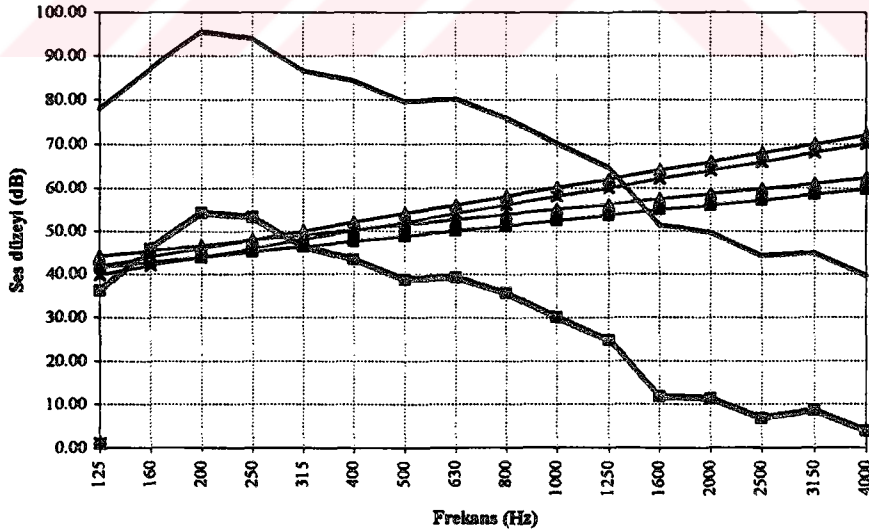
Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	-NR 40 (dB A)	$R'_g$ (dB)	$R'_1$ (dB) (m.f)	$R'_2$ (dB) (m.f)	$R'_3$ (dB) (m.f)	$R'_4$ (dB) (m.f)
125	77.94	41.68	36.26	41.58	44.18	41.96	39.96
160	86.97	40.98	45.99	42.87	45.47	44.10	42.10
200	95.63	41.50	54.13	44.03	46.63	46.04	44.04
250	93.90	40.66	53.24	45.19	47.80	47.98	45.98
315	86.60	40.15	46.45	46.40	49.00	49.99	47.99
400	84.25	40.80	43.45	47.64	50.25	52.06	50.06
500	79.55	40.80	38.75	48.81	51.41	54.00	52.00
630	80.05	40.70	39.35	50.01	52.61	56.01	54.01
800	75.84	40.07	35.77	51.26	53.86	58.08	56.08
1000	70.15	40.00	30.15	52.42	55.02	60.02	58.02
1250	64.70	39.80	24.90	53.58	56.18	61.96	59.96
1600	51.34	39.49	11.85	54.87	57.47	64.10	62.10
2000	49.61	38.24	11.37	56.03	58.63	66.04	64.04
2500	44.29	37.53	6.76	57.19	59.80	67.98	65.98
3150	44.91	36.44	8.47	58.40	61.00	69.99	67.99
4000	39.59	35.82	3.77	59.64	62.25	72.06	70.06

Düz bant 100.00

$R'$  = Ses geçirmezlik (dB)

$R'_g$  = Gerekli ses geçirmezlik (dB)

NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



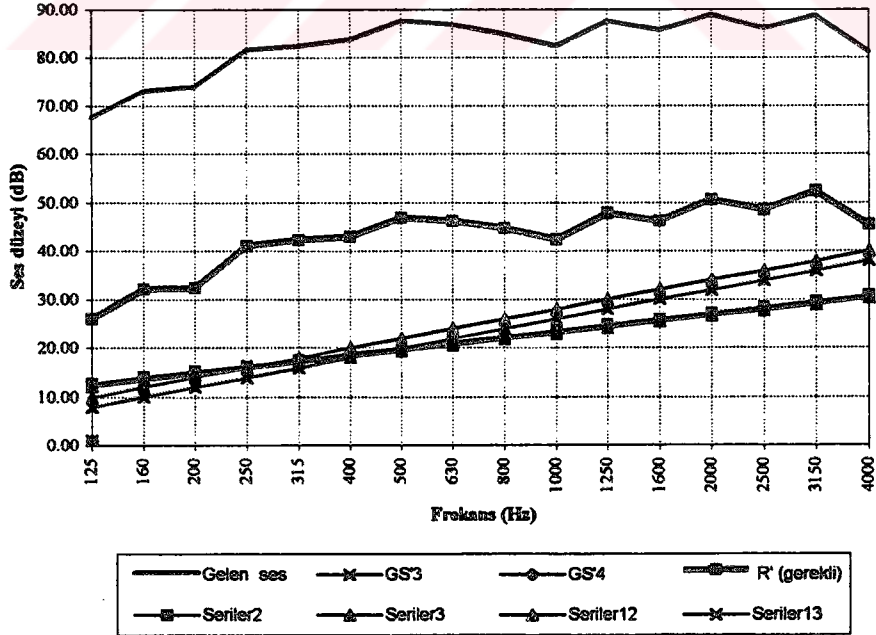
**Tablo 5.9. ve Grafik 5.9. (m,f) Fonksiyonlu formlüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma [Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]**

