

25

5000 TL.

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ACIK PLANLI BÜRO HACİMLERİNİN
AKUSTİK YÖNDEN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMAR Ş. Sumru BÜYÜKYILDIRIM

İSTANBUL, 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AÇIK PLANLI BÜRO HACIMLERİNİN

AKUSTİK YÖNDEN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

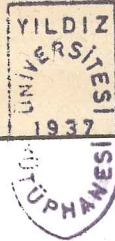
MİMAR Ş. Sumru BÜYÜKYILDIRIM



İSTANBUL, 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 151 305
Alındığı Yer : Fen. Bil. Ens.
Tarih : 16/6/1989
Fatura :
Fiatı : 5000 TL
Ayniyat No : 1/15
Kayıt No : 46287
UDC : 378.242-729.2
Ek :



+



İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET	-----	iii
İNGİLİZCE ÖZET	-----	v
GİRİŞ	-----	1
BÖLÜM I - MİMARİ BİÇİMLENİŞ	-----	2
1.1. BÜRO BOYUTLARININ BELİRLENMESİ	-----	2
1.2. KULLANICI SAYISININ BELİRLENMESİ	-----	11
BÖLÜM II - KULLANICININ AKUSTİK KONFORUNU ETKİLEYEN ÖGELERİN BELİRLENMESİ	-----	12
2.1. KONUŞMA VE KONUŞMANIN ANLAŞILABİLİRLİĞİ	-----	13
2.2. KONUŞMA GİZLİLİĞİ	-----	15
2.3. BÜRO MAKİNALARININ KULLANICILARIN AKUSTİK KONFORUNA ETKİSİ	-----	16
2.4. GÜRÜLTÜ DÜZEYİ	-----	16
2.4.1. Dış Gürültü Düzeyi	-----	17
2.4.2. Fon Gürültüsü Düzeyi	-----	19
BÖLÜM III - SESSEL OLAYLAR	-----	22
3.1. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YAYILMASI	---	22
3.2. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN GEÇMESİ	---	24
3.2.1. Hacimler ve katlar arası sesin geçmesi	-----	26
3.2.2. Yapı dışından gelen sesin geçmesi	-----	28
3.3. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YANSIMASI	----	29
3.3.1. Yansımanın ses düzeyine etkileri	----	29
3.4. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YUTULMASI	----	30
3.4.1. Sesin yutulma süreçleri	----	31
3.4.2. Yututuluğu etkileyen etkenler	-	34

BÖLÜM IV - BÜRO HACMI İÇİN UYGUN AKUSTİK ORTAMIN BELİRLENMESİ -----	37
4.1. DIŞ GÜRÜLTÜ DENETİMİ -----	37
4.1.1. Çift cidar -----	38
4.2. İÇ GÜRÜLTÜ DENETİMİ -----	40
4.3. BÖLME ELEMANLARI (ENGELLER) -----	43
EK -----	57
SONUÇ -----	68
YARARLANILAN KAYNAKLAR -----	70
ÖZGEÇMİŞ -----	72

Ö Z E T

Bu çalışmada, açık planlı büro hacimlerinin akustik yönden incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, büro binalarının mimari özellikleri ele alınmaktadır. Açık planlı büro hacimlerinde, planlamaları gereği büyük açıklıklar söz konusudur. Hacimde çalışanları ayıran duvar elemanı yoktur. Bu nedenle hacimde çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlardan akustik ile ilgili olanları oldukça önem taşır.

İkinci bölümde, kullanıcıların akustik konforunu etkileyen öğeler belirlenmiştir. Ayrıca konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşma gizliliğinin önemi belirtilmiştir. Bunun yanı sıra dış gürültü düzeyi ve fon gürültüsü düzeyi ile ilgili konular ele alınmaktadır.

Üçüncü bölümde, büro hacmindeki sessel olaylara yer verilmekte, sesin yayılması, geçmesi, yansımaları, yutulması olaylarının ses düzeyine etkileri incelenmektedir.

Son bölümde, yapılan incelemelerin doğrultusunda, büro hacimlerinde uygun akustik ortamın sağlanması için neelerin gerekli olduğu ortaya konulmaktadır. Dış ve iç gürültü denetiminin önemi belirtilmektedir.

Ayrıca, engellerin kullanım özellikleri, hesaplar ve incelemeler ile ortaya konulmaktadır.

S U M M A R Y

The purpose of this study is to research acoustic of open plan office space.

In the first part, architectural characteristics of office building have been studied. The open plan office spaces have very great clearing because of their planning. There are no wall barrier between workers in the space. For what reason many problems have acoured in the space. This problems have connected the acoustics, is very important.

In the second part, which element effect acoustics comfort of users have been determined. Importance of speech agree-mancy and speeh privacy have been stated. However, outdoor noise level and back ground noise level have been explained.

In the third part, sound events in the office space have been given and sound spread, in feet, reflection, swallow events how effect sound level have been researched.

In the last part, which elements needed for appropriate acoustics situation have been determined. The importance of out door and in door noise control have been studied. In addition many calculation and study have been done which determine using characteristics of barrier.



G İ R İ Ş

Günümüzde büro binaları daha çok açık planlı olarak yapılmaktadır. Gerek yapım gerekse kullanım özellikleri bakımından açık planlı büro binaları, mimariye pek çok rahatlıklar getirmiştir.

Yapıların tasarımı yapılırken, yapı kullanıcıları için uygun fizik ortam koşullarının oluşturulması gereklidir. Bu koşullar düşünülmeden yapılan planlamalarda, kullanım sırasında bazı rahatsızlıklar söz konusu olur. Açık planlı büro hacimlerinde de, uygun fizik ortam koşulları sağlanmalıdır. Bu çalışmada fizik ortam koşullarından bir olan akustik konuları ele alınıp açık planlı büro hacimlerinin akustik yönden incelenmesi yapılacaktır.

Açık planlı büro hacimlerinde çalışan kişiler arasındaki konuşmanın anlaşılabilir olması, gerekli durumlarda konuşma gizliliğinin sağlanması, telefon ile haberleşmenin güvenilir ve rahat anlaşılabilir olması gerekmektedir.

Tüm bu akustik gereksinimleri sağlayabilmek için öncelikle açık planlı büro hacimlerinin mimari biçimlenişlerini daha sonra iç ve dış gürültü düzeyinin büro hacmindeki gürültü düzeyine etkisini, bununla birlikte sessel olayları incelemek doğru olur.

Bütün bu incelemelerin ışığında büro hacmi için gerekli iç ve dış gürültü denetiminin belirlenmesi ayrıca büro hacminin en önemli elemanı olan bölme elemanlarının (engellerin) özelliklerinin saptanması önem taşır.

BÖLÜM I - MİMARİ BİÇİMLENİŞ

Büro hacmi, büro binalarının en önemli elemanı olup, içinde yalnız büro etkinliklerinin ve gereçlerinin yer aldığı hacim olarak tanımlanır. Günümüzde büro hacimleri, gerek planlama, gerekse kullanıcı sayısı bakımından farklılıklar gösterir.

1.1. BÜRO BOYUTLARININ BELİRLENMESİ

Büro hacimleri, değişik şekillerde tanımlanabilir. Özellikle derinlik ve boyut verilerine göre yapılan tanımlamalar önem taşır.

DERİNLİK :

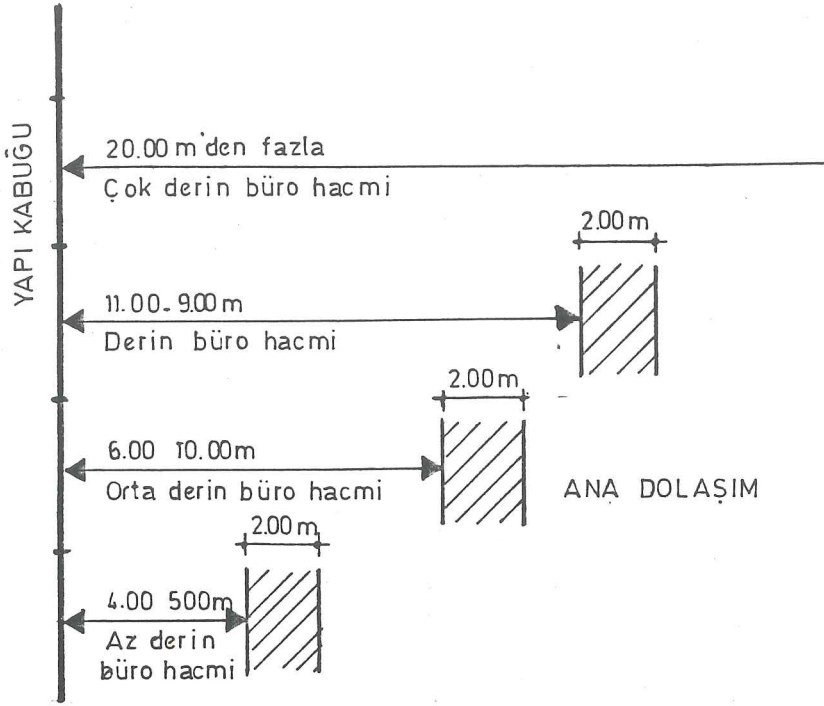
Çekirdek veya ana dolaşım alanından yapı kabuğuna olan uzaklık derinlik olarak kabul edilir. Buna göre Şekil 1'de görüldüğü gibi dört ayrı büro tipi belirlenir (1).

- o Az derin büro hacmi (4.00 - 5.00 m.)
- o Orta derin büro hacmi (6.00 - 10.00 m.)
- o Çok derin büro hacmi (20.00 m.den fazla)

BOYUT :

Boyut esasına göre yapılan tanımlamada ise büro hacimleri üçe ayrılmaktadır.

- o Küçük büro hacmi (Hücresel büro hacmi)



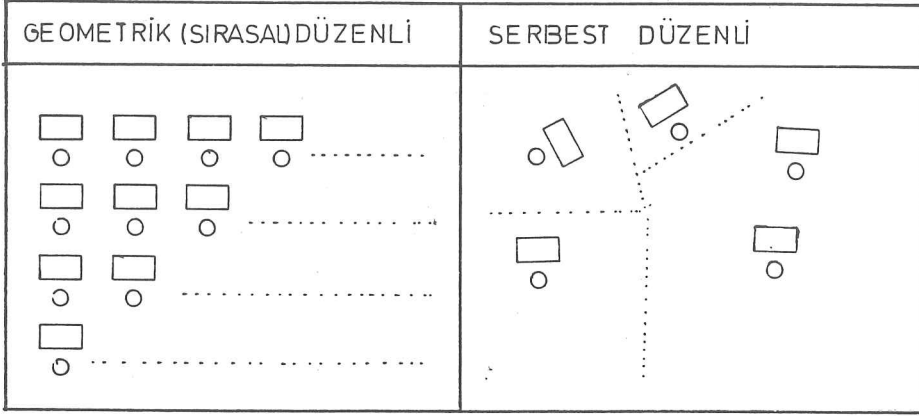
Şekil 1.

- o Orta büro hacmi (Grup büro hacmi)
- o Büyük büro hacmi (Açık planlı büro hacmi)

Küçük Büro Hacmi :

Genellikle hücresel (geleneksel) büro hacmi olarak bilinir. Kullanımı oldukça yaygın olan bu tip bürolar, teknolojinin gelişmesi ile yerini yeni tip büro hacimlerine bırakmaktadır. Hücresel büro hacimlerinde bağlantı yönü düşey olup, yatay bağlantı çok zayıftır. Bu nedenle yöneticiler ve çalışma grupları birbirlerinden ayrılmakta ve her grup kendi içinde bağımsız duruma gelmektedir. Hücresel büro hacimlerinde, hacim derinliği 5.50 - 6.00 m. ile sınırlı olup hacmin büyümesi, Şekil 2'de görüldüğü gibi tek doğrultuda olmaktadır.

- . Geometrik (sırasal) düzenli,
- . Serbest düzenli.



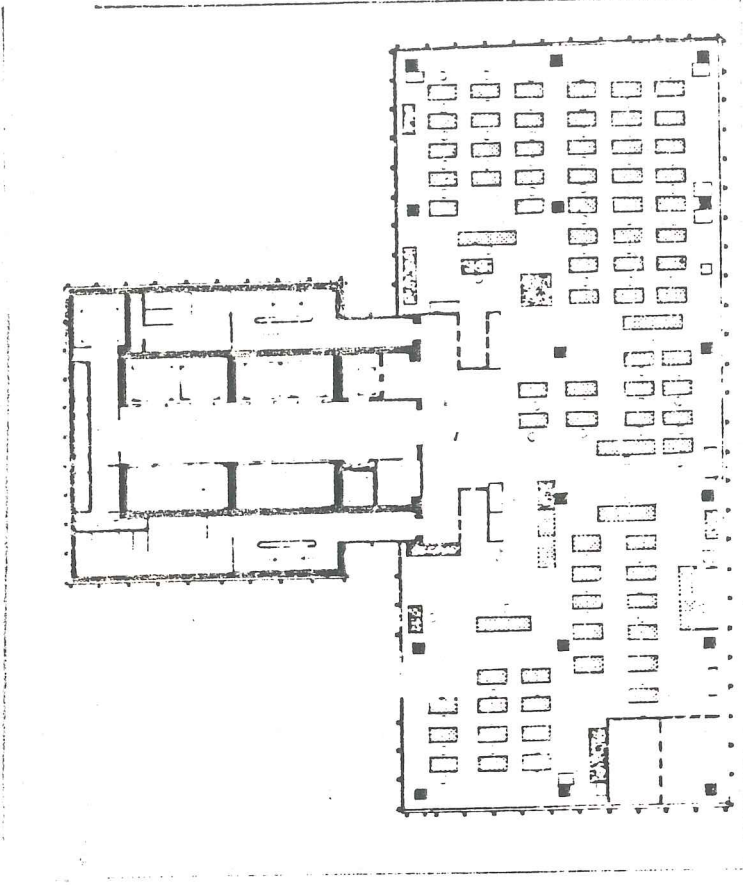
Şekil 3.

Geometrik düzenli bürolarda, çalışma grupları Şekil 4'de görüldüğü gibi belli bir geometrik düzene bağlı olarak hacim içerisinde dağılmaktadır.

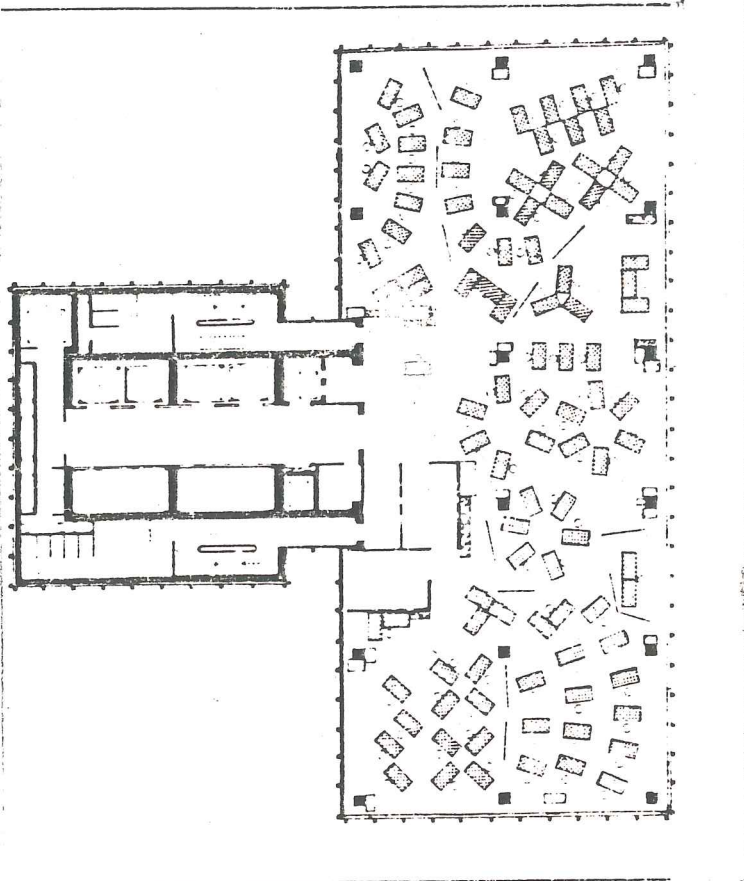
Serbest düzenli bürolarda ise çalışma grupları Şekil 5'de görüldüğü gibi belli bir düzene bağlı kalmaksızın hacim içerisinde dağılmaktadır.

Her iki düzenleme biçiminde de çalışma gruplarını ayıran bölme elemanları ve bitkiler kullanılır (Bkz.: S:54). Açık planlı büro hacimlerinde kolon aksları grup çalışmasına engel olmayacak şekilde ve hacmi düzenleme şekline bağlı olarak seçilir. Kolon aksları Şekil 6'da görüldüğü gibi en az 5.20 m. en fazla 7.50 - 9.00 m. önerilmektedir (1).

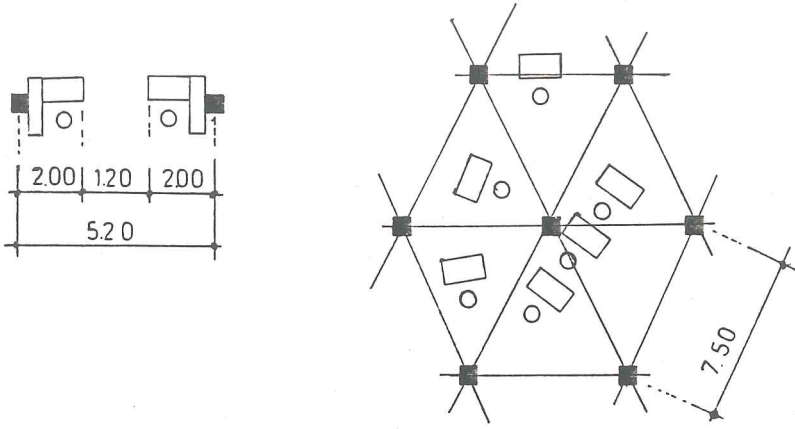
Açık planlı büro hacimlerinde, kenar oranlarının 1/2 olduğu planlamaların kullanımı fazladır (Şekil 7).



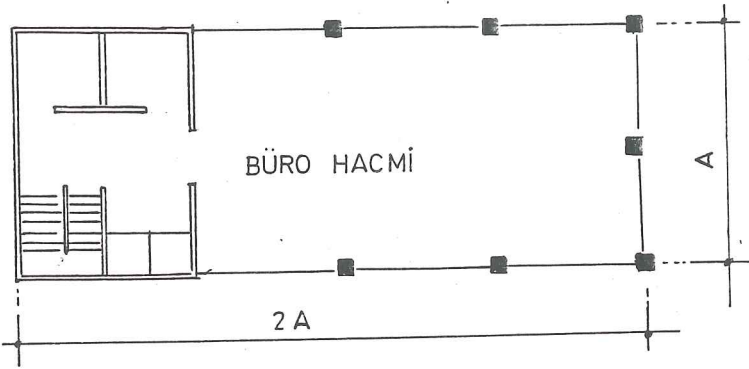
Şekil 4.
Geometrik düzenli
büro hacmi.



Şekil 5.
Serbest düzenli
büro hacmi.



Şekil 6.



Şekil 7.

