

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AÇIK PLANLI BÜRO YAPILARINDA İŞİTSEL  
KONFORUN SAĞLANMASINA YÖNELİK YAKLAŞIM  
ÖRNEKLERİ**

Mimar Barış ACAR

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Tez Danışmanı: Doç.Dr.Neşe Yüğrük AKDAĞ (YTÜ)

İSTANBUL, 2007

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>SİMGE LİSTESİ</b> .....	iv
<b>KISALTIMA LİSTESİ</b> .....	v
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	xii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	xiii
<b>ÖZET</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. BÜRO YAPILARININ GENEL ÖZELLİKLERİ ve BİÇİMLENİŞLERİ</b> ... 3	
2.1 Büro Olgusu ve Tanımı.....	3
2.2 Büro Tiplerinin Sınıflandırılması .....	7
2.2.1 Konularına Göre Büro Tipleri .....	7
2.2.2 Mekân Büyüklüğüne (Derinliğine) Göre Büro Tipleri .....	8
2.2.3 İç Mekân Düzenine Göre Büro Tipleri.....	11
<b>3. AÇIK PLANLI BÜROLAR</b> .....	13
3.1 Açık Planlı Büroların Genel Özellikleri .....	15
3.2 Açık Planlı Bürolarda Konfor Koşullarına İlişkin Gereksinimler.....	23
<b>4. AÇIK PLANLI BÜROLARDA AKUSTİK TASARIM</b> .....	29
4.1 Açık Planlı Bürolarda İşitsel Konfor Etkenleri .....	29
4.1.1 Gürültü Denetimi Açısından Gereksinimler .....	30
4.1.1.1 Mekan Dışından Gelen Gürültülerin Denetlenmesi .....	33
4.1.1.2 Mekan İçindeki Kaynakların Oluşturduğu Gürültülerin Denetlenmesi.....	33
4.1.2 Konuşmanın Anlaşılabilirliği ve Konuşma Gizliliği Açısından Gereksinimler....	36
4.2 Açık Planlı Bürolarda Akustik Konforun Sağlanması.....	41
4.2.1 Hacmin Tefrişi-Akustik Konfor İlişkisi.....	41
4.2.2 Bölücü Elemanlar – Akustik Konfor İlişkisi.....	44
4.2.3 Hacmin Toplam Yutuculuğu – Akustik Konfor İlişkisi .....	49
<b>5. AÇIK PLANLI BÜROLARIN AKUSTİK TASARIMI İLE İLGİLİ GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN ÇALIŞMALARA ÖRNEKLER</b> .....	54
5.1 Acoustics in Open-Plan Offices – A Laboratory Study (Açık Planlı Bürolarda Akustik-Bir Laboratuar Çalışması) .....	54
5.2 Acoustical Quality in Office Workstations,As Assessed by Occupant Surveys	

5.3	(Kullanıcı Anketlerine Göre Büro İşistasyonlarında Akustik Kalite) .....	56
	Acoustical Design İn Open Plan Office( Açık Planlı Bürolarda Akusti Tasarım)	59
6.	<b>AÇIK PLANLI BÜROLARDA AKUSTİK SORUNLARIN VE DENETİM ÖNLEMLERİNİN ÖRNEKLEME YOLU İLE ORTAYA KONMASI.....</b>	<b>61</b>
6.1	ÖRNEK 1- Sitecco Açık Planlı Büro Hacmi .....	61
6.1.1	Ölçme ve değerlendirmeler .....	63
6.1.2	Akustik Konforun İyileştirilmesine Yönelik Çalışmalar .....	67
6.2	ÖRNEK 2- Bosch Açık Planlı Büro Hacmi .....	76
6.2.1	Ölçme ve değerlendirmeler .....	78
6.2.2	Akustik Konforun İyileştirilmesine Yönelik Çalışmalar .....	80
7.	<b>SONUÇ</b> .....	90
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	93
	<b>EKLER</b> .....	96
	Ek 1 Çalışma kapsamında Sitecco fabrikası büro hacmi için yapılan çalışma sonucu elde edilen grafik ve çizelgeler .....	97
	Ek 2 Çalışma kapsamında, Bosch yönetim merkezi büro hacmi için yapılan çalışma sonucu elde edilen grafik ve çizelgeler .....	109
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	121

## **SİMGE LİSTESİ**

dB	Desibel (Decibel)
Hz	Hertz
LAeq	A ağırlıklı Eşdeğer Gürültü Düzeyi (A weighted Sound Pressure Level)
NC	Gürültü Ölçütü (Noise Criteria)
NCB	Dengelenmiş Gürültü Ölçütü (Balanced Noise Criteria)
NR	Gürültü Derecesi (Noise Rating)
PNC	Tercihli Gürültü Ölçütü (Preferred Noise Criterion)
SPL	Ses Basınç Düzeyi (Sound Pressure Level)
SPI	Konuşma Gizliliği İndeksi (Speech Privacy Indeks)
STC	Ses Geçiş Sınıfı (Sound Transmission Class)
STI	Konuşma Anlaşılabilirliği İndeksi (Speech Transmission Indeks)
T <sub>60</sub>	Yansıma Süresi

## **KISALTIMA LİSTESİ**

ANSI	Amerikan Ulusal Standartı
ASTM	(American Society for Testing and Materials) Test Malzemeleri için Amerikan Standartları
ÇYDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
HVAC	Isıtma, Havalandırma ve Hava Koşullama Sistemleri (Heating, Ventilating, and Air Conditioning)
ISO	Uluslar Arası Standartlar Organizasyonu ( International Standarts Organization )
OECD	Ekonomik Uyum ve Gelişme Örgütü
TS	Türk Standartları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü ( World Health Organization )

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Uffizi Palace dış görünüşü (Mullin,1976).....	4
Şekil 2.2 Uffizi Palace kat planı (Mullin,1976) .....	3
Şekil 2.3 Larkin Mail Order Company Binası İç ve Dış Görünüşü (Ofis, 1991).....	5
Şekil 2.4 Mekân Büyüklüğüne (Derinliğine) Göre Büro Tipleri.....	8
Şekil 2.5 Derinliği az olan mekânlar (Aydın, 1982).....	9
Şekil 2.6 Orta derinlikte mekânlar (Aydın, 1982).....	9
Şekil 2.7 Derin mekânlar (Aydın, 1982).....	10
Şekil 2.8 Çok derin mekânlar (Aydın, 1982). .....	10
Şekil 2.9 Tek Odalardan Oluşan Geleneksel Büro Sistemi (Naghavi,1995). .....	11
Şekil 2.10 Grup Odalarından Oluşan İç Mekan Düzeni (Naghavi,1995). .....	12
Şekil 3.1 Bull Pen Sistemi.....	13
Şekil 3.2 Yönetici Çekirdek Sistemi .....	14
Şekil 3.3 Açık Plan Düzeni .....	14
Şekil 3.4 Doğal ofis sistemlerine bir örnek (Ofis, 1991) .....	15
Şekil 3.5 Açık planlı bir büronun şematik gösterimi (Emiroğlu, E.). .....	16
Şekil 3.6 Central Beheer binasının kat planı ve büro iç mekanından görünüşler (Duffy, F.)..	17
Şekil 3.7 Mesa Şirkterler Binası Genel Merkezi kat planı (T+Ofis, 2003).....	18
Şekil 3.8 Mesa Şirkterler Binası Genel Merkezi büro hacmi.....	18
Şekil 3.9 Siemens Servis Merkezi Binası kat planı (Arrademento Dekorasyon, 2005) .....	19
Şekil 3.10 Siemens Servis Merkezi Binas büro hacmi .....	20
Şekil 3.11 Siemens Servis Merkezi Binas büro hacmi çalışma grubu.....	20
Şekil 3.12 Ray Sigorta Genel Müdürlük Binası kat planı (Tasarım Ofis, 2003).....	21
Şekil 3.13 NSBGenel Müdürlük Binası kat planı (Duffy ,F.).....	22
Şekil 3.14 NSBGenel Müdürlük Binası kesiti (Duffy ,F.).....	23
Şekil 4.1 Hacime etki eden gürültüler (Bradley ,J.).....	30
Şekil 4.2 Sesin alıcıya ulaşma yolları .....	34
Şekil 4.3 Ses kaynağı-alıcı uzaklığı ve doğrultusu.....	36
Şekil 4.4 Cavanaugh yöntemi.....	39
Şekil 4.5 Cavanaugh yöntemine göre hazırlanan örnek.....	40
Şekil 4.6 İş istasyonlarının açık bölümlerinden sesin girişi.....	42
Şekil 4.7 İş istasyonlarında kullanıcı yerleşimi örneği .....	43
Şekil 4.8 Çalışma grubu tasarımının sesin iletim yollarına etkisi .....	43
Şekil 4.9 Açık planlı bürolarda bölücü elemanların kullanımına örnekler .....	44

Şekil 4.10 Açık planlı bürolarda bölücü elemanların sesi engellemesi .....	45
Şekil 4.11 Bölücü elemanların birbirine çok yakın yerleştirilmesi durumunda sesin izlediği yol.....	46
Şekil 4.12 Bölme elemanı detayı (Doelle, 1972).....	47
Şekil 4.13 Sabit bölücülere ait örnekler .....	48
Şekil 4.14 Sökülebilir bölücülere ait örnekler.....	48
Şekil 4.15 Hareketli bölücülere ait örnekler.....	49
Şekil 4.16. Hacmin toplam yutuculuğuna bağlı olarak gürültü düzeyindeki değişim (Şerefahanoğlu,M.) .....	50
Şekil 4.17 Ses maskeleye sistemine ait bir örneğin şematik gösterimi .....	52
Şekil 4.18 Ses maskeleye sistemi montajının şematik gösterimi .....	52
Şekil 5.1 Deney düzeneği kesit ve planı .....	54
Şekil 5.2 Deney düzeneğinde kullanılan ses düzeyleri.....	56
Şekil 5.3 Deney düzeneğinde kullanılan gereçlerin ses yutma çarpanları .....	55
Şekil 5.4 Bölme elemanı ses düzeyi ilişkisi .....	56
Şekil 5.5 Değişik büro tiplerindeki işitsel memnuniyet derecesini göstermektedir. ....	57
Şekil 5.6 Değişik büro tiplerinde ortamda oluşan akustik rahatsızlığın iş verimine etkisi ..	58
Şekil 6.1 Sitecco yapısının dış görünüşü .....	62
Şekil 6.2 Sitecco bürosu kat planı.....	62
Şekil 6.3 Sitecco büro haciminden görüntüler .....	63
Şekil 6.4 Sitecco büro hacmi çatı kesiti .....	63
Şekil 6.5 Sitecco büro hacminde kullanılan bölücü eleman kesiti .....	63
Şekil 6.6 Sitecco bürosunda ölçüm yapılan noktalar .....	64
Şekil 6.7 Değişik noktalarda, frekanslara göre ölçülen gürültü düzeyleri .....	66
Şekil 6.8 Hacmin ortalama gürültü düzeyinin NCB eğrileri ile karşılaştırılması.....	66
Şekil 6.9 Odeon programından hacimde sesin yayılımı ile ilgili görüntü .....	67
Şekil 6.10 Hesaplarda kullanılan alıcı noktası .....	68
Şekil 6.11 Engel 1.50 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması ...	71
Şekil 6.12 Engel 1.70 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması ...	71
Şekil 6.13 Engel 1.50 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları.....	72
Şekil 6.14 Engel 1.70 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları.....	72
Şekil 6.15 Engel 1.50 m olması durumunda yansım süreleri .....	74
Şekil 6.16 Engel 1.70 m olması durumunda yansım süreleri .....	74
Şekil 6.17 Farklı koşullarda SPI sonuçları .....	75

Şekil 6.18 Bosch büro hacmi kat planı .....	77
Şekil 6.19 Bosch büro hacmi kesiti .....	77
Şekil 6.20 Bosch büro hacminde kullanılan bölücü eleman kesiti .....	78
Şekil 6.21 Bosch bürosunda ölçüm yapılan noktalar.....	78
Şekil 6.22 Değişik noktalarda, frekanslara göre ölçülen gürültü düzeyleri .....	79
Şekil 6.23 Hacmin ortalama gürültü düzeyinin NCB eğrileri ile karşılaştırılması.....	80
Şekil 6.24 Hesaplarda kullanılan alıcı noktası .....	81
Şekil 6.25 Engel 1.40 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması ...	84
Şekil 6.26 Engel 1.70 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması ...	84
Şekil 6.27 Engel 1.40 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları.....	85
Şekil 6.28 Engel 1.70 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları.....	85
Şekil 6.29 Engel 1,40 m olması durumunda yansıma süreleri .....	87
Şekil 6.30 Engel 1,70 m olması durumunda yansıma süreleri .....	87
Şekil 6.31 Farklı koşullarda SPI sonuçları .....	88
Şekil EK1.1 Sitecco büro hacminde engel 1.50 m. iken Odeon ‘un mevcut durum analizi ...	97
Şekil EK1.2 Sitecco büro hacminde engel 1.50 m. iken Odeon ‘un duvarların yutucu olma durumu analizi .....	97
Şekil EK1.3 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon ‘un engel yutucu olma durumu analizi.....	98
Şekil EK1.4 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon ‘un tavan yutucu olma durumu analizi.....	98
Şekil EK1.5 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon ‘un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi .....	99
Şekil EK1.6 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon ‘un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi .....	99
Şekil EK1.7 Sitecco büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon ‘un mevcut durum analizi .	100
Şekil EK1.8 Sitecco büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon ‘un duvarların yutucu olma durumu analizi .....	100
Şekil EK1.9 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un engel yutucu olma durumu analizi.....	101
Şekil EK1.10 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un tavan yutucu olma durumu analizi.....	101
Şekil EK1.11 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi .....	102



Şekil EK1.12 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi .....	102
Şekil EK1.13 Sitecco büro hacminde engel 1.50 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla 'un konuşma gizliliği tespiti .....	103
Şekil EK1.14 Sitecco büro hacminde engel 1.50 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	103
Şekil EK1.15 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	104
Şekil EK1.16 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken tavan yutucu olma durumunda , Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	104
Şekil EK1.17 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken tavan ve engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	105
Şekil EK1.18 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	105
Şekil EK1.19 Sitecco büro hacminde engel 1.70 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	106
Şekil EK1.20 Sitecco büro hacminde engel 1.70 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	106
Şekil EK1.21 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	107
Şekil EK1.22 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken tavan yutucu olma durumunda , Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	107
Şekil EK1.23 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken tavan ve engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	108
Şekil EK1.24 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	108
Şekil EK2.1 Bosch büro hacminde engel 1.50 m. iken Odeon 'un mevcut durum analizi..	109
Şekil EK2.2 Bosch büro hacminde engel 1.50 m. iken Odeon 'un duvarların yutucu olma durumu analizi .....	109
Şekil EK2.3 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un tavan yutucu olma durumu analizi.....	110
Şekil EK2.4 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un engel yutucu olma durumu analizi.....	110
Şekil EK2.5 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un tavan ve engel	

	yutucu olma durumu analizi .....	111
Şekil EK2.6	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon ‘un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi .....	111
Şekil EK2.7	Bosch büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon ‘un mevcut durum analizi...	112
Şekil EK2.8	Bosch büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon ‘un duvarların yutucu olma durumu analizi .....	112
Şekil EK2.9	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un tavan yutucu olma durumu analizi.....	113
Şekil EK2.10	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un engel yutucu olma durumu analizi.....	113
Şekil EK2.11	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi .....	114
Şekil EK2.12	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon ‘un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi .....	114
Şekil EK2.13	Bosch büro hacminde engel 1.40 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	115
Şekil EK2.14	Bosch büro hacminde engel 1.40 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	115
Şekil EK2.15	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken tavan yutucu olma durumunda , Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	116
Şekil EK2.16	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	116
Şekil EK2.17	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken tavan ve engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	117
Şekil EK2.18	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	117
Şekil EK2.19	Bosch büro hacminde engel 1.70 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	118
Şekil EK2.20	Bosch büro hacminde engel 1.70 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	118
Şekil EK2.21	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken tavan yutucu olma durumunda , Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti.....	119
Şekil EK2.22	Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti .....	119

- Şekil EK2.23 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken tavan ve engel yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti..... 120
- Şekil EK2.24 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti ..... 120

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1 Büro hacimleri için ANSI öneri değerleri ( MMO, 2005).....	31
Çizelge 4.2 İş alanları için kara yolu çevresel gürültü sınır değeri ( MMO, 2005).....	32
Çizelge 4.3 İşleve bağlı yapı içi kabul edilebilir gürültü değerleri.....	32
Çizelge 4.4 NR 40,NCB 40 ve NCB 45 eğrileri değerleri .....	32
Çizelge 4.5 Konuşma gizliliği ve anlaşılabilirliğinin matematiksel ve öznel ifadesi.....	37
Çizelge 6.1 Ölçme noktalarında gürültü düzeyleri .....	65
Çizelge 6.2 Birimsel nesnelerin ve yüzeylerin ses yutma çarpanı değerleri .....	68
Çizelge 6.3 İncelenen koşullar .....	69
Çizelge 6.4 Farklı koşullarda yapı elemanlarında kullanılan gereçler.....	69
Çizelge 6.5 Farklı koşullarda LAeq sonuçları .....	70
Çizelge 6.6 Farklı koşullarda frekansa bağlı gürültü düzeyi sonuçlarını.....	70
Çizelge 6.7 Farklı koşullarda yansım süreleri .....	73
Çizelge 6.8 Farklı koşullarda SPI sonuçları .....	75
Çizelge 6.9 Tüm koşullar için en uygun durum tespiti.....	76
Çizelge 6.10 Ölçme noktalarında gürültü düzeyleri .....	79
Çizelge 6.11 Birimsel nesnelerin ve yüzeylerin ses yutma çarpanı değerleri.....	81
Çizelge 6.12 İncelenen koşullar.....	82
Çizelge 6.13 farklı koşullarda yapı elemanlarında kullanılan gereçler .....	82
Çizelge 6.14 Farklı koşullarda LAeq sonuçları .....	83
Çizelge 6.15 Farklı koşullarda frekansa bağlı gürültü düzeyi sonuçlarını.....	83
Çizelge 6.16 Farklı koşullarda yansım süreleri .....	86
Çizelge 6.17 Farklı koşullarda SPI sonuçları .....	88
Çizelge 6.18 Tüm koşullar için en uygun durum tesbiti .....	89

## ÖNSÖZ

Mimaride açık planlı sistemlerin kullanımı her geçen gün artmakta ve bir çok alanda olduğu gibi büro yapıları da açık planlı olarak yapılmaktadır. Ancak açık planlı büro yapılarında duvar elemanı bulunmamaktadır ve planlamaları gereği büyük açıklıklar söz konusudur. Bu nedenle hacimde çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında ise akustik ile ilgili olanlar gelmektedir. Bu çalışmada mimar ve mühendislere somut veriler sağlanarak tasarım sürecinde işitsel konforu sağlayacak ortam şartlarını da planlama kriterlerine dahil etmeleri hedeflenmiştir.

Tez çalışmam boyunca, bana her zaman destek olan, çalışmamın her safhasında yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini paylaşmak için bana daima vakit ayıran, sonsuz saygı duyduğum çok değerli hocam Doç. Dr. Neşe Yüğrük AKDAĞ'a, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım maddi-manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili aileme ve Sayın Halis FIRAT'a, Odeon simulasyon programını kullanma olanağı sağlayan Proplan A.Ş. ve Y.Müh. Alper AKGÜL'e, çalışmam süresince devamlı fikir alışverişinde bulunduğum, değerli arkadaşlarım Özge ŞAHİN ve Arda YAVUZ'a, katkılarından dolayı değerli arkadaşım Özcan KAŞLI'ya, uygulamalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sitecco binası çalışanlarına ve Bosch binası çalışanlarına, tezin hazırlanmasında emeği geçen herkese çok teşekkür ederim.

## ÖZET

Bu çalışmada kullanımı ülkemizde de giderek yaygın hale gelmiş olan açık planlı büro yapılarının mimari tasarım aşamasında, işitsel konforun sağlanmasına yönelik alınması gereken önlemlerin somut olarak ortaya konulmasına çalışılmıştır. Bu amaçla İstanbul Kartal' da bulunan Sitecco firmasına ait açık planlı büro hacminde ve İstanbul Ümraniye' de bulunan Bosch firmasına ait açık planlı büro hacminde akustik ölçümler yapılmıştır. Mevcut hacimler bilgisayar ortamında modellenmiş ve kapalı mekanlarda ışınsal analizlerle ses hareketlerini taklit ederek çok yaklaşık sonuçlarla akustik hesaplar yapan Odeon 8.0 programına aktarılmıştır. Odeon 8.0 programı kullanılarak her iki hacimde de "farklı bölme elemanı yüksekliği"nde "farklı yüzey yutuculukları" altında işitsel konfor ortamı analiz edilerek en uygun koşullar ortaya konulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda işitsel konforun sağlanmasına yönelik her ne kadar başarılı sonuçlar elde edilmiş olsa da, mimarların planlama sürecinde işitsel konfor öğelerini de hesaba katarak tasarım yapma gerekliliği bir kez daha ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Açık planlı büro, işitsel konfor, akustik tasarım

## **ABSTRACT**

In this study, it had been intended to investigate the precautions that should be taken to provide acoustic comfort conditions, during the design of the open planned office places which have been in common use also in our country nowadays. For this aim, acoustic measurements were performed in the open planned office spaces of the Sitecco company, Kartal-Istanbul and Bosch company, Umraniye-Istanbul. These spaces were digitally modelled by using the software Odeon 8.0 which performs the exact acoustic calculations with the impressions of radial analysis. The acoustic comfort conditions of both two spaces were analyzed in different sound absorption properties and separator heights by the Odeon 8.0 software. In conclusion, even if successfull results were takenby the means of acoustic comfort, it was proved that acoustic comfort elements required to be one of the design objectives of the architects durig the design process.

**Anahtar Kelimeler:** Open planned office, acoustic comfort, acoustic design

## 1. GİRİŞ

Günümüzde geleneksel büro hacimleri yerini açık planlı büro hacimlerine bırakmakta ve açık planlı büroların kullanımı giderek artmaktadır. Ancak, açık planlı bürolar gerek maddi, gerekse yapım süresi açısından işletmeye olumlu katkılar sağlasa da, özellikle kullanıcılar için birtakım problemler söz konusu olabilmektedir.

Bir mekanın işlevine bağlı olarak, uygun fizik ortamını oluşturmak için gerekli pek çok düzenleme yapılmaktadır. Ancak henüz tasarım aşamasında, yapı ile ilgili etkenlerin göz önüne alınması bilinci ülkemizde tam olarak oturmamıştır. Planlama aşamasında alınmış kararlardaki hatalar, genelde yapının kullanımı sırasında ortaya çıkmakta, iyileştirmeye yönelik çalışmalar ise gerek ekonomik açıdan, gerekse işgücü ve yapım açısından ek bir yük oluşturmaktadır.

Günümüze kadar açık planlı bürolarda yapılan bir çok anket, gözlem ve çalışma özellikle kullanıcıların verimli çalışmasını etkileyen en önemli etkenlerin akustik ile ilgili olanlar olduğunu göstermiştir. Açık planlı bürolarda işitsel konforun sağlanması ve gerekli denetimin oluşturulması temel bir gereksinimdir. Bu gereksinim ile ilgili koşulların tasarım sürecinde göz önüne alınması, kullanıcılara akustik konfor koşulları açısından uygun bir ortam sağlanabilmesi açısından gereklidir.

Bu çalışmanın amacı, açık planlı büro yapılarında işitsel konforun sağlanması için tasarım aşamasında olan mimar ve mühendislere somut veriler sağlayarak, tasarım sürecinde işitsel konforu sağlayacak ortam koşullarına yönelik önlemleri de değerlendirmeye almalarını sağlamaktır.

Çalışmanın ilk bölümde büro yapılarının genel özellikleri ve biçimlenişleri, tarihsel gelişimleriyle beraber ele alınmış, ardından açık planlı bürolar ve açık planlı bürolarda işitsel konforu sağlayan öğeler açıklanmış ve bu konuda günümüze kadar yapılmış bazı çalışmalardan örneklere değinilmiştir.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde, açık planlı bürolarda akustik sorunların ve denetim önlemlerinin örnekleme yolu ile ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu bölümde örnekleme yapmak üzere belirlenen mekanlarda öncelikle mevcut işitsel konfor durumunu saptamak üzere gürültü düzeyi ölçmeleri gerçekleştirilmiş, daha sonra uygun akustik ortam koşullarını oluşturmaya yönelik önlemler ile ilgili inceleme ve değerlendirmeler yapılmıştır. Hacimlere ilişkin akustik hesaplar, günümüzde kullanımı oldukça yaygın olan Odeon 8.0 simülasyon



programı ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu program, işinsal analizler yardımıyla, hacim akustiği parametrelerinin çok büyük yaklaşıklıkla belirlenmesini sağlamaktadır. Her iki hacmin de bilgisayar ortamında modellenmesi yapıldıktan sonra, Odeon 8.0 programına aktarılmış ve hacim akustiği parametrelerine ilişkin değerlendirmeye alınması gereken hesaplar gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar kapsamında yine Odeon 8.0 programı kullanılarak her iki hacimde de "farklı bölme elemanı yükseklikleri" ve "farklı yüzey yutuculukları" için, işitsel konfor ortamı analiz edilerek optimum durumlar ortaya konulmuştur.

Çalışmanın sonuç bölümünde, tez kapsamında yapılan çalışmalarla elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve açık planlı bürolarda akustik konfor koşullarını sağlamak üzere temel gereksinimler ortaya konmuştur. Konuyla ilgili kavramların ve yöntemlerin tanımlanması çalışmanın kuramsal inceleme bölümünü, örneklerin değerlendirilmesi ise uygulama alanındaki inceleme bölümünü oluşturmuştur. Birbiri ile etkileşim halinde olan bu iki bölümün çalışmayı bir bütün haline getirmesi amaçlanmıştır.

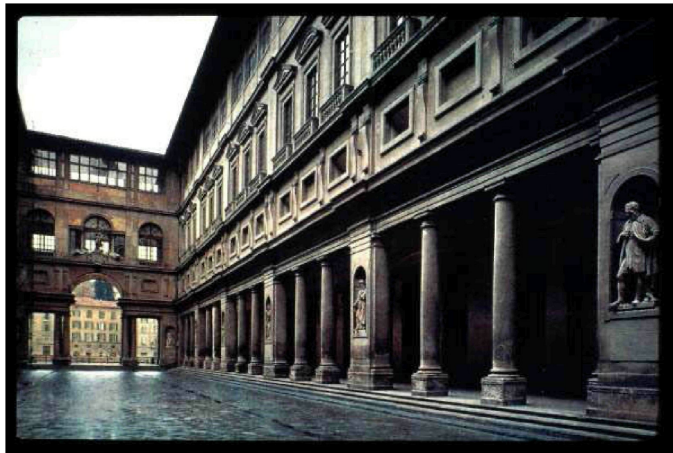
## 2. BÜRO YAPILARININ GENEL ÖZELLİKLERİ ve BİÇİMLENİŞLERİ

Bürolar gerek form gerekse iç mekan anlayışı bakımından günümüzdeki şekline gelinceye kadar, çeşitli evrelerden geçmişlerdir. Teknolojik ilerlemelerle beraber evrim geçiren iletişim araç ve gereçlerinin oluşturduğu yeni iş tekniklerinin bu değişimine paralel olarak, çeşitli büro sistemleri tasarım kriterleri de beraberinde gelişmiş bulunmaktadır. Dolayısıyla, iç mekanın fiziksel şartları yanında iç mekan elemanlarının form ve işlevselliği de bu yeni anlayışlar doğrultusunda değerlendirilmiştir. Büro tiplerini incelemeden önce büro yapılarının tarihsel gelişimini incelemek gerekmektedir.

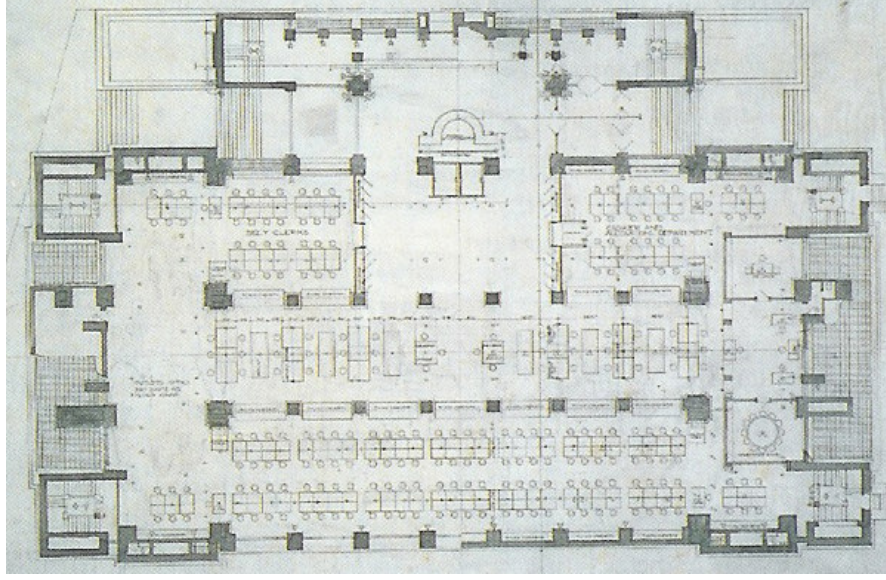
### 2.1 Büro Olgusu ve Tanımı

“Bureau” Fransızca bir kelimedir ve Türkçe karşılığı “Büro” olmakla beraber danışma ve kayıt tutma işlerinin yürütüldüğü bir işyeri, belirli bir uzmanlık dalının ve iş bölümünün gerçekleştiği, çeşitli işlerin, birtakım görevlilerce, kendi konumlarının özelliğine uygun bir masa başında sürdürülmeye çalışıldığı mekandır (Eldem, 1950).

Dünya tarihine baktığımızda; büro mekânları ile eşdeğer sayılabilecek, krallık dönemlerinde bazı bakanlıkların çalışma yerleri olarak ayrılmış, fonksiyonellikten uzak, daha çok göze hitap eden, şatafatlı ve lüks içerisinde, kabul yerleri olarak da kullanılmış mekânlar bulunduğu görülmektedir. Bu mekânlar ya saray olarak yapılmakta ya da saray yapılarının içinde yer almaktaydı. Hükümetlerin büro ve makine fonksiyonlu işleri için ihtiyaçları, bu tip saray adı altındaki binalarda giderilmekteydi. Bu tür yapılara, Giorgio Vasari'nin 1558'de Floransa'da yaptığı Uffizi Palace örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2.1, Şekil 2.2) (Mullin, 1976).



Şekil 2.1 Uffizi Palace dış görünüşü (Mullin,1976)



Şekil 2.2 Uffizi Palace kat planı (Mullin,1976)

Bu bina adını başlıca fonksiyonu olan saraydan (palace) almakta ve prensip olarak günümüzün modern büro mekânı kavramına yakın bir mekân olarak görülmektedir. Ancak bu yapının büroların gelişmesine o dönemlerde pek bir katkısı olmamış, yönetim binası olarak yapılan yapılar yine eskisi gibi sarayların hizmet bölümleri esas alınarak tasarlanmıştır. Bugünkü anlamına yakın büro yapısı formunun ortaya çıkışının genellikle 19.yy'da olduğu düşünülmektedir.

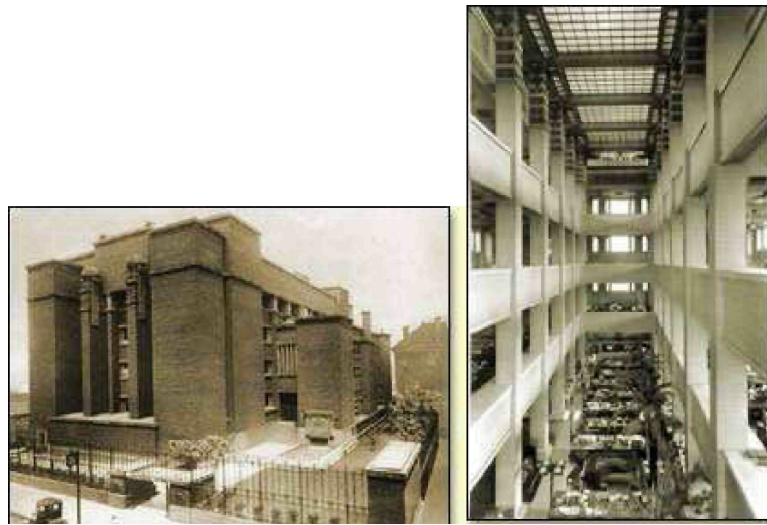
XIX. yüzyıla kadar, atölye gibi çalışma alanlarıyla evler aynı mahallelerde bulunurdu. İşler genellikle küçük çaplıydı ve aile mensupları tarafından yürütülürdü. İş sahipleri aynı yerde yaşar ve çalışırdı. İletişim alanındaki gelişmeler sonucu; işyerleri ve atölyeler sadece buldukları mahalle ve çevreye hizmet etmeyi bırakıp, dışarıya açılıp iş çaplarını genişletmişti. Sonuçta kendi kendine yeten çevre ve bu değişime bağlı olarak mekânlar değişmek zorunda kalmıştı. Bilinen tarzdaki bürolar, ilk olarak XIX. yüzyıl sonunda Amerika'da biçimlenmeye başlamıştır (Ofis, 1991).

Mevcut iletişim sistemlerini değiştiren bir dizi icat, iş yöntemlerinde devrim yaratmıştır. Bürolarda kullanılmaya başlanan telgraf, daktilo ve telefon gibi donatı elemanları çalışma mekânlarında birçok yeniliği de beraberinde getirmiştir. Graham Bell, telgraftan yaklaşık 30 yıl sonra telefonu icat etmesi büroları birer bilgi alış-veriş merkezi haline dönüştürmüştür. Telefon, uzak mesafeler arası iletişim sağlanmasının yanı sıra, aynı binada çalışanların da birbirleriyle olan iletişiminde son derece önemli bir rol oynamıştır (Ofis, 1991).

Latham Sholes tarafından 1866'da icat edilen ve daktilo, büro çalışmasının niteliğini, temposunu ve mobilya tasarımlarını değiştirmiştir. Bu üç icat, büronun bir iletişim merkezi haline gelmesini, insanların aynı binada, hatta aynı şehirde olmasalar bile birlikte çalışmasını sağlamıştır. Ayrıca bu icatlar, iş hacmini arttırdığı gibi doküman sayılarında da büyük artışa ve depolama sıkıntısına sebep olmuştur (Ofis, 1991). Bu sıkıntılar karşısında büro binalarının iç mekân tasarımı ve kullanılan donatı elemanları ile ilgili yeni arayışlar başlamıştır. Bu yeni gelişmeler beraberinde büro malzemelerinde ve mobilyalarında standardı da getirmiştir (Ketencioğlu, N.).

İş hayatına daktilonun girmesiyle birlikte iş potansiyelinde büyük gelişmeler yaşandığından, şirketler çalışan sayılarını arttırmıştır. Şirketler mekânları sınıflarına göre; yönetim kadrosu, büro çalışanları ve işçiler olarak ayırmıştır. Ancak mekânların bu sınıflamaya uygun tasarlanmış olmaması, mekân kullanımında büyük sıkıntılara yol açmıştır (Ofis, 1991).

Frank Lloyd Wright'ın 1904 yılında Larkin Mail Order Company için tasarladığı New York Buffalo'daki Larkin Binası 20.yy'ın başlannda pek çok büro planlamasında örnek alınan bir model olmuştur (Şekil 2.3). Bu tür büro binaları çoğalırken, büro mobilyaları da değişime uğramaya başlamıştır (Ofis, 1991)



Şekil 2.3 Larkin Mail Order Company Binası İç ve Dış Görünüşü (Ofis, 1991)

Büro kavramının işlevsel yeterlilikle özleştirilmesi 20.yy'ın başına rastlar. Bu durum, büro yaşamının hem görünüm, hem de çalışma düzeninde değişim yaratmıştır. Örneğin, 19.yy'da büro çalışanları akordeon kapaklı yazı masalarında çalışırlardı. Bunun kullanıcının kişiliğine sağladığı özellik hissi, büyüyen büro mekânları ve yeni çalışma yöntemleriyle kaybolmuştur.

Temizlenme kolaylığı sağlayan ve az teçhizatlı masalarda belli bölümlerin belli işlere göre önceden ayrılmasıyla, kullanıcının zaman kaybını önleyip yüksek verim sağlanmıştır. Ancak evrakların kaybolma, bulunamama olasılığı azaltılarak, bürolarda işlevsel yeterlilik artırılmıştır (Ofis, 1991).

Büroda işlerin giderek daha düzenlenmiş hale gelmesiyle, maksimum verimlilik için bilimsel kurallar konulmuştur. İletişimin hızı, işçilerin daha fazla bilgiyi daha çabuk işleme sokmalarını gerektirmiştir. Farklı görevlerde çok sayıda memurun denetlenebilmesi için yeni idari yapılar oluşturulmuştur (Ofis, 1991).

19.yy' ın sonlarında daktilo kullanımının yaygınlaşmasıyla geleneksel büro sandalyesi de büro mekânı ile gelişmeye başlamıştır. Oturulan kısımları dönebilen, arkalıklı, yüksekliği ayarlanabilen ahşap büro sandalyeleri yapılmıştır. Bürolarda çağdaş standartlara göre olmasa da ilk olarak ergonomi kuralları uygulanmaya bu sandalyelerle başlanmıştır (Ofis, 1991).

Büro mobilyalarında ahşap malzeme yerini temizlik kolaylığı sağlayan modern tasarımlı metal ve plastik malzemelere bırakmış, şirketler 1920 ve 1930'larda her türlü personel için tüp çeliklerden mobilya yapımına başlamıştır. Marcel Breuer ve Wells Coates gibi modern tasarımcılar, Thonet ve Pel gibi mobilya üreticileriyle çalışarak ofislere yeni ve modern bir görünüm kazandırmaya başlamışlardır (Van Meel, 2000).

II. Dünya Savaşı'ndan sonra da bürolar büyümeye devam etmiş, donanımlarında önemli değişiklikler olmuştur. 1950'lerde ve 1960'larda planlamada işlevsel yaklaşım doruğa ulaşmıştır (Van Meel, 2000).

Dünyada, çağdaş büro tasarımında çeşitli uygulamalar için çok çeşitli yaklaşımlar görülmektedir. Büyük bürolarda kullanılan esnek sistemler, hem çalışma veriminin yüksekliğini, hem de insan unsurunu bir arada değerlendirmektedir. Bilgisayar gibi çeşitli büro araç ve gereçlerinin artması ile personelin sağlık ve rahatına ilişkin yeni düşünceler, bürolarda fiziksel şartlara ve ergonomiye önem verilmesine yol açmaktadır. 20. yüzyılın başında başlayan büro olgusu, günümüzde kağıdın kullanılmadığı, bilgisayarlarla donatılmış çağdaş bürolarda çalışacak kişilerin rahatını ve etkinliğini düşünen bir anlayışa dönüşmüştür.

Bu durum günümüz bürolarını ve büro mekânını etkilemekte, iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin büro binalarında kullanılmaya başlanması, önceki büro mekân kavramı ile günümüz büro mekân kavramı arasında hem kullanıcı açısından, hem de mekânın biçimsel, kütleli ve işlevsel açıdan organizasyonunda farklılıklar oluşturmaktadır.

Ülkemiz, dünyada oluşan çağdaş büro olgusuna yaklaşık yarım yüzyılı aşkın bir gecikme ile alışmaya başlamıştır. Özellikle 1923 yılından itibaren gelişmeye başlayan ekonomik yaşam, büro olgusunu da ortaya çıkararak, günümüze kadar gelen bir gelişme izlemiştir. İlk zamanlarda 8-10 kişilik kadrolarıyla apartman dairesinden oluşan bürolarda çalışan kuruluşlar, 1970 ve 1980 li yıllarda ekonomik ve ticari eylemlere paralel olarak gelişip büyüyerek holdingler ve şirketler topluluğu olarak tek merkezden yönetilmeye başlayınca 8-10 katlı binaların tamamına bile sığmaz olmuşlardır (Ofis, 1991).

Büyük şirketlerin, bankaların, devlet dairelerinin ve kamu iktisadi teşekküllerinin öncülük ettiği bu gelişmelerle beraber büro iç mekan anlayışlarında yeni talepler ve gereksinimler de ortaya çıkmış bulunmaktadır (Kısmet, 1999).

Teknolojik gelişmelerle birlikte büro tasarımı içerisindeki gelişmelerin ve yeniliklerin günümüze kadar büyük bir hızla devam etmiş ve hala devam etmektedir. Örneğin; daktilolar günümüz bürolarına gelene kadar masa üstlerinde yer alırken, şimdi her masada bir bilgisayara rastlamak mümkündür. Sürekli gelişen teknoloji sayesinde bu da yetersiz kalmış ve daha fazla yer tasarrufu ile işlevsel özellikleri kapsayan dizüstü bilgisayarlar kullanılmaya başlanmıştır.

## **2.2 Büro Tiplerinin Sınıflandırılması**

Günümüzde farklı iş kollarında, sürdürülen faaliyet hacminin giderek artması ve teknolojiyle birlikte bilgi-işlemin maksimum düzeyde kullanılması büro mekânının işleyişinde ve mekânsal organizasyonunda değişiklikler meydana getirmiştir. Günümüz büro tipleri, konularına, iç mekân düzenlerine, mekân büyüklüklerine (derinliğine) göre üç grupta toplanabilir.

### **2.2.1 Konularına Göre Büro Tipleri**

Genel olarak, iş ve çalışma yapılarını, aralarında kesin sınırlar bulunan tiplere ayırmak olanaklı değildir. Ancak bürolar, konularına göre iki ana başlık altında sınıflandırılabilir (Akyol,1997)

#### **İdari Büro Binaları**

Ticari, sınai kültürel veya siyasi herhangi bir konuda idari amaca hizmet eden büro binalarıdır. Bunları da kendi aralarında, devlete ait büro binaları ve özel şirketlerin idari binaları olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür.

## Ticari Büro Binaları

Bu tür binalar kısım kısım kiralanabilen, geniş ve belirli bir programı olmayan sadece ışık, hava ve servisler bakımından en elverişli azami çalışma alanının sağlanmasını hedef tutan binalardır. İş bölümlerinin, kiralaayanın ya da satın alanın ihtiyaç ve arzusuna göre düzenlenmesine olanak vermesi açısından bu tür büro binalarında planın esneklik özelliği çok önemlidir.