$m$  ( $kg/m^2$ ) = 5

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	$R'_g$ (dB)	$R'_1$ (dB) (m,f)	$R'_2$ (dB) (m,f)	$R'_3$ (dB) (m,f)	$R'_4$ (dB) (m,f)
125	67.60	41.68	25.92	12.74	12.14	9.92	7.92
160	73.10	40.98	32.12	14.03	13.43	12.06	10.06
200	73.90	41.50	32.40	15.19	14.59	14.00	12.00
250	81.70	40.66	41.04	16.36	15.75	15.94	13.94
315	82.40	40.15	42.25	17.56	16.96	17.95	15.95
400	83.80	40.80	43.00	18.81	18.20	20.02	18.02
500	87.70	40.80	46.90	19.97	19.37	21.96	19.96
630	86.90	40.70	46.20	21.17	20.57	23.97	21.97
800	84.90	40.07	44.83	22.42	21.82	26.04	24.04
1000	82.40	40.00	42.40	23.58	22.98	27.98	25.98
1250	87.70	39.80	47.90	24.74	24.14	29.92	27.92
1600	85.80	39.49	46.31	26.03	25.43	32.06	30.06
2000	88.90	38.24	50.66	27.19	26.59	34.00	32.00
2500	86.10	37.53	48.57	28.36	27.75	35.94	33.94
3150	88.80	36.44	52.36	29.56	28.96	37.95	35.95
4000	81.30	35.82	45.48	30.81	30.20	40.02	38.02

Düz bant 100.00

$R'$  = Ses geçirmezlik (dB)  
 $R'_g$  = Gerekli ses geçirmezlik (dB)  
 NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



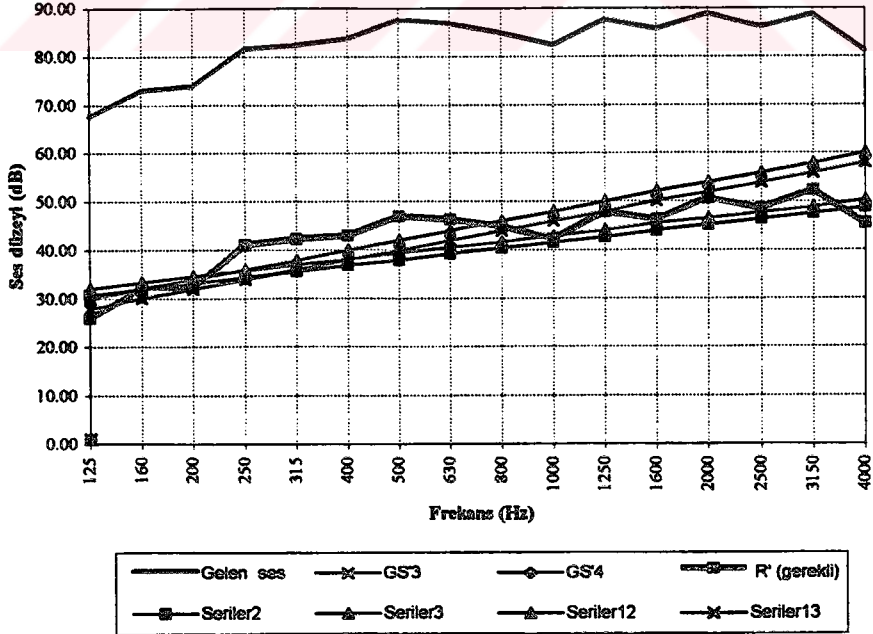
**Tablo 5.10. ve Grafik 5.10** (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma  
[Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 50