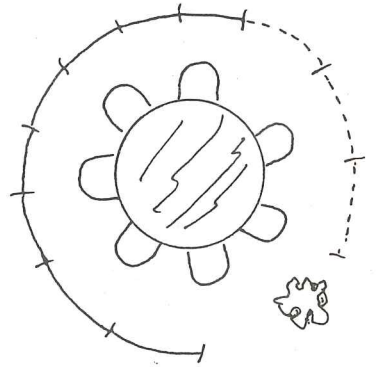
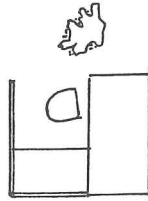
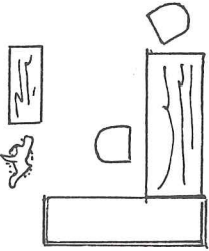
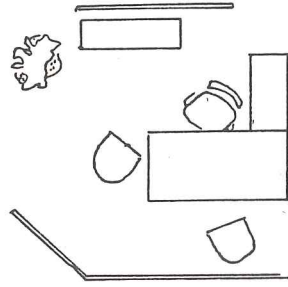
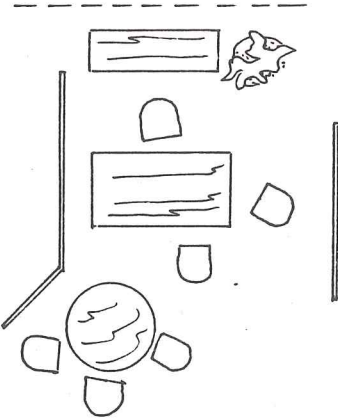
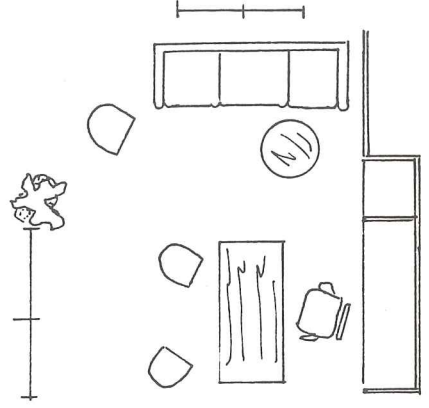
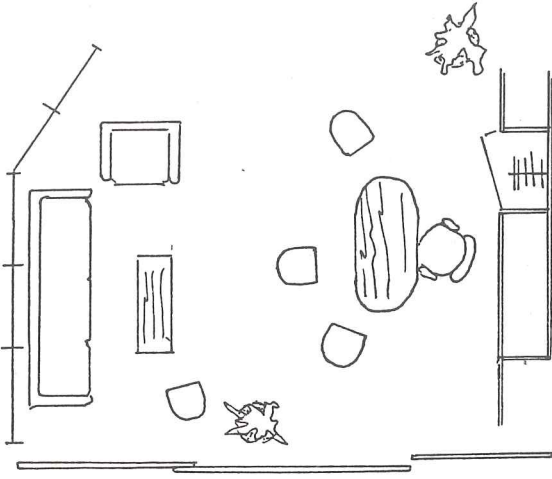
Büro hacimlerinde kat yükseklikleri farklı değerlerde olmaktadır. Bu değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Havalandırma sistemi olması durumunda yükseklik artar (1).

Çizelge 1

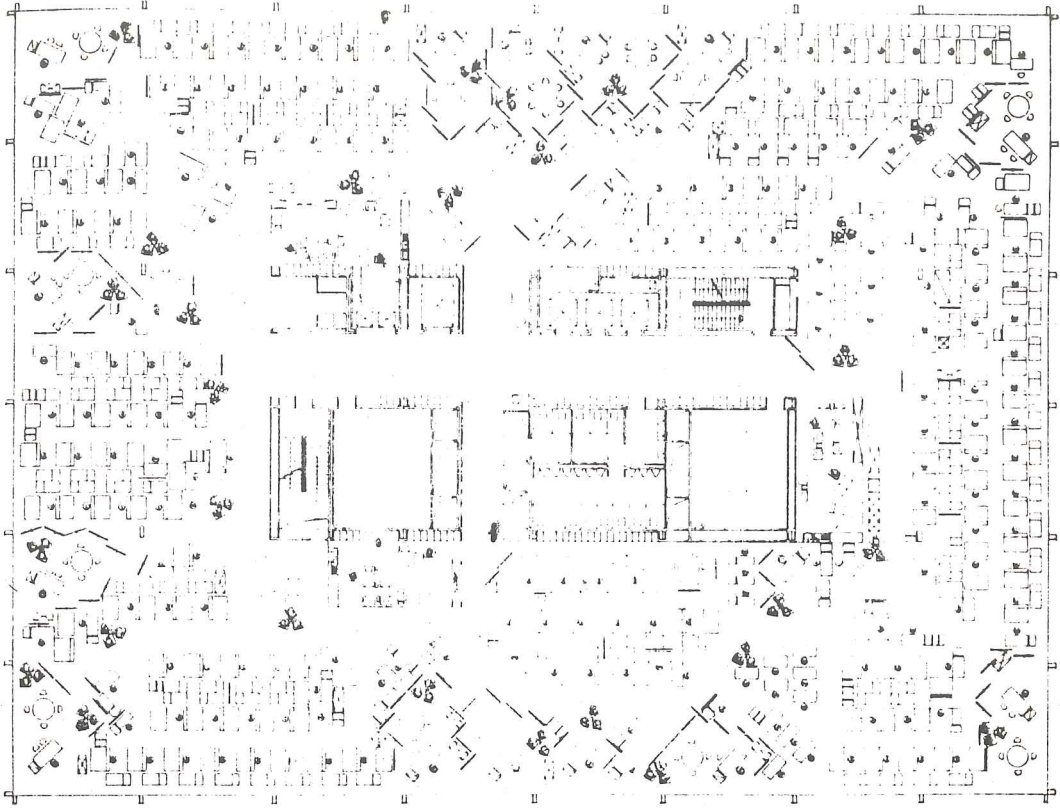
	Hücresel büro	Açık planlı büro
Havalandırma sistemli	2.80 - 3.10 m.	3.00 - 4.20 m.
Havalandırma systemsiz	2.90 - 3.40 m.	3.20 - 4.50 m.

Açık planlı büro hacimlerinde çalışma gruplarını Şekil 8'de görüldüğü gibi değişik şekillerde düzenleme olanağı vardır (6).

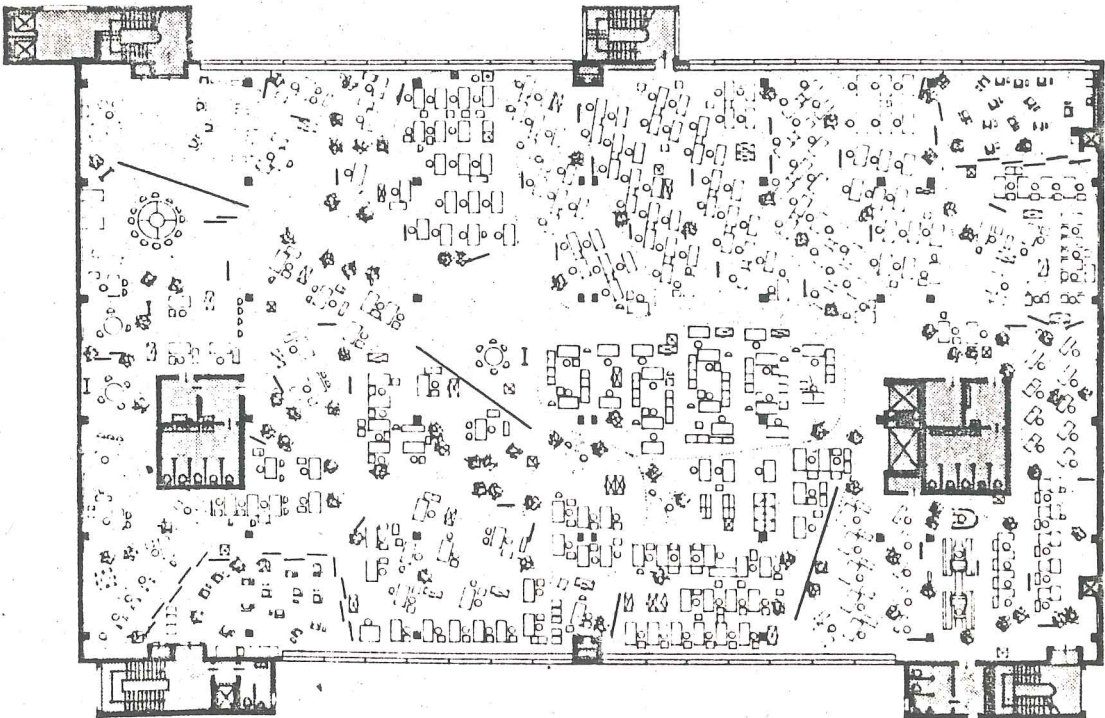
Şekil 9-10-11'de Açık planlı büro hacimlerine örnekler verilmiştir.



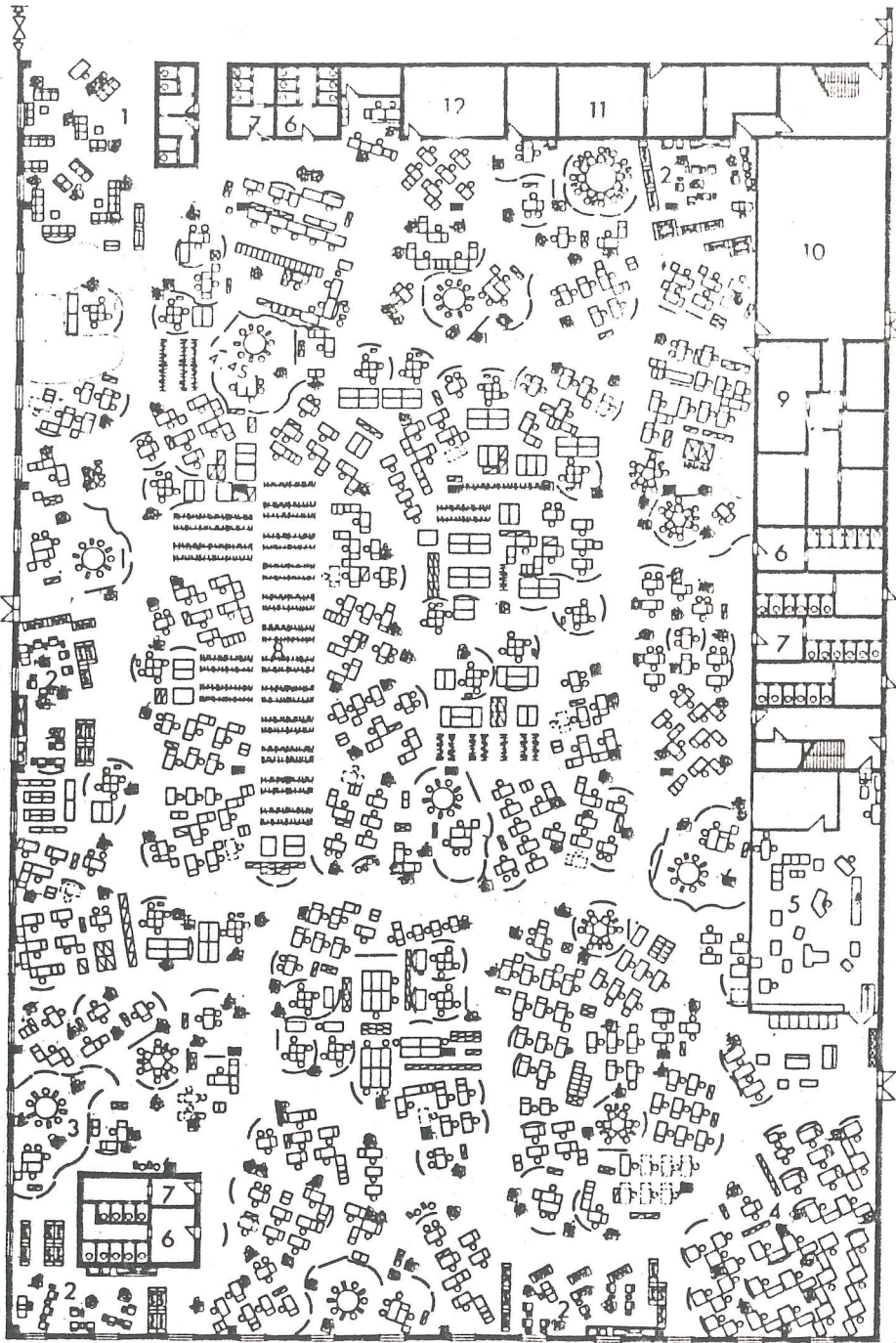
Şekil 8. Açık planlı büro hacimlerinde çeşitli çalışma grupları.



Şekil 9. (Krupp, Essen. 1962)



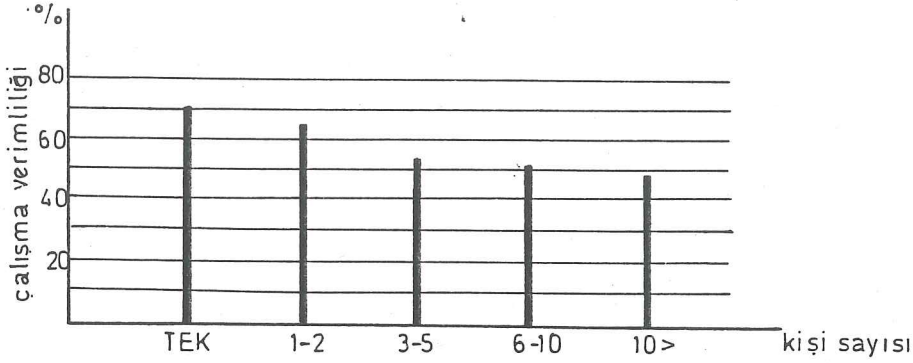
Şekil 10. (Gütterslah. 1961)



Şekil 11. (Quicborner Team, 1964).

1.2. KULLANICI SAYISININ BELİRLENMESİ

Açık planlı büro hacimlerinde kaç kişinin bir arada verimli bir şekilde çalışabileceğinin saptanması için bazı araştırmalar yapılmıştır. Şekil 12'deki grafikte görüldüğü gibi çalışma gruplarında kişi sayısı arttıkça çalışma verimliliği azalmaktadır. Bu nedenle, açık planlı büro hacimlerinde, çalışma gruplarının 6-10 kişiyi geçmemesinde yarar vardır (3).



Şekil 12.

Amerika ve Avrupa'da açık planlı büro hacimlerindeki kullanıcı sayısı oldukça fazladır. Bunun temel nedeni yapılan binaların büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışanlar yönünden bir gruplama yapıldığı zaman,

- . En az kullanıcı sayısı, 100-200 kişi
- . Ortalama kullanıcı sayısı, 150-200 kişi
- . En çok kullanıcı sayısı, 500-600 kişi

olarak belirlenebilir.

Ülkemizde açık planlı büro binalarının kullanımı çok yeni olduğundan yapılan binalarda daha küçüktür. Bu nedenle kullanıcı sayısı, 30-120 kişi arasındaki değerlerde değişmektedir (1), (3), (4).

BÖLÜM 2 - KULLANICILARIN AKUSTİK KONFORUNU ETKİLEYEN ÖGELERİN BELİRLENMESİ

Bilindiği gibi açık planlı büro hacimlerinde etkinliklerin tümü aynı mekan içersinde olmaktadır. Bu nedenle, hacim içersinde bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların akustik ile ilgili olanları kullanıcıların akustik konforunu etkiler.

(Yapılan bir araştırmada, büroda hangi gürültülerin, ne oranda rahatsız ettiği belirlenmiştir.

- . Konuşma % 50
- . Ofis makinaları % 23
- . Telefon % 20
- . Giriş-çıkan insanlar % 20
- . Yol gürültüsü % 2
- . Sanayi gürültüsü % 2)

(Nemecek ve Grandjean 1973 çalışması).

Bu nedenle, açık planlı büro hacimlerinde kullanıcıların akustik konforunu etkileyen öğeleri belirlemek ve buna göre önlem almak gerekir. Bunlar ;

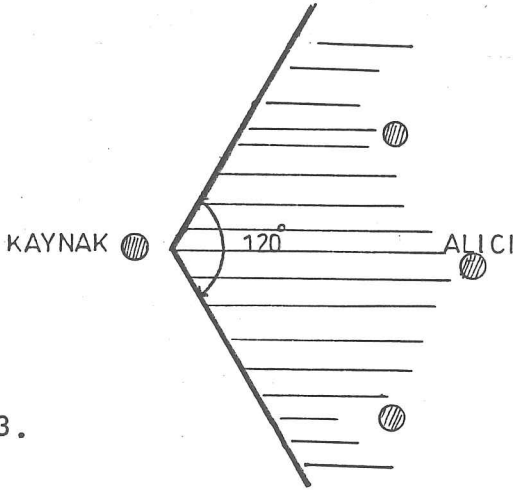
- . Büroda, normal uzaklıkta karşılıklı konuşan iki kişinin konuşmasının anlaşılabilir olması,
- . Karşılıklı konuşmaların öteki kullanıcıları rahatsız etmemesi,
- . Büro içersinde, çalışanların duymaması gerekli konularda konuşma gizliliğinin sağlanması,
- . Büro makinalarının çıkardığı seslerin, kullanıcıları rahatsız etmemesi,
- . Telefon ile yapılan konuşmaların rahat ve anlaşılabilir olması,

. Değişik yollarla hacme gelen seslerin kullanıcıları rahatsız etmemesi, gibi sıralanabilir.

2.1. KONUŞMA VE KONUŞMANIN ANLAŞILABİLİRLİĞİ

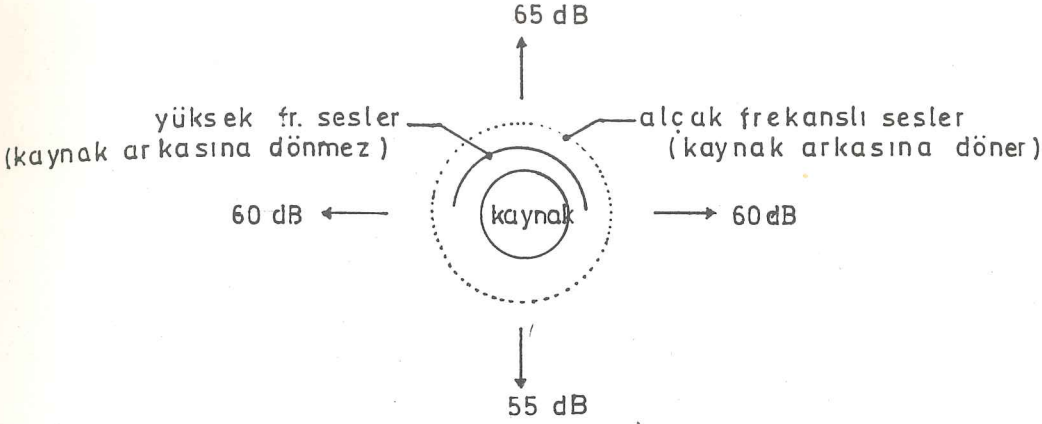
Konuşma düzenli ve düzensiz seslerin birbirini izlemesi ile oluşur. Düzenli sesler, sesli harflerden düzensiz sesler ise sessiz harflerden oluşmaktadır. Konuşmanın iyi ve doğru algılanmasında bazı etkenleri gözönünde bulundurmak gerekir.

Konuşmanın anlaşılabilir olmasında hem kaynağın yeri, hem de kaynak ile alıcının bulunduğu doğrultu önem taşır. Genellikle kaynağın alıcıya doğru yönelmesi iyi bir çözümdür. Şekil 13'de görüldüğü gibi kaynağın anlaşılabilirlik açısı sınırlıdır.



Şekil 13.

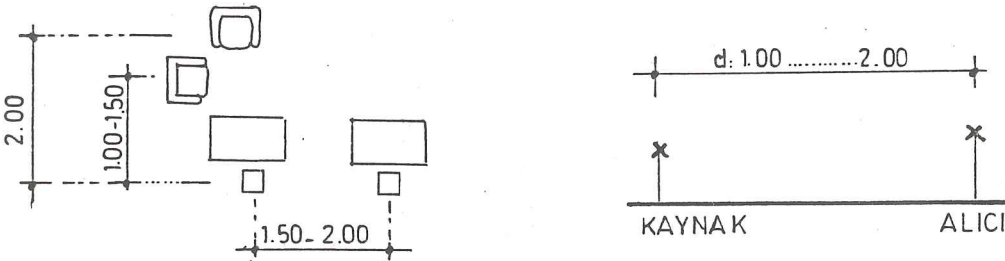
Konuşmanın anlaşılabilir olmasında yüksek frekanslı sessiz harflerin iyi algılanması önem taşır. Özellikle kaynağın arkasında kalan bölgede konuşmanın anlaşılması Şekil 14'de görüldüğü gibi azalmaktadır.



