İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM OKULLARININ AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ: İSTANBUL'DA BİR İLKÖĞRETİM OKULU ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Nihan GÜREL

Anabilim Dalı : MİMARLIK

Programı : ÇEVRE KONTROLÜ VE YAPI TEKNOLOJİSİ

HAZİRAN 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM OKULLARININ AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ: İSTANBUL'DA BİR İLKÖĞRETİM OKULU ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Nihan GÜREL
(502041712)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE (İ.T.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri Yrd. Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT (İ.T.Ü.)
Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY (M.S.Ü.)

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, beni değerli bilgileri ile yönlendiren, deneyimlerinden yararlanmam için gösterdiği anlayış ve bana akademisyen olma yolunda verdiği destek için sayın hocam Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE' ye teşekkürlerim sonsuzdur.

Tezimi hazırlama sürecinde, araştırma görevlisi olarak görev aldığım T.C. Haliç Üniversitesi'ndeki sayın rektörüm Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR' a ve sayın dekanım, aynı zamanda bölüm başkanım Prof. Dr. Nuri DOĞAN' a sundukları imkanlar için şükranlarımı belirtmek istiyorum.

Örnek okul olarak ele alınan, Oruçgazi İlköğretim Okulu Müdür Başyardımcısı Çetin İĞCİ' ye anket çalışmaları ve akustik ölçümler esnasında göstermiş olduğu yakın ilgi ve yardımlar için minnettarım. Anketlerin tamamlanmasındaki katkılarından ötürü, Oruçgazi İlköğretim Okulu öğretmen ve öğrencileri ile çalışanlarına da teşekkürü bir borç biliyorum.

Ders alma sürecinde, bilgilerinden faydalanmama imkan veren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT' a ve anket istatistiklerinin çıkartılmasında değerli katkılarını esirgemeyen İTÜ İşletme Fakültesi Öğretim Üyesi sayın Doç. Dr. Suat KÜÇÜKÇİFTÇİ' ye teşekkür ederim.

Ayrıca, okulun akustik performansının ölçümleri sırasında bana yardımcı olan, sevgili meslektaşım Arş. Gör. Mine AŞÇIGİL' e teşekkürlerimi sunuyorum.

Bana duydukları sonsuz sevgileri ile tez yazma sürecinde, sabırla bana moral veren, elde ettiğim başarılarda büyük pay sahibi olan, sevgili babam Nejat GÜREL, annem Nadire GÜREL ve ağabeyim Nadir GÜREL ile her zaman yanımda olan akrabalarım ve arkadaşlarıma minnettarım.

MAYIS 2007 **Nihan GÜREL**

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
SEMBOL LİSTESİ **xi**
ÖZET **xii**
SUMMARY **xiii**

1. GİRİŞ **1**
1.1. Çalışmanın Amacı 1

2. İLKÖĞRETİM OKULLARININ YERLEŞME, BİNA VE YAPI ELEMANI ÖLÇEĞİNDE İNCELENMESİ **3**
2.1. İlköğretim Okullarının Yerleşme Ölçeğinde İncelenmesi 3
2.1.1. Arsanın Seçimi 3
2.1.2. İlköğretim okullarındaki yapı dışı gürültüler 4
2.1.2.1. Ulaşım gürültüsü 5
2.2. İlköğretim Okullarının Bina Ölçeğinde İncelenmesi 8
2.2.1. İlköğretim okullarındaki yapı içi gürültüler 8
2.2.2. Kullanım amaçlarına göre mekanların planlaması 9
2.2.3. Akustik tasarım gerektiren mekanlar 11
2.3. İlköğretim Okullarının Yapı Elemanı Ölçeğinde İncelenmesi 12
2.3.1. Sesin binada yayılma yolları 12
2.3.2. Odalar arasında hava doğuşumlu sesin yalıtımı 13
2.3.2.1. Duvarlar 16
2.3.2.2. Kapılar ve Pencereler 19
2.3.3. Odalar arasında darbe sesi yalıtımı 23
2.3.3.1. Döşemeler 24

3. KAPALI MEKANLARIN AKUSTİK KALİTESİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER **26**
3.1. Konuşma ve Müzik Eylemi 27
3.2. Akustik Kaliteyi Etkileyen Nesnel Parametreler 28
3.2.1. Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili değişkenler 28
3.2.1.1. Çınlama süresi (T) 30
3.2.1.2. Sinyal gürültü oranı (SNR) 32
3.2.1.3. Erken düşme süresi (EDT) 33
3.2.1.4. Sesin açıklığı-netliği (C80) 35
3.2.1.5. Konuşmanın belirginliği (D50) 36
3.2.1.6. Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI) 37
3.3. Akustik Kaliteyi Etkileyen Subjektif Değerlendirmeler 38
3.3.1. Anket Çalışması 38

4. İLKÖĞRETİM OKULLARINDAKİ MEKANLARIN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ 39
4.1. Sınıfların Akustik Açıdan İncelenmesi 39
4.2. Çok Amaçlı Akustik Açıdan İncelenmesi 41
4.3. Kapalı Spor Salonlarının Akustik Açıdan İncelenmesi 49
4.4. Diğer Mekanların Akustik Açıdan İncelenmesi 46
4.5. İlköğretim Okullarının Akustik Performans Değerlendirme Tablosu 48

5. ÖRNEK OLARAK SEÇİLEN İSTANBUL ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU' NUN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ 51
5.1. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun Yerleşme, Bina ve Yapı Elemanı Ölçeğinde İncelenmesi 51
5.1.1. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun yerleşme ve bina ölçeğinde incelenmesi 51
5.1.2. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun yapı elemanı ölçeğinde incelenmesi 55
5.2. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nda Akustik Kaliteyi Etkileyen Nesnel Parametrelerin Değerlendirilmesi 56
5.2.2. Değerlendirilecek parametreler ve ölçüm koşulları ilgili kabullerin yapılması 56
5.2.1. Kaynak ve alıcı ile ilgili kabullerin yapılması 57
5.2.3. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi 59
5.3. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nda Akustik Kaliteyi Etkileyen Subjektif Değerlendirmeler 64
5.3.1. Anket çalışmasının değerlendirilmesi 64

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 78

KAYNAKLAR 80

EKLER 83

ÖZGEÇMİŞ 134

KISALTMALAR

T	: Çınlama Süresi (Reverberation Time)
SNR	: Sinyal Gürültü Oranı (Signal-to-Noise Ratio)
EDT	: Erken Düşme Süresi (Early Decay Time)
C80	: Netlik (Clarity)
D50	: Konuşmanın Belirginliği (Distinctness)
RASTI	: Hızlı Konuşma İletim İndisi (Rapid Speech Transmission Index)
ANSI	: Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standarts Institute)
ASHRAE	: Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Topluluğu (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
TS	: Türk Standardı
DIN	: Alman Standartları Enstitüsü (Deutsches Institut für Normung)

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2.1	Okulda akustik tasarım gerektiren mekanların L_{Aeq} değerleri…….	11
Tablo 2.2	24 Avrupa Birliği ülkesinin belirlediği ses azaltım göstergeleri…….	15
Tablo 2.3	Bazı tipik duvar konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri……..	18
Tablo 2.4	Bazı kapı konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri…….	20
Tablo 2.5	Bazı tipik cam konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri……	22
Tablo 2.6	Bazı ahşap döşeme konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri…….	25
Tablo 2.7	Bazı betonarme döşeme konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri.	26
Tablo 3.1	Bir okulun mekanlarında olması gereken çınlama süresi değerleri……...	31
Tablo 3.2	Farklı SNR ve T değerleri için, normal ve bozuk işitmeye sahip öğrencilerde algılama oranları…….	33
Tablo 4.1	Konuşma ve müziğin talep ettiği genel akustik ihtiyaçlar……...	42
Tablo 4.2	İlköğretim okullarının performans değerlendirme tablosu……..	48
Tablo 5.1	Alıcılarla ilgili özellikler…….	58
Tablo 5.2	5 Alıcı için ölçülen parametre değerlerinin, A ve B blokları için minimum, maksimum ve ortalama değerleri……...	60
Tablo 6.1	Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun performans değerlendirme tablosu.	79
Tablo A.1	Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda ölçülen L_{Aeq} değerleri……	84
Tablo B.1	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri……..	85
Tablo B.2	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri…….	86
Tablo B.3	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri…….	87
Tablo B.4	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri……..	88
Tablo B.5	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri……..	89
Tablo B.6	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri……..	90
Tablo B.7	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri……..	91
Tablo B.8	5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri…….	92
Tablo B.9	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	93
Tablo B.10	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	94
Tablo B.11	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	95
Tablo B.12	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	96
Tablo B.13	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	97
Tablo B.14	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	98
Tablo B.15	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	99
Tablo B.16	5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri……	100
Tablo B.17	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	101
Tablo B.18	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	102
Tablo B.19	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	103
Tablo B.20	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	104
Tablo B.21	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	105
Tablo B.22	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	106
Tablo B.23	5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……..	107

Tablo B.24 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri…….. 108
Tablo B.25 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 109
Tablo B.26 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 110
Tablo B.27 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 111
Tablo B.28 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 112
Tablo B.29 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 113
Tablo B.30 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 114
Tablo B.31 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 115
Tablo B.32 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri….. 116
Tablo B.33 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 117
Tablo B.34 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 118
Tablo B.35 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 119
Tablo B.36 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 120
Tablo B.37 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 121
Tablo B.38 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 122
Tablo B.39 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 123
Tablo B.40 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri…… 124
Tablo B.41 Ölçülen Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI) değerleri……. 125

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	: İlköğretim okullarındaki başlıca yapı dışı gürültüler…….	4
Şekil 2.2	: Trafik Gürültü Bariyerleri ……..……....	6
Şekil 2.3	: Tek bir kattan oluşan okul binasının yol ile olan ilişkisi……	6
Şekil 2.4	: Yol farkı işlemiyle bir gürültü engelinin ses azaltım grafiği…..…	7
Şekil 2.5	: İlköğretim okullarındaki başlıca yapı içi gürültüler……...	8
Şekil 2.6	: Akustik tampon bölge gerektiren odalar……	10
Şekil 2.7	: Bitişik odalar arasındaki ses yayılım yolları……...	13
Şekil 2.8	: Dış duvar örneği……..	16
Şekil 2.9	: Dış duvar örneği……..	16
Şekil 2.10	: Ara bölücü duvar örnekleri…….	17
Şekil 2.11	: Şaşırtmalı hava akımı sağlayan çift cam……..……..	22
Şekil 3.1	: Sesin kapalı hacimdeki davranışları.....	27
Şekil 3.2	: Bir okulun mekanlarında olması gereken çınlama süresi değerleri	30
Şekil 3.3	: Bir sınıfta arka plan gürültüsünün SNR ile ilişkisi	32
Şekil 3.4	: Basit ses düşüş grafikleri…….	33
Şekil 3.5	: Düşüş eğrisi üzerinde EDT ve T'nin belirlenmesi.....	34
Şekil 3.6	: T ve Açıklık-Netlik arasındaki ilişki.....	35
Şekil 3.7	: D50 – Belirginlik ilişkisi ……..…….....	37
Şekil 3.8	: RASTI yönteminde kabul edilen konuşma anlaşılabilirlik oranları…….	37
Şekil 4.1	: Sınıftaki yüzey bitişleri……...……	40
Şekil 4.2	: Konferans salonu plan, kesit örneği…….....	44
Şekil 5.1	: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun şehir içindeki konumu…..……...	51
Şekil 5.2	: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun semt içindeki konumu…….	52
Şekil 5.3	: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun vaziyet planı……	53
Şekil 5.4	: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun binalarının yerleşimi……...	53
Şekil 5.5	: A Blok planı ……..……..	54
Şekil 5.6	: A Blok ön cephesi ……..	54
Şekil 5.7	: B Blok ön cephesi ……..	55
Şekil 5.8	: Okulun A bloğunda örnek olarak seçilen sınıfların birinde ölçüm düzeneğini oluşturan ekipmanların konumlanışı……...	56
Şekil 5.9	: Okulun B bloğunda örnek olarak seçilen sınıfların birinde ölçüm düzeneğini oluşturan ekipmanların konumlanışı……...	57
Şekil 5.10	: Kaynak ile sınıf içersindeki 5 alıcı…….....	58
Şekil 5.11	: Ortalama EDT – T sonuçlarının frekanslara göre karşılaştırılması	62
Şekil A.1	: A Blok zemin katta seçilen sınıfın konumu…….……	83
Şekil A.2	: A Blok 1. katta seçilen sınıfın konumu……	83
Şekil A.3	: A Blok -1. katta seçilen sınıfın konumu……..	84
Şekil A.4	: B Blok 1. katta seçilen sınıfın konumu……	84
Şekil B.1	: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….……..	85

Şekil B.2 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 86
Şekil B.3 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 87
Şekil B.4 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 88
Şekil B.5 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 89
Şekil B.6 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 90
Şekil B.7 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 91
Şekil B.8 : 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri…….. 92
Şekil B.9 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 93
Şekil B.10 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 94
Şekil B.11 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 95
Şekil B.12 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 96
Şekil B.13 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 97
Şekil B.14 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 98
Şekil B.15 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 99
Şekil B.16 : 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri…….. 100
Şekil B.17 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 101
Şekil B.18 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 102
Şekil B.19 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 103
Şekil B.20 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 104
Şekil B.21 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 105
Şekil B.22 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 106
Şekil B.23 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 107
Şekil B.24 : 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri……. 108
Şekil B.25 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 109
Şekil B.26 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 110
Şekil B.27 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 111
Şekil B.28 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 112
Şekil B.29 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 113
Şekil B.30 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 114
Şekil B.31 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 115
Şekil B.32 : 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri…… 116
Şekil B.33 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 117
Şekil B.34 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 118
Şekil B.35 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 119
Şekil B.36 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 120
Şekil B.37 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 121
Şekil B.38 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 122
Şekil B.39 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 123
Şekil B.40 : 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri……. 124

SEMBOL LİSTESİ

V	**:** Salon hacmi
S	**:** Mekanın yüzey alanları
α	**:** Yutuculuk katsayısı
a	**:** Ortalama ses yutuculuğu
$\mathbf{t_{10}}$	**:** Sesin ilk 10 sn' lik azalması için geçen süre
$\mathbf{p^2(t)}$	**:** Ses basıncı
dB	**:** Desibel
$\mathbf{R_w}$	**:** Görünen ses azalma indisi

ÖZET

Bu çalışmanın konusu, ilköğretim okullarının akustik performans kriterlerinin ortaya konması ve bir ilköğretim okulu örneğinin ele alınarak, yerinde yapılan ölçümler ve anket çalışmaları vasıtasıyla mevcut koşullarının saptanması ve seçilen okulun akustik performansının değerlendirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak yapılan tez çalışması altı bölüm ve eklerden oluşmaktadır.

Bölüm 1'de, ilköğretim okullarında gürültünün etkileri ortaya konmuş, bu sorunların giderilmesinde akustiğin öneminden bahsedilmiştir. Öğrencilerin gürültü nedeniyle dersi anlamada ve dinlemede güçlük çekmesi ile öğretmenlerin ders vermede zorlanmasının yaratacağı sorunlar ifade edilmiştir. Konuya tez kapsamında yapılan çalışmalarda açıklık getirileceği belirtilmiş ve tezin amacı ortaya konulmuştur.

Bölüm 2'de, kapalı mekanlarda ağırlıklı olarak konuşma eylemi açısından akustik kaliteyi etkileyen parametreler açıklanmıştır ve hacimleri akustik açıdan değerlendirmeye yönelik yöntemler ele alınmıştır.

Bölüm 3'te, ilköğretim okullarının yerleşme, bina ve yapı elemanı ölçeğinde incelenmesine yer verilmiştir, bu kapsamda yerleşme ölçeğinde konum özelliklerinden ve ulaşım gürültüsünden bahsedilmiştir. Bina ölçeğinde, yapı içi gürültülerden, mekanların fonksiyonlarına göre planlanmasından ve akustik tasarım gerektiren mekanlardan söz edilmiştir. Yapı elemanı ölçeğinde ise, sesin binada nasıl yayıldığı anlatılmış, sonrasında da odalar arasında hava doğuşumlu sesin ve darbe sesinin yalıtımı konuları, yapı elemanlarına indirgenerek açıklanmıştır.

