

151
304

kn/m Soad

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

R 151

Kot :
Alındığı Yer :
Tarih :
Fatura :
Fiatı :
Ayniyat No :
Kayıt No :
UDC :
Ek :



+

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AÇIK PLANLI BÜRO HACIMLERİNİN
AKUSTİK YÖNDEN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMAR Ş. Sumru BÜYÜKYILDIRIM



İSTANBUL, 1988

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
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 2 - KULLANICININ AKUSTİK KONFORUNU ETKİLEYEN ÖGELERİN BELİRLENMESİ -----	12
2.1. KONUŞMA VE KONUŞMANIN ANLAŞILMASI -----	13
2.2. KONUŞMA GİZLİLİĞİ -----	15
2.3. BÜRO MAKİNALARI -----	16
BÖLÜM 3 - GÜRÜLTÜ DÜZEYİ -----	17
3.1. DIŞ GÜRÜLTÜ DÜZEYİ -----	17
3.1.1. Hacim Dışından Gelen Gürültüler -----	18
3.1.2. Hacim İçinden Gelen Gürültüler -----	20
3.2. FON GÜRÜLTÜSÜ DÜZEYİ -----	20
BÖLÜM 4 - SESSEL OLAYLAR -----	24
4.1. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YAYILMASI -----	24
4.2. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN GEÇMESİ -----	26
4.2.1. Hacimler ve Katlar Arası Sesin Geçmesi --	28
4.2.2. Yapı Dışından Gelen Sesin Geçmesi -----	30
4.3. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YANSIMASI -----	31
4.3.1. Yansımanın Ses Düzeyine Etkileri -----	32
4.4. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YUTULMASI -----	33
4.4.1. Sesin Yutulma Süreçleri -----	33
4.4.2. Yutuculuğu Etkileyen Etkenler -----	36

BÖLÜM 5 - BORO HACMI İÇİN EN UYGUN AKUSTİK ORTAMIN BELİRLENMESİ	-----	39
5.1. DIŞ GÜRÜLTÜ DENETİMİ	-----	39
5.1.1. Çift Cidar	-----	40
5.2. İÇ GÜRÜLTÜ DENETİMİ	-----	42
5.3. BÖLME ELEMANLARI (engeller)	-----	45
SONUÇ	-----	59
YARARLANILAN KAYNAKLAR	-----	61
ÖZGEÇMİŞ	-----	63

Ö Z E T

Mimaride açık planlı sistemlerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Pek çok alanda olduğu gibi artık büro hacimleri de açık planlı olarak yapılmaktadır. Günümüzde hücresel büro hacimleri yerini açık planlı büro hacimlerine bırakmaktadır.

Açık planlı büro hacimlerinde planlamaları gereği büyük açıklıklar sözkonusudur. Hacimde çalışanları ayıran duvar elemanı yoktur. Bu nedenle hacimde çeşitli sorunlar ortaya çıkar. Bu çalışmada akustik ile ilgili sorunlar ele alınmıştır.

Sonuç olarak, kullanıcılara en uygun akustik ortamın sağlanması için hacim içi ve hacim dışı gürültü denetiminin yapılması gerekliliği ortaya konuldu. Hacimde bölme elemanlarının kullanımının hem mekan oluşturma hem de ses azaltıcı etkileri belirlendi.

Açık planlı büro hacimlerinin en önemli ögesi olarak belirlenen bölme elemanlarının özellikleri, boyutları ve kullanım biçimleri etüt edildi.

S U M M A R Y

In architecture, the use of open planned systems have been increasing. The volumes of office are made open planned as used in many fields. Today cell type office volumes are replaced by open planned volumes.

There are great clearances in open planned office volumes due to their planning model. In these types of volumes there is no wall element separating the office staff hence, leading to alot of problems to take place. In this study the problems related to acoustic are handled (studied).

As result, it is recommended that the inside and outside volume noise control should be made in order to establish convinient acoustic medium. On the other hand, it is determined that the use of barrier reads to space and decrease in noise. The dimensions and properties of barrier which provides is determined as the most important element of open plan office are studied.

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 yaşayacak kişiler için rahat ve iyi bir fizik ortam oluşturulması gereklidir. Fizik ortam koşulları düşünülmeden yapılan yapılarda kullanım sırasında bir takım rahatsızlıklar söz konusudur. Açık planlı büro hacimlerinde de uygun fizik ortam koşulları sağlanmalıdır. Bu çalışmada fizik ortam koşullarından biri olan akustik konuları ele alınıp, açık planlı büro hacimlerinin akustik yönünden 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 biçimlenişleri, daha sonra da hacimdeki sessel olayları incelemek doğru olur.

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 :

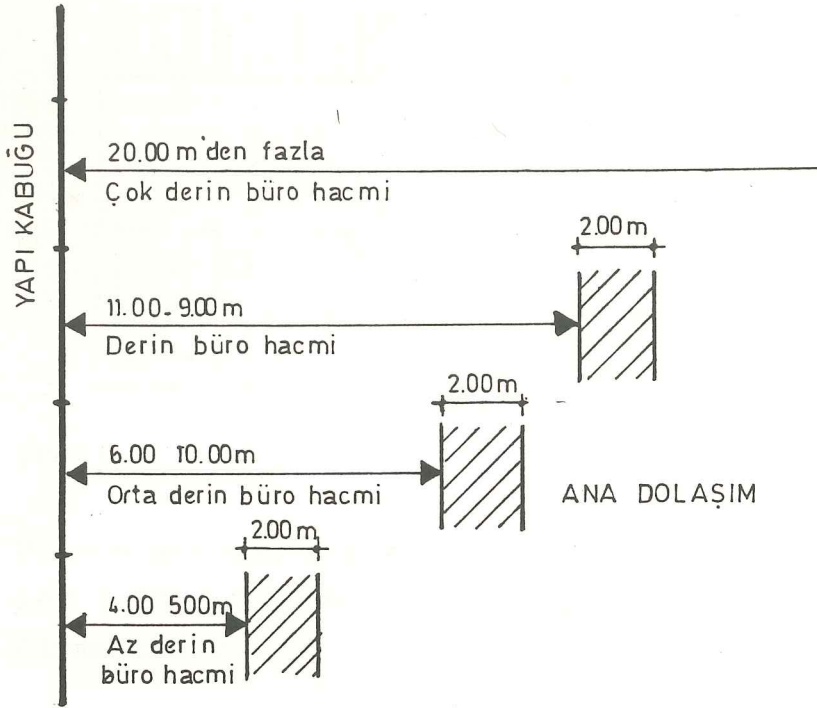
Çekirdek veya ana dolaşım alanından yapı kabuğuna olan uzaklık derinlik olarak kabul edilir. Buna göre Şekil 1'de görüldüğü gibi dört ayrı büro tipi belirlenir (1).

- 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)

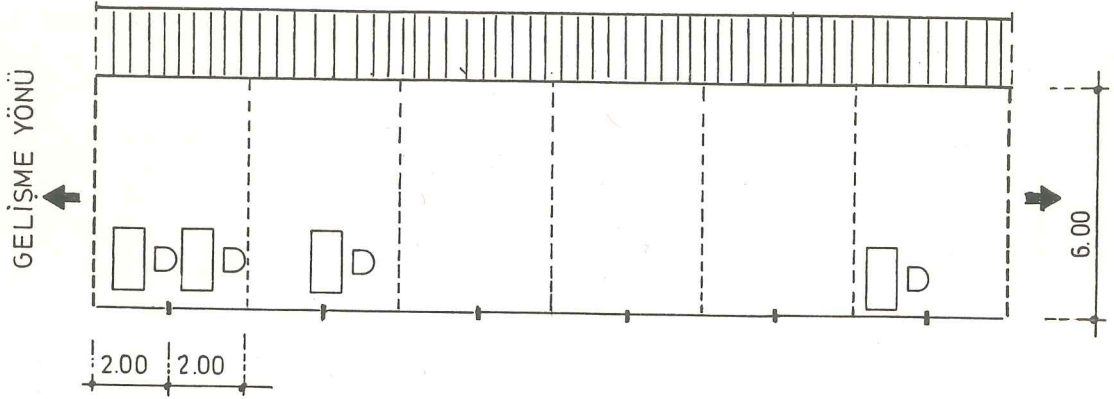


Şekil 1.

- 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.



Şekil 2.

Hacmin eni pencere aksları ile belirlenmektedir. Büyük akslar 1.70 - 2.00 m., küçük akslar 1.20 - 1.50 m. arasında değişmektedir.

Orta Büro Hacmi :

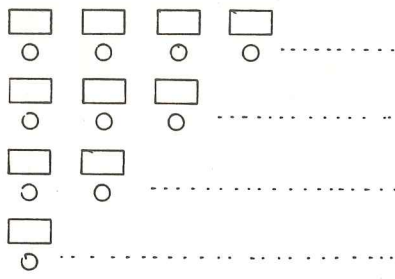
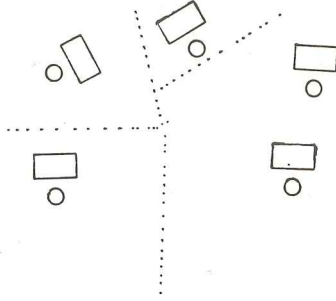
Küçük büro hacimlerinden biraz daha geniş olan bu tip bürolarda gruplar halinde çalışılmaktadır. Gruplar genellikle 5-10 kişiden oluşmaktadır. Grup sayısı arttıkça hacmin boyutları da artmaktadır.

Büyük Büro Hacmi :

Bu tip büro hacimlerine "Açık planlı büro hacmi" de denilmektedir. Endüstrileşme sonucu bilgisayarların ve büro makinalarının bürolarda kullanılması, bürolarda daha iyi çalışma koşullarının sağlanması zorunluluğunu doğurmuştur.

Günümüzde ki büyük büro hacimleri, ya da açık planlı büro hacimlerinde bağlantı yönü, yatay olarak geliştiği için tüm büronun denetimi kolay olmaktadır. Açık planlı büro hacimlerinde, hacmin düzenlenmesi Şekil 3'de görüldüğü gibi iki ayrı biçimde yapılmaktadır

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

GEOMETRİK (SIRASAL) DÜZENLİ	SERBEST DÜZENLİ
	

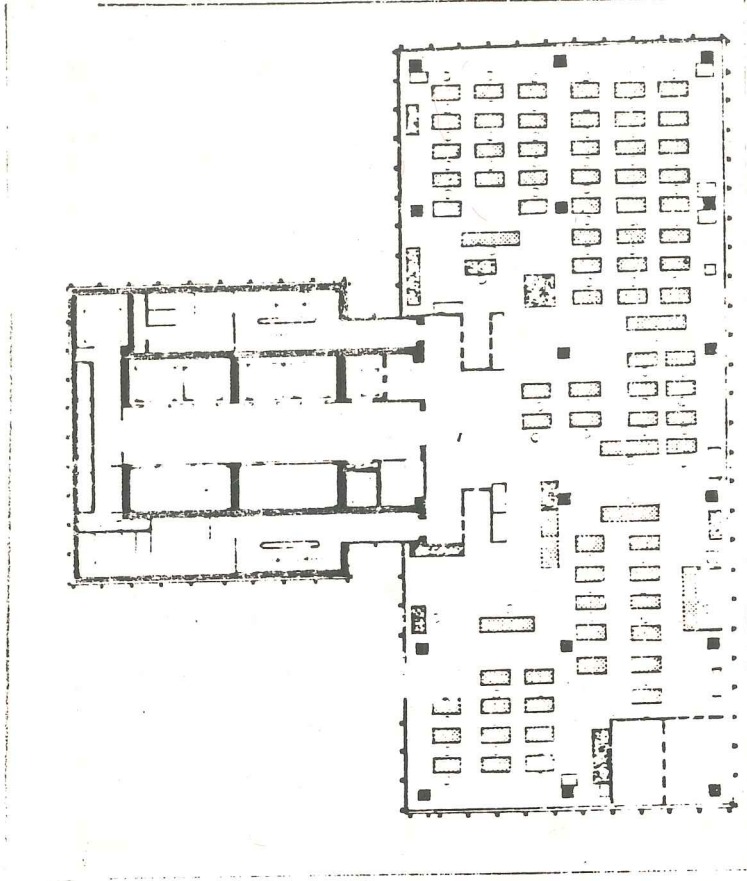
Şekil 3.

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

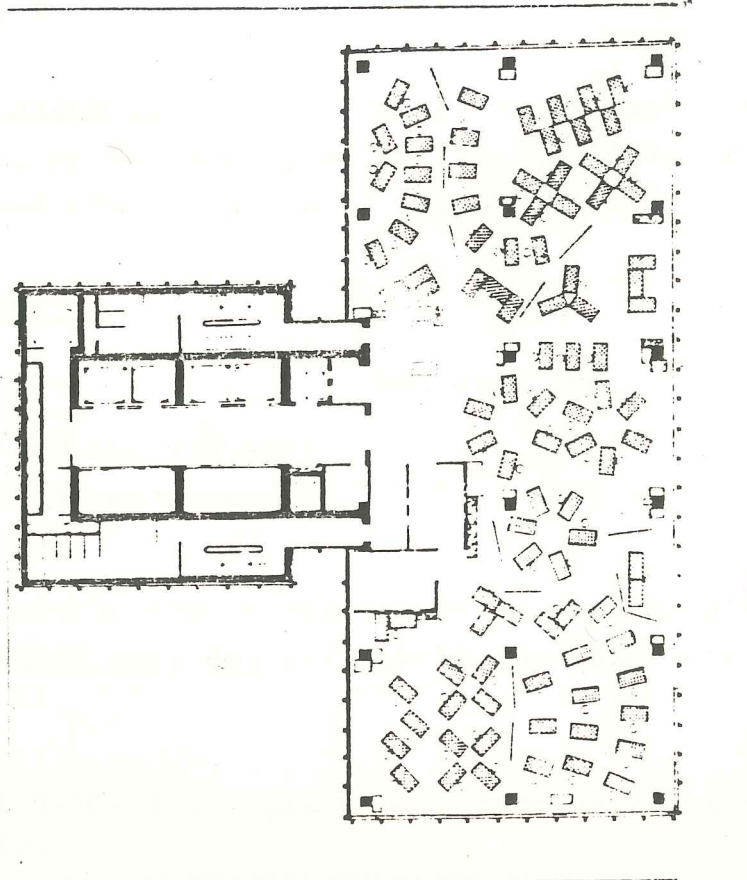
Serbest düzenli bürolarda ise çalışma grupları Şekil 5'de görüldüğü gibi belli bir düzene bağlı kalmaksızın hacim içerisinde dağılmaktadır.

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).