Şekil 14.

Bu durum, yüksek frekanslı seslerde daha çok kendini gösterir. Çünkü yüksek frekanslı sesler kaynak arkasına dönmeyiz. Bu nedenle, sessiz harflerin anlaşılması güçleşeceğinden sonuçta konuşmanın anlaşılması da güçleşir.

Kaynakla alıcı arasındaki uzaklık konuşmanın anlaşılabilirliğini etkiler. Şekil 15'de görüldüğü gibi bu uzaklık 1.00-2.00 m. arasında değişebilmektedir.



Şekil 15.

Konuşmanın anlaşılabilirliğinde seslerin yeğinlikleri de önem taşır. Fısıltı ile konuşmada yeğinlik az olduğundan anlaşılma güçleşir. Bağırarak konuşmada ise yeğinlik fazla olduğundan rahatsızlık duyulur. Bu nedenle konuşmanın yeğinliğinin ortalama bir değerde olması gerekir. Çizelge 2'de konuşma için çeşitli yeğinlik değerleri verilmiştir (7).

ÇİZELGE 2

<u>Konuşma</u>	<u>Yeğİnlik</u>
Yüksek sesle konuşma (1.00 m.uzaktan)	70-80 dB(C)
Normal sesle konuşma (1.00 m.uzaktan)	60 dB(C)
Sohbet, (1.00 m.uzaktan) ---	70 dB(B)
Alçak sesle konuşma (1.00 m.uzaktan)	50-60 dB(C)
Yüksekçe ses -----	74 dB(C)
Yüksek ses (zorlamadan) -----	80 dB(C)
Alçak ses -----	60 dB(C)

Konuşmanın anlaşılabilir olmasında hacimdeki fon (arka plan) gürültü düzeyi de önem taşır.

Hacimde normal konuşmaların anlaşılmasının güçleşmesi durumunda telefon ile yapılan konuşmaların anlaşılması da güçleşir. Bu durumda telefonu kullanan kişiler daha fazla güç harcıyarak konuşmak zorunda kalırlar. Sonuçta telefonda konuşan kişiler, çevrelerindeki öteki kişilere rahat - sızlık verir. Bu karşılıklı rahatsız edici etkiyi ortadan kaldırmak gerekir.

2.2. KONUŞMA GİZLİLİĞİ

Açık planlı büro hacimlerinde konuşma gizliliğinin sağlanması önemli bir planlama sorunudur. Çünkü bu hacimlerde büro eylemlerinin tümü bir arada yapılır. Kimi zaman bazı konuşmaların diğer kullanıcılar tarafından duyulması istenmez.

Bu gibi durumlarda tavan ve döşemede alınan önlemlerden çok, belli aralıklarla kullanılan engellerin önemi büyüktür. Ayrıca, fon gürültüsünün konuşma gizliliğine katkısını da gözönünde bulundurmak gerekir.

2.3. BÜRO MAKİNALARININ, KULLANICILARIN AKUSTİK KONFORUNA ETKİSİ

Açık planlı büro hacimleri değişik işlevler için kullanılmaktadır. Bu nedenle, her büroda kullanılan makineler ayrı nitelikte olabilir. Tasarım yapılan bir büroda çok az makina kullanıldığı gibi bir muhasebe bürosunda ya da bir gazetenin yazı bürosunda pek çok sayıda makina kullanılabilir. Ayrıca bilgisayarların, foto-kopi, baskı makinelerinin kullanıldığı büyük büro hacimleri vardır. Büro makinelerinin kullanımı sırasında çıkardıkları sesler hacimdeki ses düzeyini etkiler. Özellikle makina kullanmayan kişiler, makinelerin çıkardığı seslerden rahatsız olabilirler. Bu nedenle büro makinelerinin çıkardığı gürültüler gözönünde bulundurulmalı ve buna göre önlem alınmalıdır.

2.4. GÜRÜLTÜ DÜZEYİ

Bir büro hacmindeki gürültü düzeyi hem dış gürültü düzeyine hem fon gürültü düzeyine bağlıdır. Bu nedenle gürültüye karşı önlem alırken her iki gürültü düzeyinin de gözönünde bulundurulması gerekir. Çizelge 3'de çeşitli bürolarda gürültü düzeyleri değerleri verilmiştir (7).

ÇİZELGE 3

Büro gürültüleri :

	<u>Yeğİnlik</u>
Bürolarda çalışmadan doğan ortalama gürültü, 3 kişi	55 dB(A)
Bürolarda " " " " ,10 kişi	60 dB(A)
Bürolarda " " " " ,50 kişi	65 dB(A)
Telefon zili, (2.00 m. uzaktan)	75 dB(A)
Normal yazı makinesi (2.00 m. uzaktan)	70 dB(A)
Sessiz yazı makinesi, (2.00m. uzaktan)	60 dB(A)
Küçük büro, 3 kişiden az (ortalama gürültü)	54 dB(A)
Orta boy büro, 3-10 kişi (ortalama gürültü)	58 dB(A)
Büyük boy büro, 10 kişiden fazla (ortalama gürültü)	65 dB(A)

2.4.1. DIŞ GÜRÜLTÜ DÜZEYİ

Dış gürültü düzeyi, iki ayrı şekilde değerlendirilebilir. Çünkü büro hacmine hem yapı dışından gelen, hem de yapı i-
çinden gelen dış gürültüler sözkonusudur.

Büro hacminin bulunduğu dış çevreden gelen gürültüler önem taşır. Dış çevre gürültüleri başlıca üç ayrı grupta topla-
nabilir :

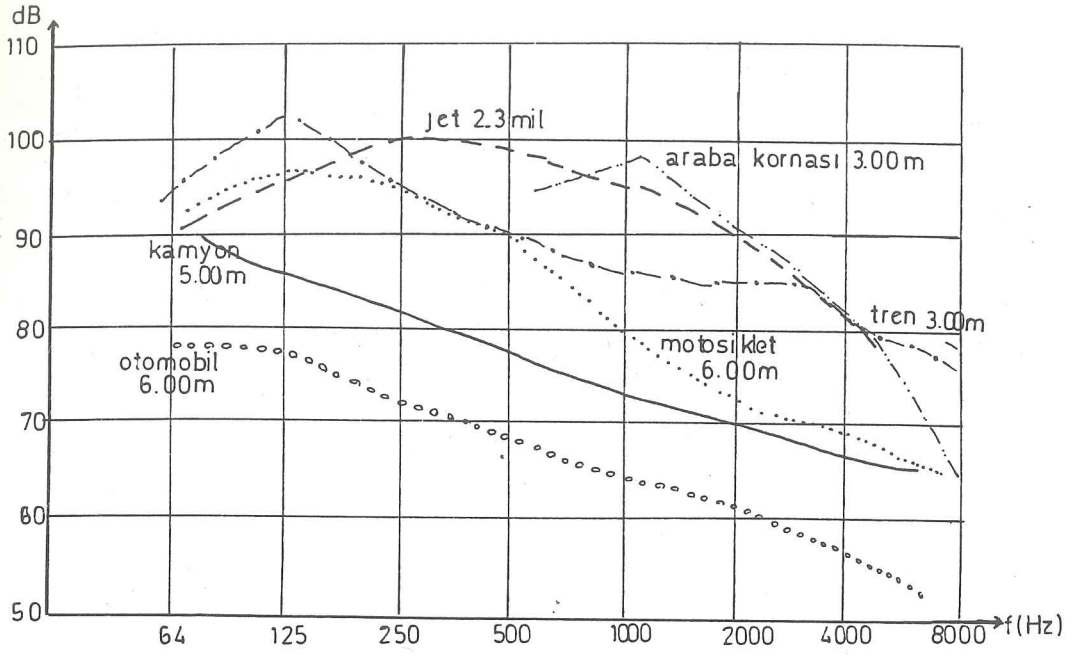
- Trafik ve taşımacılık gürültüleri, (Kara, Deniz, Hava ulaşımı),
- Sanayi gürültüleri (Fabrika, Atelye),
- Açık alan etkinlikleri (Spor, toplantı, oyun, açık sine-
malar) gibi.

Çizelge 4'de değişik dış gürültü değerleri, Şekil 16 ve 17 de ise değişik dış gürültü tayfları verilmiştir.

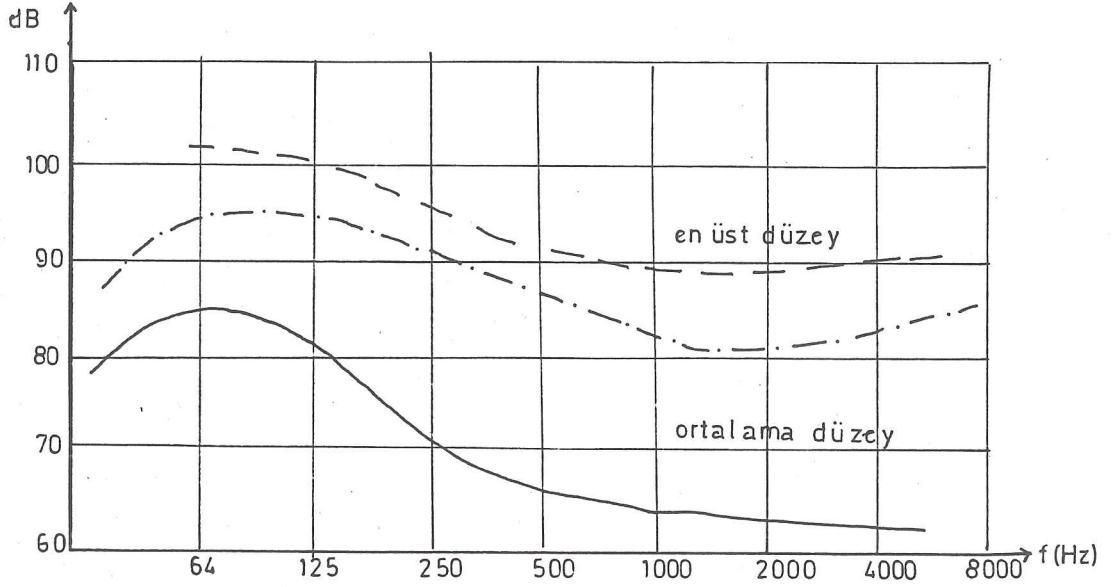
ÇİZELGE 4

<u>Değişik dış gürültüler</u>	<u>Yeğinlik</u>
Otomobil, (hız 50 km/h) yandan uzaklık, 6 m. -----	74-84 dB (B)
Motosiklet (hız 40 km/h) yandan uzaklık, 7 m. -----	78-88 dB (B)
Hafif kamyon (hız 50 km/h) yandan uzaklık, 6 m. -----	81-92 dB (B)
Ağır kamyon (hız 50 km/h) yandan uzaklık, 6 m. -----	85-92 dB (B)
Boeing 707-120 havada uçarken, 4 km. uzaklıkta -----	68 dB (C)
Konut yerleşme bölgesinde yerel trafik -----	65 dB (A)
Bahçeli evler, trafik yolundan 100 m. uzakta -----	60 dB (A)
Geçen tren, düz arazide, 15 m. uzakta -----	95 dB (C)
Geçen tren, düz arazide, 65 m. uzakta -----	83 dB (C)

Büro hacmine öteki hacimlerden gelen gürültüler de dış gü-
rültü olarak kabul edilebilir. Genellikle büro hacminin alt
ve üst katından gelen sesler daha etkilidir. Çünkü büro
hacminin yanlarında başka hacimler genellikle pek bulunmaz.
Yalnızca merdiven boşluğundan ya da tuvaletten gelen sesler
sözkonusu olabilir. Hacme gelen tüm bu gürültülerde sesin
geçmesi olayı önem kazanır.



Şekil 16. Değişik araç gürültü tayfları.



Şekil 17. Kent merkezinde sokak gürültüsü.

2.4.2. Fon Gürültüsü Düzeyi

Hacimlerin kullanım amacına göre kabul edilebilecek belli bir fon yani arkaplan gürültü düzeyi vardır. Gürültü denetiminin yapılması kabul edilebilir gürültü düzeyinin belirlenmesi ile olur. Değişik çalışmalar sonucu öznel değerlendirmelerle belirli ölçütler oluşturulmuştur (NC-PNC-NR ölçütleri veya eğrileri) NC ve PNC Amerika ve İngiltere'de kullanılan eğrilerdir.

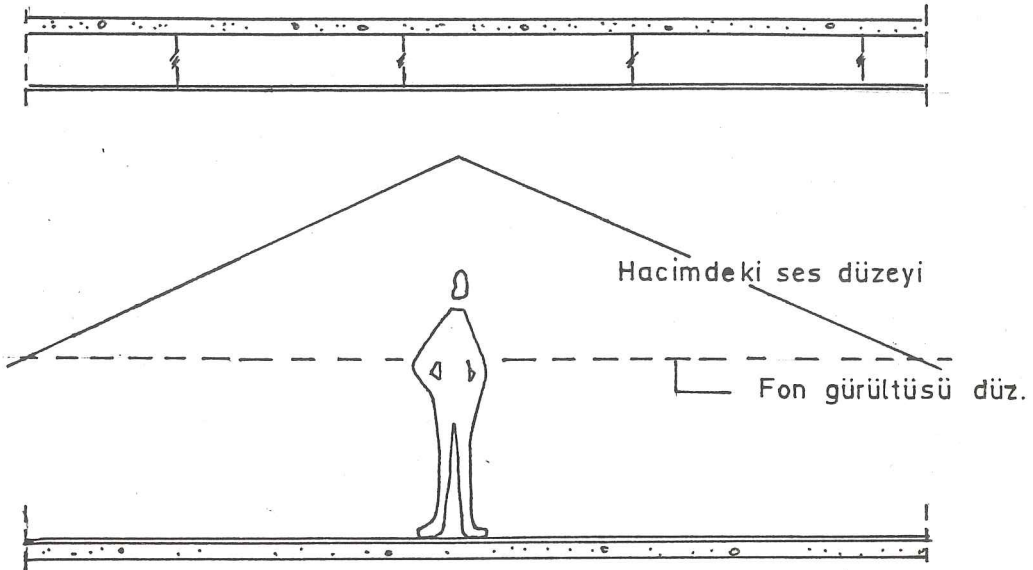
Şekil 18'de verilen NR eğrileri ise I.S.O. tarafından hazırlanmış fon gürültü düzeyi eğrileridir.

Çizelge 5'de büro hacimleri için kabul edilen arkaplan gürültü düzeyi değerleri verilmiştir (11).

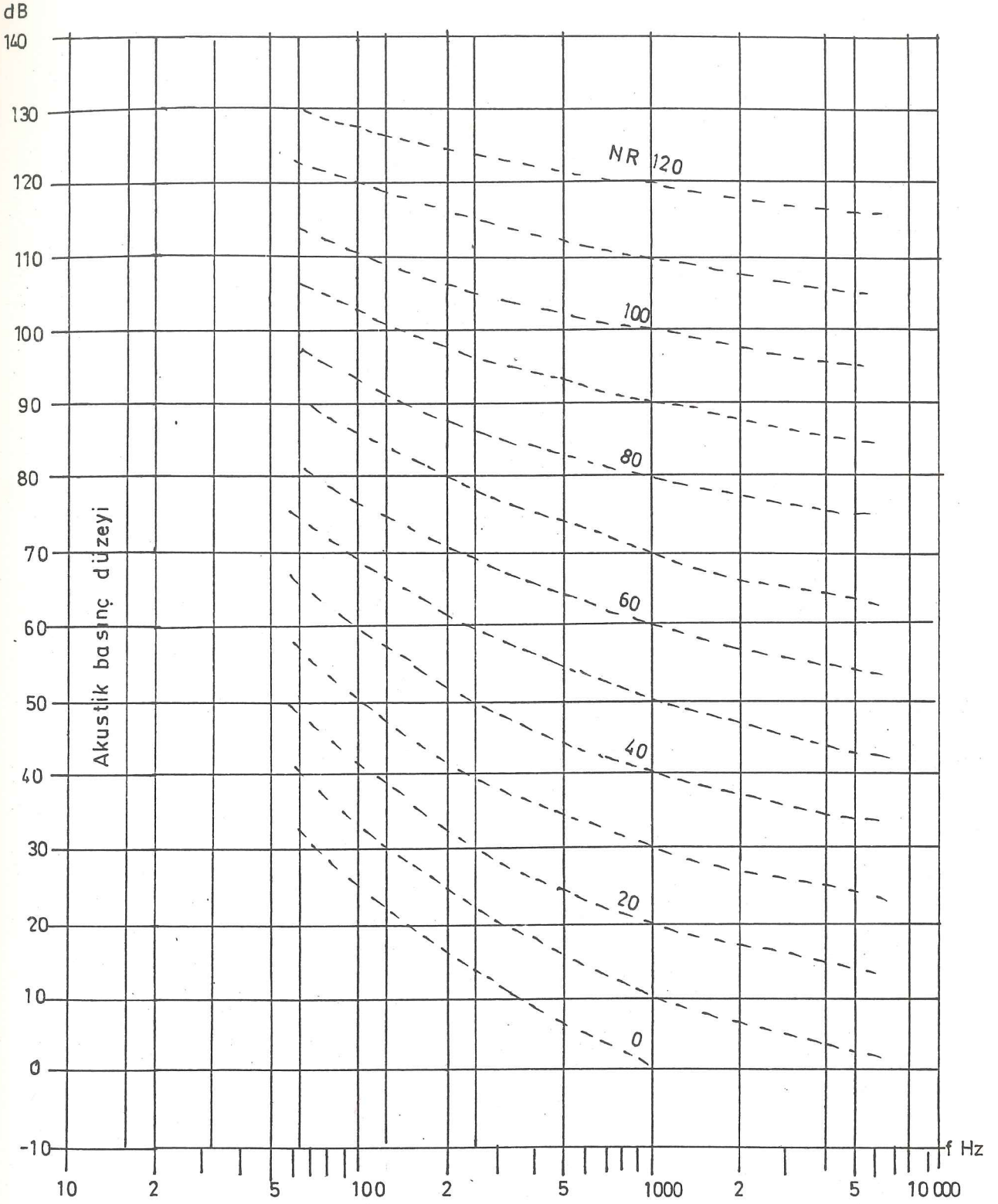
ÇİZELGE 5

<u>Bürolar</u>	<u>NR(yapı içinde)</u>
Büyük bürolar, mağzalar, bankalar	35
Büyük bürolar (daktilo yazılan)	55
Büro ve benzeri çalışmalar için gürültü sınırı	65

Açık planlı büro hacimlerinde arka plan gürültü düzeyi Şekil 19'da görüldüğü gibi sürekli olmalı ve tüm hacme yayılmalıdır.



Şekil 19.



Şekil 18. I.S.O NR Eğrileri.

Arka plan gürültü düzeyi, hacimdeki ses düzeyinden fazla olmamalıdır. Eğer arka plan gürültü düzeyi, hacimdeki konuşma düzeyinden fazla olursa örtme (maskeleye) olayı meydana gelir. Bunun sonucunda konuşmalar maskeleneceğinden anlaşılma- larını güçleşir.

(Bir yerde aynı zamanda varolan iki sestem biri ötekinin işitilmesini engelliyebilir. İşitilmesi engellenen sese örtülen (maskeleyen) ses ve başka sesin işitilmesini engelleyen sese de örten (maskeleyen) ses denir. Bir ses kendinden daha kalın sesleri daha az, kendinden ince sesleri daha fazla örter) (7).

Açık planlı büro hacimlerinde, hem konuşmanın anlaşılabilirliği hem de konuşma gizliliğinin sağlanması bakımından arka plan gürültü düzeyi önem taşır.