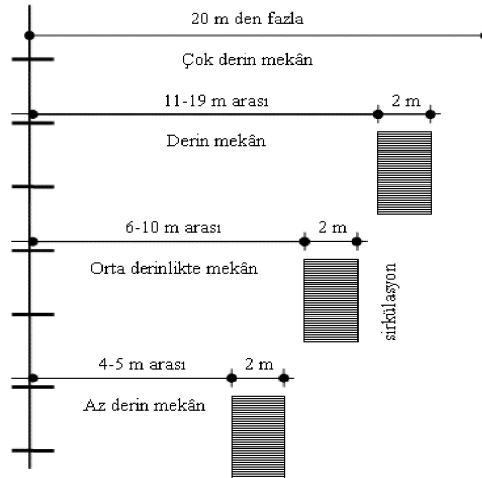
### 2.2.2 Mekân Büyüklüğüne (Derinliğine) Göre Büro Tipleri

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. Büro hacimlerini değişik şekillerde sınıflandırmak olanaklıdır.

Büro mekânlarında derinlik; çekirdekten ya da ana dolaşım alanından büro alanını sınırlayan yapı cephesine kadar olan uzaklığı ifade eder. Mekânlar bu uzaklık değerlerine göre,

- derinliği az olan mekânlar
- orta derinlikte mekânlar
- derin mekânlar
- çok derin mekânlar

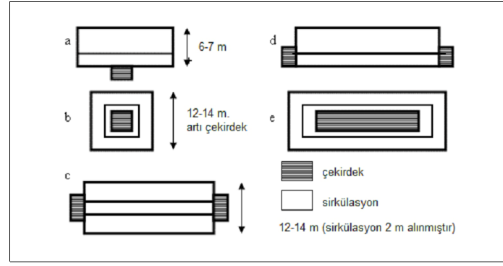
olmak üzere dört temel kategoriye ayrılır (Şekil 2.4) (Aydın, 1982).



Şekil 2.4 Mekân Büyüklüğüne (Derinliğine) Göre Büro Tipleri

### Derinliği az olan mekânlar

Bu mekânlarda doğal aydınlatma ve havalandırma genellikle mümkün olmaktadır. Kapalı büro düzenine uygun olabilen mekânlar oluşturulur. Genellikle lineer bir biçimleniş olmaktadır. Kabuk derinliği maksimum 12-13 metredir (Şekil 2.5). Bu tip mekânların en çok kullanıldığı büro tipi bir koridor üzerine eklenmiş küçük odalardan oluşmaktadır. Bu mekânların kat planları, farklı bölümlerce kullanılabilmeye olanak sağlamaktadır. Özel birimler için birbirine doğrudan doğruya açılabilen küçük bölümler de oluşturmaktadır. (Aydın, 1982).

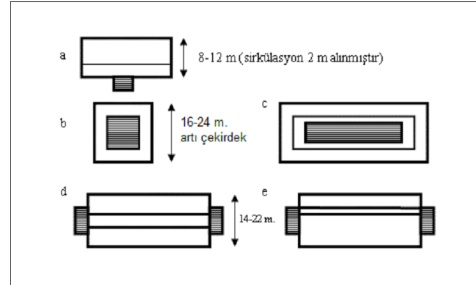


a. Tek bölge b. Tek bölge ve merkezi çekirdek c. Çift bölge  
d. Tek bölge ve alternatif çekirdek e. Tek bölge ve uzatılmış çekirdek

Şekil 2.5 Derinliği az olan mekânlar (Aydın, 1982)

### Orta derinlikte mekânlar

Bu tür mekânlarda, mekân derinliği arttığı için bazı bölümler doğal ışık ve havalandırmadan yeterince yararlanamamaktadır. Mekân derinliği 6-10 metre olup, sirkülasyon alanlarının her iki tarafına da büro alanı düzenlendiğinde kabuk derinliği 14 - 24 metre arasında değişmektedir (Şekil 2.6) (Aydın, 1982).



a. Tek bölge b. Tek bölge ve merkezi çekirdek c. Tek bölge ve uzatılmış çekirdek d. Çift bölge sabit orta sirkülasyon e. Çift bölge ve serbest sirkülasyon

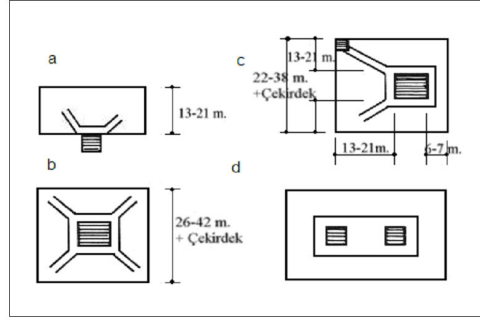
Şekil 2.6 Orta derinlikte mekânlar (Aydın, 1982)



Orta derinlikteki mekânlar planlamaya daha serbest bir yaklaşım getirebilir. Çeşitli büro işleyişleri bu alana yerleştirilebilir. Buna ek olarak da orta derinlikteki alan, kolaylıkla ayrı ayrı kullanımlara bölünebilir. Buradaki olumsuzluk, uygun oranlı tek odalar elde etmenin her zaman mümkün olmayışıdır. Eğer koridor bir tarafta, tek odalar diğer tarafta, derin ofis alanı şeklinde olursa, derin olmayan alanda olduğu gibi bu tipte de çeşitli kabuk biçimlenişleri elde edilebilir (Aydın, 1982).

### Derin mekânlar

Derin mekânlar 11-19 metre derinlikler arasında bulunmaktadır. Bu tür mekânlar esnek kullanım olanağı sağlamaktadır. Küçük bürolara, grup çalışma alanlarına bölünebilmekte veya bölünmeden de kullanılabilir. Bu tür büro mekânları genellikle açık plan ve doğal büro kullanımlarına uygundur (Şekil 2.7) (Aydın, 1982).

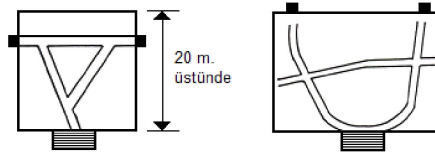


a. Tek bölge b. Tek bölge ve asimetrik konumlu çekirdek c. Tek bölge ve merkezi çekirdek d. Çift bölge ve bölünmüş çekirdek

Şekil 2.7 Derin mekânlar (Aydın, 1982)

### Çok derin mekânlar

Çok derin büro mekânları, 20 metrenin üzerinde derinliğe sahip bürolar olarak tanımlanabilir. Bu derinlikte, mekânlarda çeşitli ana iç ulaşım yolları gereklidir. Dış cephe ile ilişkisi, derinliği nedeniyle daha azdır (Şekil 2.8) (Aydın, 1982).



Şekil 2.8 Çok derin mekânlar (Aydın, 1982).

### 2.2.3 İç Mekân Düzenine Göre Büro Tipleri

Büro binalarını iç düzenlerinin oluşumları açısından da iki ana grupta toplamak mümkündür. Bunları "Hücresel" ve "Açık Planlı" mekanlar olmak üzere ele alabiliriz.

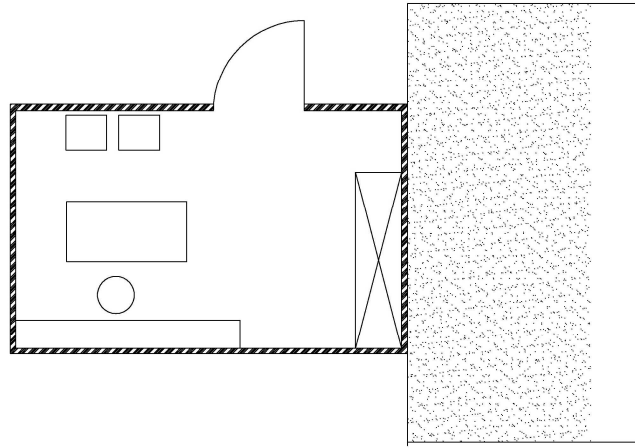
#### Hücresel Büro Mekanları

Hücresel büro mekanları, iş bölümüne ve görevlilerin konumlarına göre iş akışının, bölücü elamanlarla (sabit veya değişebilir) birbirlerinden ayrılmış , ayrı mekanlarda sürdürüldüğü büro tipidir. Her mekan kendi içerisinde bir birim özelliği taşımaktadır. Genel olarak esnek bir planlamaya olanak vermemekte, dolayısıyla sabit bir plan karakteri göstermektedir.

Bu tür büro yapılarında, "Geleneksel tek oda düzeni" ve "Grup odaları düzeni" olmak üzere iki iç mekan düzeni vardır (Naghavi,1995).

#### Tek Odalardan Oluşan Geleneksel Büro Sistemi

En çok bilinen ve denenmiş iç mekan düzenidir. Derinliği 12 m.den fazla olmayan dar yapılarda rastlanır. Merkezi bir koridorla birbirlerine bağlanan birçok küçük odadan oluşur (Şekil 2.9.)

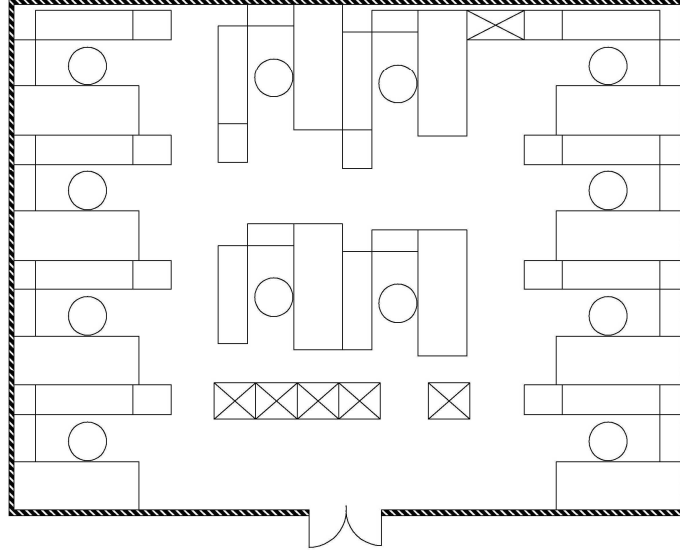


Şekil 2.9 Tek Odalardan Oluşan Geleneksel Büro Sistemi (Naghavi,1995).

Tek kişilik büro en olumlu işyeri şartlarını sağlayan büro tipidir. Bu avantajlarının yanı sıra; ilk tesis ve bakım masrafları, odalar arası haberleşme zorluğu esneklik anlayışı olmayışı gibi sakıncaları vardır. Artık ekonomik açıdan her çalışana bir oda verilmesi söz konusu olmadığından bu tip yapılanmalar sadece müdür ve yönetici odalarında uygulanmaktadır.

### Grup Odalarından Oluşan İç Mekan Düzeni

"Grup çalışma odaları", 5-15 kişinin bir arada çalışmalarına olanak veren orta boyda ve orta derinlikte mekanlar için kullanılmaya başlanan teknik bir terimdir (Şekil 2.10.) Ancak çalışma yeri şartları açısından en başarısız çözümdür. Yeterli konfor şartlarının sağlanması için klima tesisatı gerekir ve akustik şartları olumlu bir şekilde çözümlenmek çok zordur. Eski yapıların yeni kullanımlarında bu iç mekan düzeninin çok kullanıldığına rastlanmaktadır.



Şekil 2.10 Grup Odalarından Oluşan İç Mekan Düzeni (Naghavi,1995).

### Açık Planlı Büro Mekanları

Sanayileşme ve organizasyon ihtiyacı ile birlikte gelişen iş hacmi doğrultusunda, büro yapılarına artan talep ve artan personel sayısı, tek oda düzeninden açık planlı düzene geçişi sağlamıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, açık planlı büroların genel özellikleri ülkemizden ve dünyadan çeşitli örnekler verilerek açıklanmıştır.

### 3. AÇIK PLANLI BÜROLAR

Açık planlı büro mekanlarında, adından da anlaşılabilirdiği gibi, mekanı paylaşan insanlar arasında sabit duvar elemanları gibi güçlü ayırıcılar söz konusu olmayıp, tefriş elemanları belirli aralıklarla katı geometrinin hakim olduğu bir düzende yerleştirilmektedir. Bu düzende çalışanlar arası ya tamamen açıktır ya da alçak bölmeler, dolaplar veya çiçekler yardımıyla, açıklık içinde mekan hissini güçlendirmek için bölünmektedir (Emiroğlu, E.).

Açık büro, duvarsız bir alan değil, iletişime kolaylık getirirken gizliliği de gözeten bir tasarım biçimidir. Büroda çalışma hem tek kişi, hem de grup halinde olabileceği için, büro mekanı ile kişiler arasında sıkı bir ilişki kurulmaktadır. Ekipler arasındaki sıkı bilgi akışı ve haberleşme kolaylaşmaktadır, bununla birlikte mekanın çalışmaya da elverişli hale getirilmesi gerekmektedir. Bu da değişik ölçülerde ve malzemelerden kolay taşınabilir panolarla yöneticiler, şefler ve memurlar için ayrı bölmeler oluşturarak sağlanmaktadır (Erentok,1991).

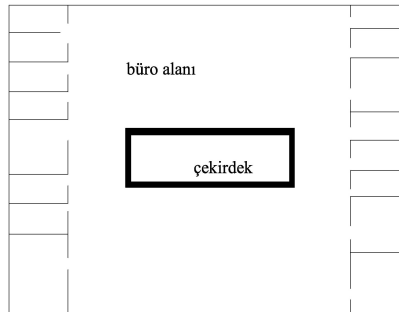
Büro yapılarında tek oda düzeninden açık planlı düzene geçiş çeşitli etaplar dan oluşmuştur. Bu aşamalar kimi ülkelerde farklı zamanlarda farklı sıralarda ortaya çıkmış olsada genel olarak ;

- Büro Çekirdek Sistemi,
- Yönetici Çekirdek Sistemi,
- Açık Plan Düzeni,

olmak üzere üç aşamada gerçekleştiği kabul edilmektedir.

#### **Büro Çekirdek Sistemi**

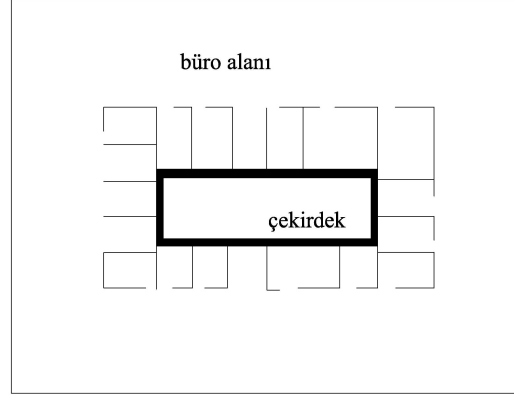
Bu sistemde yöneticiler için mekanın çevresinde çalışma odaları düzenlenmiştir (Şekil 3.1.). Çalışma yerlerinde masalar ve diğer tefriş elemanları katı bir geometri ile yerleştirilmişlerdir (Emiroğlu, E.).



Şekil 3.1 Bull Pen Sistemi

### Yönetici Çekirdek Sistemi

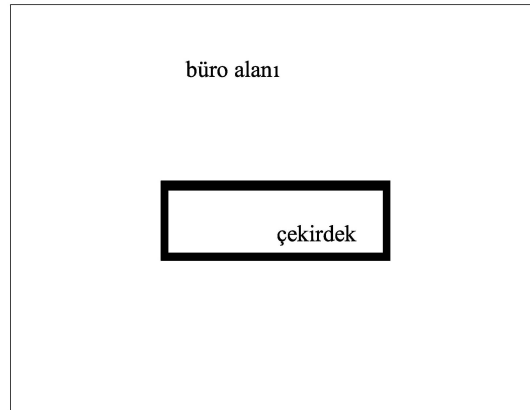
Bu sistem, Büro Çekirdek Sisteminde cephede düzenlenen yönetici odalarının cepheden alınıp, yapı çekirdeği etrafına yerleştirilmeleri ile oluşmuştur (Şekil 3.2.). Personel, bu odalarla cephe arasında kalan alanı kullanmaya başlanmıştır (Emiroğlu, E.).



Şekil 3.2 Yönetici Çekirdek Sistemi

### Açık Plan Düzeni

Yönetici çekirdek sisteminde yöneticilerin odalarını oluşturan bölme duvarların kaldırılması ile gerçek açık plan sistemine geçilmiştir (Şekil 3.3).. Yöneticilerin ve personelin ilk defa aynı mekanı kullanmasını sağlayan bu adımın büro organizasyonu açısından önemli bir aşama olduğunu söylenebilir (Erentok, 1991).



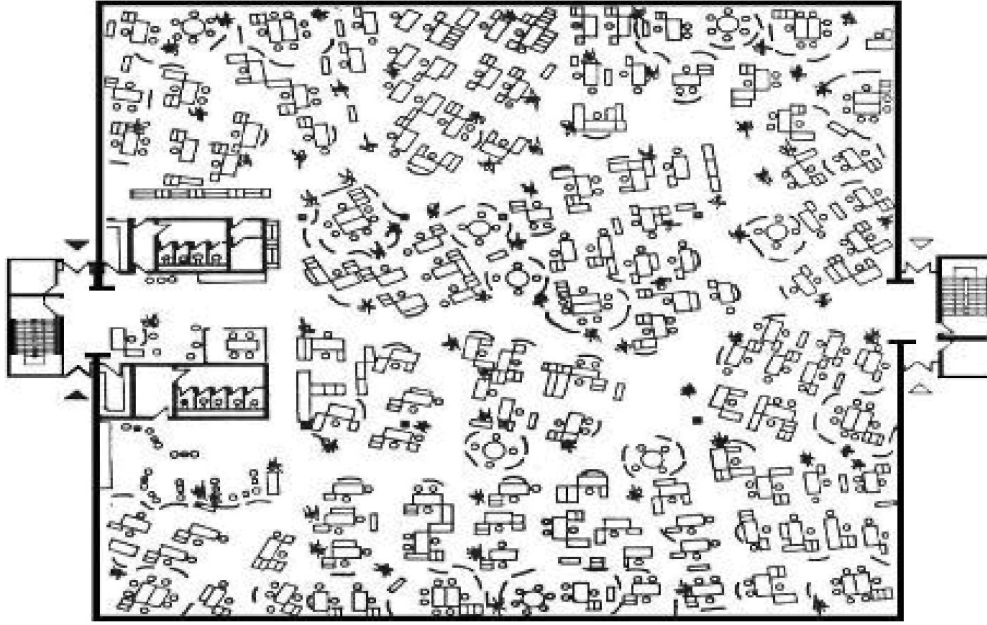
Şekil 3.3 Açık Plan Düzeni

### 3.1 Açık Planlı Büroların Genel Özellikleri

Açık planlı bürolar "serbest düzenli" ve "açık planlı" olmak üzere iki ana grupta incelenebilirler ancak bu iki sistem birbiriyle ilintilidir ve kesin bir çizgiyle ayrılmamıştır.

#### Serbest Düzen ( Doğal büro )

Serbest düzen (doğal büro) sistemi, görünüş bakımından açık planlı büro sistemi ile benzerlikler göstermekte, ancak bazı değerleri açısından aralarında farklılıklar bulunmaktadır. Doğal büro sistemlerinde büyük bir alanda çalışanlar, üniteleşmiş bölümlerde gruplar halinde çalışırlar. Birbirleri ile serbest iletişim kurabilirler (Şekil 3.4). 1950'lerin sonunda büro tasarımına yaklaşım, Almanya'da Schnelle kardeşlerin geliştirdiği "Doğal Büro" (Office Landscaping) kavramıyla tamamen değişmiştir. (Onat,1995).



Şekil 3.4 Doğal ofis sistemlerine bir örnek (Ofis, 1991)

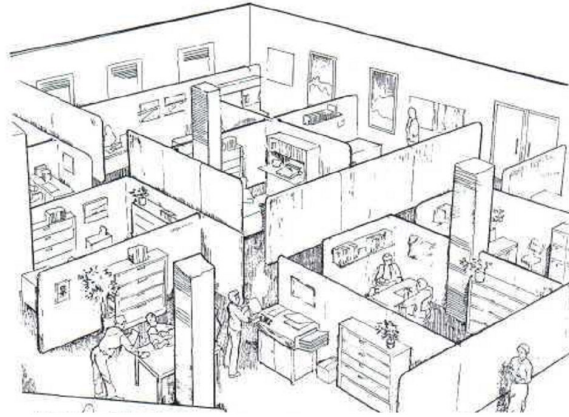
"Doğal Büro", duvarları kaldırarak, büyük bir alanın birbirine bağlı, idare edilebilir bölmelere ayrılması fikrini canlandırmıştır. Halı ve perde gibi hem göze hoş görünen, hem de akustik yararları olan yeni malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. Bitkiler, hem ortamın daha sakin ve doğal olmasını sağlamak , hem de bölme işlevi görebildiği için kullanılmıştır. Doğal büronun görsel serbestliği ve esnekliği, çalışanların dikkat dağıtıcı unsurlara alışmaları fikrine dayandırılmıştır. Planlanması kolay ve bütçe gerektirmeyen sistem karmaşık görünmesine rağmen güçlü bir planlama içermektedir (Ofis, 1991).

## Açık Plan Düzeni

Açık planlı büro mekanı, işin toplanması, işlenmesi, kişi ve gruplar arası ilişkilerin aynı hacimde sürdürülmesi şeklinde çözümlenmiş plan tipidir. Modüler biçimde olabileceği gibi serbest planlamaya gidilmesi açısından esnek bir biçim özelliğine de sahiptir. Böylece durum ve iş koşullarına göre zamanla oluşabilecek yeni düzenlere gitmek olanaklı olabilmektedir.

Doğal büro sisteminin ışığı altında, açık planlı büro sistemleri hızla gelişmiştir. Açık planlı bürolarda, doğal bürolarda daha çok ayırıcı ve bölme elemanı olarak kullanılan bitkilerin yerini, büro çalışanlarının dolap, cihaz, aydınlatma, portmanto gibi ihtiyaçlarını da üstlenen bölmeler ile taşınabilir modüler paneller almıştır (Şekil 3.5.).

Günümüz "modern" ofisleri, son 25 yılın getirdiği teknolojik gelişmelerden yararlanabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Bu konudaki yeni boyut "açık alan" (open space), diğer bir deyişle "açık büro" sistemidir. 1970'lerde iletişimi ve üretkenliği arttıracığına inanılan bu ofis tipi popüler hale gelmiştir (Emiroğlu, E.).



Şekil 3.5 Açık planlı bir büronun şematik gösterimi (Emiroğlu, E.).

Son zamanlarda iyice yaygınlık kazanan bu sistemin amacı, üç temel unsur; eleman-araç-görevler zinciri çerçevesinde zevkli, sıcak, ferah, yorucu olmayan ortamlar yaratmaktır. "Açık büro" ilk anda akla gelebileceği gibi duvarsız bir alan değil, haberleşmeye kolaylık getirirken gizliliği de gözeten bir tasarım biçimidir. Büro içindeki çalışmalar hem tek kişi hem de ekip halinde olabilmektedir. Açık planlı bürolarda kişiler arasında sıkı bir ilişki kurulurken, ekipler arasındaki bilgi akışı ve haberleşmenin kolaylaştırılması kadar, mekânın tekli çalışmaya da elverişli kılınması gerekir. Bu da değişik ölçülerde ve malzemelerde kolay taşınabilir panolarla çalışanlara ayrı bölmeler oluşturularak sağlanır (Erentok, 1991).

Açık planlı büro yapılarının gelişiminde 1973'te Herman Hertzberger tarafından inşa edilen "Central Beheer" binası önemli bir yer teşkil etmektedir (Duffy, F.). Hem açık hem kapalı büro mekanlarına sahip bu binanın çalışma mekanlarında kullanıcılar, örneğin duvarları istediği renklere boyamak, evcil hayvanlarını çalışma mekanlarına getirebilmek, öğle yemeklerine ailelerini davet edebilmek gibi birçok olanağa sahip olmuşlardır. (Şekil 3.6)



Şekil 3.6 Central Beheer binasının kat planı ve büro iç mekanından görünüşler (Duffy, F.)

Açık planlı büro yapılarının gelişim dönemi içerisinde, birçok yeni tasarım yapılmıştır ve birçok tasarım da denenmiştir. Kişisel seçimler ve şirket verimliliği arasında belli bir denge arayan, insan faktörünü temel alan çalışma mekanları arayışları sürmektedir. Açık planlı büro sistemleriyle ilgili olarak ülkemizden ve yurt dışından bazı örneklerin incelenmesi açık planlı sistemlerin kavranmasına yardımcı olacaktır.

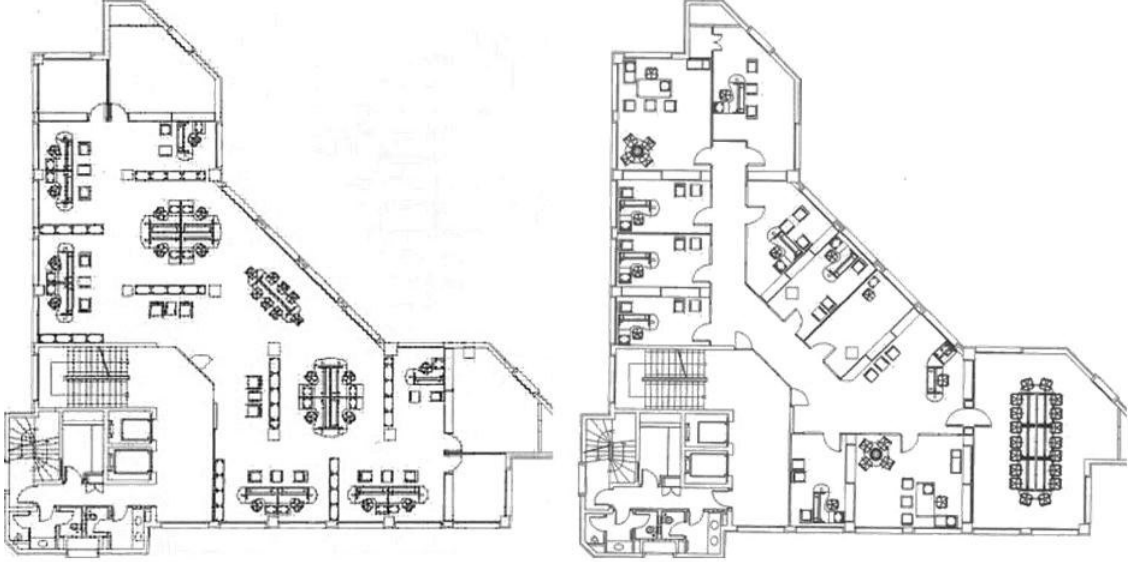
### **Mesa Şirketler Binası Genel Merkezi /Mesa Plaza**

Mesa Şirketler Topluluğu'nun, Ankara - Eskişehir yolu üzerinde, Kuru Sitesi girişindeki Mesa Plaza'da yer alan genel merkez binası; ilk katı ticari faaliyete ayrılmış geniş bir kütle üzerine yerleşmiş toplam 10.500 m<sup>2</sup> yapı alanı olan, 18 katlı büro bloğu görünümündedir (T+Ofis, 2003).

Büro bloğunun biçimlenişinde, kent merkezi yönünden yaklaşımdaki algılama belirleyici olmuştur. Geniş kenarı ile, bu gelişi karşılayan, üçgen prizma bir kütle geliştirilmiştir. İleri çıkan silindirik parçaları, çatıdaki kuleleşmeler kütleyle zenginleştirmiştir. Tasarımda firma imajının binaya yansımına; ağırbaşlı, işlevsel fakat donuk olmayan bir yapı geliştirilmeye çalışılmıştır (T+Ofis, 2003).



Büro katları, bir köşede toplanmış merdiven, asansör, yangın merdiveni, WC, mutfak gibi servis alanlarının yanı sıra ; açık veya gerektiğinde bölünebilir büro mekanından oluşan sade ve basit bir şema içermektedir (Şekil 3.7.). Büro katlarının dışında alt katlara inildikçe konferans ve toplantı salonları, yemekhane, garaj, arşiv gibi genel kullanışlar yer almaktadır .



Şekil 3.7 Mesa Şirkterler Binası Genel Merkezi kat planı (T+Ofis, 2003)

Yapı dili geliştirilirken, bina içinde ve dışında kullanılan malzemeler seçilirken, firma imajını yansıtmaya temel hedef olmuştur. Cephede az sayıda malzemenin, granitin, camın, alüminyumun uyumlu kullanımı ile çağdaş bir şirket yönetim merkezi simgesi verilmeye çalışılmıştır. İçte, cam ve ahşap panoların farklı kullanımlarının yarattığı mekan zenginliğine sahip, bir çalışma ortamı oluşturulmuştur (Şekil 3.8.).



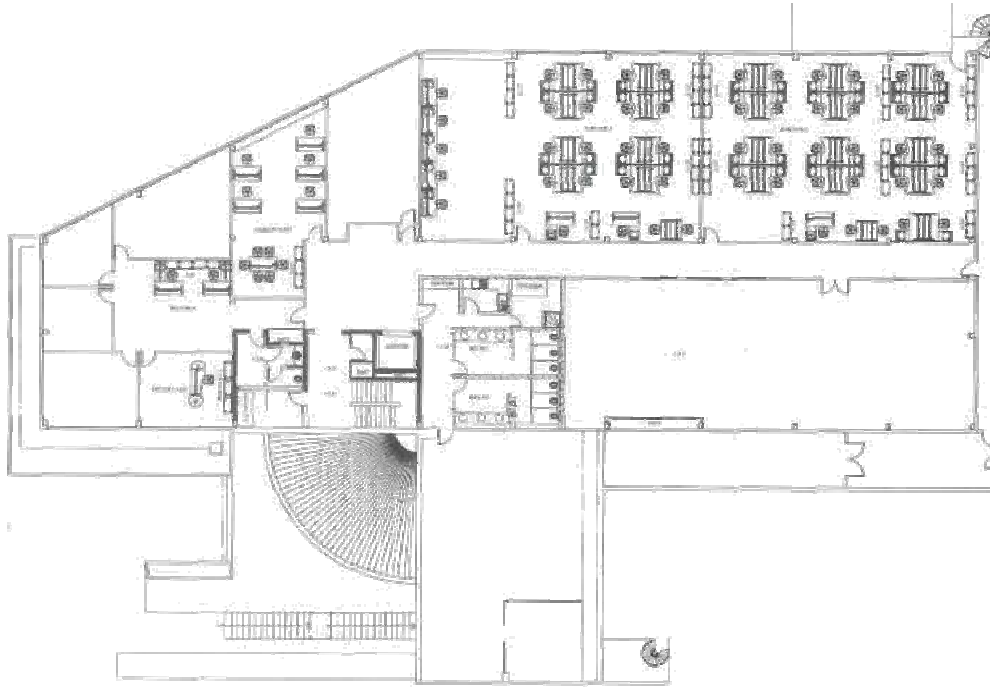
Şekil 3.8 Mesa Şirkterler Binası Genel Merkezi büro hacmi

Binanın dekorasyonunda, işlevsellik ve yalınlık ön planda olup odalar arasındaki bölme duvarlar ve dolaplar ile sağlanmaktadır. Odaların koridora bakan yüzlerindeki camlı bölme panolar mekanlara derinlik ve şeffaflık kazandırmaktadır. Cam bölme panoların içinde yer alan jaluziler, istendiğinde kapanarak görüntü kesilebilmektedir (T+Ofis, 2003).

Akustik konforun sağlanması amaçlanarak tasarlanmış bölme elemanları ve tavanda kullanılan ses yutucu malzemelerle Mesa Şirketler Binası Genel Merkezi ülkemizde başarıyla uygulanmış açık planlı büro sistemlerinden birisidir (T+Ofis, 2003).

### **Siemens Servis Merkezi Binası**

Kartal'da Siemens tesislerinde daha önce fabrika olarak inşa edilen bina, Siemens Business Services şirketinin call center ve diğer departmanlarının büro gereksinimlerine uygun olarak yeniden yapılandırılmıştır. Binanın yeni tasarımında temel ilke olarak, farklı fonksiyonların birbirinden farklı katlarda yer alması öngörülmüştür (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9 Siemens Servis Merkezi Binası kat planı (Arrademento Dekorasyon, 2005)

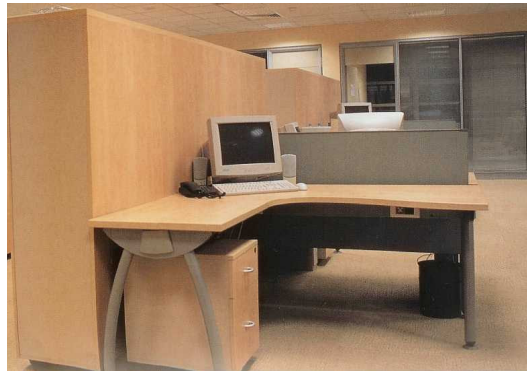
Zemin kat, trafiğin olduğu yoğun call center ve kafeterya bölümüne ayrılmıştır. Birinci katta ise geniş bir giriş holü ile birlikte genel müdürlük ve teknik servisler yer almaktadır. İkinci kat ise zaman içindeki değişikliklere cevap verebilmesi için tamamıyla büro katı olarak planlanmıştır. (Şekil 3.10.). Bu fonksiyonların gerektirdiği alan ihtiyacının karşılanabilmesi

için yüksekliği fazla olan fabrika bloğuna 800 m<sup>2</sup> ara kat yapılmıştır. Katların kendi içindeki planlamasında ise genel doğal ışıktan maksimum yararlanma ve kat yüksekliği sağlanması için mevcut strüktürle uyumlu planlamaya önem verilmiştir (Arrademento Dekorasyon, 2005).



Şekil 3.10 Siemens Servis Merkezi Binas büro hacmi

Büro mobilyası olarak 160/160 çalışma grupları tercih edilmiştir. Grup çalışmasına uygunluğu ve alan kazancı özellikleri dolayısıyla çapraz plan tipinde dörtlü gruplara mümkün olduğunca ağrılık verilmiştir (Şekil 3.11.). Gruplar, dolaplardan yararlanılarak oluşturulmaya çalışılmıştır. Elektrik, data, telefon gibi yükseltilmiş döşeme altında kalan altyapının masalarda sonlandırılmasında zaman içindeki değişikliklere kolay cevap verebilmesi için kablo kanalları tercih edilmiştir (Arrademento Dekorasyon, 2005).



Şekil 3.11 Siemens Servis Merkezi Binas büro hacmi çalışma grubu

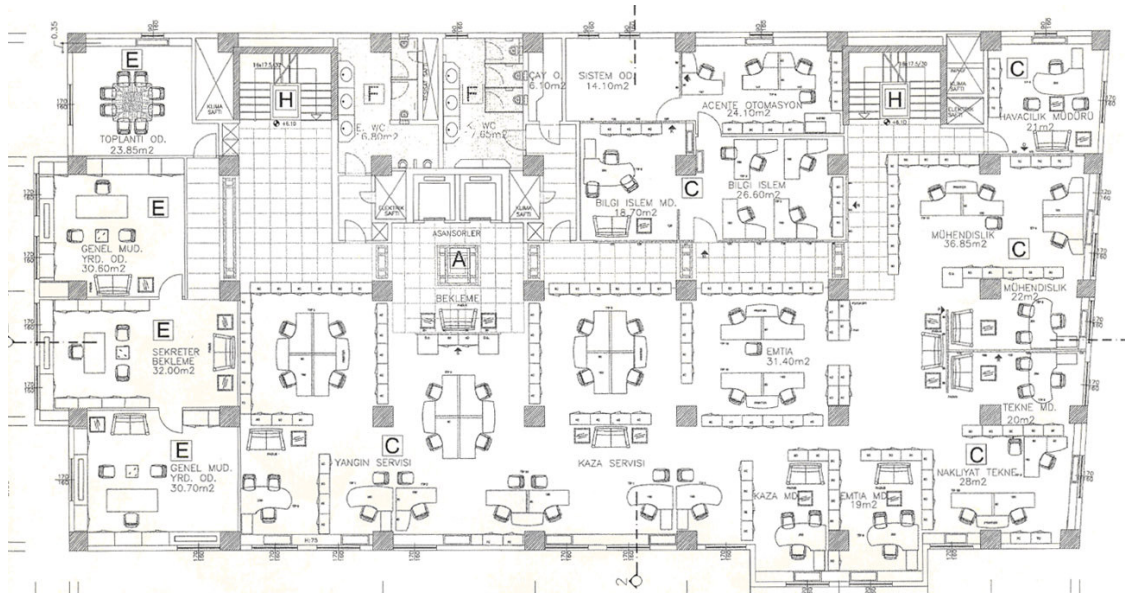
Günün 24 saati yaşayan ve çalışan bir ortam olan "call center" bölümünde bir kişiye günlük minimum rahat çalışma olanağı sağlayacak olan 110 cm'lik masalar tercih edilirken, masa

bölücü panelleri, ses yutuculuğunu sağlamak üzere kumaşla kaplanmıştır. Yine aynı mekanda, her personelin günlük ihtiyaçlarını karşılaması açısından kilitli dolaplar özel olarak imal edilmiştir. Diğer katlarda açık büro tasarım anlayışı göz önüne alınarak, personel arası görsel ilişkiyi engellemeyecek yükseklikte, dörtlü ve ikili gruplar arası bölücü paneller kullanılmıştır.

### Ray Sigorta Genel Müdürlük Binası

Ray Sigorta için hazırlanan proje Mart 1999 da tamamlanmıştır. Nisan 1999'da başlayan inşaat Haziran 2000'de bitirilmiştir. Binanın iç yapısında modern teknolojinin en son olanaklarını kullanarak çağdaş bir dekorasyon uygulanmıştır. (Tasarım Ofis, 2003)

Açık planlı bürolarda kullanılan bazı ürünlerin (çalışma grupları , müdür masası, müdür yardımcısı masası, vezne, bölme panel, dolap sistemleri, çalışma ve ziyaretçi koltukları) yanı sıra ; seminer, toplantı odaları, yemekhane de özel olarak çözümlenmiştir (Şekil 3.12.).



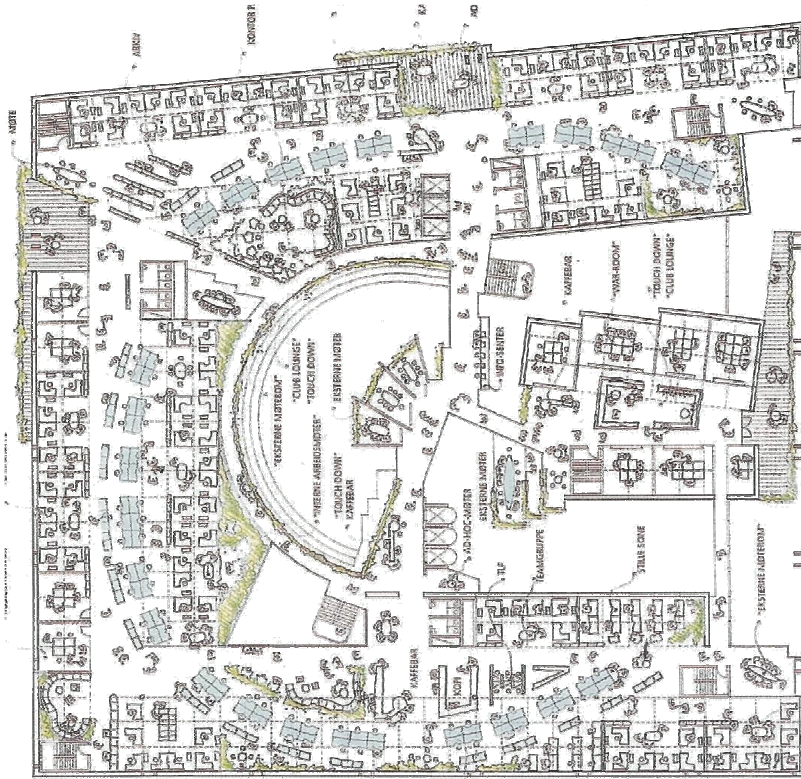
Şekil 3.12 Ray Sigorta Genel Müdürlük Binası kat planı (Tasarım Ofis, 2003)

Yapıda asansörden jeneratöre, güvenlik sistemlerinden iklimlendirmeye, bilgisayardan iletişime hemen her alanda çağdaş teknolojinin son ürünleri kullanılmıştır. Saydamlığı, dolayısıyla görsel iletişimi sağlayan asma kat-açık alan uygulaması, yönetici ve çalışanları birbirine bağlamaktadır. Çatı anlayışında, iç mekan kurgusundaki nişli çözümler ve içinde kullanılan aksesuarlar tavanı yüksek göstermektedir. Çağdaş malzemelerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen pencere söveleri, geniş çatı saçakları, zengin rölyeflerle süslü payanda

bitişleri göz almaktadır (Tasarım Ofis, 2003). Döşemelerde kullanılan halı, tavanlarda kullanılan yüksek yutuculuk değerine sahip alçıpan elemanlar ve nişli çözümler akustik konforu sağlamaya yönelik yapılmış bazı iyileştirmelerdir.

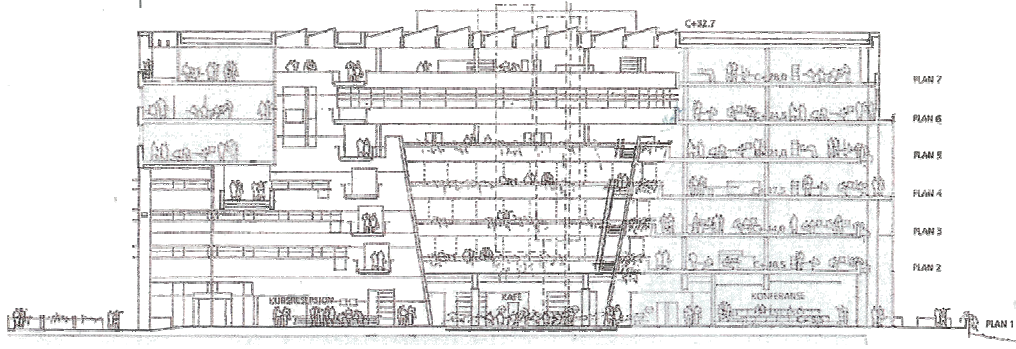
### NSB Genel Merkezi

Norveç Demiryolu Servisinin, Norveç Oslo'da bulunan büro binası yaklaşık 27.500 m<sup>2</sup>.dir ve 7 kattan oluşmaktadır. 1999'daki bir mimari yarışmada birincilik ödülünü kazanmıştır. 16.8 metre genişliğinde modüler olarak planlanmış bu büro binası, bilinen tüm büro tipleri ve bunların kombinasyonlarından oluşmuştur (Şekil 3.13.). Döşemeden döşemeye yükseklik 3.5m.'dir. ve binaların genişliği gün ışığının her yere ulaşmasını sağlamaktadır. (Duffy ,F.)



Şekil 3.13 NSB Genel Müdürlük Binası kat planı (Duffy ,F.)