Bölüm 4'te, ilköğretim okullarında akustik tasarım gerektiren mekanlar detaylı incelenmiştir. Gürültüden en çok etkilenen mekanlar olan sınıflar ile çok amaçlı salon, kapalı spor salonu ve diğer mekanlar bu açıdan ele alınmıştır. Ayrıca, ilköğretim okulları için akustik performans değerlendirme tablosu ortaya konmuştur.

Bölüm 5'te, örnek olarak seçilen İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun yerleşme, bina ve yapı elemanı ölçeğinde incelenmesi yapılmıştır. Yerleşim ve okulun mimari özellikleri çizimler ve fotoğraflarla tanımlanmıştır. Mekanların hacim akustiği parametreleri ölçülüp, değerlendirilmesi yapılmıştır. Sınıflarda seçilen 5 alıcı noktası için, konuşmanın anlaşılabilirliği (RASTI) ölçümleri DIRAC programı ile yapılmıştır. Ayrıca, okulun tüm öğrencileri ve öğretmenlerine uygulanan anket çalışması sonuçlarına yer verilmiş, böylece subjektif değerlendirme yapılmıştır.

Bölüm 6' da, ölçüm sonuçları ile anket sonuçlarının karşılaştırması yapılmış, bölüm 4' te tanımlanan akustik performans kriterleri açısından ele alınan okulun değerlendirmesi yapılmıştır.

Ekler bölümünde ise, ölçüm yapılan parametrelerin sonuçlarını ifade eden tablo ve grafiklere, İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda ölçüm yapmak için alınan izin belgelerine ve öğretmenler ile öğrencilere uygulanan anket sorularına yer verilmiştir.

SUMMARY

The subject of this work is, to put forward of the acoustical performance criteria of elementary schools and by examining of an example of an elementary school, the identification of current conditions and the evaluation of the acoustical performance of the selected school with the help of surveys and acoustical measurements. This thesis consists of six chapters and appendixes.

In the first chapter, the effects of noise in the elementary schools are identified, and then the importance of the acoustics to destroy these problems is explained. The problems occurred by both the students forced to listen and understand the lesson and the teachers forced to give lectures because of the noise are evaluated, so the purpose of the thesis is stated.

In the second chapter, at closed spaces, the acoustical parameters especially with respect to the speech is given and the methods which are evaluating the rooms according to acoustical criteria are explained.

In the third chapter, in the scale of localization, building and building elements, elementary schools are studied and in the content of this work, firstly, localization properties of school buildings are told. In the scale of building, noise inside the building, planning of the spaces as their functions and spaces that need the acoustical design are explained. In the scale of building elements, the diffusion of the sound in a building, and then the insulation of airborne noise and impact noise are stated by identifying in the building elements.

In the fourth chapter, the spaces that need the special acoustical design in elementary schools are detaily studied. Classrooms affected noise mostly in a school building and other spaces such as multi-purpose hall, closed sport area are explained. Besides, the evaluation table of acoustical performance for elementary schools is illustrated.

In the fifth chapter, the analyses of the selected school, Istanbul Oruçgazi Elementary School, in the scale of localization, building and building elements are made. Arial and architectural conditions of the school are illustrated by drawings and photographs. Room acoustics' parameters of spaces in this school are measured and evaluated. For five receivers selected in classrooms, speech intelligibility (RASTI) calculations are done by DIRAC. In addition, the results of the surveys prepared for both students and teachers are illustrated by charts and by this way, subjective evaluation is made.

In the sixth chapter, the comparison between the results of measurements and surveys is made. Then, the selected school is evaluated with respect to the acoustical performance criteria of elementary schools identified in the chapter four.

In the appendixes, the tables and graphics which identify the results of measured parameters, the permission papers for Istanbul Oruçgazi Elementary School and also questionnaires answered by teachers and students are given.

1. GİRİŞ

İnsanın bireysel ve toplumsal gelişimini ve uygarlaşmasını belirleyen öğeler vardır. İnsanın gelişimini, genlerdeki yazılım, insan topluluklarının üretim biçimleri, toplumsal hafızası, insanın varolduğu, yetiştiği çevre, toplu ve aile yapısının yanısıra, insan için tasarlanmış, profesyonel bir eğitim biçimlendirir.

Günümüzün ve geleceğin bilgi toplumları arasında varlığını sürdürebilecek bir ülke olabilmek için, tüm kaynak ve yöntemleri kullanarak, ülkemiz insanının eğitim seviyesini nitelik ve nicelik olarak yükseltmek gerekir.

Ülkemizin eğitim sorununun çözülmesinde eğitimcilerin kalitesinin ve sayılarının arttırılmasının yanısıra, düzgün okul yapılarının da yapılmasının önemi yadsınamaz bir gerçektir. Okulların mimari tasarım ilkeleri ile yapısal ilkelerinin detaylı ve titizlikle ele alınması durumunda, eğitim ve öğretimin tam verimle gerçekleşeceği okul binalarına kavuşulmuş olur [1].

Akustik, tasarım parametrelerinin en önemli değişkenlerinden birisidir. Bir mekanın mimari planlaması sürecinde, gürültü sorununun ele alınması, tasarımla beraber çözülmesi gereken bir olgudur. İstenmeyen ses olarak ifade edilen gürültünün, yapıdan uzaklaştırılması gerektiği unutulmamalıdır. Çünkü insanlar için, en sağlıklı, konforlu, çalışma ve yaşam için en uygun bir yapı, ancak insanların sağlığına ve rahatına kötü yönde etki edecek ve çalışma randımanını büyük ölçüde etkileyecek akustik sorunlara en uygun çözümlerin bulunmasıyla doğru tasarlanabilir.

Çalışmanın Amacı

Özellikle, fonksiyonu insan yetiştirmek, eğitmek ve öğretmek olan eğitim kurumlarında, gürültünün uzaklaştırılması konusuna oldukça hassas yaklaşmak gerekir. İlköğretim okullarının, eğitimin ilk ve en önemli kademesini oluşturması ve kullanıcıların çoğunun küçük yaştaki çocuklar olması, gürültü sorununun engellenmesi gerekliliğini ve önemini arttırmaktadır, çünkü yapılan araştırmalar küçük yaştaki çocukların gürültü sorunundan yetişkinlere oranla çok daha fazla etkilendiğini ve işitsel yeteneklerinin daha zayıf olduğunu göstermektedir.

Okullar aşağıdaki nedenlerden türü, öğrenciler ve öğretmenler için sessiz öğrenim alanlarına gereksinim duyarlar:

- Çünkü 15 yaşın altındaki öğrencilerin dilleri hala gelişmektedir ve konuşma yoluyla gelen mesajları anlamaları için uygun bir dinleme ortamına ihtiyaçları vardır.
- Çünkü pek çok öğrenme alanında birtakım yetersizliklere sahip öğrenciler bulunmaktadır; öğrenme yetersizlikleri, dil öğrenme sorunları, davranış bozuklukları, yetersiz zihinsel beceriler, işitme kaybı, işitme süreci düzensizlikleri ve kronik hastalıklar. Bu öğrencilerin net duymalarını ve iletişim kurmalarını sağlayan bir sınıfa özellikle ihtiyaçları vardır.
- Çünkü öğretmenlerin ses vurgusu olmayan doğal bir sesle eğitim verebilmeleri gerekmektedir.
- Çünkü pek çok okul yetişkin öğrenim aktiviteleri sağlamaktadır ve bu yetişkin öğrenim gruplarında işitme kaybı, öğrenme bozuklukları ve kronik hastalıkları olan kişiler bulunabilir.

Kanıtlar ayrıca, gürültülü sınıflarda öğretmenlerin vurgulu ve seslerini yoran bir ses düzeyinde konuşmaları gerektiğini göstermektedir. Pek çok öğretmen yüksek ses düzeyinde konuşmak zorunda kaldığından, seslerinin yorulmasından, zorlanmasından ve sağlık sorunlarından şikayetçidir. Daha sessiz sınıflarda öğretmenler daha rahat bir düzeyde konuşabilirler ve sesleri sınıf içerisinde rahatlıkla duyulabilir [2].

Öğrencilerin gürültü nedeniyle dersi anlamada ve dinlemede güçlük çekmesi ile öğretmenlerin ders vermede zorlanması, eğitim ve öğretimin veriminin ve kalitesinin düşmesine neden olacaktır. Bu durum, sağlıksız ve bilgi altyapısı eksik toplumların yetişmesini beraberinde getirecektir. Sonucu bu denli korkutucu olabilecek gürültü sorunu, ilköğretim okullarında kusursuz şekilde çözülmesi gereken başlıca problemlerden biridir.

Bu sebeplerden ötürü, ilköğretim okullarının akustik açıdan performans değerlendirmesi yapılmıştır. Akustik performans kriterleri ortaya konmuş ve İstanbul' da bir ilköğretim okulu örneğinin ele alınarak, yerinde yapılan ölçümler ve anket çalışmaları vasıtasıyla mevcut koşullar saptanmış ve seçilen okulun akustik performans değerlendirmesi yapılmıştır.

2. İLKÖĞRETİM OKULLARININ YERLEŞME, BİNA VE YAPI ELEMANI ÖLÇEĞİNDE İNCELENMESİ

İlköğretim okulları, konuşma ve dinleme aracılığıyla, eğitim ve öğretim eylemlerinin gerçekleştirildiği kurumlardır. Gürültüye oldukça duyarlı olan bu yapılarda, yeterli akustik koşulların sağlanması büyük önem taşır. Bu bölümde, ilköğretim okulları, sırasıyla yerleşme, bina ve yapı elemanı ölçeğinde ele alınacaktır.

2.1. İlköğretim Okullarının Yerleşme Ölçeğinde İncelenmesi

Akustik, ilköğretim okullarının temel fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için en önemli fiziksel özelliklerden birisidir [1]. İlköğretim okullarındaki birçok akustik problemin nedeni, okul yerleşiminin gürültülü bir bölgede bulunmasıdır [2].

2.1.1. Arsanın Seçimi

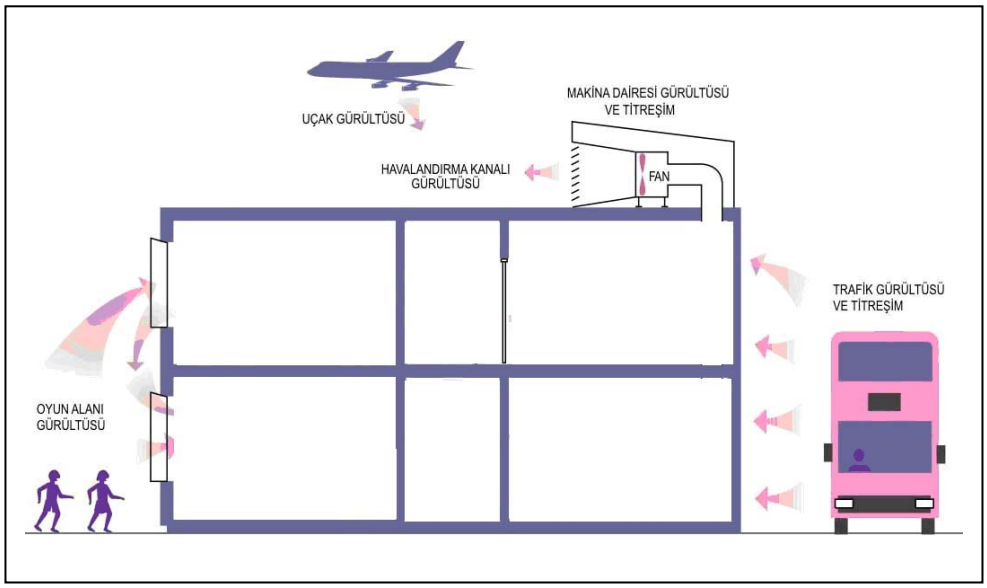
Çevresel sağlık, güvenlik ve ulaşılabilirlik düzeyi yeterli ve fiziksel koşulları yapılaşmaya elverişli yerlerde ilköğretim okulları yapılmalıdır. Bir ilköğretim okulu, kentin yerleşim alanlarına yakın ve bu alanlarla bağlantı içinde olmalıdır. Genel olarak yerleşim ölçeğinde, ilköğretim okulunun, park, spor ve kültür alanları ile bütünleştirilmesi uygun görülür [2].

Okulun, öğrencilerin evlerine yakın olması ve okula ulaşım olanakları, yerleşme ölçeğinde göz önünde tutulması gereken önemli kriterlerdir. Sessiz caddelere bitişik ya da gürültülü caddelerden 100-200m uzaklıktaki bir yerleşimin seçimi, gürültü sorununun azaltılmasında etkili olur. Ana trafik arterleri, tramvay hattı ya da uçak rotaları okullardan uzak tutulmalıdır [3]. Okula yakın demiryolu, makine dairesi ve ağır vasıtalar bina içerisinde titreşime neden olabilir, titreşim binada sarsıntı olarak algılanmadığında da işitilebilir bir gürültü olarak yayılabilir. Titreşimin çoğalması zemin durumuna da bağlıdır ve genelde yeni bir okul planlanırken, binaya 30m yakınlıkta bir demiryolu veya 20m yakınlıkta kayda değer ağır vasıta yoğunluğu olan bir yol mevcut ise, gürültü ölçümüne titreşim ölçümlerinin de eklenmesi tavsiye edilir. Bu koşullar altında, hava doğuşlu gürültünün sorun yaratması olasıdır [2].

Gürültü düzeyi, 70 dBA'nın altında olması gereken okul arsaları, gelişebilecek şekilde seçilmektedir ve eklenen binaların tasarımında da gürültünün araştırılması öncelikli olmalıdır [3]. Boş oyun alanlarında ve diğer dış mekanlarda, gürültü düzeyleri 55dBA'yı aşmamalıdır. Ayrıca, dış ortam öğretim faaliyetleri için kullanılan, 50dBA'dan düşük gürültü düzeyine sahip, en az bir alan bulunmalıdır. Genellikle, oyun ve spor alanları, gürültüye daha az duyarlı olduklarından, okul binaları ile trafik gürültü düzeyi yüksek yollar arasında tampon bölge oluşturmaktadırlar. Spor eğitimi için kullanılacak boş oyun alanlarında gürültü düzeyleri 50dBA'i aşmamalıdır. Akustik perde niteliğinde yapılacak bahçe duvarları, trafik gürültüsünü 10dBA kadar azaltabilir [2].

2.1.2. İlköğretim Okullarındaki Yapı Dışı Gürültüler

Okulların yapılacağı alanda, dış çevre etkenlerinin yapı kabuğu aracılığı ile yapı içini etkilemesi, kullanıcıları bulundukları ortamda rahatsız etmektedir, bu sebeple yapı dışı gürültülerinin içeri alınmasının engellenmesi gerekmektedir [1]. Başlıca yapı dışı gürültüleri; trafik ve taşımacılık gürültüsü, sanayi gürültüsü (Fabrika, oto sanayi vb.), açık hava etkinlikleri gürültüsü (Spor alanları, açık pazarlar vb.) olarak ifade edilmektedir (Şekil 2.1). Ulaşım gürültüsü, yapı dışı gürültü kaynaklarının en etkilisi olması sebebiyle detaylı olarak incelenecektir [4].



Şekil 2.1:İlköğretim okullarındaki başlıca yapı dışı gürültüler [2]

2.1.2.1. Ulaşım gürültüsü

Yaygın olarak karayolu gürültüsü ile bölgesel olarak demiryolu, hava ve deniz yolu gürültülerini içermektedir. Ulaşım kolaylığı olan okullarda, çoğunlukla trafik gürültüsü sorunu yaşanmaktadır ve bu durum, okul binalarında, gerekli ses yalıtım önlemlerinin alınmasını zorunlu kılar [2]. Trafik ve taşımacılık gürültüsü, aşağıdaki gürültü tiplerini içermektedir:

- Karayolu Gürültüsü
- Uçak Gürültüsü
- Demiryolu Gürültüsü

Karayolu gürültüsüne engel olmak için, genel olarak okul yerleşimlerinin bir karayolundan yaklaşık 100m uzakta yapılması tavsiye edilir, ancak yeterli ulaşım kolaylığını sağlamak adına, çoğu zaman bu mümkün olamamaktadır. Bununla birlikte, sadece uzaklığın tek başına kullanılması, gürültünün azaltımında etkili olmaz. Yoğun bir yolda, trafik akışının iki katına çıkması ile gürültü düzeyi 3dBA kadar artmaktadır. Ayrıca, okul yerleşiminin, yola olan mesafesinin iki katına çıkması 3dBA kadar gürültü düzeyinin azalmasına sebep olur. Yol trafik gürültüsü; trafik akışı, ağır vasıtaların yüzdesi, trafik hızı oranı, yol yüzeyi faktörlerine bağlı olarak farklı gürültü düzeylerine ulaşabilir [2].