Büro hacminin işlevine, kullanıcı sayısına ve hacimde kullanılan makinaların özelliklerine göre arka plan gürültü düzeyi değeri belirlenmelidir.

Hacimdeki konuşma yeğlinliğinin arka plan gürültü düzeyinin üstünde olması, konuşmanın rahat anlaşılabilirliği bakımından önem taşır.

Konuşma gizliliğinin sağlanmasında arka plan gürültü düzeyinin maskeleyici etkisi sözkonusu olur. Bu durumda karşılıklı konuşan iki kişiden, belli uzaklıkta bulunan öteki kullanıcılar bu konuşmaları işitirler fakat doğru algılayamazlar.

BÖLÜM 3 - SESSEL OLAYLAR

Ses, işitsel duyulanmayı doğuran fiziksel olaylar ya da içinde iletildiği maddesel ortamın elementlerinin esnek bir titreşimi ve bu ortamda yayılan devirsel basınç değişimleri şeklinde tanımlanır. Bir hacimde ses ile ilgili sorunları çözebilmek için, hacimdeki ses ile ilgili fiziksel olayları bilmek gerekir.

3.1. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YAYILMASI

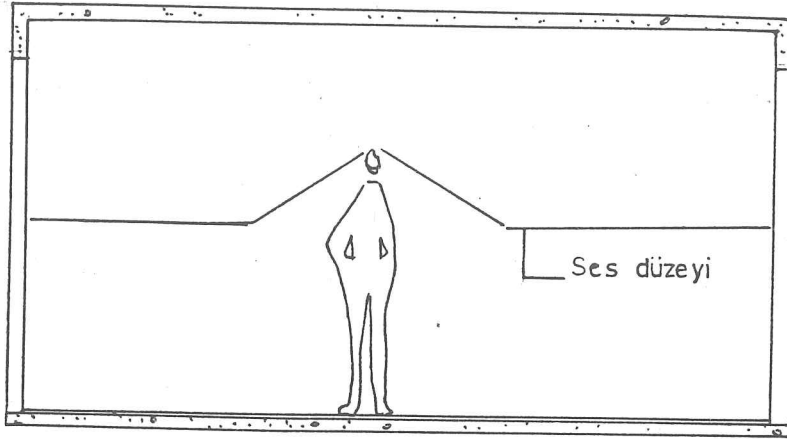
Sesin yayılmasında ortamların geometrik özelliği önem taşır. Büro hacimleri üç boyutlu ortam grubuna girer. Üç boyutlu ortamlar sınırlı ve sınırsız ortam olarak değerlendirilebilir.

SINIRLI ORTAMLAR :

Yapıların içindeki çeşitli hacimler sınırlı ortamları oluşturur (odalar, salonlar gibi). Hücre sel büro hacimleri sınırlı ortam özelliği gösterir. Bu hacimlerde ses peşpeşe yansımalar sırasındaki yutulmalarla giderek azalır. Hücre sel büro hacimlerinde ses alanı yayınık ses alanıdır. Hacimler küçüldükçe yayınıklık artar.

(Yayınıklığın en önemli özelliklerinden biri ses alanının doğrultusuz oluşu başka bir deyişle, ses kaynağının yeri ve duruşuyla fazla ilgili olmayışıdır (az ilgili oluşudur). Bunun sonucu yayınık alanda ses yeğ inliği bütün noktalarda yayınıklık oranında aynı olur. Yani kapalı bir hacimde "ses o hacmi doldurur" ve bütün noktalarda, yaklaşık olarak belirli bir ses düzeyi meydana gelir) (7).

Hücresel büro hacimlerinde de Şekil 20'de görüldüğü gibi belirli bir ses düzeyi oluşur.



Şekil 20.

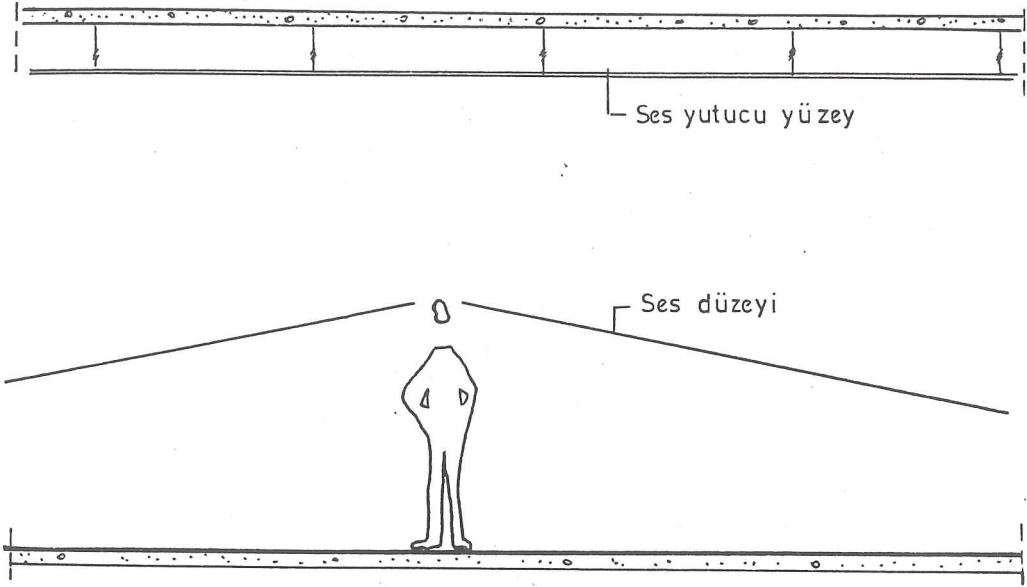
SINIRSIZ ORTAM :

Açık hava, sınırsız ortam olarak kabul edilir. Ses açık havada yayılırken kaynağın özelliğine ve alıcıya bağlı olarak azalır. Ses kaynağı nokta kaynak niteliği taşıyorsa, ses küresel dalgalar biçiminde yayılır ve alıcıya ulaşırken uzaklığın karesi ile azalır.

(Sınırsız ortamlarda (açık havada) hiç yansıma olmayacağından, ses enerjisi düzgün dalgalar halinde yayılır. Bu gibi ortamların her noktasında ses enerjisinin belli bir doğrultusu ve yönü vardır. Ses enerjisinin yayılış şekli bakımından bu gibi ortamlara serbest alan (erkin alan) adı verilir (7).

Açık planlı büro hacimlerinde, bölücü duvar elemanı olmadığından büyük açıklıklar oluşur. Ayrıca tavan yüksekliği de hücresel büro hacimlerine göre daha fazladır. Bu nedenle, oldukça büyük hacimler sözkonusu olur. Bu koşullara göre açık planlı büro hacimleri, üç boyutlu sınırsız ortamlara benzetilebilir.

Fakat bu benzetmede tavan ve duvar ögesinin sınırlayıcı özelliğini gözönünde bulundurmakta yarar vardır. Özellikle, tavan yüzeyine giden ses dalgaları buradan yansiyarak hacme geri döner. Bu durumda hacimdeki ses düzeyini etkiler. Bu nedenle tavandan yansımaları büyük oranda azaltmak için tavan yüzeyinde ses yutucu gereçlerin kullanılması gerekir. Bir başka deyişle tavanın toplam yutuculuğunun yüksek olması sağlanmalıdır. Şekil 21'de açık planlı büro hacimlerinde ses düzeyi şematik olarak gösterilmiştir.

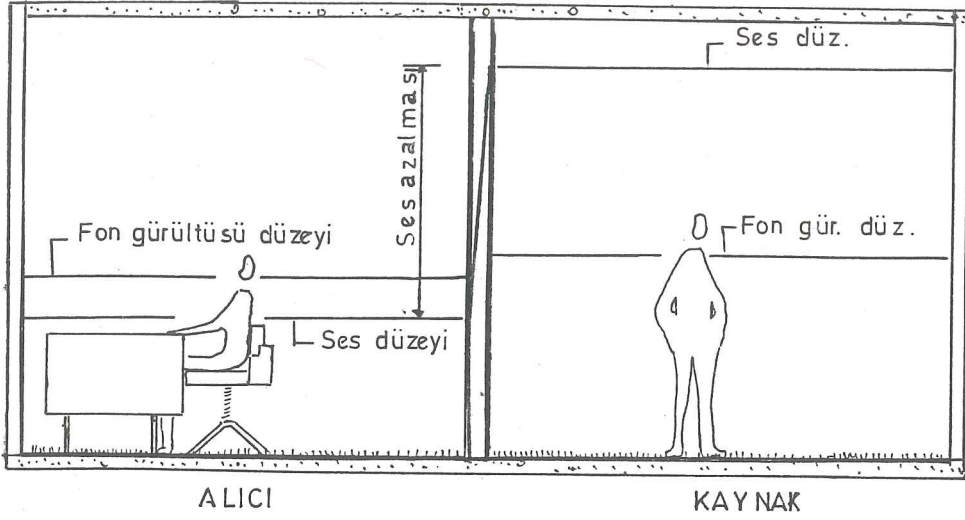


Şekil 21.

3.2. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN GEÇMESİ

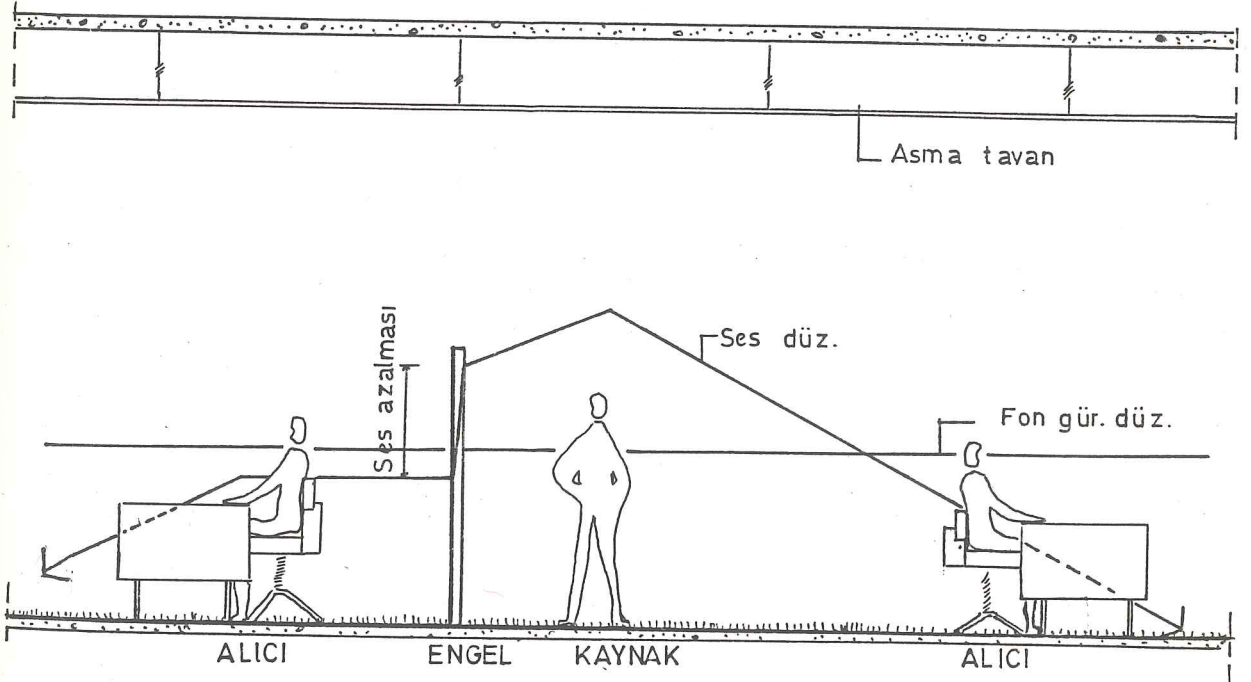
Sesin geçmesi, ses enerjisinin bir ortamdan başka bir ortama geçmesi ile olur.

Hücre sel büro hacimlerinde, ses bir hacimden diğer hacme belli oranda azalarak geçer. Kaynağın bulunduğu hacimde duvar yüzeyine gelen ses dalgaları diğer hacme Şekil 22'de görüldüğü gibi duvarın ses geçirmezliğine bağlı olarak azalarak geçer.



Şekil 22.

Açık planlı büro hacimlerinde çalışma birimlerinin ayrılması duvar ile değil belli aralıklarla kullanılan engeller ile olur. Bu nedenle açık planlı bürolarda Şekil 23'de görüldüğü gibi engeli geçen ses önem kazanır.



Şekil 23.

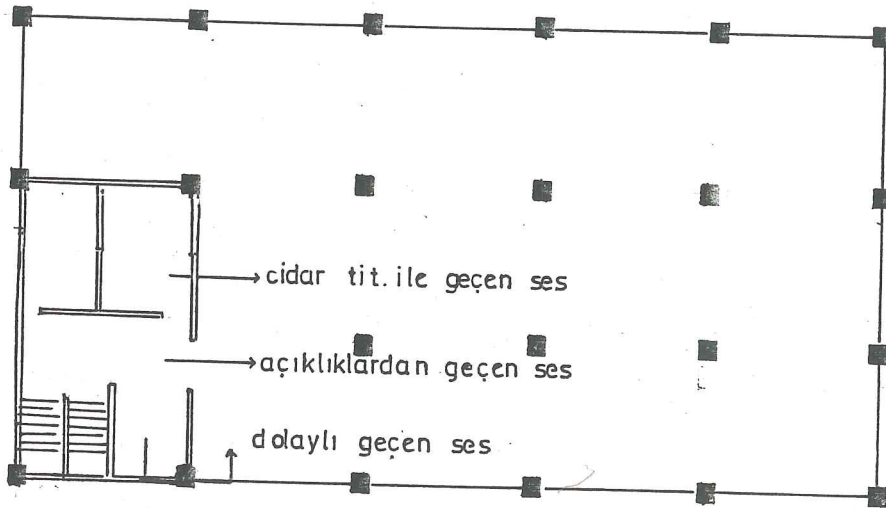
Kaynaktan çıkan seslerin büyük bir kısmı engel ile tavan arasındaki açıklıktan, bir bölümden öteki bölüme geçerler. Bu nedenle, engelin kitlesine bağlı olarak geçen seslerin ses düzeyine etkisi fazla önem taşımaz.

3.2.1. Hacimler ve Katlar Arası Sesin Geçmesi

Yapı içersinde, büro hacmine gerek bitişik hacimlerden (yatay) gerekse alt ve üst hacimlerden (düşey) gelen seslerde sözkonusudur.

Büro binalarında genellikle planlamadan ötürü büro hacminin yanında başka hacimler pek bulunmaz. Fakat büro hacminin açıldığı koridor, tuvalet ya da merdiven boşluğu gibi bölümlerden hacme gelen sesler önem taşıyabilir.

Şekil 24'de büro hacmine çeşitli yollarla geçen sesler gösterilmiştir.



Şekil 24.

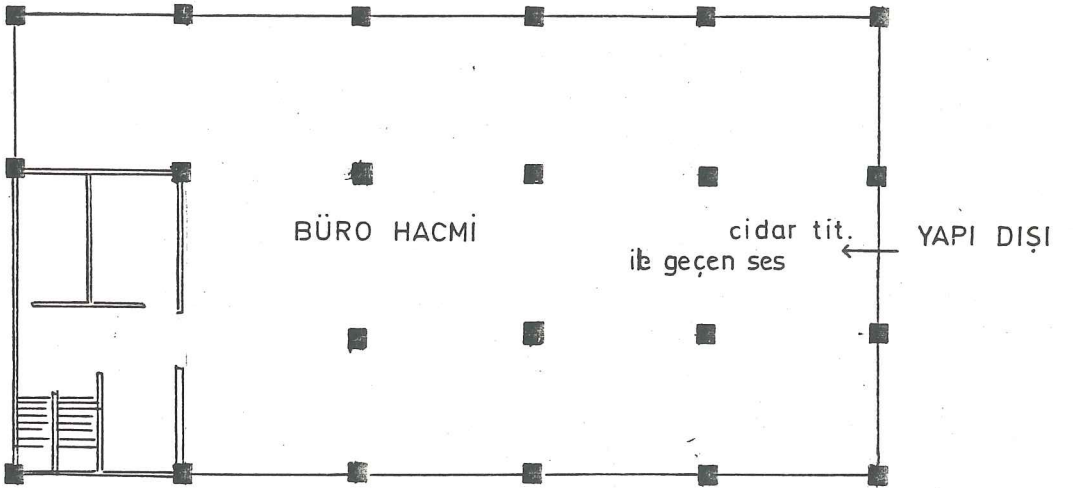
Büro hacmine diğer hacimlerden gelen seslerin %90-95'i ci dar titreşimi yolu ile geçer.

Havada doğan ve darbe sesi olarak tanımladığımız bu ses -
lerden darbe sesinin geçmesi mobilyaların çekilmesi, nes-
nelerin düşmesi ya da kullanıcıların yürümesi (adım sesi)
ile oluşur.

Döşemede oluşan darbe sesi döşemenin tümüyle titreşmesine
yol açar. Bu titreşim döşemenin altındaki havayı titreşti-
rerek belirli düzeyde gürültünün doğmasına neden olur.
Darbe gürültüsü büro hacmi içinde rahatsızlık veriyorsa
önlem almak gerekir.

3.2.2. Yapı Dışından Gelen Sesin Geçmesi

Büro hacmine dış çevreden gelen seslerde önemlidir. Açık
planlı büro hacimlerinde, genellikle yapı kabuğunda saydam
(cam) öğeler daha fazladır. Bu nedenle dış çevreden gelen
gürültülerin Şekil 26'da görüldüğü gibi geçmesi kolay olur.

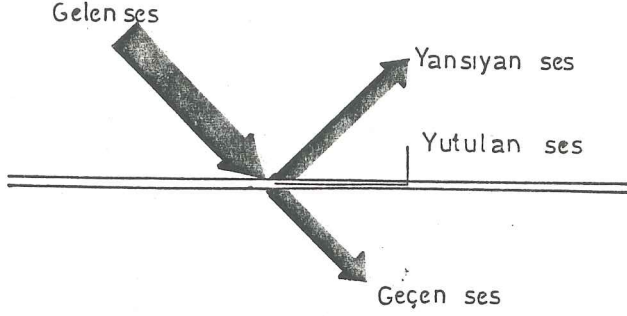


Şekil 26.

Açık planlı büro hacimlerinde cam yüzeyine gelen seslerin
çidar titreşimi yolu ile hacme geçmeleri önemlidir. Cam
yüzeylerinin kitle ağırlığı az olduğundan sese karşı za-
yım öğelerdir. Cam kalınlığının artmasıyla kitle ağırlı-
ğı artacağından sesgeçirmezlikte belirli oranda artar.
Fakat yüksek ses geçirmezlik gerektiğinde çift çidar uy-
gulamasına gidilir.

3.3. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YANSIMASI

Herhangi bir yapı yüzeyine gelen ses enerjisinin bir bölümü yüzeyden yansır, bir bölümü çeşitli şekillerde yüzeyi geçer, bir bölümü de yine çeşitli şekillerde yüzeyde yutulur (Şekil 27).



Şekil 27.

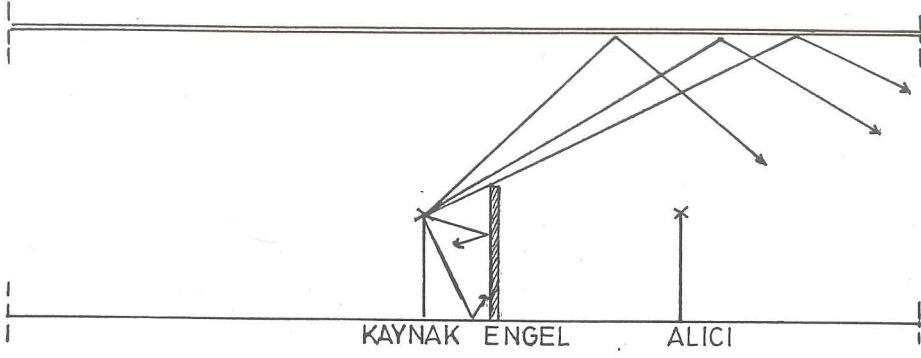
Sesin yansımaları, ışığın yansımalarında olduğu gibi düzgün ve yayınlık olmak üzere iki türdür.