Yüksek alan verimi, (her çalışma alanı için yaklaşık olarak 10-12 m<sup>2</sup>) çeşitli ve güzel, hafif ve kullanıcıyla dost bir iç dekorasyon ihtiyacını artırır. Yapıda bazıları merkezi iletişim bölgeleriyle karşılıklı olmak üzere, bazıları da 3 katta cephe boyunca uzanmakta olan, farklı kalitelere bir çok 'vaha' planlanmıştır (Şekil 3.14.). Tüm iletişim bölgeleri açık, camlı alanlarla son bulur. Bu, açık ve geniş merkezi hol ile, dıştaki şehirselle çevreye referanstır ve içeriye net biçimde yönelme kolaylığı sağlamaktadır (Duffy ,F.).



Şekil 3.14 NSB Genel Müdürlük Binası kesiti (Duffy ,F.)

### 3.2 Açık Planlı Bürolarda Konfor Koşullarına İlişkin Gereksinimler

Büro tasarımının ana hedeflerinden biri büro gereksinmelerini ortaya koymak ve bunlara uygun çözümler üretmek olarak kabul edilmektedir. Büro mekânları tasarlanırken ortaya konan çözümlerin başarılı olması birçok etkene bağlıdır.

Açık planlı bürolarda çalışma ortamından hoşnutluk, doğrudan çalışma performansına ve verimliliğe yansımaktadır. Bununla birlikte, büro içi insani ilişkilerin ve çalışanların huzurlu iletişiminin oldukça olumlu etkilendiği görülmektedir. Büro altyapısının (hem teknoloji hem de mekansal düzenleme açısından) stres oluşturan ya da stres kaynağı yaratan öğelerden ayrıştırılması veya en azından minimuma indirilmesi önemlidir. Verimli bir büro çalışma düzeninin temelinde de bu yatar. Büro ortamında sağlıklı iletişim, sağlıklı çalışma, iş tatmini, verimlilik, huzurlu ortam gibi tüm öğeler bu ana amaç üzerinde şekillenmelidir. İş tatmini, verimlilik ve sağlıklı iletişimi etkileyen başlıca faktörler ,

- havalandırma ve ısıtma kalitesi ,
- ofis içindeki çalışma birimlerinde ve büro genelinde aydınlatma ,
- gürültü ve ses yaratan kaynakların varlığı ,
- çalışan sağlığı ve güvenliği anlayışı (ve bu konudaki somut uygulamalar),
- çalışma alanında yerleşim düzeni,
- çalışan kişinin kimi veya kaç insanı görebildiği, iş arkadaşlarıyla iletişim mesafesi,

- çalışanın kişisel çalışma alanındaki taban alanı genişliği (mekansal iş alanı),
- çalışılan alanın çevresinin kapatılma yada sınırlandırılma derecesi (büro bölümlerini ayıran perdelerin, duvarların, panellerin, paravanların vs. sayısı ve bu bölümlerin yüksekliği) ,
- çalışanların konuşma mahremiyeti ,
- büro bakım ve temizlik kalitesi ,

olarak sıralanabilmektedir.

Bürolarda oluşturulan görsel çevre ve canlandırılan çalışma kültürü; eğitimin, kişiliğin, zihinsel bilincin, algının ve sanatsal anlayışın bir göstergesidir. Günümüzde büro iç mekânları; teknolojinin, endüstrinin ve seri üretim olgusunun meydana getirdiği bir kültür ile biçimlenmektedir (Aksu, M. ,1991).

Bürolarda yaşanan stres psikolojik ruh sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna bir de görsel çevrenin monotonluğu eklenecek olursa, psikolojik ruh sağlığı daha da zorlanmış olur (Aksu, M. ,1991).

Büro çalışma mekânları ve diğer iç mekânlarda kullanılan dekorasyon uygulamalarının ve donatı elemanlarının insan üzerinde psikolojik ve fiziksel etkileri vardır. İnsan sağlığı açısından son derece önemli olan faktörler günümüz tasarımlarını yönlendiren üretici ve tüketici kesim tarafından ne yazık ki henüz daha dikkate alınmamaktadır. Uygulamanın ya da ürünün tasarımına, stiline, modasına, konstrüksiyonuna, yüzey uygulamasına, fiyatına ve fonksiyonlarına göre verilen kararlar, yapay üretim teknolojisi ile beraber çoğu kez biyolojik yapı, yani sağlığı ile çelişmektedir. Bu çelişkiyi ortadan kaldıracı malzeme seçimi ve imalatının yapılması gerekmektedir (Aksu, M. ,1991).

Büroları irdelerken; iç mekâna yapı biyolojisi açısından bakıldığında, psikolojik sağlığa etki eden kültür olgusunun yanında biyolojik sağlığı belirleyen iç mekân hava kalitesi, ısı, ses, nem oranı, ve sağlığa zararlı gazların oluşması gibi kriterler ile karşılaşılmaktadır (Aksu, M. ,1991).

### **Hacmin İç Mekân Hava Kalitesi**

İç mekân hava kalitesi, insan sağlığı ve konforu için önemli bir olgudur. İç mekân hava kalitesinin yüksek olduğu mekânlarda hava, yeterli oksijene, az seviyede kirli havaya ve hoş gitmeyen kokulara sahiptir. Mekân içindeki hava kalitesinin düşmesine, dışarıdan gelen kirli

hava, mobilyaların, elektronik aletlerin ve dekorasyon elemanlarının çıkardıkları zararlı gazlar ve temizlik malzemeleri neden olmaktadır (Gürer, A., 1997).

İç mekân kalitesinin düşük olması sonucunda; uzun ve kısa vadeli sağlık problemleri ortaya çıkabilmekte, alerjik reaksiyonlardan başlayıp hayat boyu tedavi gerektiren önemli sağlık problemlerine kadar gidebilen rahatsızlıklar görülebilmektedir (Gürer, A., 1997).

### **Hacmin Isısal Konforu**

Çalışma mekânlarında çalışma performansını ve çevresel memnuniyeti etkileyen önemli faktörlerden biri de ısısal konfordur. Çalışma mekânlarında konfor sıcaklığı çalışanların yaptıkları işlere ve kıyafet özellikleri göz önüne alınarak kışın 18-22°C, yazın ise 21-24°C arasında olması belirlenmiştir (Panero, 1979). Kapalı bir mekânda ısı değeri döşeme seviyesinde 18°C, diz seviyesinde veya 150 cm yükseklikte 20°C ve tavanda da 26°C olduğu zaman ısısal konfor sağlanır (Gürer, A., 1997).

### **Hacimde Mahremiyet**

Mahremiyet; kişi, ortamı paylaşan diğer kişiler ve çevresel uyarılar arasındaki etkileşimin düzenlenmesi olarak tanımlanabilir. Araştırmacılara göre mahremiyetin ana işlevi, yetişkinlerin kendi kimliklerini sürdürmelerine kişisel engeller yaratarak yardımcı olmaktır (Kupritz, 1998).

Çalışma mekânının çalışan memnuniyetine dolayısıyla iş verimliliğine etkisi oldukça fazladır. Tasarım, ölçüler ve mekânsal ilişkiler gibi fiziksel özelliklerden önce bir çalışma mekânı çalışanların görsel, işitsel mahremiyet ihtiyacı ve kişisel mekân ihtiyacı gibi psikolojik ihtiyaçlarını da karşılayacak özelliklere sahip olması gerekmektedir (Harris, 1991).

Araştırmalarda çalışanlar çalışma alanı içindeki mahremiyetin kendileri için çok büyük önem taşıdığını; ancak yöneticileri tarafından en çok ihmal edilen gereksinimlerinin mahremiyet olduğu bildirilmiştir. Mahremiyet, çalışanların sosyal etkileşim ve negatif çevresel etmenleri kontrol altında tutabildiğini hissetmesidir (Harris, 1991).

Çalışanların bir işle ilgilenirken insan hareketlerinden, insan ve makine seslerinden, izleniyor ya da dinleniyor olmaktan rahatsızlık duydukları ve iş verimlerinin düştüğü daha önce yapılan araştırmalarda görülmüştür. Çalışanlar hem görsel hem de işitsel ihtiyaçlarını çalışma mekânlarının karşılaması gerektiğini düşünmektedirler. Çalışanlar düzensiz ve rahatsız edici seslerden yani telefon, insan ve makine sesi tarafından motivasyonu bozulmadan, çalışma



mekânındaki ya da başka bir mekânda çalışanlara kulak misafiri olmadan çalışabiliyorsa, o çalışma mekânı tasarımında işitsel mahremiyet sağlanmış olmaktadır (Harris, 1991).

Eğer çalışanlar diğer çalışanların hareketlerinden dikkatleri dağılmadan sürekli gözetlendiğini hissetmeden, yapılan işlerin gizliliğini koruyarak masa ve bilgisayarda rahatça çalışabiliyorlarsa o çalışma mekânının tasarımı görsel mahremiyet açısından uygun demektir. Mahremiyet konusunda yoğunlaşmış olan araştırmacılar, mahremiyetin çalışma mekânlarının yoğunluğu ve kapalılık derecesiyle ilişkisi olduğunu savunmaktadırlar. Birçok araştırmaya göre yoğunluk arttıkça, çevresel memnuniyet azalmaktadır (Harris, 1991).

### **Hacimde Aydınlatma**

Bürolarda uygun fiziksel ortamının oluşturulmasında en önemli etkenlerden biri görsel konforun sağlanmasıdır. Görsel konfor ise, büroların işlevlerine göre, aydınlatma tekniği yönünden iyi görme koşullarını sağlayacak düzenlerin getirilmesi ile olanaklıdır. Kuşkusuz bu düzenler iç mimari ile uyumlu bir biçimde oluşturulmalıdır. Ancak bu durumda, amacına uygun aydınlatma ve başarılı bir görüntü elde edilebilir (Şerefhanoglu, 1991).

Büro mekânları çok çeşitli işlerin yapıldığı çalışma ortamları olduğu için, işleve uygun aydınlatma düzenlerinin getirilmesinde nitelikle ilgili, ışığın renk özelliği, yani, ışık kaynaklarının tayfsal yapısı, ışığın çalışma düzleminde eşdeğer bir biçimde yayılması ya da belirli bölgelerde toplanması, elde edilen bu aydınlıkta ışığın doğrultu özelliğinin olup olmaması, ayrıca yine görsel algılama yönünden önemli olan değişik gölge nitelikleri rol oynar. Buna göre; ışıklılıklar arasındaki oran görme alanlarına uygun bir nitelikte olmalıdır .

Aydınlığın az ya da çok olması, görsel algılama yönünden önemli olmakla birlikte, esas önemli olan aydınlığın nitelikle ilgili özellikleridir. Çünkü göz aydınlık çokluğuna uyum sağlayabilir, fakat nitelik yönünden yanlış olan durumlara uyum sağlayamaz. Örneğin; ışık tayfında kırmızı ışınımın olmadığı ya da çok az olduğu bir lamba ışığında renkler gerektiği gibi algılanamaz, yani gözün böyle bir durumu düzeltme yeteneği yoktur. Bu nedenle, yapılan işlere bağlı olarak, bu konu üzerinde önemle durulması gerekir (Şerefhanoglu, 1991).

Aydınlatma tekniği yönünden, büro mekânlarına işlevlerine göre, uygun aydınlatma düzenlerinin getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle büro yapılarının ya da çalışma mekânlarının aydınlatma düzenlerinin tasarımının tüm aşamalarında ele alınması gerekir. Özellikle görsel konfor yönünden, özel durumlar söz konusu ise, konu çok daha fazla önem taşır (Şerefhanoglu, 1991).

Açık planlı büro mekânlarında değişik işlevlerin çözümü için asma tavan kullanımı yaygındır. Asma tavanlar çeşitli aydınlatma düzenlerinin getirilmesine türlü olanaklar sağlar (bakış doğrultusuna paralel ışıklı bantlar oluşturulması örneği gibi). Koşullara göre paletli, ızgaralı, yayıcı yüzeyli vb. elemanların oluşturduğu bu bantlar, biçimlenişe ve gerekli aydınlık düzeyine göre ikili, üçlü, dörtlü flüoresan lambalı aygıtlarla gerçekleştirilir. Aydınlatma, ışık kaynağı ya da ışıklılığı fazla olan aydınlatma aygıtları ile doğrudan ya da yansiyarak gözü rahatsız etmeyecek şekilde olmalıdır (Şerefhanoglu, 1991).

Doğal aydınlatmada güneş ışınlarının iç mekâna girmesinin olumlu ve olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. Güneş ışığının kontrolsüz olarak mekâna girmesi sonucunda parlama ve fazla ısıya sebep olmasından dolayı kullanıcılar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Güneş ışığı kontrollü olarak mekâna girdiğinde ise ısı kaynağı olarak kullanılabilmesinin yanı sıra kullanıcılarda psikolojik ve görsel açıdan mutluluk yaratması gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Baubekri, 1991).

Sonuç olarak; gün ışığının dengeli ve doğru bir şekilde kullanımı kişiler üzerinde olumlu bir etki yapmaktadır. Kapalı büro mekânlarında kullanıcıların çalışma performanslarını ve başarılarını arttırmak için gün ışığının doğru bir şekilde içeriye alınması gerekir. Kapalı büro mekânları kullanıcıya özel aydınlatma seçeneklerine elverişli olduğundan, kullanıcının mekân içinde en verimli olabileceği aydınlatma sistemi büro tasarımcıları tarafından iyi belirlenmelidir. Yapay aydınlatma sisteminin ise aydınlatma uzmanları yardımıyla oluşturulması en sağlıklı çözümdür.

### **Hacimde Renk ve Renk Seçimi**

Büro mekânlarında kullanıcıya etki eden fiziksel faktörlerden biri de renk konusudur. Renk seçimi, insanlar üzerinde bırakmış olduğu psikolojik ve biyolojik etkilerden dolayı büro mekânlarının tasarımlarında göz ardı edilmemesi gereken önemli bir konudur.

Büro mekânında renk açısından iyi bir tercih yapılamamış olması işyerinde genel verimliliği düşürmektedir. Özellikle gri ve kirli tonlardaki beyaz ve sarı renkte mekânlar, çalışanlar üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Çalışanları rahatsız edebilecek renklerdeki mekânlar değil, onların moral olarak kendilerini daha iyi hissedebilecekleri renklerdeki mekânlar yaratmak gerekir (Sağocak ,D.M.).

Çalışma koşullarının iyileştirilmesi, çalışma ortamının insancillaştırılması ve insan-çevre uyumunun sağlanmasında renk etkili bir araçtır. Renklerin fizyolojik ve psikolojik etkilerinin

insanların hareketleri ve tepkilerini etkilediği, yorgunluk, stres, iş hevesi kaybı, monotonluk, gibi sorunların çözümünde rengin önemli olduğu ortaya konulmaktadır (Mahnke, 1993).

Sonuç olarak; prensipte tek başına büro mekânlarında motivasyonu arttıran veya çalışanların daha verimli çalışmasını sağlayan belli bir renk vardır demek mümkün değildir. Büro mekânlarında yapılan işe göre bu tür artışları sağlayan renk kombinasyonları vardır ve bunlar işlerin koşullarına göre değişmektedir. Renk açısından sağlıklı ve olumlu büro mekânlarında çalışanların kendilerini rahat, huzurlu ve iyi hissedeceklerini söylemek mümkündür. Ancak bir büro mekânına uygun renkleri seçmek birçok araştırma ve gözlem yapmayı gerektirmektedir.

### **Hacim İçinde Ses ve Gürültü Denetimi**

İşitsel konforun sağlanması için mekânda gürültüden arınmış, konuşma anlaşılabilirliğine olanak veren ve gerektiğinde işitsel gizliliği sağlayan koşulların elde edilmesi gerekmektedir.

Gürültüden rahatsızlığın derecesinde önem taşıyan etkenleri iki gruba ayırarak incelemek olanaklıdır.

- Sesin düzeyi, tayfsal yapısı, süresi gibi sesin nitelikleri ile ilgili olanlar ve yapılan eylem.
- Ses kaynağına karşı kişinin duyarlılığı, belirli seslere karşı geçmişteki deneyimlerin etkisi, sesin belirli aralıklarla tekrarının etkisi, sese karşı alışkanlıkların etkisi, yaşın etkisi gibi insan ve yapılan eylemin nitelikleriyle ilgili olanlar.

Kullanıcıları olumsuz etkileyen bu istenmeyen seslerin önlenmesinde de dört temel kontrol yöntemi olduğu söylenebilir (Kleman, 1991).

- sesi kaynağında azaltmak,
- sesi kaynağından alıcıya giderken izlediği yol üzerinde denetlemek,
- sesi alıcıda denetlemek,
- ses kaynağını, alıcıyı ve sesin izlediği yolun yerleşimlerini düzenlemek.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ,açık planlı bürolarda akustik konfor etkenleri ile akustik konforun sağlanmasına yönelik gereksinimler ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

## 4. AÇIK PLANLI BÜROLARDA AKUSTİK TASARIM

Açık planlı büro hacimlerinde planlamaları gereği büyük açıklıklar söz konusudur. Hacimde çalışanları ayıran duvar elemanı yoktur. Bu nedenle hacimde çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında şüphesiz sessel olaylar gelmektedir.

Çoğu insanın zamanının büyük bölümünü geçirdiği büro hacimlerinde gürültünün denetlenmesi gerekmektedir. Ses düzeyinin yükselmesinin, düzensiz sesler topluluğunun yada hacme dışarıdan veya bitişik hacimlerden gelen seslerin insan üzerinde fizyolojik ve psikolojik açıdan olumsuz etkileri söz konusudur. Uzun süre gürültülü ortamlarda bulunan kişilerde fizyolojik ve psikolojik açıdan olumsuz etkilenmeler görülmektedir. Bu nedenle büro hacimlerinde uygun akustik ortam sağlanmalıdır. Açık planlı büro hacimlerinde uygun akustik ortamın sağlanabilmesi için öncelikle bu hacimlerde gelişen sessel olayları tanımlamak ve akustik konforu sağlayan etkenlerin neler olduğunu incelemek gerekmektedir.

### 4.1 Açık Planlı Bürolarda İşitsel Konfor Etkenleri

Açık planlı büro hacimlerinde akustik konfor göstergesi olan bazı etkenleri şu şekilde sıralamak olanaklıdır.

- Bir büro hacminde normal uzaklıkta karşılıklı konuşan iki kişinin konuşmasının anlaşılabilir olması gerekmektedir.
- Kimi zaman bazı konuşmaların diğer kişiler tarafından duyulması istenmez. Bu nedenle, konuşma gizliliğinin sağlanması da önemlidir. Özellikle açık planlı büro hacimlerinde, konuşma gizliliğinin sağlanması, genelde önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.
- Büro hacimlerinde, gürültü düzeyinin kabul edilebilir limit değerler altında kalması sağlanmalıdır. Bu açıdan, gerek hacim içinde bulunan gürültü kaynaklarının oluşturduğu, gerekse yapı içinde diğer hacimlerde ve/ya da yapı dışından gelen gürültüler denetlenmelidir.
- Karşılıklı konuşmaların ve telefon görüşmelerinin diğer çalışanları rahatsız etmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Büroda kullanılan makinelerin, kullanıcıların işitsel konforuna etkisi büyüktür. Her büroda iş makinesi kullanılmamasına rağmen akustik konforu bozan durumlarda denetleme yapılması gerekir. Büyük büro hacimlerinde makinelerin çıkardığı sesler hacimlerdeki ses düzeyini etkilemekte, özellikle uzun süre bu

makineleri kullanan kişilerde performans bozuklukları görülmektedir. Bundan dolayı bürolarda makinelerin çıkardığı gürültüler göz önünde bulundurulmalı ve buna göre önlem alınmalıdır.

- Kimi zaman tesisat gürültüleri (iklimlendirme, elektrik,asansör,su vs.) de önemli gürültü kaynağı olabilmektedir. Bu açıdan da gerekli denetimler alınmalıdır.
- Hacim dışından gelebilecek tüm gürültüler ( trafik, açık hava ,etkinlikleri gibi yapı dışı kaynaklar ile bitişik hacimlerden gelebilecek sesler ) denetlenmelidir.
- Büro hacimlerinde işitsel konforu etkileyen katıda doğan sesler diğer bir gürültü şeklidir. Büro hacmine bitişik hacimlerden gelecek olan darbe sesi ya da hacim içinde mobilyaların itilip çekilmesinden, adım seslerinden oluşacak olan gürültüler işitsel konforu etkileyecektir.
- Hacim içinde oluşacak olan gürültülerin çalışanları rahatsız etmeyecek düzeyde olması gerekir. Gürültülerin olabildiğince azaltılması ve toplam yutuculuğun denetlenmesi kaçınılmazdır. Bu gürültülerin fon gürültü düzeyinin altında olması konfor açısından olumlu ve gereklidir.

Çalışmanın bu bölümünde açık planlı bürolarda akustik konfora ilişkin gereksinimler "Gürültü Denetimi Açısından Gereksinimler" ve "Konuşmanın Anlaşılabilirliği ve Konuşma Gizliliği Açısından Gereksinimler" olarak iki ana başlık altında incelenmiştir.

#### 4.1.1 Gürültü Denetimi Açısından Gereksinimler

Büro hacimlerinde akustik konfora etki eden gürültü kaynakları mekan içinden gelen gürültü kaynakları ve mekan dışından (yapı dışı ve/ya da diğer hacimlerden ) gelen gürültü kaynakları olarak iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 4.1.)



Şekil 4.1 Hacime etki eden gürültüler (Bradley ,J.).

Hacme değişik yollarla etki eden gürültü kaynaklarının, hacimdeki uygun akustik ortamı bozmaması için değişik standart, yasa ve yönetmeliklerde kabul edilebilir gürültü düzeyleri belirlenmiştir. Belli bir gürültü düzeyinin kabul edilebilirliğini belirlemede yapının kullanım amacı, günün zaman dilimi, yapının bulunduğu alan, yapının ses geçirmezlik özelliği gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmaktadır.

Gürültü kavramının rahatsızlık etkisinin toplum tarafından ilk kez ortaya konulmaya başlandığı dönemlerde; bu kavramın, ortamın durağan ses düzeyi ile ilgisi bulunmaktaydı. Tek kriter düzeylerin aşılp aşılmadığı dikkate değer bulunuyordu. Günümüzde rahatsızlığa yol açan düzey değişimleri; zamanlama, yer, oluşum nedeni gibi birçok parametreye bağlı bulunmaktadır. Bu parametreler doğrultusunda ülkeden ülkeye değişen yönetmelikler de oluşturulmuş ve toplum yaşamında dikkate alınmaları zorunlu hale gelmiştir.

Yaklaşık olarak 20 yıldır, bu konuda ciddi çalışmaların yürütüldüğü uluslararası alanda, kabul edilemez düzeylerin neler olduğu, ve belli özgün durumlarda izin verilebilecek maksimum düzeyler konusunda görüşler oluşmuştur. Uluslararası alanda iki önemli kurum, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve OECD (Ekonomik Uyum ve Gelişme Örgütü), birlikte veri toplamış ve çevresel gürültüde kalma etkileri üzerinde değerlendirmeler yapmıştır. Her iki kurumda sakin bölgelerde dış gürültünün 55 dBA altında olması , ortalama etkilemesinin ise 65 dBA' yı geçmemesi biçiminde öneriler getirmiştir (Akdağ.N, Karabiber.Z, 2005).

Konuya yönelik bir başka değerlendirme örneği olarak, ANSI'de (Amerikan Ulusal Standartı) yer alan büro hacimleri için uygun alan kullanımı değerleri Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Büro hacimleri için ANSI öneri değerleri (Akdağ.N, Karabiber.Z ,2005)

Alan Kullanımı	Yıllık Ortalama Gürültü Düzeyi (dB)							
	50	55	60	65	70	75	80	85
İş yerleri (bürolar)	UYGUN			KABUL EDİLEBİLİR			UYGUN DEĞİL	

Türkiye'de, Gürültü Kontrol Yönetmeliği, 2872 sayılı Çevre Yasası uyarınca, ilk kez 1986 yılında, Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik revize edilerek , 1 Temmuz 2005 tarihinde ,25862 sayılı Resmi Gazete' de ,"Çevresel Gürültünün değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği " adı altında yayımlanmıştır. Çizelge 4.2.' de bu yönetmelikte büro yapılarının kurulacağı alanlarda da trafik gürültüsü için izin verilebilir değerler sunulmuştur.

Çizelge 4.2 İş alanları için kara yolu çevresel gürültü sınır değeri (Akdağ.N, Karabiber.Z, 2005)

Alan	Yenilenmiş /Onarılmış Yollar		Mevcut Yollar	
	L gündüzler (dBA)	L gece (dBA)	L gündüzler (dBA)	L gece (dBA)
İş alanları	65	55	70	60

Bu belirlemelerde görüldüğü gibi büro hacimlerinin işlevlerinden dolayı gürültü düzeyi maksimum 65 – 70 dBA dolaylarında olduğu alanlarda yapılandırılmalıdır.

Gürültü denetimi aşamalarından birisi de hacimlerin kabul edilebilir gürültü düzeylerinin belirlenmesidir. Bir hacim içinde kabul edilebilir gürültü düzeyleri, o hacimde yapılan eyleme bağlı olarak farklılık gösterir. Sesin yayıldığı ortam ve hacimlerdeki gürültünün olması gereken değerleri, kabul edilebilir gürültü düzeyleri adı altında standartlar ve yönetmeliklerde yer almaktadır ( MMO, 2005).

Yapı dışı ortamlarla ilgili emisyon değerlerinin yanı sıra, iç ortamlarda işleve bağlı kabul edilebilir düzeyler söz konusudur. Ülkesel ve bölgesel farklılıklar görülmekle birlikte, kulağın duyarlılığını dikkate alan düzeltme değerleri içeren kabul edilebilir düzeyleri arasında; NR (Noise Rating/ISO), NC (Noise Criteria/1957-Beranek), PNC (Preferred Noise Criteria), NCB (Balanced Noise Criteria/1988-Beranek) ve A ağırlıklı ses düzeyleri sıklıkla kullanılan değerlerdir. Bunları örneklemek için, Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ndeki değerler ile NCB ve dBA değerleri Çizelge 4.3.'de, frekansa göre büro hacimleri için kullanılan NCB ve NB değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir (Akdağ.N, Karabiber.Z, 2005).

Çizelge 4.3 İşleve bağlı yapı içi kabul edilebilir gürültü değerleri

Kullanım Alanı	ÇGYD Leq(dBA)	NR	NCB	dBA
Özel büro	50	40	30-40	38-48
Genel büro	60	40	40-50	48-58

Çizelge 4.4 NR 40,NCB 40 ve NCB 45 eğrileri değerleri

Kriter	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NR 40	67	57	49	44	40	37	35	33
NCB 40	62	54	49	45	42	38	35	32
NCB 45	65	58	53	50	47	43	40	37

#### **4.1.1.1 Mekan Dışından Gelen Gürültülerin Denetlenmesi**

Bir mekanda yapı dışında ve/ya da yapı içinde diğer mekanlarda bulunan gürültü kaynaklarının etkileri söz konusu olabilir. Bu açıdan tüm diğer yapılarda olduğu gibi büro yapılarında da, yapı kabuğunun, yapı içi gürültülerin denetlenmesinde ise duvar ve döşemelerin yeterli ses geçiş kaybını sağlar nitelikte olması birinci derecede önemlidir.

Dış gürültü denetiminde büro binasının konumlandırılma aşamasında yapılacak etüt çalışmaları, daha sonra alınacak önlemlerin daha ekonomik ve verimli olmasını sağlayacaktır. Bu nedenle büro binasının kent içi konumu önemli bir noktadır. Büro yapılarının yer seçimi yapılırken kent içindeki konumuyla beraber, büro yapılarının konumlandırılmasıyla ilgili gerekli yönetmelik ve standartlar çok iyi incelenmelidir. Büro yapısının konumlanacağı alan kabul edilebilir dış gürültü açısından değerlendirilmeli ve proje fizibilite çalışmasına veri sağlanması hedeflenmelidir. Bu veriler sonucu yapı kabuğunun planlaması da daha sağlıklı bir şekilde yapılabilecektir (Özer ,M.).

Yapı kabuğu, mekan dışından gelen gürültülerin engellenmesinde en önemli etkidir. Temelde sesin geçmesinin önlenmesi yani yapı elemanlarının ses geçirmezliklerinin artırılması biçimindedir. Bilindiği gibi yapı kabuğu dolu ve saydam (cam) alanlardan oluşmaktadır. Açık planlı büro hacimlerinde planlamadan ötürü cam alanlar daha fazla olduğundan özellikle cam alanların ses geçirmezlik değerleri önem kazanır. Giydirme cepheli sistemlerin de yaygın olarak kullanıldığı, günümüz büro binalarında , ses yalıtımı konusu daha da önem kazanmıştır.

Açık planlı bürolarda, mekan içinde sağlanan işitsel konforun zedelenmemesi için mekanı etkileme olasılığı olan tüm gürültü kaynakları çok iyi değerlendirilmeli ve yapı elemanlarında gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

#### **4.1.1.2 Mekan İçindeki Kaynakların Oluşturduğu Gürültülerin Denetlenmesi**

Bürolarda konuşma seslerinin ya da çeşitli büro araçlarının çıkardığı gürültülerin durağan fon gürültüsünün üzerine çıkması hem öteki çalışanların dikkatinin dağılmasına hem de konuşma gizliliğinin zedelenmesine yol açar.

Genelde büro hacimlerinde çıkan gürültülerin büyük bir kısmını havada doğan sesler oluşturmaktadır. Adım sesi, eşyaların itilip çekilmesinden kaynaklanan sesler gibi katıda doğup yayılan sesler, bürolarda döşemelerde genelde halı ve lastik esaslı yer döşemeleri gibi esnek gereçler kullanıldığı için sorun oluşturmamaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmaya



göre (Nemecek &Grandjean ,1973) değişik kaynakların kullanıcıları rahatsız etme yüzdeleri

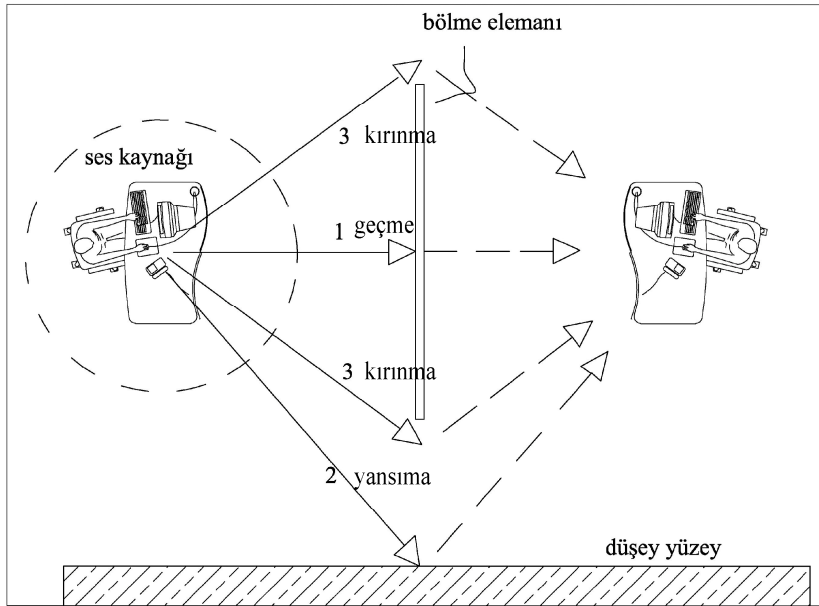
- konuşma % 60
- ofis makineleri % 21
- telefon % 11
- giren çıkan insanlar % 8

şeklindedir (Büyükyıldırım,S.).

Bu nedenle büro hacimlerinde havada doğan sesler açısından kullanıcıların akustik konforunu etkileyen öğeleri belirleyerek buna göre önlem almak gerekir.

Burada özellikle dikkate alınması gereken konu, kaynağın sesinin alıcıya dolaysız olarak ulaşmasının kesinlikle engellenmesi gerekliliğidir. Bunun sağlanabilmesi için ise uygun yükseklik ve biçimde bölme elemanları aracılığı ile kısmen bağımsız çalışma birimleri oluşturulmalıdır.

Şekil 4.2' de belirtilen yolların herhangi bir aracılığı ile alıcıya ulaşan ses, durağan fon gürültüsünü önemli düzeyde aştığında, akustik konforsuzluk kesinlik kazanır. Öte yandan bu yollarla alıcıya ulaşan ses fon gürültüsü ile  $\pm 2$ dB'lik bir ayırım gösterdiğinde akustik konfor önemli ölçüde sağlanmış sayılabilir. İzleyen bölümde sesin alıcıya ulaşma yolları anlatıldıktan sonra buna bağlı olarak alınması gereken önlemler özetlenecektir.



Şekil 4.2 Sesin alıcıya ulaşma yolları

### **Geçme yolu ile alıcıya ulaşan ses**

Geçme yolu ile alıcıya ulaşan sesin azaltılması doğal olarak bölme elemanının ses geçirmezliğinin arttırılmasına bağlıdır. Bölme elemanının ses geçirmezliği ise kütle ağırlığı ile yakından ilgilidir. Yeterli ses geçirmezlik için bölme elemanının kütle ağırlığı 10-20 kg/m<sup>2</sup>'den daha az olmamalıdır. Ayrıca eleman rijitliğinin fazla ve yapısının katmanlı olması da ses geçirmezliğini arttırıcı etki yaratacaktır (Karabiber ,Z.).

### **Yansıma yolu ile alıcıya ulaşan ses**

Yansıma yolu ile alıcıya ulaşan sesler tavan ve duvar (ya da düşey eleman) yutuculuklarının arttırılması yolu ile azaltılmalıdır. Burada özen gösterilmesi gereken konu, yutuculuğu hem ince hem de kalın seslerde yüksek olan gereçlerin kullanılması gerekliliğidir. Yani hem gözeneklilik özelliği olan hem de titreşerek kalın sesleri yutabilen elemanlar seçilmelidir (Karabiber,Z.). Öte yandan çalışma birimlerini sınırlayan bölme elemanlarının açık kısımlarının birbirini görmeyecek biçimde konumlandırılması yataydaki yansıma sorununu ortadan kaldıracaktır.

### **Kırınma yolu ile alıcıya ulaşan ses**

Kırınma yolu ile yani bir engelin kenarlarından dönerek alıcıya ulaşan sesler genellikle dalga boyu uzun olan kalın seslerdir. Bu olayın azaltılması için bölme elemanlarının biçim ve boyları yatayda ve düşeyde akustik gölge oluşmasını sağlayacak biçimde düzenlenmelidir. Söz konusu düzenlemenin etkinliği geometrik etütlerle, akustik hesapların birlikte yürütülmesine bağlıdır.

Mekan içi gürültülerin denetlenmesinde bazı noktaları göz önünde bulundurmak gerekir. Gürültünün denetlenmesinde insan etkeni önemlidir.Hacmin büyüklüğüne göre insan sayısının sınırlandırılması gerekir. Ayrıca kullanıcıların gereksiz yere gürültü çıkarmamaları için bilinçlendirilmesi gerekir. Çünkü gürültüyü çıkarmamak çok daha ekonomik ve olumlu bir davranıştır. İç gürültü denetimi ile ilgili alınabilecek bazı önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz (Karabiber ,Z.).

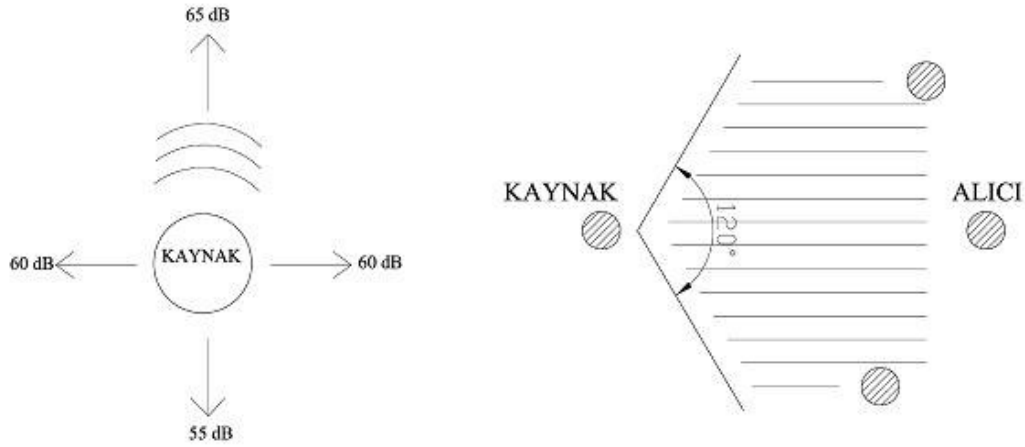
- Kullanılan mobilyaların döşemede fazla gürültü çıkarmasını engellemek için bazı önlemler almakta yarar vardır. Masa , iskemle gibi hareketli mobilyaların ayaklarına lastik ,kauçuk gibi gereçlerden yapılmış esnek gereçler uygulamak.
- Hareketli mobilyaların ayaklarına mafsallı tekerlekler koymak.

- Geniş yüzeyli mobilyaların altına keçe, lastik kauçuk ya da bunların bir bölümünden oluşan sandviç sistemler koymak.
- Hacim içerisinde bulunan gürültü yapıcı gereçleri (telefon, faks, bilgisayar, yazıcı ) eşit olarak dağıtılmak ya da bu tür gereçler büroda en fazla ses yutucu gereçle kapalı özel bölmede toplanmak.

#### 4.1.2 Konuşmanın Anlaşılabilirliği ve Konuşma Gizliliği Açısından Gereksinimler

Açık planlı bürolarda işitsel konforun hedefine ulaşması, büyük oranda konuşmanın anlaşılabilirliği ve konuşma gizliliğinin uygun değerlerde tutulmasına bağlıdır (Cavanaugh).

Konuşmanın iyi anlaşılabilmesinde, kaynağın yeri ve kaynakla alıcının bulunduğu doğrultu önem taşır. Bu nedenle konuşan kişilerin, konuşmaları sırasında birbirlerine yönelmeleri, hem konuşmanın anlaşılması, hem de diğer kullanıcıların rahatsız olmamaları açısından önemlidir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3 Ses kaynağı-alıcı uzaklığı ve doğrultusu

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

Konuşmanın anlaşılabilir olmasında 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 harcayarak konuşmak zorunda kalırlar. Sonuçta telefonda konuşan kişiler, çevrelerindeki diğer kişilere rahatsızlık verir. Bu karşılıklı rahatsız edici etkiyi ortadan kaldırmak için bazı önlemler almak gerekir (Cavanaugh).

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.

Konuşmanın anlaşılabilirliği çeşitli testler yardımıyla tespit edilebilmektedir. Konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşma içersinde geçen kelimelerin ne kadarının anlaşılabilirdiyse, konuşma gizliliği de ne kadarının anlaşılamadığına bağlıdır. Konuşma gizliliği ve konuşma anlaşılabilirliği arasında Denklem 4.1' deki gibi bir bağıntı vardır (Wang,C).

$$\text{SPI (Konuşma gizliliği)} = 1 - \text{STI (Konuşmanın anlaşılabilirliği)} \quad (4.1.)$$

Konuşma gizliliği ve konuşmanın anlaşılabilirliğinin matematiksel ve öznel ifadesi ise Çizelge 4.5. ' verilmiştir.

Konuşma gizliliği ve anlaşılabilirliğinin nesnel ve öznel ifadesi

Konuşmanın anlaşılabilirliği	Puanlama	Konuşma gizliliği
Mükemmel	0,75-1,00	Yok
İyi	0,60-0,74	Yok
İyi	0,45-0,59	Kötü
Zayıf	0,33-0,44	Kötü
Kötü	0,20-0,32	Kabul edilebilir
Kötü	0,1-0,19	Normal (tipik)
Kötü	0,00-0,09	Güvenilir

Wang konuşmanın anlaşılabilirliği ve konuşma gizliliğini puanlandırmak için 0 ile 1 arasında bir skala oluşturmuştur. 0 ile 0,09 arası konuşma gizliliği açısından güvenliken konuşmanın anlaşılabilirliği açısından kötü bir puanlamadır. Tam tersine 0,75 ve 1 arası konuşma anlaşılabilirliği açısından mükemmel iken konuşma gizliliği bulunmamaktadır.

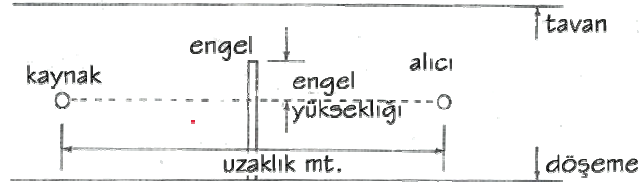
Cavanaugh, bir bürodaki konuşma gizliliğinin, büronun fon gürültüsü ile konuşma yüzünden oluşan gürültünün birbirlerine oranlanması ile anlaşılabilirliğini bulmuştur. Cavanaugh'un hesaplama prosedürü, çeşitli değişkenleri kullanarak ses yalıtımının gücü ile ilgili sayısal bir not vermektedir. "Cavanaugh Yöntemi" aralarında American Society for Testing and Materials (ASTM, 1994) ve U.S. General Services Administration (GSA, 1975) tarafından yapılan araştırmaların da bulunduğu, birçok ofis akustüğünü ölçme çalışmasına yol göstermiştir. Robert W. Young (1965) tarafından ölçüm formülü basitleştirilen ve Rein Pirn

(1971) tarafından açık planlı bürolar için de kullanılabileceği gösterilen Cavanaugh Metodu, akustik düzen ile ilgili en önemli 3 çalışmanın (Egan(1988), Salter (1998) ve Cavanaugh (1999)) akustiği ölçmek için önerdiği yöntem olmuştur.

Bu metod bir büro hacminde istenilen düzeyde konuşma gizliliğini oluşturmak için gerekli ses geçiş düzeyini hesaplar. Basit bir tasarım ve büro alanının kullanım bilgisi ile "kaynak" ve "gürültü azaltım" etkilerinin değerlerini bulur. Kaynak etkisi ile gürültü azaltım etkisi birbirlerinden ayrılmıştır. Cavanaugh bir açık planlı bürodaki akustik konforun, kullanıcı tepkisine bağlı olarak değerlendirilmesine olanak tanıyan bir yaklaşım ortaya koymuştur (Cavanaugh). Bu yaklaşımda, Cavanaugh aşağıdaki beş gruptandırmayı oluşturmuştur.