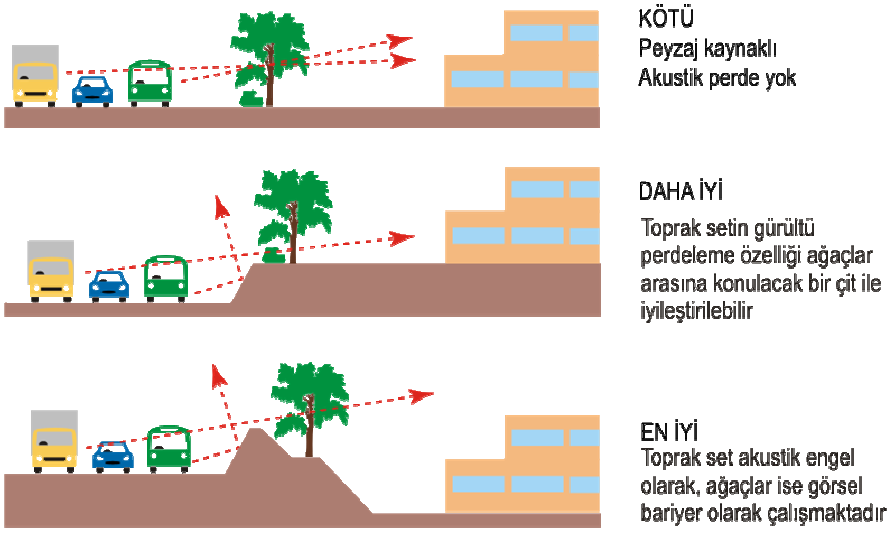
Uçak gürültüsünden etkilenen bir bölgeye yapılacak bir okul için özel önlemler alınması ve bir akustik uzmanına danışılması gereklidir. Havayolu gürültüsünü önleyebilen bir engel mevcut değildir. Uçaklar, motorlu araçlardan daha fazla gürültü oluşturmaktadırlar. Bir uçağın, okul arsası üzerinden 1200m yüksekten geçmesine izin verilmemelidir, aksi takdirde ortam gürültü düzeyi 70dBA'nın üzerine çıkmaktadır. Bu veriler, 2 ya da 4 motorlu uçak tipleri için geçerlidir [3]. Demiryolu gürültüsü ise, tren tipi, sayısı, hızı, ray tipi faktörlerine bağlı olarak farklı gürültü düzeylerine ulaşabilir [2].

Ulaşım gürültüsünün önlenmesi

Bir okula etki eden yapı dışı gürültüler bazı önlemlerle azaltılabilir:

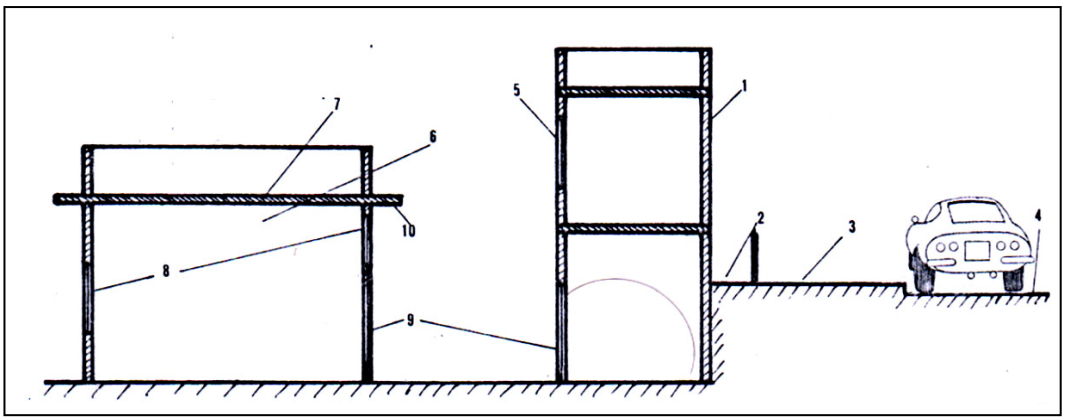
- Korunması gereken odalara doğrudan ulaşmasına engel olarak
- Okul binasına yeterli uzaklıkta bir trafik arteri konumlandırarak
- İyi ses yalıtımına sahip odalar yaparak
- Ses emici yüzeyler yaparak [5]

Caddedeki trafik sebebiyle meydana gelen gürültünün, duvarlar oluşturarak engellenmesi sağlanmaktadır. Bir okul binasına, yakınındaki yolların ve caddenin gürültüsünden korunmak için, akustik özellik gösteren malzemelerden yapılmış bir duvar yapılmalıdır ve yaklaşık 2-4m arasında bir yükseklikte olması gereken bu tip duvarların, 10-15dBA kadar bir gürültü azaltımı sağlandığı bilinmektedir. Eğer, okul binası tek bir kattan oluşuyorsa, yapılacak duvar, gürültünün engellenmesi açısından oldukça etkili olacaktır. Okul, çukur bir zemin içinde yerleşmiş ise, bu önlem, çok daha etkili olacaktır [5].



Şekil 2.2: Trafik Gürültü Bariyerleri [2]

Karayolu ve demiryolu gürültüsünün azaltılmasında, gürültü engelleri oldukça etkilidir. Engel ağırlığının arttırılması, gürültünün engellenmesine katkıda bulunacaktır [2].



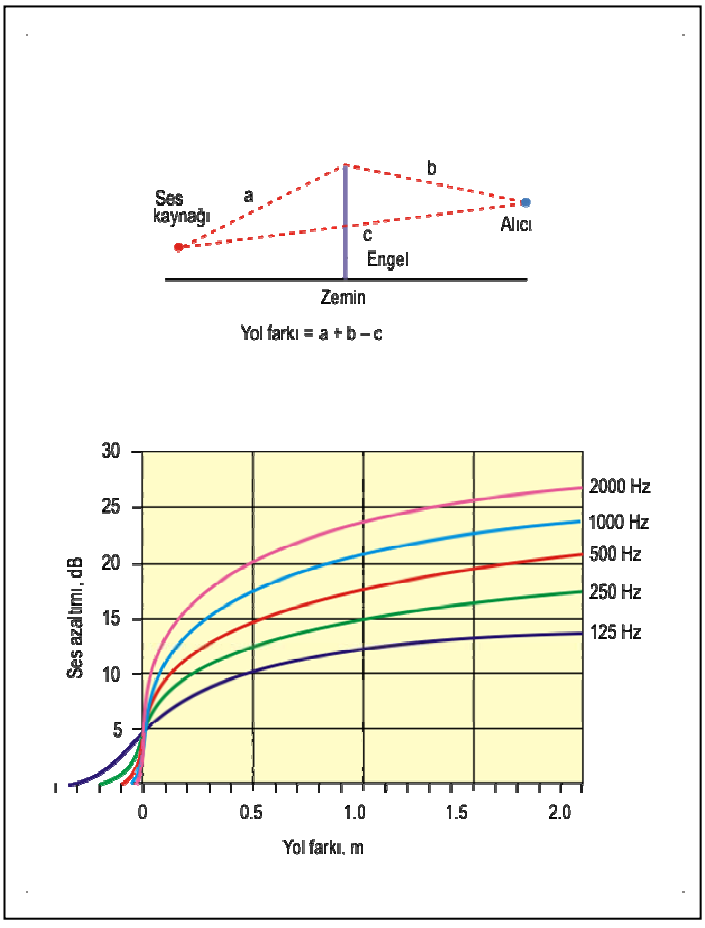
Şekil 2.3: Tek bir kattan oluşan okul binasının yol ile olan ilişkisi [29]

1) engel duvarı 2) uzun, dar bahçe 3) kaldırım 4) birinci sınıf yol 5) pencere 6) okul binası 7) çatı 8) pencereler 9) kapılar 10) çatı saçağı.

Şekil 2.2’ de tek katlı bir okul binası örneği verilmiştir. Çok gürültülü bir caddeyle bitişik vaziyette yerleşen bu okul, yol seviyesinden yaklaşık 2m aşağıda konumlanmıştır. Kaldırımın dış kenarında, dar bir bahçe ile ayrılan, 5m yüksekliğinde tuğla bir duvar yükselmektedir.

Binanın üst katında, ses geçirmez malzemeler kullanılarak yalıtılmıştır,ayrıca ofisler, kütüphane ve diğer odalar için ayrılmış depo odaları, alt katında ise, çamaşır odaları, tuvaletler, oyun ve hobi odaları, yemek salonu, dinlenme salonu, ilk yardım odası, atölyeler ve diğer faaliyetler için odalar mevcuttur. Bu mekânların duvarlarında, ses geçirmeyen malzemeler kullanılmıştır. Temiz hava, okulun avlusundan sağlanmaktadır ve uygun doğal aydınlatma, dış duvarlarda ses geçirmez çift camlar ya da cam tuğlaların kullanılmasıyla sağlanmıştır [5].

Bir engelin ses azaltımı, kat ettiği yol farkının işlemidir, bu da sesin engelin üzerinden geçmesi için kat etmesi gereken fazladan mesafedir (Şekil 2.3). Engeller alçak frekans gürültüsünü azaltmakta, fakat orta ve yüksek frekanslarda daha az etki göstermektedirler. Böylece bir engelin etkinliğini hesaplayabilmek için oktav veya 1/3 oktav bant frekanslarında kaynağın gürültü düzeylerini bilmek gereklidir [2].



Şekil 2.4: Yol farkı işlemiyle bir gürültü engelinin ses azaltım grafiği [2]

Sıra ağaçlar ya da çalılar, gürültü engeli olarak kullanılabilirler, ayrıca başka binalar veya toprak setler de gürültünün uzaklaştırılmasında rol oynar [2].

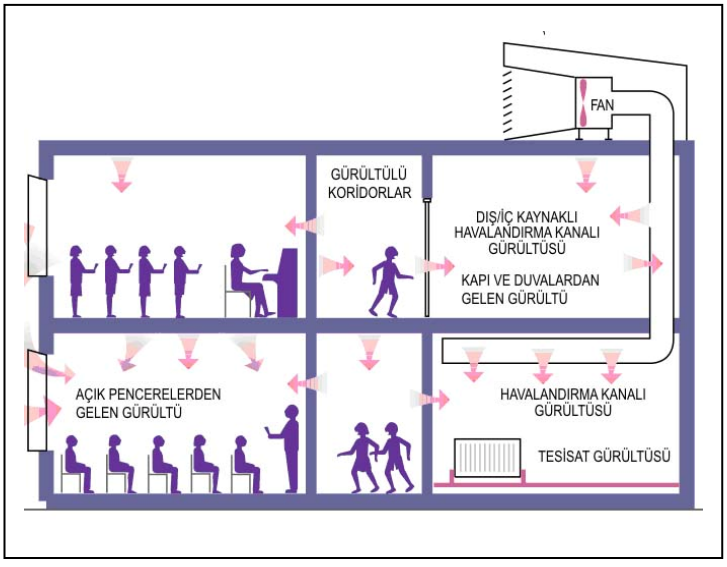
2.2. İlköğretim Okullarının Bina Ölçeğinde İncelenmesi

Bina kabuğu, dış ortam gürültü düzeyine göre, uygun ses yalıtımı sağlayacak şekilde tasarlanır. Okul binalarında en sık rastlanan sorunlardan biri, odalar arasındaki gürültü geçişidir, bu yönde gürültüye hassas mekanlar için, depo, koridorlar veya daha az duyarlı odalar tampon mekanlar oluşturulur. Örneğin, yol kaynaklı bir dış gürültü ele alındığında, sınıflar gibi sese oldukça duyarlı mekanların, gürültü kaynağından uzağa yerleştirilmesi doğru sağlanır [2].

2.2.1. İlköğretim okullarındaki yapı içi gürültüler

Yapı içi gürültüleri, fon gürültüsü altında kalmaların nedeniyle, bina içinde ters bir etki yaratır [1]. İlköğretim yapılarındaki yapı içi gürültüleri üç grupta toplanabilir (Şekil 2.5):

- İnsan Gürültüleri
- Tesisat ve Teknik Donatıların Gürültüleri
- İşleve Bağlı Gürültüler



Şekil 2.5:İlköğretim okullarındaki başlıca yapı içi gürültüler [2]

İnsan gürültüleri; okulun kullanıcılarının (öğrenci, öğretmen, temizlik görevlileri vb.) havada ve katıda, istemli ve istemsiz olarak oluşturdukları gürültülerdir. Katı

doğuşumlu seslerin oluşturduğu darbe gürültüsü, genellikle döşemelerde ayak sesi ve eşyaların itilip çekilmesi sonucu kaynaklanan gürültülerdir.

Tesisat ve teknik donatıların gürültüleri; pis su, temiz su gibi döşemelerden, havalandırma gibi donatılardan kaynaklanan gürültülerdir.

İşleve bağlı gürültüler; mekanlarda yapılan işlerin niteliklerine göre, kullanılan araçlardan çıkan ve o mekanda bulunan kişilerin oluşturduğu gürültülerdir (spor salonları, atölyeler, müzik odaları vb.) [4].

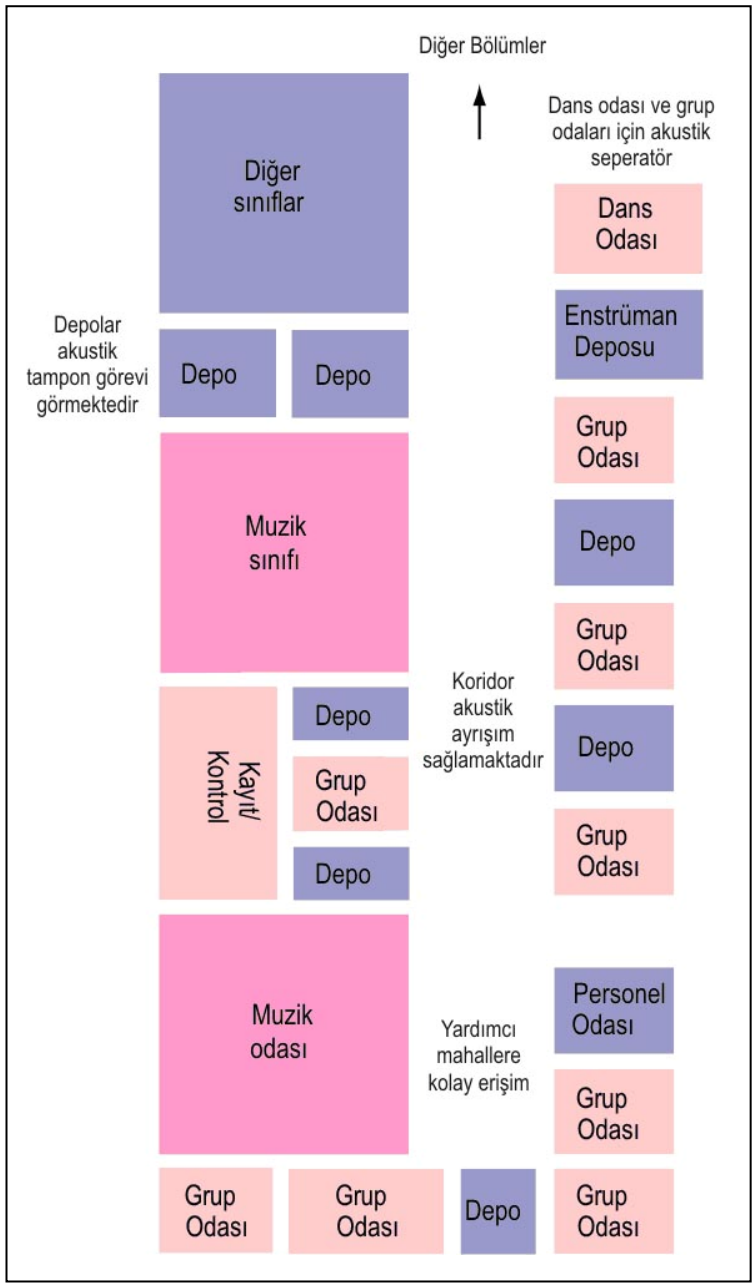
2.2.2. Kullanım amaçlarına göre mekanların planlaması

Okul binaları ve iç mekanları arasındaki en iyi düzenleme, ulaşılabilirlik ve aydınlatma kadar, gürültü kontrolü açısından da iyi bir düzenleme sağlanmasıyla meydana gelir. Okullar, iç gürültü kaynaklarına sahiptirler, bu da planlama sürecinde etkili olmaktadır. Sessizliğe ihtiyaç duyan odalar mümkün olduğunca gürültülü odalardan uzakta konumlandırılır. Okulun gürültülü kısımlarına, paravan odaları, tuvaletler, ortak mekanlar, spor alanları yerleştirilir (Şekil 2.5), oditoryum, sınıflar, toplantı salonları ile kütüphane arsanın sessiz bölgelerinde konumlandırılır. Bu odaların, caddeye, oyun alanlarına ve diğer potansiyel gürültü kaynaklarına doğru açılan pencereleri bulunmamalıdır. Rahatsız edici gürültü, bir odadan diğerine açık pencereler vasıtasıyla iletildiğinden, pencerelerin avluya bakması ya da ayrık binalar tasarlamak bu soruna bir çözüm olabilir.

