

YAPI FİZİĞİ 1

YAPI AKUSTİĞİ

2017-2018 Güz yy

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Ar. Gör. Y. Mim. Ahmet ATMACA

Yapı Fiziği 1

Yapıda Gürültü Denetimi

Süreci

Yapıda gürültü denetimi

Yapıda gürültü denetiminde;

1. Alıcı hacmin işlevine bağlı kabul edilebilir gürültü düzeyleri (sınır değerler),
 2. Alıcı hacmi etkileyen gürültü düzeyi (dış ya da iç bölme elemanına gelen gürültü),
 3. Kaynak ve alıcı hacmi birbirinden ayıran yapı elemanının ses geçiş kaybı,
 4. Alıcı hacmin toplam yutuculuğu,
- temel öğelerdir.



1. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Hacmin işlevine bağlı kabul edilebilir gürültü düzeyleri;

- tek sayılı ortalama değerler
- frekansa bağlı değerler

olarak yönetmelikler ve/ ya da standartlarla belirlenmiştir.

Tek sayılı değerler bir mekandaki akustik konforu belirlemede genel bir yargıya varmak için kullanılır.

Frekansa bağlı değerler uygulamada (yeni tasarımlarda ya da iyileştirmede kullanılır.

1. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Tek sayılı değerler

- Ülkemizde kabul edilebilir gürültü düzeyleri “Çevresel Gürültünün değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” ile yasal olarak belirlenmiştir.

1. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ÇGDYY (2002/49/EC)

ÇGDYY Tablo-1: Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Alanlar	Yenilenmiş/Onarılmış yollar		Mevcut yollar	
	$L_{\text{gündüz}}$ (dBA)	L_{gece} (dBA)	$L_{\text{gündüz}}$ (dBA)	L_{gece} (dBA)
Kırsal alanlar	55	45	60	50
Gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları), yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri	60	50	65	55
Yerleşim alanları	63	53	68	58
İş alanları ve yerleşim alanları	65	55	70	60
Endüstriyel alanlar	67	57	72	62

ÇGDYY Tablo-2: Metrolar İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Yer altı İstasyonları	$L_{gündüz}$ (dBA)	Yerüstü İstasyonları	$L_{gündüz}$ (dBA)
Gişeler, merdivenler, koridorlar	55	Platformlar (platform kenarında 1.8 m'de)	70
Platformlar (platform kenarından 1.8 m. de)	80	Duran- Kalkan trenler	75
Duran ve kalkan trenler için	85	Çalışır Durumda Bekleyen trenler	65
Geçen trenler için	85		
Çalışır durumda bekleyen trenler için	65		
İstasyon içinde Havalandırma sistemi	55		
Caddelerde havalandırma kanalları (9.0 m'de)	55		
İstasyon içinde kapalı hacimlerde bulunan acil havalandırma fanları (22.5 m.'de)	80		

ÇGDYY Tablo-3: Hava Alanı Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Alanlar	Küçük hava alanları (yılda elli binin altında iniş/ kalkışın olduğu hava alanları)		Büyük hava alanları (yılda elli bin ve üstü iniş/ kalkışın olduğu hava alanları) veya askeri havaalanları	
	L _{gündüz} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları), yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri Otel, motel, yazlık yerleşim yerleri ve kamp yerleri	63	53	68	58
Yerleşim alanları	65	55	70	60
Karışık (yerleşim alanları, işyerleri, endüstri ve benzeri.)	67	57	72	62
Endüstriyel alanlar	70	60	75	65

ÇGDYY Tablo-4: Endüstriyel Tesisler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Alanlar	$L_{\text{gündüz}}$ (dBA)	L_{gece} (dBA)
Endüstriyel alanlar (sanayi bölgeleri)	70	60
Endüstriyel ve yerleşimin birlikte olduğu alanlar (ağırlıklı endüstriyel)	68	58
Endüstriyel ve yerleşimin birlikte olduğu alanlar (ağırlıklı yerleşim)	65	55
Kırsal alanlar ve yerleşim alanları	60	50

ÇDDYY Tablo-5: Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Faaliyet türü (yapım, yıkım ve onarım)	L_{gündüz} (dBA)
Bina	70
Yol	75
Diğer kaynaklar	70