1. **Ses kaynağı**-Büro hacminde konuşan kişilerin ses düzeyi belirtilmektedir.
2. **Gizlilik derecesi**-Yüksek gizliliğe 15, normal gizliliğe 9 puan verilmektedir.
3. **Kaynak-alıcı ilişkisi**-Tavan ve döşeme yüzeylerinin ses yansıtıcılık özelliklerine ve kaynak-dinleyici arasındaki uzaklığa bağlı olarak bir katsayı belirlenmektedir.
4. **Gürültü engeli**- Engel yüksekliği ve kaynak-dinleyici uzaklığına bağlı olarak bir katsayı belirlenmektedir.
5. **Hacimdeki fon gürültüsü düzeyi**-Hacimde ölçülen ya da tahmini fon gürültüsü düzeyi belirlenmektedir

Sonuç olarak, 1. ve 2. adımda belirlenen değerlerin toplamından, 3. 4. ve 5. adımlarda belirlenen değerlerin toplamının çıkartılmasıyla (Kaynak etkinliği-Gürültü azalımı) elde edilen değer, ilgili skala yardımıyla değerlendirilerek, kullanıcının akustik açıdan hoşnutsuzluk durumu saptanmaktadır (Şekil 4.4). Şekil 4.5'de, yönteme ilişkin bir örnek yer almaktadır. Genel değerlendirmenin yapıldığı skalada belirlenen 24 değeri, konuşma gizliliği açısından aşırı hoşnutsuzluğu göstermektedir.



## KAYNAK ETKİNLİĞİ

## 1. SES KAYNAĞI



## 2. MAHREMİYET DERECESİ



TOPLAM

## GÜRÜLTÜ AZALIMI

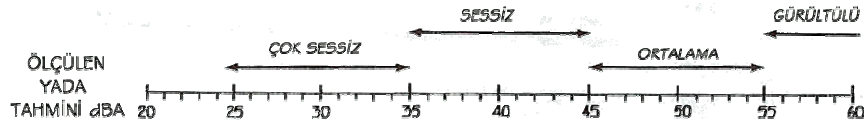
## 3. KAYNAK -ALICI UZAKLIK İLİŞKİSİ

HACİM MALZEME ÖZELLİKLERİ		UZAKLIK MT				
TAVAN	DÖŞEME	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
YANSITICI	YANSITICI	0	3	6	9	12
YANSITICI	YUTUCU	0	4	8	12	15
YUTUCU	YANSITICI	0	5	10	15	20
YUTUCU	YUTUCU	0	6	12	18	24

## 4. GÜRÜLTÜ ENGELİ İLİŞKİSİ

ETKİN ENGEL YÜKSEKLİĞİ	UZAKLIK MT				
	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
0.90	0	3	6	9	12
1.20	0	4	8	12	15
1.50	0	5	10	15	20
1.80	0	6	12	18	24
ENGEL YOK	0	0	0	0	0

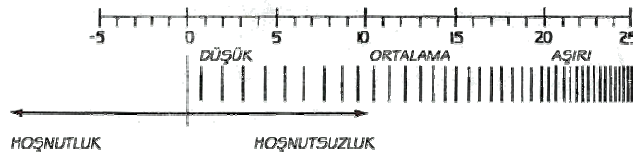
## 5. FON GÜRÜLTÜSÜ DÜZEYİ



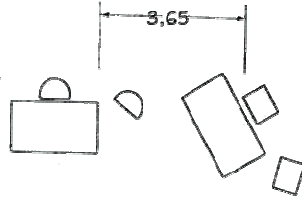
TOPLAM

KULLANICI TEPKİSİ

KAYNAK ETKİNLİĞİ ---GÜRÜLTÜ AZALIMI



Şekil 4.4 Cavanaugh yöntemi



kaynak: karşılıklı konuşma  
döğeme : halı  
tavan : AC tile NRC 90  
fon gürültüsü: 32 dBA

### KAYNAK ETKİNLİĞİ

#### 1. SES KAYNAĞI



60

#### 2. MAHREMİYET DERECESESİ



8

TOPLAM

68

### GÜRÜLTÜ AZALIMI

#### 3. KAYNAK -ALICI UZAKLIK İLİŞKİSİ

HACİM MALZEME ÖZELLİKLERİ		UZAKLIK MT				
TAVAN	DÖŞEME	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
YANSITICI	YANSITICI	0	3	6	9	12
YANSITICI	YUTUCU	0	4	8	12	15
YUTUCU	YANSITICI	0	3	10	15	20
YUTUCU	YUTUCU	0	6	12	18	24

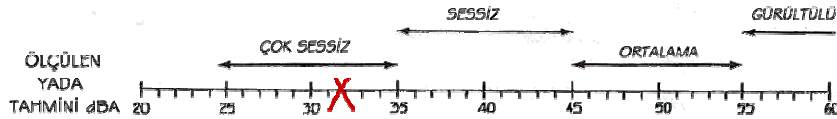
12

#### 4. GÜRÜLTÜ ENGELİ İLİŞKİSİ

ETKİN ENGEL YÜKSEKLİĞİ	UZAKLIK MT				
	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
0.90	0	3	6	9	12
1.20	0	4	8	12	15
1.50	0	3	10	15	20
1.80	0	6	12	18	24
ENGEL YOK	0	0	0	0	0

0

#### 5. FON GÜRÜLTÜSÜ DÜZEYİ



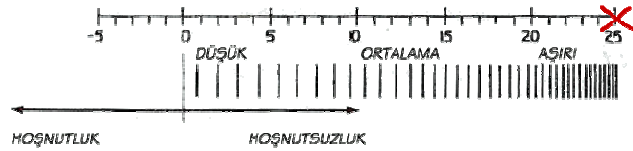
32

TOPLAM

44

KULLANICI TEPKİSİ

KAYNAK ETKİNLİĞİ ---GÜRÜLTÜ AZALIMI 24



Şekil 4.5 Cavanaugh yöntemine hazırlanan örnek

## 4.2 Açık Planlı Bürolarda Akustik Konforun Sağlanması

Bölüm 4.1.' de ayrıntılı olarak açıklandığı gibi, pek çok mekanda olduğu gibi açık planlı bürolarda da işitsel konforun sağlanması , gürültü denetimi ve hacim akustiğine ilişkin önlemlerin gerektiği gibi alınmış olmasına bağlıdır. Bu bölümde çalışmanın amacı doğrultusunda , hacim dışından gelen gürültülerin denetlendiği kabul edilerek , hacim içindeki ses kaynaklarının denetlenmesine yönelik hacimde alınabilecek önlemlere yer verilmiştir. Bu açıdan önem taşıyan denetim etkenleri ;

- hacmin tefrişi
- bölücü elamanlar
- hacmin toplam yutuculuğu

olarak sıralanabilir.

### 4.2.1 Hacmin Tefrişi-Akustik Konfor İlişkisi

Açık planlı bürolarda alanda bulunan kullanıcı sayısının fazla olması ortamda oluşan gürültü düzeyinin artmasına neden olacaktır. Açık planlı büro hacimlerinde bir arada verimli bir şekilde çalışabilecek maksimum kişi sayısının saptanması için bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara göre çalışma gruplarında kişi sayısı arttıkça çalışma verimliliği azalmaktadır. Bu nedenle, açık planlı büro hacimlerinde, çalışma gruplarının 6-10 kişiyi geçmemesinde yarar vardır ( Pile,J.). 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 binalar daha küçüktür. Bu nedenle kullanıcı sayısı, 30-120 kişi arasındaki değerlerde değişmektedir .

Açık planlı yerleşimlerde mobilya sisteminin tasarımı sistemin işitsel etkileri üzerine kurulu üç temel konuya bağlıdır (Pile,J.).

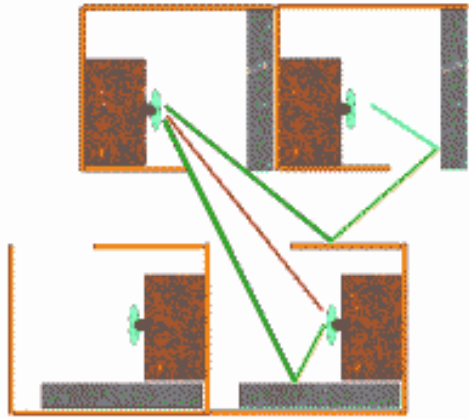


- Mekan kullanıcıları arasında görüş çizgisinin kesintisizliğinden kaçınmak. (Kullanıcılar arası görsel yolun açık olması durumu, sesin aynı yoldan kolayca iletilmesine neden olur.)
- Mümkün olduğunca sesi direk yollarla geçişi engelleyerek bloke eden maksimum kapalılıkta çalışma alanları tasarlamak.
- Açık planlı çalışma alanları ile takım çalışma alanlarının bir arada olması halinde, takım gürültüsünü kontrol altına alan ve mahremiyeti sağlayan tam kat yüksekliğinde hareketli duvarlar ya da yeterli yükseklikte bölücü paneller kullanmak.

Mobilya sistemi, tavan tasarımı/performansı, döşeme kaplama malzemesi ve uygun ses maskeleyen teknolojisi ve gereçlerinin kullanımı ile ilişkili olarak mahremiyeti ve verimliliği sağlamada etkindir (Pile,J.).

Açık planlı büro hacimlerinde kullanıcıların yerleşimi ve hacmin tefrişinin akustik konfora etkisi olduğu bir çok çalışmada tespit edilmiştir. Akustik açıdan hacmin tefrişi ve kullanıcı yerleşiminin başarılı olabilmesi için izlenecek birkaç yol aşağıda belirtilmiştir.

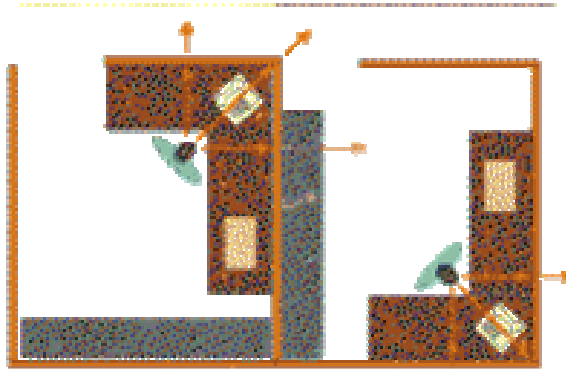
- Büro içinde bulunan makineler ve telefonların dağılımı uniform olmalı ve sesleri çalışma alanının dışına çıkmayacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Konuşma gizliliğinin artması ve dikkat dağınıklığının azalması için iş istasyonları mümkün olduğunca büyük yapılmalı böylece sesin uzaklıkla azalma özelliğinden faydalanılmalıdır.
- İş istasyonları kullanıcıları ses kaynaklarından koruyacak şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6 İş istasyonlarının açık bölümlerinden sesin girişi

- İş istasyonlarını oluşturan yüzeylerde sesi yutacak gereçler kullanılmalıdır.

- Kullanıcıların mümkün olduğunca birbirine uzak yerleştirilmesi sağlanmalıdır (Şekil 4.7.).

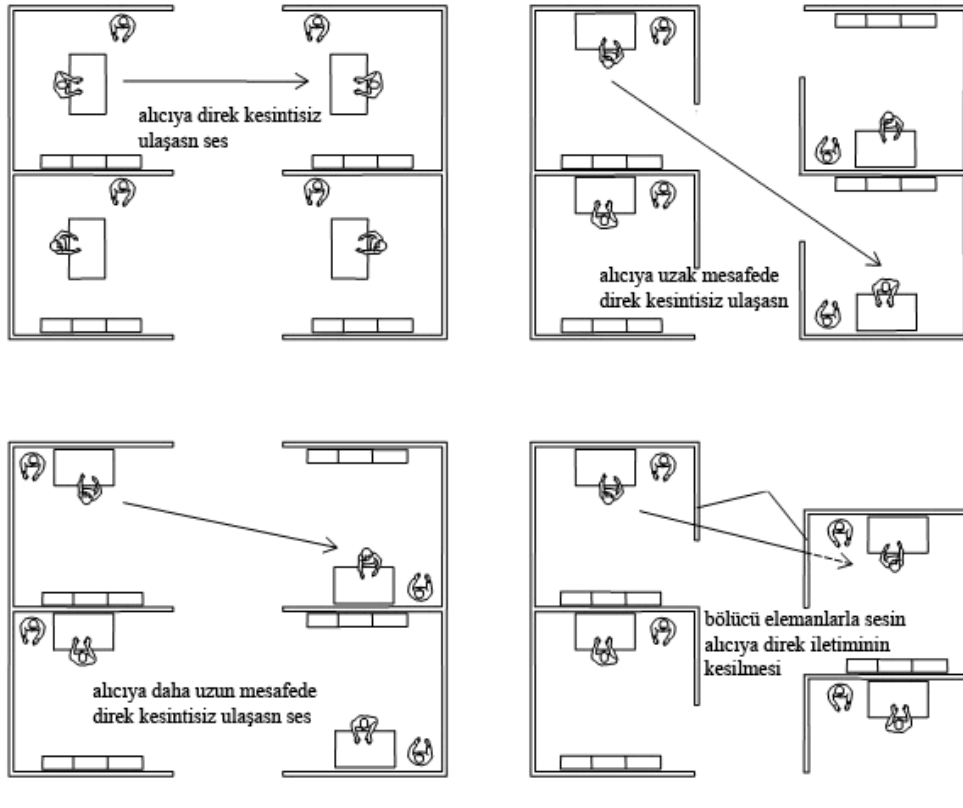


Şekil 4.7 İş istasyonlarında kullanıcı yerleşimi örneği

- İş istasyonlarının açık kısımları sesin yansımaya yolu üzerinde bulunamamalıdır. Böylece çalışma hacmi dışından gelen seslerin direkt olarak çalışma hacmine girmesi önlenmiş olacaktır ( Şekil 4.8.).

#### ZAYIF YERLEŞİMLER

#### GELİŞTİRİLMİŞ YERLEŞİMLER



Şekil 4.8 Çalışma grubu tasarımının sesin iletim yollarına etkisi

#### 4.2.2 Bölücü Elemanlar – Akustik Konfor İlişkisi

Çağdaş bir büro için gerekli olan ferah ve rahat bir mekan ve bu mekanda mahremiyet oluşturmayı sağlayan bölücü elemanlar, günümüz bürolarının vazgeçilmez kurgu elemanlarıdır.

Bölücü elemanlar, bürolarda çalışanların duvarlarla ayrılmalarını önledikleri gibi insanların tamamen açık bir alanda bulunmaktan duyacakları rahatsızlığı da ortadan kaldırır. İnsanların çalışırken birbirlerini görmemesini sağladığı gibi ve farklı birimler arasındaki mesafeleri azaltarak çalışma alanının kullanımını maksimuma çıkarır (Wang.C,1999).

Duvarların yerini alan bu modüler sistemler, ergonomi ve iletişim sistemlerinin her türlü ayrıntısını belirlemesi nedeniyle, tasarımın etken unsurudur. Bölmeler genelde çerçeve ve iç panolardan oluşurlar (Wang.C, 1999).

Günümüzde bürolar verimlilik ilkesine göre bölünmeye başlamıştır. Bölücüler sayesinde çalışanlar için farklı mekan havası yaratılabildiği gibi, bölücü elemanlara, mekan sınırlamanın dışında farklı fonksiyonlar da yüklenmiştir. Bölücü elemanlar kimi zaman büro masasının ayakta durmasını sağlarken kimi zaman da depolama elemanı olarak kullanılabilir (Şekil 4.9). Büro içersinde, bilgisayar, elektrik, telefon hatları da bu elemanlar yardımıyla dağıtılabilir.



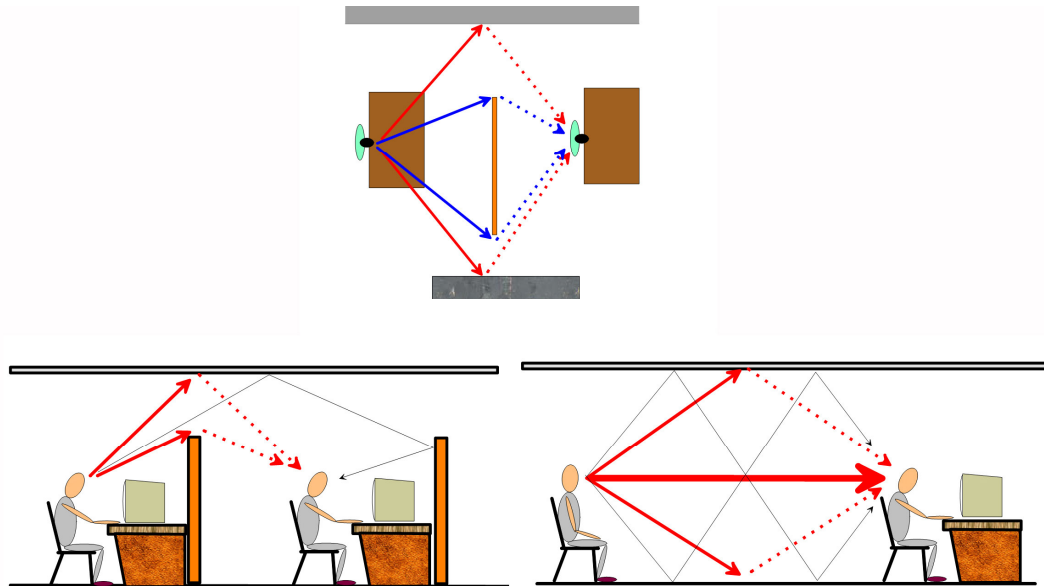
Şekil 4.9 Açık planlı bürolarda bölücü elemanların kullanımına örnekler

Bölme elemanlarını akustik konfor açısından ele aldığımızda, uygun tasarlanmaları durumunda söz konusu elemanlar gürültü engeli özelliği taşıyarak gürültü denetimi açısından önemli yararlar sağlarlar.

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

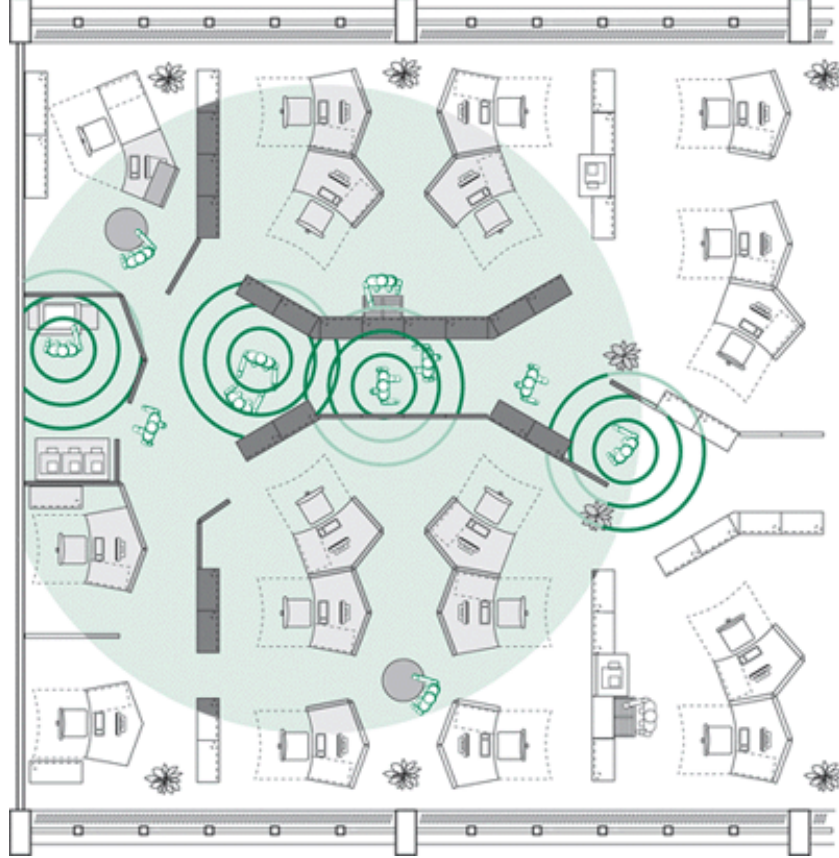
Engelden ötürü kırınmayan (genelde yüksek frekanslı sesler ) sesler engelin arkasında akustik gölge bölgesi oluşturur. Akustik gölge bölgesinde kalan kullanıcılar, kaynaktan gelen sestən fazla etkilenmezler. Hacim içinde kullanılan bir engelin etkinliğinin yüksek olmasında göz önüne alınması gereken etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir .

- Engel amaca uygun olarak yeterli uzunlukta ve yükseklikte olmalıdır.
- Kaynak ile engel arasındaki uzaklık belli değerler içinde kalmalıdır. Çünkü engel kaynaktan uzaklaştıkça etkinliği azalır.
- Açık planlı büro hacimlerinde engelleri kullanırken Şekil 4.10'da görüldüğü gibi engelden ötürü kırınan seslerin yanı sıra, direk tavana giderek yansıyan sesleri de göz önünde bulundurmak gerekir . Tavan yüzeyinden yansıyan sesler tekrar hacme yayılır. Bu nedenle tavan yüzeyinde ses yutucu gereçler kullanarak sesin yansımalarını önlemek gerekir.



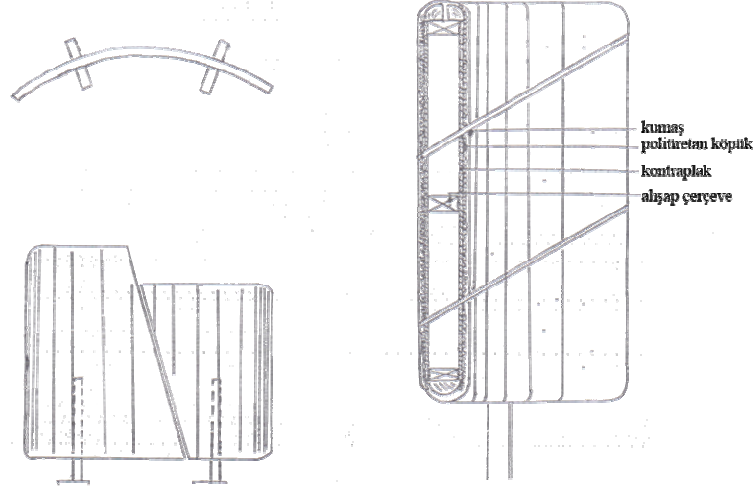
Şekil 4.10 Açık planlı bürolarda bölücü elemanların sesi engellemesi

- Hacimde iki engelin Şekil 4.11’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 hacimlerinde bu tip kırınma olayını önlemek için engelleri birbirinden ayrı yapmamak ya da iki engel arasındaki uzaklığı daha çok açmak gerekir.



Şekil 4.11 Bölücü elemanların birbirine çok yakın yerleştirilmesi durumunda sesin izlediği yol

- Eğer engel çok ince bir gereçten yapılmışsa geçen ses daha fazla olur ve engelin etkinliği azalır. Bu nedenle engelin, kesitinin belli değerde olmasında yarar . Genellikle, kullanılan engel kesitleri yaklaşık olarak 8-10-12cm. arasında değişmektedir ( Büyükyıldırım,S.).
- Engel yüzeyinde kullanılan gereçlerde hacimdeki yansımaları önlemeleri bakımından önem taşır. Bu nedenle engel yüzeylerinin ses yutucu gereçlerle kaplanmasında yarar vardır. Engellerin ek yüzey olarak kullanılması toplam yutuculuğu artırır ve ses düzeyini etkiler. Şekil 4.12 ’de bir engel detayı plan-kesit-görünüş olarak verilmiştir.



Şekil 4.12 Bölme elemanı detayı (Doelle, 1972)

### Bölücü Elemanların Sınıflandırılması

Tasarımcının çalışması doğrultusunda mekan içi doğru ve uygulanabilir bölücü eleman seçilir ve uygulanır. Bu seçimde bölücü duvarların taşıdığı özellikler etkindir. Bu özelliklerine göre bölücü elemanlar kendi içlerinde guruplara ayrılır ve çeşitlilik gösterirler. Bölücü elemanları

- sabit bölücü elemanlar
- sökülebilir bölücü elemanlar
- hareketli bölücü elemanlar

olmak üzere üç şekilde gruplandırmak mümkündür.

### Sabit Bölücü Elemanlar

Sabit bölücülerin bürolarda kullanım sebebi, kullanıcının istekleri doğrultusunda, sabit bölücü ile sınırlanan çalışma mekanının diğer çalışma alanlarından tamamıyla sese, ısıya ve görünmeye karşı koruma amaçlı olarak uygulanmasıdır.

Bölücü duvarlar, tavan ve duvarlara sabit olarak monte edilen ahşap veya metal iskelet dış yüzeylerine panoların monte edilmesi ile oluşturulur. Ses yalıtımlı panolar arasına konulan izolasyon malzemesi, panoların malzemeleri ve dış yüzey formları ile sağlanır (Şekil 4.13).

Ahşap veya metalden hazırlanan taşıyıcı strüktür elemanları arasına tamamen bitmiş veya yarı bitmiş (yüzey kaplamaları, boyası kullanıcıya bırakılmış) panolar monte edilerek bölme duvar sistemi oluşturulmaktadır.



Şekil 4.13 Sabit bölücülere ait örnekler

### **Sökülebilir Bölücü Elemanlar**

Sökülebilir bölücü elemanların bürolarda kullanım sebebi, mekan kurgusunda, son olarak üretilmiş olan bu panoların, montajının, sökülmesinin ve taşınmasının pratik ve kolay olmasıdır. Hatta kullanıcı tarafından bu elemanları kendi başına kurabilmesi ve sökebilmesi önemli özelliklerinden biridir (Şekil 4.14).

İyi düzenlenmiş bölmelerde, camlı eleman, dolu elemanla ve kapılı elemanla uyuşmalı ve gerektiğinde yerleri kolayca değiştirilebilmelidir. Elemanlar aynı doğrultuda veya açılı olarak birbirine monte edilebilmelidir. Bu kullanım özelliklerinden dolayı, belli zaman aralıklarında mekan içersinde mekanın tekrar kurgulanabilmesine olanak sağlaması en önemli özelliğidir.



Şekil 4.14 Sökülebilir bölücülere ait örnekler

Tasarımcının ve mekanın isteklerine göre sökülebilir bölücüler istenildiği takdirde, sese, ısıya, ateşe ve görünmeye karşı mukavemet gösterebilirler. İçinden gerekli kanalların oluşturulması ile elektrik, telefon, bilgisayar vb. hatlarda geçirilebilir.

### **Hareketli Bölücü Elemanlar**

Hareketli bölücü elemanlar mekanda hareketli, sürme bölme ve katlanır sürme bölme paneller olarak kullanılan bölmelerdir. Bu farklılık yüzünden mekanda görsel açıdan farklılık gösterirler.

Hareketli bölücü elemanların, ses ve yangın izolasyonu açısından kullanıldığı mekanın amacına uygun olarak hazırlanması, montaj, maliyet ve ağırlığı açısından önemlidir. Daha çok görsel açıdan yeni oluşturduğu mekanlarda dekoratif tamamlayıcı etki yapması istenilen duvarlardır. Sistem olarak mimari projede sabit olarak monte edilmektedir. Mekanlar arası kapatılmak istenildiğinde ileriye hareket ettirilen katlanır panolar açılarak bir duvar görünümü almaktadır. Tasarımcının ve mekanın isteklerine göre hareketli bölücüler istenildiği takdirde, sese, ısıya, ateşe ve görünmeye karşı mukavemet gösterebilirler (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Hareketli bölücülere ait örnekler

### **4.2.3 Hacmin Toplam Yutuculuğu – Akustik Konfor İlişkisi**

Hacmin toplam yutuculuğu, hacmi kaplayan yüzey malzemelerinin yutma çarpanları ve bunların yüzey alanlarına bağlı olarak belirlenen bir büyüklüktür. Toplam yutuculuğun az ya da çok olması, hacmin yansımış ses düzeyini etkiler. Dolayısıyla hacmin toplam yutuculuğu, hacimdeki ses düzeyinin koşullara göre olumlu ya da olumsuz yönde etkilenmesine neden olur.



Hacimde ses düzeyinin olumsuz yönde etkilenmesi, konfor koşullarının bozularak gürültü sorununun ortaya çıkması, gürültü denetimi açısından önemli bir konudur.

Hacmin toplam yutuculuğu (A);

- hacmin iç yüzeylerinin toplam yutuculuğu (Ay),
- insan-eşya gibi nesnelerin toplam yutuculuğu (Ab) ve
- havanın yutuculuklarının (Ah) ,

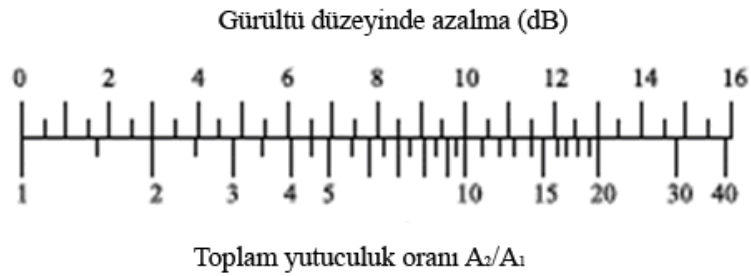
toplamından oluşur.

Genelde, hacmin iç yüzey geç yutuculuklarının dışında kalan insan, eşya ve hava önceden hacmin fonksiyon ve büyüklüğüne göre belirlenmiş ve değişmesi pek düşünülmeyen etkenlerdir. Hacmin yüzey yutuculuğu ise hacimdeki iç yüzey malzemelerinin yutuculukları ve yüzeylerinin çarpımlarının toplamından oluşmaktadır.

Dolayısıyla, hacmin toplam yutuculuğu konusunda yapılacak değişiklikler, doğrudan iç yüzey yutuculuklarıyla ilgili bir konu olmaktadır. Gürültü düzeyinde yüzey yutuculuklarından kaynaklanan değişim, Denklem 4.2. ile hesaplanabilmektedir.

$$GA = 10 \log A_2 / A_1 \quad (4.2)$$

Gürültü düzeyindeki azalma (GA), Denklem 4.1.'den de görüldüğü gibi çok yutucu (A2) ve az yutucu (A1) olmak üzere birbirinden farklı toplam yutuculuklar arasındaki orandan yararlanılarak belirlenir. Örneğin toplam yüzey yutucuğunun yarıya inmesi, hacimdeki yansımış ses düzeyinde 3 dB'lik bir azalmaya neden olmaktadır. Toplam yüzey yutuculuğun 4 kat azalması ise ses düzeyinin 6 dB artması anlamına gelir. Hacmin toplam yutuculuğu değişimleri ve gürültü düzeyindeki değişim Şekil 4.16'da yer almaktadır.



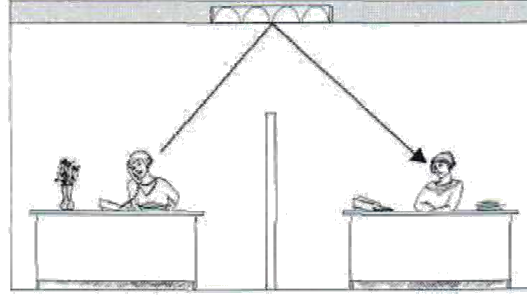
Şekil 4.16. Hacmin toplam yutuculuğuna bağlı olarak gürültü düzeyindeki değişim (Şerefahanoğlu,M.)

Hacmin akustik ortamını etkileyen büyük yüzeylerin yer aldığı açık planlı bürolarda da iç yüzey gereç seçimi son derece önemlidir. Bu açıdan hacmin toplam yutuculuğunu arttıracak mümkün olduğunca yutucu gereçler kullanılması gerekir. Öte yandan , gereç seçiminde tek etken kuşkusuz gerecin akustik özellikleri değildir. Bu açıdan

- frekanslardaki ses yutma katsayıları,
- görünüş (boyut, kenarlar, birleşimler, renk, doku),
- yangına dayanıklılık ve alev yayılımına direnç,
- montaj maliyeti,
- montajı kolaylaştırma,
- dayanıklılık (darbeye, mekanik zedelenme ve aşınmalara direnç),
- ışık yansıtıcılığı,
- bakım, temizleme, ses yutucu malzeme üzerine tekrar dekorasyonun etkisi, bakım maliyeti
- çalışma koşulları (sıcaklık, nem),
- hacim elemanlarıyla entegrasyon (kapılar, pencereler, aydınlatma sabitleri, ızgaralar, radyatörler).
- kalınlık ve ağırlık,
- nem,
- asma tavanlar ya da çıtalanmış boşluklara geçit,
- ısısal yalıtım değeri,
- böcekleri çekme, küf, mantar,
- sökülebilirlik,
- uygun ses yalıtımına aynı anda gereksinim,

gibi gereç özellikleri de önem taşımaktadır. Yapılacak değerlendirmelerle optimum gereç seçimine gidilmesi gerekir

Açık planlı bürolarda akustik konforun sağlanması, buraya değin sıralanan önlemlerin tümünün birden alınmasına bağlıdır. Öte yandan uygulamalarda, özellikle kırınma yoluyla gelen seslerin istenen ölçüde azaltılması, bölme elemanı boyutlarının kimi zaman neredeyse kapalı mekan oluşturacak biçimde büyümesine yol açtığından, olanaklı olamamaktadır. Bu gibi durumlarda konuşma gizliliğinin artırılması amacıyla fon gürültüsünün yapay olarak yükseltilmesi yoluna gidilmesi gerekmektedir. Bu yöntemde ülkemizde yeni yeni uygulanmaya başlanan ses maskeleyme sistemleri ile sağlanabilmektedir (Şekil 4.17).

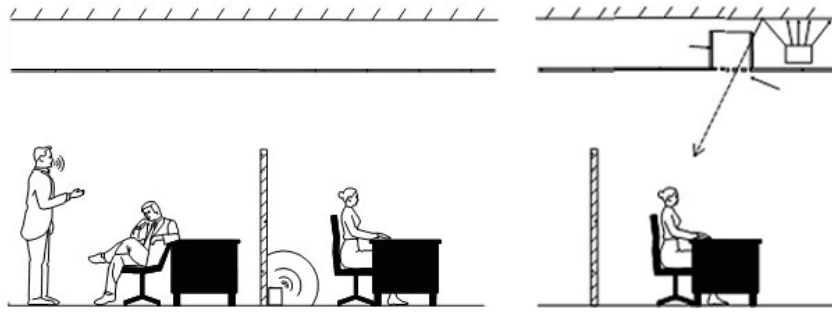


Şekil 4.17 Ses maskeleye sistemine ait bir örneğin şematik gösterimi

Ses maskeleye, gürültüyü ve konuşmaya özgü rahatsızlıkları maskeleyen ; sabit, geniş bantlı, düşük ses düzeyi olarak tanılanmaktadır. Bu sistemler genellikle, ses sinyali üreten, sinyali şekillendiren veya eşitleyen ve sinyali kuvvetlendiren elektronik aletlerle sağlanmaktadır

Fon gürültüsünün yapay olarak yükseltileceği düzey, geçme ya da yansıma yolu ile alıcıya ulaşan sesin düzeyi olarak belirlenir. Böylelikle fon gürültüsünün dolaylarında değişim gösteren konuşma seslerini, alıcının ayırt etmesi son derece güçleşir. Bu olgu alıcıya iki yönlü yarar sağlar; birincisi dikkatinin dağılması engellenir, ikincisi kaynağın sesi duyulsa da konuşma anlaşılmaz. Öte yandan fon gürültüsünün yapay olarak yükseltilmesinde başarıya ulaşmada özen gösterilecek önemli noktalar olduğu da unutulmamalıdır. Aşağıda bunların birkaçı sıralanmıştır.

- Yükseltilmiş fon gürültüsü düzeyi, büro hacmi için gerekli kabul edilebilir gürültü düzeyi değerlerini kesinlikle aşmamalıdır ve mekan içinde olabildiğince az değişim göstermelidir.
- Yükseltilmiş fon gürültüsü kaynaktan yani hoparlörlerin asma tavan sistemindeki yeri işitsel olarak kesinlikle belirsiz olmalıdır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Ses maskeleye sistemi montajının şematik gösterimi

- Fon gürültüsü zaman içinde uzun ya da kısa periyotlarla değişim ya da dalgalanma göstermemelidir.
- Yükseltiştir fon gürültüsünün taytsal yapısı normal büro etkinliklerinin yol açtığı gürültüye benzemelidir ve ayırt edilebilir frekans bileşenlerine sahip olmamalıdır.

## 5. AÇIK PLANLI BÜROLARIN AKUSTİK TASARIMI İLE İLGİLİ GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN ÇALIŞMALARLA ÖRNEKLER

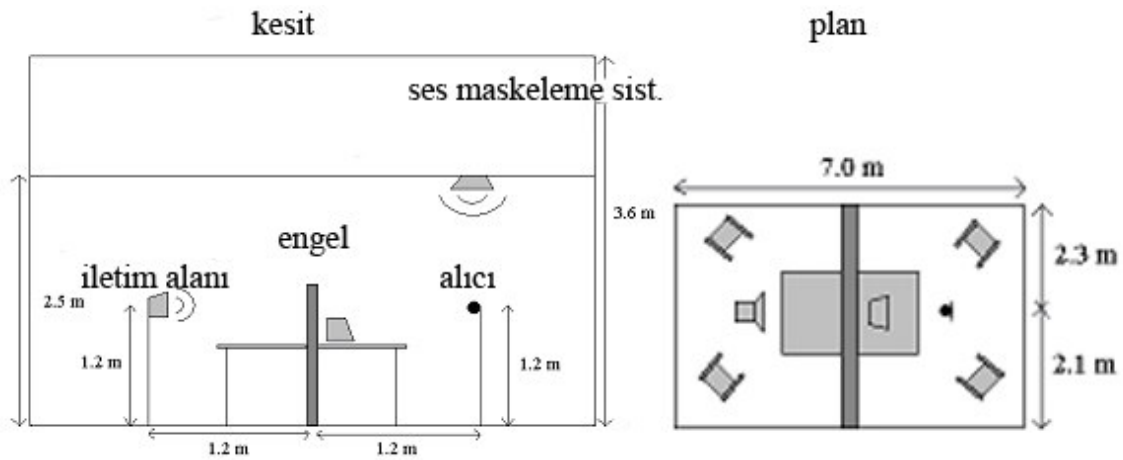
Açık planlı büro hacimlerinde kullanıcı memnuniyeti sağlayan en önemli etkenlerden birinin akustik konfor olduğu yıllardır bilinmektedir ve günümüze değin bu konuda bir çok çalışma, analiz ve gözlem yapılmış olup , yapılmaya devam edilmektedir.

Açık planlı büro hacimlerinde işitsel konfor koşullarının değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışma kapsamında, konuyla ilgili olarak incelenen çalışmalardan tipik örnekleri oluşturanlara ilişkin genel bilgiler aşağıda verilmiş, daha sonra çalışma sonuçlarının genel eleştirisi yapılmıştır.

### 5.1 Acoustics in Open-Plan Offices – A Laboratory Study (Açık Planlı Bürolarda Akustik-Bir Laboratuar Çalışması)

Mimarlara büro tasarımı sırasında akustik açıdan genel planlama ilkelerini ortaya koymayı amaçlayan bu çalışma , laboratuar ortamında deneysel yöntemlerle gerçekleştirilmiştir (Jukka Keränen, 2002).

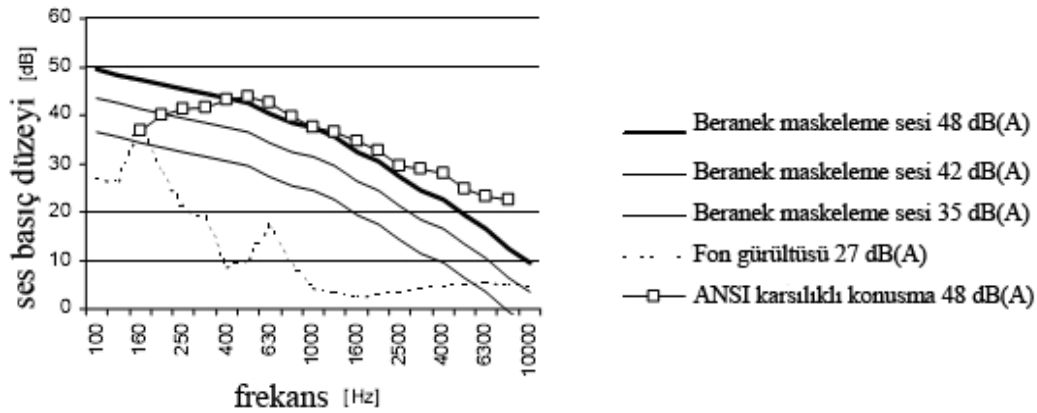
Çeşitli anket çalışmalarına göre açık planlı büro yapılarında komşu ve bitişikteki çalışma gruplarından gelen konuşmalar en dikkat bozucu sesler olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada açık planlı büro tasarımı en önemli amacın, konuşmanın ve istenmeyen seslerin anlaşılabilirliğinin azaltularak çalışanların dikkatinin dağılmamasının sağlanması olduğu önemle vurgulanmıştır.



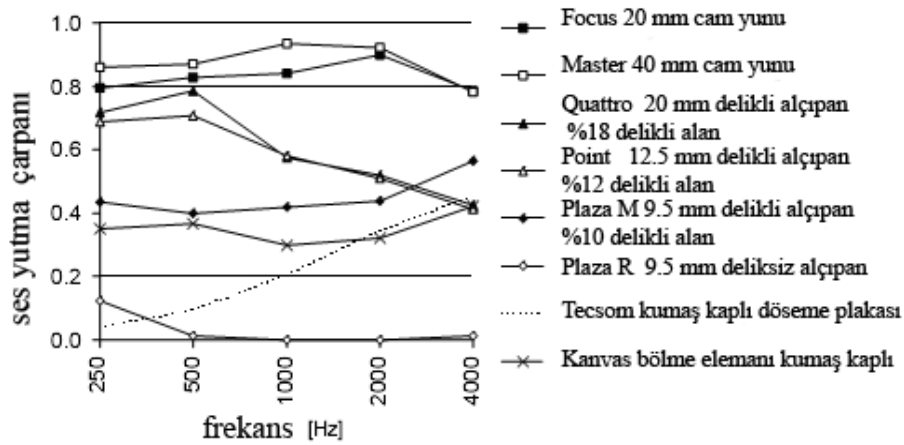
Şekil 5.1 Deney düzeneği kesit ve planı

Şekil 5.1.'de görüldüğü gibi deney düzeneğinin ortasında bulunan ve duvardan duvara uzanan bölme elemanı, hacmi alıcı bölgesi ve kaynak bölgesi olmak üzere iki alana ayırmaktadır. Kaynak bölgesinde bulunan yerden 1.2 m yükseklikteki hoparlör konuşmacıyı temsil etmekte, alıcı bölgesinde alıcı görevini ise gene yerden 1.2 m yükseklikte konumlandırılmış bir mikrofona sağlamaktadır. Tavanda fon gürültüsü oluşturması için ikinci bir hoparlör kullanılmıştır.