Özellikle, trafik gürültüsünden uzak tutulması gereken sınıflarda, sessizliği bozmayacak döşemeler kullanılır. Sınıflar ve seminer odaları, tavanda ses emici iyileştirme gerektirir. Eğer tavanda panel ısıtıcılar mevcutsa, akustik düzenleme zorlaşır. Trafik gürültüsüyle birlikte "banyo koşulu" diye adlandırılan yankı durumları konforsuzluk yaratmaktadır. Sınıfların bulunduğu bina ve oditoryum caddeden en az 15m uzaklıkta konumlanır [3].

Spor salonu, resim-iş odası, müzik odası, okul sahnesi ya da tiyatro çalışma odaları, laboratuar odaları gürültü kaynaklarıdır. Müdür odası, gürültülü holler veya diğer gürültülü mekanlardan bir lobi ile ayrılmalıdır. Okul binalarında gürültünün iletilmesinde diğer ortak faktörler zayıf sabitlenen kapılar ve uzun koridorlardır [3]. Kapılar birbirine zıt ve şaşırtmalı planlanır, böylece birinin diğerine ilettiği gürültü kesilmiş olur. Hareketli elemanlar sınıfları bölmek için kullanılabilir, bu bölmeler mümkün olduğunca ağır ve gergin olmalıdır [6]. Koridorlar, gürültü yaratmaya

meyillidir ve ahşap bir bloğa veya linolyum ya da mantar kaplanmış bir zemine gereksinim duyar. Sessiz ve gürültülü odalar arasındaki koridorlar emici malzemelerle iyileştirilir, böylece, ses kilitleri olarak hizmet edebilir [3].



Şekil 2.6: Akustik tampon bölge gerektiren odalar [2]

2.2.3. Akustik Tasarım Gerektiren Mekanlar

Bir okul binasında neredeyse tüm odalar, uygun akustik iyileştirme, tasarım ve sonuçta oluşan gelişime gereksinim duyar. Her oda tipi bireysel olarak tasarlanmalı ve üzerinde çalışılmalıdır. Böylece, iki ya da üç duvar ve tavan-döşeme sistemine uyumlu ses yalıtım gereksinimlerine rastlamak mümkün olacaktır [3].

Tablo 2.1: Okulda akustik tasarım gerektiren mekanların L_{Aeq} değerleri [2]

Oda Tipi	Faaliyet gürültüsü (Kaynak odası)	Gürültü toleransı (Alıcı oda)	İç ortam gürültüsü için üstlimit $L_{Aeq,30dak}$ (dB)
Anaokulu oyun odaları	Yüksek	Düşük	35 [1]
Anaokulu sessiz odalar	Düşük	Düşük	35 [1]
İlkokul: sınıflar, genel öğretim alanları			
Küçük grup odaları	Ortalama	Düşük	35 [1]
Ortaokul: sınıflar, genel öğretim alanları			
Seminer odaları, çalışma odalrı, dil laboratuarları	Ortalama	Düşük	35 [1]
Açık Plan [2]			
Öğretim Alanları	Ortalama	Orta	40 [1]
Kaynak Alanları	Ortalama	Orta	40 [1]
Müzik			
Müzik sınıfları	Çok Yüksek	Düşük	35 [1]
Küçük çalışma/Grup odaları	Çok Yüksek	Düşük	35 [1]
Dans odaları	Çok Yüksek	Çok Düşük	30 [1]
Performans/Prova Odaları	Çok Yüksek	Çok Düşük	30 [1]
Kayıt Stüdyosu [3]	Çok Yüksek	Çok Düşük	30 [1]
Kayıt için Kontrol Odası	Yüksek	Düşük	35 [1]
Derslikler			
Küçük (50 kişiden az)	Ortalama	Düşük	35 [1]
Büyük (50kişiden fazla)	Ortalama	Çok Düşük	30 [1]
Duyma özürlü öğrenciler için özel tasarlanmış			
Sınıflar (konuşma terapi odaları dahil)	Ortalama	Çok Düşük	30 [1]
Çalışma odası (bitreysel çalışma, iyileştirmel			
Çalışması ve öğretmenler odası)	Düşük	Düşük	35 [1]
Kütüphaneler			
Sessiz çalışma alanları	Düşük	Düşük	35 [1]
Kaynak alanları	Ortalama	Orta	40
Fen Laboratuarları	Ortalama	Orta	40
Drama stüdyosu	Yüksek	Çok Düşük	30 [1]
Tasarım ve Teknoloji			
• Dirençli Malzemeler, CADCAM alanları	Yüksek	Yüksek	40
• Elektronik/kontrol, tekstil, besin			
Grafik tasarım/alanları	Ortalama	Orta	40
Resim odaları	Ortalama	Orta	40
Konferans salonu[4], çok amaçlı salonlar [4] (Drama,			
Işitsel/görsel sunumlar, müzik)	Yüksek	Düşük	35 [1]
Görsel/işitsel, video konferans odaları	Ortalama	Düşük	35 [1]
Atriumlar, öğrencilerin kullandığı dolaşım alanları	Ortalama	Orta	45
Kapalı spor salonlarıl	Yüksek	Orta	40
Dans stüdyosu	Yüksek	Orta	40
Jimnastik salonu	Yüksek	Orta	40
Yüzme havuzu	Yüksek	Yüksek	50
Görüşme/rehberlik odası, revir	Düşük	Düşük	35 [1]
Yemek salonu	Yüksek	Yüksek	45
Yardımcı mekanlar Mutfak*	Yüksek	Yüksek	50
Ofisler , personel odaları*	Ortalama	Orta	40
Koridorlar*, merdiven kovaları*	Ortalama - Yüksek	Yüksek	45
Vestiyer ve soyunma odaları*	Yüksek	Yüksek	45
Tuvaletler*	Ortalama	Yüksek	50

Genellikle, okullarda dikkatli akustik planlamaya aşağıdaki mekanlar için gereksinim duyulur:

1. sınıflar
2. oditoryum/çok amaçlı salon
3. müzik odaları
4. toplantı odaları
5. dil odaları
6. spor salonları
7. kafeterya
8. atölyeler
9. laboratuarlar
10. ofisler
11. tüm koridorlar, merdivenler, holler ve geçitler [3]

Tablo 2.1, bir okulun yukarıda sıralanan mekanları için ihtiyaç duyduğu L_{Aeq} değerlerini göstermektedir, buna göre bir okulun akustik açıdan öncelikle iyileştirilmesi gereken hacmi olan sınıflarda 35 dBA gürültü düzeyinin olması gerektiği ifade edilir.

2.3. İlköğretim Okullarının Yapı Elemanı Ölçeğinde İncelenmesi

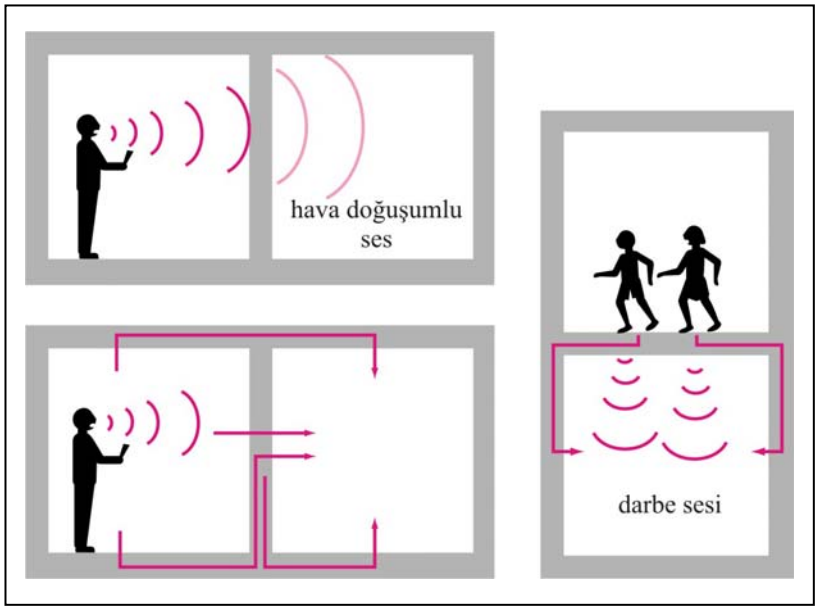
İlköğretim okullarının yapı elemanı ölçeğinde incelenmesi kapsamında, yapı elemanlarında hava doğuşlu yayılan sesler, katı doğuşlu yayılan sesler ile kapı, pencere gibi açıklıklardan iletilen sesler açıklanacak, yapı elemanlarının akustik özelliklerine değinilecektir.

2.3.1. Sesin Binada Yayılma Yolları

Bir mekan içinde, dışarıdan veya bina içindeki herhangi bir yerden ulaşan sesler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Hava doğuşlu sesler
- Katı doğuşlu sesler
- Açıklıklardan iletilen sesler

Hava doğuşlu sesler iki şekilde olabilir. Bunlardan ilki, açıklıklarda bulunan, sürekli hava yoluyla yayılan seslerdir. Örneğin; açık pencereler, şaft ya da asansör boşlukları, tesisat sisteminin strüktürle birleştiği noktalardaki çatlak, delik, vb. Diğer türü ise, bölücülerin diyaframsal etkisiyle yayılan seslerdir. Katı doğuşlu yayılan sesler, örneğin, adım atma, bir nesnenin yere düşmesi, kapıların çarpması, makine titreşimlerinin iletilmesi, vb. Bu iki tip ses yayılımları, birçok nedenden türü farklılıklar gösterirler. Darbeler kısa zamanlarda büyük güçlü kuvvetler oluştururlar ve bunlar kimi zaman çok büyük uzaklıklara yayılır. Hava tarafından yayılan sesler, daha az güce sahip olmalarına karşın, araya giren bölücüler nedeniyle azalırlar ve genelde birbirine yakın olan mekanlarda etkilidir. Katı doğuşlu darbe sesinin yalıtılması ile hava doğuşlu sesin yalıtılması arasında farklılıklar bulunmaktadır [7].
Açıklıklardan iletilen sesler; kapı, pencere gibi açıklıklardan mekana giren gürültüleri içerir. Kimi sesler bir bölücüden geçerken, kimi zaman tüm strüktürü titreştirmez, ses geçiş için zayıf olan cam kısımlardan geçebilir. Bu tip, kapı, pencere, boru ve tesisat sistemlerinin çevresinde bulunan ufak delikler, gürültünün bina içine girmesinde oldukça etkilidir, bu sebeple akustik açıdan çok iyi yalıtılmalıdırlar [2].



Şekil 2.7: Bitişik odalar arasındaki ses yayılım yolları: duvar ve döşemeden direkt ses yayılım yolları ve tavan duvar ve döşeme birleşimlerinde yanal hareket yolları [2].

2.3.2. Odalar arasında hava doğuşumlu sesin yalıtımı

Akustikte hava doğuşumlu sesin yalıtılması konusunu, Avrupa Birliği, "EN 12354-1:2000" numaralı standardında ele almıştır [8]. Bu bölümde, bu standardın içerdiği,

odalar arasında hava doğuşumlu sesin yalıtımının hesaplanmasına ve dış duvarlar, ara bölücü duvarlar ile kapılar ve pencerelerde ses yalıtımı konusu incelenmiştir.

Yapı Elemanı ve Bina Elemanı Performansını Değerlendirebilmek için Kullanılan Büyüklükler

Bir yapı elemanının performansını değerlendirmek için kullanılan değerler, aynı zamanda binanın performansının değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Bu büyüklükler 1/3 oktav bantlarda hesaplandığı gibi, oktav bantlarda da hesaplanabilir. Benzer durumlarda, elemanın performansını gösterecek tek sayılı değerler, uluslararası standart ISO 717-1'de anlatıldığı gibi elde edilebilir, örneğin $R_w(C;C_{tr})$. Odalar arasındaki ses yalıtımı ise, EN ISO 140–4 standardına göre birkaç benzer büyüklük ile anlatılabilir. Bunlar bina performansını ifade eden, R'_w, $D_{nT,w}$ veya $D_{nT,w}$, +C gibi tek sayılı büyüklükler olarak 1/3 oktav bantları ve oktav bantlarında hesaplanır.

- **Görünen ses azalma indisi (R'_w)**

Görünen ses azalma indisi, alıcı odaya geçen sesin gücünün, ayırıcı duvarın üzerindeki ses gücüne oranının logaritmasının -10 katına eşittir. Genel olarak, alıcı odaya geçen ses gücü, ayırıcı duvardan, çevresinden ve diğer bileşenlerinden geçen ses gücüne bağlıdır. R′ değeri, aşağıdaki formülle hesaplanır [8]:

$$R'_w = L_1 - L_2 + 10\log\left(\frac{S_s}{A}\right)dB \qquad \textbf{(2.1)}$$

R'_w : görünen ses azalma indisi, dB

L_1 : kaynak odadaki ses basınç seviyesi, dB

L_2 : alıcı odadaki ses basınç seviyesi, dB

A : alıcı odadaki ses emilim yüzeyi, m²

S_s : ayırıcı elemanın alanı, m²

- **Standartlaştırılmış ses seviye farkları (D_{nT})**

İki odadan birinde, bir veya daha fazla ses kaynağı olması sonucunda, farklı hacimlerde ve farklı zaman aralıklarında, alıcı odanın çınlama süresine bağlı olarak ortalama bir ses basınç seviyesi oluşur. Bu değer aşağıdaki formülle tanımlanır:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10\log\left(\frac{T}{T_0}\right)dB \quad [8] \qquad \textbf{(2.2)}$$

L_1 : kaynak odadaki ses basınç seviyesi, dB

L_2 : alıcı odadaki ses basınç seviyesi, dB

T : alıcı odadaki çınlama süresi, sn

T_0 : referans çınlama süresi, sn (0.5 sn' lik gecikme için)

- **Normalleştirilmiş ses seviye farkları (D_n)**

İki odadan birinde, bir veya daha fazla ses kaynağı olması sonucunda, farklı hacimlerde ve farklı zaman aralıklarında, alıcı odanın çınlama süresine bağlı olarak ortalama bir ses basınç seviyesi oluşur. Bu değer aşağıdaki formülle tanımlanır:

$$D_n = L_1 - L_2 + 10\log\left(\frac{A}{A_0}\right)dB \qquad \textbf{(2.3)}$$

A : ayırıcı odadaki ses emilim yüzeyi, m²

A_0 : referans emilme yüzeyi, 10m²

Tablo 2.2' de 24 Avrupa Birliği ülkesinin belirlediği ses azaltım gösterge değerleri gösterilmektedir.