ÇGDYY Tablo-8: İç Mekan Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri

Kullanım Alanı		L_{eq} (dBA)	Zaman Dilimi (h)
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	Sürekli
	Sinema salonları	30	Sürekli
	Konser salonları	25	Sürekli
	Konferans salonları	30	Sürekli
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kurumları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	Sürekli
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	Sürekli
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi, laboratuvarlar, özel eğitim tesisleri, özürllüler tesisler ve benzeri.	35	Ders sırasında
	Spor salonu, yemekhane	55	Faaliyet süresince
	Okul öncesi yatak odaları	30	Uyku sırasında
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	30	Uyku sırasında
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	Yemek süresince

ÇGDYY Tablo-8: İç Mekan Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri

Kullanım Alanı		L_{eq} (dBA)	Zaman Dilimi (h)
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55	Sürekli
Ticari Yapılar	Büyük ofis	35	Çalışma sırasında
	Toplantı salonları	35	Çalışma sırasında
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	60	Çalışma sırasında
	Oyun odaları	60	Oyun süresince
	Özel büro (uygulamalı)	50	Çalışma süresince
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	60	Çalışma süresince
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri.	60	Çalışma süresince
	Ticari depolama	45	Faaliyet süresince
	Lokantalar	45	Çalışma süresince
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45	Çalışma süresince
	Laboratuvarlar	45	Çalışma süresince
	Toplantı salonları	35	Çalışma süresince
	Bilgisayar odaları	45	Çalışma süresince
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	Faaliyet süresince

ÇGDYY Tablo-8: İç Mekan Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri

Kullanım Alanı		L_{eq} (dBA)	Zaman Dilimi (h)
Konut Alanları	Yatak odaları (şehir içinde)	40	Gece süresince
	Yatak odaları (şehir dışında)	35	Gece süresince
	Oturma odaları (şehir içinde)	55	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir dışı)	40	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir kenarı)	45	Gündüz-akşam süresince
	Servis bölümleri (mutfak) (şehir içi, dışı ve şehir kenarı)	60	Faaliyet süresince

Tablo-6: Günün Saatlerine Göre Gerekli Düzeltme

Tablo-7: Pencere Durumuna Göre İçerdeki Düzeltme

Günün Saatleri	Düzeltme (dBA)
Gündüz saatleri	0
Ak�am Saatleri	-5
Gece Saatleri	-10

Pencere durumu	Düzeltme (dBA)
Pencere açık	+10
Pencere kapalı	0

1. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Frekansa göre değerler

Frekansa göre kabul edilebilir gürültü düzeyleri;

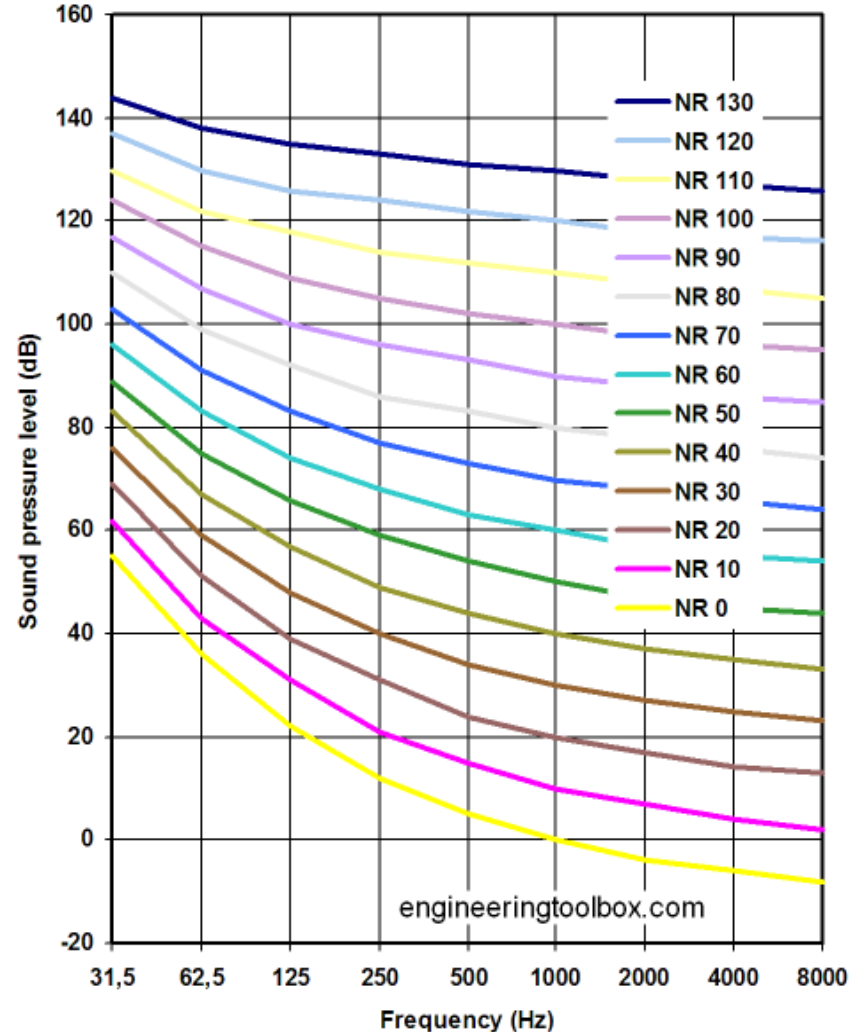
- ISO ve TSE standartlarında NR Noise Rating
 - ABD'de NC Noise Criteria
- Olarak kullanılır.

1. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Frekansa göre değerler

NR eğrileri kabul edilebilir değerler

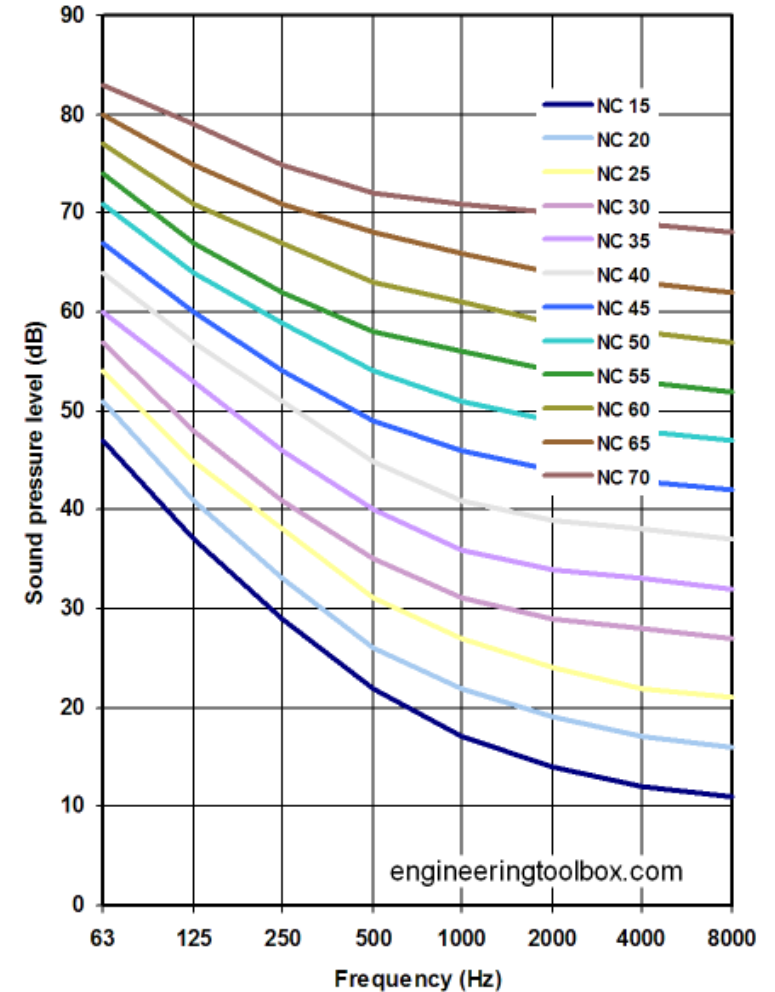
- NR 25 Konser salonları, yayın ve kayıt stüdyoları, dini yapılar
- NR 30 Konutlar, hastaneler, tiyatrolar, sinemalar, konferans salonları
- NR 35 Kütüphaneler, müzeler, toplantı odaları, hastaneler, Libraries, museums, court rooms, schools, hospitals operating theaters and wards, oteller, özel ofisler
- NR45 Mağazalar, kantinler büyük ofisler, kantinler
- NR 50 İş makineleri olan ofisler
- NR 60 Hafif mühendislik atölyeleri
- NR 70 Fabrikalar, ağır sanayi atölyeleri