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	R' <sub>g</sub> (dB)	R' <sub>1</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>2</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>3</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>4</sub> (dB) (m,f)
125	67.60	41.68	25.92	30.74	32.14	29.92	27.92
160	73.10	40.98	32.12	32.03	33.43	32.06	30.06
200	73.90	41.50	32.40	33.19	34.59	34.00	32.00
250	81.70	40.66	41.04	34.36	35.75	35.94	33.94
315	82.40	40.15	42.25	35.56	36.96	37.95	35.95
400	83.80	40.80	43.00	36.81	38.20	40.02	38.02
500	87.70	40.80	46.90	37.97	39.37	41.96	39.96
630	86.90	40.70	46.20	39.17	40.57	43.97	41.97
800	84.90	40.07	44.83	40.42	41.82	46.04	44.04
1000	82.40	40.00	42.40	41.58	42.98	47.98	45.98
1250	87.70	39.80	47.90	42.74	44.14	49.92	47.92
1600	85.80	39.49	46.31	44.03	45.43	52.06	50.06
2000	88.90	38.24	50.66	45.19	46.59	54.00	52.00
2500	86.10	37.53	48.57	46.36	47.75	55.94	53.94
3150	88.80	36.44	52.36	47.56	48.96	57.95	55.95
4000	81.30	35.82	45.48	48.81	50.20	60.02	58.02

Düz bant 100.00

R' = Ses geçirmezlik (dB)  
R'<sub>g</sub> = Gerekli ses geçirmezlik (dB)  
NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



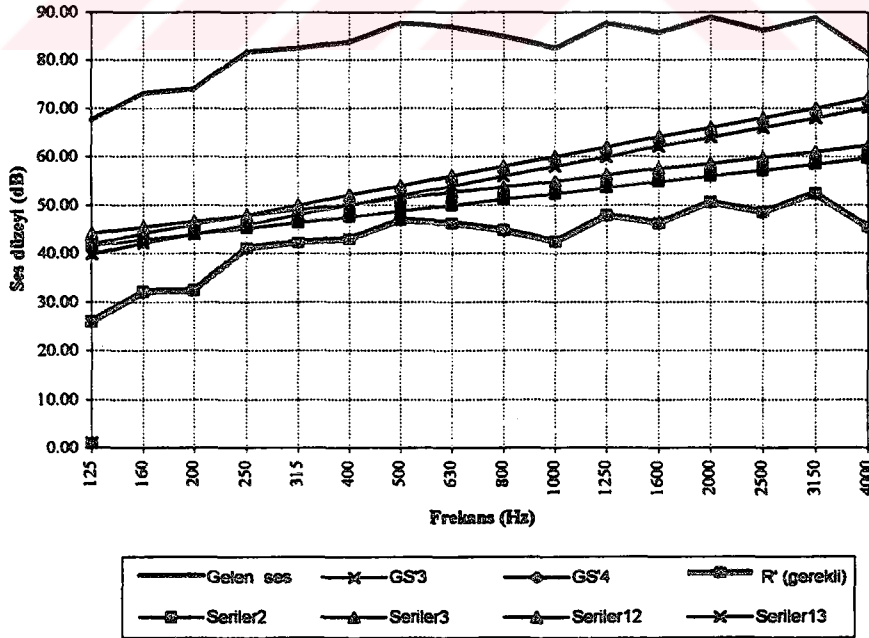
**Tablo 5.11. ve Grafik 5.11.** (m,f) Fonksiyonlu formüller arasında, NR 40 eğrisine göre yapılan karşılaştırma  
[Trafik yolu kavşağı -  $L_{eq}$  dB(A)]