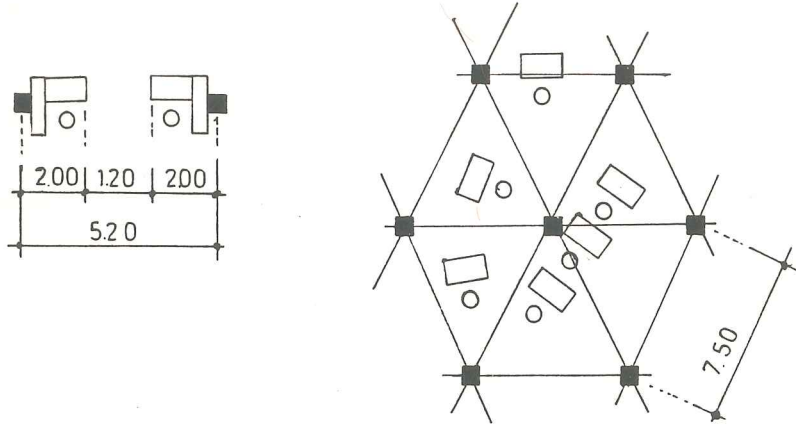
Açık planlı büro hacimlerinde, kenar oranlarının 1/2 olduğu planlamaların kullanımı fazladır (Şekil 7).



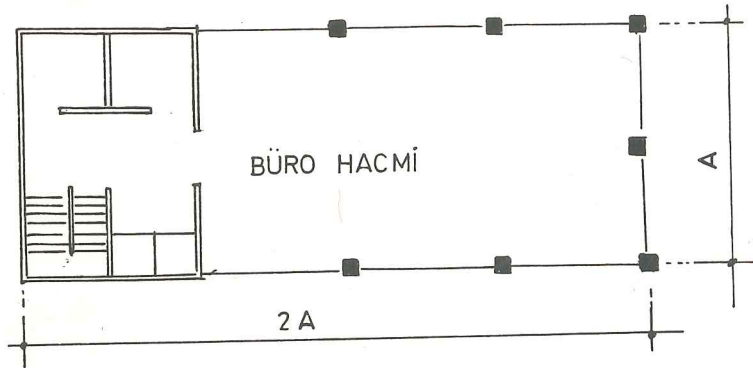
Şekil 4.
Geometrik düzenli
büro hacmi.



Şekil 5.
Serbest düzenli
büro hacmi.



Şekil 6.



Şekil 7.

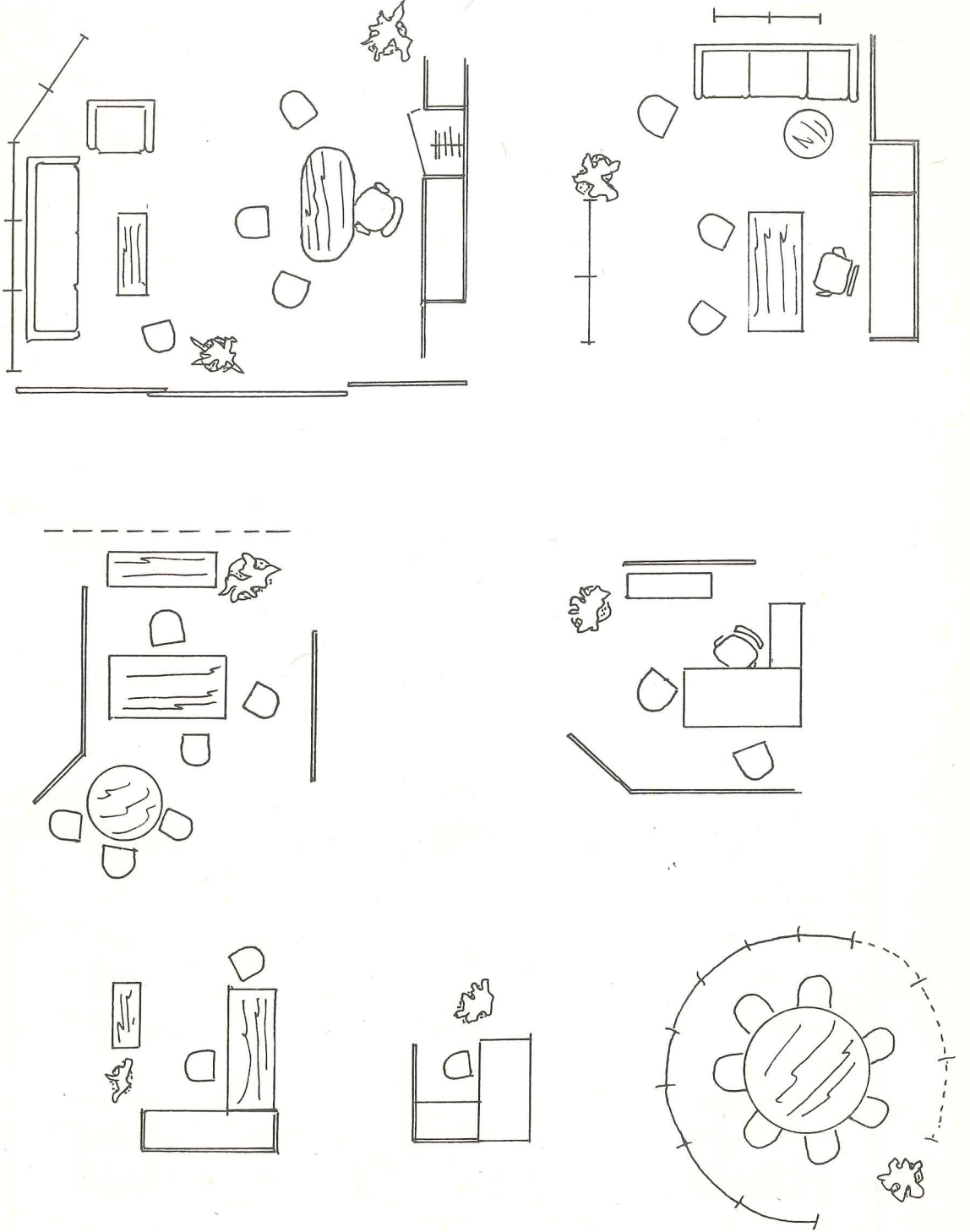
Büro hacimlerinde kat yükseklikleri farklı değerlerde olmaktadır. Bu değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Havalandırma sistemi olması durumunda yükseklik artar (1).

Çizelge 1

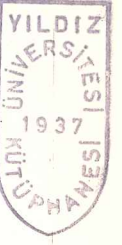
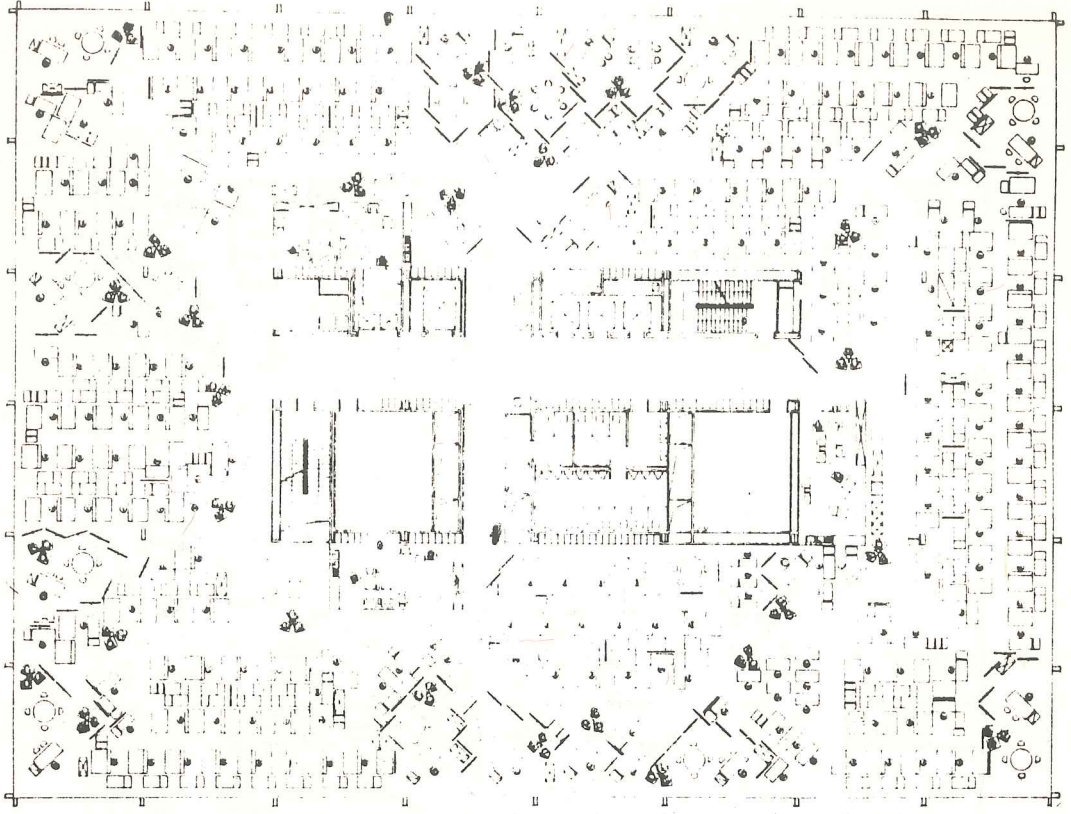
	Hücreli büro	Açık planlı büro
Havalandırma sistemli	2.80 - 3.10 m.	3.00 - 4.20 m.
Havalandırma sistemsiz	2.90 - 3.40 m.	3.20 - 4.50 m.

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

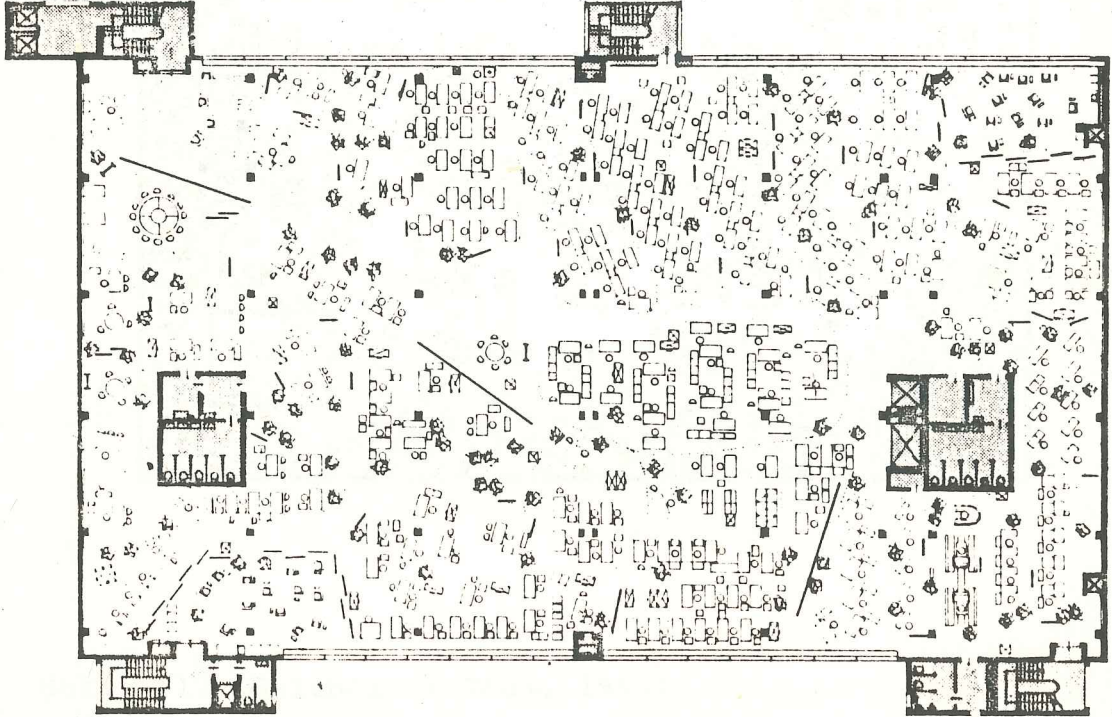
Şekil 9-10-11'de Açık planlı büro hacimlerine örnekler verilmiştir.



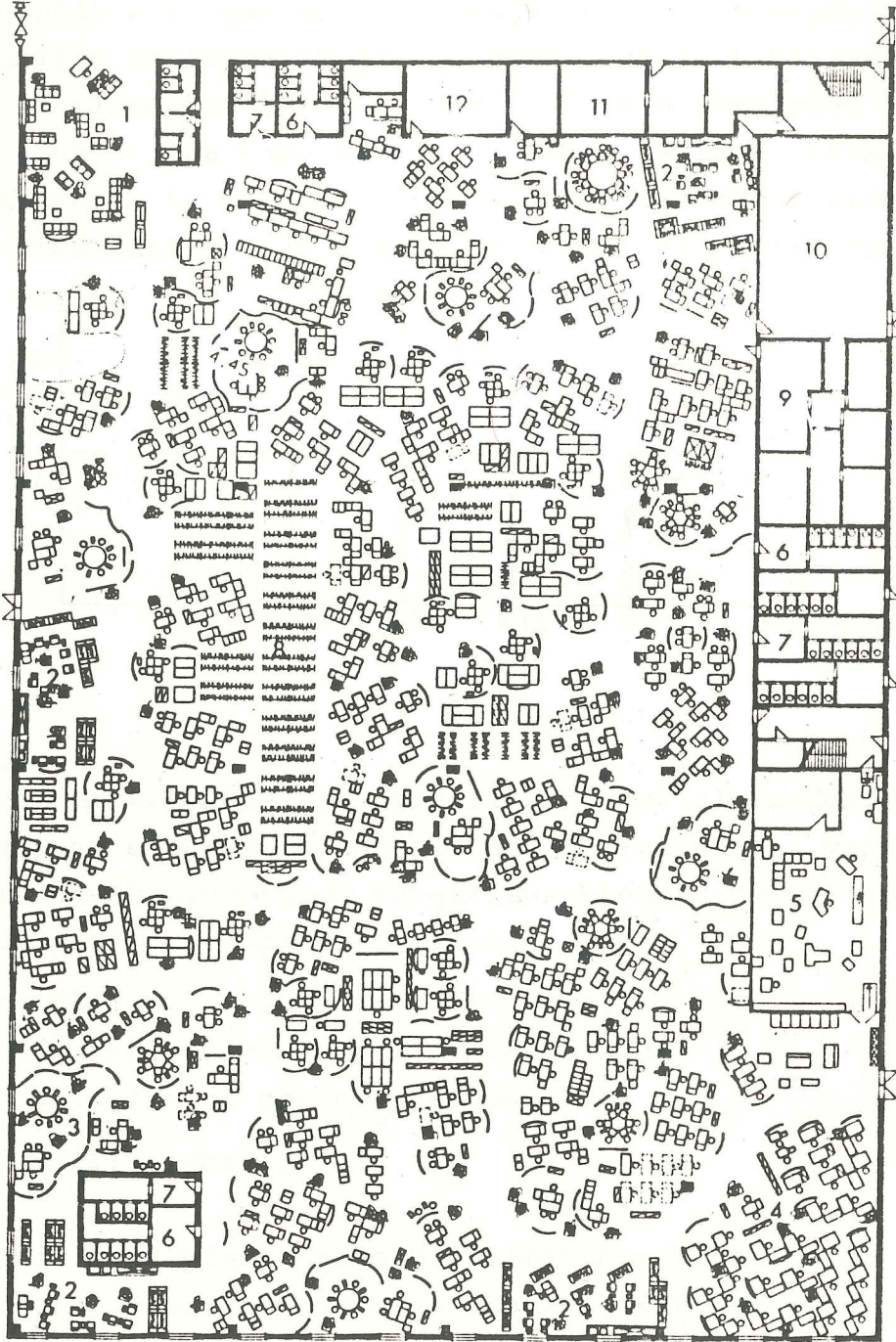
Şekil 8. Açık planlı büro hacimlerinde çeşitli çalışma grupları.