Tablo 2.2: 24 Avrupa Birliği ülkesinin belirlediği ses azaltım göstergeleri [8]:

Ülke standart için kullanılan formülün sembolleri ile **beraber**		Çok Katlı Bina Req. [dB]	Req. [dB]	Teraslı Bina Req. [dB]	Req. [dB]
Danimarka	R' w (6)	≥ 52 (5)	52 (5)	≥ 55	55
Norveç	R' w	≥ 55 (6)	55 (6)	≥ 55 (6)	55 (6)
İsveç	R' w +C50-3150	≥ 53	~ 55 (7)	≥ 53	~ 55 (7)
Finlandiya	R' w	≥ 55	55	≥ 55	55
İzlanda	R' w	≥ 52 (4)	~ 52 (4)	≥ 55	~55
Almanya	R' w	≥ 53 (5)	53	≥ 57	57
İngiltere	$D_{nT,w}$ + Ctr	≥ 45	~ 49-52 (7)	≥ 45	~ 49-52 (7)
Fransa	$D_{nT,w}$ + C	≥ 53	~ 53-56	≥ 53	~ 53-56
İsviçre	$D_{nT,w}$ + C	≥ 54	~ 54-57	≥ 54	~ 54-57
Avusturya	$D_{nT,w}$	≥ 55	~ 54-57	≥60	~ 59-62
Belçika (9)	$D_{nT,w}$	≥ 54	~ 53-56	≥ 58	~ 57-60
İtalya	R' w	≥ 50	50	≥ 50	50
İspanya	$D_{nT,w}$+C100-5000	≥ 50	~ 50-53	≥ 50	~ 50-53
Portekiz	$D_{n,w}$	≥ 50	~ 50-52	≥ 50	~ 50-52
Polanya	R' w +C	≥ 50 (5)	~ 51	≥ 52	~ 53
Çek Cumh.	R' w	≥ 52	52	≥ 52	57
Slovakya	R' w	≥ 52	52	≥ 52	52
Macaristan	R' w	≥ 52	52	≥ 52	57
Slovenya	R' w	≥ 52	52	≥ 52	52
Estonya	R' w	≥ 55	55	≥ 55	55
Letonya	R' w	≥ 54	54	≥ 54	54
Litvanya	$D_{nT,w}$ veya R' w	≥ 55	~ 55	≥ 55	~ 55

Notlar

(1) Uyarı: 1) Uyarı: Denk değerler kesin bir çevirme mümkün oldmadığında kullanılan ortalama bir yaklaşımdır.

(2) R'w minimum denk değerleri ISO 717'ye dayanılarak hesaplanmıştır.

(3) Referans eğrisine göre oluşacak en fazla istenmiyen sapma 8 dB ile sınırlıdır.

(4) 55 dB talep edilmektedir

(5) Yatay, dikey göstergeler 1 dB fazladır.

(6) R'w+C50-3150 içinde aynı gösterge sağlanmalıdır.

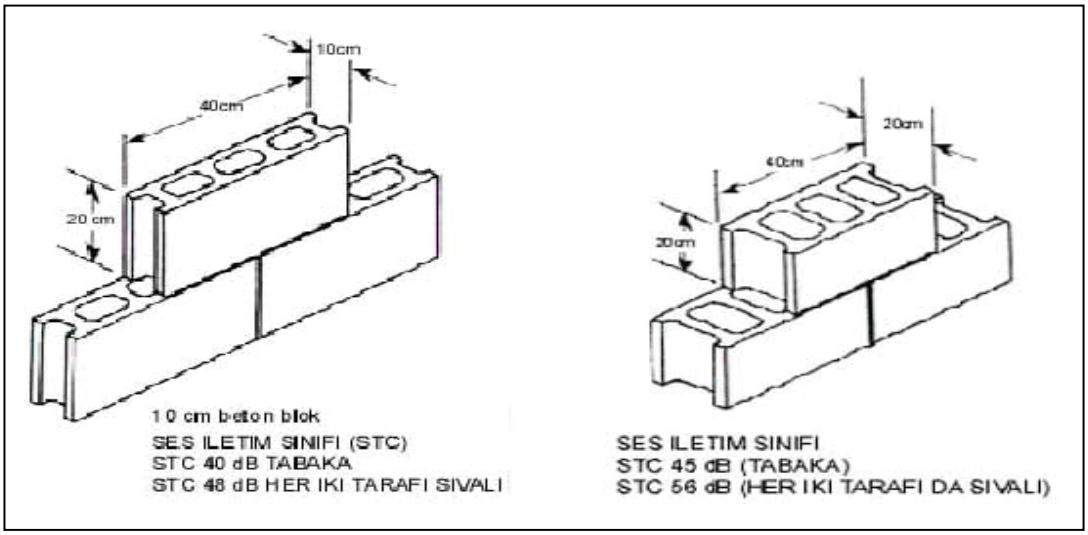
(7) Ağır yapılar için geçerlidir, hafif yapılarda daha katı kurallar uygulanmalıdır.

(8) Belli bir standart yoktur, çok katlı binadaki standartlar uygulanabilir.

2.3.2.1. Duvarlar

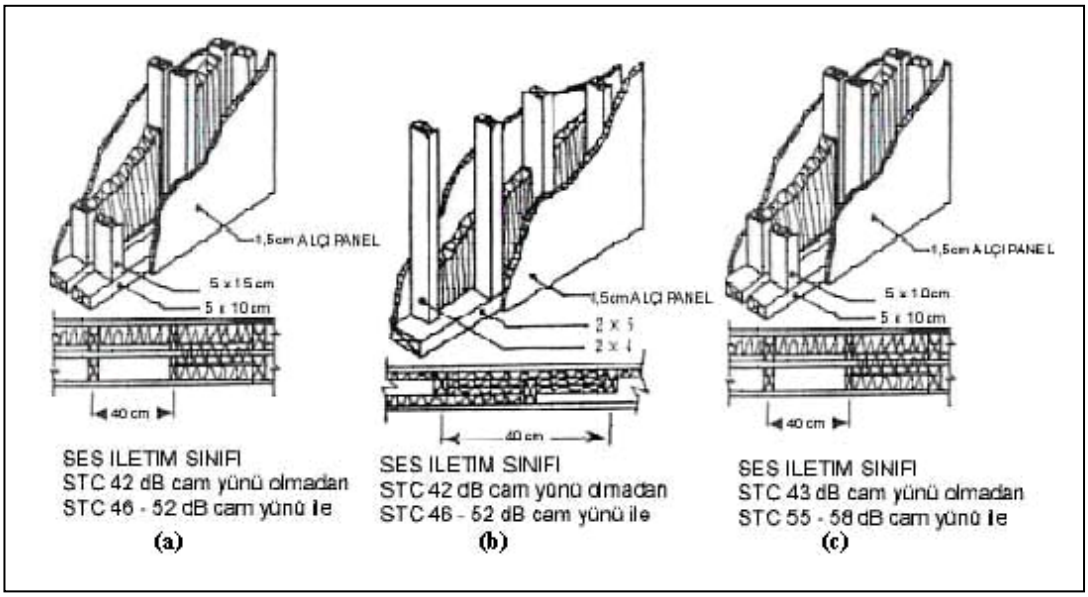
Dıştan gelen hava doğuşumlu sese karşı yalıtım için, duvar ne kadar ağır olursa o kadar iyidir düşüncesi genel bir kuraldır. Duvar ne kadar masifse, ses dalgalarının içinde hareket etmesi de bir o kadar güç olacaktır. Frekans, ne kadar yüksek olursa, iletim kaybının da o kadar büyük olacağı anlaşılmaktadır. Kullanılan duvar malzemesinin türünden çok kütlesi ses yalıtımında önem taşır. Belirli bir tabaka boyunca iletim kaybı, bir kontrplak tabakayla karşılaştırıldığında 95 kere daha zayıftır. Ancak, beton bir duvarın kalınlığı iki katına çıkarıldığında, iletim kaybı sadece 5dB artış göstermektedir. Duvarlar arasında köprü oluşturmayan hava boşlukları ses azaltımında oldukça etkilidir [9].

Duvar Strüktürlerinin Karşılaştırılması



Şekil 2.8: Dış duvar örneği **Şekil 2.9:** Dış duvar örneği

Şekil 2.8, bir ses engeli olarak 10cm' lik bir beton bloğunun ölçülmüş performansını göstermektedir. İlginçtir ki, duvarın her iki yüzeyindeki sıva, duvarın iletim kaybını STC 40' tan 48' e çıkarmaktadır. Şekil 2.9 ise, beton bloktan yapılmış duvarın kalınlığının iki katına çıkarılmasıyla görülen gözle görülür gelişim gösterilmektedir. Bu durumda ise STC 45 değeri, duvarın her iki yüzeyinin sıvanmasıyla 56 dB 'e getirilmiştir [9].



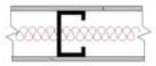
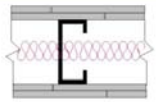
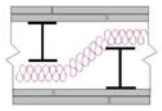
Şekil 2.10: Ara bölücü duvar örnekleri

Şekil 2.10(a)' da, alçıpanla kaplanmış 5 x 10cm iskelet sistem bir konstrüksiyon gösterilmektedir. Arasında figerglass olmaksızın STC 34 değeri sadece 2 dB gelişim göstermektedir. Bu da, fiberglass malzemesinin arasındaki boşlukların doldurulmasıyla gerçekleşmektedir. Bu yetersiz artış, eklenen değerin doğruluğunu kanıtlamaz. Şekil 2.10(b), oldukça yararlı ve ucuz tipte bir duvar konstrüksiyonu göstermektedir. Burada iki bağımsız duvar diyaframları arasındaki zayıf birleşim, cam yünü malzemesiyle boşlukların doldurularak zamanla azalacaktır. Tam STC 52 değerinin elde edilmesi, çok dikkatli yapılmış bir konstrüksiyon gerektirmektedir. Çünkü iki duvar yüzeyinin de bağımsız olarak çalışması garanti altına alınmalıdır.

Son duvar strüktürü de Şekil 2.10(c)' de gösterilmektedir ve bu bir çift duvar konstrüksiyonudur. Buradaki her iki duvar da ayrıdır ve herbiri 5 x 10cm levhaya sahiptir. Cam yünü olmadan bu duvar Şekil 2.10(b)' deki duvardan sadece 1 dB daha iyidir. Ancak, iç boşlukların yalıtımla kaplanmasıyla, STC değerinin 58 dB' e artması mümkündür. Gözenekli ses emici malzemelerin ses yalıtımında kısıtlı bir öneminin olduğu söylenmektedir. Normal iletim kaybı gözönünde bulundurulursa bu doğru kabul edilebilir. Ancak Şekil 2.10(b) ve 2.10(c)' deki gibi strüktürler için bu tarz gözenekli malzemeler, boşluklardaki ses enerjisinin emilimine katkıda bulunmaktadır. Bazı duvar strüktürlerinde ise bu iletim kaybı, duvarlar arasındaki boşluğun rezonansını azaltarak, 15 dB' e kadar ulaşmaktadır. Bu durumun diğerlerindeki etkisi oldukça önemsizdir. Düşük yoğunluklu cam yünü sıklıkla bina yapımlarında kullanılır. Yüksek yoğunluklu keresteler kadar etkilidir ve bunlardan

daha ucuzdur. Mineral cam yünü, bir duvarda yangın önleyici bir özellik de göstermektedir. Şekil 2.10(b) ve 2.10(c)' deki duvar tipleri sadece 35 dB' lik bir iletim kaybı sağlarlar. İç ve dış duvarların izolasyonu ve bunlardaki yalıtımın kullanımı duvarın etkisini 10–15 dB arttırmaktadır [9]. Tablo 2.3' te, bazı tipik duvar konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri (R_w) verilmiştir [2].

Tablo 2.3: Bazı tipik duvar konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri [2]

Performans R_W		Duvarlar- bazı tipik duvar konstrüksiyonları
35–40		Her iki yüzeyinde 1x12,5 mm alçıpan levha olan metal taşıyıcılı duvar (toplam duvar kalınlığı 75mm)
		100mm kalınlığında blok duvar (düşük yoğunluklu 52 kg/m2) bir yüzeyi 12 mm sıvalı
40–45		Her iki yüzeyinde 1x12,5 mm alçıpan levha, duvar boşuğunda cam yünü/ kaya yünü ve 48mm kalınlığında metal taşıyıcılı duvar (toplam kalınlık 75mm)
		100mm kalınlığında blok duvar (orta yoğunluklu 140 kg/m2) bir yüzeyi 12 mm sıvalı
45–50		Her iki yüzeyinde 2x12,5 mm alçıpan levha olan 70mm kalınlığında metal taşıyıcılı duvar (toplam duvar kalınlığı 122mm)
		115 mm kalınlığında tuğla duvar, her iki yüzeyi yüzeyi 12 mm sıvalı
		100 mm kalınlığında blok duvar (orta yoğunluklu 140 kg/m2) her iki yüzeyi 12 mm sıvalı
50–55		Her iki yüzeyinde 2x12,5 mm alçıpan levha, duvar boşuğunda cam yünü/ kaya yünü ve 150 mm kalınlığında metal taşıyıcılı duvar (toplam kalınlık 198mm)
		225 mm kalınlığında tuğla duvar, her iki yüzeyi yüzeyi 12 mm sıvalı
		215 mm kalınlığında blok duvar (yüksek yoğunluklu 140 kg/m2) her iki
55–60		Her iki yüzeyinde 2x12,5 mm alçıpan levha, duvar boşuğunda cam yünü/ kaya yünü ve 60mm kalınlığında şaşırtmalı sabitlenen metal taşıyıcılı duvar (toplam kalınlık 178mm)
		100 mm kalınlığında blok duvar (yüksek yoğunluklu 200 kg/m2), bir yüzeyi 12 mm sıvalı, diğer yüzey ise 50mm duvar boşluğunda cam yünü/ kaya yünü dolgu ile metal taşıyıcılara sabitlenmiş 1x12,5 mm alçıpan levha

2.3.2.2. Kapılar ve pencereler

Kapılar

Etkin ses azaltımını sürdürmek ve mekanlar arasındaki ses geçişini kontrol etmek için iyi yalıtılmış uygun kapıların seçimi kritiktir. İç kapılar sık sık tipik bir tuğla duvarın R_w değerinden 30 dB daha az olan ve sadece 15 dB R_w sağlayan hafif boşluklu kapı konstrüksiyonlarından oluşmaktadır. Mevcut bir kapının ses yalıtımı, kasası ve menteşeleri ek yükü taşıyabildiği sürece kütlesini arttırarak (ör: 9 mm iki tabaka kontrplak veya çelik yüzeyler eklenerek) iyileştirilebilir. Buna rağmen, ses yalıtımında yeni bir kapı çözümü en kolay yoldur.

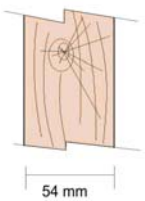
İyi ses yalıtımını temin eden tek değişken kapının kütlesi değildir. Kapı kasası boyunca iyi sızdırmazlığın sağlanması çok önemlidir. Kapı kanadının tüm kenarları sızdırmaz hale getirilmelidir. Kapının hava doğuşlu sesin yalıtımı bakımından gerekli performansı sağladığını temin etmek için kapı ve kapı kasası arasındaki boşluklar akustik dolgularla yok edilebilir. İyi kalitedeki akustik olarak sızdırmaz bir kapı dahi iki sınıf arasındaki 55 R_w değeri olan bir duvarın R_w değerini $D_{nT(Tmf,max),w}$ sadece 30-35 dB olacak kadar azaltacaktır. Duvarın ses yalıtımını korumak için arada bir lobi oluşturacak şekilde bu tür kapılardan iki taneye ihtiyaç vardır [2].

Bir kapının iletim kaybı, kütle, bükülmezlik ve hava sızdırmazlığı ile ifade belirlenebilir. Sıradan bir ev kapısı genellikle 20 dB' den az bir ses yalıtımı gösterebilir. Kapının ağırlığı ve contalardaki gerekli önlemler arttırılarak 10 dB gibi bir artış gözlenebilir. Ancak bir kapının, 50 dB bir duvara göre tasarımında, yapımında ve bakımında büyük dikkat gösterilmelidir. Çelik kapılar ya da patentli akustik kapılar özelleşmiş iletim kaybı değerleri verirler, ancak biraz pahalıdırlar. Kapıların pahalı olmasından kaçınmak için, yüksek iletim kaybına sahip olmasına ve ses kilitlerinin kullanılmış olmasına dikkat etmek gerekir. İki kapı arasındaki bu küçük holler, ortamdaki iletim kaybında çok etkilidir. İyi yalıtım özelliklerine sahip kapılar, eğer kütle, bükülmezlik ve hava sızdırmazlık şartları sağlanırsa yapılabilir [9].