$m$  (kg/m<sup>2</sup>) = 200

Frekans (Hz)	Gelen ses düzeyi [dB(A)]	~NR 40 (dB A)	R' <sub>g</sub> (dB)	R' <sub>1</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>2</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>3</sub> (dB) (m,f)	R' <sub>4</sub> (dB) (m,f)
125	67.60	41.68	25.92	41.58	44.18	41.96	39.96
160	73.10	40.98	32.12	42.87	45.47	44.10	42.10
200	73.90	41.50	32.40	44.03	46.63	46.04	44.04
250	81.70	40.66	41.04	45.19	47.80	47.98	45.98
315	82.40	40.15	42.25	46.40	49.00	49.99	47.99
400	83.80	40.80	43.00	47.64	50.25	52.06	50.06
500	87.70	40.80	46.90	48.81	51.41	54.00	52.00
630	86.90	40.70	46.20	50.01	52.61	56.01	54.01
800	84.90	40.07	44.83	51.26	53.86	58.08	56.08
1000	82.40	40.00	42.40	52.42	55.02	60.02	58.02
1250	87.70	39.80	47.90	53.58	56.18	61.96	59.96
1600	85.80	39.49	46.31	54.87	57.47	64.10	62.10
2000	88.90	38.24	50.66	56.03	58.63	66.04	64.04
2500	86.10	37.53	48.57	57.19	59.80	67.98	65.98
3150	88.80	36.44	52.36	58.40	61.00	69.99	67.99
4000	81.30	35.82	45.48	59.64	62.25	72.06	70.06

Düz bant 100.00

R' = Ses geçirmezlik (dB)  
R'<sub>g</sub> = Gerekli ses geçirmezlik (dB)  
NR = Fon gürültüsü [dB(A)]



## 6. SONUÇ

Gürültü, çağımızın önemli bir sorunu haline gelmiş ve bu sorun ile birlikte gürültü denetimi çalışmalarının önemi giderek artış göstermiştir. Gürültü denetimi çalışmalarının, mimarlar için önem taşıyan, ikinci aşamasında (kaynakla alıcı arasındaki denetim) ses geçiş kaybını veren formüller önemli bir yer tutmaktadır. Fakat bu formüllerin sayısının birden fazla oluşu ve hepsi ile farklı sonuçların elde edilmesi bazı belirsizlikler yaratmaktadır. Yapılan çalışmada bu belirsizliklerin en aza indirgenmesi ve konu ile ilgili kişilere formül seçiminde yararlanılabilecek ipuçlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen amaç doğrultusunda, ses geçiş kayıplarının hesap yolu ile saptanmasında kullanılan bazı formüller birbiri ile karşılaştırılmış ve gürültü tayflarına bağlı olarak oluşturdukları farklılıklar incelenmiştir.

İlk adım olarak, iki gruba ayrılan formüller, önce kendi aralarında, daha sonra birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Formüller ile elde edilen birçok ses geçiş kaybı sonuçları arasındaki farkların, insan kulağının ayırt edebileceği 3 dB'lik farkın üzerinde olduğu ortaya çıkmıştır. En düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren formüllerin, gürültü denetimi için yapılan hesaplarda kullanılmasının, elde edilecek ses düzeyinin pratikte yetersiz olma olasılığını en az düzeye indireceği düşünülmüş ve sonuçlar bu ilke doğrultusunda oluşturulmuştur.

(m) Fonksiyonlu formüllerden en düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren formüller belirli kütle ağırlıkları için değişiklik göstermektedir. En büyük kütle ağırlık bölgesini içeren formül  $R_5$  formülüdür. Bu formül,  $35 \text{ kg/m}^2$  ile  $229 \text{ kg/m}^2$  arasındaki kütle ağırlık değerine sahip malzemeler için en düşük ses geçiş kaybı sonucunu vermektedir.

(m,f) Fonksiyonlu formüllerden en düşük ses geçiş kaybı sonucunu veren formüller, her kütle ağırlığı için, frekans değerlerine bağlı olarak değişmektedir.

250 Hz civarında elde edilen bütün sonuçlar birbirine yakın çıkmaktadır. Gürültü denetiminde 125 Hz - 4000 Hz arasındaki frekansların önem taşıdığı düşünülür ise bu frekans değerlerinin büyük bölümünde  $R'_2$  formülünün en düşük ses geçiş kaybı sonucunu verdiği söylenebilir ( $10 \text{ kg/m}^2$ 'den düşük kütle ağırlıkları için  $R'_1$  formülü en düşük ses geçiş kaybı sonucunu vermektedir).

(m) Fonksiyonlu formül sonuçlarının, (m,f) fonksiyonlu formül sonuçlarına göre ortalama bir değer verdiği kabul edilmektedir. Fakat yapılan çalışmada (m) fonksiyonlu formül sonuçlarının büyük bir çoğunluğunun, 500 Hz ile elde edilen sonuçların çok altında kaldığı ve bu yüzden de, (m,f) fonksiyonlu formüllere oranla, çok düşük ses geçiş kayıplarının elde edildiği görülmüştür.