Şekil 9. (Krupp, Essen. 1962)



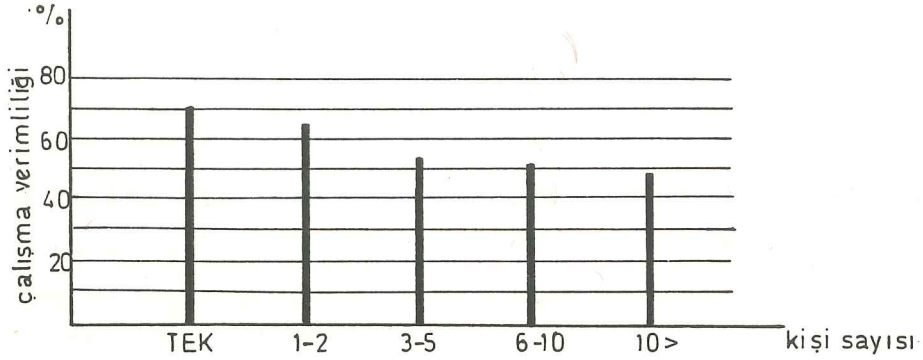
Şekil 10. (Gütterslah. 1961)



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 olduğu için yapılan binalarda daha küçüktür. Bu nedenle kullanıcı sayısı, 30-120 kişi arasındaki değerlerde değişmektedir (1), (3), (4).

BÖLÜM 2 - KULLANICILARIN AKUSTİK KONFORUNU ETKİLEYEN ÖĞELERİN BELİRLENMESİ

Açık planlı sistemlerin, mimariye girişiyle birlikte pek çok alanda kullanımı sözkonusu olmuştur. Yalnızca büro binalarında değil, kütüphanelerde, yurtlarda, okullar da sergi salonlarında ve hastanelerde açık sistemler kullanılmaktadır.

Bir büro hacminde, belli bir fon gürültü düzeyi belirleyebilmek için, büro hacminin işlevini bilmek, dolayısıyla kullanıcıların etkinlik düzeyine göre bir takım kabuller yapmak doğru olur. Çünkü bir mimari bürodaki ses düzeyi ile bir gazetenin haber bürosu ya da bir muhasebe bürosundaki ses düzeyi aynı değerde olmaz. Fakat bu hacimlerin tümünde de sessel sorunlar söz konusu olabilir.

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

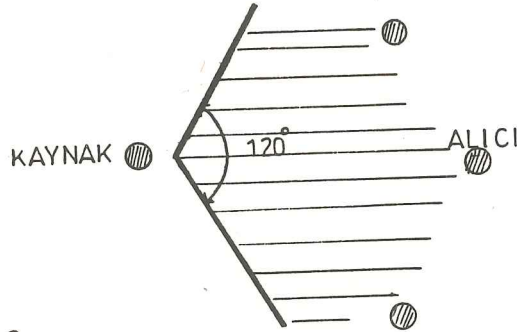
- . Büroda, normal uzaklıkta karşılıklı konuşan iki kişinin konuşmasının anlaşılabilir olması,
- . Bu konuşmadan, diğer kullanıcıların rahatsız olmaması,
- . Telefon ile yapılan konuşmaların rahat ve anlaşılabilir olması,
- . Büro içersinde çalışanların, duymaması gerekli konularda konuşma gizliliğinin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

gibi sıralanabilir.

2.1. KONUŞMA VE KONUŞMANIN ANLAŞILMASI

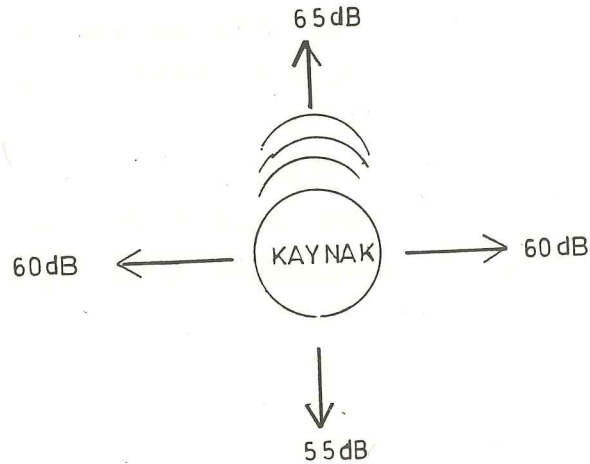
Bilindiği gibi konuşma düzenli ve düzensiz seslerin ardı ardına gelmesi ile oluşur. Düzenli sesler sesli harflerden, düzensiz sesler ise sessiz harflerden oluşmaktadır. Konuşmanın iyi ve doğru algılanması yüksek frekanslı sessiz harflerin iyi algılanması ile olur (9).

Konuşmanın iyi anlaşılabilmesinde, kaynağın yeri ve kaynakla alıcının bulunduğu doğrultuda önem taşır. Genellikle kaynağın alıcıya doğru yönlendirilmesi iyi bir çözümdür. Şekil 13'de görüldüğü gibi kaynağın anlaşılabilirlik açısı sınırlıdır.



Şekil 13.

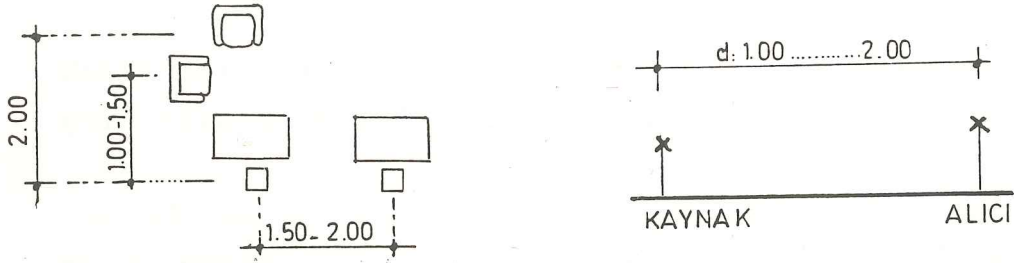
Ses kaynağının arkasında kalan bölgede, konuşmanın anlaşılması Şekil 14'de görüldüğü gibi azalmaktadır.



Şekil 14.

Konuşmanın yeğînliğindeki (65dB - 55dB) = 10 dB'lik bir azalma bile konuşmanın anlaşılmasını güçleştirir. Bu nedenle konuşan kişilerin, konuşmaları sırasında birbirlerine yönelmeleri, hem konuşmanın anlaşılması, hem de diğer kullanıcıların rahatsız olmamaları açısından önemlidir.

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



Şekil 15.

Kaynak ile alıcı arasındaki uzaklığın fazla olması durumunda konuşmanın anlaşılabilmesi için kaynak yeğînliği artmakta ve bunun sonucu diğer kullanıcılar rahatsız olmaktadır.

Konuşmanın anlaşılmasında seslerin yeğînlikleri de önem taşır. Fısıltı ile konuşmada yeğînlik az olduğundan anlaşılma güçleşir. Bağırarak konuşmada ise yeğînlik fazla olduğundan rahatsızlık duyulur. Bu nedenle konuşmanın yeğînliğinin ortalama bir değerde olması gerekir. Çizelge 2'de konuşma için çeşitli yeğînlik değeri verilmiştir (7).

Çizelge 2 :

<u>Konuşma :</u>	<u>Yeğ inlik</u>
Yüksek sesle konuşma (1.00m. uzaktan)	70-80 dB(C)
Normal konuşma (1.00 m. uzaktan)	68 dB(C)
Sohbet, (1.00 m. uzaktan)	70 dB(C)
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 olması da hacimdeki fon (arka plan) gürültüsü 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 harçyarak konuşmak zorunda kalırlar. Sonuçta telefonda konuşan kişiler, çevrelerindeki diğer kişilere rahatsızlık verir. Bu karşılıklı rahatsız edici etkiyi ortadan kaldırmak için bazı önlemler almak 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 mesleki konuşmaların diğer kullanıcılar tarafından duyulması istenmez. Bu gibi durumlarda tavan ve döşemede alınan önlemlerden çok belli aralıklarla kullanılan engellerin önemi büyüktür. Engellerin niteliklerinin en iyi biçimde bilinmesinde yarar vardır.

2.3. BÜRO MAKİNALARI

Açık planlı büro hacimleri değişik işlevler için kullanılmaktadır. Bu nedenle her büroda kullanılan makineler farklı nitelikte olabilir. Tasarım yapılan bir büroda çok az makine kullanıldığı gibi bir muhasebe bürosunda ya da bir gazetenin yazı bürosunda pek çok sayıda yazı makinası kullanılabilmektedir. Ayrıca bilgisayarların, foto-kopi, baskı makinelerinin kullanıldığı büro hacimleri de vardır. Büro makinelerinin kullanımı sırasında çıkardıkları sesler hacimdeki ses düzeyini etkiler. Özellikle makinayı kullanmayan kişiler makinelerin çıkardığı seslerden rahatsız olabilirler. Bu nedenle büro makinelerinin çıkardığı gürültüler de denetim altına alınmalıdır.

BÖLÖM 3 - GÖRÖLTÖ DÖZEYİ

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

Çizelge 3 :-

<u>Büro gürültüleri</u>	<u>Yeğinalık</u>
Bürolarda çalışmadan doğan ortalama gürültü, 3 kişi	55 dB (A)
Bürolarda çalışmadan doğan ortalama gürültü, 10 kişi	60 dB (A)
Bürolarda çalışmadan doğan ortalama gürültü, 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 (2.00 m. 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)

3.1. DIŞ GÜRÜLTÜ DÜZEYİ

Dış gürültü düzeyi, iki ayrı şekilde değerlendirilebilir. Çünkü büro hacmine hem hacim dışından gelen, hem de hacim içinden gelen dış gürültüler söz konusudur.

3.1.1. Hacim Dışından Gelen Gürültüler

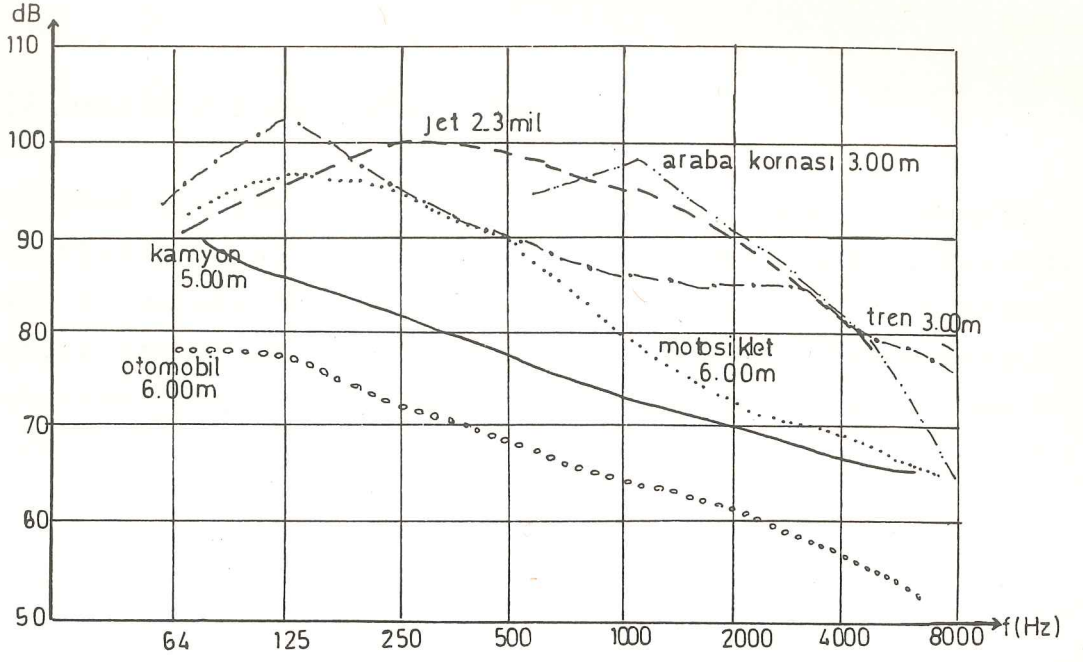
Büro hacminin bulunduğu dış çevreden gelen gürültüler önem taşır. Dış çevre gürültüleri başlıca üç ayrı grupta toplanabilir.

- . Trafik ve taşımacılık gürültüleri (Kara, deniz, hava ulaşımı),
- . Sanayi gürültüleri (Fabrika, atelye),
- . Açık alan etkinlikleri, (Spor, toplantı, oyun, açık sine-malar) gibi.

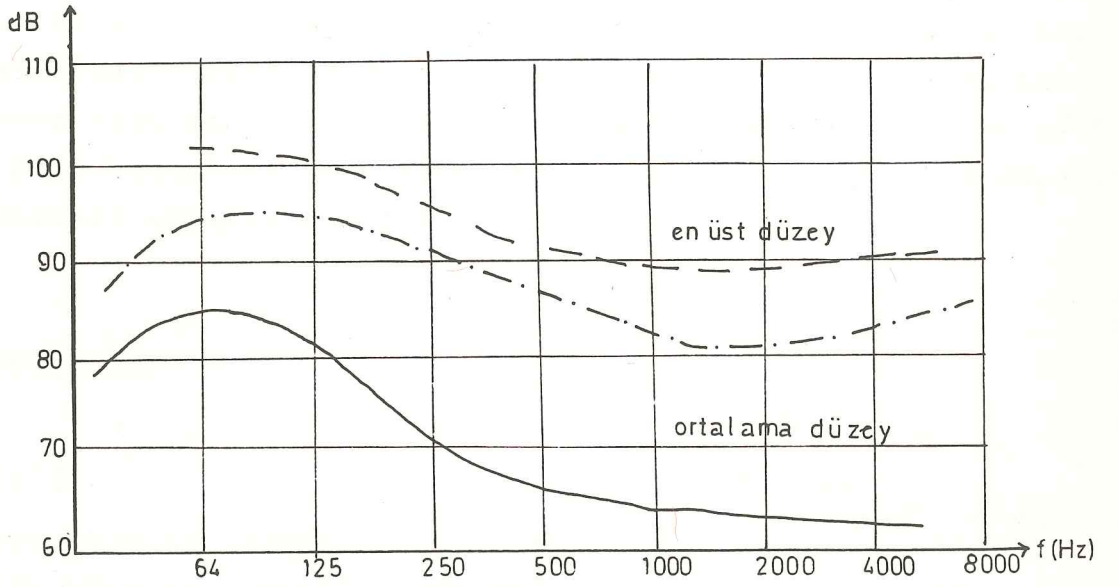
Çizelge 4'de değişik dış gürültü değerleri, şekil 16 ve 17'de ise değişik dış gürültü tayfları verilmiştir.