Ölçümler 35,42 ve 48 dB(A) olmak üzere 3 düzeyde fon gürültüsü altında yapılmıştır. Ayrıca ses maskeleyici düzenek olmadan da bir ölçüm yapılmıştır. Hacimde fon gürültüsü yaklaşık 27 dB olarak ölçülmüştür. Maskeleyici sistemi için Beranek'in önerdiği konuşma tayf yapısına benzer bir tayf yapısı oluşturulmuştur (Şekil 5.2.). Deney düzeneğinde kullanılan malzemelere ait ses yutma çarpanları Şekil 5.3. de verilmiştir.



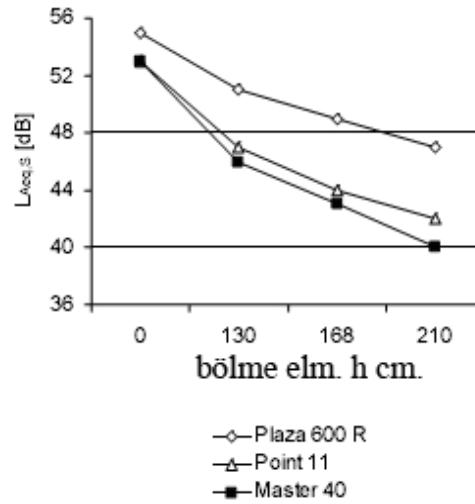
Şekil 5.2 Deney düzeneğinde kullanılan ses düzeyleri



Şekil 5.3 Deney düzeneğinde kullanılan malzemelerin ses yutma çarpanları

Ölçülen nicelikler; RASTI (rapid speech transmission index :hızlandırılmış konuşma iletim göstergesi) ve alıcı noktasında ölçülen ses düzeyidir. RASTI konuşmanın anlaşılabilirliğini belirleyen etkenlerden, fon gürültüsünden en çok etkilenen ve konuşma mahremiyetinin belirlenmesi açısından en karakteristik olanıdır.

Şekil 5.4 de ise üç farklı tavan malzemesi altında yapılan çalışmada farklı bölücü eleman yüksekliklerine göre toplam ses düzeyindeki değişim görülmektedir. Şekil 5.4.'den de anlaşılacağı gibi en yutucu malzeme olan Master 40 ile toplam ses düzeyi en düşük değerdedyken, en yansıtıcı malzeme olan Plazma 600 R kullanıldığında ise toplam ses düzeyinin en yüksek değerde olduğu görülmektedir.



Şekil 5.4 Bölme elemanı ses düzeyi ilişkisi

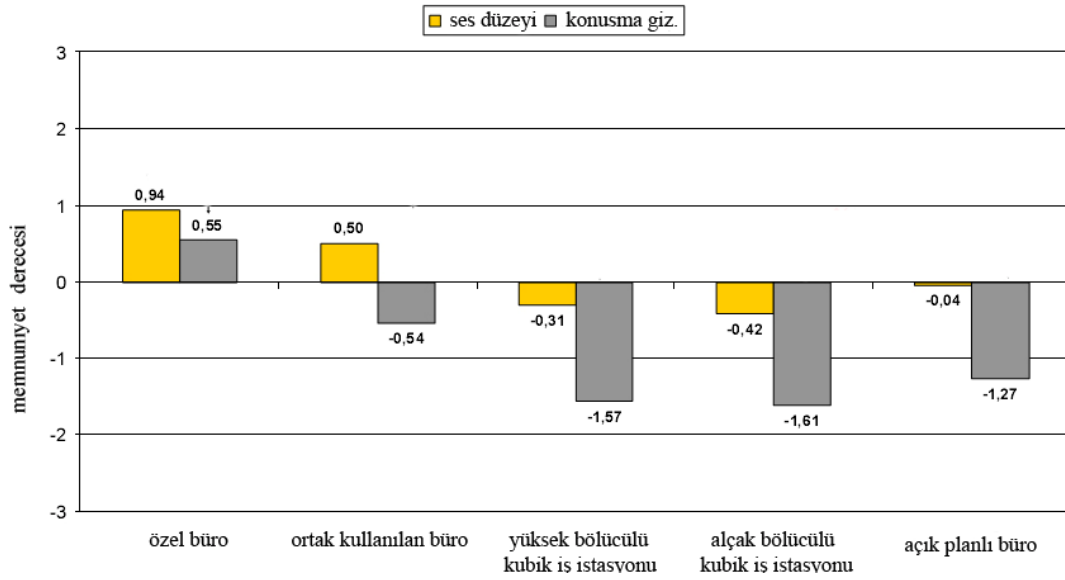
Deneysel bir ortamda yapılan çalışma, sesin etkili bir şekilde zayıflaması ve düşük anlaşılabilirlik için etkili bir tasarım gerekliliğini vurgulamıştır. Tasarımı yapan mimar ya da mühendisin tasarımında fon gürültüsü düzeyi, tavan yüksekliği, tavan malzemesi, bölme elemanı yüksekliği ve malzemesini eş zamanlı olarak düşünmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

## 5.2 Acoustical Quality in Office Workstations, As Assessed by Occupant Surveys (Kullanıcı Anketlerine Göre Büro İşstasyonlarında Akustik Kalite)

Bu çalışma CBE (The Center for Built Environment) adlı kuruluş tarafından 142 binada 23.450 büro kullanıcısı üzerinde yapılan, bürolarda çevresel ortamın kullanıcı memnuniyetine etkisini araştıran istatistik ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesine dayanmaktadır (KL Jensen, 2005).

Anket çalışmasına yönelik sorular büro düzeni (işleyişi), büro tefrişi, ısısal konfor havalandırma kalitesi, aydınlatma, akustik ,bina bakımı ve bina temizliği gibi başlıkları içermektedir. Her başlık için belli sorular oluşturulmuş ve verilen cevaplara göre memnuniyet derecesi -3 ve +3 arasında puanlanarak memnuniyet dereceleri belirlenmiştir.

Akustik ortam koşullarının değerlendirilmesine yönelik sorular, gürültüden rahatsızlık ve konuşma gizliliğinin sağlanamaması başlıkları altında ele alınmıştır.Şekil 5.5 deki grafik yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, değişik büro tiplerindeki işitsel memnuniyet derecesini göstermektedir.



Şekil 5.5 Değişik büro tiplerindeki işitsel memnuniyet derecesini göstermektedir.

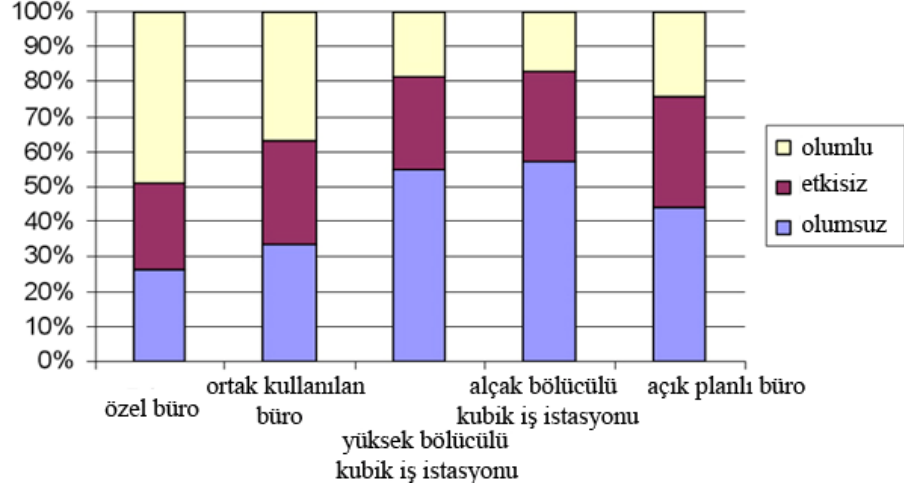
Buna göre özel bürolar ve ortak kullanılan bürolar dışında tüm büro tiplerinde ses düzeyinden memnuniyetsizlik vardır. Konuşma gizliliği açısından ise özel bürolar dışında tüm büro tiplerinden memnuniyetsizlik bulunmaktadır.

İkinci bir belirleyici kriter olarak kullanıcılara ortamda oluşan akustik rahatsızlığın iş yapmalarını engelleyip engellemediği sorulmuş olup, sonuçlar aşağıdaki grafikte ifade edilmiştir .

Burada da özellikle açık planlı ve serbest düzenli bürolarda çalışan kullanıcıların % 50' sinden fazlası akustik memnuniyetsizliğin iş yapmalarına olumsuz etki yaptığını belirtmiştir.Ortak kullanılan büro tiplerinde ise kullanıcılarının % 40' a yakını bu şekilde yorumda bulunmuştur. Ancak özel bürolarda bu memnuniyetsizlik oranının daha düşük



olduğunu Şekil 5.6.'da açıkça görülebilmektedir.



Şekil 5.6 Değişik büro tiplerinde ortamda oluşan akustik rahatsızlığın iş verimine etkisi

Anket kapsamında ayrıca , kullanıcıların büro içersinde en çok hangi gürültü kaynağından rahatsız oldukları sorulmuştur. En çok rahatsızlık yaratan eylemlerin ;

- telefon konuşmaları %71,4
- kişiler arası konuşmalar %73,4
- komşu hacimlerde konuşan insanlar %71,6
- tesisat ,iklimlendirme sistemleri %21,4
- telefon çalması %31
- büro araç-gereçleri %21,6

olduğu görülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre gürültü düzeyi ve konuşma gizliliğinin açık planlı büro tasarımında farklı kavramlar olduğunu söylenebilmektedir. Bu çalışma ilgisiz konuşmaların ve kesintili gürültülerin (örneğin telefon çalması) çalışanların konsantrasyonunu bozduğunu istatistik verilere dayanarak ortaya koymuştur. Bu tür istenmeyen seslerinde akustik memnuniyetsizliğe yol açtığı kullanıcı anketlerinden de anlaşılmaktadır.

### 5.3 Acoustical Design İn Open Plan Offices ( Açık Planlı Bürolarda Akusti Tasarım)

J.S. Bradeley tarafından NRC (The National Research Council of Canada Institute) adlı kuruluş için yapılan bu çalışmada genel olarak işitsel konforun sağlanması için en önemli faktörlerden birinin konuşmanın gizliliği olduğu vurgulanmış ve konuşma gizliliğini kabul edilebilir değerlerde tutmak için yapılabilecek çalışmalar özetlenmiştir ( J.S. Bradley ,2001).

Tüm iş sektörleri aynı derecede akustik mahremiyet gerektirmemekle beraber yüksek konsantrasyon ve gizlilik gerektiren durumlar için açık planlı bürolar uygun olmayabilir. Tüm sistem olarak iyi organize edilmiş şekilde oluşturulan açık planlı bürolarda belirli ölçüde iyileştirme sağlanabilir. Ancak tüm sistemi oluşturan öğelerden herhangi birini ihmal edilmesi çeşitli akustik sorunlarının oluşmasına neden olur.

Akustik sorunların en başında geleni konuşma gizliliğidir. Çünkü bu hem konuşmalarınızın başkaları tarafından işitilmemesi, hem de konuşmaların yakın veya bitişikteki kullanıcılara ulaşarak onları rahatsız etmemesi gerekir. Daha önce yapılan birçok çalışma ve ankette de istenmeyen konuşmaların özellikle açık planlı bürolar açısından en rahatsız edici sesler olduğu ortaya konmuştur.

Konuşmanın anlaşılabilirliği ve konuşma gizliliği arasında ters orantılı bir ilişki vardır.En düşük konuşma anlaşılabilirliği en iyi konuşma gizliliğine karşılık gelmektedir. Konuşma gizliliğinin uygun değerde olması için konuşma anlaşılabilirliğinin düşük değerde olması gerekir. J.S. Bradley tarafından yapılan çeşitli deneysel çalışmalarda aşağıdaki düzenekler oluşturularak yaklaşık olarak aynı konuşma anlaşılabilirliği değeri sağlanmaya çalışılmıştır. Çizelge 6.1. de J.S. Bradley tarafından yapılan çeşitli deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçları görülmektedir.

Çizelge 6.1 J.S. Bradley tarafından yapılan çeşitli deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar

Yapı Elemanı	A	B	C	D
Tavan yutuculuğu	0.90	0.95	0.97	0.95
Panel yüksekliği	1.7 m	1.6 m	1.7 m	1.7 m
Panel yutuculuğu	0.70	0.70	0.70	0.80
İşistasyonu	3 m x 3 m	3 m x 3 m	3 m x 3 m	2.5 x 2.5 m
Döşeme yutuculuğu	0.20	0.20	0.20	0.20
Panel STC	21	21	21	21
Tavan yüksekliği	2.7 m	2.7 m	2.7 m	2.7 m
Armatürler	Yok	Yok	Parabolic	Yok
SII	0.20	0.20	0.19	0.20

Çizelgedan elde edilen verilere göre ;

- A olarak numaralandırılan tasarımda tavan yutuculuğu 0.90, panel yüksekliği 1.70 m. iken SII (konuşma anlaşılabilirliği indeksi) 0.20 olarak elde edilmiştir ,
- B numaralı tasarımda A dan farklı olarak daha düşük bölme elemanı yüksekliği kullanılmış ancak buna karşın tavan yutuculuğu artırılarak aynı değere ulaşılmıştır ,
- C numaralı tasarımda parabolik panjurlu aydınlatma aygıtı kullanılmış ancak buna karşılık tavan yutuculuğu artırılmış ve SII 0.19 olarak bulunmuştur ,
- D numaralı tasarımda ise daha küçük boyutlarda bir iş istasyonu oluşturulmuş ancak buna karşılık bölme elemanı ve tavan yutuculuğu A durumuna göre artırılmıştır ve yine SII 0.20 olarak elde edilmiştir.

Yapılan çalışma göstermiştir ki konuşmanın anlaşılabilirliği ve konuşma gizliliği, farklı etkenlere bağlıdır ve bu etkenler üzerinde gerekli düzenlemeler yapılarak optimum bir değere ulaşılmaya çalışılmalıdır.

## 6. AÇIK PLANLI BÜROLARDA AKUSTİK SORUNLARIN VE DENETİM ÖNLEMLERİNİN ÖRNEKLEME YOLU İLE ORTAYA KONMASI

Tez çalışması kapsamında, İstanbul’da yer alan iki büro, açık planlı bürolarda yaşanan akustik sorunları örnekleme amacıyla incelemeye alınmıştır. Her iki büroda da, öncelikle mevcut işitsel konfor durumunu belirlemek üzere gürültü düzeyi ölçmeleri gerçekleştirilmiş, daha sonra uygun akustik ortam koşullarını oluşturmaya yönelik önlemler ile ilgili inceleme ve değerlendirmeler yapılmıştır. Hacimlerden bir tanesi ‘Sitecco Büro Hacmi’ büyük hacimli konuşma gizliliğinin ön planda olduğu tasarım yapılan , işe odaklanma gerektiren bir hacim örnekleme amacıyla seçilmiştir. Diğer hacim ‘Bosch Büro Hacmi’ daha küçük , personel sayısı fazla konuşma gizliliğinin ön planda olmadığı bir hacmi örnekleme amacıyla seçilmiştir. Hacimlere ilişkin akustik hesaplar, günümüzde kullanımı oldukça yaygın olan Odeon 8.0 simülasyon programı ile gerçekleştirilmiştir (Odeon,2006). Söz konusu program, ışınsal analizler yardımıyla, hacim akustiği parametrelerinin çok büyük yaklaşıklıkla belirlenmesini sağlamaktadır. Her iki hacmin de bilgisayar ortamında modellenmesi yapıldıktan sonra, Odeon programına aktarılmış ve hacim akustiği parametrelerine ilişkin değerlendirmeye alınması gereken hesaplar gerçekleştirilmiştir.

### 6.1 ÖRNEK 1- Sitecco Açık Planlı Büro Hacmi

Aydınlatma sektörünün önde gelen firmalarından biri olan Sitecco’nun İstanbul Kartal E5 karayolu yakınlarında olan fabrika binasının ikinci katı açık planlı büro olarak tasarlanmıştır (Şekil 6.1). Dikdörtgen planlı olan büro katının boyutları 47 m x 23.4 m olup, toplam alanı yaklaşık 1100 m<sup>2</sup>’dir. Toplam alanın 800 m<sup>2</sup>’si açık planlı büro olarak kullanılmaktadır (Şekil 6.2.). Kat yüksekliği 2.60 m. olan büronun hacmi 2860 m<sup>3</sup>’tür. Akustik konfor açısından önem taşıyan, yapıya ve büro hacmine ilişkin diğer özellikler aşağıda yer almaktadır.

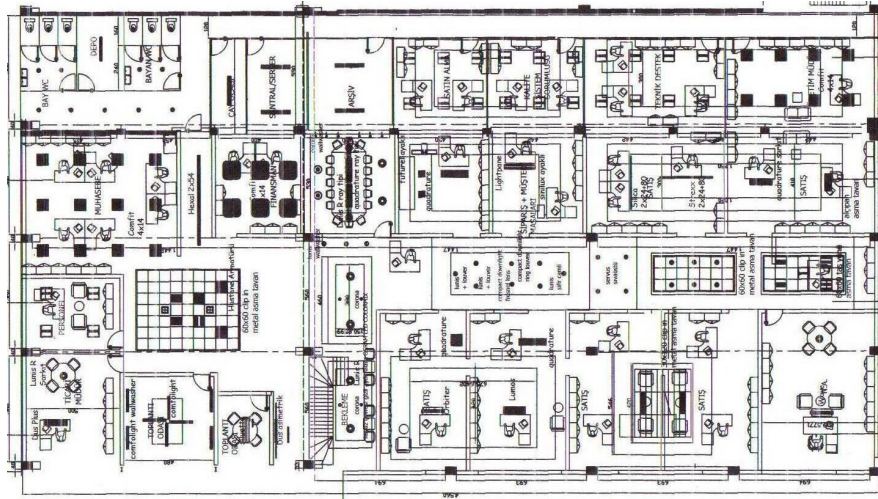
- Hacmi çevreleyen yapı kabuğu cam ve duvar olarak oldukça yansıtıcı yüzeylerden oluşmaktadır. Dolu kısımlar 20 cm kalınlığında gaz betondur ve hacim iç yüzeylerinde alçı sıva üzeri plastik boya kullanılmıştır.
- Döşemeler ses açısından oldukça yansıtıcı olan granit kaplamadır (Şekil 6.3.).
- Binayı örten çatı, makaslar üzerine oturan poliüretan yalıtımlı sandviç sistem olup asma tavan sistem ile saklanmıştır. (Şekil 6.4.).
- Asma tavanın bir bölümü alçıpan levhalardan, bir bölümü de taş yünü asma tavan

levhalardan oluşmaktadır. Tavanda Sitecco aydınlatma armatürleri kullanılarak hem aydınlatma sistemi sağlanmış hem de firma kendi ürünlerini sergilemiştir.

- Çalışma grupları arasında 1.50 m yüksekliğinde ,1.00 m.'lik bölümü alüminyum, 0.50 m.'lik bölümü de camdan oluşan bölücü elemanlar bulunmaktadır (Şekil 6.5.).
- Kullanım saatleri sabah 9.00-akşam 19.00 olan hacimde 37 kişi çalışmaktadır.
- Hacimde etkili başlıca gürültü kaynakları; konuşma , telefon sinyal sesi, büro araç gereçleri ve çalıştığı zamanlar imalat katında bulunan kreynlerin çıkardığı seslerdir.



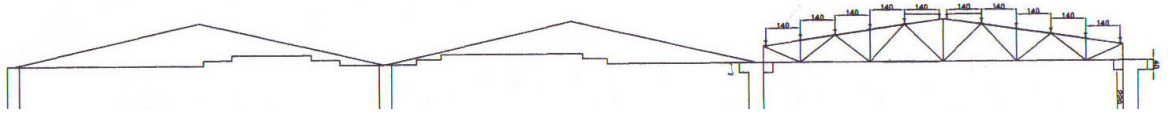
Şekil 6.1 Sitecco yapısının dış görünüşü



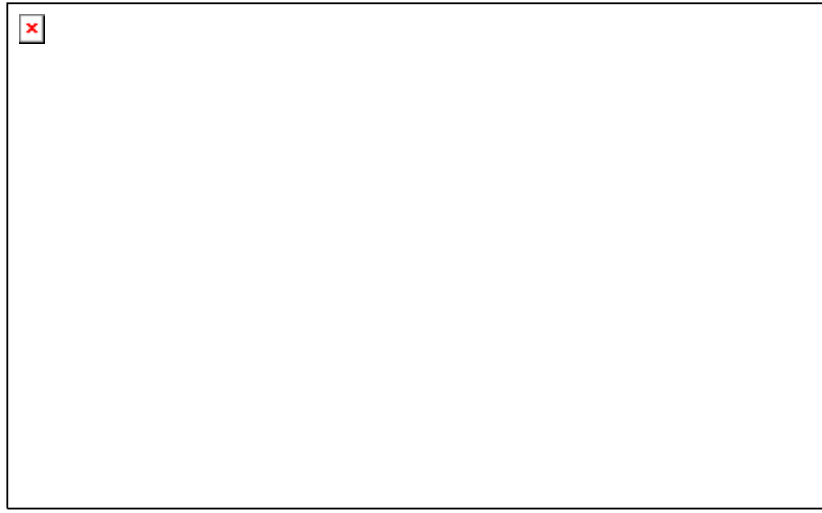
Şekil 6.2 Sitecco bürosu kat planı



Şekil 6.3 Sitecco büro haciminden görüntüler



Şekil 6.4 Sitecco büro hacmi çatı kesiti



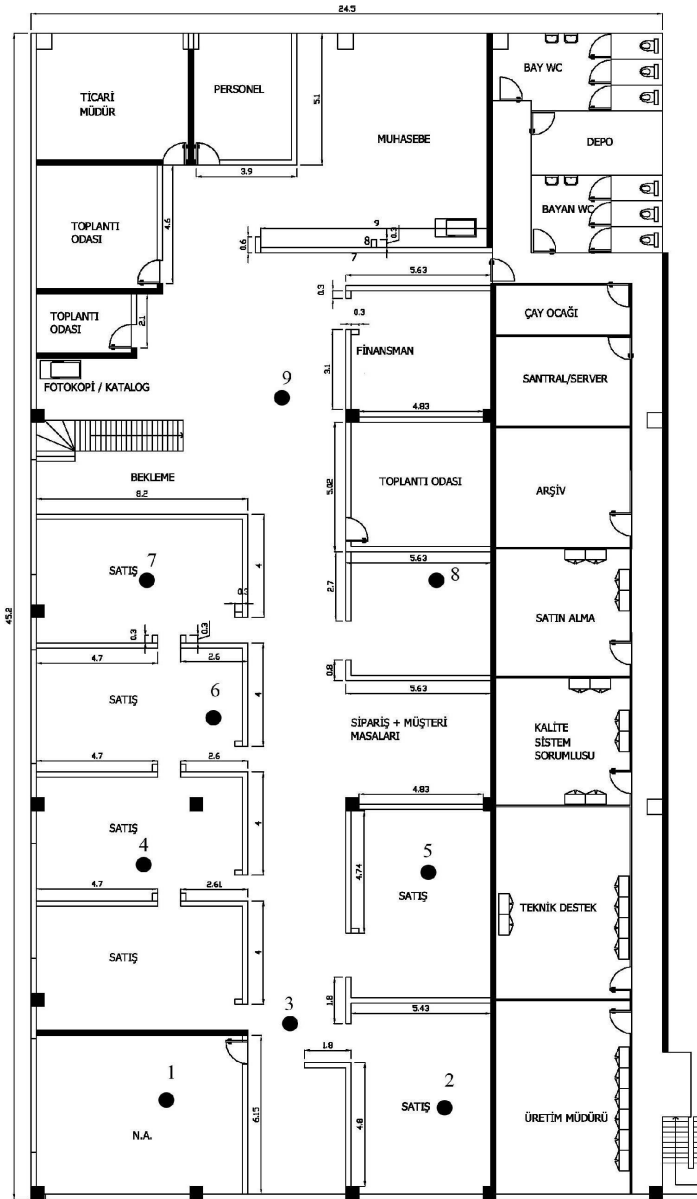
Şekil 6.5 Sitecco büro hacminde kullanılan bölücü eleman kesiti

### 6.1.1 Ölçme ve değerlendirmeler

Sitecco firmasının açık planlı büro hacminin akustik açıdan mevcut durumunu belirlemek amacıyla gürültü düzeyi ölçmeleri gerçekleştirilmiştir. Hacmin özellikleri göz önüne alınarak 9 adet ölçme noktası belirlenmiştir (Şekil 6.6.). TS 9315/ISO 1996-1 (Anon, 1996)'e uygun olarak gerçekleştirilen ölçmelerde, Brüel&Kjaer Precision Integrating Sound level meter (Type2236) kullanılmıştır.

Hacimde etkin gürültü kaynağının konuşma olması nedeniyle, ölçmeler döşemeden 1.10 m yükseklikte gerçekleştirilmiştir. Ölçmelerde eşdeğer sürekli gürültü düzeyinin yanı sıra, gürültünün zaman içindeki durumunu değerlendirmeye olanak sağlayan istatistiksel düzeyler de ölçülmüştür.

Ayrıca, 125 Hz-4000 Hz arasında oktav aralıklarla gürültü düzeyleri ölçülerek, frekans analizi yapılmıştır. Çizelge 6.1.'de görülen gürültü düzeyleri, her ölçüm noktasında gerçekleştirilen onar dakikalık ikişer ölçmenin ortalamasıdır.



Şekil 6.6 Siteco bürosunda ölçüm yapılan noktalar

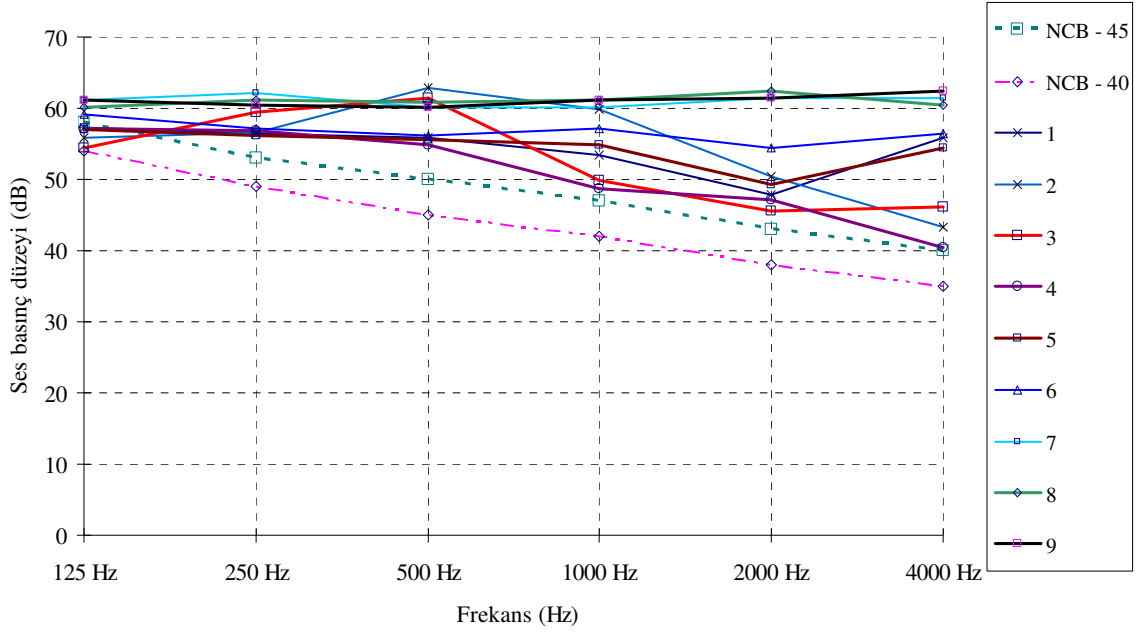
Türkiye’de yürürlükte olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi” yönetmeliğine göre, pencereler kapalı iken kabul edilebilir gürültü düzeyi büyük bürolarda 45 LAeq, genel bürolarda 50 LAeq’dur. Çizelge 6.1’de yer alan ve toplam değeri belirten (LAeq) ölçme sonuçlarına bakıldığında tüm ölçme noktalarında ve hacim genelindeki ortalama değerde, kabul edilebilir düzeyin oldukça üstünde kalan değerler söz konusu olduğu görülmektedir. Hacimdeki mevcut ortalama gürültü düzeyi 10 dBA kadar kabul edilebilir değerlerin üzerindedir.

Çizelge 6.1 Ölçme noktalarında gürültü düzeyleri

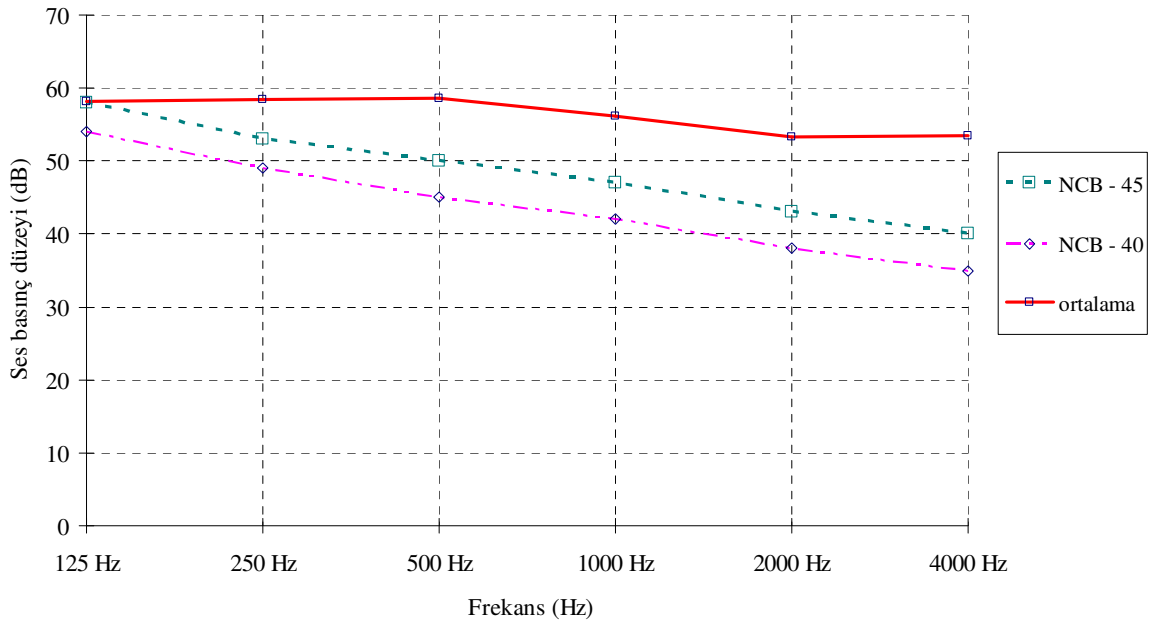
Ölçme NO	Leq dBA	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	L 90	L 50	L 10
1	59,5	57,3	56,5	55,8	53,5	47,9	55,8	50,3	54,5	58,6
2	62,7	55,9	56,6	62,8	59,8	50,5	43,3	51,5	56	62,1
3	66,2	54,5	59,5	61,4	49,8	45,6	46,2	52,5	59,1	66,5
4	54,0	57,1	56,9	54,8	48,7	47,2	40,4	52	54,5	63
5	57,5	57	56,1	55,6	54,9	49,3	54,5	51,3	55,2	58,1
6	61,3	59,2	57,2	56,2	57,1	54,5	56,4	51,6	54,7	55,7
7	63,3	61,2	62,2	60,2	60,1	61,5	61,4	61,8	62,7	60,7
8	62,4	60,2	61,2	60,8	61,1	62,5	60,4	61,6	61,7	62,7
9	61,3	61,2	60,5	60,2	61,1	61,5	62,4	60,9	62,6	61,4
<b>ortalama</b>	<b>60,9</b>	<b>58,1</b>	<b>58,5</b>	<b>58,6</b>	<b>56,2</b>	<b>53,4</b>	<b>53,4</b>	<b>54,8</b>	<b>57,9</b>	<b>60,9</b>

Hacimlerde kabul edilebilir gürültü düzeyinin frekanslara göre değerlendirilmesine olanak tanıyan ve günümüzde kullanımı en yaygın olan NCB ölçütlerinin, genel bürolar için kabul edilebilir değeri NCB 40-45 olarak verilmektedir. Şekil 6.7.’de yer alan grafikte, büro hacminde, örnek alınan noktalarda frekansa göre ölçülen gürültü düzeyleri ile NCB40 ve NCB45 eğrileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 6.8.’de ise, hacimdeki ortalama gürültü düzeyi (değişik noktalarda ölçülen düzeylerin ortalaması) kabul edilebilir eğrilerle birlikte yer almaktadır.





Şekil 6.7 Değişik noktalarda, frekanslara göre ölçülen gürültü düzeyleri



Şekil 6.8 Hacmin ortalama gürültü düzeyinin NCB eğrileri ile karşılaştırılması

Yapılan ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, hacim içindeki ses düzeyinin, gerek toplam düzey olarak, gerekse frekans fonksiyonunda, açık planlı bürolar için kabul edilebilir gürültü düzeyinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni, hacmin büyük olmasına

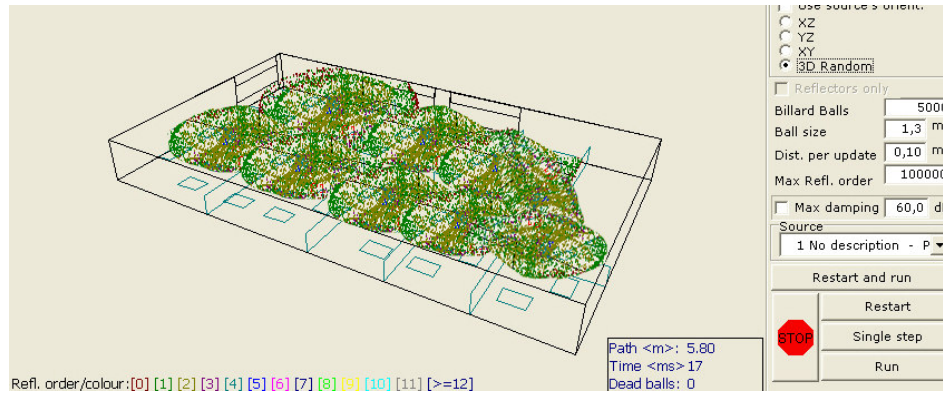
karşın, ses yutucu özelliğe sahip gereçlerin yeteri kadar kullanılmamasıdır. Yapı elemanlarından, sadece tavanda belli oranda ses yutucu özelliğe sahip gereç (alçıpan ve taş yünü asma tavan levha ) kullanılmıştır. Döşemede sesi oldukça yansıtıcı özellikte olan granit, duvar ve bölücü elemanlarda da yine ses yansıtıcı özellikte gereçler kullanılmıştır. Oldukça geniş yüzeyler oluşturan pencerelerde kullanılan jaluziler de, ses yutucu özellikleri açısından zayıftır.

Ayrıca, aydınlatma armatürü tasarımı ve üretimi yapan firma, büro hacminde ürettiği çeşitli armatürleri sergilemek istediğinden, tavanda fazla çok sayıda olan bu armatürler belli orandaki ses yansıtıcı özelliklerinden ötürü, fon gürültüsü düzeyini olumsuz etkilemektedirler.

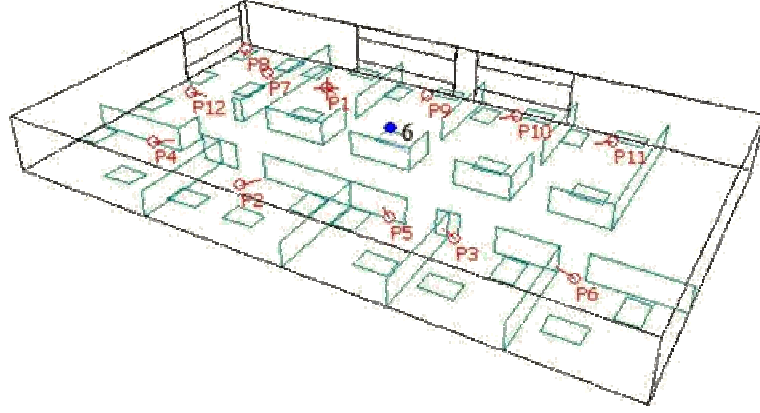
Büro hacminde, işitsel olarak algılanan ve yapılan ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi ile de somut olarak saptanan olumsuz akustik ortamı iyileştirmeye yönelik çalışmalar, aşağıdaki bölümde yer almaktadır.

### 6.1.2 Akustik Konforun İyileştirilmesine Yönelik Çalışmalar

Sitecco büro hacminde akustik konforun iyileştirilmesi, bir dizi önlem kapsamında incelenmiştir. Açık planlı bürolarda bölme elemanlarının etkinliğinin önemi göz önüne alınarak mevcut durum olan 1.50 m yüksekliğinin yanı sıra, yüksekliğin 1.70 m olması durumu da değerlendirmeye alınmış, her iki engel yüksekliği için, iç yüzeylerin değişik yutuculuk durumlarında akustik konfor koşulları belirlenmiştir. Akustik parametreleri belirlemeye yönelik tüm hesaplar Odeon 8.0 simulasyon programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.9). Hesaplarda hacmin ortalarında (6 nolu nokta) bulunan bir alıcı noktası referans olarak alınmıştır (Şekil.6.10.).



Şekil 6.9 Odeon programından hacimde sesin yayılımı ile ilgili görüntü



Şekil 6.10 Hesaplarda kullanılan alıcı noktası

Çizelge 6.2.'de ise, birimsel nesnelere ve yüzeylerin incelemelerde kullanılacak olan ses yutma çarpanı değerleri yer almaktadır. Çizelge 6.3.'de, incelemeye alınan koşullar yer almaktadır. İncelemede önce hacim mevcut durumuyla ele alınmış, ardından değişik yüzeylerin yutuculuğu artırılmış, diğer yüzeyler sabit tutulmuştur. Çizelge 6.4.'de, farklı koşullarda yapı elemanlarında hangi gereçlerin kullanıldığı gösterilmektedir.

Çizelge 6.2 Birimsel nesnelere ve yüzeylerin ses yutma çarpanı değerleri

Yapı bölümü	Gereç	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
<b>Pencere</b>	Pencere çift cam ,10 mm boşluklu	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
<b>Duvar</b>	Sıva üz. alçı ve boya	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Duvar</b>	Cam yünü esas. duvar paneli	0,20	0,24	0,35	0,63	0,88	0,91	0,92	0,91
<b>Masa</b>	Ahşap masa	0,18	0,23	0,25	0,21	0,24	0,28	0,28	0,29
<b>Oturma</b>	Koltuk	0,14	0,17	0,39	0,40	0,39	0,33	0,30	0,29
<b>Kullanıcı</b>	İnsan	0,15	0,17	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36	0,35
<b>Böl.elm.</b>	Mevcut	0,02	0,31	0,35	0,58	0,69	0,71	0,69	0,79
<b>Böl.elm.</b>	Cam yünü esas. bölücü eleman	0,10	0,41	0,66	0,91	0,92	0,94	0,92	0,92
<b>Tavan</b>	Alçıpan levha	0,15	0,12	0,1	0,05	0,04	0,07	0,09	0,09
<b>Tavan</b>	Taş yünü esaslı tavan levhası	0,72	0,76	0,78	0,87	0,91	0,92	0,91	0,92
<b>Zemin</b>	Seramik döşeme	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Zemin</b>	Keçeli halı	0,01	0,01	0,24	0,57	0,89	0,71	0,79	0,79

Çizelge 6.3 İncelenen koşullar

KOŞUL	
Engel 1.50 m	Mevcut yutuculuk
	Duvarlar yutucu
	Engel yutucu
	Tavan yutucu
	Tavan ve engel yutucu
	Tüm yüzeyler yutucu
Engel 1.70 m	Mevcut yutuculuk
	Duvarlar yutucu
	Engel yutucu
	Tavan yutucu
	Tavan ve engel yutucu
	Tüm yüzeyler yutucu

Çizelge 6.4 Farklı koşullarda yapı elemanlarında kullanılan gereçler

Yapı Bölümü	Malzeme	Mevcut durum	Duvar yutucu	Engel yutucu	Tavan yutucu	Tavan - engel yutucu	Tüm yüzeyler yutucu
<b>Pencere</b>	10 mm boşluklu çift cam	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Duvar</b>	Sıva üz. alçı ve boya	✓		✓	✓	✓	
<b>Duvar</b>	Cam yün esas. duv. panel		✓				✓
<b>Böl. elm.</b>	Bölücü eleman	✓	✓		✓		
<b>Böl. elm.</b>	Cam yünü esas. böl. elm.			✓		✓	✓
<b>Tavan</b>	Alçıpan levha	✓	✓	✓			
<b>Tavan</b>	Taş yünü esas. tavan lev.				✓	✓	✓
<b>Zemin</b>	Seramik döşeme	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>Zemin</b>	Keçeli halı						✓

Çizelge 6.3.'de yer alan koşullar için, Odeon simülasyon programından yararlanılarak elde edilen sonuçlar; gürültü düzeyi ve yansım süresi, başlıkları altında, aşağıda yer alan bölümlerde ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Ayrıca açık planlı bürolar için Cavanaugh 'un geliştirdiği konuşma gizliliği tespiti yöntemi kullanılarak konuşma gizliliği açısından kullanıcıların hoşnutluk durumu belirlenmiştir.\*

\* Cavanaugh ' un geliştirdiği konuşma gizliliği tespiti yöntemi Sayfa.39,40 ve 41'de detaylı olarak incelenmiştir.

## Gürültü düzeyi

Hacimde fon gürültüsünün azaltılması amacıyla değişik adımlarla oluşturulan önlemlerle, örnek alıcı noktalarında hesaplanan toplam ve frekansa göre gürültü düzeyleri Çizelge 6.5. ve Çizelge 6.6.'da yer almaktadır. Şekil 6.11., Şekil 6.12., Şekil 6.13., Şekil 6.14.'de ise, hacmin değişik ses yutuculuk durumlarında ve iki ayrı bölücü eleman (engel) yüksekliğinde , oluşan gürültü düzeylerinin kabul edilebilir düzeylerle karşılaştırılması görülmektedir.