Dördüncü bölümde formüllerin, değişik gürültü tayfları kullanıldığında geçen ses düzeylerinde ne gibi farklılık yarattıkları incelenmiştir. Gürültü tayflarının değişiklik göstermesi, iki grup formül sonucunda elde edilen geçen ses düzeyleri arasındaki farkların da değişiklik göstermesine neden olmaktadır. Gürültü tayfında baskın frekans alçak frekanslara doğru kaydıka, geçen ses düzeyleri arasındaki baskın frekansa göre oluşan fark giderek azalmaktadır. Gelen gürültü tayfi düze yaklaştıkça (m) ve (m,f) fonksiyonlu formüller ile elde edilen geçen ses düzeyleri bütün frekanslarda birbirine daha yakın sonuç vermektedir.

Ayrıca gürültü tayfinin farklılık göstermesi ile, (m,f) fonksiyonlu formüller uygulandıktan sonra, geçen ses düzeylerinin oluşturduğu tayf eğrisinde değişikliğin meydana geldiği görülmektedir. Alçak frekanslardaki ses düzeyinin yüksek olduğu bir gürültü tayfinin cıdardan geçtikten sonra alçak frekanslardaki ses düzeyi artışının, yüksek frekanslara oranla, daha fazlalaştığı; yüksek frekanslardaki ses düzeyinin yüksek olduğu bir gürültü tayfinin ise daha düz bir hale geldiği ortaya çıkmıştır. Beşinci bölümde ise, bu sebepten dolayı, ses düzeyinin yüksek olduğu frekansların alçak frekanslara doğru kayması ile, gerekli ses geçiş kaybı değerinin

elde edilmesinde, daha düşük kütle ağırlıklarının kullanılmasının yeterli olduğu görülmüştür.

Bu tezde gerçekleştirilen inceleme ve değerlendirmeler ile, gürültü sorununun olduğu yerlerde, denetim çalışmalarının yetersiz kalma olasılığının en aza indirgenmesine katkıda bulunulmuştur.



**KAYNAKLAR**

- 1- ARISOY, A., 1987. Havalandırma sistemlerinde ses / gürültü problemi, Termas A.Ş. Teknik yayınları 4, İstanbul : (5-8)
- 2- CYRIL, M.H., 1979. Handbook of noise control, McGraw Hill Book Company, USA : (8-11), (22-2,5), (27-5)
- 3- BRÜEL & KJÆR, 1988. Measurements in building acoustics : 31-32
- 4- BRÜEL & KJÆR, 1988. Industrial noise control and hearing testing : 15-28
- 5- BRÜEL & KJÆR, 1978. Architectural acoustics, Denmark : 67-70
- 6- HALL, D.E., 1987. Basic acoustics, John Willey & Sons, Canada : 34-37
- 7- KARABİBER, Z., 1992. Mimari akustikte ses ölçmeleri, Yıldız Üniversitesi Basımevi, İstanbul : 37-71
- 8- MAEKAWA Z., LORD P., 1994 . Enviromental and architectural acoustics, 167-174
- 9- PARKER, S.P., 1987. Acoustics source book, McGraw Hill Book Company, USA : 107-153
- 10- SİREL, Ş., 1974. Yapı akustiği I, İnkılap ve Aka Basımevi, İstanbul : 23-115
- 11- SİREL, Ş., 1993. Yapı fiziği konuları I, İstanbul : 16-21
- 12- ŞEREFHANOĞLU, M., 1987. Yapılarda dış gürültü denetimi, Yıldız Üniversitesi Basımevi, İstanbul : 8-14
- 13- ŞEREFHANOĞLU, M., 1987. Gürültü denetiminde kabul edilebilecek gürültü düzeylerinin belirlenmesi, Yıldız Üniversitesi Basımevi, İstanbul : 1-8
- 14- ŞEREFHANOĞLU, M., 1992. Yapılarda dış gürültü açısından tek ve çift cam yüzeyler, Yıldız Üniversitesi Basımevi, İstanbul : 1-8
- 15- VEDEILHIE, R., 1967. l'Acoustique élémentaire dans le batiment, Dunod.