Çizelge 4 :

<u>Değişik dış gürültüler</u>	<u>__Yeğinlik__</u>
Otomobil, (hız 50 km/h) yandan uzaklık 6 m.	74-84 dB(B)
Motosiklet (hız 40km/h) yandan uzaklık 7 m.	78-88 dB(B)
Hafif kamyon(hız 50km/h)yandan uzaklık 6 m.	81-92 dB(B)
Ağır kamyon(hız 50km/h) yandan uzaklık 6 m.	85-97 dB(B)
Boeing 707-120 havada uçarken, 4km. uzaklıkta	68 dB(C)
Konut yerleşme bölgesinde yerel trafik	65 dB(A)
Bahçeli evler,trafik yolundan 100m.uzakta	60 dB(A)
Geçen tren, düz arazide, 15 m. uzakta	95 dB(C)
Geçen tren, düz arazide, 65 m. uzakta	83 dB(C)



Şekil 16. Değişik araç gürültü tayfları



Şekil 17. Kent merkezinde sokak gürültüsü.

3.1.2. Hacim İçinden Gelen Gürültüler

Büro hacmine diğer hacimlerden gelen gürültüler de dış gürültü olarak kabul edilir. Ayrıca tesisat asansör, ısıtma, havalandırma, asansör gibi mekanik gürültüler de büro hacmine dışarıdan gelen gürültüler olarak değerlendirilebilir. Hacme gelen tüm bu gürültülerde sesin geçmesi olayı önem kazanır.

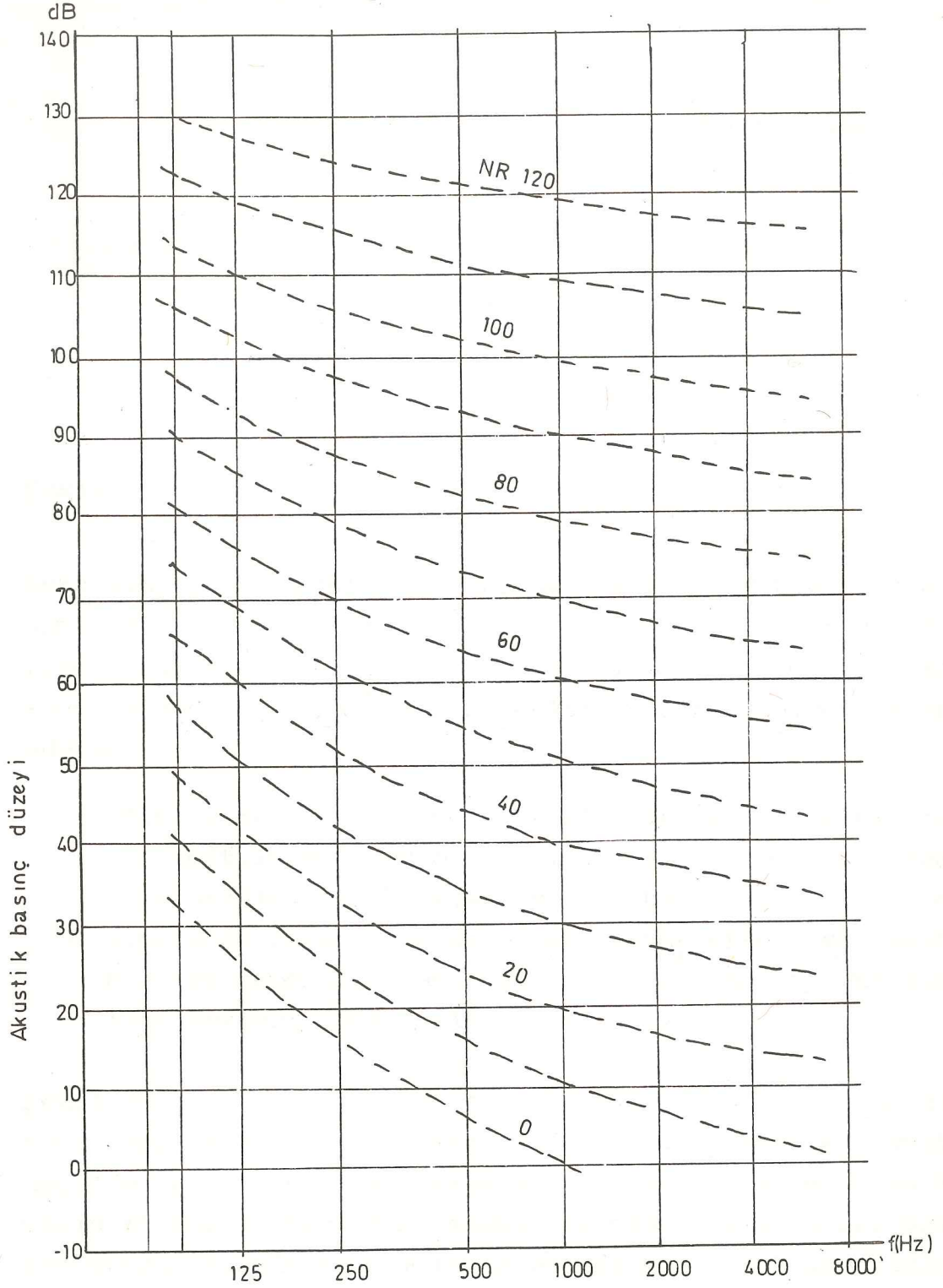
3.2. FON GÜRÜLTÜSÜ DÜZEYİ

Hacimlerin kullanım amacına göre kabul edilebilecek belli bir fon yani arka plan 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 arka plan gürültü düzeyi değerleri verilmiştir (11).

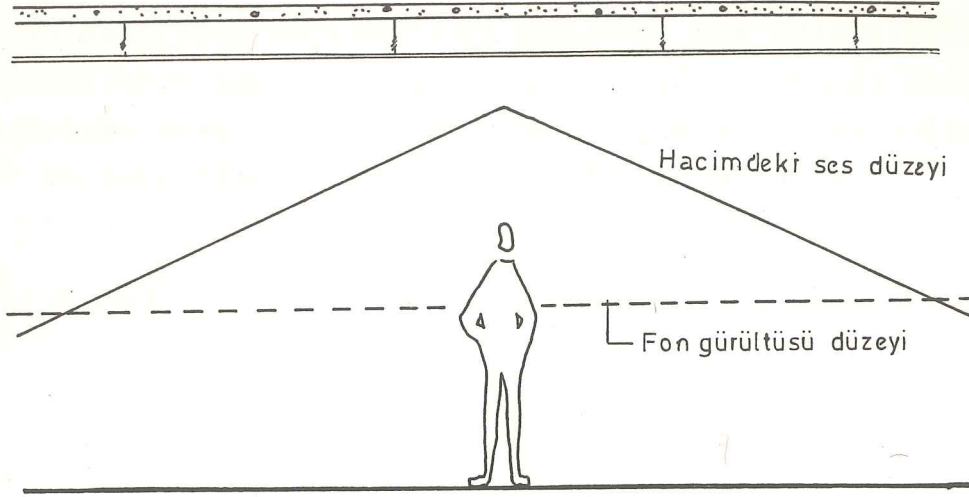
Çizelge 5 :

<u>Bürolar</u>	<u>NR(yapı içinde)</u>
Büyük bürolar (mağazalar, 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 18. I.S.O. NR Eğrileri.



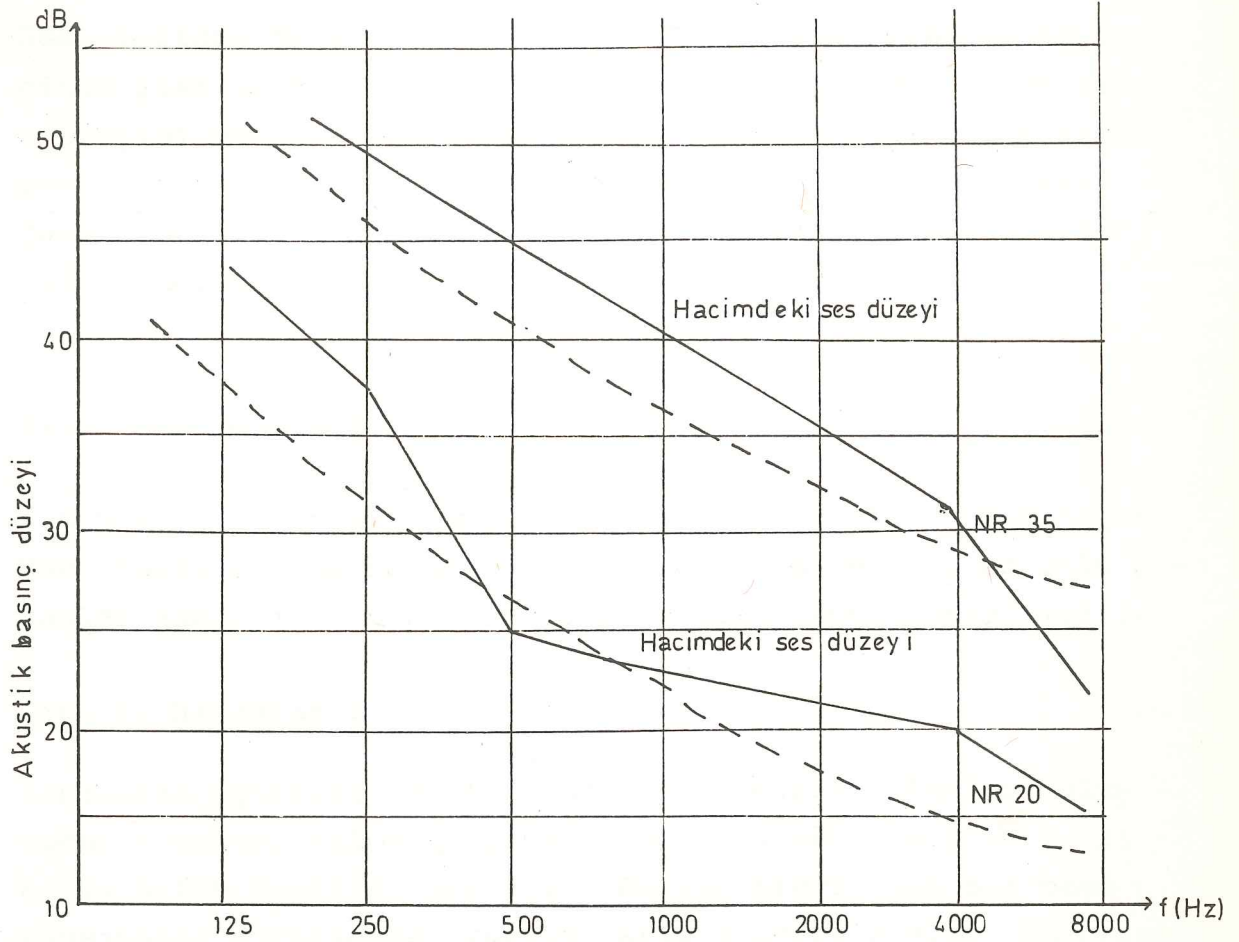
Şekil 19.

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

(Bir yerde aynı zamanda var olan iki sestten biri ötekini işitilmesini engelleyebilir. İşitilmesi engellenen sese örtülen (maskelenen) 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).

Şekil 20'de iki ayrı hacimdeki ses düzeyi ve arka plan gürültü düzeyi değerleri verilmiştir. NR 20 değerinin kullanıldığı hacimde, ses düzeyi bazı frekanslarda arka plan gürültü düzeyinin altına düştüğünden, maskeleye olayı olmaktadır. Bunun sonucunda hacimde konuşmaların anlaşılması güçleşmektedir. Ayrıca bu hacimde istenilen konuşma gizliliği sağlanamamaktadır.

NR 35 değeri kullanıldığı hacimde, ses düzeyi işitilen frekanslarda arka plan gürültü düzeyinin üstünde olduğundan maskeleye olayı olmaz. Hacimde konuşmalar rahat anlaşılabilir ve istenilen konuşma gizliliği sağlanabilir.



Şekil 20.

Açık plan büro hacimlerinde, konuşmanın anlaşılabilirliği ve konuşma gizliliğinin sağlanması açısından arka plan gürültü düzeyi değeri, hacmin işlevine kullanıcı sayısına ve hacimde kullanılan makinelerin özelliklerine göre belirlenmelidir.

BÖLÜM 4 - 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.

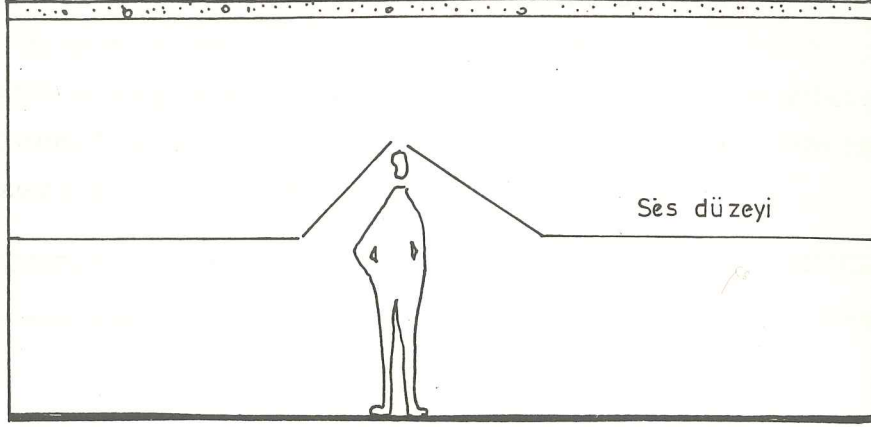
4.1. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN YAYILMASI

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

Sınırlı Ortamlar :

Yapıların içindeki çeşitli hacimler sınırlı ortamları oluşturur (odalar, salonlar gibi). Hücresel büro hacimleri sınırlı ortam özelliği gösterir. Bu hacimlerde ses peş peşe yansımalar sırasındaki yutulmalarla giderek azalır. Hücresel büro hacimlerinde ses alanı yayınık ses alanıdır. Hacimler küçüldükçe yayınıklık artar.(Şekil 21)

(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 yenginliği 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).



Şekil 21.

Sınırsız Ortam :

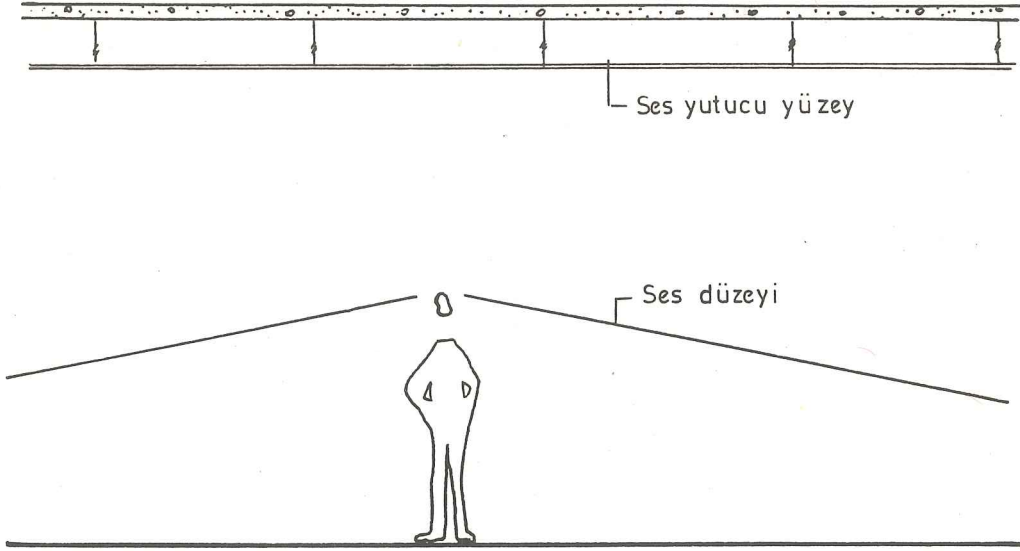
Açık hava sınırsız ortam olarak kabul edilir ve ses küresel dalgalar halinde yayılır, kaynağa olan uzaklığın karesi ile azalır.