Çizelge 6.5 Farklı koşullarda LAeq sonuçları \*

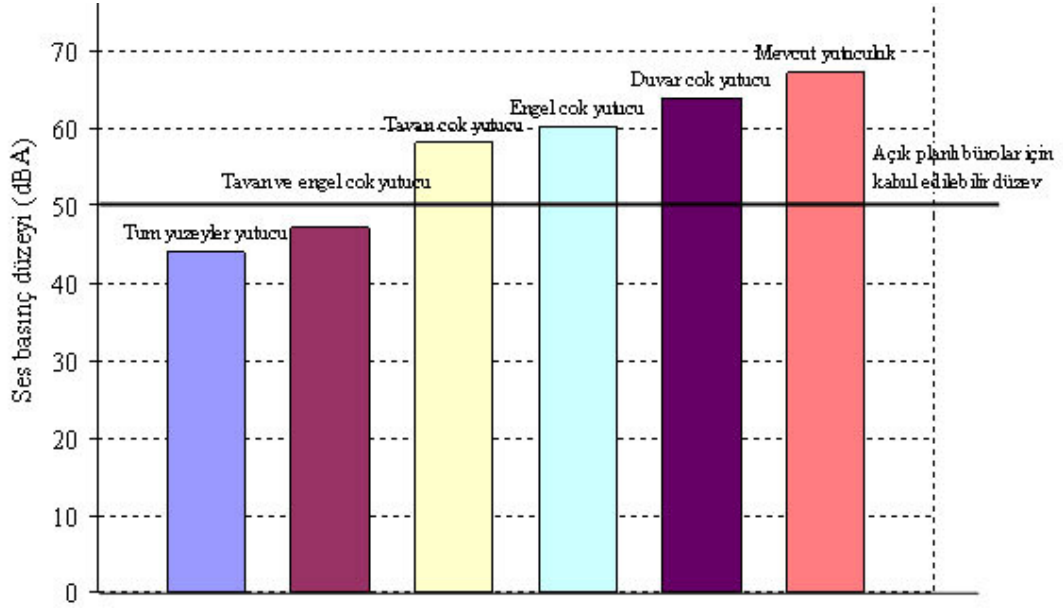
KOŞUL	LAeq	
	h engel 1.50 m	h engel 1.70 m
Mevcut yutuculuk	67,19	65,55
Duvar yutucu	63,85	62,12
Engel yutucu	60,15	55,2
Tavan yutucu	58,12	52,93
Tavan ve engel yutucu	47,1	42,75
Tum yuzeyler yutucu	44,1	39,85

Çizelge 6.6 Farklı koşullarda frekansa bağlı gürültü düzeyi sonuçlarını \*\*

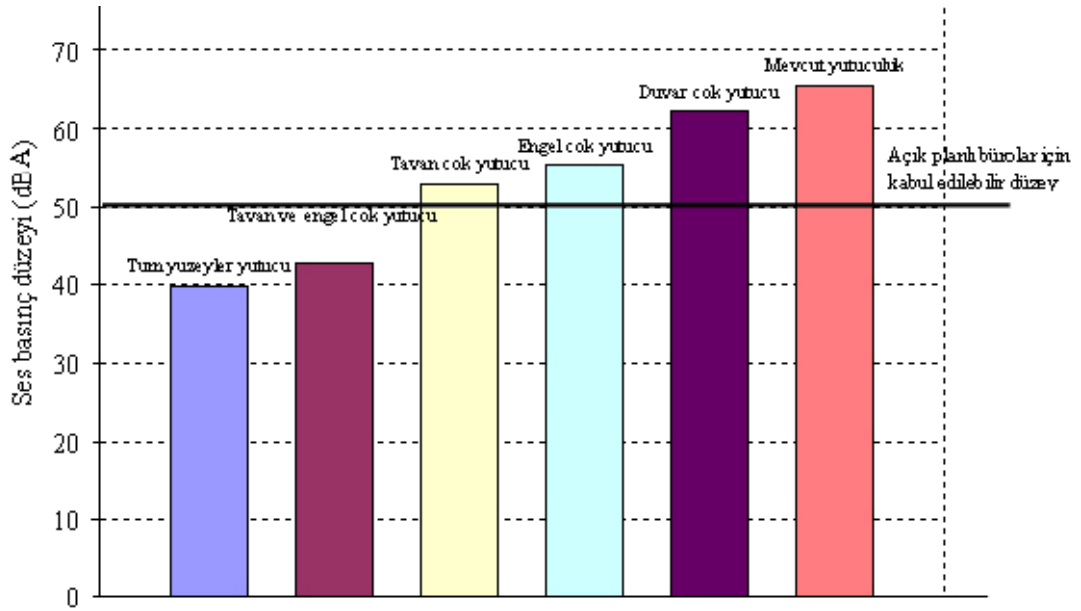
KOŞUL		Gürültü Düzeyi (dB)							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
engel 1.50 m	Mevcut durum	63,30	64,35	65,65	66,35	67,80	66,05	64,85	63,92
	Duvar yutucu	58,91	60,20	60,58	61,95	63,65	61,92	60,78	59,85
	Engel yutucu	56,40	57,30	59,08	59,65	60,15	61,40	57,20	56,30
	Tavan yutucu	53,95	55,31	56,90	56,50	58,80	55,70	56,90	54,80
	Tavan ve engel yutucu	43,25	44,58	45,85	46,24	47,95	46,10	45,85	44,20
	Tum yuzeyler yutucu	40,25	41,58	42,85	44,90	43,28	43,20	42,08	41,28
engel 1.70 m	Mevcut durum	62,55	63,65	64,98	67,30	65,08	65,35	64,18	63,35
	Duvar yutucu	58,10	59,60	60,75	62,10	62,80	60,15	59,95	59,50
	Engel yutucu	51,30	52,60	53,90	54,00	56,00	54,30	53,10	52,20
	Tavan yutucu	49,06	50,35	52,60	51,15	53,72	52,08	50,85	49,94
	Tavan ve engel yutucu	38,73	39,82	41,18	41,58	43,24	41,58	40,35	39,56
	Tum yuzeyler yutucu	36,25	37,55	39,15	38,75	40,65	39,68	37,82	37,18

\* Odeon 8.0 programı ile elde edilen farklı koşullarda LAeq sonuçları EK 1' de detaylı olarak verilmiştir.

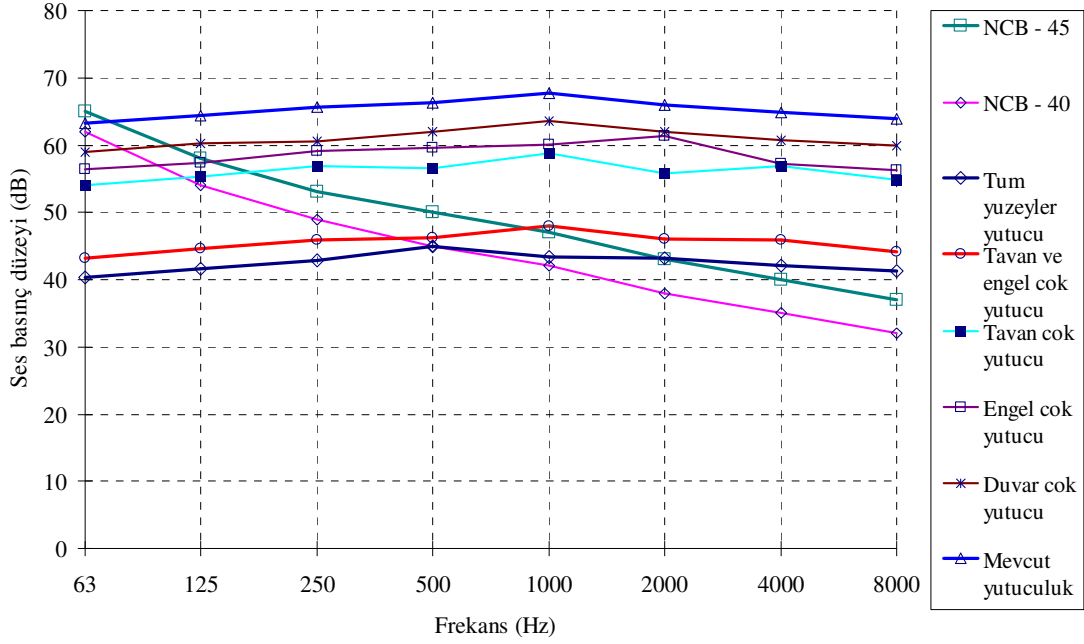
\*\* Odeon 8.0 programı ile elde edilen farklı koşullarda frekansa bağlı gürültü düzeyi sonuçları EK 1' de detaylı olarak verilmiştir.



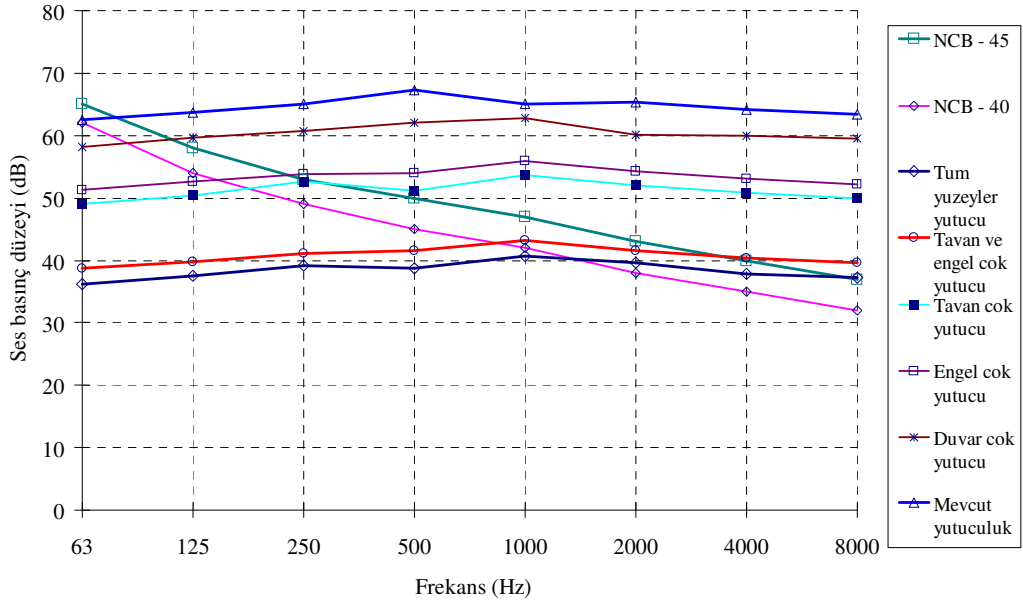
Şekil 6.11 Engel 1.50 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 6.12 Engel 1.70 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 6.13 Engel 1.50 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları



Şekil 6.14 Engel 1.70 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları

Şekil 6.11 ve Şekil 6.12' de görüldüğü gibi, bölücü elemanlar gerek 1.50 m. gerekse 1.70 m. iken mevcut durumda büro hacmindeki gürültü düzeyi yaklaşık 17 dBA kadar kabul edilebilir değerlerin üzerindedir. Mevcut durumda sırasıyla, duvarların, bölme elemanlarının ve tavanın çok yutucu olması durumlarında, kabul edilebilir gürültü düzeyi elde

edilememiştir. Ancak her iki bölme elemanı yüksekliğinde de, hem tavanın hem de bölme elemanlarının yutucu özellikte olmasının kabul edilebilir gürültü düzeyi açısından yeterli olduğu görülmektedir.

Frekansa göre gürültü düzeylerinin NCB eğrileri ile karşılaştırılması sonucunda ise (Şekil 6.13, Şekil 6.14) engelin 1.50 m. iken ancak tüm yüzeyler çok yutucu ise kabul edilebilir değerler sağlanırken; engel 1.70 m. iken yalnız tavan ve engelin çok yutucu olmasının yeterli olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; gerek toplam ses düzeyi gerekse frekansa bağlı değerlendirmeler birlikte ele alındığında hacimde kabul edilebilir gürültü düzeyinin sağlandığı minimum koşulların;

- engel 1.50 m. iken, tüm yüzeyler çok yutucu
- engel 1.70 m. iken, tavan ve engel çok yutucu koşullar

olduğu görülmektedir.

### Yansıma süresi

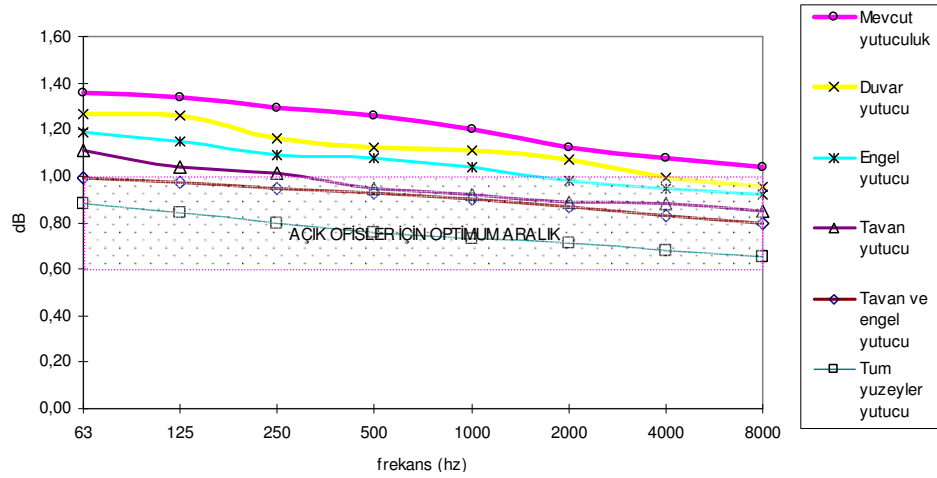
Çizelge 6.7.'de engelin farklı koşullarda hesaplanan yansıma süreleri, Şekil 6.15.'de engelin 1.50 m. olması durumunda, Şekil 6.16.'da ise engelin 1.70 m. olması durumunda, bu sonuçların grafiksel anlatımı görülmektedir.

Çizelge 6.7 Farklı koşullarda yansıma süreleri \*

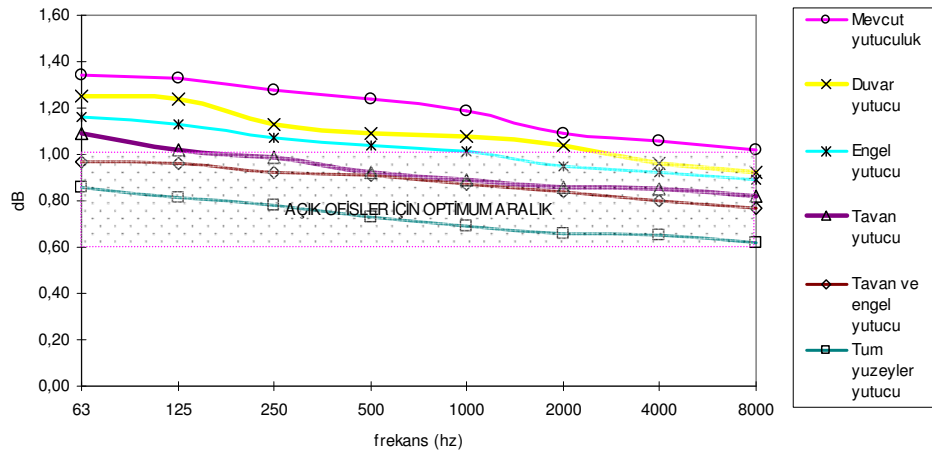
KOŞUL		Yansıma Süresi (s)							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
engel 1.50 m	Mevcut durum	1,36	1,34	1,29	1,26	1,20	1,12	1,08	1,04
	Duvar yutucu	1,27	1,26	1,16	1,12	1,11	1,07	0,99	0,95
	Engel yutucu	1,19	1,15	1,09	1,08	1,04	0,98	0,95	0,92
	Tavan yutucu	1,11	1,04	1,01	0,95	0,92	0,89	0,88	0,85
	Tavan ve engel yutucu	0,99	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,83	0,80
	Tüm yüzeyler yutucu	0,88	0,84	0,80	0,76	0,73	0,71	0,68	0,65
engel 1.70 m	Mevcut durum	1,34	1,33	1,28	1,24	1,19	1,09	1,06	1,02
	Duvar yutucu	1,25	1,24	1,13	1,09	1,08	1,04	0,96	0,92
	Engel yutucu	1,16	1,13	1,07	1,04	1,01	0,95	0,92	0,89
	Tavan yutucu	1,09	1,02	0,99	0,92	0,89	0,86	0,85	0,82
	Tavan ve engel yutucu	0,97	0,96	0,92	0,91	0,87	0,84	0,80	0,77
	Tüm yüzeyler yutucu	0,86	0,81	0,78	0,73	0,69	0,66	0,65	0,62

\* Odeon 8.0 programı ile elde edilen farklı koşullarda yansıma süresi sonuçları EK 1' de verilmiştir.





Şekil 6.15 Engel 1.50 m olması durumunda yansım süreleri



Şekil 6.16 Engel 1.70 m olması durumunda yansım süreleri

Yapılan değerlendirmeler sonucu her iki engel yüksekliği durumunda "mevcut yutuculuk" , "duvarlar yutucu" ve "tavan yutucu" olma durumunda yansım süresinin açık planlı bürolar için kabul edilebilir değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür\*. Diğer tüm koşullarda yansım süreleri olması gereken optimum değer aralığında yer almaktadır.\*

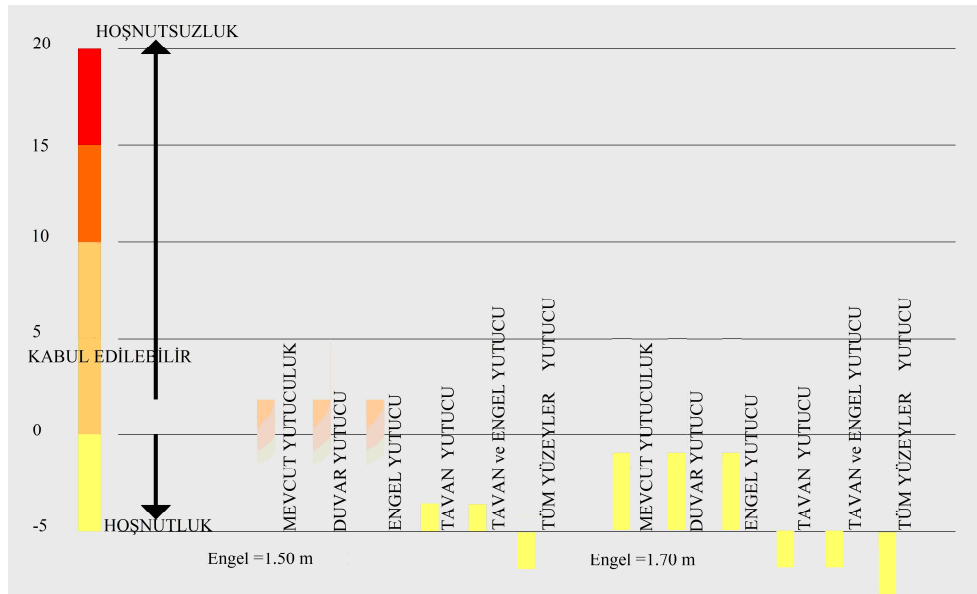
\* Açık planlı büro yapılarında optimum yansım süresi J.S.Bradley' in 1999 yılında NRC adlı kuruluş için yaptığı çalışma baz alınarak 0.6-1.00 sn alınmıştır (Bradley J.S.,2001)

## Konuşma gizliliği

Çizelge 6.8'de engelin farklı koşullarda konuşma gizliliği puanlandırması, Şekil 6.17.'de bu sonuçlara göre oluşturulmuş konuşma gizliliği derecelendirmesinin grafiksel anlatımı görülmektedir.

Çizelge .6.8 Farklı koşullarda SPI sonuçları \*

KOŞUL	SPI (konuşma gizliliği indeksi)	
	h engel 1.50 m	h engel 1.70 m
Mevcut durum	2	-1
Duvar yutucu	2	-1
Engel yutucu	2	-1
Tavan yutucu	-4	-7
Tavan ve engel yutucu	-4	-7
Tüm yüzeyler yutucu	-7	-10



Şekil 6.17 Farklı koşullarda SPI sonuçları

Yapılan değerlendirmeler sonucu, engel yüksekliği 1.70 m. olması durumunda tüm koşullarda, engel 1.50 m. iken , "tavan yutucu", "tavan ve engel yutucu" ve "tüm yüzeyler yutucu" olma durumlarında kullanıcı hoşnutluğunu sağlayan değerlere ulaşılmıştır.

\* Farklı koşullarda SPI sonuçlarının tespiti Cavanaugh yöntemi kullanılarak elde edilmiş ve hesap sonuçları ile hesaplama yöntemi EK 1' de verilmiştir.

Çizelge 6.9.' da büro hacmi için farklı koşullara göre yapılan değerlendirme sonuçları yer almaktadır. Görüldüğü gibi; Sitecoo büro hacmi için en optimum durumlar engel yüksekliği 1.50 m. iken tüm yüzeylerin yutucu olması ve engel yüksekliği 1.70 m. iken tavan ve engelin yutucu olması durumudur.

Çizelge 6.9 Tüm koşullar için en uygun durum tespiti

KOŞUL		T30	SPL	NCB	SPI
Engel 1.50 m	Mevcut yutuculuk	—	—	—	—
	Duvarlar çok yutucu	—	—	—	—
	Engel çok yutucu	—	—	—	—
	Tavan çok yutucu	✓	—	—	✓
	Tavan ve engel çok yutucu	✓	✓	—	✓
	Tüm yüzeyler çok yutucu	✓	✓	✓	✓
Engel 1.70 m	Mevcut yutuculuk	—	—	—	✓
	Duvarlar çok yutucu	—	—	—	✓
	Engel çok yutucu	—	—	—	✓
	Tavan çok yutucu	✓	—	—	✓
	Tavan ve engel çok yutucu	✓	✓	✓	✓
	Tüm yüzeyler çok yutucu	✓	✓	✓	✓

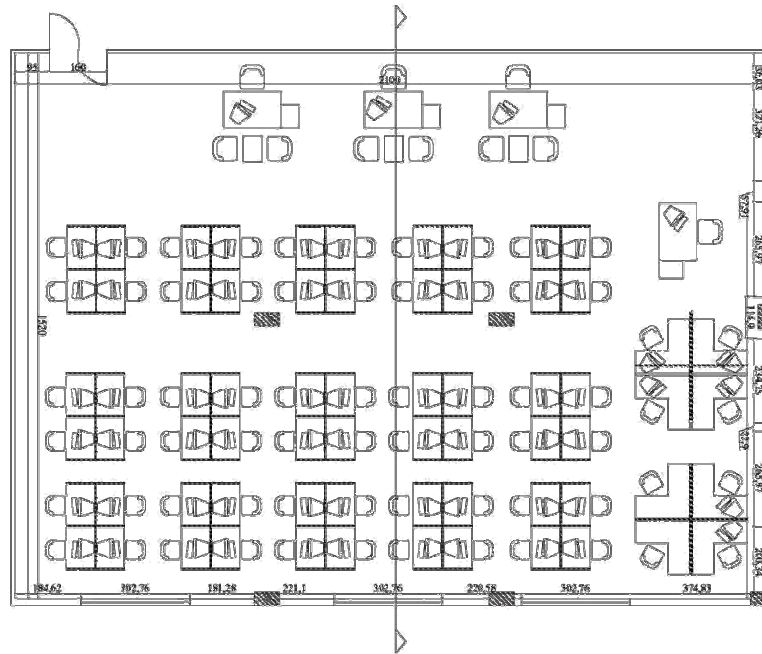
## 6.2 ÖRNEK 2- Bosch Açık Planlı Büro Hacmi

Beyaz eşya sektörünün önde gelen firmalarından biri olan Bosch'un İstanbul Ümraniye E5 karayolu yakınlarında olan fabrika binasının giriş katı açık planlı büro olarak tasarlanmış ve firmanın müşteri hizmetlerinin yürütüldüğü call center olarak hizmet vermektedir. Dikdörtgen planlı olan büro katının boyutları 21 m x 15.2 m olup, toplam alanı yaklaşık 320 m<sup>2</sup>'dir (Şekil 6.18). Kat yüksekliği 3.00 m. olan büronun hacmi 960 m<sup>3</sup>'tür . Akustik konfor açısından önem taşıyan, yapıya ve büro hacmine ilişkin diğer özellikler aşağıda yer almaktadır.

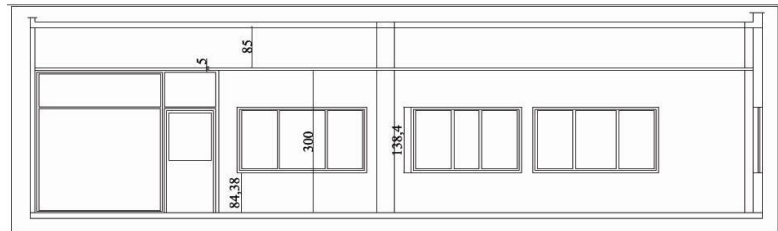
- Hacmi çevreleyen yapı kabuğu cam ve duvar olarak oldukça yansıtıcı yüzeylerden oluşmaktadır. Dolu kısımlar 18 cm kalınlığında tuğladır ve hacim iç yüzeylerinde alçı sıva üzeri plastik boya kullanılmış, döşemeler ise ses açısından oldukça yansıtıcı olan vinyl kaplamadır .
- Tavan kaplaması 85 cm. boşluklu delikli metal asma tavan levhalardan oluşmakta, asma tavan boşluğunda aydınlatma ve diğer elektrik tesisatları ile yangın ve güvenlik

sistemi hatları bulunmaktadır (Şekil 6.19).

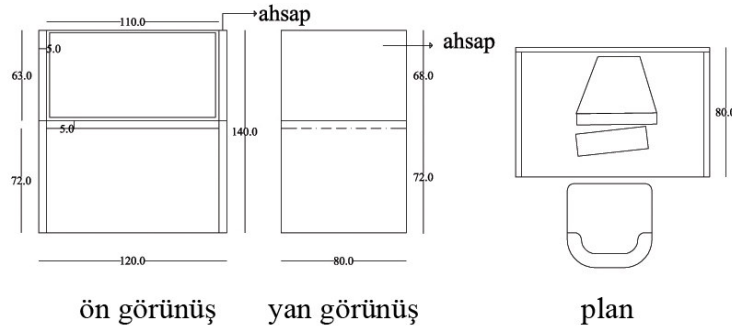
- Çalışma grupları arasında bölünmeyi sağlayan 1.40 m yüksekliğinde ahşaptan imal edilmiş üniteler bulunmaktadır (Şekil 6.20).
- 24 saat hizmet veren büro gece yoğun olmamakla beraber üç vardiya halinde çalışmaktadır ve sabah saat 8.00 ile akşam saat 18.00 saatleri arasında çalışan kişi sayısı yaklaşık 72' dir.
- Hacimde etkili başlıca gürültü kaynakları; konuşma, telefon sinyali sesi ve büro araç gereçleridir.



Şekil 6.18 Bosch büro hacmi kat planı



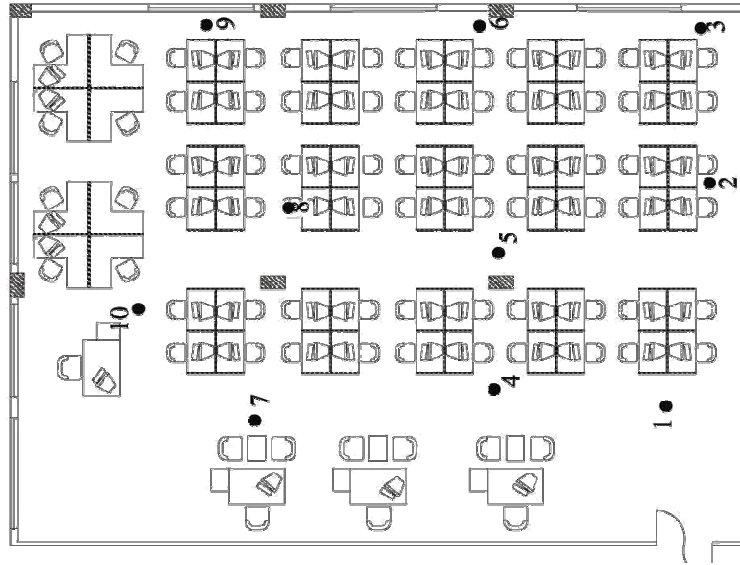
Şekil 6.19 Bosch büro hacmi kesiti



Şekil 6.20 Bosch büro hacminde kullanılan bölücü eleman kesiti

### 6.2.1 Ölçme ve değerlendirmeler

Bosch firmasının açık planlı büro hacminin akustik açıdan mevcut durumunu belirlemek amacıyla gürültü düzeyi ölçmeleri gerçekleştirilmiştir. Hacmin özellikleri göz önüne alınarak 10 adet ölçme noktası belirlenmiştir (Şekil 6.21.).



Şekil 6.21 Bosch bürosunda ölçüm yapılan noktalar

Çizelge 6.14'de yer alan ve toplam değeri belirten (LAeq) ölçme sonuçlarına bakıldığında tüm ölçme noktalarında ve hacim genelindeki ortalama değerde, kabul edilebilir düzeyin oldukça üstünde kalan değerler söz konusu olduğu görülmektedir. Hacimdeki mevcut ortalama gürültü düzeyi 7-8 dBA kadar kabul edilebilir değerin üzerindedir.

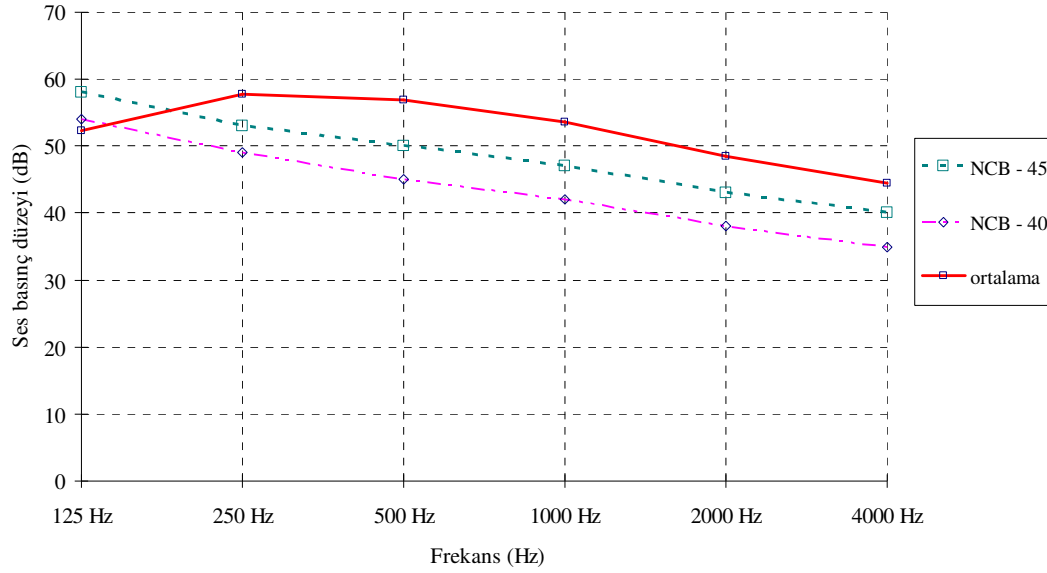
Çizelge 6.10 Ölçme noktalarında gürültü düzeyleri

Ölçme NO	LAeq dBA	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	L 90	L 50	L 10
1	55,70	55,80	56,30	56,50	54,50	50,00	47,00	50,00	58,00	55,00
2	56,10	53,50	60,30	52,40	51,10	48,20	43,90	52,00	55,00	58,50
3	54,60	50,00	58,70	59,20	51,10	46,00	43,90	51,50	54,50	57,50
4	59,80	53,00	62,00	58,70	57,00	57,00	53,00	54,00	59,00	65,50
5	55,50	53,50	60,30	58,30	54,20	48,20	43,50	52,50	56,00	59,00
6	60,00	53,20	55,40	59,20	56,50	50,50	43,90	54,50	59,50	64,00
7	53,60	51,80	58,70	54,00	51,10	44,10	39,00	48,50	51,50	55,00
8	55,70	50,00	53,80	52,40	54,00	46,00	41,00	51,00	54,00	57,00
9	59,00	49,50	58,20	60,00	54,90	49,00	45,10	53,00	57,50	62,00
10	55,70	53,50	53,80	58,70	51,10	46,30	44,00	54,60	54,30	58,50
<b>ortalama</b>	<b>56,57</b>	<b>52,38</b>	<b>57,75</b>	<b>56,94</b>	<b>53,55</b>	<b>48,53</b>	<b>44,43</b>	<b>52,16</b>	<b>55,93</b>	<b>59,2</b>

Şekil 6.22.'de yer alan grafikte, büro hacminde, örnek alınan noktalarda frekansa göre ölçülen gürültü düzeyleri ile NCB40 ve NCB45 eğrileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 6.23.'de ise, hacimdeki ortalama gürültü düzeyi (değişik noktalarda ölçülen düzeylerin ortalaması) kabul edilebilir eğrilerle birlikte yer almaktadır.



Şekil 6.22 Değişik noktalarda, frekanslara göre ölçülen gürültü düzeyleri



Şekil 6.23 Hacmin ortalama gürültü düzeyinin NCB eğrileri ile karşılaştırılması

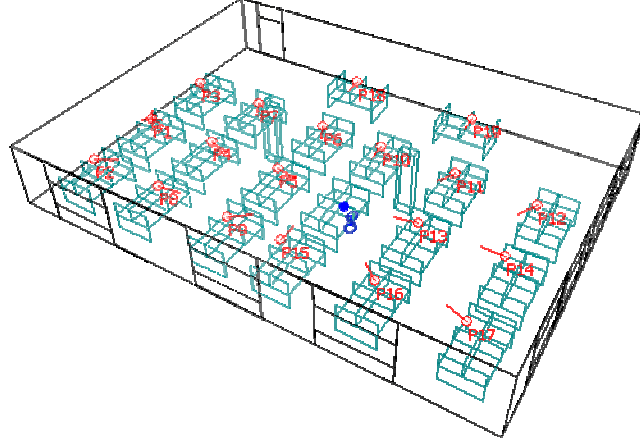
Yapılan ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, hacim içindeki ses düzeyinin, gerek toplam düzey olarak, gerekse frekans fonksiyonunda, açık planlı bürolar için kabul edilebilir gürültü düzeyinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni, kullanılan gereçlerin yeteri ses yutucu özelliğe sahip olmamasıdır. Ayrıca hacim içinde çalışan kişi sayısı, olması gerekenden fazla olduğu için toplam ses düzeyi de belli oranda artış göstermektedir. Daha önce yapılan araştırmalar açık planlı bürolarda uygun akustik ortam için kişi başına minimum 7-8 m<sup>2</sup> bir alan gerektirirken Bosch büro hacminde kişi başına 4.4 m<sup>2</sup> çalışma alanı düşmektedir.

Büro hacminde, işitsel olarak algılanan ve yapılan ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi ile de somut olarak saptanan olumsuz akustik ortamı iyileştirmeye yönelik çalışmalar, aşağıda yer alan bölümde yer almaktadır.

## 6.2.2 Akustik Konforun İyileştirilmesine Yönelik Çalışmalar

Bosch büro hacminde akustik konforun iyileştirilmesi, bir dizi önlem kapsamında incelenmiştir. Açık planlı bürolarda bölme elemanlarının etkinliğinin önemi göz önüne alınarak mevcut durum olan 1.40 m yüksekliğinin yanı sıra, yüksekliğin 1.70 m olması durumu da değerlendirmeye alınmış, her iki engel yüksekliği için, iç yüzeylerin değişik yutuculuk durumlarında akustik konfor koşulları belirlenmiştir. Hesaplarda hacmin ortalarında (8 nolu nokta) bulunan bir alıcı noktası referans olarak alınmıştır (Şekil.6.24.).

Çizelge 6.15.'de, birimsel nesnelerin ve yüzeylerin incelemelerde kullanılacak olan ses yutma çarpanı değerleri yer almaktadır. Çizelge 6.16.'da ise, incelemeye alınan koşullar yer almaktadır.



Şekil 6.24 Hesaplarda kullanılan alıcı noktası

Çizelge 6.11.'de ise, birimsel nesnelerin ve yüzeylerin incelemelerde kullanılacak olan ses yutma çarpanı değerleri yer almaktadır. Çizelge 6.12.'de, incelemeye alınan koşullar yer almaktadır. İncelemede önce hacim mevcut durumuyla ele alınmış, ardından değişik yüzeylerin yutuculuğu arttırılmış, diğer yüzeyler sabit tutulmuştur. Çizelge 6.13'de, farklı koşullarda yapı elemanlarında hangi gereçlerin kullanıldığı gösterilmektedir.

Çizelge 6.11 Birimsel nesnelerin ve yüzeylerin ses yutma çarpanı değerleri

Yapı Bölümü	Gereç	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
<b>Pencere</b>	Pencere çift cam 10 mm boşluklu	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
<b>Duvar</b>	Sıva üz. alçı ve boya	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Duvar</b>	Cam yün esas. duv. panel	0,20	0,24	0,35	0,63	0,88	0,91	0,92	0,91
<b>Masa</b>	Ahşap masa	0,18	0,23	0,25	0,21	0,24	0,28	0,28	0,29
<b>Oturma</b>	Koltuk	0,14	0,17	0,39	0,40	0,39	0,33	0,30	0,29
<b>Kullanıcı</b>	İnsan	0,15	0,17	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36	0,35
<b>Böl.elm</b>	Bölücü eleman	0,42	0,44	0,55	0,65	0,79	0,81	0,86	0,89
<b>Böl.elm</b>	Cam yünü es. böl. elm	0,10	0,41	0,66	0,91	0,92	0,94	0,92	0,92
<b>Tavan</b>	Delik. metal asma tava	0,02	0,39	0,41	0,43	0,50	0,62	0,65	0,60
<b>Tavan</b>	Taş yünü esas. lev.	0,72	0,76	0,78	0,87	0,91	0,92	0,91	0,92
<b>Zemin</b>	Vinyl	0,65	0,73	0,65	0,61	0,49	0,56	0,43	0,27
<b>Zemin</b>	Keçeli halı	0,01	0,01	0,24	0,57	0,89	0,71	0,79	0,79



Çizelge 6.12 İncelenen koşullar

KOŞUL	
Engel 1.40 m	Mevcut durum
	Duvarlar yutucu
	Tavan yutucu
	Engel yutucu
	Tavan ve engel yutucu
	Tüm yüzeyler yutucu
Engel 1.70 m	Mevcut durum
	Duvarlar yutucu
	Tavan yutucu
	Engel yutucu
	Tavan ve engel yutucu
	Tüm yüzeyler yutucu

Çizelge 6.13 farklı koşullarda yapı elemanlarında kullanılan gereçler

Yapı Bölümü	Malzeme	Mevcut durum	Duvar yutucu	Engel yutucu	Tavan yutucu	Tavan – engel yutucu	Tüm yüzeyler yutucu
<b>Pencere</b>	10 mm boşluklu çift cam	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Duvar</b>	Sıva üz. alçı ve boya	✓		✓	✓	✓	
<b>Duvar</b>	Cam yün esas. duv. panel		✓				✓
<b>Böl. elm.</b>	Bölücü eleman	✓	✓		✓		
<b>Böl. elm.</b>	Cam yünü esas. böl. elm.			✓		✓	✓
<b>Tavan</b>	Alçıpan levha	✓	✓	✓			
<b>Tavan</b>	Taş yünü esas. tavan lev.				✓	✓	✓
<b>Zemin</b>	Vinyl döşeme	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>Zemin</b>	Keçeli halı						✓

Çizelge 6.12.'de yer alan koşullar için, Odeon simülasyon programından yararlanılarak elde edilen sonuçlar; gürültü düzeyi ve yansım süresi, başlıkları altında, aşağıda yer alan bölümlerde ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Ayrıca açık planlı bürolar için Cavanaugh 'un geliştirdiği konuşma gizliliği tespiti yöntemi kullanılarak konuşma gizliliği açısından kullanıcıların hoşnutluk durumu belirlenmiştir.\*

### Gürültü düzeyi

Hacimde fon gürültüsünün azaltılması amacıyla değişik adımlarla oluşturulan önlemlerle,

\* Cavanaugh ' un geliştirdiği konuşma gizliliği tespiti yöntemi Sayfa.39,40 ve 41'de detaylı olarak incelenmiştir.

örnek alıcı noktalarında hesaplanan toplam ve frekansa göre gürültü düzeyleri Çizelge 6.14. ve Çizelge 6.15.’ de yer almaktadır. Şekil 6.25., Şekil 6.26., Şekil 6.27., Şekil 6.28.’de ise, hacmin değişik ses yutuculuk durumlarında ve iki ayrı bölücü eleman (engel) yüksekliğinde , oluşan gürültü düzeylerinin kabul edilebilir düzeylerle karşılaştırılması görülmektedir..