Ses geçirmez bir kapının yapımı oldukça zordur. Öncelikle ağır bir kapıya ihtiyaç duyulur. Contalanmış parçaların kullanılmışlığı ve yıpranmışlığı etkilerini yok eder ve özellikle döşemede eskimişlik büyük bir problemdir. Kapı çevresinde yapılan çok emici kenarlar, sesin kapı ile pervazı arasındaki çatlaklardan geçmesine engel olurlar.

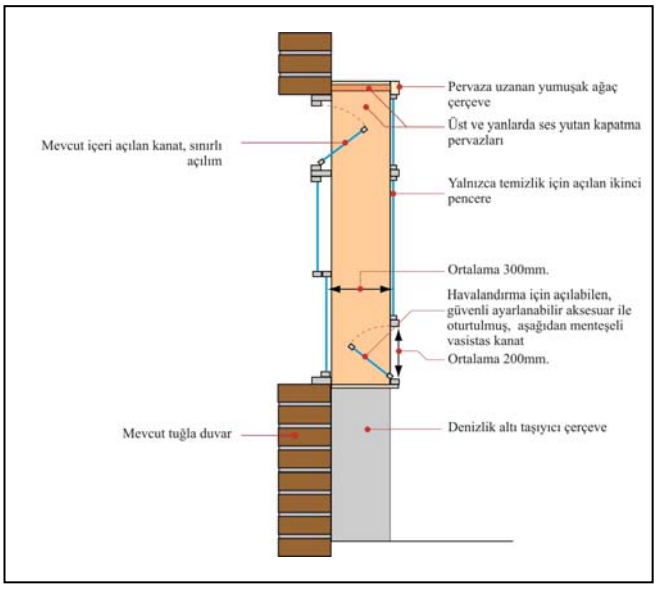
Bu emici tuzak, kapı pervazına iyice oturtulmalıdır, buna benzer yumuşak bir tuzak, farklı tipte contaların birleşiminde de kullanılabilir. Dış kapılar için hava doğuşlu ses izolasyonu kapı kanadı ve kasasıyla birlikte belirlenir. Kapı çevresinde kullanılan yalıtım malzemesinin kalitesi, kapının kendi performansı kadar önemlidir. Kapı kasasını eşik, üst başlık ve kenarlarında etkin yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Pencerelerde olduğu gibi neoprene baskı contalar, fırçalara göre daha etkindirler fakat bu etkinlik uygulamadaki işçilik kalitesine bağlıdır. Bundan dolayı fırçalar daha iyi sonuç verebilmekte ve daha uzun dayanmaktadırlar. Hava sızdırmazlığın hem kapı kasası çevresinde hem de kapının monte edileceği boşlukta sağlanmış olması önemli bir husustur. Kapı boşlukları, kapı kasasının uygun şekilde tespitini sağlayacak şekilde açılmış olmalı ve de kasa ile arasında olabilecek boşluklar mütemadi hava sızdırmaz contanın uygulanmasından önce, yalıtım malzemesi ile doldurulmalıdır. Yüksek bir hava doğuşlu ses yalıtım düzeyini tek kapı ile temin etmek zordur, ancak genellikle ısı verimi için sağlanan çift kapılı lobi yada özel bir akustik kapı kanadı kullanarak elde edilebilir [9]. Tablo 2.4' te bazı kapı konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri verilmiştir.

Tablo 2.4: Bazı kapı konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri [2]

Akustik Performans	Tipik Konstrüksiyon
30 dB R_w  44 mm kalınlığında ahşap kapı, 1/2 sa. yangına dayanıklı	Bu akustik performans çesçevre etkin yalıtılmış, sağlam kasası, etkin binisi olan kapıya iyi yerleştirilmiş bir masif kapı seti ile elde edilebilir. 30 dakika (FD30) yangına dayanıklı bir kapı seti uygun olabilir. Ağaç FD30 kapıların sıkça ≈ 27 kg/m2 ağırlıkları ve ≈ 44mm kalınlıkları olan lamine yumuşak ahşap veya sıkıştırılmış parçacıklı serenleri bulunmaktadır. FD30 kapı kasaları çoğunlukla 90 mm x 40 mm kesite ve en az 15 mm. biniye sahip olmalıdır. Kapı kanadı etrafında sıkıştırma veya silme contaları ile beraber yalıtılmış eşik kullanılmalıdır. Döşeme ile hem yüz veya döşeme aşağısı eşikler uygundur. Yangına dayanıklı 7mm camdan oluşan ve 900mm x 175 mm vizyon panelli kapılar bu akustik performansı yakalayabilir.
35 dB R_w  54 mm kalınlığında ahşap kapı, 1 sa. yangına dayanıklı	Bu akustik performans çesçevre etkin yalıtılmış, sağlam kasası, etkin binisi olan kapıya iyi yerleştirilmiş bir masif kapı seti ile elde edilebilir. 60 dakika (FD60) yangına dayanıklı bir kapı seti uygun olabilir. Ağaç FD60 kapıların sıkça ≈ 29 kg/m^2 ağırlıkları ve ≈ 54mm kalınlıkları olan lamine yumuşak ahşap veya sıkıştırılmış parçacıklı serenleri bulunmaktadır. Parçacıklı veya lamine yumuşak ağaç yerine daha yoğun kapı göbek malzemesi kullanılması halinde kapı kalınlığı ≈ 44mm de olabilir. FD60 kapı kasaları çoğunlukla 90 mm x 40 mm kesite ve en az 15 mm. biniye sahip olmalıdır. Kapı kanadı etrafında sıkıştırma veya silme contaları ile beraber yalıtılmış eşik kullanılmalıdır. Döşeme ile hem yüz veya döşeme aşağısı eşikler uygundur. Yangına dayanıklı 7mm camdan oluşan ve 900mm x 175 mm vizyon panelli kapılar bu akustik performansı yakalayabilir.

Pencereler

Pencerelerin hava doğuşumlu ses izolasyonu, BS EN ISO 140-3:1995‘ e göre ses azaltım indeksinin ölçümünden değerlendirilebilir. Uygun pencereler hesaplanmış veriler ile seçilirken, cam için ölçülmüş veriler ile pencereler için ölçülmüş veriler arasındaki ayırımı yapmaya dikkat edilmelidir. İnce cam kalınlıkları ile istenilen ses yalıtımını elde etmek için genellikle hava (ya da başka bir gaz) ile ayrılmış iki katman cam ile elde edilebilir. Teoride pencere camları arasında daha geniş boşluk daha iyi ses yalıtımı verir. Fakat pratikte çift cam arasındaki boşluğun kalınlığı 6mm ile 16 mm arasındaki ölçülerde fazla değişiklik göstermez. Daha büyük genişlikler daha iyi performans sağlar. Mevcut binalarda, ikincil cam giydirme, mevcut tek cam pencereleri çift cam ile değiştirme için bir alternatif olarak kullanılabilir. İkincil cam giydirmenin etkisi camın kendi kalınlığı ve iki cam katmanı arasındaki hava boşluğunun ebadına bağlıdır. Bir diğer alternatif hâlihazır pencereleri yerinde bırakarak, mevcut pencere boşluklarının iç tarafına tamamen yeni bir çift cam pencere sistemi kurmak olabilir. Ses yutucu pervazların kullanımı çift cam pencerenin performansını artırmakta fakat bu performans yüksek frekanslı bölgelerde ortalama bir değerde kalmakta, karayolu trafiği ya da uçak gürültüsünde pek bir etkisi olmamaktadır. En uygun performansı elde etmek için, pencerelerin içindeki cam yüzeylerin çevrelerin hava sızdırmazlığı sağlanmalı ve bu camları çevreleyen kasaların da pencere boşlukları ile olan derzleri uygun şekilde yalıtılmalıdır. Neopren baskı contalar fırçalara göre daha iyi hava sızdırmazlığı sağlar. Pencere kasasının kendi iç kuruluşu da hava sızdırmazlığını sağlayacak şekilde olmalıdır. Hem pencere kasası çevresinde hem de bu kasaların yerleştiği boşluğun çevresinde hava sızdırmazlığının sağlamış olması eşit derecede önemlidir. Pencere boşlukları, pencere kasasının uygun şekilde tespitini sağlayacak şekilde açılmış olmalı ve de kasa ile arasında olabilecek boşluklar mütemadi hava sızdırmaz contanın uygulanmasından önce, yalıtım malzemesi ile doldurulmalıdır. Cam, lastik ya da diğer yumuşak bir parça ile çerçeveden ayrılmalıdır. İki cam panel arasındaki boşluğun etkisi oldukça büyüktür. Boşluk ne kadar büyük olursa, kayıp da o kadar fazla olacaktır [9]. Kısmi açılan, karşılıklı kanatlı, tek cam ya da çift cam pencereler için laboratuarda ölçülmüş hava doğuşlu ses yalıtımı yaklaşık olarak 10-15 dB R_w ’dir [2].



Şekil 2.11:Şaşırtmalı hava akımı sağlayan çift cam

Bu değer kısmi havalandırma açılımlı, kanatların plan veya cephede şaşırtıldığı, ses yutucu pervazlı bir ikincil cam giydirme sisteminde 20–25 dB R_w'e çıkmaktadır (Şekil 2.11) [2]. Tablo 2.5' te, bazı tipik cam konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Bazı tipik cam konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri [2]

Performans	R_W (dB)	Cam-tipik konstrüksiyon çeşitleri
25		4 mm tek float cam (yalıtılmış)
28		6 mm tek float cam (yalıtılmış)
		4/12/4: 4 mm cam/ 12 mm hava boşluğu/ 4 mm cam
30		6/12/6: 6 mm cam/ 12 mm hava boşluğu /6 mm cam
		10 mm tek float cam (yalıtılmış)
33		12 mm tek float cam (yalıtılmış)
		16/12/8: 16 mm cam/ 12 mm hava boşluğu/ 8 mm cam
35		10 mm lamine tek float cam (yalıtılmış)
		4/12/10: 4 mm cam/ 12 mm hava boşluğu/ 10 mm cam
38		6/12/10: 6 mm cam /12 mm hava boşluğu/ 10 mm cam
		12 mm lamine tek float cam (yalıtılmış)
40		10/12/6 lam: 10 mm cam/ 12 mm hava boşluğu/ 6 mm lamine cam
		19 mm lamine tek float cam (yalıtılmış)
		10/50/6: 10 mm cam/ 50 mm hava boşluğu/ 6 mm cam
43		10/100/6: 10 mm cam/ 100 mm hava boşluğu/ 6 mm cam
		12 lam/12/10: 12 mm lamine cam/ 12 mm hava boşluğu/ 10 mm cam
45		6 lam/200/10: 6 mm lamine cam/ 200 mm hava boşluğu/ 10 mm + yutucu yüzeyler
		17 lam/12/10: 17 mm lamine cam/ 12 mm hava boşluğu/ 10 mm cam

Pencere camları arasındaki emici malzeme, hava boşluğunun rezonansını arttırmaktadır. Bu, çift camın toplam yalıtım verimine eklenir ve pencere çevresine tamamen yayılır. Eğer pencere doğru katmanlarla monte edilirse, ses yalıtımı değeri STC 50 bir duvara yaklaşabilir. Şaşırtmalı konstrüksiyona sahip bir duvar için çift cam yapılırsa, 5 x 20cm levha yerine 5 x 15 levha iç ve dış pencere çerçevesine monte edilmelidir. Prefabrik çift cam pencereler STC 45 dB gibi bir değer göstermektedirler [9].

2.3.3. Odalar arasında darbe sesi yalıtımı

Darbe ve vibrasyon, strüktür doğuşumlu sesin oluşum sebepleri arasında sayılabilirler. Strüktür doğuşumlu sesin kaynağı bir hacimdeki ayak sesleri veya vibrasyon yaratan makineler olarak tanımlanır. Darbe sesinde, eğilme dalgaları hava doğuşumlu ses olarak yayılabildikleri için, boylamsal dalgalar ise, bazı durumlarda strüktürün başka bölümlerinde eğilme dalgalarına dönüşebildikleri için önemlidir [7]. Darbe sesinde, yalnızca darbenin oluştuğu bölge etkilenir, fakat dalgalar strüktür boyunca ilerleyerek kaynaktan çok uzak noktalarda bile ses olarak yayılabilir. Titreşimler, baskın frekans aralığı 100Hz altında olup, birbirine bağlantılı olan katı malzemeler boyunca yayılım gösterir. Oluşan bu darbe, hava doğuşumlu gürültüden daha hızlı yayılı ve daha büyük uzaklıklara yayılır. Katı doğuşumlu gürültünün kaynakta yalıtılması sağlanmaya çalışılmalıdır. Basitçe iki tasarım prensibi uygulanmalıdır:

- Rezonans koşullarından kaçınılmalı
- Kaynak ile bina arasındaki titreşim zincirinin kırılması sağlanmalı [7]

Titreşen bir kaynak, binanın strüktürel bir elemanı olarak strüktüre rijit bir şekilde bağlıysa, sistem, bina ve titreşen kaynağın birleşimi olarak analiz edilmelidir. Diğer bir taraftan, ses yutucu malzemeler, hava doğuşumlu gürültüler için düşük bir yalıtım değerine sahip olmasına rağmen, darbe sesinin yalıtılmasında etkin bir rol oynar. Katı doğuşumlu gürültünün engellenmesinde kullanılacak en etkin strüktür, “devamlı olmayan yapı”dır. Darbe gürültüsünü yeterli bir şekilde azaltan halılı döşeme, hava doğuşumlu gürültüye karşı yetersiz kalır. Diğer taraftan, kalın, çıplak beton tabaka, üstteki hacimden gelen darbe gürültüsüne karşı yeterli yalıtımı sağlayamaz. Darbe sesinin yayılma ve azaltılma yolları ortam sesinden oldukça farklıdır. Darbe sesi, darbelerden veya makine titreşiminden, örneğin bir su borusunun sarsılması, bir öğrenci sırasının halı olmayan döşeme üzerinde ileri geri itilmesinden türü doğar.

Darbe sesi, pratikte kaynak noktasında bastırılmaya çalışır, bunu sağlamak için yapılmış ölçümler döşemede ağır halı, mantar döşeme veya diğer elastik malzemeler kullanmanın, darbe sesini azaltacağını göstermiştir [7].

2.3.3.1. Döşemeler

Bölücü döşeme ve onunla birlikte yanal hareket konstrüksiyonlar aracılığıyla hem hava hem darbe doğuşumlu gürültü, düşey olarak bitişik odalar arasında yayılabilir. Geleneksel Victoria okul binaları gibi ahşap döşemeli çok katlı eski binalarda sınıflar arasında dikey gürültü yayılımı sorun oluşturabilir. Ahşap döşemelere halı veya başka türden yumuşak kaplamalar eklemek darbe gürültüsünü azaltmakta, fakat hava doğuşlu gürültü üzerinde çok az etkisi bulunmaktadır. Darbe gürültüsü betonarme döşemelerde de sorun oluşturabilir (hava doğuşlu gürültü sorun olmasa da); bazen bu bir halı yardımıyla da çözülebilmektedir. Halı kullanımının önerildiği yerlerde temizlik, bakım ve hava kalitesinin üzerindeki etkileri gibi önemli noktaların düşünülmesi gerekir. Döşemelerdeki darbe sesi gürültüsü, okullarda özellikle koridorlarda teneffüs zamanlarında veya ders değişimlerinde ayak trafiğinden, vurmalı çalgılar odalarından, hareket veya dans alanlarından, yükleme veya boşaltma alanlarından, makine dairesinden mümkün olan yerlerde, yumuşak döşeme kaplamaları veya yüzen döşemeler kullanarak, kaynakta azaltılmalıdır. Uygulamalı derslerin yapıldığı mekanlarda halı iyi bir seçenek değildir, fakat akustik vinil veya akustik bir keçe üzerine serilmiş vinil kaplama gibi başka yumuşak döşeme kaplamaları uygun olabilir. Planlama ve oda yerleşimi gürültüye hassas odalar üzerindeki döşemelerde darbe gürültüsü kaynaklarını önlemek için kullanılabilir. Yumuşak döşeme kaplamaları, yüzer döşeme konstrüksiyonları ve bağımsız tavanlar en etkili yalıtım yöntemleridir. Bazı kaynaklar için esnek döşeme bitişleri de uygun olabilir. Hava doğuşlu sesin yalıtımından farklı olarak, darbe doğuşlu ses yalıtımı bir saf ses düzeyi cinsinden ölçülmektedir, öyle ki daha düşük sayı daha iyi yalıtım standardını belirtmektedir [2].