Açık planlı büro hacimleri de koşullara göre üç boyutlu sınırsız ortamlara benzetilebilir. Bu durumda ses açık planlı büro hacimlerinde de açık havada olduğu gibi yayılır. Ses alanı doğrultulu ses alanıdır.

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

Açık planlı büro hacimleri hernekadar açık havaya benzetilse de tavan ögesi bir sınırlayıcı olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü ses dalgalarının bir kısmı tavan yüzeyine gider ve buradan yansıyarak 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 22'de açık planlı büro hacimlerinde ses düzeyi şematik olarak gösterilmiştir.

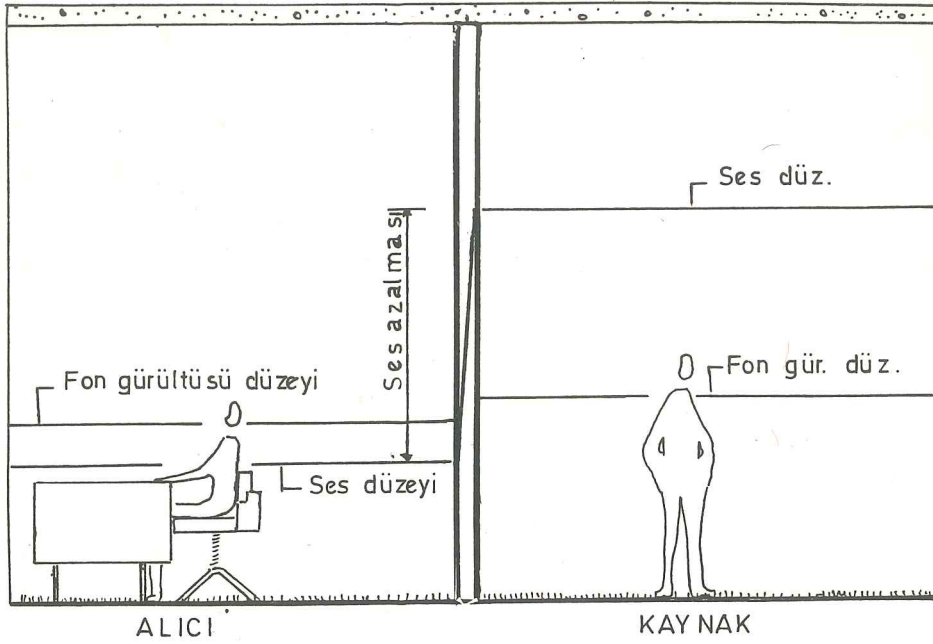


Şekil 22.

4.2. BÜRO HACİMLERİNDE SESİN GEÇMESİ

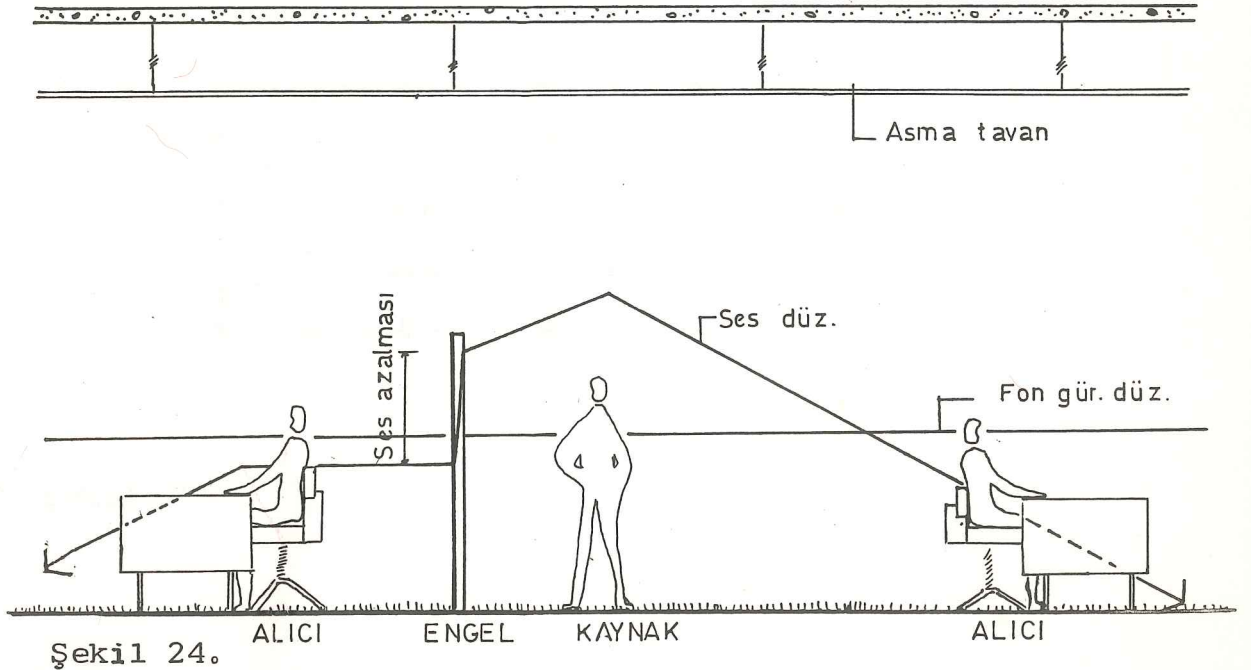
Sesin geçmesi, ses enerjisinin bir ortamdan başka bir ortama geçmesi ile olur.

Hücreli büro hacimlerinde, ses bir hacimden diğer hacme belli oranda azalarak geçer. Kaynağın bulunduğu hacimde duvar yüzeyine gelen ses dalgaları diğer hacme Şekil 23'de görüldüğü gibi duvarın ses geçirmezliğine bağlı olarak azalarak geçer.



Şekil 23.

Açık planlı büro hacimlerinde çalışma birimlerinin ayrılması duvar ile değil belli aralıklarla kullanılan engeller ile olur. Bu nedenle açık planlı bürolarda Şekil 24'de görüldüğü gibi engeli geçen ses önem kazanır.



Şekil 24.

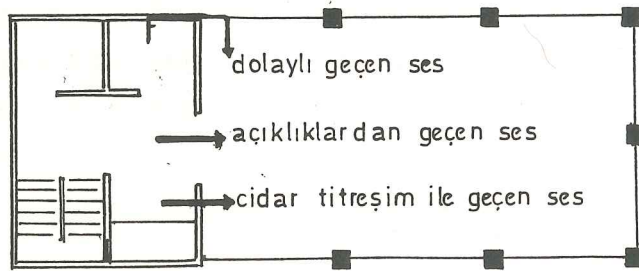
Kaynaktan çıkan sesler engelin üzerindeki açıklıktan bir bölümden diğer bölüme geçer.

Bir bölümden diğer bölüme sesin geçmesinde, azda olsa engelin kitlesi de etkili olur. Çünkü ses dalgalarının bir kısmı da engel yüzeyine gelir. Engeli titreştiren ses dalgaları engelin ses geçirmezliğine bağlı olarak diğer tarafa geçer.

4.2.1. Hacimler ve Katlar Arası Sesin Geçmesi :

Yapı içersinde, büro hacmine gerek bitişik hacimlerden (yayat) gerekse alt-üst hacimlerden (düşey) gelen sesler de söz konusudur.

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 25'de büro hacmine çeşitli yollarla geçen sesler gösterilmiştir.



Şekil 25.

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

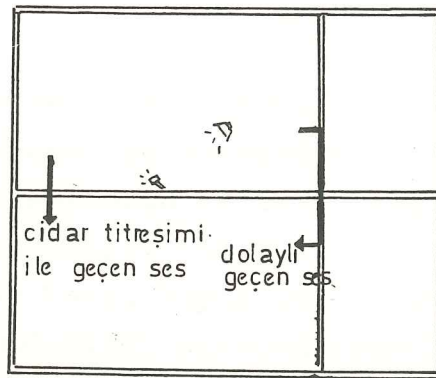
(Cidar titreşimi ile sesin geçmesi olayı ses dalgalarının duvar, döşeme, kapı, cam, bölme, vb. cidarı bütünüyle titreştirmesi ve titreşen bu cidarında öteki yanda bulunan havayı tıpkı bir hoparlör gibi titreştirmesi ile olur).

Büro hacmine cidar titreşimi ile gelen sesleri engellemek için duvarın ses geçirmezliğini arttırmak gerekir.

(Saydam (cam) ya da saydamsız (duvar döşeme, bölme elemanları) yapı ögesi ses dalgalarına kitlesi ile karşı koyabiliyorsa sesin tümü geçmez. Kitlenin karşı koyduğu oranda geçmeyen ses cidarın ses geçirmezliği olarak kabul edilir. Eğer hacimde daha fazla ses geçirmezlik gerekirse çift cidar uygulaması yapılır.

Hacme büyük açıklıklar (açık ya da yarı açık kapı) ve küçük açıklıklardan (kapı altındaki aralıklar, anahtar delikleri gibi) geçen sesler söz konusudur. Yalnızca yüksek ses geçirmezlik istenilen yerlerde bu açıklıklarda geçen seslere önlem almak gerekir.

Büro hacmine doğrudan döşeme yolu ile ya da dolaylı olarak duvar yolu ile Şekil 26'da görüldüğü gibi katlar arası geçen seslerde söz konusudur.



Şekil 26.

Havada doğan ve darbe sesi olarak tanımladığımız bu seslerden, darbe sesinin geçmesi mobilyaların çekilmesi, nesnelerin düşmesi ya da kullanıcıların yürümesi (adım sesi) ile oluşur.

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

4.2.2. Yapı Dışından Gelen Sesin Geçmesi :

Büro hacmine dış çevreden gelen seslerde önemlidir. Açık planlı büro hacimlerinde yapı kabuğunda saydam (cam) öğeler daha fazladır. Bu nedenle dış çevreden gelen gürültülerin Şekil 27 de görüldüğü gibi geçmesi kolay olur.



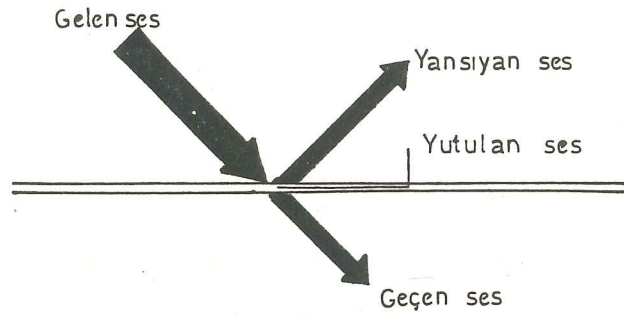
Şekil 27.

Pencerelerin açık ya da yarı açık olması durumunda büro hacmine dış çevreden gelen sesler söz konusudur. Ayrıca cam yüzeyine gelen seslerin cidar titreşimi yolu ile büro hacmine geçmeleri önemlidir. Cam yüzeylerinin kütle ağırlığı az olduğundan sese karşı zayıf öğelerdir. Cam kalınlığının artmasıyla kütle ağırlığı artacağından ses geçirmezlikte belirli

oranda artar. Fakat yüksek ses geçirmezlik gerektiğinde çift cidar uygulamasına gidilir (Bkz. S:48).

4.3. 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 28).



Şekil 28.

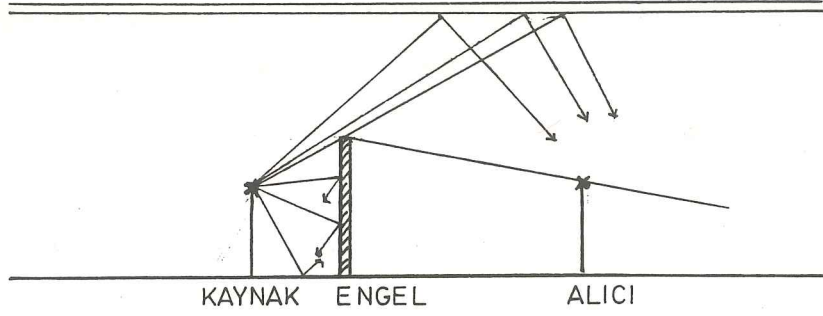
Sesin yansımada, ışığın yansımada olduğu gibi düzgün ve yayınık olmak üzere iki türüdür.

(Yansıtıcı yüzeyin ayrıntı ve çıkıntıları, pürüzleri, yani düzgünlükleri, yüzeye gelen ışınımın (ışık ya da ses) dalga boyundan küçükse düzgün yansıma, dalga boyu ölçülerinde ya da daha büyükse yayınık yansıma olur (7)).

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

4.3.1. Yansımanın Ses Düzeyine Etkileri :

Açık planlı büro hacimlerinde tavan , döşeme, duvar ve bölme elemanlarının yüzeyinde oluşan yansımalar hacimdeki ses düzeyini etkiler (Şekil 29).



Şekil 29.

Döşeme, tavan ve engel yüzeyinden yansımaları önlemek için ses yutucu gereçler kullanılmalıdır.

Açık planlı büro hacimleri genellikle büyük boyutlu olduklarından yankı olayına karşı önlem alınmalıdır.

(Bir hacimde ses uzaması ve yankı olayları da önem taşır. Hacim içersinde bulunan ses kaynağından doğrudan kulağımıza gelen ses ile yansıtıcı bir yüzeyden yansıtılarak gelen sesin geçtikleri yollar arasındaki fark 22.00 m.'den fazla ise ses uzaması, 34.00 m.'den fazla ise yankı olur) (7).

Çünkü hacimlerin boyutları büyüdükçe hacimde yankı olasılığı artar. En uzun kenarı 11.00 m.'den büyük hacimlerde yankı tehlikesi yoktur. Fakat uzun kenar 11.00 m.'den büyük olur ve hacim yüksekliği 3.00 m.'yi geçerse hacimde yankıya karşı dikkatli olmak gerekir.

Öncelikle toplam yutuculuğun arttırılması gerekir. Tavan, döşeme, engel yüzeyinde ve büro mobilyalarında ses yutucu gereçlerin kullanılması başarılı çözümler verir.

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

4.4.1. Sesin Yutulma Süreçleri :

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

- o Gözenekli gereçlerde yutulma,
- o Titreşen levhalarda yutulma,
- o Helmholtz rezanatörleri ile yutulma.

Açık planlı büro hacimlerinde özellikle gözenekli gereçlerde yutulma ve titreşen levhalarda yutulma konuları önem taşır.

Gözenekli 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, yan yana 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.