**EK**



**Ek 1.1. (m,f) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen sesgeçirmezlik sonuçları arasındaki farklar (f= 16 Hz)**

m	R' <sub>1</sub> - R' <sub>2</sub>	R' <sub>1</sub> - R' <sub>3</sub>	R' <sub>1</sub> - R' <sub>4</sub>	R' <sub>2</sub> - R' <sub>3</sub>	R' <sub>2</sub> - R' <sub>4</sub>	R' <sub>3</sub> - R' <sub>4</sub>
5	-0.60	9.97	11.97	9.37	11.37	2.00
7.5	-0.25	9.62	11.62	9.37	11.37	2.00
10	0.00	9.37	11.37	9.37	11.37	2.00
12.5	0.19	9.17	11.17	9.37	11.37	2.00
15	0.35	9.01	11.01	9.37	11.37	2.00
17.5	0.49	8.88	10.88	9.37	11.37	2.00
20	0.60	8.76	10.76	9.37	11.37	2.00
25	0.80	8.57	10.57	9.37	11.37	2.00
30	0.95	8.41	10.41	9.37	11.37	2.00
35	1.09	8.28	10.28	9.37	11.37	2.00
40	1.20	8.16	10.16	9.37	11.37	2.00
45	1.31	8.06	10.06	9.37	11.37	2.00
50	1.40	7.97	9.97	9.37	11.37	2.00
60	1.56	7.81	9.81	9.37	11.37	2.00
70	1.69	7.68	9.68	9.37	11.37	2.00
80	1.81	7.56	9.56	9.37	11.37	2.00
90	1.91	7.46	9.46	9.37	11.37	2.00
100	2.00	7.37	9.37	9.37	11.37	2.00
120	2.16	7.21	9.21	9.37	11.37	2.00
140	2.29	7.07	9.07	9.37	11.37	2.00
160	2.41	6.96	8.96	9.37	11.37	2.00
180	2.51	6.86	8.86	9.37	11.37	2.00
200	2.60	6.76	8.76	9.37	11.37	2.00
220	2.68	6.68	8.68	9.37	11.37	2.00
240	2.76	6.61	8.61	9.37	11.37	2.00
260	2.83	6.54	8.54	9.37	11.37	2.00
280	2.89	6.47	8.47	9.37	11.37	2.00
320	2.95	6.41	8.41	9.37	11.37	2.00
320	3.01	6.36	8.36	9.37	11.37	2.00

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

Ek 1.2. (m,f) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen sesgeçirmezlik sonuçları arasındaki farklar (f = 63 Hz)

m	$R'_1 - R'_2$	$R'_1 - R'_3$	$R'_1 - R'_4$	$R'_2 - R'_3$	$R'_2 - R'_4$	$R'_3 - R'_4$
5	-0.60	5.21	7.21	4.61	6.61	2.00
7.5	-0.25	4.86	6.86	4.61	6.61	2.00
10	0.00	4.61	6.61	4.61	6.61	2.00
12.5	0.19	4.41	6.41	4.61	6.61	2.00
15	0.35	4.25	6.25	4.61	6.61	2.00
17.5	0.49	4.12	6.12	4.61	6.61	2.00
20	0.60	4.00	6.00	4.61	6.61	2.00
25	0.80	3.81	5.81	4.61	6.61	2.00
30	0.95	3.65	5.65	4.61	6.61	2.00
35	1.09	3.52	5.52	4.61	6.61	2.00
40	1.20	3.40	5.40	4.61	6.61	2.00
45	1.31	3.30	5.30	4.61	6.61	2.00
50	1.40	3.21	5.21	4.61	6.61	2.00
60	1.56	3.05	5.05	4.61	6.61	2.00
70	1.69	2.92	4.92	4.61	6.61	2.00
80	1.81	2.80	4.80	4.61	6.61	2.00
90	1.91	2.70	4.70	4.61	6.61	2.00
100	2.00	2.61	4.61	4.61	6.61	2.00
120	2.16	2.45	4.45	4.61	6.61	2.00
140	2.29	2.31	4.31	4.61	6.61	2.00
160	2.41	2.20	4.20	4.61	6.61	2.00
180	2.51	2.09	4.09	4.61	6.61	2.00
200	2.60	2.00	4.00	4.61	6.61	2.00
220	2.68	1.92	3.92	4.61	6.61	2.00
240	2.76	1.84	3.84	4.61	6.61	2.00
260	2.83	1.78	3.78	4.61	6.61	2.00
280	2.89	1.71	3.71	4.61	6.61	2.00
320	2.95	1.65	3.65	4.61	6.61	2.00
320	3.01	1.59	3.59	4.61	6.61	2.00