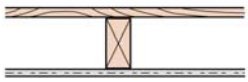
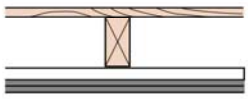
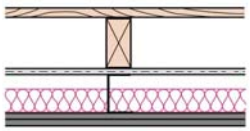
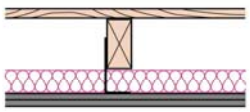
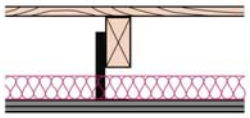
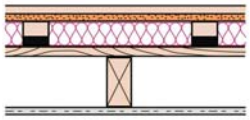
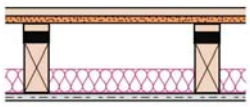
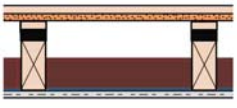
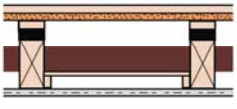
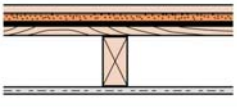
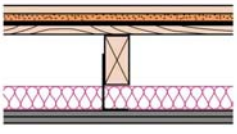
Döşemelerde darbe sesinin yalıtımı aşağıdaki yollarla sağlanabilir:

- *Yumuşak esnek yüzeyler:* Halı, mantar tabakası, lastik gibi malzemeler, döşemenin darbe gürültü yalıtımını düzeltir, ancak hava doğuşumlu gürültüye oranla çok daha az ses yalıtım sağlarlar.
- *Yüzer döşeme:* Hava doğuşlu sese ve darbe gürültüsüne karşı oldukça etkilidir.

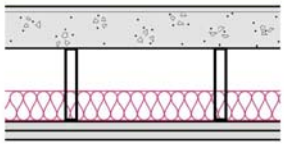
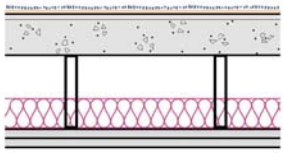
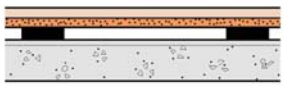
- *Katı asma tavan:* Asma tavanın etkisi ağırlığına ve tavanın strüktürle temasında esneklik derecesine bağlıdır [7].

Tablo 2.6' da bazı ahşap döşeme konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri verilmiştir.

Tablo 2.6: Bazı ahşap döşeme konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri [2]

	Konstrüksiyon - ahşap döşemeler		R_w (dB)	$L_{n,w}$ (dB)	Kalınlık (mm)
1	150-200 mm ahşap kirişlemeli, kirişlemelere tespitli alçı veya alçıpan tavanlı 15 mm taban döşemesi içeren temel ahşap döşemeler		35–40	80–85	180–230
2	1 deki gibi, kirişlemelerin altına uygun esnek barlar ile tespitli 15 mm kalınlığında alçıpan ve 12.5 mm kalınlığında tek kat yoğun alçıpan		50–55	65–70	220–270
3	1 deki gibi tavana , 80-100 mm(>10 kg/m^3) mineral yün içeren 240mm boşluk sağlayacak şekilde metal asma tavanın sistemi ile sarkıtılmış çift kat 15 mm plakalı yada çift kat 12.5 mm kalınlığında yoğun alçıpan		55–60	60–65	450–500
4	1 deki gibi tavansız , 80-100 mm(>10 kg/m^3) mineral yün içeren 275 mm boşluk sağlayacak şekilde metal asma tavanın sistemi ile sarkıtılmış çift kat 15 mm plakalı yada çift kat 12.5 mm kalınlığında yoğun alçıpan		55–60	60–65	450–500
5	1 deki gibi tavansız , 80-100 mm(>10 kg/m^3) mineral yün içeren 275 mm boşluk sağlayacak şekilde özel esnek tijler ile sarkıtılmış çift kat 15 mm plakalı yada çift kat 12.5 mm kalınlığında yoğun alçıpan		60–65	55–60	450–500
6	1 deki gibi ,esnek pedler veya bantlar kullanılarak uygun hafiflikte yüzer döşeme (ör: 25mm açık gözenekli pedler üzerine serilmiş 45mm yumuşak ahşap merteklerle desteklenen 15mm kontrplak, sunta veya mdf üzerinde 15mm lamba zıvana taban döşemesi). Mevcut döşeme tabanı üzerine serilmiş 80-100 mm(>10 kg/m^3) mineral yün.		50–55	60–65	270–320
7	1 deki gibi ,taban döşemesi kaldırılmış ve yerine 25mm açık gözenekli pedler üzerine serilmiş 45mm yumuşak ahşap merteklerle desteklenen 15mm kontrplak, sunta veya mdf üzerinde 15mm lamba zıvana taban döşemesi getirilmiştir. Mevcut döşeme tabanı üzerine serilmiş 80-100 mm(>10 kg/m^3) mineral yün.		55–60	55–60	240–290
8	7 deki gibi ancak mineral yünü yerine tavan üzerine 100 mm kalınlığında (80 kg/m^2) keçe serilecektir.		55–60	50–55	240–290
9	8 deki gibi ancak kirişlemelerin kenarlarına tespit edilmiş plakalar üzerine serilmiş 75 mm kalınlığında keçe		50–55	55–60	240–290
10	1 deki gibi devamlı bir katman kullanılarak oluşturulan uygun hafiflikte yüzer döşeme (örn; 6-12 mm kalınlığında devamlı açık gözenekli köpük altlık üzerine 15mm kontrplaa mdf plakalar üzerinde 15mm lamba - zıvana döşeme tabanı)		50–55	55–60	220–270
11	10 daki gibi ancak tavan kaldırılarak yerine 80-100 mm mineral yün içerecek (>10kg/m3) ve 275 mm tavan boşluğunu oluşturacak uygun metal tavan sistemi kullanılarak 2 kat 15mm plaka veya 2 kat 12.5 mm yoğun alçıpan levhadan oluşan asma tavan getirilmiştir.		60–65	50–55	360–410

Tablo 2.7: Bazı betonarme döşeme konstrüksiyonları için ses yalıtım değerleri [2]

	Konstrüksiyon - hafif beton döşemeler		R_w (dB)	$L_{n,w}$ (dB)	kalınlık (mm)
1	Tümü yaklaşık 100 kg/m2 ağırlığında, 30-50 mm şap içeren, tavan yada döşeme kaplaması olmayan, beton plaklar (dolu yada boşluklu) veya kiriş ve bloklardan oluşan hafif döşemeler		35–40	90–95	100–150
2	1 deki gibi ilave olarak 5mm den kalın yumuşak döşeme kaplaması		35–40	75–85	105–155
3	1 deki gibi ilave olarak 80-100 mm mineral yün içerecek (>10kg/m³) ve 240 mm tavan boşluğunu oluşturacak uygun metal tavan sistemi kullanılarak 2 kat 15mm plaka veya 2 kat 12.5 mm yoğun alçıpan levhadan oluşan asma tavan		60–65	55–60	370–420
4	3 teki gibi ilave olarak 5mm den kalın yumuşak döşeme kaplaması		60–65	50–55	375–425
5	1 deki gibi ,esnek pedler veya bantlar kullanılarak uygun hafiflikte yüzer döşeme (ör: 25mm açık gözenekli pedler üzerine serilmiş 15mm yumuşak ahşap merteklerle desteklenen 15mm kontrplak, sunta veya mdf üzerinde 15mm lamba zıvana		50–60	50–60	155–205
6	1 deki gibi devamlı bir katman kullanılarak oluşturulan uygun hafiflikte yüzer döşeme (örn; 6-12 mm kalınlığında devamlı açık gözenekli köpük altlık üzerine 15mm kontrplaa mdf plakalar üzerinde 15mm lamba - zıvana döşeme tabanı)		50–55	55–60	150–200
7	1 deki gibi uygun ağırlıkta ses yalıtımlı tavan karoları ile oluşturulmuş asma tavan sistemi		45–55	60–70	250–500

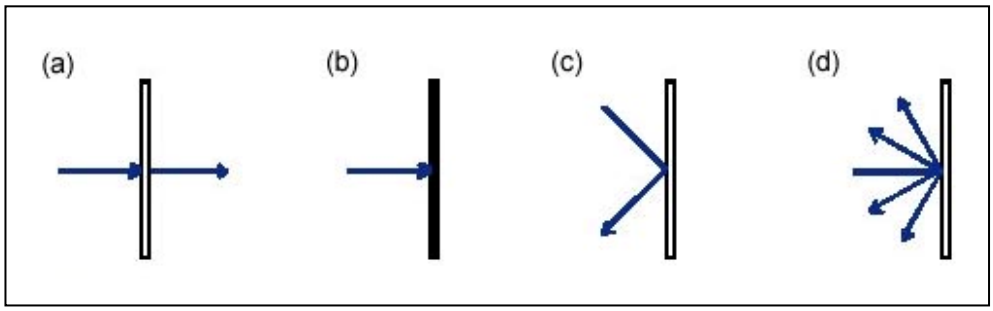
3. KAPALI MEKANLARIN AKUSTİK KALİTESİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER

İşitsel açıdan konforlu bir çevre oluşturmak için, gürültü, kontrol altına alınmalı, ayrıca mekan içindeki fonksiyon tipine bağlı olarak sesin homojen dağılımı sağlanmalıdır. Bunların yerine getirilmesi için, sesin kapalı mekanlarda nasıl davrandığı bilinmeli, mekan şekline bağlı olarak oluşan akustik olaylar incelenmelidir. Akustik olayların önlenmesi için, kapalı mekanların hacimsel formu, özellikle duvarları ve tavan şekilleri konusunu önemle ele alınmalıdır [10].

Hacim akustiğinde ana hedef, hacimdeki işlevsel sesin iyi anlaşılabilmesini sağlamaktır. Bu amaçla arka plan gürültüsünün kabul edilebilir düzeye indirilmesinin yanı sıra, hacimde homojen ve yaygın ses alanı oluşturulması gerekir [11].

Sesin kapalı hacimdeki davranışı şu şekilde incelenebilir:

- Sesin iletilmesi
- Sesin yutulması
- Sesin yansıması
- Sesin yayılması



Şekil 3.1: Sesin kapalı hacimdeki davranışları (a) iletim (b) yutulma (c) yansıma (d) yayılma [12]

Sesin bir ışık hüzmesi olarak bir ışın gibi uzayda ve karşılaştığı objelerin içinden geçmesi düşünülürse, ses bir yüzeye çarptığında, birçok olay meydana gelir. Sesin bu davranışları Şekil 3.1'de gösterildiği gibi; (a) iletim, ışığın pencerenin içinden geçmesi gibi, ses de yüzeyin içinden arkasındaki boşluğa geçer, (b) yutulma, süngerin suyu emdiği gibi, yüzey de sesi emer, (c) yansıma, duvardan seken bir top gibi ses de yüzeye çarpar ve doğrultusunu değiştirir, (d) yayılma, lobutların bowling topu ile vurulması gibi, ses de yüzeye çarpar ve birçok yöne dağılır. Unutmamak gerekir ki, bu olaylar eş zamanlı olabilir. Örneğin, aynı zamanda bir ses dalgası hem duvardan yansıyabilir hem de duvar tarafından emilebilir [12].

3.1. Konuşma ve Müzik Eylemi

İlköğretim okullarının mekanlarında, ağırlıklı olarak konuşma eylemi, yer yer de müzik derslerinin işlenmesi esnasında sınıflarda müzik eylemi gerçekleşmektedir. Bu sebepten ötürü, bu bölümde, konuşma eylemi daha detaylı olarak incelenecektir.

Konuşma Eylemi

Konuşma, düzenli ve düzensiz seslerin birbirini izlemesinden oluşan tempolu bir ses biçimidir. Düzenli sesler belli bir temel frekansı ve uyumu olan seslerdir, düzensiz sesler ise notası belirlenemeyen, akustik enerji dağılımı gelişigüzel olan, daha çok gürültü niteliğindeki seslerdir. Düzensiz seslerde, en inceden en kalına kadar tüm frekanslar yer alabilir. Konuşma esnasında, alçak frekanslı sesli harfler düzenli, yüksek frekanslı sesli harfler ise düzensiz sesler çıkarır ve konuşma süresince bunlar birbirini sık zaman aralıklarıyla izler. İnsan sesi, ses telleri soluk verme akışını düzeltmek için kullanıldığında oluşmuştur. Tellerin hızla titreşimi vızıltı şeklinde duyulan nefes serileri içinde akışa çevrilir, frekansı ses tellerinin titreşim hızına bağlıdır. Bu vızıltı daha sonra boğaz, burun ve ağzı içeren, dil ve dudakları da kapsayan bir ses sistemi ile düzenlenir. Dudakların şekli konuşma sesinin oluşumunda bir parça rol oynar ve birbirine bağlı dudak şekilleri sağır insanların konuşmayı anlamasını sağlayacak hareketler üretir. Normal duyan insanlar için, görsel ipuçları konuşma sesinin algılanmasına yardımcı olarak kullanılır [13].

Herhangi bir oditoryumda öncelikle ses kaynağının doğallığı ve konumlanması düşünülmelidir. Herhangi bir ses güçlendirme sistemi ile desteklenmemiş sesin 3 m uzaklıktan ölçülen ses basınç düzeyi normal olarak 30 dBA (fısıldama)'dan 60 dBA (normal konuşma sesi)'ya kadardır. Bazen oyuncular seslerini 70 dBA düzeyine yükseltebilirler fakat orkestranın yüksek sesi ile karşılaştırılacak olursa oyuncuların çoğu sesinin anlaşılabilirliği zayıf olacaktır. Konuşmanın bir başka karakteristik özelliği de açık bir konuşmanın farklı seslerin hızlı ve ardışık bir şekilde anlatımına bağlı olmasıdır, bazen konuşma süresi kısa olabilir [14].

3.2. Akustik Kaliteyi Etkileyen Nesnel Parametreler

Eğitim yapıları gibi işitsel açıdan önemli, özellikle konuşma amaçlı hacimleri fazla olan bu yapılarda, konuşmanın doğru ve düzgün anlaşılabilmesi için belli değişkenler değerlendirilmelidir.

3.2.1. Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili değişkenler

Eğitim kurumlarında görsel algılamanın yanında, işitsel algılama da öğrenim kalitesi açısından büyük önem taşır. Konuşmanın anlaşılabilirliği, verilen eğitimin veriminin

anlaşılabilmesi için tespit edilmesi gereken temel bir ölçüttür. Sınıflarda özellikle konuşmanın anlaşılabilirliği öğrenme açısından kritik bir olgudur [10]. TS 2726' de ise konuşmanın anlaşılabilirliği, normal bir konuşma sırasında anlaşılan kelime sayısının, konuşulan toplam kelime sayısına oranının yüzde olarak ifadesi şeklinde tanımlanır ve yeterli anlaşılabilirlik yüzdesinin en az %95 olduğu belirtilir [16].

Konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşmanın düzgün ve doğru olarak anlaşılma oranı olarak ifade edilir. Konuşmacı ve dinleyicilerin ana dilini kullanması halinde iletilerin doğru olarak ulaştığını kabul etmek normal olarak varsayılabilir, ancak duyma kusuru ve konuşma özrü olan kişiler için bu kabul doğru olmaz. Dinleyici ilk olarak, konuşmayı anlaşılabilir ses parçalarına bölmeye çalışır. Sesin akışında oluşan boşluklar, kelime ve heceler arasındaki boşluklardan ayırt edilebilir.