1. Kabul edilebilir gürültü düzeyleri

Frekansa göre değerler

İşlev	Önerilen NC
Haber ve kayıt stüdyoları	10
Konser, opera ve resital salonları	10-15
Büyük tiyatro ve oditoryumlar	<20
Küçük tiyatro, oditoryum konferans salonları	<30
Yatak odası, hastane, otel odası	25-40
Sınıf, kütüphane, küçük bürolar	30-40
Büyük bürolar, kafeterya ve lokantalar	35-45
Konuşma gereksinimi olmayan atelyeler	55-70

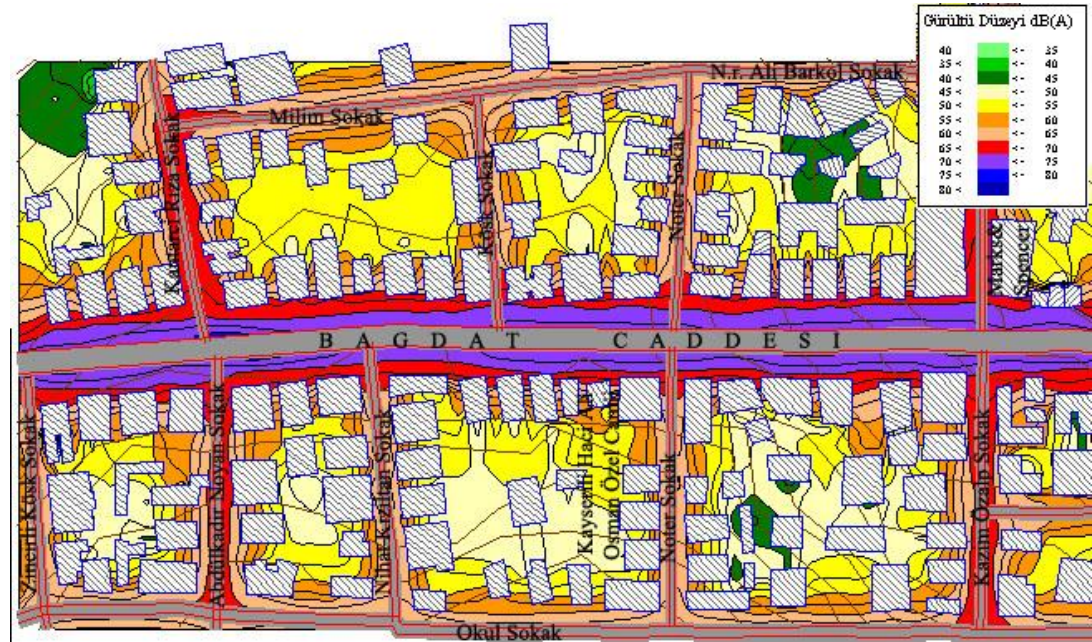


2. Bölme elemanına gelen gürültü düzeyi

Alıcı mekanı ile kaynak mekanı birbirinden ayıran bölme elemanına gelen gürültü düzeyi;

- Ölçmeler,
- Hesaplamalar,
- Gürültü haritaları

ile belirlenebilir.



3. Yapı elemanının ses geçiş kaybı

Kaynak mekanla alıcı mekanı birbirinden ayıran yapı elemanının (tek ya da bileşik cidar) ses geçiş kaybı;

- Hesap

- Yerinde ölçme

- Malzeme üreticilerinin verdiği ya da yayınlarda verilen ses geçiş kaybı değerleri

kullanılarak belirlenebilir.

Tek Cidarlarda Frekansa Bağlı Ses Geçiş Kaybı

$$R (TL) = 20 \log fm - 47$$

$R (TL)$ = Ses geçiş kaybı (dB)

m = kitle (kg/m^2)

f = frekans (Hz)

Kitle Yasası;

» Kitlenin

» Frekansın

iki katına çıkması ile ses geçiş kaybının 6 dB artacağını öngörür. Ancak gerçekte cidarların ses geçiş kayıpları tam olarak böyle değişmez.

Değerlendirme

Kitle ağırlığı dışında; cidara eğik gelen seslerle oluşan dalgalanma, cidarın öz frekansındaki gelen seslerin cidarı daha kolay titreştirmesi ya da cidarı oluşturan gerecin esnekliği, cidarın gerçek ses geçiş kaybını belirler.