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı ( $\text{kg/m}^2$ )  
f = Frekans (Hz)

**Ek 1.3. (m,f) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen sesgeçirmezlik sonuçları arasındaki farklar (f = 250 Hz)**

m	R' <sub>1</sub> - R' <sub>2</sub>	R' <sub>1</sub> - R' <sub>3</sub>	R' <sub>1</sub> - R' <sub>4</sub>	R' <sub>2</sub> - R' <sub>3</sub>	R' <sub>2</sub> - R' <sub>4</sub>	R' <sub>3</sub> - R' <sub>4</sub>
5	-0.60	0.42	2.42	-0.18	1.82	2.00
7.5	-0.25	0.07	2.07	-0.18	1.82	2.00
10	0.00	-0.18	1.82	-0.18	1.82	2.00
12.5	0.19	-0.38	1.62	-0.18	1.82	2.00
15	0.35	-0.54	1.46	-0.18	1.82	2.00
17.5	0.49	-0.67	1.33	-0.18	1.82	2.00
20	0.60	-0.79	1.21	-0.18	1.82	2.00
25	0.80	-0.98	1.02	-0.18	1.82	2.00
30	0.95	-1.14	0.86	-0.18	1.82	2.00
35	1.09	-1.27	0.73	-0.18	1.82	2.00
40	1.20	-1.39	0.61	-0.18	1.82	2.00
45	1.31	-1.49	0.51	-0.18	1.82	2.00
50	1.40	-1.58	0.42	-0.18	1.82	2.00
60	1.56	-1.74	0.26	-0.18	1.82	2.00
70	1.69	-1.87	0.13	-0.18	1.82	2.00
80	1.81	-1.99	0.01	-0.18	1.82	2.00
90	1.91	-2.09	-0.09	-0.18	1.82	2.00
100	2.00	-2.18	-0.18	-0.18	1.82	2.00
120	2.16	-2.34	-0.34	-0.18	1.82	2.00
140	2.29	-2.48	-0.48	-0.18	1.82	2.00
160	2.41	-2.59	-0.59	-0.18	1.82	2.00
180	2.51	-2.69	-0.69	-0.18	1.82	2.00
200	2.60	-2.79	-0.79	-0.18	1.82	2.00
220	2.68	-2.87	-0.87	-0.18	1.82	2.00
240	2.76	-2.94	-0.94	-0.18	1.82	2.00
260	2.83	-3.01	-1.01	-0.18	1.82	2.00
280	2.89	-3.08	-1.08	-0.18	1.82	2.00
320	2.95	-3.14	-1.14	-0.18	1.82	2.00
320	3.01	-3.19	-1.19	-0.18	1.82	2.00

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

**Ek 1.4. (m,f) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen sesgeçirmezlik sonuçları arasındaki farklar (f = 4000 Hz)**

m	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub> - R <sub>4</sub>	R <sub>2</sub> - R <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> - R <sub>4</sub>	R <sub>3</sub> - R <sub>4</sub>
5	-0.60	-9.21	-7.21	-9.82	-7.82	2.00
7.5	-0.25	-9.57	-7.57	-9.82	-7.82	2.00
10	0.00	-9.82	-7.82	-9.82	-7.82	2.00
12.5	0.19	-10.01	-8.01	-9.82	-7.82	2.00
15	0.35	-10.17	-8.17	-9.82	-7.82	2.00
17.5	0.49	-10.30	-8.30	-9.82	-7.82	2.00
20	0.60	-10.42	-8.42	-9.82	-7.82	2.00
25	0.80	-10.61	-8.61	-9.82	-7.82	2.00
30	0.95	-10.77	-8.77	-9.82	-7.82	2.00
35	1.09	-10.90	-8.90	-9.82	-7.82	2.00
40	1.20	-11.02	-9.02	-9.82	-7.82	2.00
45	1.31	-11.12	-9.12	-9.82	-7.82	2.00
50	1.40	-11.21	-9.21	-9.82	-7.82	2.00
60	1.56	-11.37	-9.37	-9.82	-7.82	2.00
70	1.69	-11.51	-9.51	-9.82	-7.82	2.00
80	1.81	-11.62	-9.62	-9.82	-7.82	2.00
90	1.91	-11.72	-9.72	-9.82	-7.82	2.00
100	2.00	-11.82	-9.82	-9.82	-7.82	2.00
120	2.16	-11.97	-9.97	-9.82	-7.82	2.00
140	2.29	-12.11	-10.11	-9.82	-7.82	2.00
160	2.41	-12.22	-10.22	-9.82	-7.82	2.00
180	2.51	-12.33	-10.33	-9.82	-7.82	2.00
200	2.60	-12.42	-10.42	-9.82	-7.82	2.00
220	2.68	-12.50	-10.50	-9.82	-7.82	2.00
240	2.76	-12.58	-10.58	-9.82	-7.82	2.00
260	2.83	-12.65	-10.65	-9.82	-7.82	2.00
280	2.89	-12.71	-10.71	-9.82	-7.82	2.00
320	2.95	-12.77	-10.77	-9.82	-7.82	2.00
320	3.01	-12.83	-10.83	-9.82	-7.82	2.00