- o Gözeneklerin aralarının açık ya da fazla sık olması durumunda sürtünme olayı tam gerçekleşemeyeceğinden gerecin yutuculuğunda azalma olur.
- o Gözenekli gereçlerin boyanması durumunda, gözeneklerin tıkanması söz konusu olur. Aynı zamanda gereçlerin tozlanması, ıslanması, sıkışması gibi durumlarda da gözeneklerin yutuculukları azalır. Bu nedenle gözenekler havaya açık olmalı, tıkanmamalıdır.
- o Gözenekli gereçlerin kullanımları sırasında delikli levhalar, kafesler içersinde bulundurulmaları gerekir. Çünkü gereç özellikleri bakımından gözenekli gereçler yumuşak ve aşınmaya dayanıksızdır.

Gözenekli gereçlerde yutulma, yüksek frekanslarda daha çok olur. İnce sesler saniyede 1000-2000 kere titreşir, bu 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.

Gözenekli gereçlerin kullanılmasında bazı noktaların göz - önünde bulundurulması gerekir.

- o Gözeneklerin aralarının açık ya da fazla sık olması durumunda sürtünme olayı tam gerçekleşemeyeceğinden, gerecin yutuculuğunda azalma olur.
- o Gözenekli gereçlerin boyanması durumunda, gözeneklerin tıkanması söz konusu olur. Aynı zamanda gereçlerin tozlanması, ıslanması, sıkışması gibi durumlarda da gözeneklerin yutuculukları azalır. Bu nedenle gözenekler havaya açık olmalı, tıkanmamalıdır.
- o Gözenekli gereçlerin kullanımları sırasında delikli levhalar, kafesler içersinde bulundurulmaları gerekir. Çünkü gereç özellikleri bakımından gözenekli gereçler yumuşak ve aşınmaya dayanıksızdır.

Gözenekli gereçlerde yutulma, yüksek frekanslarda daha çok olur. İnce sesler saniyede 1000-2000 kere titreşir, bu 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.

Titreşen Levhalar :

Titreşen levhalar ikinci grup ses yutucu gereçleri oluştururlar. 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.

- o 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.
- o Bir hacimde düzgün yayılmış bir yutuculuk sağlamak için kullanılan gereçlerin farklı boyut ve kalınlıkta olmasında yarar vardır. Ayrıca tespit şekilleri ve biçimleri farklı olmalıdır.
- o 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.
- o 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 detaylandırılmasının

da gözönünde bulundurulması gereken noktalar vardır.

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

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

- o Ses yutma çarpanlarının frekanslara göre dağılımı,
- o Dış görünüş (boyut, kenar, bağlantı, renk, doku),
- o Ateşe dayanıklılık,
- o Tespit giderleri,
- o Tespit kolaylığı,
- o Dayanıklılık (vurmaya direnme, mekanik bozulmalar ve aşınma)
- o Bakım, temizlik, ses yutucu gerecin yeniden kullanımı ve bakım giderleri,
- o Kullanma koşulları (ısı, tespit sırasındaki nem oranı),
- o Kalınlık,
- o Neme ve yoğuşmaya karşı dayanıklılık,
- o Isı yalıtım değeri,
- o Haşarat, mantar, küfe karşı korunma.

4.4.2. Yutuculuğu Etkileyen Etkenler :

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

(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.

$$A = A_y + A_b + A_h$$

A_y : iç yüzeylerin toplam yutuculuğu,

A_b : insan, eşya gibi nesnelerin toplam yutuculuğu,

A_h : 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 ses geçirmezliği (dB)

S : döşeme alanı

A : alıcı hacmin toplam yutuculuğu (Sabine)

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

o 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.

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

Her iki durumu da 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 5 - BÜRO HACMI İÇİN EN UYGUN AKUSTİK ORTAMIN BELİRLENMESİ

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

5.1. 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 (dolu) ve saydamsız (cam) alanlardan oluşmaktadır. Açık planlı büro hacimlerinde planlamadan ötürü cam alanlar daha fazla olduğundan cam alanların ses geçirmezlik değerleri önem kazanır. Çizelge 6 ve 7'de dolu ve cam alanların ses geçirmezlik değerleri verilmiştir.

Çizelge 6.

<u>Dolu 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

Çizelge 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 ses geçirmezlik 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.

5.1.1. 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.

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

Ses geçirmezliğin 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 etkenler de sözkonusu olur. Bu nedenle ne tür cam kullanılacağına 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.

- o Açık planlı büro hacimlerinde duvar elemanının öneminin fazla olmamasına karşın yine de duvarın ses geçirmezliğinin yüksek olmasında yarar vardır.
- o Cam alanlar da ses geçirmezliğin yüksek olması için çift cam uygulaması doğru bir çözüm olur.

- o Duvar-cam ilişkisi iyi kurulmalı, tespitler iyi yapılmalıdır, delikler bırakılmamalıdır.

5.2. İÇ GÜRÜLTÜ DENETİMİ

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

Açık planlı büro hacmine diğer hacimlerden gelen gürültüleri, büro katının açıldığı koridor, tuvalet ya da merdiven boşluğundan gelen gürültüler oluşturur. Eğer bu bölümlerden gelen gürültüler rahatsızlık veriyorsa duvar elemanında önlem almak gerekir. Çok fazla ses geçirmezlik istenmesi durumunda ise çift cidar uygulaması yapılması doğrudur.

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 makineleri, bilgisayarlar, daktilolar, kapıların açılıp kapanması, anons sistemleri ve telefonlar oluşturur.

İç gürültü denetiminin yapılmasında bazı noktaları gözönünde bulundurmak gerekir.

- o Gürültünün denetlenmesinde insan etkeni önemlidir. Bu nedenle kullanıcıların gereksiz yere gürültü çıkarmamaları için bilinçlendirilmesi gerekir. Çünkü gürültüyü çıkarmak çok daha ekonomik ve olumlu bir davranıştır.
- o 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 mafsalı 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.
- 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 arttırmak için, asma tavan yüzeyine ses yutucu gereç konulmalıdır.

o Açık planlı büro hacimlerinde döşemede kullanılan gereçler önem taşır. Eğer sert bir zemin kaplaması var ise büro hacminde istenmiyen 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 seçilme - lidir. 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 önleme 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.
- o Toplantı ve etkinlikler için ayrılan bölümlerde iyi bir ses yalıtımı yapılmalıdır.
- o Eğer havalandırma sistemleri kullanılıyorsa ses azaltıcı önlemler alınmalıdır.
- o Açık planlı büro hacimlerinde iç gürültü yönetiminin yapılmasında en önemli elemanlardan biri de bölme elemanıdır. Bu nedenle bölme elemanlarının gerek hacim içersinde yerlerinin belirlenmesi gerekse detaylandırılmaları önem taşır.

5.3. BÖLME ELEMANLARI (ENGELLER)

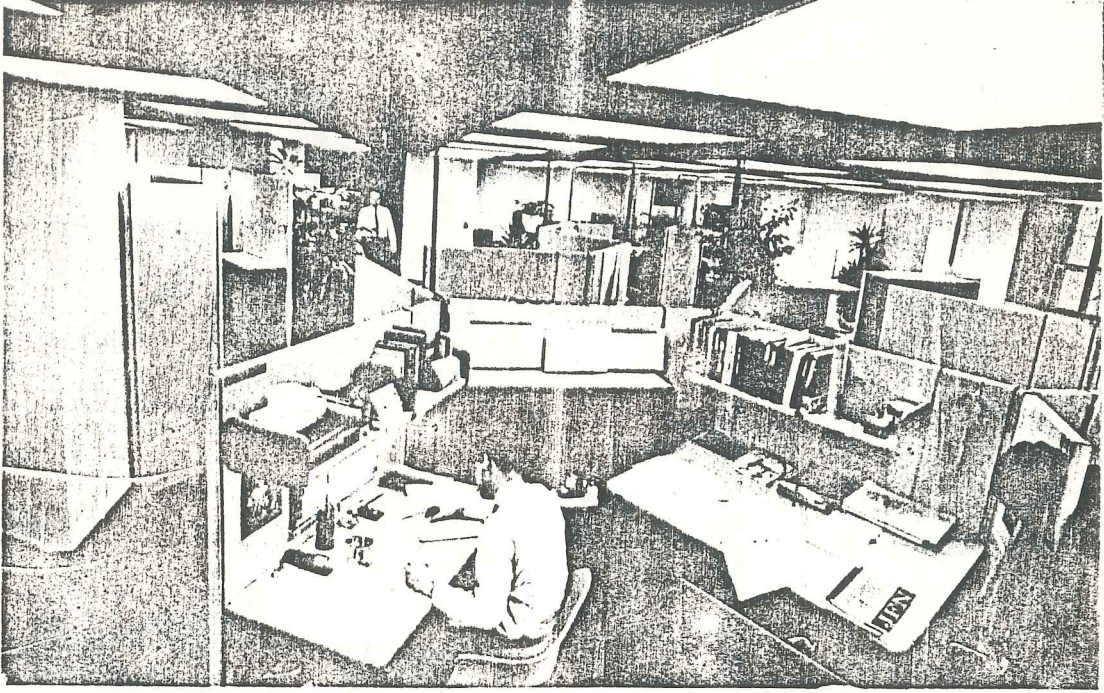
Açık planlı büro hacimlerinin, mimari özelliği hacimde herhangi bir duvar elemanının bulunmamasıdır. Bu nedenle büro hacminde ayrı mekan oluşumları bölme elemanları ile elde edilir. Bölme elemanları hacmi düzenleme, gürültü denetimi, mekan oluşturma ve hacme estetik bir görünüm sağlamaları bakımından açık planlı büro hacimleri için önemli yapı elemanlarıdır. Bölme elemanları ile büro hacmi içersinde çalışma birimleri oluşturulur. Şekil 30-31'de bu birimlere örnekler verilmiştir. Her birimin çalışma ilişkilerinin kolay olmasını sağlayacak şekilde düzenlenmesinde yarar vardır. Şekil 32'de bir kaç birimin bir arada bulunduğu bir düzenleme verilmiştir. Bölme elemanları genellikle sabit elemanlar olmadığından birimin işlevi değiştiğinde başka bir işleve göre birimi yeniden düzenlemek olanaklıdır. Gerektiğinde ek bölmeler ile birimi büyütmek te söz konusu olabilir.

Açık planlı büro hacimlerinde bölme elemanları gürültü denetimi yönünden engel niteliği taşımaktadır. Bu nedenle engellerin yerleştirilmesinde sesin kırınmasının önemi vardır.

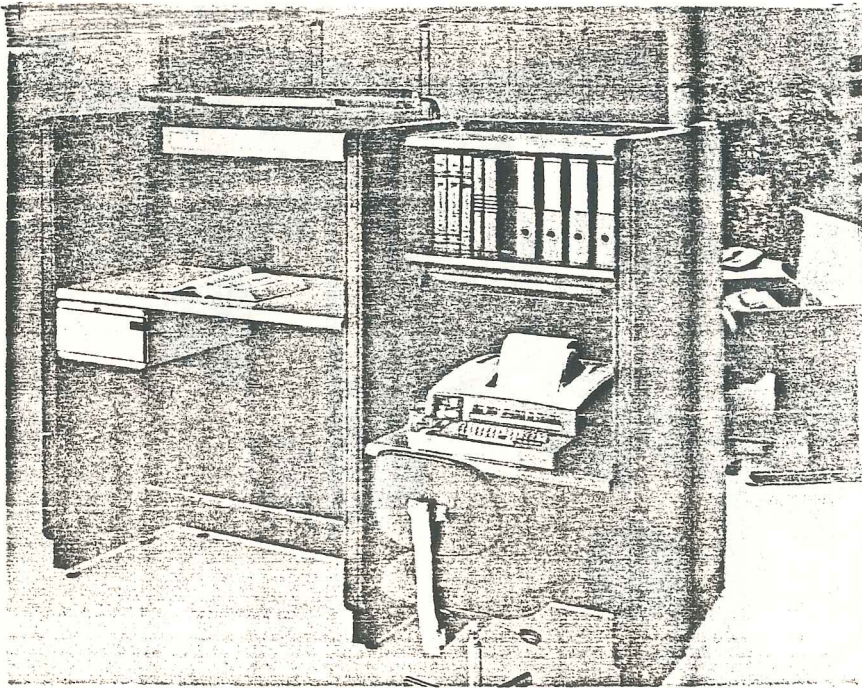
(Ses dalgalarının bir engelden ötürü doğrultu değiştirmeleri olayına kırınma denilir. Herhangi bir engel köşe aralık ya da kenar boyutlarının gelen ışınımın dalga boyundan büyük olması durumunda kırınma olur).

Hacimde iki engelin Şekil 33'de görüldüğü gibi birbirine çok yakın olması durumunda, kaynaktan gelen ses dalgaları iki engel arası açıklıktan geçince açıklık ses kaynağıymış gibi, bu noktadan küresel dalgalar halinde yayılarak alıcıya gider. Büro hacimlerindeki bu tip kırınma olayını önlemek için engelleri birbirinden ayrı yapmamak ya da iki engel arasındaki uzaklığı daha çok açmak gerekir.

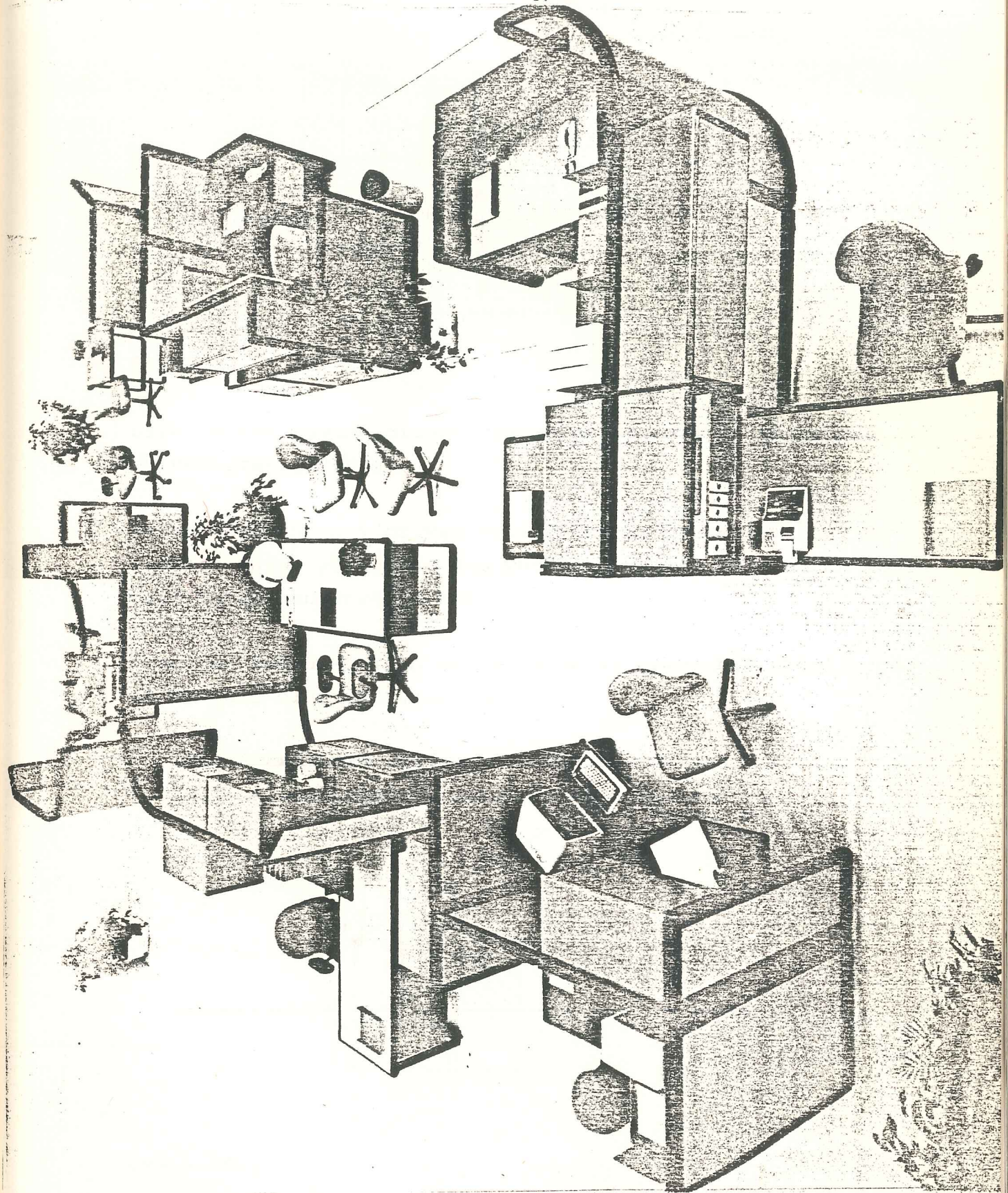
Açık planlı büro hacimlerinde engelleri kullanırken Şekil 34'de görüldüğü gibi engelden ötürü kırınan seslerin yanı-