(Yansıtıcı yüzeyin girinti ve çıkıntıları, pürüzleri, pütürleri yani düzgünsüzlükleri, yüzeye gelen ışığın (ışık ya da ses) dalga boyundan küçükse düzgün yansıma, dalga boyu ölçülerinde ya da daha büyükse yayınlık yansıma olur) (7).

Fakat hangi yüzeyin düzgün yansıma, hangi yüzeyin yayınlık yansıma yaptığını belirlemek güçtür. Çünkü ışıkta olduğu gibi yansıtıcılık özellikleri gözle görülmez.

3.3.1. Yansımanın Ses Düzeyine Etkileri

Açık planlı büro hacimlerinde tavan, döşeme, duvar ve bölme elemanlarının yüzeyinde olan yansımalar hacimdeki ses düzeyini etkiler (Şekil 28).



Şekil 28.

Döşeme, tavan ve engel yüzeyindeki yansımaları azaltmak için ses yutucu gereçler kullanılmalıdır. Ayrıca hacmin toplam yutuculuğunun arttırılmasında yarar vardır. Açık planlı büro hacimleri büyük boyutlu olduklarından hacimde yankı olasılığı artar.

(Bir hacimde ses uzaması ve yankı olayları da önem taşır. Hacim içersinde bulunan ses kaynağından doğrudan kulağımıza gelen ses ile yansıtıcı bir yüzeyden yansıyarak gelen sesin geçtikleri yollar arasındaki fark 22.00 m. den fazla ise ses uzaması 34.00 metreden fazla ise yankı olur).

3.4. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YUTULMASI

Sesin yutulması, ses erkesinin başka erkeye dönüşmesi ile olur. Genellikle ses, ısı erkesine dönüşür. Açık planlı büro hacimlerinde, özellikle tavan ve döşeme yüzeyinde kullanılan gereçlerin ses yutma çarpanı değerleri önem taşımaktadır.

Yutulmanın az olduğu bir yüzeyde yansımalar fazla olur ve kullanıcılara rahatsızlık verir. Eğer aynı yüzeyde ses yutucu gereçler kullanılırsa sonuç daha başarılı olur.

3.4.1. Sesin Yutulma Süreçleri

Sesin yutulması başlıca üç ayrı süreçte olur. Birbirinden bazı temel farklar gösteren bu yutulma şekilleri ;

- . Gözenekli gereçlerde yutulma,
- . Titreşen levhalarda yutulma,
- . Helmholtz rezonatörleri ile yutulma.

Açık planlı büro hacimlerinde özellikle, gözenekli gereç - lerde yutulma ve titreşen levhalarda yutulma konuları önem taşır.

GÖZENEKLİ GEREÇLER

Organik ya da inorganik olup içinde pek çok sayıda kılcal borular, delikler ve ince aralıklar bulunan yüzeylerdir. Halı, keçe, cam yünü, ince gözenekli sıvalar, levhalar gibi gereçlerin temel akustik özelliği, yanyana dizilmiş gözeneklerin sesi yutmasıdır.

(Bir gerecin yüzeyine gelen ses titreşimleri, kılcal borular ve aralıkların içindeki havayı titreşime sokarlar. Yani ses titreşimleri gözeneklerin içine girerler. Burdan da titreşen hava molekülleri havanın viskozitesi ve çeperlere sürtünme nedeniyle ses erkesinin az ya da çok bir bölümünün doğrudan ısı erkesine dönüşmesine yol açarlar).

Gözenekli gereçlerin kullanılmasında bazı noktaların göz önünde bulundurulması gerekir.

- . Gözeneklerin aralarının açık ya da fazla sık olması durumunda sürtünme olayı tam gerçekleşemeyeceğinden gerecin yutuculuğunda azalma olur.

- . Gözenekli gereçlerin boyanması durumunda, gözeneklerin tıkanması sözkonusu olur. Aynı zamanda gereçlerin tozlanması, ıslanması, sıkışması gibi durumlarda da gözeneklerin yutuculukları azalır. Bu nedenle gözenekler havaya açık olmalı, tıkanmamalıdır.
- . Gözenekli gereçlerin kullanımları sırasında delikli levhalar, kafesler içersinde bulundurulmaları gerekir. Çünkü gereç özellikleri bakımından gözenekli gereçler yumuşak ve aşınmaya dayanıksızdır.

Gözenekli gereçlerde yutulma, yüksek frekanslar da daha çok olur. İnce sesler saniyede 1000-2000 kere titreşir, nu nedenle gözeneklere sürtünme daha fazla olur. Daha fazla ses erkesi, ısı erkesine dönüşür.

Kalın seslerde ise saniyedeki titreşim (50-100 kere az olduğundan, gözeneklere sürtünmede az olur ve sonuçta daha az ses erkesi yutulur.

Gerecin kalınlığının artması, alçak frekanslardaki ses yutuculuğunun artmasına neden olur. Fakat bu kalınlık artımı 500 Hz'e kadar iyi sonuçlar verir, daha sonra kalınlık artımı yeterli yutuculuk sağlanamaz. Bu nedenle gözenekli gereçler, yüksek frekanslardaki seslerin yutulmasında kullanılmalıdır.

TİTREŞEN LEVHALAR

Titreşen levhalar ikinci grup ses yutucu gereçleri oluşturlar. Bu gereçlerde de ses erkesi ısı erkesine dönüşmektedir. Bir levhaya (cidara) gelen ses erkesi levhayı titreştirerek iş yapar. Bu titreşim hareketi sonucu ses erkesi ısı erkesine dönüşür. Kalın sesler, ince seslerden daha çok levhaların titreşimine neden olurlar. Bundan dolayı titreşen levhalarda kalın sesler daha çok yutulur. Titreşen levhaların kullanımında bazı noktaların gözönünde bulundurulması yutuculuğu arttıran etkenlerdendir.

- . Levhaların daha fazla ses yutabilmesi, titreşimlerinin fazla olmasına bağlıdır. Eğer levhalar büyük boyutlarda olursa ses dalgaları levhaları titreştiremez ve sonucunda yutuculuk az olur. Bu nedenle titreşen levhaları ufak parçalara bölmek ve kolay titreşebilir şekilde tespit etmek gerekir.
- . Bir hacimde düzgün yayılmış bir yutuculuk sağlamak için, kullanılan gereçlerin farklı boyut ve kalınlıkta olmasında yarar vardır. Ayrıca tespit şekilleri ve biçimleri farklı olmalıdır.
- . Titreşen levhalarda yutuculuğu arttıran bir etkende titreşen levhanın arkasındaki hava tabakasıdır. Hava tabakası bir cins yay görevi görür ve levha ile birlikte bir sistem oluşturur.
- . Titreşen levha arkasına gözenekli gereçle yalıtım yapılması durumunda yutuculuk artar. Özellikle orta ve yüksek frekanslarda artma görülür.

Akustik gereçlerin ses yutuculuk özellikleri gerecin fiziksel özelliğine, tespit biçimine bağlıdır. Özellikle gerecin tespit şekli önemlidir. Ayrıca gereçlerin detaylandırılmasında gözönünde bulundurulması gereken noktalar vardır.

- . Akustik gereçlerin fiziksel özellikleri,
- . Akustik gerecin kullanıldığı odayı kuşatan duvarların dayanıklılığı, dokusu önemlidir.
- . Hacimdeki mevcut durum,
- . Parasal giderler,
- . Gelecekte gerecin yerinin değişmesi.

Ses yutucu gereçlerin seçiminde ve kullanımında da göz önünde bulundurulması gerekli noktalar vardır.

- . Ses yutma çarpanlarının frekanslara göre dağılımı,
- . Dış görünüş (boyut, kenar, bağlantı, renk, doku),
- . Ateşe dayanıklılık,

- . Tespit giderleri,
- . Tespit kolaylığı,
- . Dayanıklılık (vurmaya direnme, mekanik bozulmalar ve aşınma),
- . Bakım, temizlik, ses yutucu gerecin yeniden kullanımı ve bakım giderleri,
- . Kullanma koşulları (ısı, tespit sırasındaki nem oranı),
- . Kalınlık,
- . Neme ve yoğuşmaya karşı dayanıklılık,
- . Isı yalıtım değeri,
- . Haşarat, mantar, küfe karşı korunma.

3.4.2. Yutuculuğu Etkileyen Etkenler

Bir yüzeye gelen ses erkesinin yansımayan bölümü yutulmuş sayılır. Her gereç ve yüzeyin sesi yutma değerleri birbirinden farklıdır.

(Bir gerecin ya da yüzeyin yutma çarpanı oran olarak o yüzeyden yansımayan sesin gelen sese oranını gösterir. Örneğin bir yüzey bir sesin % 70'ini yansıtıyorsa o yüzeyin yutma çarpanı $a = 0.30$ 'dur) (7).

Bir hacimde toplam yutuculuğu iç yüzeylerin alanı ve yutma çarpanları değerleri etkiler.

(Toplam yutuculuk (A) : Bir hacmin toplam yutuculuğu, tam yutucu (%100 yutucu) yüzey alanı cinsinden m^2 birimi ile verilir. Bu birime "Sabine birimi" de denir) (8).

Toplam yutuculuk, bir hacimde üç ayrı tür yutuculuğun toplamıdır.

$$A = A_y + A_b + A_n$$

A_y : İç yüzeylerin toplam yutuculuğu,

A_b : İnsan, eşya gibi nesnelere toplam yutuculuğu,

A_n : Havanın yutuculuğu,

$$L_2 = L_1 - R + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right)$$

L_1 : Ses kaynağının bulunduğu hacimdeki ses düzeyi, (dB),

L_2 : Alıcı hacimdeki ses düzeyi (dB),

R : Döşemenin sesgeçirmezliği (dB),

S : Döşeme alanı

A : Alıcı hacmin toplam yutuculuğu (Sabine)

Yukarıda verilen formüle göre $10 \log S/A$ oranındaki A değerinin değişmesi hacimdeki ses düzeyini etkiler.

- Toplam yutuculuk (A) değerinin artması durumunda hacimdeki ses düzeyi azalır.

$$A = a_1 \cdot S_1 + a_2 \cdot S_2 + a_3 \cdot S_3 + \dots + a_n \cdot S_n$$

a_1 : Belli bir yüzeyin yutma çarpanı,

S_1 : Belli bir iç yüzey alanı) (8).

Toplam yutuculuğun artması, hacimdeki yüzeylerin yutma çarpanı değerlerinin ve iç yüzey alanlarının artması ile olur. Özellikle hacime ek yüzeyler (engeller, bölme elemanları konulması durumunda iç yüzeylerin alanı artar.

- Toplam yutuculuk (A) değerinin azalması durumunda hacimdeki ses düzeyi artar. Bu durumda hacimdeki yüzeylerin yutma çarpanı değerleri ve iç yüzey alanı azalır.

Her iki durumda gözönüne alarak hacimdeki istenilen ses düzeyini sağlayabilmek için, hacimde yeterli bir toplam yutuculuk değeri sağlamak gerekir.

Yansışım süresinin uzun ya da kısa olması da hacmin toplam yutuculuğu ile ilgilidir.

$$T_{60} = 0.16 \frac{V}{A}$$

Hacmin toplam yutuculuğunun az olması yansışım süresinin uzun, çok olması ise yansışım süresinin kısa olmasını sağlar.

Açık planlı büro hacimlerinde, hacmin kullanım amacı ve büyüklüğüne göre yansışım süresi değerleri belirlenebilir. Daha sonra bu değerlere uygun toplam yutuculuğun sağlanmasında yarar vardır.

BÖLÜM 4 - BÜRO HACMI İÇİN UYGUN AKUSTİK ORTAMIN BELİRLENMESİ

Büro hacimlerinde uygun akustik ortamın sağlanması iç ve dış gürültünün denetim altına alınması ile olur.

4.1. DIŞ GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Büro hacimlerinde, dış çevre gürültüleri hacme genellikle cidar titreşimi ile geçer. Cidar titreşimi yoluyla sesin geçmesini önlemek için yapı kabuğunun ses geçirmezliğini arttırmak gerekir.

Bilindiği gibi yapı kabuğu saydam (cam) ve saydamsız (dolmuş) alanlardan oluşmaktadır. Açık planlı büro hacimlerinde planlamadan ötürü cam alanlar daha fazla olduğundan cam alanların sesgeçirmezlik değerleri önem kazanır. Çizelge 6 ve 7'de dolmuş ve cam alanların ses geçirmezlik değerleri verilmiştir.

ÇİZELGE 6

<u>Dolmuş alanlar</u>	<u>R(dB)</u>
Taş duvar	60
Betonarme perde duvarı-iki yanı sıvalı, 25 cm. --	51
Betonarme perde duvarı-sıvasız, 20 cm. -----	52
Tuğla duvar-iki yanı sıvalı, 25 cm. -----	50
Boşluklu briket-iki yanı sıvalı, 25 cm. -----	46

ÇİZELGE 7

<u>Cam alanlar</u>	<u>R(dB)</u>		<u>R(dB)</u>
Kalınlık (mm) 2	22.5	Kalınlık (mm) 7	28.2
3	24.5	8	28.8
4	25.6	10	29.8
5	26.6	12	30.6
6	27		

Yapı kabuğunun sesgeçirmezlik değerini arttırmak cidarın m² ağırlığının artması ile olur.

(Cidar, kendini bütünüyle titreştirmeye zorlayan bu güce yani gelen ses dalgaları ile hava basıncından beliren değişmelerin doğurduğu itme ve çekmelere kitlesiyle (ağırlığıyla) karşı koyar. Bir cidar nedenli ağır olursa, onu titreştirmek o oranda zor ve bundan ötürü titreşimin genliği o oranda küçük olur. Buna kitle yasası ya da Berger yasası denir) (7).

Fakat kullanma, detaylandırma ve benzeri nedenlerle cidarın kalınlığının artması her zaman olanaklı değildir ve doğru olmaz. Bu nedenle çift cidar uygulaması yapmak daha doğru bir çözüm olur.

4.1.1. Çift Cidar

Çift cidar uygulamasında cidar iki parçaya bölünür. Bunun sonucunda gelen ses iki ayrı cidardan geçer ve sonuçta daha azalır.

Açık planlı büro hacimlerinde çift cidar uygulamasını cam alanlarda yapmak başarılı çözümler verir.

Cam elemanları kullanırken bazı noktaları gözönünde bulundurmak gerekir :

- . Cam elemanların kalınlıklarını iyi seçmek gerekir.
- . Camlar ayrı doğramalara takılmalıdır.
- . Camların tespitleri önemlidir. Özellikle iyi bir işçilikle ses geçirmezlik değeri artar. Tespitte de en az birinin yumuşak olması doğru olur.
- . Camlar arası boşluk 100-200-300 mm. değerlerinde olmalıdır.
- . Tüm çift cidar uygulamalarında olduğu gibi, çift cam uygulamasında da camlar birbirine paralel olmamalıdır.
- . İki camın kalınlıkları birbirinden farklı olmalı ve aralarında basit oranlar bulunmamalıdır.
- . Çift uygulamasında doğal havalandırma yapılması doğru olmaz. Ayrıca cama fan takılmamalıdır. Her iki durumda da sesgeçirmezlik değeri düşer.
- . İki cam arasına ses yutucu gereçler yerleştirmek ses geçirmezliğin artmasını sağlar.

Sesgeçirmezliğin daha fazla olması gereken durumlarda üçlü, dörtlü cam uygulamaları da yapılabilir. Üçlü, dörtlü cam kullanımında detaylandırma önem taşır. Ayrıca cam sayısı arttıkça duvar kesitinde fazla yer tutma, taşıma ve pahalı olma gibi etkenlerde sözkonusu olur. Bu nedenle ne tür cam kullanılacağının önceden etüt edilmesi ve gerekli hesapların yapılması gerekir.

Açık planlı büro hacimlerinde dış çevre gürültüsüne karşı önlem alırken bazı genel noktaları gözönünde bulundurulmasında yarar vardır.

- . Yapının dış duvarını etkileyen gürültü düzeyine bağlı olarak uygun dış duvar ve pencere detayı saptanmalıdır.
- . Cam alanlarda sesgeçirmezliğin yüksek olması gerekiyorsa çift cam uygulaması doğru bir çözüm olur.
- . Duvar-cam ilişkisi iyi kurulmalı, tespitler iyi yapılmalıdır. Boşluklar, delikler bırakılmamalıdır.

4.2. İÇ GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Açık planlı büro hacimlerinde hacim içi gürültülerin denetimine geçmeden önce hacme diğer hacimlerden ve katlardan gelen gürültülerden sözetmekte yarar vardır.

Açık planlı büro hacimlerine diğer hacimlerden gelen gürültüleri, büro katının açıldığı koridor tuvalet ya da merdiven boşluğundan gelen gürültüler oluşturur. Eğer bu gürültüler rahatsızlık veriyorsa duvar elemanında önlem almak gerekir. Özellikle büro hacmine açılan kapıların iyi detaylandırılmasında yarar vardır.

Açık planlı büro hacimlerinde katlar arası geçen sesler de hacimdeki ses düzeyini etkiler. Bu nedenle gerek tavanda gerekse döşemede önlem almak gerekir.

Açık planlı büro hacimlerinde büro içi gürültüleri konuşma, sert zeminde dolaşım, iş makinaları, bilgisayarlar, daktilolar, kapıların açılıp kapanması, anons sistemleri ve telefonlar oluşturur.

İç gürültü denetiminin yapılmasında bazı noktaları gözönünde bulundurmak gerekir.

- . Gürültünün denetlenmesinde insan etkeni önemlidir. Bu nedenle kullanıcıların gereksiz yere gürültü çıkarmamaları için bilinçlendirilmesi gerekir. Çünkü gürültüyü çıkarmamak çok daha ekonomik ve olumlu bir davranıştır.
- . Kullanılan mobilyaların döşemede fazla gürültü çıkarmasını engellemek için bazı önlemler almakta yarar vardır.
- . Masa, iskemle gibi hareketli mobilyaların ayaklarına lastik, kauçuk gibi gereçlerden yapılmış yüksük biçiminde pabuçlar geçirmek.
- . Hareketli mobilyaların ayaklarına mafsallı tekerlekler koymak.

- . Geniş yüzeyli mobilyaların altına keçe, lastik, kauçuk ya da bunların bir bölümünden oluşan sandviç sistemler koymak.
- . Hacim içersinde bulunan gürültü yapıcı gereçler (telefon, daktilo gibi) büro alanı içinde eşit olarak dağıtılmalı ya da bu tür gereçler, büroda en fazla ses yutucu gereçle kaplı özel bölmede toplanmalıdır.
- . Bütün tavan ses yutuculuğu yüksek gereçlerle kaplanmalıdır.
- . Özellikle asma tavan uygulaması başarılı sonuçlar verir.

Asma tavan uygulamasında bazı noktalara dikkat etmek gerekir :

- . Asma tavanın yüzeysel ağırlığı 25 kg/m^2 den az olmamalıdır. Asma tavan boşluğunda ses yutucu gereç kullanılırsa bu ağırlık biraz azaltılabilir.
- . Asma tavan ile taşıyıcı döşeme arasındaki boşluğun fazla olmaması gerekir. Bu boşluk yaklaşık 40-50 cm. olmalıdır.
- . Asma tavan boşluğunda, belirli aralıklarla bölmeler yapılır. Eğer bu bölmeler kullanılmazsa asma tavan boşluğu tek boyutlu ortam özelliği göstereceğinden, istenilen ölçüde ses azalması olmaz.
- . Asma tavanı döşemeye asma noktaları olabildiğince az sayıda olmalı ve esnek asma sistemleri kullanılmalıdır.
- . Asma tavanın yutuculuğunu artırmak için, asma tavan yüzeyine ses yutucu gereç konulmalıdır.
- . Açık planlı büro hacimlerinde döşemede kullanılan gereçler önem taşır. Eğer sert bir zemin kaplaması var ise büro hacminde istenmeyen gürültüler oluşur. Özellikle kullanıcıların yürümesi (adım sesi) ile oluşan gürültüler rahatsızlık verir. Bu nedenle döşemede bazı önlemler almak gerekir.