Ses geçiş kaybı değerlerine örnekler /ölçülmüş değerler

	STC(Rw)	125	250	500	1000	2000	4000
Camlar							
4mm glass in aluminum fr.	28	20	22	28	34	34	30
6mm glass	31	25	28	31	34	30	37
Çift camlar							
3/6/3 glass/air/glass (mm)	28	24	24	24	34	39	32
3/25/3 glass/air/glass (mm)	35	25	20	34	41	46	35
3/100/6 glass/air/glass (mm)	45	29	35	44	46	47	50
6/25/6 glass/air/glass (mm)	39	24	32	37	43	37	47
duvarlar							
single leaf plastered both side (240 kg/m ²)	47	34	37	41	51	58	62
cavity brickwork(480 kg/m ²)	51	41	45	48	56	58	62
levhalar							
two layersof 13 mm plasterboard	30	24	29	31	32	30	36
6 mm steel plate (50 kg/m ²)	38	27	35	41	39	39	46
kapılar							
43 mm solid core door	26	17	21	26	29	31	34
acoustic metal doorset,dbl seals	47	36	39	44	49	54	57

Bileşik Cidarlarda Ses Geçiş Kaybı Hesabı

$$R = R_2 + 10\log(S/S_2)$$

R_2 = ses geçiş kaybı az olan cidarın ses geçiş kaybı (dB)

S = Toplam bileşik cidar alanı (m²)

S_2 = ses geçiş kaybı az olan cidarın alanı (m²)

Bileşik Cidarlarda Ses Geçiş Kaybı

- Bileşik cidarların ses geçiş kaybını arttırmanın en akılcı yolu;
- **ses geçiş kaybı düşük olan yapı elemanının alanını küçültmek değil, bu elemanın ses geçiş kaybını, ses geçiş kaybı yüksek olana yaklaştırmaktır.**
- Bu çözüm, kitlenin belli oranda artırılması ile sağlanabileceği gibi çift cidar uygulamaları ile de sağlanabilir.

4. Alıcı hacmin toplam yutuculuğu

Alıcı hacmin toplam yutuculuğu;

➤ Hesap,

➤ Ölçme

Yoluyla belirlenebilir.

Bir ortamın gürültü denetimi açısından değerlendirilmesi

- $L_p \rightarrow$ Ortamdaki ses düzeyi
(ölçülen/hesaplanan gürültü düzeyi)
- $L_{grk} \rightarrow$ Ortamda sağlanması gerekli ses düzeyi (ÇGDYY'den bulunacak olan sınır değer)

AMAÇ

$$L_p < L_{grk}$$

Gerekli ses geçiş kaybı

- Hacimlerin yutuculuk özellikleri içerideki ses düzeyini etkiler. Büyük çoğunlukla yansıtıcı yüzeyleri olan hacimlerde ses düzeyi artış gösterir.
- Bu nedenle, gerekli ses geçiş kaybı hesaplarında ya da bir hacmin gürültü denetimi açısından konfor koşullarını sağlayıp sağlamadığında hacimlerdeki **toplam yutuculuk** da dikkate alınır.

Alıcı mekandaki ses düzeyi

$$L_2 = L_1 - R + 10 \log S/A \text{ (dB)}$$

L_1 = Kaynak mekandaki ses düzeyi (dB)

L_2 = Alıcı mekandaki ses düzeyi (dB)

R = Yapı elemanının ses geçiş kaybı (dB)

S = Kaynak ve alıcı mekanlar arasındaki yapı elemanının alanı (m²)

A = Alıcı hacimdeki toplam yutuculuk (m²)

$$L_2 = L_1 - R + 10 \log S/A \text{ (dB)}$$

$L_1 = 77 \text{ dB}$ (yoğun trafik gürültüsü)

$R_{\text{mevcut}} = 27 \text{ dB}$ (giydirmе cam cephe ses geçiş kaybı)

$S = 20 \text{ m}^2$ (giydirmе cam cephenin alanı)

$A = 10 \text{ m}^2$ Sabine (hacmin toplam yutuculuğu)

$$10 \log S/A = 3 \text{ dB}$$

$$L_2 = (77 - 27) + 10 \log 20/10 = 53 \text{ dB}$$

Gerekli ses geçiş kaybı

Bölme elemanında gerekli ses geçiş kaybı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$R_{grk} = L_1 - L_{grk} + 10 \log S/A_2 \text{ (dB)}$$

R_{grk} = Yapı elemanında sağlanması gerekli ses geçiş kaybı (dB)