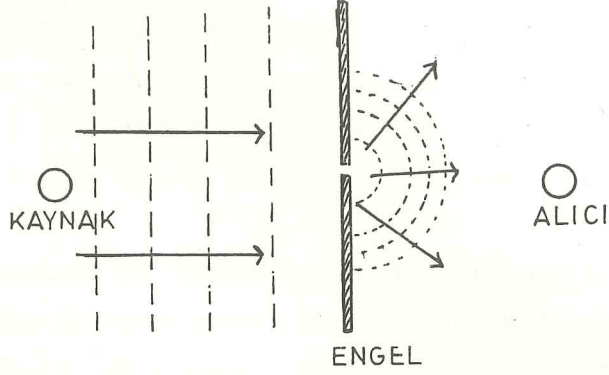
Şekil 30. Hacimde, bölme elemanlarının kullanımı.



Şekil 31. Hacimde, bölme elemanlarının kullanımı.



Şekil 32. Büro hacminde, çeşitli bölme elemanları düzenlemesi.

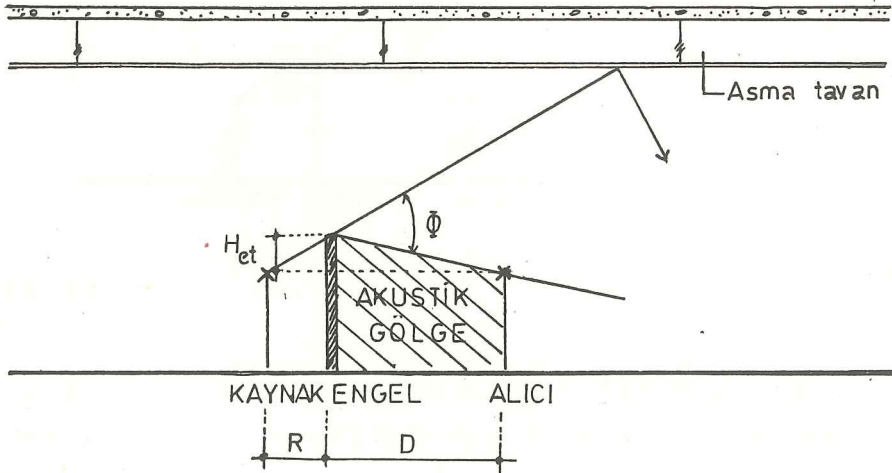


Şekil 33.

sıra, direk tavana giderek yansıyan sesleri de gözönünde bulundurmak gerekir.

Tavan yüzeyinden yansıyan sesler tekrar hacme yayılır. Bu nedenle tavan yüzeyinde ses yutucu gereçler kullanarak sesin yansımalarını önlemek gerekir.

Engelden ötürü kırılan sesler engelin arkasında akustik gölge bölgesi oluşturur. Şekil, 34



Şekil 34.

Φ : Sesin kırınma açısı,

H : Etkin yükseklik, engelin ses kaynağı üstündeki yüksekliği,

R : Engel ile ses kaynağı arasındaki uzaklık,

D : Engel ile alıcı arasındaki uzaklık.

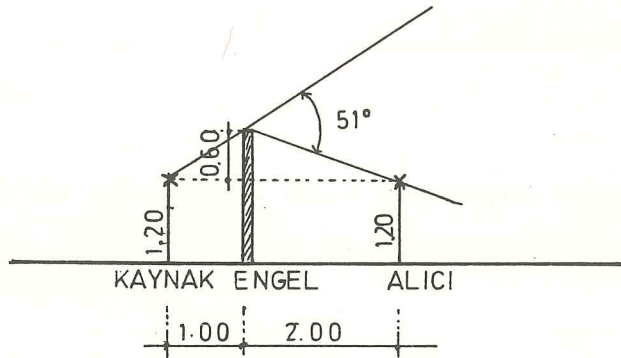
Akustik gölge bölgesinde kalan kullanıcılar, kaynaktan gelen sestten fazla etkilenmezler. Bu nedenle kaynakla alıcı arasındaki uzaklık ve engel yüksekliğinin değişik büyüklüklere göre incelenmesinde yarar vardır.

Burada konu ile ilgili bir kaç örnek verilmiştir.

Örnekler f : 1000 Hz'e göre yapılmıştır.

$$\lambda = \frac{c}{f} = c = 340 \text{ m/sn} \quad \lambda = \frac{340}{1000} = 0.34 \text{ m.}$$

ÖRNEK I-A



Şekil 35.

Şekil 35'de görüldüğü gibi kaynak ile alıcı aynı düzeyde ve yerden 1.20 m. yüksekliktedir (Kaynak ile alıcı oturur durumda)

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

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

D = 2.00 m. (Kullanımın rahat olduğu uzaklık)

R = 1.00 m. (Planlamadan ötürü en yakın uzaklık)

$D > R$ ve $R > H$ olması durumunda $X = \frac{H^2}{\lambda R}$ formülü

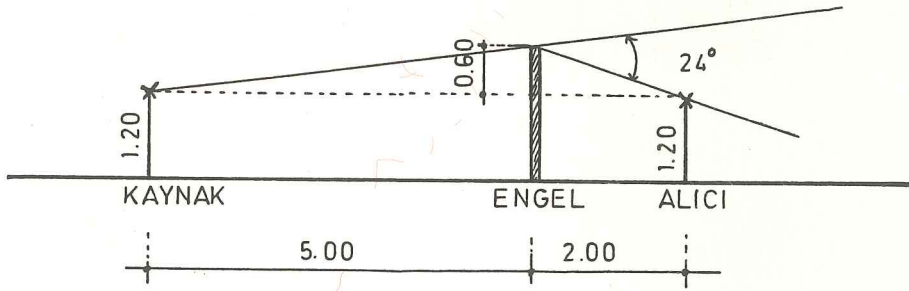
kullanılarak gürültü azalma değeri bulunur.

$$X = \frac{H^2}{\lambda R} = \frac{(0.60)^2}{0.34 \cdot 1} = \frac{0.36}{0.34} = 1.05$$

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

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

ÖRNEK I-B



Şekil 36.

Şekil 36'da görüldüğü gibi kaynağın engelden kullanım bakımından en uzak mesafede bulunması durumunda gürültü azalma değeri değişir.

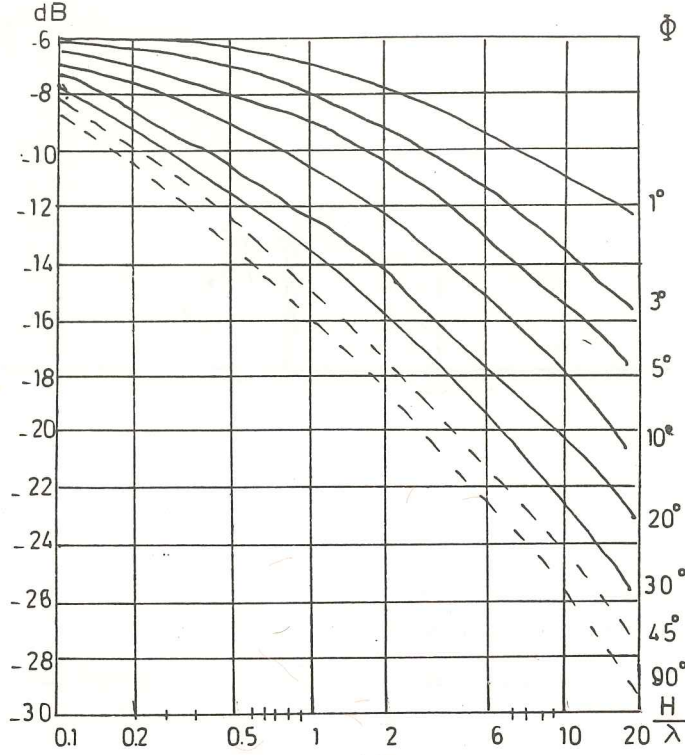
$$X = \frac{2 [R(\sqrt{1+(H/R)^2} - 1) + D(\sqrt{1+(H/D)^2} - 1)]}{\lambda [1 + (H/R)^2]}$$

$$X = \frac{2 [5(\sqrt{1+(0.60/5)^2} - 1) + 2(\sqrt{1+(0.60/2)^2} - 1)]}{0.34 [1 + (0.60/5)^2]}$$

$$X = \frac{0.123}{0.3448} = 0.3567$$

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

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 0.356 = 8.53 \text{ dB}$$



Şekil 37.

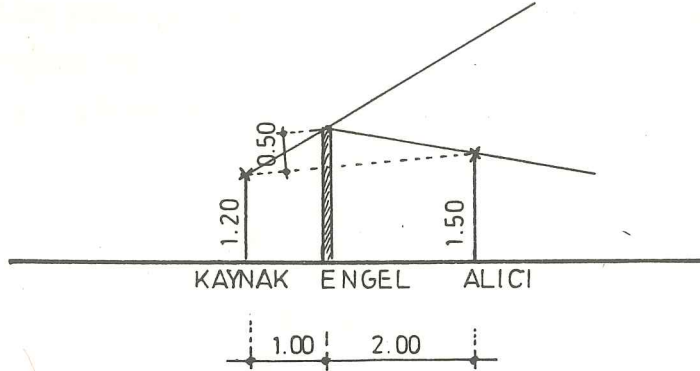
Şekil 37'de verilen grafikte de ϕ açılarına göre değerlendirme yapılabilir.

ÖRNEK I-A'da $\phi = 51^\circ$ iken ses azalması 15dB

ÖRNEK I-B'de $\phi = 24^\circ$ iken ses azalması 10dB değerinde olmaktadır. ϕ açısı değeri küçüldükçe ses azalma değeri de azalmaktadır.

Sonuçlardan anlaşılacağı gibi engel kaynaktan uzaklaştıkça engelin etkinliği azalır.

ÖRNEK II



Şekil 38.

Şekil 38'de görüldüğü gibi kaynak yerden 1.20 m. yükseklikte (oturur durumda), alıcı yerden 1.50 m. yükseklikte (ayakta),

$$X = \frac{H^2}{\lambda \cdot R} = \frac{(0.50)^2}{0.34 \cdot 1} = \frac{0.25}{0.34} = 0.73$$

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

$$G.A = 10 \log 20 \cdot 0.73 = 11.6 \text{ dB}$$

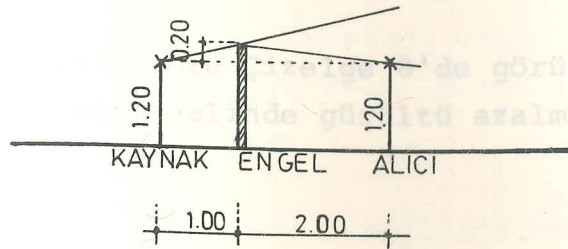
ÖRNEK I-A'da kaynak ile alıcı oturur durumda gürültü azalması 13.2 dB

Bu örnekte alıcının ayakta olması nedeni ile gürültü azalması 11.6 dB değerine düşüyor.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi kaynak ile alıcının oturur ya da ayakta olması gürültü azalması değerini etkiler.

ÖRNEK III-A

Engelin yüksekliğinin az ya da fazla olması durumunda gürültü azalma değeri farklı olur. Şekil 39'da engel yüksekliği 1.40 m. alınmıştır.



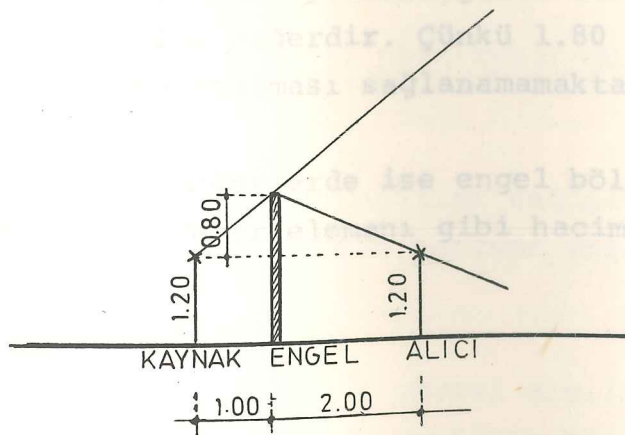
Şekil 39.

$$X = \frac{H^2}{\lambda \cdot R} = \frac{(0.20)^2}{0.34 \cdot 1} = \frac{0.04}{0.34} = 0.11$$

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

$$G.A = 10 \log 20.011 = 3.7 \text{ dB}$$

ÖRNEK III-B



Şekil 40.

Şekil 40'daki örnekte engel yüksekliği 2.00 m. alınmıştır.

$$x = \frac{H^2}{\lambda \cdot R} = \frac{(0.80)^2}{0.34 \cdot 1} = \frac{0.64}{0.34} = 1.8$$

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

$$G.A = 10 \log . 20 \cdot 1.8 = 15.7$$

Yapılan örneklere göre Çizelge 8'de görüldüğü gibi engel yüksekliğinin artması halinde gürültü azalma değeri de artmaktadır.

ÇİZELGE 8

H_{engel} (m)	H_{et} (m)	G.A (dB)
1.40	0.20	3.7
1.80	0.60	13.2
2.00	0.80	15.7

Açık planlı büro hacimlerinde engel yüksekliğinin seçimi önem taşımaktadır. Engel yüksekliğinin 1.80 m. olması durumu en çok kullanılan değerdir. Çünkü 1.80 m.den az değerlerde yeterli gürültü azalması sağlanamamaktadır.

1.80 m.'den fazla değerlerde ise engel bölme elemanı özelliğini kaybedip bir duvar elemanı gibi hacim içersinde yer almaktadır.