Çizelge 6.14 Farklı koşullarda LAeq sonuçları \*

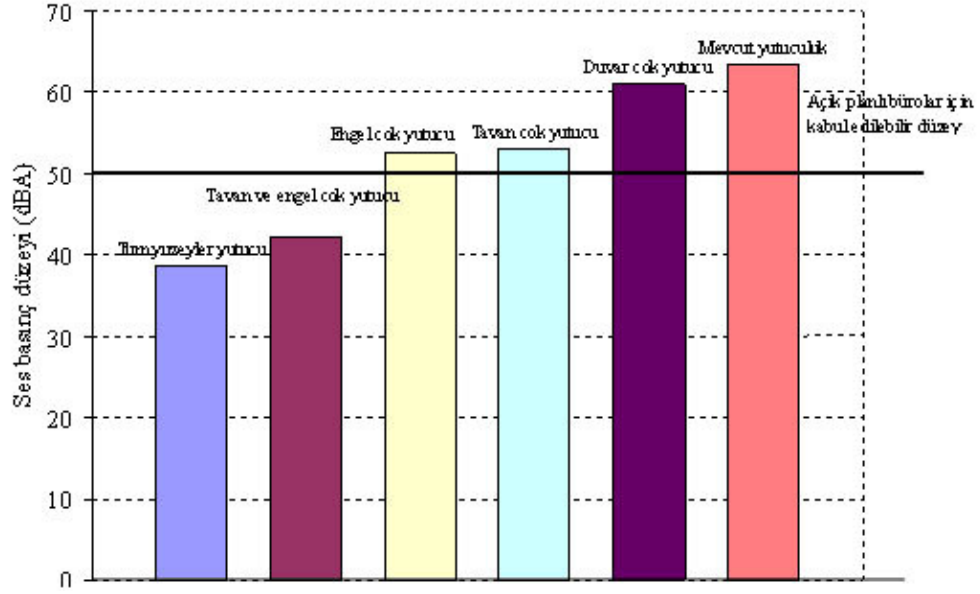
KOŞUL	LAeq	
	h engel 1.40 m	h engel 1.70 m
Mevcut durum	62,33	60,21
Duvar yutucu	60,08	57,94
Tavan yutucu	52,18	50,11
Engel yutucu	51,56	48,95
Tavan ve engel yutucu	41,16	39,92
Tüm yüzeyler yutucu	37,75	36,82

Çizelge 6.15 Farklı koşullarda frekansa bağlı gürültü düzeyi sonuçlarını\*\*

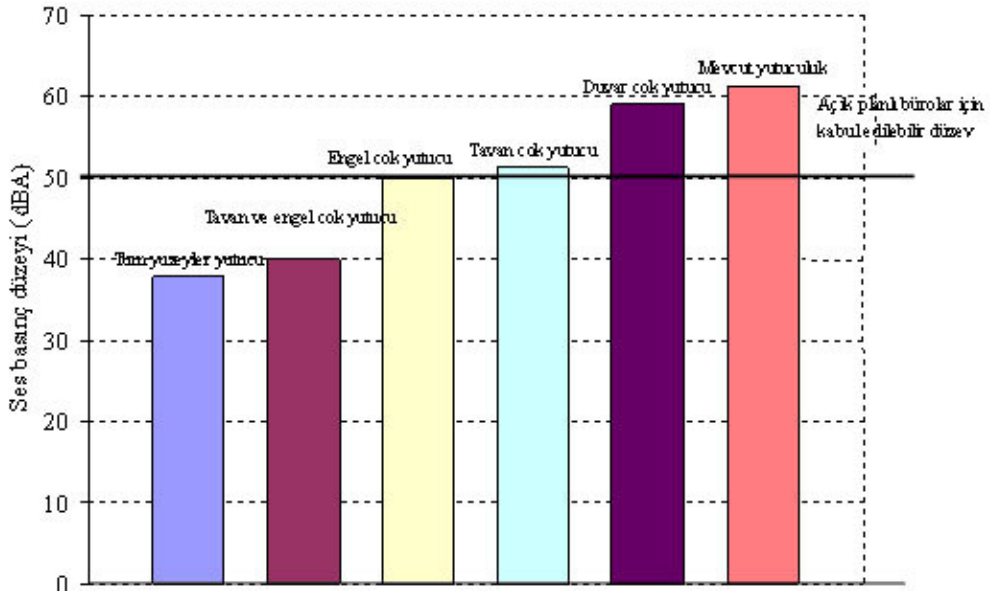
KOŞUL	Gürültü Düzeyi (dB)								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
engel 1,40 m	Mevcut durum	69,30	62,35	62,65	63,35	64,80	63,05	61,85	60,92
	Duvar yutucu	60,91	57,20	57,58	58,95	60,65	59,92	57,78	59,85
	Tavan yutucu	56,40	54,30	57,08	56,65	58,15	58,40	54,20	55,30
	Engel yutucu	53,85	52,31	53,90	53,50	55,80	52,70	53,90	51,80
	Tavan ve engel yutucu	47,25	42,58	42,85	43,24	44,95	43,10	43,85	41,20
	Tüm yüzeyler yutucu	45,25	43,54	39,85	41,90	40,28	40,20	39,08	38,28
engel 1,70 m	Mevcut durum	63,55	60,65	61,98	64,30	62,08	62,35	61,18	60,35
	Duvar yutucu	62,10	57,60	57,75	59,10	59,80	57,15	56,95	56,50
	Tavan yutucu	58,30	49,60	50,90	51,00	53,10	51,30	50,25	49,20
	Engel yutucu	55,06	47,35	49,60	48,15	50,72	48,08	49,85	46,94
	Tavan ve engel yutucu	49,73	46,82	41,21	38,58	40,24	38,58	37,35	36,18
	Tüm yüzeyler yutucu	47,25	44,55	40,15	35,75	37,65	36,68	34,82	34,18

\* Odeon 8.0 programı ile elde edilen farklı koşullarda LAeq sonuçları EK 2’ de detaylı olarak verilmiştir.

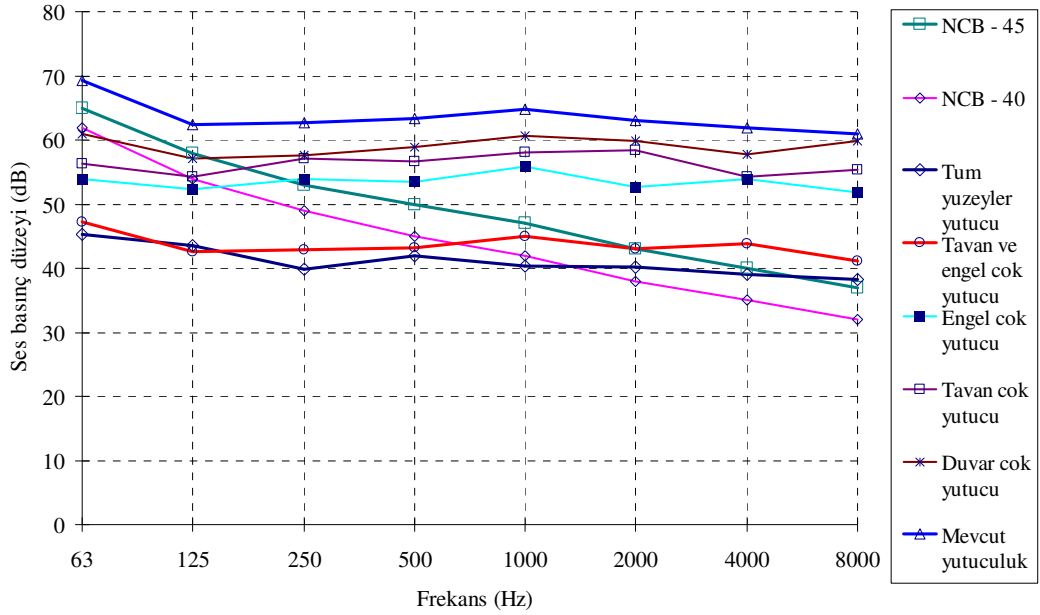
\*\* Odeon 8.0 programı ile elde edilen farklı koşullarda frekansa bağlı gürültü düzeyi sonuçları EK 2’ de detaylı olarak verilmiştir.



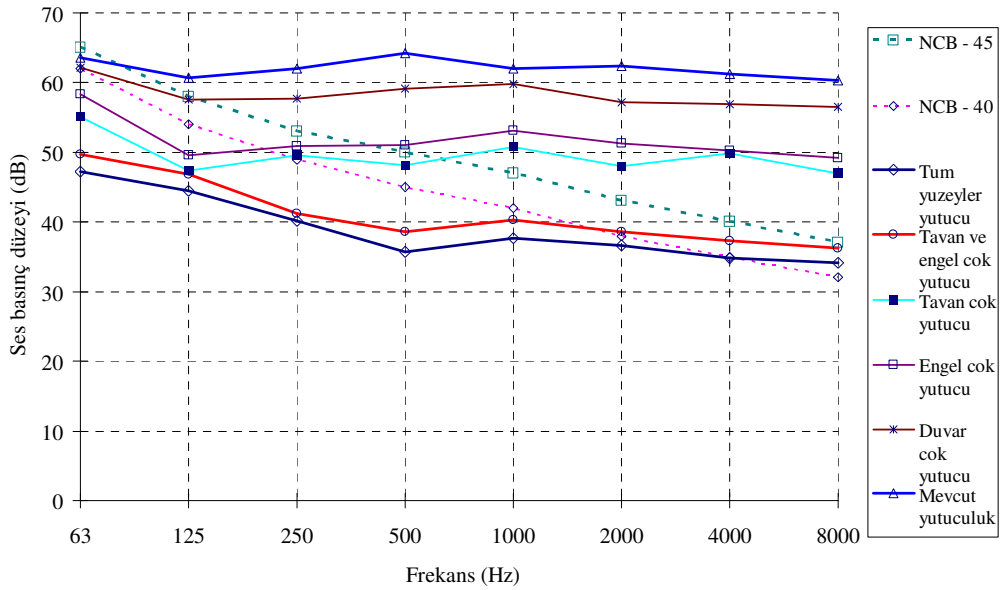
Şekil 6.25 Engel 1.40 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 6.26 Engel 1.70 m olması durumunda LAeq sonuçları sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 6.27 Engel 1.40 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları



Şekil 6.28 Engel 1.70 m olması durumunda frekansa bağlı ses düzeyi sonuçları

Şekil 6.25 ve Şekil 6.26' da görüldüğü gibi, bölücü elemanlar gerek 1.40 m. gerekse 1.70 m. iken mevcut durumda büro hacmindeki gürültü düzeyi yaklaşık 12 dBA kadar kabul edilebilir değerlerin üzerindedir. Mevcut durumda sırasıyla, duvarların, tavanın ve bölme elemanlarının yutucu olması durumlarında, kabul edilebilir gürültü düzeyi elde edilememiştir.

Ancak her iki bölme elemanı yüksekliğinde de, hem tavanın hem de bölme elemanlarının yutucu özellikte olması olmasının kabul edilebilir gürültü düzeyi açısından yeterli olduğu görülmektedir.

Frekansa göre gürültü düzeylerinin NCB eğrileri karşılaştırılması sonucunda ise (Şekil 6.27, Şekil 6.28) engelin 1.40 m. iken ancak tüm yüzeyler çok yutucu ise kabul edilebilir değerler sağlanırken; engel 1.70 m. iken tavan ve engelin çok yutucu olmasının yeterli olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; gerek toplam ses düzeyi gerekse frekansa bağlı değerlendirmeler birlikte ele alındığında hacimde kabul edilebilir gürültü düzeyinin sağlandığı minimum koşulların;

- engel 1.40 m. iken, tüm yüzeyler yutucu
- engel 1.70 m. iken, tavan ve engel yutucu koşullar

olduğu görülmektedir.

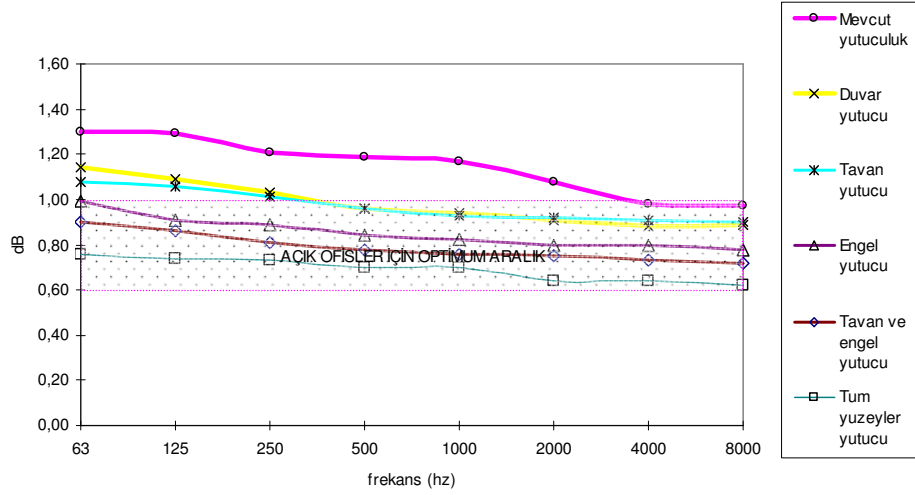
### Yansıma süresi

Çizelge 6.16' da engelin farklı koşullarda yansıma sürelerini, şekil 6.29' da engelin 1,40 m, olması durumunda, şekil 6.30' da ise engelin 1,70 m, olması durumunda, bu sonuçların grafiksel ifadesini görülmektedir.

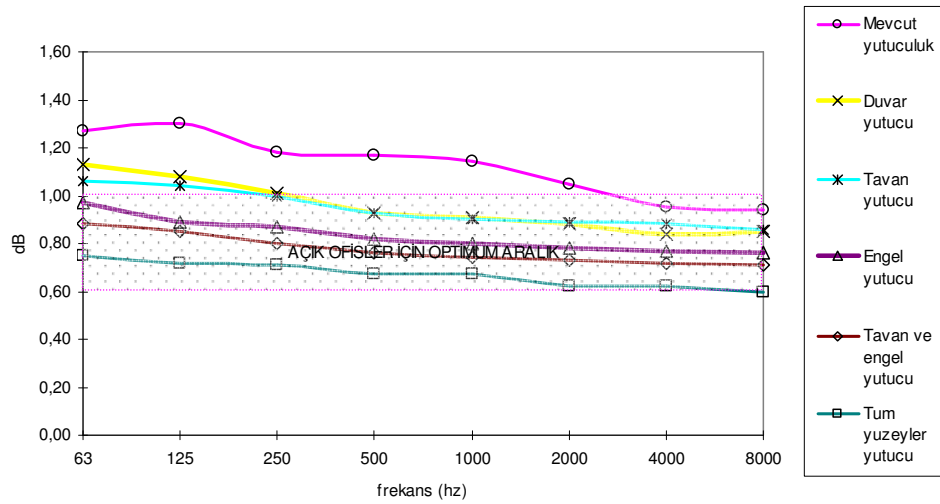
Çizelge 6.16 Farklı koşullarda yansıma süreleri \*

KOŞUL		Yansıma Süresi (s)							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
engel 1,40 m	Mevcut durum	1,30	1,29	1,21	1,19	1,17	1,08	0,98	0,97
	Duvar yutucu	1,14	1,09	1,03	0,96	0,94	0,91	0,88	0,89
	Engel yutucu	1,08	1,06	1,01	0,96	0,93	0,92	0,91	0,90
	Tavan yutucu	0,99	0,91	0,89	0,84	0,82	0,80	0,80	0,78
	Tavan ve engel c yutucu	0,90	0,86	0,81	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72
	Tüm yüzeyler yutucu	0,76	0,74	0,73	0,70	0,70	0,64	0,64	0,62
engel 1,70 m	Mevcut durum	1,27	1,30	1,18	1,17	1,14	1,05	0,95	0,94
	Duvar yutucu	1,13	1,08	1,01	0,93	0,91	0,88	0,84	0,85
	Engel yutucu	1,06	1,04	1,00	0,93	0,90	0,89	0,88	0,86
	Tavan yutucu	0,97	0,89	0,87	0,82	0,80	0,78	0,77	0,76
	Tavan ve engel yutucu	0,88	0,85	0,80	0,76	0,74	0,73	0,72	0,71
	Tüm yüzeyler yutucu	0,75	0,72	0,71	0,67	0,67	0,62	0,62	0,60

\* Odeon 8.0 programı ile elde edilen farklı koşullarda yansıma süresi sonuçları EK 2' de verilmiştir



Şekil 6.29 Engel 1,40 m olması durumunda yansımam süreleri



Şekil 6.30 Engel 1,70 m olması durumunda yansımam süreleri

Yapılan değerlendirmeler sonucu her iki engel yüksekliği durumunda "mevcut yutuculuk" altında yansımam süresinin açık planlı bürolar için kabul edilebilir değerlerin çok üzerinde olduğu görülmüştür. Diğer tüm koşullarda yansımam süreleri olması gereken optimum değer aralığında yer almaktadır.\*

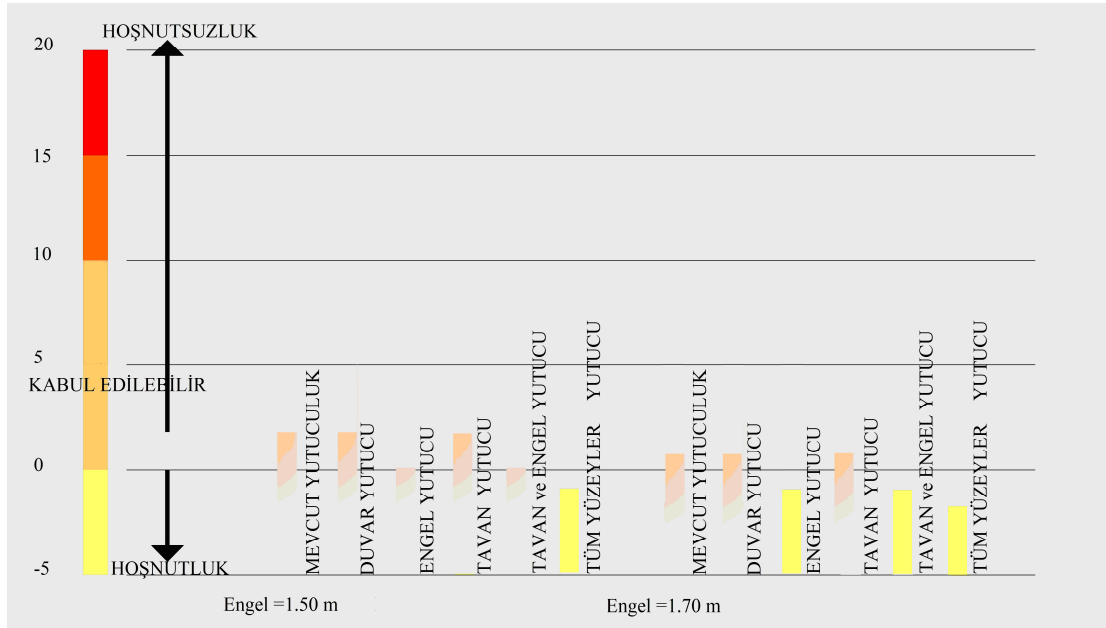
\* Açık planlı büro yapılarında optimum yansımam süresi J.S.Bradley' in 1999 yılında NRC adlı kuruluş için

## Konuşma gizliliği

Çizelge 6.17’de engelin farklı koşullarda konuşma gizliliği puanlandırmasını , Şekil 6.31’de bu sonuçlara göre oluşturulmuş konuşma gizliliği derecelendirmesinin grafiksel ifadesini görmekteyiz.

Çizelge 6.17 Farklı koşullarda SPI sonuçları \*

KOŞUL	SPI (konuşma gizliliği indeksi)	
	h engel 1.50 m	h engel 1.70 m
Mevcut durum	2	1
Duvar yutucu	2	1
Tavan yutucu	0	-1
Engel yutucu	2	1
Tavan ve engel yutucu	0	-1
Tüm yüzeyler yutucu	1	-2



Şekil 6.31 Farklı koşullarda SPI sonuçları

yaptığı çalışma baz alınarak 0.6-1.00 sn alınmıştır (Bradley J.S.,2001)

\* Farklı koşullarda SPI sonuçlarının tespiti Cavanaugh yöntemi kullanılarak elde edilmiş ve hesap sonuçları ile hesaplama yöntemi EK 2’ de verilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucu, engel yüksekliği 1.40 m. olması durumunda hiç bir koşulda ,konuşma gizliliği açısından kabul edilebilir değerlere ulaşılamamıştır. Ancak engel 1.70 m. olması durumunda sırasıyla tavan, tavan ve engel ve tüm yüzeylerin yutucu olması durumunda kabul edilebilir değerlere ulaşılmıştır.

Çizelge 6.18.' de büro hacmi için farklı koşullara göre yapılan değerlendirme sonuçları yer almaktadır. Grldği gibi; Bosch büro hacmi için en optitum durumlar engel yüksekliği 1.40 m.iken tüm yüzeylerin yutucu olması ve engel yüksekliği 1.70 m.iken yavan ve engelin yutucu olması durumudur.

Çizelge 6.18 Tüm koşullar için en uygun durum tesbiti

KOŞUL		T30	LAeq	NCB	SPI
<b>Engel 1.40 m</b>	Mevcut durum	—	—	—	—
	Duvarlar yutucu	✓	—	—	—
	Tavan yutucu	✓	—	—	—
	Engel yutucu	✓	—	—	—
	Tavan ve engel yutucu	✓	✓	—	—
	Tüm yüzeyler yutucu	✓	✓	✓	—
<b>Engel 1.70 m</b>	Mevcut durum	—	—	—	—
	Duvarlar yutucu	✓	—	—	—
	Tavan yutucu	✓	—	—	✓
	Engel yutucu	✓	—	—	—
	Tavan ve engel yutucu	✓	✓	✓	✓
	Tüm yüzeyler yutucu	✓	✓	✓	✓



## 7. SONUÇ

Açık planlı bürolarda, çalışanların konuşmaları, ayak sesleri, telefon ve büro makinelerinden çıkan sesler ile, ısıtma, havalandırma ve aydınlatma ekipmanlarının gürültüleri, bina dışından gelen gürültüler, çalışma mekanını etkileme olasılığı olan gürültü kaynaklarını oluşturmaktadır. Bürolarda akustik konforun sağlanması; büyük oranda, mekan dışından gelen ve/ya da hacimde oluşan gürültülerin, kabul edilebilir değerlerin altında kalmasını sağlayacak koşulların varlığına bağlıdır.

Açık planlı bürolarda, ister insan, ister makine olsun gürültü kaynakları ile alıcıların aynı mekanı paylaşma zorunluluğu akustik konforun sağlanmasını güçleştirmektedir. Akustik konforun sağlanamaması dikkatin dağılması, konuşma düzeyinin artması gibi üretkenliği ve verimliliği azaltıcı sonuçlar doğurmaktadır.

Açık planlı büroların tasarımında akustik, mekanın kullanım performansını doğrudan etkileyen bir özellik taşımaktadır. Akustik konforu sağlayacak koşulların oluşması, tefriş tasarımından asma tavan özelliklerine, mobilya seçiminden bölme elemanının boyutuna, hatta aydınlatma aygıtlarının biçimine kadar, büro içinde yer alan her nesnenin özenle ele alınıp incelenmesini gerektirmektedir.

Akustik ile ilgili çalışmalar, mimari tasarımın en erken aşamalarından başlayarak, tasarımla karşılıklı etkileşim içinde yürütülmelidir. Hem çok önemli, hem de oldukça güç bir konu olan açık planlı büroların akustik sorunları, bir yandan tasarımın çok yönlülüğü ve yeterliliğine, öte yandan da uygulama ve kullanımda tasarım koşullarına titizlikle uyulmasına bağlı olarak çözülebilir.

Tasarımı etkileyen akustik düzenlemelerin sağlanabilmesi için, açık planlı büro yapılarında göz önünde bulundurulması gereken bazı noktalar aşağıda yer almaktadır.

- Trafik gürültüsü gibi yapı dışı ya da asansör vb. gibi yapı içi gürültü kaynakları büro mekanın dışında olup çeşitli biçimlerde gürültü sorunu yaratabilir. Bunların önlenmesi, temelde sesin geçmesinin önlenmesi yani yapı elemanlarının ses geçirmezliklerinin artırılması biçimindedir. Mekan dışından gelen gürültülerin hacime etkisinin kabul edilebilir gürültü düzeyinin altında kalmasının sağlanmasının akustik konforun gerekliliklerinden biri olduğu unutulmamalıdır.
- Açık planlı olsun bürolarda akustik konfor, bir yandan fon gürültüsünün

sınırlandırılmasına öte yandan konuşma gizliliğinin sağlanmasına bağlıdır. Fon gürültüsü ise, kullanıcılar sestten rahatsız olmadan, çalışmalarına konsantre olabilecek düzeyde tutulabilmelidir. Bu açıdan, hacim içinde söz konusu olabilecek tüm kaynakların gürültü ve titreşim yalıtımlarının yapılması sağlanmalıdır.

- Büro içi gürültülerin denetiminde özellikle kullanıcıların bilinçlendirilmesi gerekir. Konuşmalarda ve büro mobilyaları ile araç gereçlerin kullanımında çevreyi rahatsız etmemeye özen gösterilmesi gerekir.
- Hacimde mümkün olduğu kadar ses yutma özelliği yüksek gereç kullanılması önemlidir. Özellikle tavan yüzeyinde ses yutucu malzeme kullanılması, tavan yüzeyinden yansımaları belli oranda engellediği için önem taşır. Ayrıca pencerelerde perde, mobilyalarda kalın kumaşlar, hacmin değişik yerlerinde bol yapraklı bitkiler kullanılmalıdır.
- Döşemede ses yutucu gereçler kullanılması doğru olur. Darbe gürültüsü olarak nitelendirilen adım sesi ile eşyaların itilip çekilmesinden kaynaklanan seslerin önlenmesi için döşemede halı, lastik gibi esnek gereçler kullanılmalıdır. Ayrıca mobilya ayaklarının altına lastik tekerlekler, kauçuk, keçe, gibi sönümletici gereçler uygulanmalıdır.
- Açık planlı büro hacimlerinde bölme elemanları, gerek mekan oluşturmaları, gerekse gürültü denetimi açısından önemli öğelerdir. Bu nedenle bölme elemanlarının detaylandırılması, boyutları ve gereç özelliği seçimleri ile hacim içersinde dağılımları bilinçli şekilde yapılmalıdır.

Bu çalışmada, açık planlı büro yapılarında işitsel konfor koşulları ve bu koşulların oluşmasında temel teşkil eden etkenler incelenmiştir. Bu etkenler doğrultusunda incelemeye alınan iki örnek hacimde, işitsel konforun sağlanabilmesi için yaklaşım örnekleri oluşturulmuştur. Yapılan inceleme ve değerlendirmeler ile akustik açıdan alınması gereken önlemlerin büronun özelliklerine göre (boyut, büyüklük, çalışan kişi sayısı, yapılan işin niteliği vb.) değişim gösterdiği somut olarak ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, her iki büro hacmi için gerçekleştirilen çalışmalar değerlendirildiğinde,

- açık planlı büro hacimlerinde kabul edilebilir gürültü düzeyinin sağlanmasında öncelikle tavan ve bölücü elemanların yutuculuklarının artırılması gerektiği,
- döşeme yutuculuğunun artırılmasının hacmin toplam yutuculuğuna katkı sağladığı

ancak tek başına işitsel konforun sağlanması için yeterli olmadığı,

- hacim içinde çalışan kişi sayısının ve bu kişilerin birbiriyle etkileşiminde dikkatli davranmalarının gürültünün oluşmaması açısından önemli olduğu,
- hacmin tefrişinde, kullanıcıların birbirlerinin seslerinden olabildiğince az etkilenmelerini sağlayacak düzenlerin kurulmaya çalışılmasının gerektiği,
- etkin engel yüksekliğinin ve yüzey ses yutma özelliklerinin, konuşma gizliliğinin yanı sıra, hacimdeki fon gürültüsünün azaltılması açısından da önemli olduğu,

belirlenmiştir.

Mekanın ses ile ilişkisi insan yaşamının kalitesi adına gündemde tutulması gereken bir olgudur. Bu anlamda, akustik konfor koşullarının sağlanması, önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Geleceğin mimarları tasarımlarında ses denetiminin sağlanması amacıyla kullanılan yapı malzemelerinin etkinliklerini bildikleri ölçüde, ortaya çıkan mekanlar daha nitelikli olacaktır.

## KAYNAKLAR

Akman,Y., (1991), "Ofis dekorasyonunda görsel değerler sağlığını ne kadar etkilemelidir?", Arredamento Dekorasyon, Ofis'91 Dergisi, 14-16

Aksu, M., (2001),"Büro binalarında çalışma mekanının kullanım sonrası değerlendirilmesi (KSD/POE) için kontrol listelerinin oluşturulması", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 28-38.

Akyol, E., (1997),"Büro yapılarında kullanıcı gereksinimlerinin mekân tasarımına etkilerinin irdelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.

Arredamento Dekorasyon, (2005).

Arredamento Dekorasyon, (1991),"100 yıllık bir tarih: Modern ofis", Ofis'91 Dergisi., 32-36 .

Aydın, H., (1982), "Yönetmelik organizasyonun büro programlarına etkisi", Diploma Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 15

Baubekri, M., Hulliv, R., Boyer, L.,(1991) "Impact of window size and sunlight penetration on office workers' mood and satisfaction, a novel way of assessing sunlight", Environment and Behaviour, 23/4: 474-493

Büyükyıldırım,S, (1986). Açık Planlı Büro Hacimlerinin Akustik Yönden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,

Cavanaugh, W. J., Wilkes, J. A., (1999)Architectural Acoustics, INC., Canada,

Doelle, L., L., (1972), Environmental Acoustics, Mc Graw Hill Company, ABD.

Duffy, F., (1997), Francis Duffy; with Contributions from Kenneth Powell / The New Office, Conron Octopus, London.

Eldem, N., (1950), İdari ve Ticari Büro Binaları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Emiroğlu, E., (1986), "Büro binalarında, büro mekânı türleri", Dizayn Konstrüksiyon Dergisi, 42-46

Erentok, M., (1991),"A'dan Z'ye açık ofis",Arredamento Dekorasyon,Ofis'91 Dergisi,16-22

Gürer, A., (1997), Büro Binalarında Mekan ve Kullanıcı Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Harris,D.A., Engen,B.W., Fitch, W.E., (1991), "Planning and designing the officeenvironment", Van Nostrand Reinhold, New York, 49-55

KL Jensen , E Arens and L Zagreus , (2005), Acoustical Quality in Office Workstations,As Assessed by Occupant Surveys, Center for the Built Environment, University of California Berkeley, USA

J.S. Bradley, (2001) is a Principal Research Officer in the Indoor Environment Program at the National Research Council's Institute for Research in Construction.

- J.S. Bradley, (2002) Prediction of the speech intelligibility index behind a single screen in an open-plan office , NRCC-44286,
- Jukka Keränen,(2002) ,Finnish Institute of Occupational Health Laboratory Acoustics in Open-Plan Offices – A Laboratory Study Finland
- Karabiber, Z., (1991) Mimari Akustikle İlgili Başlıca Tanım, Terim, Formül ve Büyüklükler, Y.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul
- Karabiber, Z., (1994), "Açık Planlı Bürolarda Akustik Sorunlar", Tasarım Dergisi 49:103-105
- Ketencioğlu,N.,(2001)"Yönetim organizasyonundaki değişimlerin büro binalarının tasarımına etkisi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,10-20
- Kısmet, B., (1999), Yönetim Yapılarında Kullanılan Bilişim Teknolojileri ve Mimari Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kleeman, W. B., Duffy F., (1991) "Interior design of the electronic office, the comforand productivity payoff", Van Nostrand Reinhold, New York, 102-112
- Kupritz, V.,(1998) "Privacy in work place: the impact of building design",Environment and Behaviour, 18/3: 341-356
- Mahnke, F. H., (1993), Color and Light In Man-made Environments, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Akdağ.N, Karabiber.Z (2005),Makine Mühendisleri Odası Yapılarda Isı,Yangın Yalıtımı ve Gürültü Titreşim-Denetimi Yayını
- Mitchell, W., (1995), City of Bits, MIT Press, London.
- Mullin, S., (1976)"Planning office space", The Architectural Press, London, 16
- Naghavi, Ş., (1995), Büro Binalarında İç Mekan Düzenlemesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Odeon User Manual,(2006)
- Onat, N., (1995), Büro Planlama İlkeleri.
- Pile, J., (1978), "Open office planning, a handbook for interior designers and architects",The Whitney Library of Design, New York, 11-30
- Sağocak, D.M., (2005) "Ergonomik tasarımda renk", Trakya Üniversitesi Fen BilimleriDergisi, Edirne, 6(1): 77-83
- Şerefhanığlu,M.,(1987), "Hacimde Gürülrü Düzeyi", Yapı Fiziği Ana Bilim Dalı Yayınları, YÜ Baımevi, Yıldız, İstanbul
- Şerefhanığlu,M.,(1991),"Çalıştığımız mekânlarda aydınlatma ve görsel konfor",Arredamento Dekorasyon, Ofis'91 Dergisi, 19-22
- Şerefhanığlu,M.,(1991), "Ofis yapılarında gürültü denetimi", ArredamentoDekorasyon, Ofis'91 Dergisi, 16-17
- T+Ofis Binaları, (2003),Tasarım Yayın Grubu, İstanbul.
- Tasarım Dergisi, (2003), Ofis Binaları (Office Buildings), Tasarım Özel Sayısı 109: 62-76

Van Meel, (1999), *The European Office, Office Design and National Context*, OIO Publishers, Rotterdam.

**EKLER**

- Ek 1 Sitecco fabrikası büro hacmi için yapılan çalışma sonucu elde edilen grafik ve Çizelgeler.
- Ek 2 Bosch yönetim merkezi büro hacmi için yapılan çalışma sonucu elde edilen grafik ve Çizelgeler.

## Ek 1 Çalışma kapsamında Sitecco fabrikası büro hacmi için yapılan çalışma sonucu elde edilen grafik ve çizelgeler

Şekil EK1.1-EK1.12 ' çalışma kapsamında Odeon 8.0 programından elde edilen verileri, Şekil EK1.13-EK1.24'de Cavanaugh metoduyla Microsoft Excel programı kullanılarak elde edilen veriler yer almaktadır.

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	1.36	1.34	1.29	1.26	1.20	1.12	1.08	1.04
SPL (dB)	63.30	64.35	65.65	66.35	67.80	66.05	64.85	63.92

SPL(A) = 67.559  
STI = 0.45 (Theoretical based on T30)

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 12  
Rays used: 21180 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 2095778  
Mean free path:

Şekil EK1.1 Sitecco büro hacminde engel 1.50 m. iken Odeon 'un mevcut durum analizi

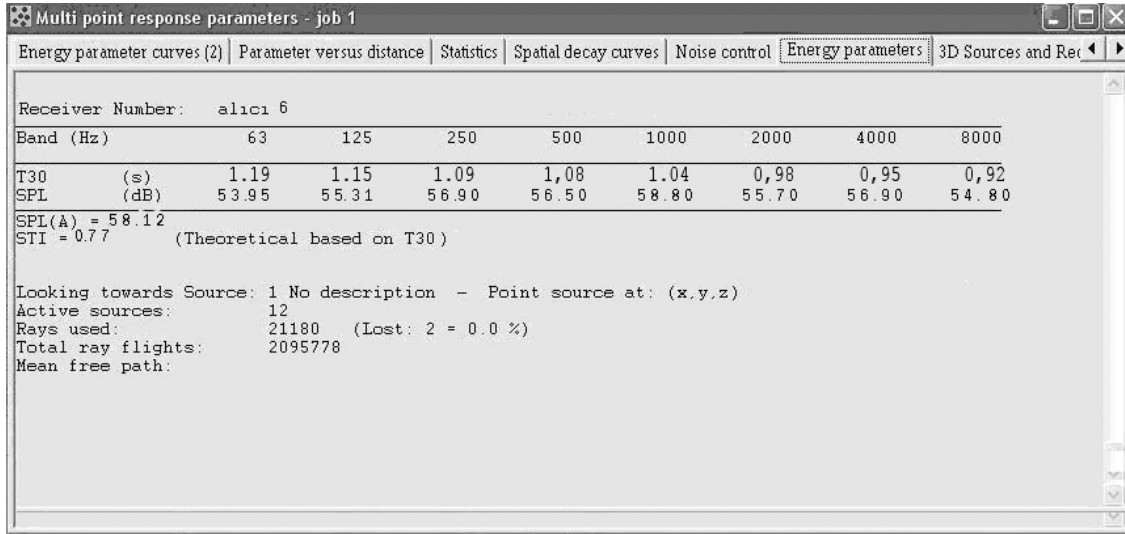
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	1.27	1.26	1.16	1.12	1.11	1.07	0.99	0.95
SPL (dB)	58.91	60.20	60.58	61.95	63.65	61.92	60.78	59.85

SPL(A) = 63.58  
STI = 0.54 (Theoretical based on T30)

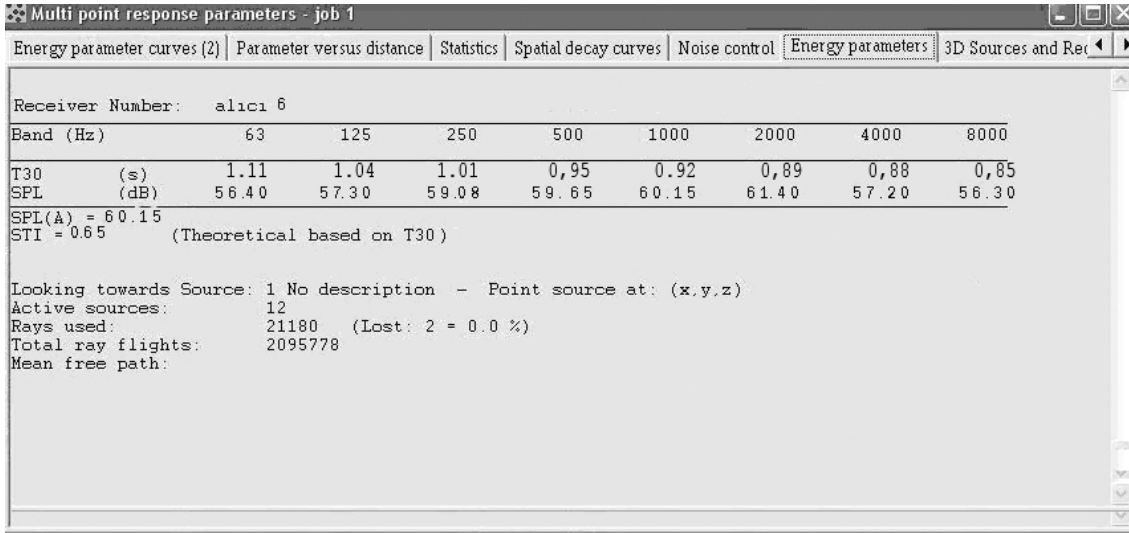
Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 12  
Rays used: 21180 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 2095778  
Mean free path:

Şekil EK1.2 Sitecco büro hacminde engel 1.50 m. iken Odeon 'un duvarların yutucu olma durumu analizi





Şekil EK1.3 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un engel yutucu olma durumu analizi



Şekil EK1.4 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un tavan yutucu olma durumu analizi

Multi point response parameters - job 1

Energy parameter curves (2) | Parameter versus distance | Statistics | Spatial decay curves | Noise control | Energy parameters | 3D Sources and Re...

engel 150 tavan engel yutucu  
Receiver Number: alıcı 6

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.83	0.80
SPL (dB)	43.27	44.58	45.35	46.24	47.95	46.10	45.85	44.20

SPL(A) = 47.10  
STI = 0.76 (Theoretical based on T30)

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 12  
Rays used: 21186 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 14440  
Mean free path:

Şekil EK1.5 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi

Multi point response parameters - job 1

Energy parameter curves (2) | Parameter versus distance | Statistics | Spatial decay curves | Noise control | Energy parameters | 3D Sources and Re...