L_1 = Bölme elemanını etkileyen ses düzeyi (dB)

L_{grk} = İşleve bağlı kabul edilebilir ses düzeyi (dB)

S = Kaynak ve alıcı mekanlar arasındaki yapı elemanının alanı (m²)

A_2 = Alıcı hacimdeki toplam yutuculuk (m²)

ÖRNEK

$L_1 = 77$ dB (yoğun trafik gürültüsü) → **MEVCUT GÜRÜLTÜ**

$L_{grk} = 35$ dB (Büyük ofis - ÇGDYY Tablo 8'den) → **KABULEDİLEBİLİR GÜRÜLTÜ**

$S = 20$ m² (giydirmce cam cephenin alanı)

$A = 10$ m² (hacmin toplam yutuculuğu)

$R_{grk} = L_1 - L_{grk} + 10 \log S/A_2$ (dB) → **GEREKLİ SES GEÇİŞ KAYBI**

$$R_{grk} = 77 - 35 + 10 \log 20/10 \text{ (dB)}$$

$$R_{grk} = 45 \text{ dB}$$

Hacimdeki ses düzeyi, kabul edilebilir (sınır) değerden yüksek
 L_2 (53dB) > L_{grk} (35 dB)

Mevcut yapı kabuğunun ses geçiş kaybı, gerekli ses geçiş kaybından düşük

$$R_{mevcut} (27\text{dB}) < R_{grk} (45 \text{ dB})$$

Analiz

$$L_2 (53\text{dB}) > L_{grk} (45 \text{ dB})$$

AMAÇ

$$L_p \text{ yani } L_2 < L_{grk}$$

Bu durumda ya bölme **ses geçiş kaybı** ya da **hacmin toplam yutuculuğu arttırılmalı** ya da ikisi birden yapılmalıdır.

$$L2 = L1 - R + 10 \log S/A \text{ (dB)}$$

Ses geçiş kaybı

Tek cidarların ses geçiş kaybı aşığıdaki formülle hesaplanır.

$$R = 20\log fm - 47$$

m = kitle ağırlığı (kg/m²)

f = frekans (Hz)

Ses geçiş kaybı

Bileşik cidarların ses geçiş kaybı aşağıdaki formülle, ya da grafik yöntemle hesaplanır.

$$R = R_2 + 10\log(S/S_2)$$

R_2 = ses geçiş kaybı az olan cidarın ses geçiş kaybı (dB)

S = Toplam bileşik cidar alanı (m²)

S_2 = ses geçiş kaybı az olan cidarın alanı (m²)

Hacmin toplam yutuculuğu

- Hacimlerde toplam yutuculuk üç ayrı tür yutuculuğun toplamıdır.

$$A = A_y + A_b + A_h$$

A = Toplam yutuculuk

A_y = Yüzeylerin toplam yutuculuğu

A_b = Birimsel nesnelerin (insan, koltuk vb) toplam yutuculuğu

A_h = Havanın yutuculuğu

Yüzeylerin toplam yutuculuğu

- Yüzeylerin toplam yutuculuğu her bir yüzeyin alanı ile ona ait yutma çarpanının çarpımlarının toplamı ile bulunur.

$$A_y = a_1 s_1 + a_2 s_2 + \dots a_n s_n$$

- Yutma çarpanları frekansa bağlı olarak değiştiğinden, bu işlem 6 oktav bant için tekrarlanır.

Birimsel nesnelerin toplam yutuculuğu

- Birimsel nesnelerin yani insan ve koltukların) toplam yutuculuğu her bir nesnenin adeti ile ona ait yutma çarpanının çarpımlarının toplamı ile bulunur.

$$Ab = a_1n_1 + a_2n_2 + \dots a_n n_n$$

- Yutma çarpanları frekansa bağlı olarak değiştiğinden, bu işlem 6 oktav bant için tekrarlanır.

Havanın yutuculuğu

- Havanın yutuculuğu, mekanın hacmine (v), sesin frekansına ve havanın bağıl nemi ile sıcaklığına bağlıdır.

$$Ah = 4mV$$

“m” değeri genellikle %40 bağıl nem ve 20°C için
1000 Hz’te 0,0008; 2000Kz’te =0,0033; 4000Hz’te =0,0088
alınır.

- Havanın yutuculuğu ince seslerde (1000 Hz ve üstü) hesaba katılır. Kalın sesler havada yutulmaz.