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

**Ek 1.5. (m,f) Fonksiyonlu formüller ile elde edilen sesgeçirmezlik sonuçları arasındaki farklar (f = 16000 Hz)**

m	R <sub>1</sub> - R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub> - R <sub>3</sub>	R <sub>1</sub> - R <sub>4</sub>	R <sub>2</sub> - R <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> - R <sub>4</sub>	R <sub>3</sub> - R <sub>4</sub>
5	-0.60	-14.03	-12.03	-14.63	-12.63	2.00
7.5	-0.25	-14.38	-12.38	-14.63	-12.63	2.00
10	0.00	-14.63	-12.63	-14.63	-12.63	2.00
12.5	0.19	-14.83	-12.83	-14.63	-12.63	2.00
15	0.35	-14.99	-12.99	-14.63	-12.63	2.00
17.5	0.49	-15.12	-13.12	-14.63	-12.63	2.00
20	0.60	-15.24	-13.24	-14.63	-12.63	2.00
25	0.80	-15.43	-13.43	-14.63	-12.63	2.00
30	0.95	-15.59	-13.59	-14.63	-12.63	2.00
35	1.09	-15.72	-13.72	-14.63	-12.63	2.00
40	1.20	-15.84	-13.84	-14.63	-12.63	2.00
45	1.31	-15.94	-13.94	-14.63	-12.63	2.00
50	1.40	-16.03	-14.03	-14.63	-12.63	2.00
60	1.56	-16.19	-14.19	-14.63	-12.63	2.00
70	1.69	-16.32	-14.32	-14.63	-12.63	2.00
80	1.81	-16.44	-14.44	-14.63	-12.63	2.00
90	1.91	-16.54	-14.54	-14.63	-12.63	2.00
100	2.00	-16.63	-14.63	-14.63	-12.63	2.00
120	2.16	-16.79	-14.79	-14.63	-12.63	2.00
140	2.29	-16.93	-14.93	-14.63	-12.63	2.00
160	2.41	-17.04	-15.04	-14.63	-12.63	2.00
180	2.51	-17.14	-15.14	-14.63	-12.63	2.00
200	2.60	-17.24	-15.24	-14.63	-12.63	2.00
220	2.68	-17.32	-15.32	-14.63	-12.63	2.00
240	2.76	-17.39	-15.39	-14.63	-12.63	2.00
260	2.83	-17.46	-15.46	-14.63	-12.63	2.00
280	2.89	-17.53	-15.53	-14.63	-12.63	2.00
320	2.95	-17.59	-15.59	-14.63	-12.63	2.00
320	3.01	-17.64	-15.64	-14.63	-12.63	2.00

R = Sesgeçirmezlik (dB)  
m = Kütle ağırlığı (kg/m<sup>2</sup>)  
f = Frekans (Hz)

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Doğum tarihi : 13 . 03 . 1971**

**Doğum yeri : Mersin**

**Öğrenim ve mezuniyet yılları ;**

**Orta - Lise : Mersin Özel Toros Koleji, 1988**

**Yüksek Okul : Yıldız Teknik Üniversitesi, 1993**

**Çalıştığı yerler ve yıllar :**

**1. Algan Mimarlık - Dekorasyon Ltd.Şti., Mersin, 1990**

**2. Karacaaslan Mimarlık İnş. Ltd. Şti., İstanbul, 1992 - 1994**

**3. Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San. Tic. A.Ş., İstanbul, 1994,1995**

**Yabancı dil : İngilizce**