- . Döşeme kaplaması olarak yumuşak esneyen gereçler seçilmelidir. Halı ya da eğilme sertliği az olan bir gereç kullanılmalıdır.

(Geleneksel döşeme gereci olarak kullanılan halı, günümüzde akustik yönden yararlanılacak bir öğedir. Havada doğan seslerin yutulmasında adım sesini, mobilyaların itilip-çekilmesinden doğan sesleri önlemede halının önemi büyüktür. Esnek bir tabaka üzerine halı uygulaması yüksek düzeyde ses yutuculuk sağlar).

- . Döşemede darbe gürültüsünün fazla olduğu hacimlerde yüzer şap uygulaması daha başarılı olur. Yüzer döşeme uygulamasında, eğilme sertliği fazla olan tabaka çimento şaptan yapılır. Şapın kitlesi $45-85 \text{ kg/m}^2$ arasında değişir.
- . Asma tavan uygulaması da darbe gürültüsüne karşı önlem olarak uygulanır. Bilindiği gibi asma tavan uygulaması aynı zamanda dolaylı yolla geçen seslere karşı da yalıtım sağlar.
- . Toplantı ve etkinlikler için ayrılan bölümlerde iyi bir ses yalıtımı yapılmalıdır.
- . Eğer havalandırma sistemleri kullanılıyorsa ses azaltıcı önlemler alınmalıdır.
- . Açık planlı büro hacimlerinde iç gürültü denetiminin yapılmasında en önemli elemanlardan biri de bölme elemanlarıdır. Bu nedenle bölme elemanlarının gerek hacim içersinde yerlerinin belirlenmesi gerekse de detaylandırılmaları önem taşır.

4.3. BÖLME ELEMANLARI (ENGELLER)

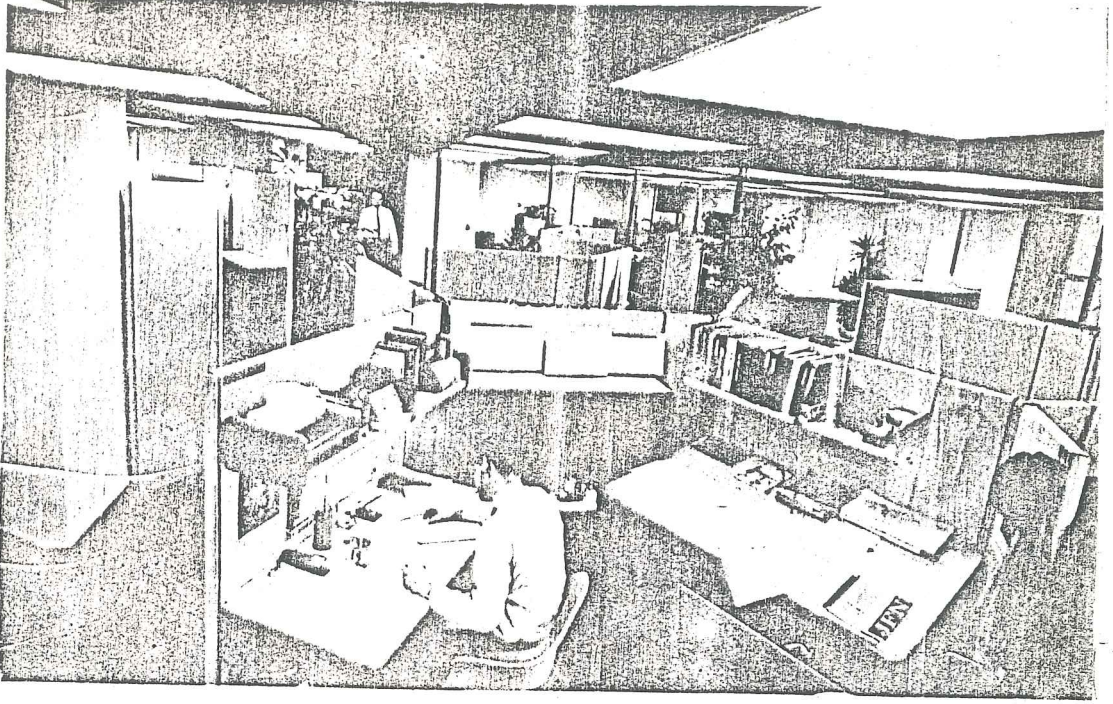
Daha öncede açıklandığı gibi, açık planlı büro hacimlerinin, mimari özelliği hacimde herhangi bir duvar elemanının bulunmamasıdır.

Bu nedenle büro hacminde ayrı mekan oluşumları bölme elemanları ile elde edilir. Bölme elemanları hacmi düzenleme, mekan oluşturma, gürültü denetimi gibi değişik yönlerden açık planlı büro hacimleri için önemli yapı öğeleridir.

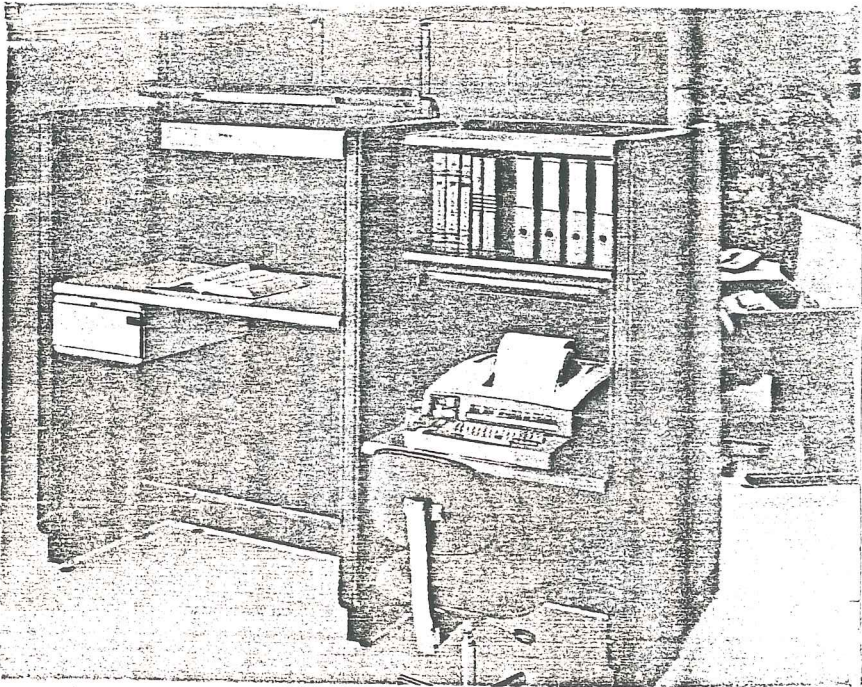
Bölme elemanları ile büro hacmi içersinde çalışma birimleri oluşturulur. Şekil 29-30-31'de bu birimlere örnekler verilmiştir. Her birimin, çalışma ilişkilerinin kolay olmasını sağlayacak biçimde düzenlenmesinde yarar vardır. Bölme elemanları genellikle sabit öğeler olmadığı için birimin işlevi değiştiğinde başka bir işleve göre birimi yeniden düzenlemek olanaklıdır. Gerektiğinde ek bölmeler ile birimi büyütmek te sözkonusu olabilir. Açık planlı büro hacimlerinde bu tür öğeler gürültü denetimi yönünden aynı zamanda engel niteliği taşımaktadır. Kaynaktan alıcıya gelen gürültü (ses) engel nedeniyle kırınarak, engelin arkasında akustik gölge bölgesi oluşturur.

(Ses dalgalarının, bir engelden ötürü doğrultu değiştirmeleri olayına kırınma denir. Herhangi bir engel köşe, aralık ya da kenar boyutlarının gelen ışınımın dalga boyundan büyük olması durumunda kırınma olur).

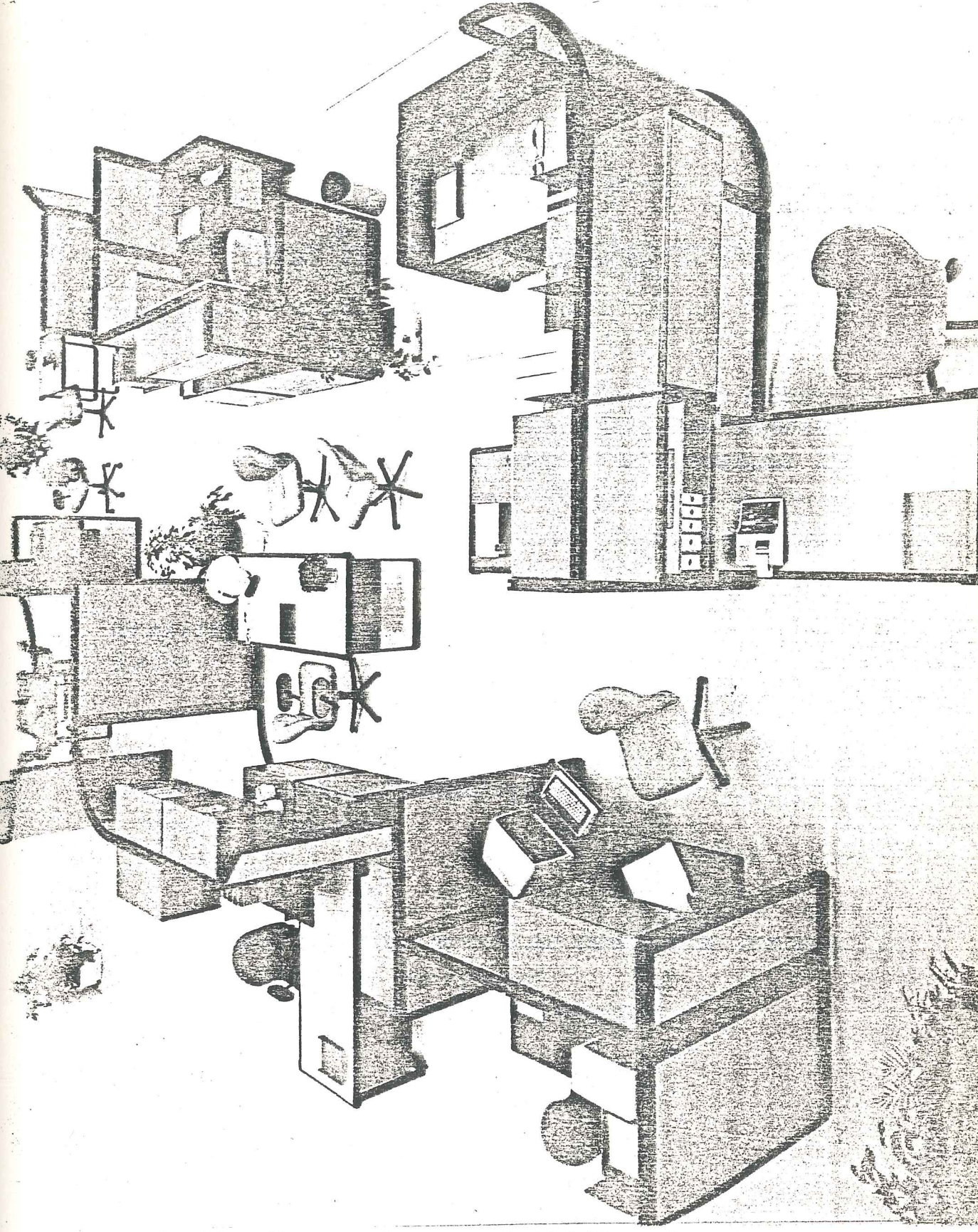
Şekil 32'de görüldüğü gibi akustik gölge bölgesinde kalan kullanıcılar kaynaktan gelen sestten çok fazla etkilenmezler. Fakat, doğrudan tavana giden ve oradan yansıyan sesler etkili olur.



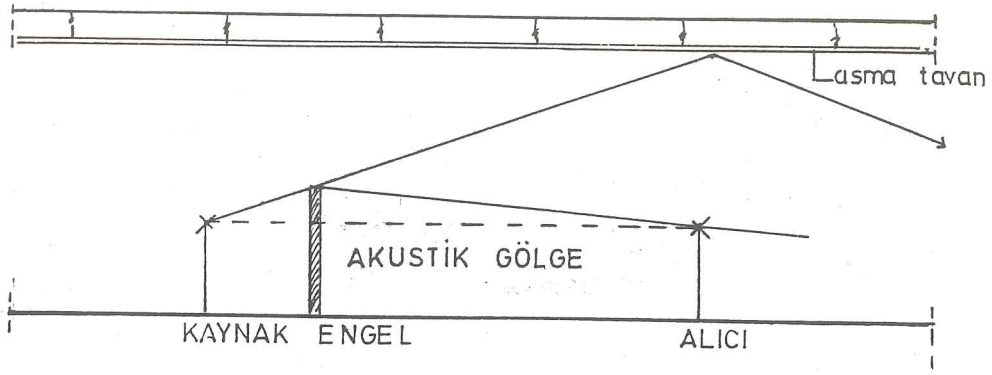
Şekil 29. Hacimde, bölme elemanları kullanımı.



Şekil 30. Hacimde, bölme elemanlarının değişik kullanımı.



Şekil 32. Büro hacminde, çeşitli bölme elemanları düzenlemesi.



Şekil 32.

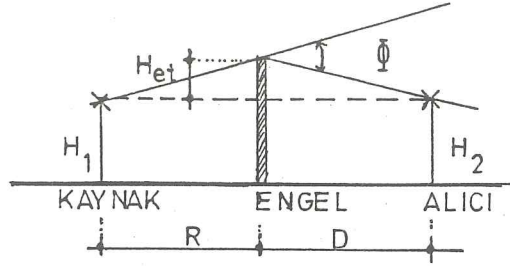
Bu nedenle, tavan yüzeyinden yansıyan seslerin tekrar hacme yayılmalarını önlemek ve açık planlı büro hacminin dış koşullara (açık havaya) yaklaşmasını sağlayabilmek için tavanın hem kalın, hem de ince sesleri yutma çarpanı yüksek gereçlerle kaplanması ya da bu tür gereçlerle asma tavan uygulaması doğru olur.

Engellerin kullanımında, etkin olan bazı faktörler vardır. Bunlar ;

- . Kullanıcı engel arası uzaklık,
- . Alıcı engel arası uzaklık,
- . Kaynak ve alıcının yüksekliği,
- . Engelin yüksekliği,

gibi sıralanabilir.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen faktörlerin değişimi ile ilgili bir kaç örnek verilmiştir (Hesaplamalar, EK bölümünde verilmiştir).



Şekil 33.

Φ : Sesin kırınma açısı,

H_{et} : Etkin yükseklik (engelin ses kaynağı üstündeki yüksekliği)

R : Engel ile ses kaynağı arasındaki uzaklık,

D : Engel ile alıcı arasındaki uzaklık,

H_1 : Kaynağın yerden yüksekliği,

H_2 : Alıcının yerden yüksekliği.

ÖRNEK I

. Kaynak ile engel arasındaki uzaklığın değişimine göre hesaplamalar yapılmıştır.

Şekil 34'de verilen örnekte ;

D : 2.00 m.

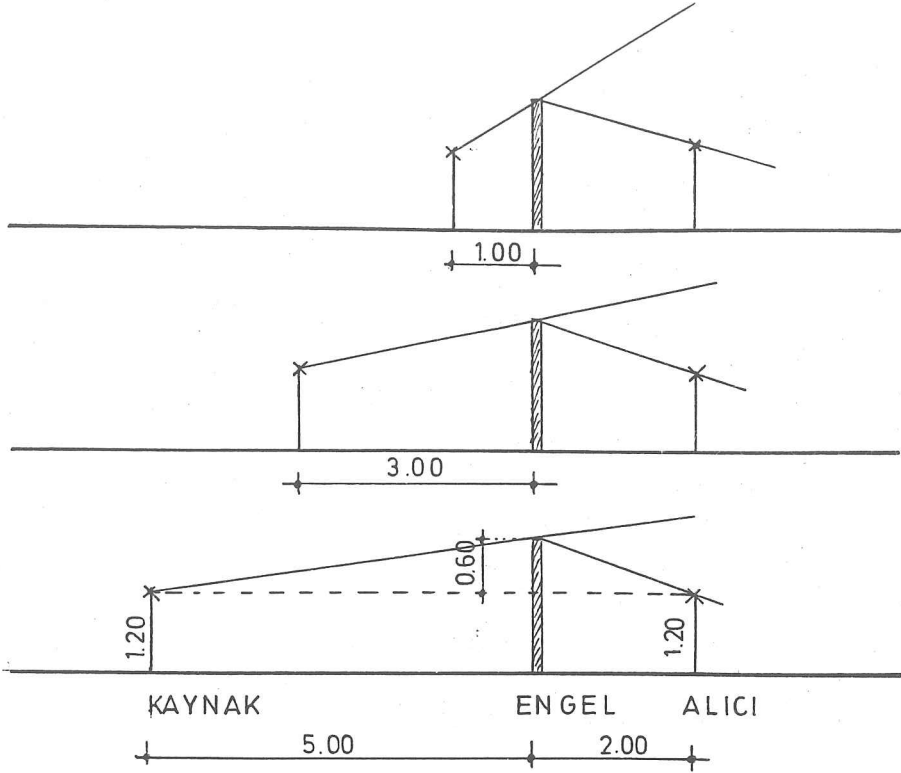
H_{et} : 0.60 m.

H_1 : 1.20 m (Kaynak oturuyor, kabul edilmiştir),

H_2 : 1.20 m (Alıcı oturuyor, kabul edilmiştir)

değerleri değişmemekte, yalnız (R) değeri değişmektedir.

$R = 1.00 \text{ m} - 3.00 \text{ m} - 5.00 \text{ m}$ olarak belirlenmiştir.



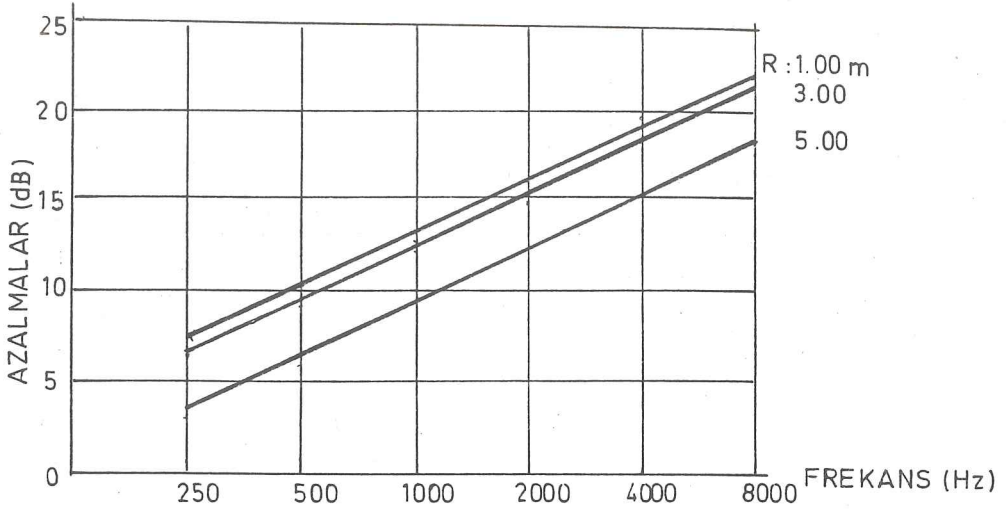
Şekil 34.