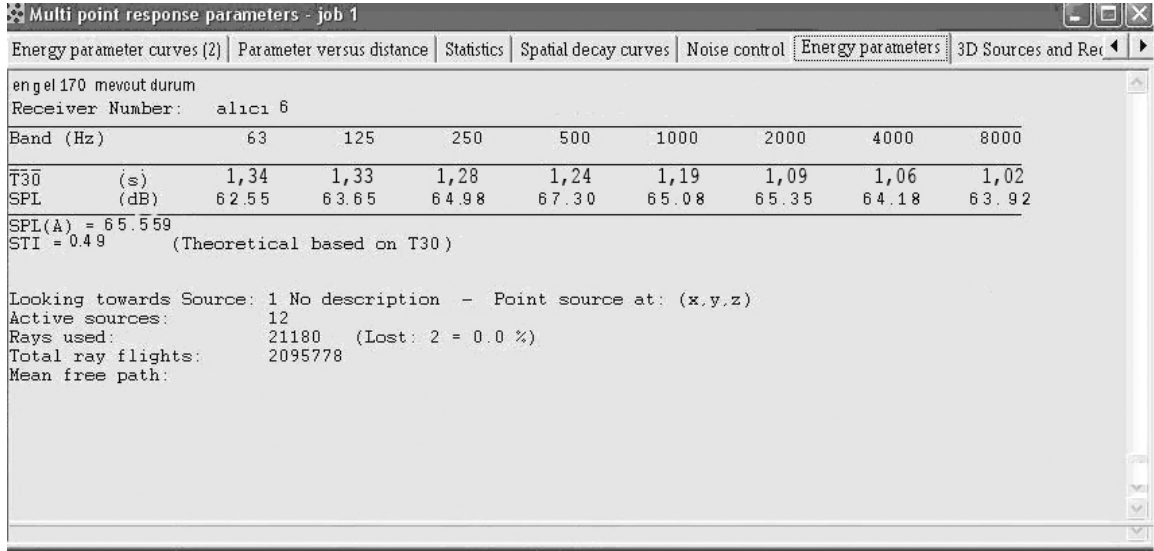
engel 150 tüm yüzeyler yutucu  
Receiver Number: alıcı 6

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	0.88	0.84	0.80	0.76	0.73	0.71	0.68	0.65
SPL (dB)	40.25	41.58	42.85	44.90	43.28	43.20	42.20	41.28

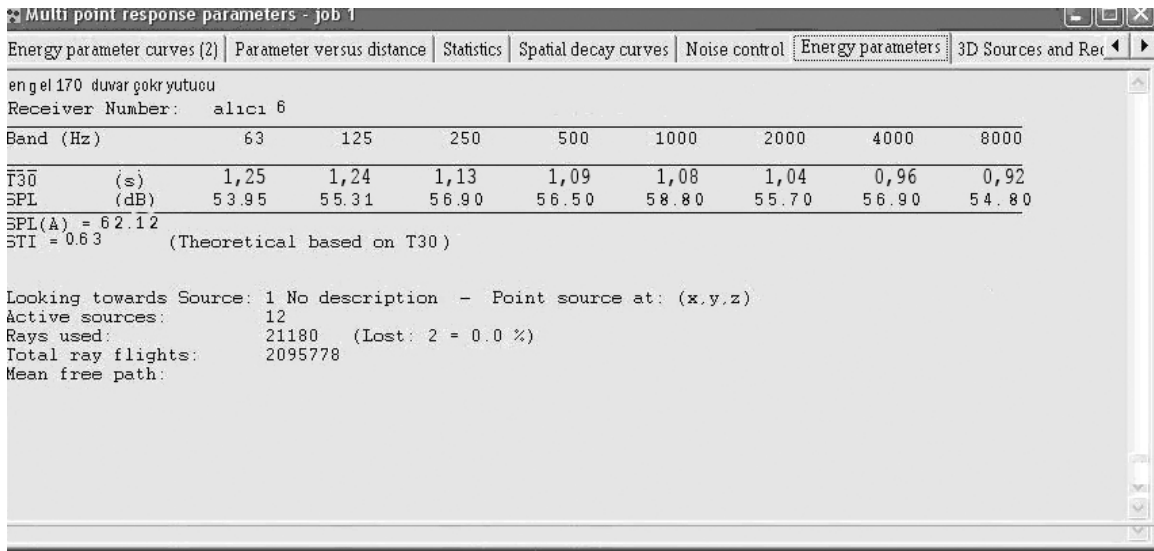
SPL(A) = 44.10  
STI = 0.78 (Theoretical based on T30)

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 12  
Rays used: 21186 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights:  
Mean free path:

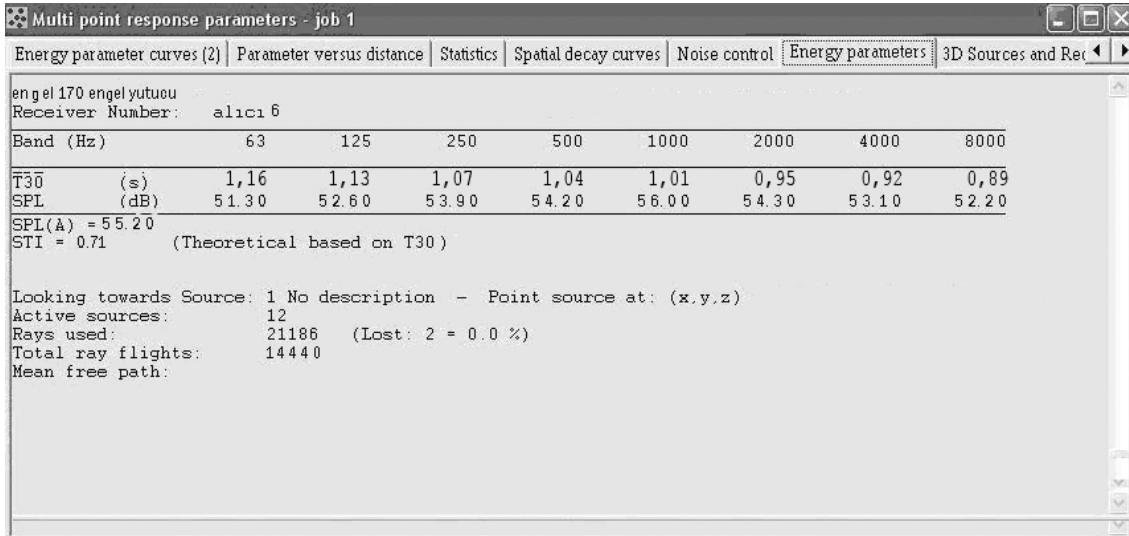
Şekil EK1.6 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.50 m. iken Odeon 'un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi



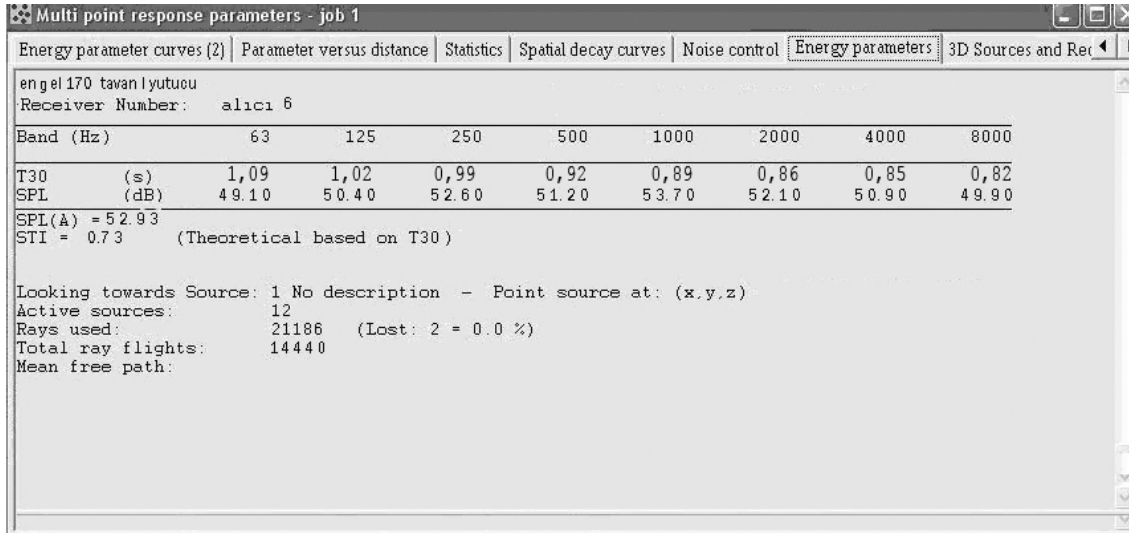
Şekil EK1.7 Sitecco büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon 'un mevcut durum analizi



Şekil EK1.8 Sitecco büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon 'un duvarların yutucu olma durumu analizi



Şekil EK1.9 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un engel yutucu olma durumu analizi



Şekil EK1.10 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tavan yutucu olma durumu analizi

Multi point response parameters - job 1

Energy parameter curves (2) | Parameter versus distance | Statistics | Spatial decay curves | Noise control | **Energy parameters** | 3D Sources and Rec

engel 170 tavan engel yutucu  
Receiver Number: alıcı 6

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	0,97	0,96	0,92	0,91	0,87	0,84	0,80	0,77
SPL (dB)	38.73	39.82	41.18	41.58	43.24	41.58	40.35	39.56

SPL(A) = 42.75  
STI = 0.82 (Theoretical based on T30)

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 12  
Rays used: 21182 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 2095778  
Mean free path:

Şekil EK1.11 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi

Multi point response parameters - job 1

Energy parameter curves (2) | Parameter versus distance | Statistics | Spatial decay curves | Noise control | **Energy parameters** | 3D Sources and Rec

engel 170 tüm yüzeyler yutucu  
Receiver Number: alıcı 6

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	0,86	0,81	0,78	0,73	0,69	0,66	0,65	0,62
SPL (dB)	36.25	37.55	39.15	38.75	40.65	39.68	37.82	37.18

SPL(A) = 39.85  
STI = 0.86 (Theoretical based on T30)

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 12  
Rays used: 21180 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 2095778  
Mean free path:

Şekil EK1.12 Sitecco büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75		
			72	66	60	54				
		mahremiyet derecesi		güvenilir	tipik		15	9		
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					9	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					9	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
	engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	73
					25-35	35-45	45-55	55-60		
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	2	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk						

Şekil EK1.13 Sitecco büro hacminde engül 1.50 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75		
			72	66	60	54				
		mahremiyet derecesi		güvenilir	tipik		15	9		
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					9	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					9	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
	engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	73
					25-35	35-45	45-55	55-60		
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	2	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk						

Şekil EK1.14 Sitecco büro hacminde engül 1.50 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75		
			72	66	60	54				
mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik				15		
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık				9	73	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31			14,63
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9			12
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12			15
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15			20
		yutucu	yutucu	0	6	18	18			24
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık				9		
				0,91	1,82	3,65	7,31			14,63
		0,30		0	3	6	9			12
		0,60		0	4	8	12			15
		0,90		0	5	15	15			20
		1,20		0	6	18	18			24
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55		73
			25-35		35-45		45-55			55,60
kullanıcı tepkisi		-5   0   5   10   15   20   25		hoşnutsuzluk		hosnutsuzluk		2		

Şekil EK1.15 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.50 m. iken engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75		
			72	66	60	54				
mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik				15		
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık				15	79	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31			14,63
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9			12
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12			15
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15			20
		yutucu	yutucu	0	6	18	18			24
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık				9		
				0,91	1,82	3,65	7,31			14,63
		0,30		0	3	6	9			12
		0,60		0	4	8	12			15
		0,90		0	5	15	15			20
		1,20		0	6	18	18			24
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55		79
			25-35		35-45		45-55			55,60
kullanıcı tepkisi		-5   0   5   10   15   20   25		hoşnutsuzluk		hosnutsuzluk		-4		

Şekil EK1.16 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.50 m. iken tavan yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75	
			72	66	60	54			
		mahremiyet derecesi		güvenilir	tipik			15	
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					15
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63	
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12	
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15	
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20	
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24	
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					9
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63	
		0,60		0	3	6	9	12	
		0,90		0	4	8	12	15	
		1,20		0	5	15	15	20	
	engül yok		0	6	18	18	24		
	engül yok		0	0	0	0	0		
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55
					25-35	35-45	45-55	55-60	79
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk				-4	

Şekil EK1.17 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.50 m. iken tavan ve engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75	
			72	66	60	54			
		mahremiyet derecesi		güvenilir	tipik			15	
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					18
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63	
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12	
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15	
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20	
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24	
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					9
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63	
		0,60		0	3	6	9	12	
		0,90		0	4	8	12	15	
		1,20		0	5	15	15	20	
	engül yok		0	6	18	18	24		
	engül yok		0	0	0	0	0		
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55
					25-35	35-45	45-55	55-60	82
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk				-7	

Şekil EK1.18 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.50 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti



Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75			
	mahremiyet derecesi		72	66	60	54					
				güvenilir	tipik		15	9			
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					9		
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					12		
				0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,30		0	3	6	9	12			
		0,60		0	4	8	12	15			
		0,90		0	5	15	15	20			
	1,20		0	6	18	18	24				
	engül yok		0	0	0	0	0				
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55-60	55	76
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	-1	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk							

Şekil EK1.19 Sitecco büro hacminde engül 1.70 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75			
	mahremiyet derecesi		72	66	60	54					
				güvenilir	tipik		15	9			
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					9		
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					12		
				0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,30		0	3	6	9	12			
		0,60		0	4	8	12	15			
		0,90		0	5	15	15	20			
	1,20		0	6	18	18	24				
	engül yok		0	0	0	0	0				
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55-60	55	76
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	-1	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk							

Şekil EK1.20 Sitecco büro hacminde engül 1.70 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75		
	mahremiyet derecesi		72	66	60	54				
		güvenilir		tipik				15		
		15		9						
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					9	76
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					12	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
		engül yok		0	6	18	18	24		
	engül yok		0	0	0	0	0	0		
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	
			25-35		35-45	45-55	55-60			
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25		
		hoşnutluk		hoşnutsuzluk				-1		

Şekil EK1.21 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75		
	mahremiyet derecesi		72	66	60	54				
		güvenilir		tipik				15		
		15		9						
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					15	82
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					12	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
		engül yok		0	6	18	18	24		
	engül yok		0	0	0	0	0	0		
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	
			25-35		35-45	45-55	55-60			
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25		
		hoşnutluk		hoşnutsuzluk				-7		

Şekil EK1.22 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken tavan yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75
			72	66	60	54		
mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik			15	9
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık				
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık				
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
		0,60		0	3	6	9	12
		0,90		0	4	8	12	15
		1,20		0	5	15	15	20
		engül yok		0	6	18	18	24
fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	82
		25-35		35-45	45-55	55-60		
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25
		hoşnutluk		hosnutsuzluk				

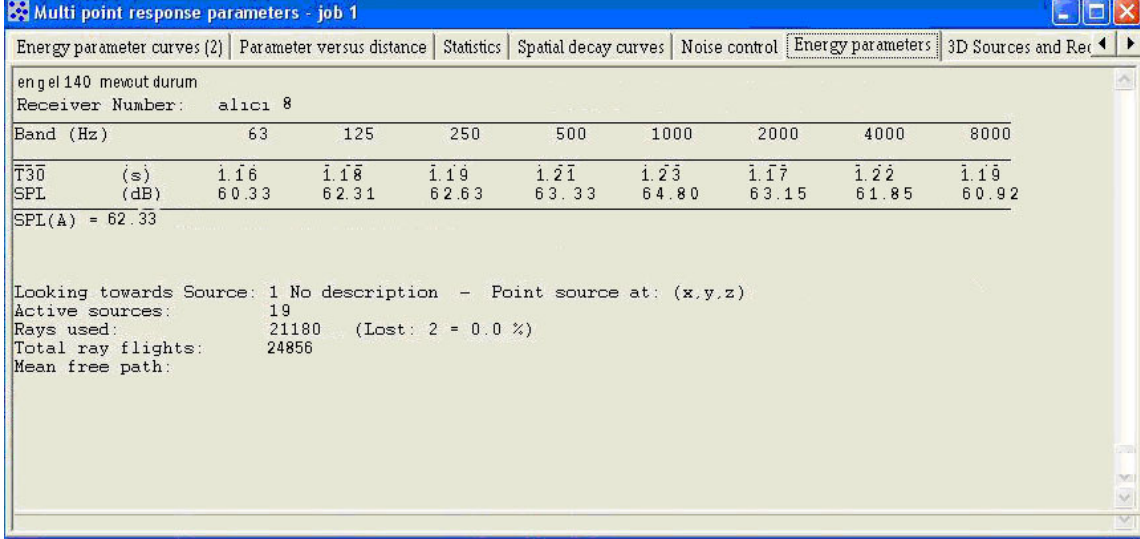
Şekil EK1.23 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken tavan ve engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	60	75
			72	66	60	54		
mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik			15	9
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık				
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık				
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63
		0,60		0	3	6	9	12
		0,90		0	4	8	12	15
		1,20		0	5	15	15	20
		engül yok		0	6	18	18	24
fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	85
		25-35		35-45	45-55	55-60		
kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25
		hoşnutluk		hosnutsuzluk				

Şekil EK1.24 Sitecco büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

## Ek 2 Çalışma kapsamında, Bosch yönetim merkezi büro hacmi için yapılan çalışma sonucu elde edilen grafik ve çizelgeler

Şekil EK2.1-EK2.12 ' çalışma kapsamında Odeon 8.0 programından elde edilen verileri, Şekil EK2.13-EK2.24'de Cavanaugh metoduyla Microsoft Excel programı kullanılarak elde edilen veriler yer almaktadır.



Multi point response parameters - job 1

Energy parameter curves (2) | Parameter versus distance | Statistics | Spatial decay curves | Noise control | Energy parameters | 3D Sources and Rec

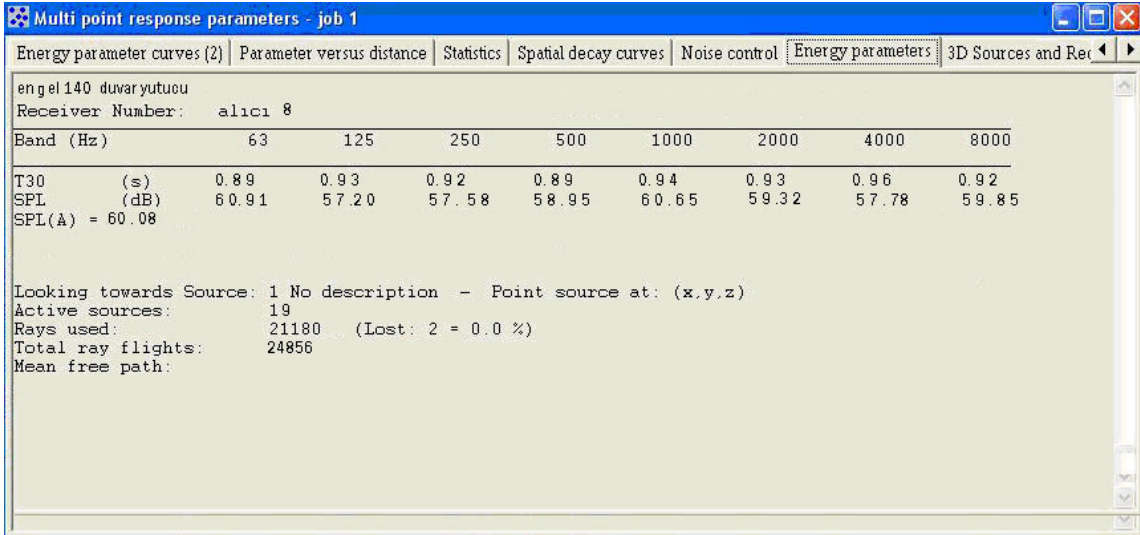
engül 140 mevcut durum  
Receiver Number: alıcı 8

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	1.16	1.18	1.19	1.21	1.23	1.17	1.22	1.19
SPL (dB)	60.33	62.31	62.63	63.33	64.80	63.15	61.85	60.92

SPL(A) = 62.33

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 19  
Rays used: 21180 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 24856  
Mean free path:

Şekil EK2.1 Bosch büro hacminde engel 1.40 m. iken Odeon 'un mevcut durum analizi



Multi point response parameters - job 1

Energy parameter curves (2) | Parameter versus distance | Statistics | Spatial decay curves | Noise control | Energy parameters | 3D Sources and Rec

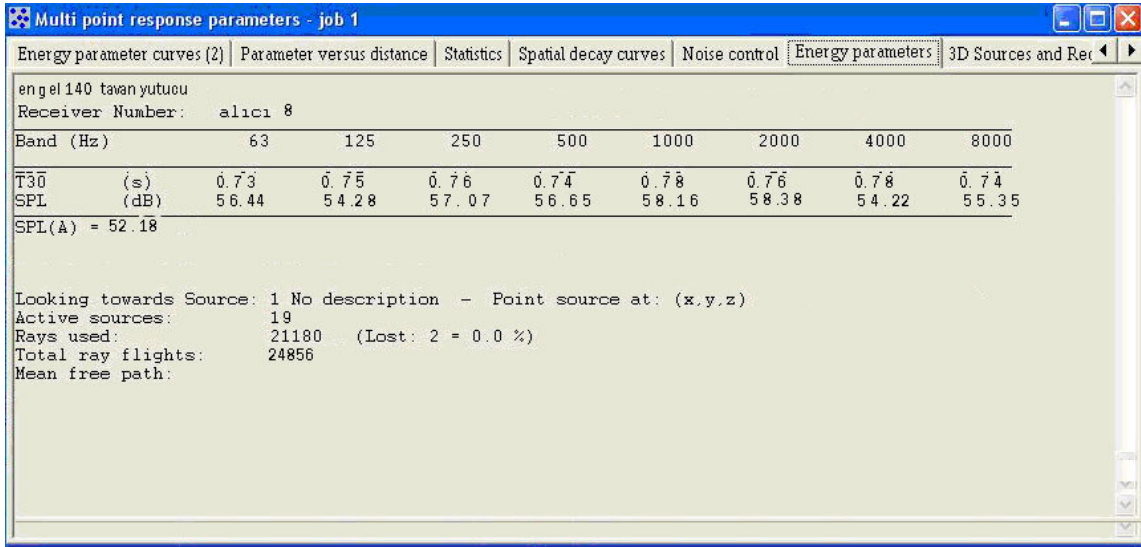
engül 140 duvar yutucu  
Receiver Number: alıcı 8

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (s)	0.89	0.93	0.92	0.89	0.94	0.93	0.96	0.92
SPL (dB)	60.91	57.20	57.58	58.95	60.65	59.32	57.78	59.85

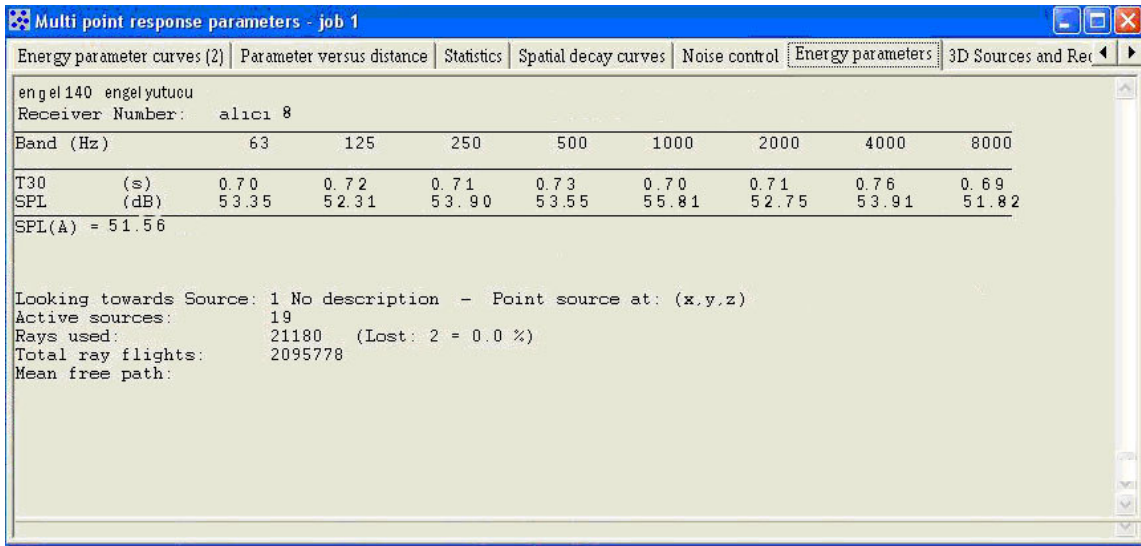
SPL(A) = 60.08

Looking towards Source: 1 No description - Point source at: (x,y,z)  
Active sources: 19  
Rays used: 21180 (Lost: 2 = 0.0 %)  
Total ray flights: 24856  
Mean free path:

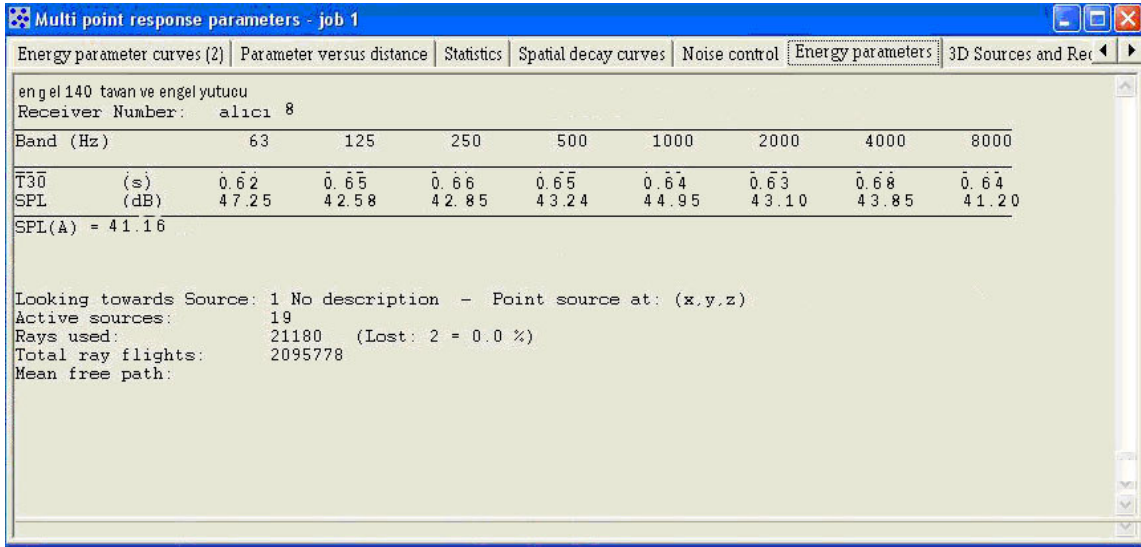
Şekil EK2.2 Bosch büro hacminde engel 1.40 m. iken Odeon 'un duvarların yutucu olma durumu analizi



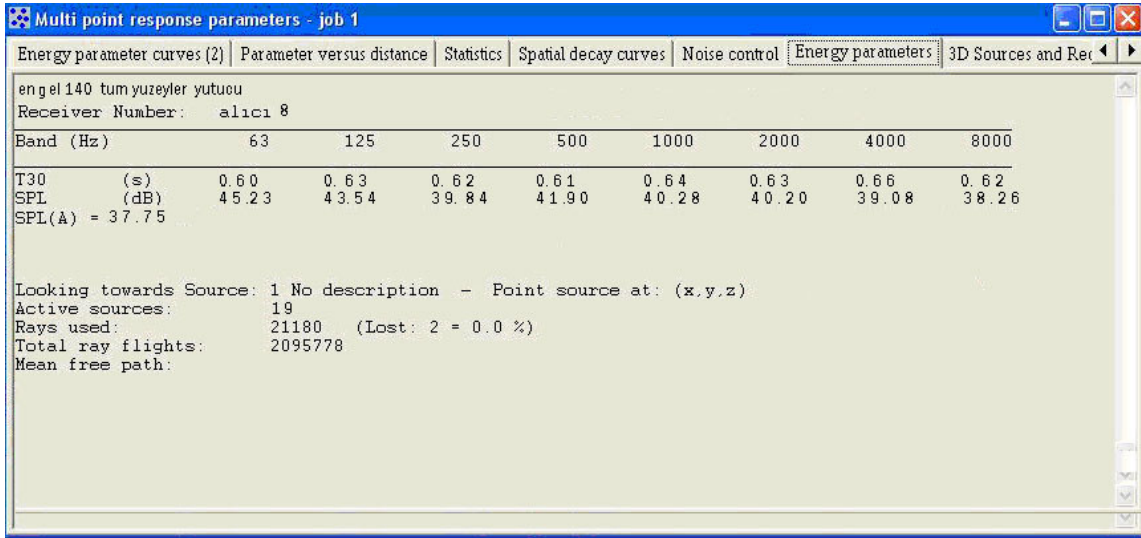
Şekil EK2.3 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken Odeon 'un tavan yutucu olma durumu analizi



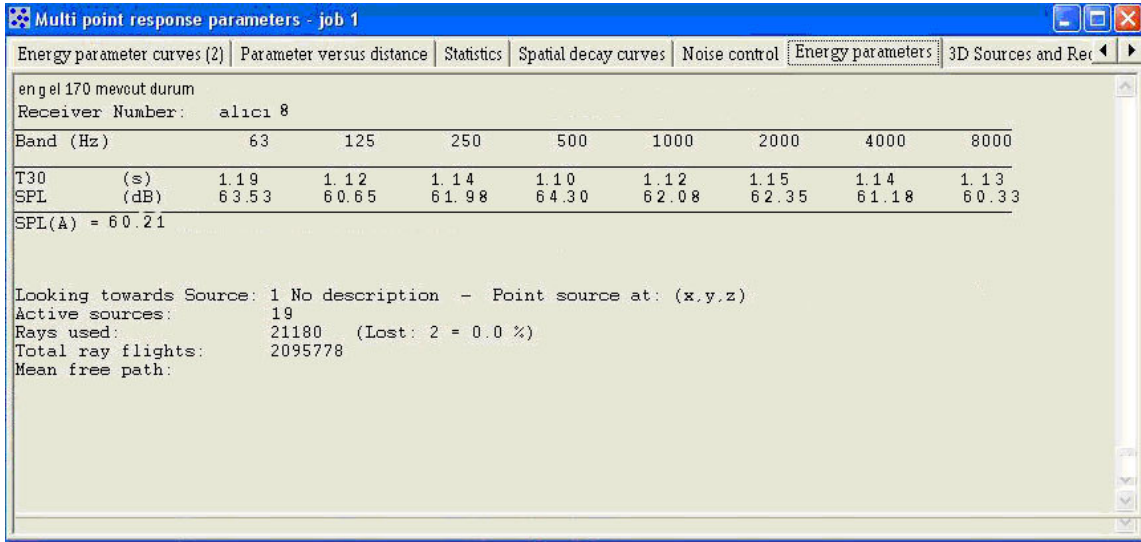
Şekil EK2.4 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken Odeon 'un engel yutucu olma durumu analizi



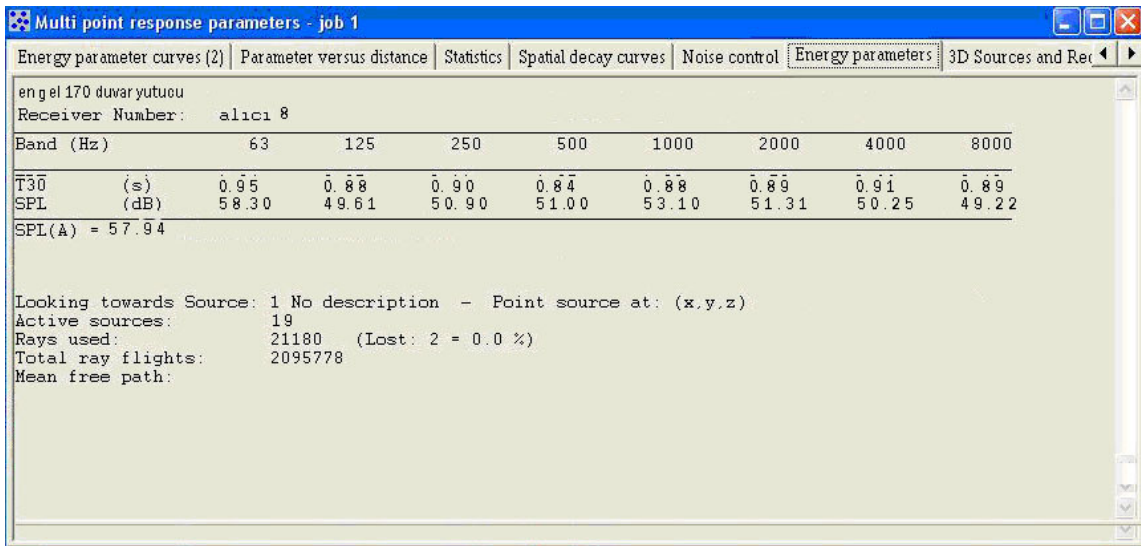
Şekil EK2.5 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken Odeon 'un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi



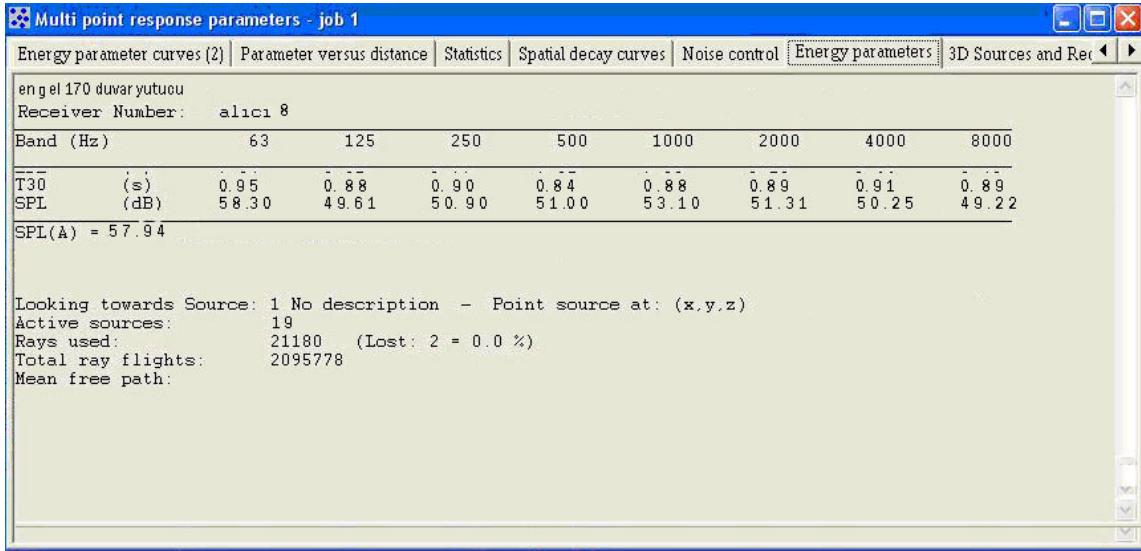
Şekil EK2.6 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.40 m. iken Odeon 'un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi



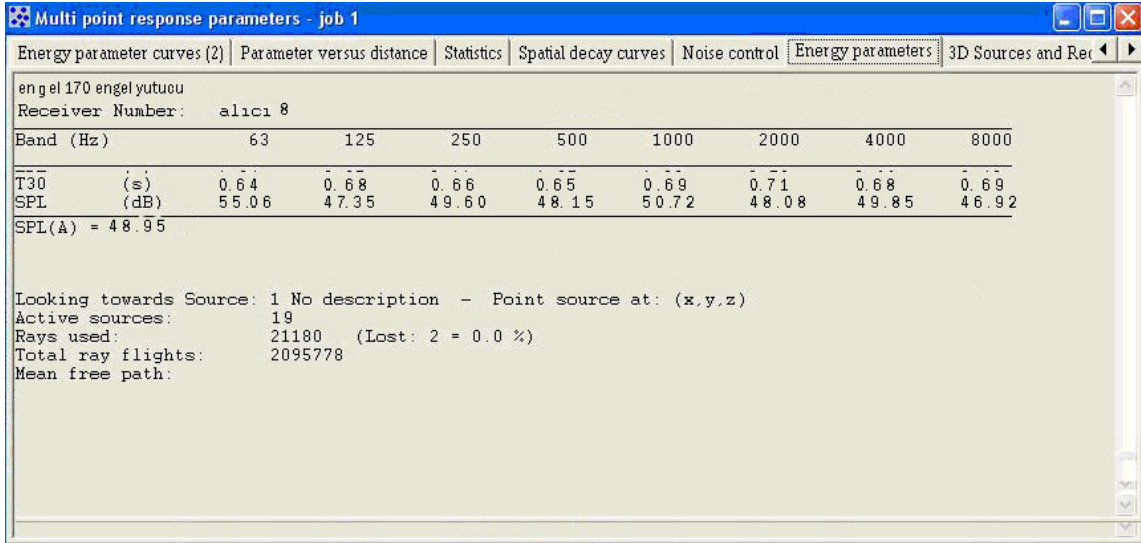
Şekil EK2.7 Bosch büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon 'un mevcut durum analizi



Şekil EK2.8 Bosch büro hacminde engel 1.70 m. iken Odeon 'un duvarların yutucu olma durumu analizi

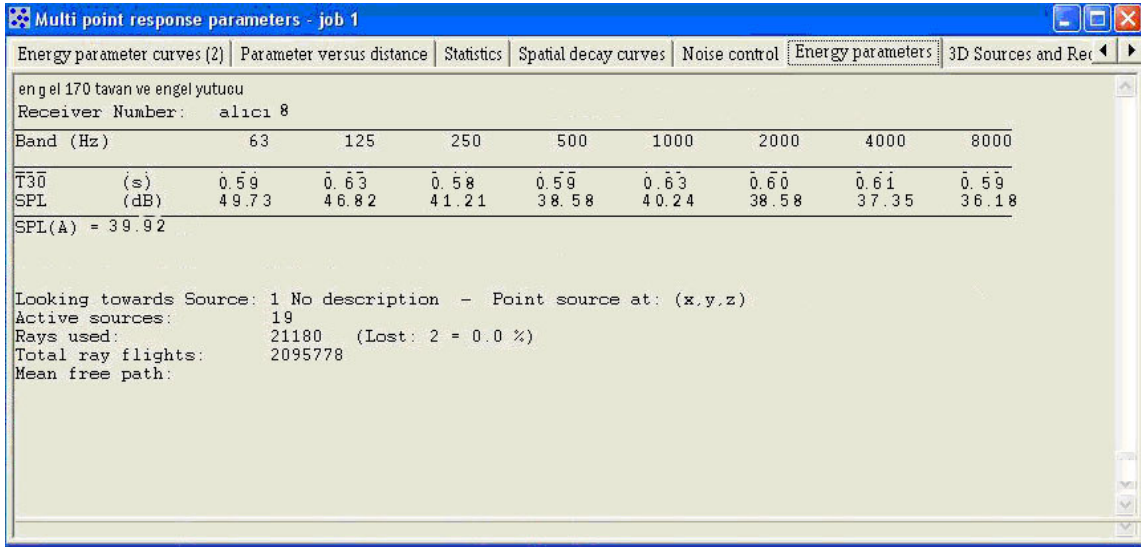


Şekil EK2.9 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tavan yutucu olma durumu analizi

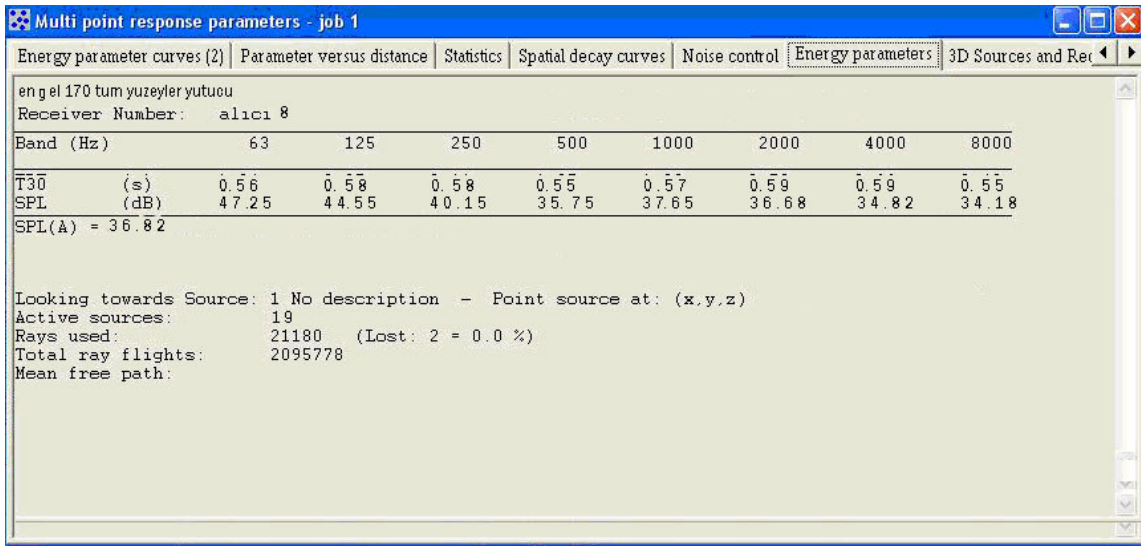


Şekil EK2.10 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un engel yutucu olma durumu analizi





Şekil EK2.11 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tavan ve engel yutucu olma durumu analizi



Şekil EK2.12 Bosch büro hacminde engel yüksekliği 1.70 m. iken Odeon 'un tüm yüzeyler yutucu olma durumu analizi

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63				
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik					9			
gürültü azalımı	hacim malz. özellikleri		uzaklık							3	61		
	kaynak-alıcı	tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63	3				
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12					
	gürültü engeli ilişkisi	yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15	3				
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20					
	gürültü engeli ilişkisi	yutucu	yutucu	0	6	18	18	24	3				
		engül yüksekliği		uzaklık									
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63				3	
		0,60		0	3	6	9	12					
	0,90		0	4	8	12	15	3					
	1,20		0	5	15	15	20						
	engül yok		0	6	18	18	24	3					
	engül yok		0	0	0	0	0						
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55,60	55			61	
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25			2	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk									

Şekil EK2.13 Bosch büro hacminde engül 1.40 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63				
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik					9			
gürültü azalımı	hacim malz. özellikleri		uzaklık							3	61		
	kaynak-alıcı	tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63	3				
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12					
	gürültü engeli ilişkisi	yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15	3				
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20					
	gürültü engeli ilişkisi	yutucu	yutucu	0	6	18	18	24	3				
		engül yüksekliği		uzaklık									
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63				3	
		0,60		0	3	6	9	12					
	0,90		0	4	8	12	15	3					
	1,20		0	5	15	15	20						
	engül yok		0	6	18	18	24	3					
	engül yok		0	0	0	0	0						
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55,60	55			61	
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25			2	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk									

Şekil EK2.14 Bosch büro hacminde engül 1.40 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63		
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik		9				
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					5	63	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					3		
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,60		0	4	8	12	15			
		0,90		0	5	15	15	20			
		1,20		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0				
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55,60	55		
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25		0
			hoşnutluk		hosnutsuzluk						

Şekil EK2.15 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.40 m. iken tavan yutucu olma durumunda , Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63		
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik		9				
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					3	61	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					3		
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,60		0	4	8	12	15			
		0,90		0	5	15	15	20			
		1,20		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0				
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55,60	55		
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25		2
			hoşnutluk		hosnutsuzluk						

Şekil EK2.16 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.40 m. iken engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63		
	mahremiyet derecesi		72	66	60	54					
			güvenilir		tipik			9	63		
			15		9						
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					5	63	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					3		
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,60		0	3	6	9	12			
		0,90		0	4	8	12	15			
		1,20		0	5	15	15	20			
		engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55		60
					25-35	35-45	45-55	55-60	55		63
kullanıcı tepkisi		-5   0   5   10   15   20   25		hoşnutsuzluk			0				

Şekil EK2.17 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.40 m. iken tavan ve engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63		
	mahremiyet derecesi		72	66	60	54					
			güvenilir		tipik			9	63		
			15		9						
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					6	64	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					3		
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,60		0	3	6	9	12			
		0,90		0	4	8	12	15			
		1,20		0	5	15	15	20			
		engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi		ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55		60
					25-35	35-45	45-55	55-60	55		64
kullanıcı tepkisi		-5   0   5   10   15   20   25		hoşnutsuzluk			-1				

Şekil EK2.18 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.40 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63	
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik					9
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					3	62
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					4	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
	engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	62	
		25-35		35-45	45-55	55-60				
kullanıcı tepkisi	-5   0   5   10   15   20   25		hoşnutsuzluk					1		

Şekil EK2.19 Bosch büro hacminde engül 1.70 m. iken mevcut durumda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63	
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik					9
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					3	62
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					4	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
	engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55	62	
		25-35		35-45	45-55	55-60				
kullanıcı tepkisi	-5   0   5   10   15   20   25		hoşnutsuzluk					1		

Şekil EK2.20 Bosch büro hacminde engül 1.70 m. iken duvarların yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		başırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63		
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik		15	9			
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					5	64	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					4		
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,60		0	3	6	9	12			
		0,90		0	4	8	12	15			
		1,20		0	5	15	15	20			
	engül yok		0	6	18	18	24				
	engül yok		0	0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü		55-60		55
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25		-1
		hoşnutluk		hosnutsuzluk							

Şekil EK2.21 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken tavan yutucu olma durumunda , Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		başırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63		
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik		15	9			
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					3	62	
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12			
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15			
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20			
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24			
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					4		
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63			
		0,60		0	3	6	9	12			
		0,90		0	4	8	12	15			
		1,20		0	5	15	15	20			
	engül yok		0	6	18	18	24				
	engül yok		0	0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü		55-60		55
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25		1
		hoşnutluk		hosnutsuzluk							

Şekil EK2.22 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63	
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik		9			
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					5	64
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					4	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
	engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55,60	55	
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk						

Şekil EK2.23 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken tavan ve engül yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

Kaynak etkinliği	ses kaynağı		bağırma	yükses	karşıklı	alçak	54	54	63	
	mahremiyet derecesi		güvenilir		tipik		9			
gürültü azalımı	kaynak-alıcı	hacim malz. özellikleri		uzaklık					6	65
		tavan	döşeme	0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		yansıtıcı	yansıtıcı	0	3	6	9	12		
		yansıtıcı	yutucu	0	4	8	12	15		
		yutucu	yansıtıcı	0	5	15	15	20		
		yutucu	yutucu	0	6	18	18	24		
	gürültü engeli ilişkisi	engül yüksekliği		uzaklık					4	
		0,30		0,91	1,82	3,65	7,31	14,63		
		0,60		0	3	6	9	12		
		0,90		0	4	8	12	15		
		1,20		0	5	15	15	20		
	engül yok		0	6	18	18	24			
	engül yok		0	0	0	0	0			
	fon gürültüsü düzeyi	ölçülen yada tahmini dBA		çok sessiz	sessiz	ortalama	gürültülü	55,60	55	
	kullanıcı tepkisi		-5	0	5	10	15	20	25	
		hoşnutluk		hosnutsuzluk						

Şekil EK2.24 Bosch büro hacminde engül yüksekliği 1.70 m. iken tüm yüzeyler yutucu olma durumunda, Cavanaugh metoduyla konuşma gizliliği tespiti

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	01.05.1982	
Doğum yeri	Ağrı	
Lise	1995-1999	Yabancı Dil Ağırlıklı Otakçılar Lisesi
Lisans	1999-2003	Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2004-2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Fiziği Ana Bilim Dalı

**Çalıştığı kurum(lar)**

2003-2006	EŞPOL İnşaat Ticaret Ltd. Şti.
2006-Devam ediyor	Fresko Tanıtım Hizmetleri