Açık planlı büro hacimlerinde sesin büyük bir kısmı engel üzerindeki açıklıktan geçer. Bu arada engel yüzeyine gelen sesler de sözkonusudur. Bu seslerin bir kısmı engel yüzeyinden yansır, bir kısmı engelde yutulur, diğer bir kısmı da engelin kitlesine bağlı olarak diğer yüzeye geçer.

Eğer engel çok ince bir gereçten yapılmışsa geçen ses daha fazla olur ve engelin etkinliği azalır. Bu nedenle engelin kesitinin belli değerde olmasında yarar vardır. Genellikle kullanılan engel kesitleri 8-10-12 cm. arasında değişmektedir.

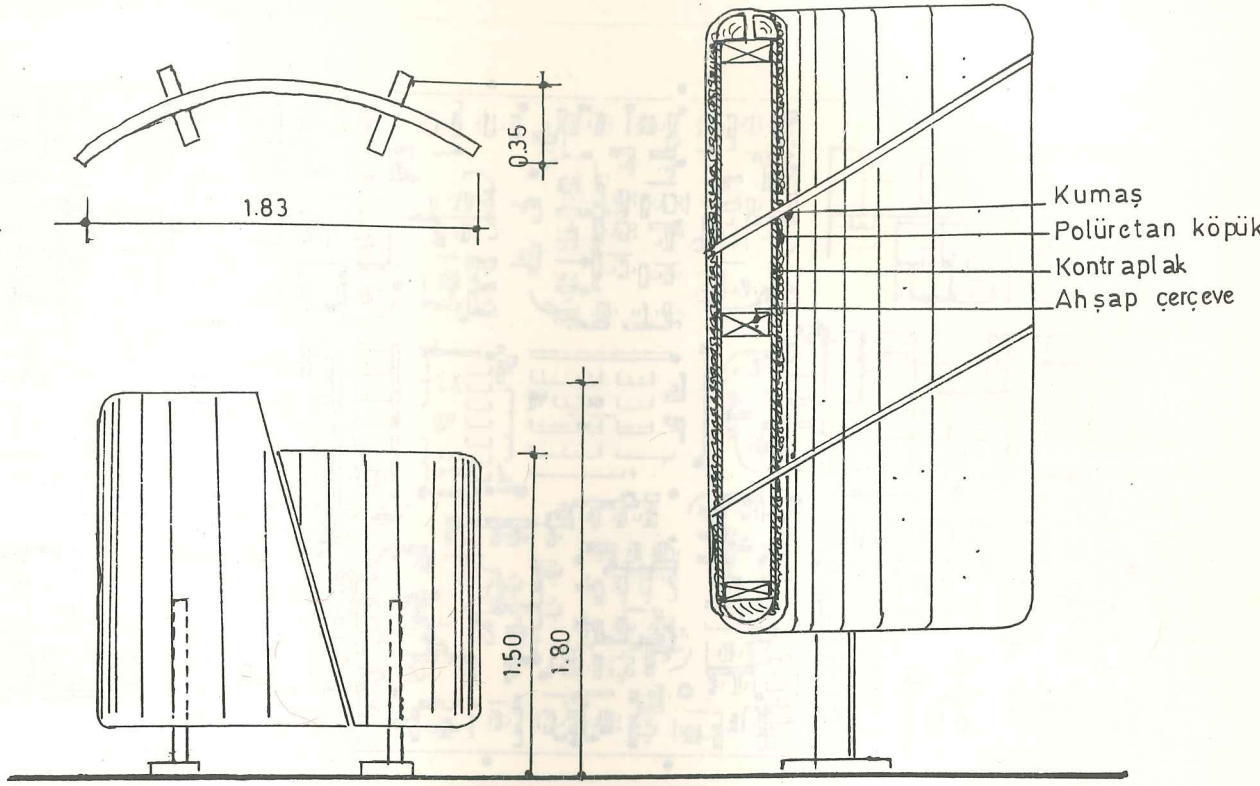
Engel yüzeyinde kullanılan gereçlerde hacimdeki yansımaları önlemeleri bakımından önem taşır. Bu nedenle engel yüzeylerinin ses yutucu gereçlerle kaplanması da yarar vardır.

Hacim içersinde ses düzeyinin yeterli derecede olmasında hacimin toplam yutuculuğu önem taşır. Bilindiği gibi toplam yutuculuğun artması hacimdeki yüzeylerin yutma çarpanı değerlerinin artması ve hacme ek yüzeylerin konulması ile olur. Açık planlı büro hacimlerinde engellerin ek yüzey olarak kullanılması toplam yutuculuğu arttırır ve ses düzeyini etkiler. Bu nedenle engellerin detaylarının iyi belirlenmesi ve hacimde gerekli yerlere yerleştirilmesinde yarar vardır.

Şekil 41'de bir engel detayı plan-kesit-görünüş olarak verilmiştir.

Engellerin hacim içersinde dağılımı değişik biçimlerde olabilir. Şekil 42-43'de iki ayrı hacimde engellerin kullanımı verilmiştir.

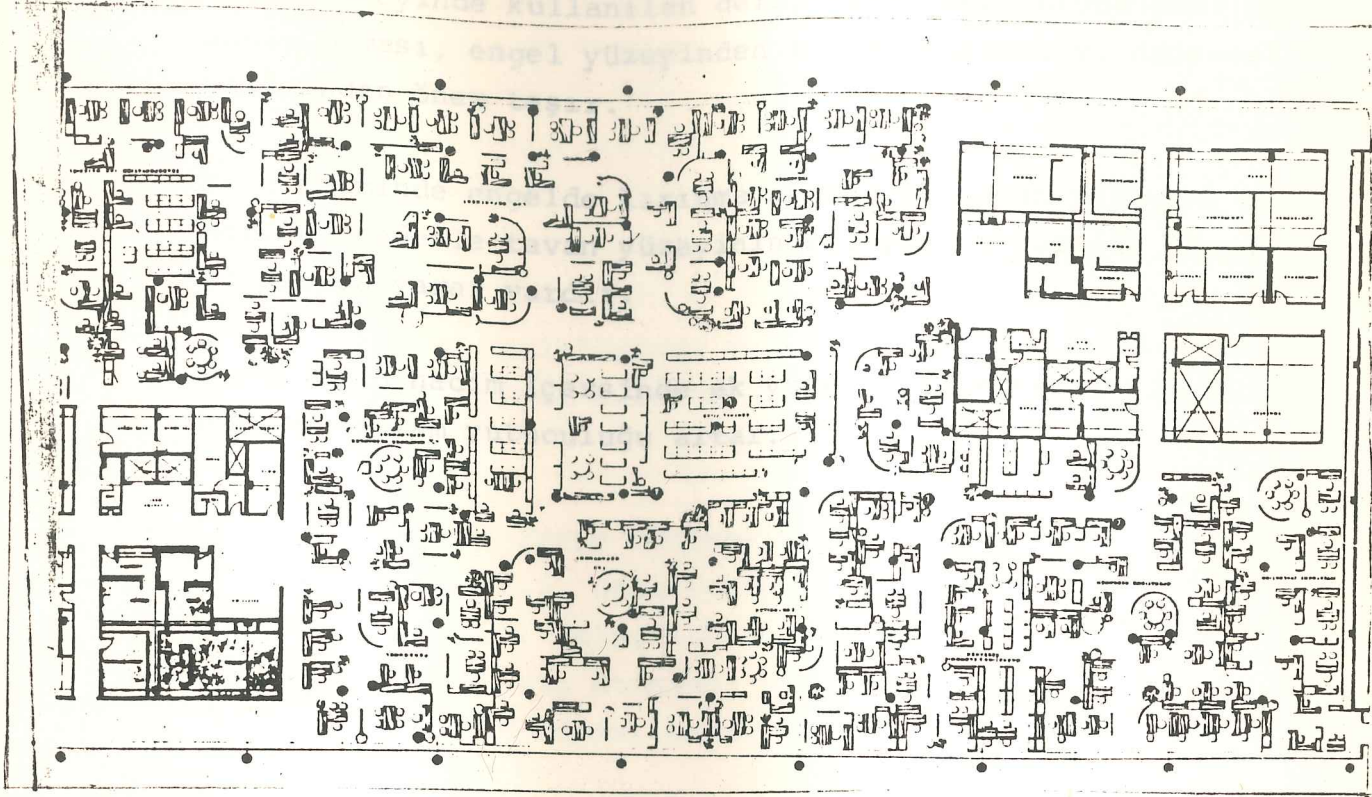
Açık planlı büro hacimlerinde görsel algılamamanın önemli olduğu yerlerde cam yüzeylerden yapılmış bölme elemanları da kullanılmaktadır.



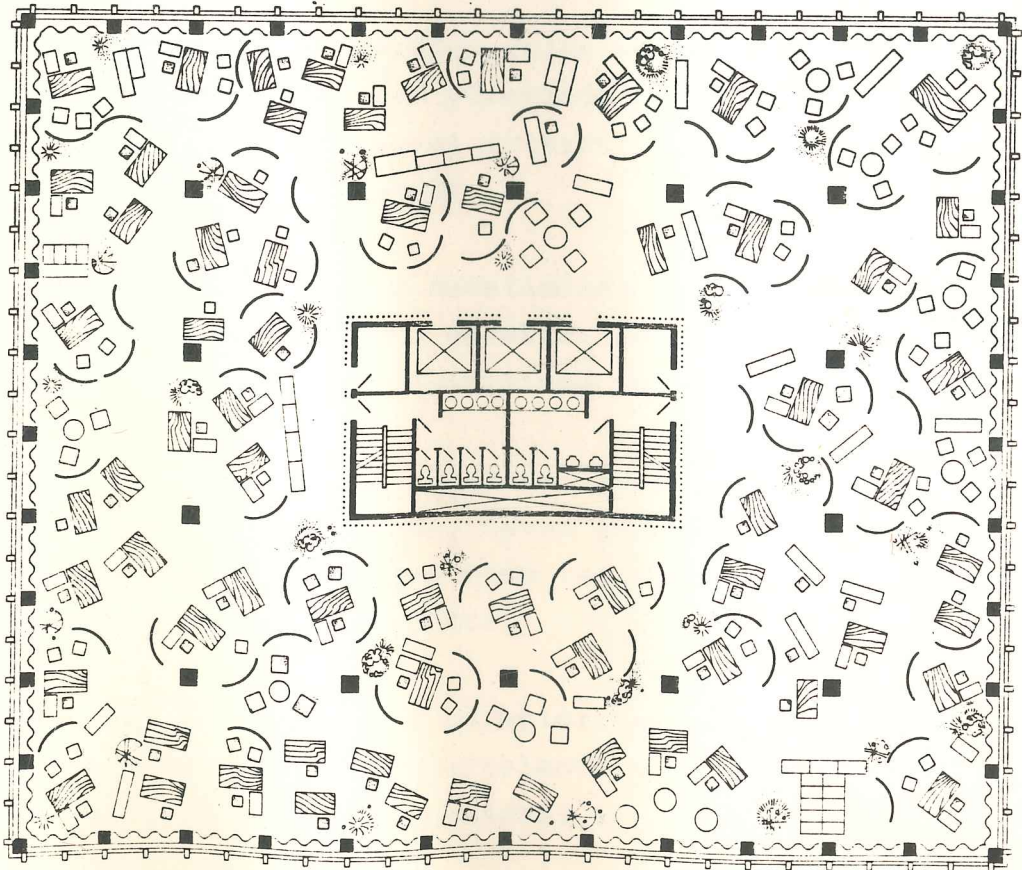
Şekil 41.

Engellerin kullanımında gözönünde bulundurulması gerekli noktaları sıralamak gerekirse,

- o Yapılan etüdlerden de anlaşılabacağı gibi engel yüksekliğinin 1.80 m. olması başarılı bir çözüm olur. Gerektiğinde bu değer altıda ya da üstünde kullanımlarda söz konusu olabilir.
- o Kaynak ile engel arasındaki uzaklık belli değerler içinde kalmalıdır. Çünkü engel kaynaktan uzaklaştıkça etkinliği azalır.



Şekil 42. Bölme elemanlarının, hacim içersinde kullanımı.



Şekil 43.

- o Engel yüzeyinde kullanılan gereçlerin, ses yutucu özelliğe sahip olması, engel yüzeyinden fazla yansımaları önlemesi bakımından önem taşır.
- o Büro hacminde engelde kırınmayan sesler tavan yüzeyine gider. Bu nedenle tavan yüzeyinin ses yutucu gereçle kaplı olmasında yarar vardır.
- o Engellerin hacim içersinde ek yüzey olarak kullanılması ile hacmin toplam yutuculuğu artar.

S O N U Ç

Açık planlı büro hacimlerinde en uygun akustik ortamın sağlanması için gözönünde bulundurulması gereken bazı noktalar vardır.

Öncelikle kullanıcıların konuşmalarının rahat ve anlaşılabilir olması önem taşır. Daha sonra büro hacminde telefon ile yapılan konuşmaların anlaşılabilmesi, büro makinalarının kullanıcıları rahatsız etmemesi ve gerekli konularda konuşma gizliliğinin sağlanması konuları söz konusu olur.

Bu belirlemeleri yaptıktan sonra ikinci aşamada iç ve dış gürültü denetiminin yapılması konusunu ele almak gerekir.

Büro hacmine dış çevreden gelen gürültüler söz konusu ise duvar ve özellikle cam yüzeyinde önlem almak doğru olur. Camın ses geçirmezliğini arttırmak ve gerekirse çift cam yapmak başarılı çözümdür.

Büro içi gürültülerin denetiminde ise özellikle kullanıcıların bilinçlendirilmesi gerekir. Daha sonra mobilyaların ve büro makinalarının kullanımında önlemler alınmalıdır.

Açık planlı büro hacimlerinde, tavan yüzeyinde ses yutucu gereçlerin kullanılması, tavan yüzeyinden yansımaları belli oranda engellediği için önem taşır. Özellikle asma tavan uygulaması başarılı çözümdür.

Döşemede de ses yutucu gereçler kullanılması doğru olur. Darbe gürültüsü olarak nitelendirilen adım sesinin önlenmesinde döşemede halı uygulaması iyi bir çözümdür.

Açık planlı büro hacimlerinde bölme elemanları, gerek mekanı oluşturmaları, gerekse gürültü denetimi bakımından önemli öğelerdir. Bu nedenle, bölme elemanlarının, detaylandırılması, boyutları, gereç özellikleri ve hacim içersinde dağılımları bilinçli şekilde yapılmalıdır. Bölme elemanları, aynı zamanda hacimde ek yüzeyler olarak kullanıldığından hacmin toplam yutuculuğunun artmasına neden olurlar.

Yukarda sıraladığımız, tüm bu verilerin en iyi şekilde değerlendirilmesi ile açık planlı büro hacimlerinde uygun akustik ortamın sağlanması söz konusu olabilir.

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, Bürobauten,
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 Düzey-
lerinin 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'te doğdum.
- 1974 Bahariye İlkokulu'nu bitirdim.
- 1980 Kadıköy Kız Lisesi'ni bitirdim.
- 1981 - 1982 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ne yüksek öğrenimime başladım.
- 1985 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ni bitirdim.
- 1985 - 1986 Yıldız Üniversitesi Yapı Fiziği Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimime başladım.