Ses düzeyindeki değişmeler Çizelge 8'de verilmiştir.

R (m)	FREKANS (Hz)					
	250	500	1000	2000	4000	8000
	AZALMALAR (dB)					
1.00	7.1	10.2	13.2	16.2	19.5	22.5
3.00	6.1	9.1	12.2	15.2	18.4	21.5
5.00	2.5	5.5	8.5	11.5	14.8	17.8

Çizelge 8.

Çizelge 8'deki değerler Şekil 35'deki grafikte gösterilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı gibi engel kaynaktan uzaklaştıkça engelin etkinliği azalmaktadır.



Şekil 35.

ÖRNEK II

. Alıcı ile engel arasındaki uzaklığın değişimine göre hesaplamalar yapılmıştır.

Şekil 36'da verilen örnekte,

R : 1.00 m.

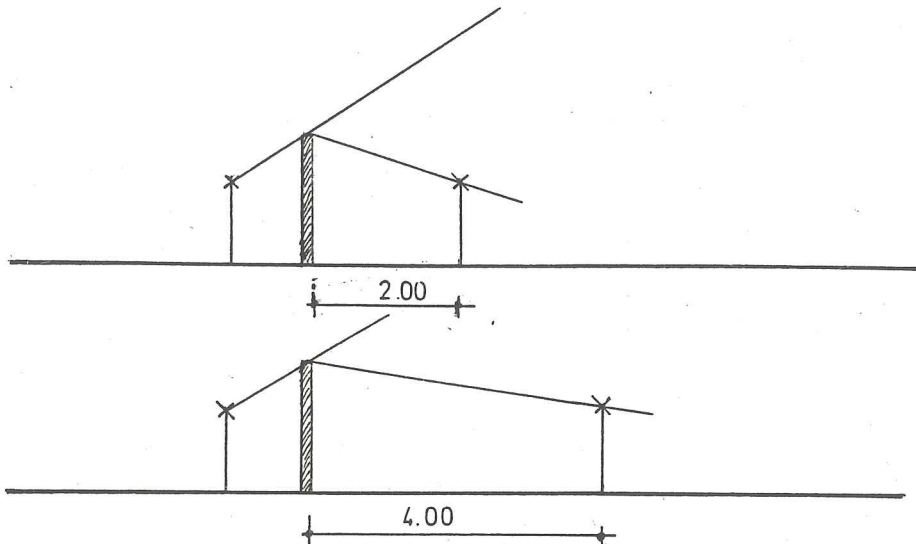
H_{et} : 0.60 m.

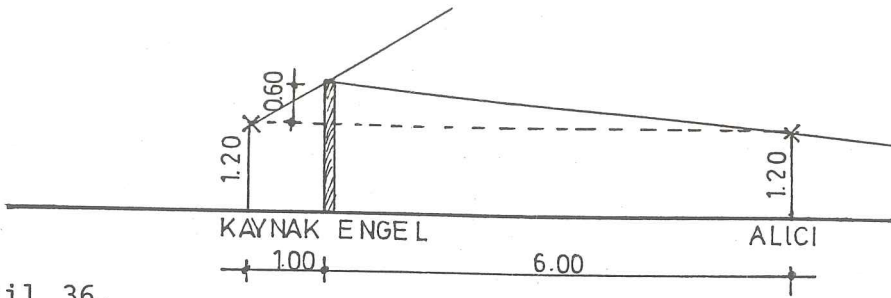
H_1 = 1.20 m (Kaynak oturuyor, kabul edilmiştir)

H_2 = 1.20 m (Alıcı oturuyor, kabul edilmiştir)

değerleri değişmemekte, yalnız (D) değeri değişmektedir.

D = 2.00 m - 4.00 m - 6.00 m. olarak belirlenmiştir.





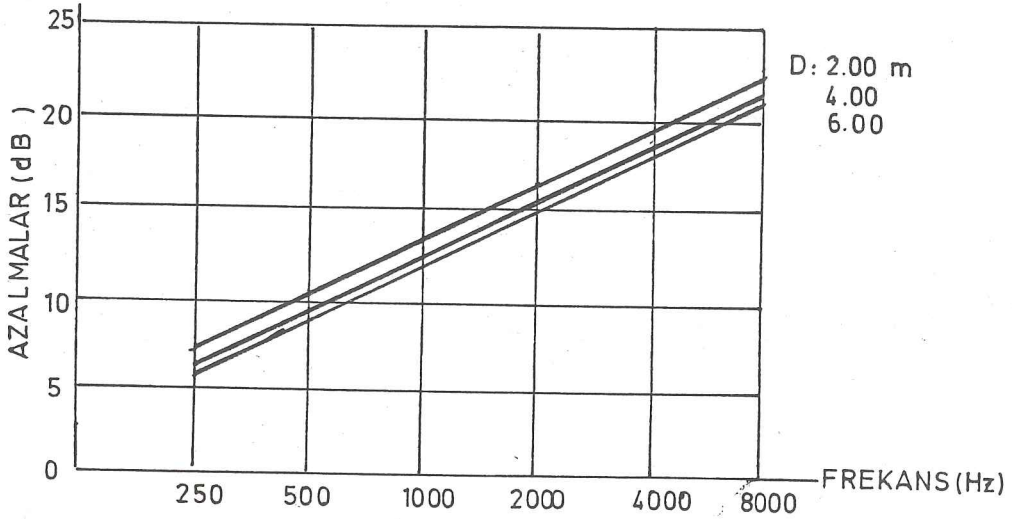
Şekil 36.

Ses düzeyindeki değişmeler Çizelge 9'da verilmiştir.

D(m)	FREKANS (Hz)					
	250	500	1000	2000	4000	8000
	AZALMALAR (dB)					
2.00	7.1	10.2	13.2	16.2	19.5	22.5
4.00	6.5	9.6	12.5	15.6	19.2	22.2
6.00	6.2	9.2	11.0	15.3	18.9	21.9

Çizelge 9.

Çizelge 9'daki değerler Şekil 37'deki grafikte gösterilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı gibi engelin etkinliği alıcının uzaklığına bağlı olarak azalmaktadır.



Şekil 37.

ÖRNEK III

Alıcının yerden yüksekliğinin değişimine göre hesaplamalar yapılmıştır.

Şekil 38'de verilen örnekte,

R : 1.00 m.

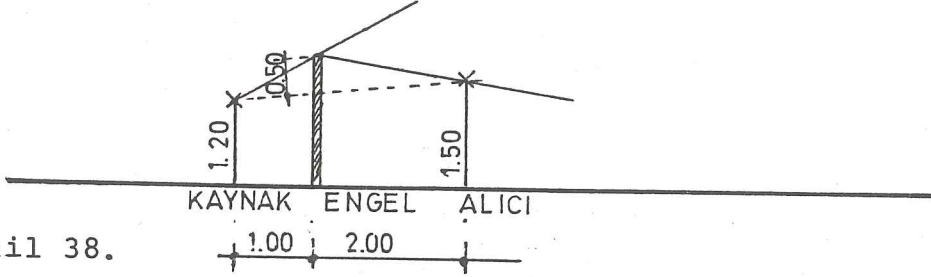
D : 2.00 m.

H : 1.80 m.

H_1 : 1.20 m. (Kaynak oturuyor, kabul edilmiştir)

değerleri değişmemekte, yalnız (H_2) değeri değişmektedir.

$H_2 = 1.50$ m. (Alıcı ayakta, kabul edilmiştir)



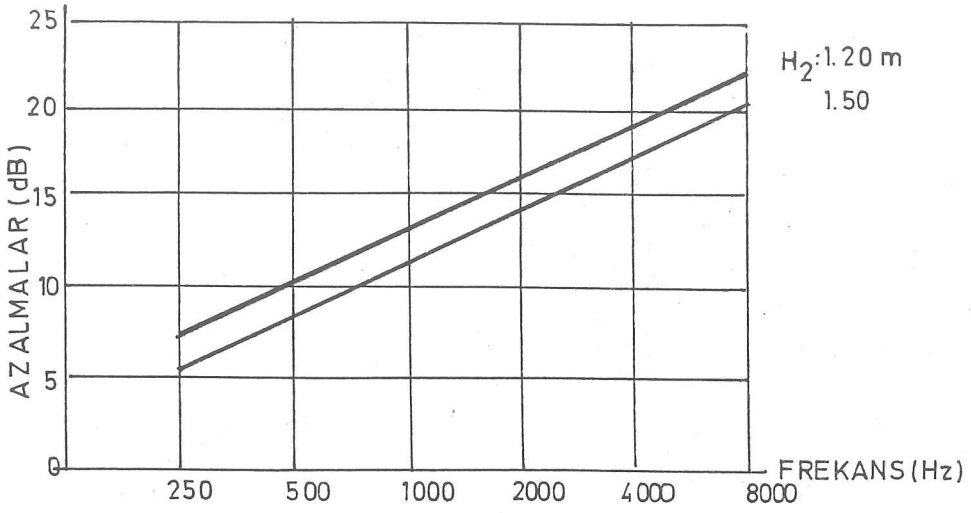
Şekil 38.

Ses düzeyindeki değişimler Çizelge 10'da verilmiştir.

H_2 (m)	FREKANS (Hz)					
	250	500	1000	2000	4000	8000
	AZALMALAR (dB)					
1.20	7.1	10.2	13.2	16.2	19.5	22.5
1.50	5.6	8.6	11.6	14.6	17.9	20.9

Çizelge 10.

Çizelge 10'daki değerler Şekil 39'daki grafikte gösterilmiştir. Kaynak ve alıcının oturur ya da ayakta olması, engelin etkinliğine bağlı olarak ses düzeyini etkilemektedir.



Şekil 39.

ÖRNEK IV

. Enğelin yüksekliğinin değişimine göre hesaplamalar yapılmıştır.

Şekil 40'da verilen örnekte,

R : 1.00 m.

D : 2.00 m.

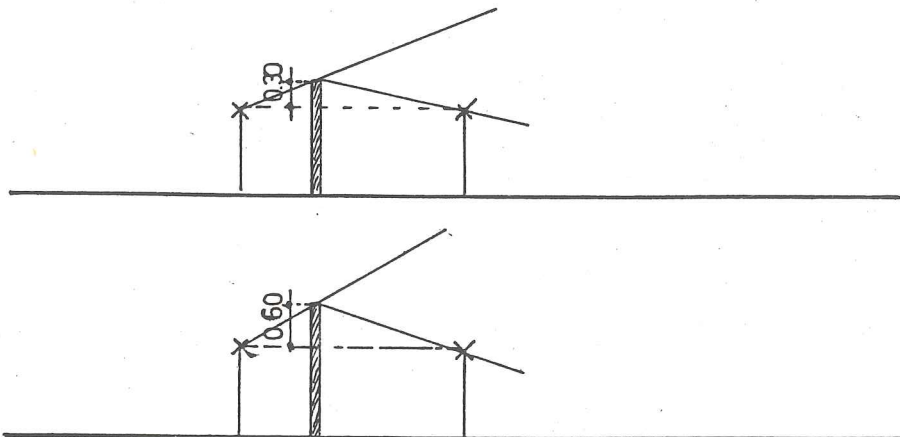
H_1 : 1.20 m. (Kaynak oturuyor, kabul edilmiştir)

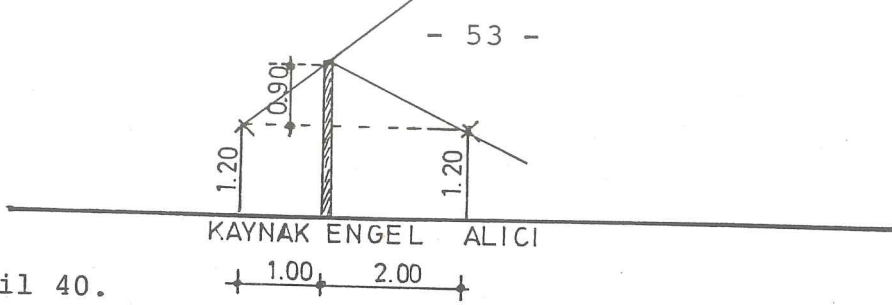
H_2 : 1.20 m. (Alıcı oturuyor, kabul edilmiştir)

değerleri değişmemekte, (H = engel yüksekliği) değişmektedir.

H = 1.50 m. - 1.80 m. - 2.10 m.

H_{et} = 0.30 m. - 0.60 m. - 0.90 m.-





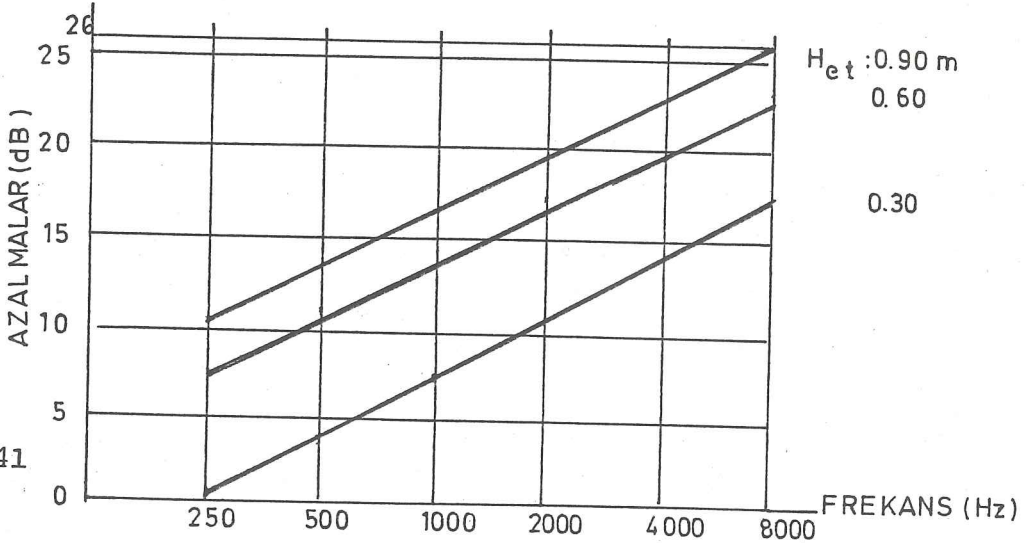
Şekil 40.

Engel yüksekliğinin artması ile ses düzeyindeki değişimler Çizelge 11'de verilmiştir.

		FREKANS (Hz)					
		250	500	1000	2000	4000	8000
H_{engel} (m)	H_{et} (m)	AZALMALAR (dB)					
1.50	0.30	1.2	4.2	7.2	10.2	13.5	16.5
1.80	0.60	7.1	10.2	13.2	16.2	19.5	22.5
2.10	0.90	10.7	13.7	16.7	19.7	23.0	26.0

Çizelge 11.

Çizelge 11'deki değerler Şekil 41'deki grafikte gösterilmiştir. Engel yüksekliğinin artması ile gürültü azalma değeri de artmaktadır.



Şekil 41

Yukarıda yapılan örneklerde hesaplanan ses düzeyindeki azalma değerleri, açık havada elde edilen değerlerdir.

Kapalı hacimlerde, bu değerlerin altında değerler elde edileceği açıktır.

Verilen örneklerde hesaplamalar sonucu kesin değerler elde edilmese de, varılan sonuçlar bize yeterli bilgiyi vermektedir.

Engellerin kullanımında önemli olan noktaların başında, engel yüksekliğinin belirlenmesi gelmektedir.

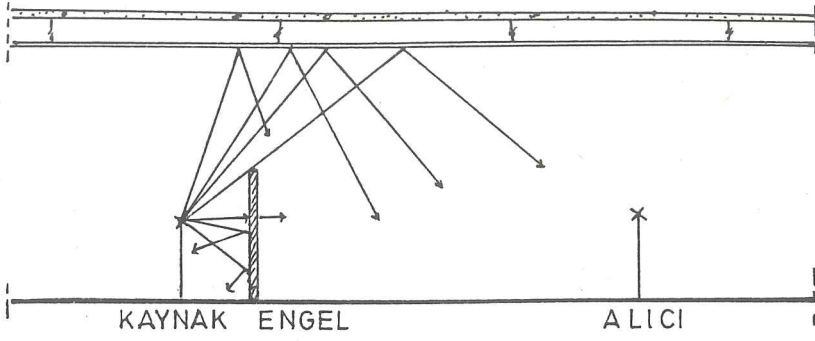
Yapılan değerlendirmelerde ortalama 1.80 m. kullanımda en uygun yükseklik olarak belirlenmiştir.

Bu değer altında kullanımlarda engelin sesi engelleyici etkisi azalmakta, üstündeki kullanımlarda ise engel bölme elemanı özelliğini kaybedip bir duvar gibi hacim içersinde yer almaktadır (ÖRNEK IV).

Engelin kesitinin belirlenmesinde, yüksekliğinde olduğu gibi kesin bir sayısal değer belirlemek kolay olmamaktadır. Çünkü engellerin hacim içersinde kullanımı farklı nitelikler göstermektedir.

Örneğin, görsel algılamamanın önemli olduğu bir hacimde engel cam gibi saydam bir gereçten yapılabildiği gibi başka bir hacimde de mobilya ile bütünleşen bir şekilde yapılabilmektedir. Bu nedenle, engel kesitinin kullanım sırasında gereç detayına bağlı olarak belirlenmesinde yarar vardır (Şekil 29-30).

Engel yüzeyinde kullanılan gereçlerin seçimi de önem taşımaktadır. Engel yüzeyine gelen seslerin bir kısmı yansır, bir kısmı yutulur, diğer bir kısmı da engelin kitlesine bağlı olarak öte yana geçer (Şekil 42).



Şekil 42.

Engel yüzeyinden yansımaları azaltmak için, engel yüzeyinde ses yutucu gereçler, özellikle yüksek frekanslı (ince) sesleri yutan, gözenekli gereçler kullanılmalıdır.

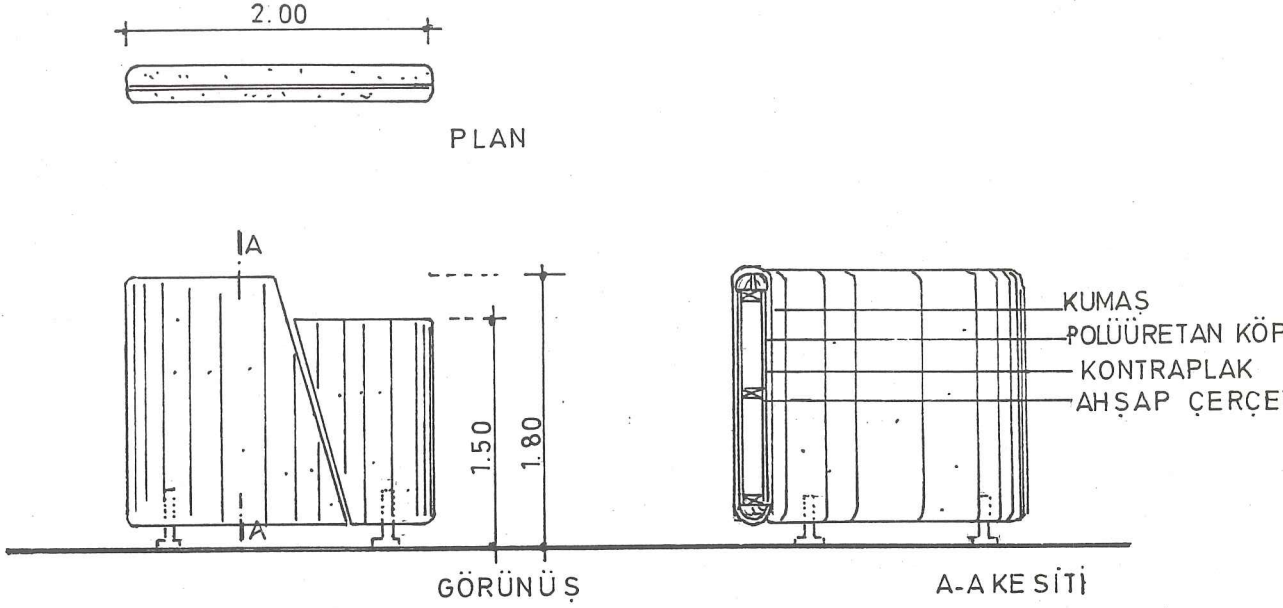
(Gözenekli gereçlerde yutulan ses erkesi oranı gerecin özelliği ile değişir ve genliği verilmiş sesin frekansı ile yükselir. Halı, kalın perde ve cam yünü gibi gereçlerin ince sesleri (2000-4000 Hz) yutma çarpanları 0.60 ile 0.90 olduğu halde, aynı gereçlerin kalın sesleri (125-250 Hz) yutma çarpanları 0.05 ile 0.15 arasındadır).

Hacimdeki yüzeylerin yutma çarpanlarının yüksek olması, hacmin toplam yutuculuğunu arttırmaması bakımından da önem taşır.

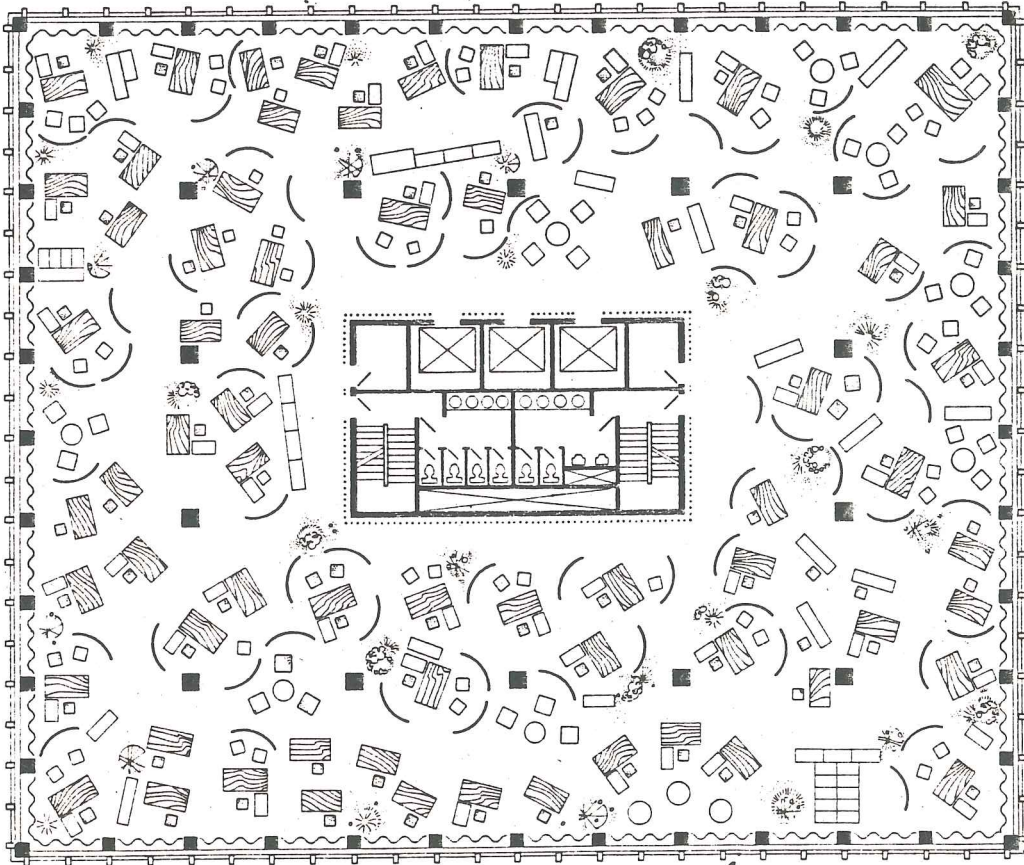
Bu nedenle engeller, bir anlamda ek yüzey olarak değerlendirilerek, hacmin toplam yutuculuğunu arttırmak için kullanılabilir.

Engellerin, büro hacmi içersinde kullanımlarının başarılı sonuçlar vermesi için, detaylarının iyi oluşturulması ve planlamaya göre doğru yerlere yerleştirilmeleri gerekir.

Şekil 43 'de özel olarak detaylandırılmış ber engel örnek olarak verilmiştir. Bu engelin hacim içersinde dağılımları Şekil 44 'de gösterilmiştir.



Şekil 43.



Şekil 44. Bölme elemanlarının, hacim içersinde kullanımı.

E K :

(ENGELLER İLE İLGİLİ HESAPLAMALAR)

ÖRNEK I

Şekil 34'de görüldüğü gibi kaynak ile alıcı aynı düzeyde ve yerden 1.20 m. yüksektedir (Kaynak ile alıcı oturur durumda)

$$H_{\text{engel}} = 1.80 \text{ m (En çok kullanılan engel yüksekliği)}$$

$$H_{\text{et}} = 0.60 \text{ m.}$$

$$D = 2.00 \text{ m (Kullanımın rahat olduğu uzaklık)}$$

$$R = 1.00 \text{ m (planlamadan ötürü en yakın uzaklık)}$$

$D > R$ ve $R \gg H$ olması durumunda $X = H^2 / \lambda R$ formülü kullanılarak gürültü azalma değeri bulunur.

$$(R = 1.00 \text{ m.})$$

250 Hz

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad c = 340 \text{ m/sn} \quad \lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{H^2}{\lambda R} = \frac{(0.60)^2}{1.36 \cdot 1} = \frac{0.36}{1.36} = 0.26$$

$$G.A. = 10 \cdot \log 20x$$

$$G.A. = 10 \cdot \log 20 \cdot 0.26 = 7.16 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68 \quad x = \frac{(0.60)^2}{0.68 \cdot 1} = 0.52$$

$$G.A. = 10 \log 20 \cdot 0.52 = 10.2 \text{ dB}$$

100 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34 \quad x = \frac{(0.60)^2}{0.34 \cdot 1} = 1.05$$

$$G.A. = 10 \log 20 \cdot 1.05 = 13.2 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17 \quad x = \frac{(0.60)^2}{0.17 \cdot 1} = 2.11$$

$$G.A. = 10 \log 20 \cdot 2.11 = 16.2 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08$$

$$x = \frac{(0.60)^2}{0.08 \cdot 1} = 4.5$$

$$G.A = 10 \log 20.4,5 = 19.5 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04$$

$$x = \frac{(0.60)^2}{0.04 \cdot 1} = 9$$

$$G.A = 10 \log 20.9 = 22.5 \text{ dB}$$

(R = 3.00 m.)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{2 \cdot [R(\sqrt{1+(H/R)^2} - 1) + D(\sqrt{1+(H/D)^2} - 1)]}{\lambda [1 + (H/R)^2]}$$

$$x = \frac{2 \cdot [3(\sqrt{1+(0.60/3)^2} - 1) + 2(\sqrt{1+(0.60/2)^2} - 1)]}{1.36 [1 + (0.60/3)^2]}$$

$$x = \frac{0.294}{1.36 \cdot 1.04} = \frac{0.294}{1.41} = 0.208$$

$$G.A = 10 \log 20.0,20 = 6.1 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68$$

$$x = \frac{0.294}{0.68 \cdot 1.04} = 0.418$$

$$G.A = 10 \log 20.0,41 = 9.1 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34$$

$$x = \frac{0.294}{0.34 \cdot 1.04} = 0.831$$

$$G.A = 10 \log 20.0,83 = 12.2 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17$$

$$x = \frac{0.294}{0.17 \cdot 1.04} = 1.66$$

$$G.A = 10 \log 20.1,66 = 15.2 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08$$

$$x = \frac{0.294}{0.08 \cdot 1.04} = 3.53$$

$$G.A = 10 \log 20.3,53 = 18.4 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04$$

$$x = \frac{0.294}{0.04 \cdot 1.04} = 7.06$$

$$G.A = 10 \log 20.7,06 = 21.5 \text{ dB}$$

(R = 5.00 m.)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{2 \cdot [R(\sqrt{1+(H/R)^2} - 1) + D(\sqrt{1+(H/D)^2} - 1)]}{\lambda [1+(H/R)^2]}$$

$$x = \frac{2 \cdot [5(\sqrt{1+(0.60/5)^2} - 1) + 2(\sqrt{1+(0.60/2)^2} - 1)]}{1.36 [1+(0.60/5)^2]}$$

$$x = \frac{0.123}{1.36 \cdot 1,014} = \frac{0.123}{1.37} = 0.08$$

$$G.A = 10 \log 20x$$

$$G.A = 10 \log 20.0,08 = 2.5 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68 \quad x = \frac{0.123}{0.68 \cdot 1.014} = 0.178$$

$$G.A = 10 \log_{20} 0.178 = 5.5 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34 \quad x = \frac{0.123}{0.34 \cdot 1.014} = 0.356$$

$$G.A = 10 \log_{20} 0.356 = 8.5 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17 \quad x = \frac{0.123}{0.17 \cdot 1.014} = 0.71$$

$$G.A = 10 \log_{20} 0.71 = 11.5 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08 \quad x = \frac{0.123}{0.08 \cdot 1.014} = 1.51$$

$$G.A = 10 \log_{20} 1.51 = 14.8 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04 \quad x = \frac{0.123}{0.04 \cdot 1.014} = 3.03$$

$$G.A = 10 \log_{20} 3.03 = 17.8 \text{ dB}$$

ÖRNEK II

Şekil 36'da verilen örneğe göre yapılan hesaplamalar.

D : Alıcı engel arası uzaklık değişmektedir.

D = 2.00 m (Örnek I deki R = 1.00 m için yapılan hesaplar)

(D = 4.00 m.)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{2[R(\sqrt{1+(H/R)^2} - 1) + D(\sqrt{1+(H/D)^2} - 1)]}{\lambda[1 + (H/R)^2]}$$

$$x = \frac{2[1(\sqrt{1+(0.60/1)^2} - 1) + 4(\sqrt{1+(0.60/4)^2} - 1)]}{1.36[1 + (0.60/1)^2]} = \frac{0.42}{1.36 \cdot 1.36} = 0.22$$

$$G.A = 10 \log_{20} x$$

$$G.A = 10 \log_{20} 0.22 = 6.5 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68 \quad x = \frac{0.42}{0.68 \cdot 1.36} = 0.45$$

$$G.A = 10 \log_{20} 0.45 = 9.6 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34 \quad x = \frac{0.42}{0.34 \cdot 1.36} = 0.90$$

$$G.A = 10 \log_{20} 0.90 = 12.5 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17 \quad x = \frac{0.42}{0.17 \cdot 1.36} = 1.82$$

$$G.A = 10 \log_{20} 1.82 = 15.6 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08 \quad x = \frac{0.42}{0.08 \cdot 1.36} = 4.20$$

$$G.A = 10 \log_{20} 4.20 = 18.9 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04 \quad x = \frac{0.42}{0.04 \cdot 1.36} = 8.40$$

$$G.A = 10 \log_{20} 8.40 = 22.2 \text{ dB}$$

(D = 6.00 m.)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{2 [R(\sqrt{1 + (H/R)^2} - 1) + D \cdot (\sqrt{1 + (H/D)^2} - 1)]}{\lambda [1 + (H/R)^2]}$$

$$x = \frac{2 [1(\sqrt{1 + (0.60/1)^2} - 1) + 6(\sqrt{1 + (0.60/6)^2} - 1)]}{1.36 [1 + (0.6/1)^2]} = \frac{0.39}{1.36 \cdot 1.36} = 0.21$$

$$G.A = 10 \log 20.0,21 = 6.2 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68 \quad x = \frac{0.39}{0.68 \cdot 1.36} = 0.42$$

$$G.A = 10 \log 20.0,42 = 9.2 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34 \quad x = \frac{0.39}{0.34 \cdot 1.36} = 0.84$$

$$G.A = 10 \log 20.0,84 = 11.0 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17 \quad x = \frac{0.39}{0.17 \cdot 1.36} = 1.69$$

$$G.A = 10 \log 20.1,69 = 15.3 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08 \quad x = \frac{0.39}{0.08 \cdot 1.36} = 3.9$$

$$G.A = 10 \log 20.3,9 = 18.9 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04 \quad x = \frac{0.39}{0.04 \cdot 1.36} = 7.8$$

$$G.A = 10 \log 20.7,8 = 21.9 \text{ dB}$$

ÖRNEK III

Şekil 38'deki örneğe göre yapılan hesaplamalar.

Kaynak yerden 1.20 m. yükseklikte (H_1)

Alıcı yerden 1.50 m. yükseklikte (H_2)

($H_1 = H_2 = 1.20$ m. örnek I'de hesaplanmıştır)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{H^2}{\lambda \cdot R} = \frac{(0.50)^2}{1.36 \cdot 1} = \frac{0.25}{1.36} = 0.18$$

$$G.A = 10 \log 20x$$

$$G.A = 10 \log 20.0,18 = 5.6 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68$$

$$x = \frac{(0.50)^2}{0.68 \cdot 1} = 0.36$$

$$G.A = 10 \log 200.36 = 8.6 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34$$

$$x = \frac{(0.50)^2}{0.34 \cdot 1} = 0.73$$

$$G.A = 10 \log 20.0,73 = 11.6 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17$$

$$x = \frac{(0.50)^2}{0.17 \cdot 1} = 1.4$$

$$G.A = 10 \log 20.1,4 = 14.6 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08$$

$$x = \frac{(0.50)^2}{0.08 \cdot 1} = 3.12$$

$$G.A = 10 \log_{10} 20 \cdot 3.12 = 17.9 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04$$

$$x = \frac{(0.50)^2}{0.04 \cdot 1} = 6.25$$

$$G.A = 10 \log_{10} 20 \cdot 6.25 = 20.9 \text{ dB}$$

ÖRNEK IV

Şekil 40' daki örneğe göre yapılan hesaplamalar.

(H = 1.50 m H_{et} = 0.30 m)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{(0.30)^2}{1.36 \cdot 1} = \frac{0.09}{1.36} = 0.06$$

$$G.A = 10 \log_{10} 20 \cdot 0.06 = 1.2 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68$$

$$x = \frac{(0.30)^2}{0.68 \cdot 1} = 0.13$$

$$G.A = 10 \log_{10} 20 \cdot 0.13 = 4.2 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34$$

$$x = \frac{(0.30)^2}{0.34 \cdot 1} = 0.26$$

$$G.A = 10 \log_{10} 20 \cdot 0.26 = 7.2 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17$$

$$x = \frac{(0.30)^2}{0.17 \cdot 1} = 0.52$$

$$G.A = 10 \log_{10} 20 \cdot 0.52 = 10.2 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08$$

$$x = \frac{(0.30)^2}{0.08 \cdot 1} = 1.12$$

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 1.12 = 13.5 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04$$

$$x = \frac{(0.30)^2}{0.04 \cdot 1} = 2.25$$

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 2.25 = 16.5 \text{ dB}$$

(H = 1.80 m. H_{et} = 0.60 m) Örnek I'deki hesaplamalar.

(H = 2.10 m. H_{et} = 0.90 m.)

250 Hz

$$\lambda = \frac{340}{250} = 1.36$$

$$x = \frac{(0.90)^2}{1.36 \cdot 1} = \frac{0.81}{1.36} = 0.59$$

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 0.59 = 10.7 \text{ dB}$$

500 Hz

$$\lambda = \frac{340}{500} = 0.68$$

$$x = \frac{(0.90)^2}{0.68 \cdot 1} = 1.19$$

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 1.19 = 13.7 \text{ dB}$$

1000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{1000} = 0.34$$

$$x = \frac{(0.90)^2}{0.34 \cdot 1} = 2.38$$

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 2.38 = 16.7 \text{ dB}$$

2000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{2000} = 0.17$$

$$x = \frac{(0.90)^2}{0.17 \cdot 1} = 4.76$$

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 4.76 = 19.7 \text{ dB}$$

4000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{4000} = 0.08$$

$$x = \frac{(0.90)^2}{0.08 \cdot 1} = 10.12$$

$$G.A = 10 \log 20.10,12 = 23.0 \text{ dB}$$

8000 Hz

$$\lambda = \frac{340}{8000} = 0.04$$

$$x = \frac{(0.90)^2}{0.04 \cdot 1} = 20.25$$

$$G.A = 10 \log 20.20,25 = 26.0 \text{ dB}$$

S O N U Ç

Açık planlı büro hacimlerinde, planlamadan ötürü ortaya çıkan sorunların yanısıra ses ile ilgili sorunlarda önem taşır. Bu nedenle hacim içersinde uygun akustik ortamın sağlanması gerekir.

Büro hacminde kullanıcıları rahatsız eden dış ve iç gürültüleri belirlemek ve buna göre gerekli önlemleri almak doğru olur.

Yapı kabuğunun incelenmesi sonucunda, dış çevreden gelen gürültüler ağırlık taşıyorsa duvar ve cam yüzeylerde önlem almak gerekir.

Büro içi gürültülerin denetlenmesinde ise,

- . Kullanıcıların bilinçlendirilmesi,
- . Mobilyaların ve büro makinalarının kullanımında önlemler alınması,
- . Tavan yüzeyinde, ses yutucu gereçlerin kullanılması,
- . Gerekli durumlarda asma tavan uygulaması yapılması,
- . Döşeme alanında ses yutucu gereçlerin kullanılması,
- . Özellikle esnek bir gereç üzerine halı uygulaması, (darbe sesini önlemesi bakımından da önem taşır).
- . Büro hacmini çevreleyen duvarlarda da gerekli durumlarda ses yutucu gereçlerin kullanılması,

gerekir.

Bölme elemanları, açık planlı büro hacimlerinde mekan oluşturmaları ve gürültü denetimi bakımından önemli öğelerdir. Bu nedenle, bölme elemanlarının detaylandırılması, boyutları, gereç özellikleri ve hacim içersinde dağılımları dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Ayrıca, belli

koşullarda bölme elemanlarının ek yüzeyler olarak kullanılmaları da gözönünde bulundurulmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- (1) DİZAYN KONSTRÜKSİYON Mimari Tasarım,
1986/4, S:42-48.
- (2) DOELE, L. Environmental Acoustics,
1972, McGraw-Hill, U.S.A.
- (3) JOEDICKE, Bürobauteu,
S:185, 228.
- (4) MİMAR DERGİSİ Büyük Hacim Büroları,
1980/1, S:32-34.
- (5) PARKIN, P.H., Acoustics, Noise and
HUMPREYS, H.R. Building,
1969, Faber G.B.
- (6) PILE, J. Open Office Planning,
1978, G.B.
- (7) SİREL, Ş. Yapı Akustiği I-Temel
Bilgiler,
1974, İDMMA, İstanbul.
- (8) SİREL, Ş. Hacim Akustiğinde Yansışım
Süresi,
1981, İDMMA, İstanbul.
- (9) SİREL, Ş. İşitsel Algılama ve Varlık
Kriteri,
1981, İDMMA, İstanbul.
- (10) SİREL, Ş. Hacim Akustiği Ders Notları,
1985-1986, Y.Ü., İstanbul.
- (11) ŞEREFHANOĞLU, M. Yapılarda Dış Gürültü
Açısından Tek ve Çift Cam
Yüzeyler,
1981, İDMMA, İstanbul.
- (12) ŞEREFHANOĞLU, M. Hacimde Gürültü (ses)
Düzeyi,
1987, Y.Ü., İstanbul.

(13) ŞEREFHANOĞLU, M.

Gürültü Denetiminde Kabul Edilebilecek Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi, 1987, Y.Ü., İstanbul.

(14) ŞEREFHANOĞLU, M.

Gürültü Denetimi I-II Ders Notları, 1985-1986, Y.Ü., İstanbul.

Ö Z G E Ç M İ Ş

- 8.2.1963 İzmit'de doğdum.
1974 Bahariye İlkokulu'nu bitirdim.
1980 Kadıköy Kız Lisesi'ni bitirdim.
1985 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ni bitirdim.
1985-1986 Yıldız Üniversitesi Yapı Fiziği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimime başladım.