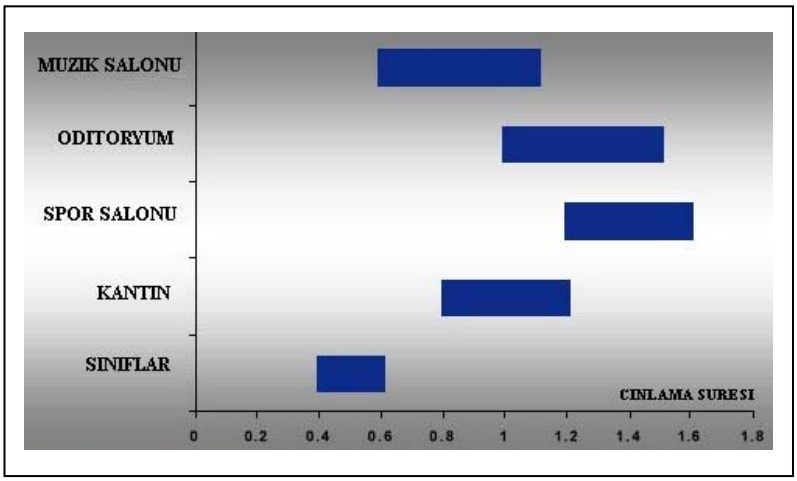
Sesin şiddeti, süresi ve açılımı, konuşmacının hitap performansı, ortam seslerinin maskeleyici etkisi ve dinleyicinin algısal hassasiyeti, insan beyninin sesin algılamasına yön veren etkenleridir. Konuşma sesleri birbiri üzerine biner, örtüşür ve sarkar. Bu yüzden ses parçaları, ortam ve konuşmacı özelliklerine göre farklı algılanabilir. Arka plan gürültüsü arttıkça, anlaşılabilirlik düşer. Konuşma eyleminin esas alındığı ortamlarda, izleyicilerin konuşmacı ile arasındaki "görüş çizgisi" de dikkate alınmalıdır. Görme ve işitme duyuları birlikte hareket eder; konuşmacının sesindeki ifade, dış görünüşü ve beden dili ile desteklenerek güçlenir. Genelde yapılan konuşmaların 500Hz ve 4000Hz arasında frekanslara sahip olduğu kabul edilir. Anlaşılabilirlik üst eşiği ise 7000Hz' dir [9].

Konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine yapılan araştırmalar doğrultusunda belirlenen değişkenler farklı kategoriler altında incelenebilir. Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili değişkenler, akustik enerji oranına bağlı yöntem, ölçme tabanlı yöntem ve deney tabanlı yöntem olmak üzere üç kategoride toplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, mevcut hacmin değerlendirilmesinde konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili değişkenler olarak; çınlama süresi (T), sinyal gürültü oranı (SNR), erken düşme süresi (EDT), sesin açıklığı-netliği (C80), konuşmanın belirginliği (D50), hızlı konuşma iletim indisi (RASTI) sıralanmıştır [17].

3.2.1.1. Çınlama süresi (T)

Konuşmanın anlaşılabilirliğinde, çınlama süresi ilk başta gelen belirleyicilerdendir. Çınlama olayı, ses dalgalarının mekandaki yüzey ve nesnelerden yansımasıyla sesin uzaması ve devam etmesi olarak tanımlanır. Çınlama süresi ise, ses enerjisinin büyüklüğü ne olursa olsun, ses kaynağı sustuktan sonra, ses enerjisinin 60dBA düşmesi için geçen süredir.

Okullarda, konuşma amaçlı hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliği, optimum çınlama süresinin olabildiğince kısa tutulması gerektirmektedir, yani akustik açıdan ölü hacimler istenmektedir [18].



Şekil 3.2: Bir okulun mekanlarında olması gereken çınlama süresi değerleri [12].

Literatürde bu değerlere ilişkin hacme bağlı olarak farklılıklar gözlenmekle birlikte, mekanlar için tanımlanan optimum çınlama süresi aralığı 0.4–1.5 sn olarak belirlenmiştir [9]. Grafikte, ANSI (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)' nin okullardaki bazı mekanlar için önerilen çınlama süreleri Şekil 3.2' de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.'de okulun tüm mekanları için çınlama süreleri verilmiştir. Ancak farklı ülkelerin farklı değerler kabul ettiği görülür, örneğin, Portekiz standardına göre sınıflarda önerilen çınlama süresi aralığı 0.6–0.8sn iken, Fransa standardına göre bu değer, 0.4–0.8sn arasında kabul görür [37]. Alman standardı, DIN 18041 ise 125-250m³ hacme sahip sınıflar için uygun çınlama süresini 0.4–0.6sn olarak belirtir [20].

Bir hacmin çınlama süresinin, o hacim için belirlenen seviyeden fazla olması durumunda, maskeleme olayı meydana gelir. Örneğin, bir sınıftaki aşırı çınlama, öğrencinin konuşmayı algılamasına engel olur ve ardarda gelen iki farklı sözcüğün ayrımında zorlanmasına neden olur. Sesli harfler, daha büyük enerji içerirler ve sessiz harflere oranla daha uzun süreli olurlar. Bu durum özellikle, anlaşılabilirlikte

temel etken durumunda olan yüksek frekanslardan oluşan sessiz harflerin algılanmasını engelleyeceğinden, konuşmanın anlaşılabilirliği ve iletişim kalitesi azalır [21].

Tablo 3.1: Bir okulun mekanlarında olması gereken çınlama süresi değerleri [10]

Mekan	**T**
Çocuk yuvası oyun odaları	<0.6
Çocuk yuvası sessiz odalar	<0.6
İlkokul sınıfları, sınıf zeminleri, genel öğretim alanları, küçük grup odaları	<0.6
Ortaokul sınıfları, genel öğretim alanları, seminer odaları, dil lab.ları	<0.8
Açık planlı öğretim alanları, Açık planlı kaynak alanları	<0.8 <1.0
Müzik sınıfları, Grup odaları, Performans/resital odaları, Kayıt stüdyoları, Kontrol odası	<1.0 0.6 – 1.2 1.0 – 1.5 0.6 – 1.2 <0.5
50 kişiden az konferans odaları 50 kişiden fazla konferans odaları	<0.8 <1.0
İşitme engelli çocuklar için tasarlanan konuşma terapi odaları	<0.4
Çalışma odaları	<0.8
Kütüphaneler	<1.0
Fen laboratuarları	<0.8
Sanat odaları	<0.8
Toplantı odaları, çok amaçlı salonlar (drama, görsel/işitsel sunumlar)	0.8 – 1.2
Görsel/işitsel, video konferans odaları	<0.8
Öğrenciler tarafından kullanılan avlu, sirkülasyon hacimleri	<1.5
Kapalı spor hacmi	<1.5
Dans stüdyoları	<1.2
Yüzme havuzu	<2.0
Revir, sağlık odaları	<0.8
Yemek odaları	<1.0
Koridorlar, merdiven boşlukları Tuvaletler	<0.8 <1.5

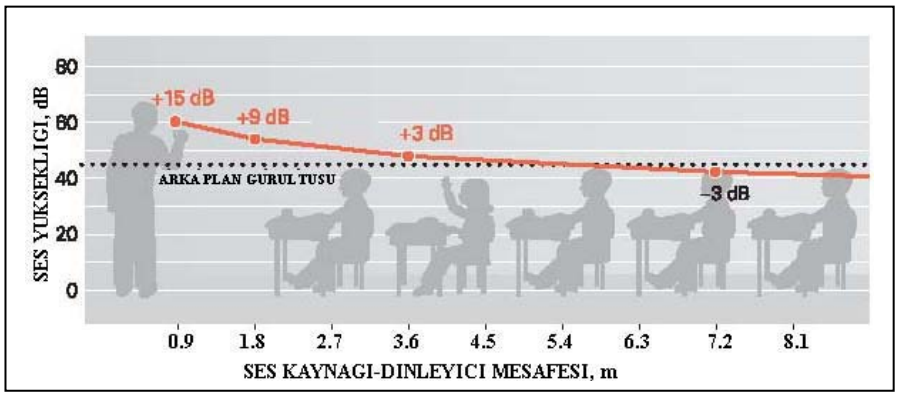
3.2.1.2. Sinyal gürültü oranı (SNR-signal-to-noise ratio)

Sinyal gürültü oranı, bir odadaki konuşmanın ne kadar anlaşılır olduğunu tahmin etmek için yapılan basit bir karşılaştırmadır. Öğretmenin ses düzeyinin, bir odanın arka plandaki ses düzeyinden çıkartılmasıyla, dB cinsinden SNR değeri bulunur [12]. Daha büyük SNR, konuşmanın daha iyi anlaşılabilmesi demektir. Eğer SNR negatif ise (örneğin, arka plan gürültüsü öğretmenin sesinden daha yüksek ise) öğretmen daha zor anlaşılacaktır. Sinyal ve gürültü değiştiğinde SNR de oda boyunca değişir. Tipik olarak, SNR, öğretmenin sesinin en az değere indiği sınıfın gerisi ya da bir duvar yanı ya da havalandırma gibi gürültü kaynağının yakınlarında, gürültü düzeyinin en yüksek olduğu yerlerde en düşüktür. Sinyal gürültü oranı +10 dB'den düşük sınıflarda yapılan araştırmalar, konuşmanın anlaşılabilirliğinin ortalama duyma yetisine sahip çocuklarda önemli ölçüde azaldığını göstermektedir. Bazı işitme sorunları olan çocuklar en az +15 dB SNR oranına ihtiyaç duyarlar.

Dolu sınıflardaki ses düzeyleri, gürültü düzeyleri ya da sinyal (signal) ile gürültü düzeylerinin birleşimi olarak ifade edilir. Öğrencilerin olmadığı bir okulda, sadece gürültü ve istenmeyen sesler sınıfta mevcuttur. Ancak, öğrencilerin olduğu bir okulda, sinyal, istenen ses, gürültüye eklenmektedir. Sinyal genellikle öğretmen konuşması olarak karşımıza çıkar. Ama bireysel olarak konuşan öğrenciler de sinyal olarak değerlendirilebilir [10].

Konuşma sesinin yüksek veya alçak olması arka plandaki seslerle bağlantılıdır (Şekil 3.3). Konuşma düzeyi arttığında, arka plandaki gürültü azaldığında ya da bu ikisi

birlikte olduğunda anlaşılırlık artar. Konuşma algı araştırması, duyma yetersizlikleri, konuşma ve dil bozuklukları ve sınırlı bir dil bilgisine sahip olan bireylerin daha gelişmiş SNR değerine ihtiyaç duyduklarını göstermektedir [22].



Şekil 3.3: Bir sınıfta arka plan gürültüsünün SNR ile ilişkisi [37].

Sınıflarda genellikle istenen SNR ≥ +15dB olmaktadır. Öğrencilerin daha yüksek konuşma algılanabilirliğine kavuşması için daha yüksek SNR değerleri gerekmektedir. Birçok araştırma, genç dinleyicilerin kendilerinden daha yaşlı dinleyiciler ile aynı konuşma algılamasına erişmeleri için daha iyi sinyal-gürültü oranlarına ihtiyaç duyduklarını göstermiştir [24].

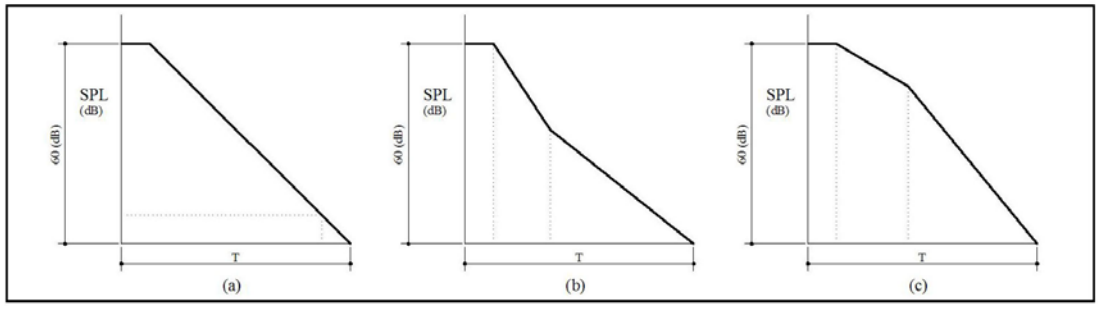
Finitzo-Heiber tarafından yapılan çalışmalarda, farklı SNR oranlarında ve farklı çınlama süreleri için, işitme duyusu sağlıklı ve düzensiz olan öğrenciler üzerinde yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bulgular Tablo 3.2' de verilmiştir. Görüldüğü üzere, yüksek fon gürültüsünün ve uzun çınlama sürelerinin hakim olduğu sınıflarda, konuşmanın anlaşılabilirliği, normal işitme duyusuna sahip öğrenciler için %29.7 iken, daha düşük fon gürültüsü ve kısa çınlama süreleri için %76,5' e kadar çıkabilmektedir. Bu durum, okullarda ve özellikle sınıflarda, arka plan gürültü düzeyinin önemini ortaya koymaktadır [25].

Tablo 3.2: Farklı SNR ve T değerleri için, normal ve bozuk işitmeye sahip öğrencilerde algılama oranları [25].

S/N oranı	RT=0,0 (sn)		RT=0,4 (sn)		RT=1,2 (sn)	
	Normal işitme	Bozuk işitme	Normal işitme	Bozuk işitme	Normal işitme	Bozuk işitme
Sessiz	94,5%	83,0%	92,5%	74,0%	76,5%	45,0 %
+12	89,2%	70,0%	82,8%	60,2%	68,8%	41,2 %
+6	79,7%	59,5%	71,3%	47,7%	54,2%	27,0 %
0	60,2 %	39,0 %	47,7 %	27,8 %	29,7 %	11,2 %

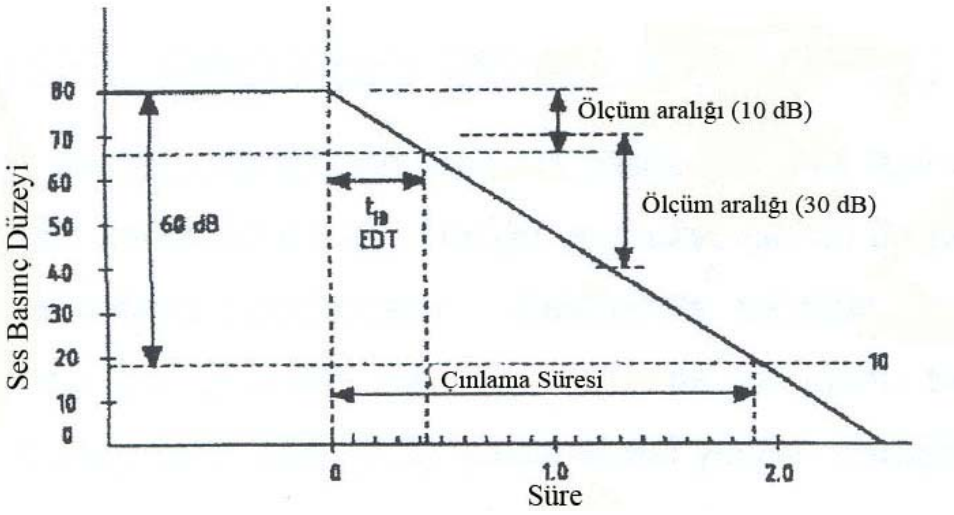
3.2.1.3. Erken düşme süresi (EDT-early decay time)

Erken düşme süresi ses kaynağı sustuktan sonra ilk 10-15dBA' lık düşüş için geçen süreye bağlı olarak konulan bir değişkendir (Şekil 3.4). Bu konudaki ilk araştırmalar W. C. Sabine tarafından yapılmıştır [26].



Şekil 3.4: Basit ses düşüş grafikleri. (a) Tekil düşüş. (b) Hızlı ilk düşüşü takip eden yavaş düşüş. (c) Yavaş ilk düşüşü takip eden hızlı düşüş [26].

Bir hacmin akustik durumu konusunda çınlama süresine göre, işitsel açıdan daha doğru sonuç verdiği görülen bu değişken, çınlama süresinin yerini almaya başlamıştır. Ölçüm sonuçlarına göre genellikle çınlama süresi (T) ile EDT değerleri birbirine yakındır, ancak T değerinin genelde EDT değerinden daha düşük olduğu gözlemiştir (Şekil 3.5) [27].



Şekil 3.5: Düşüş eğrisi üzerinde EDT ve T'nin belirlenmesi [11]

Deneysel araştırmalara göre düşmenin ilk kısmı önemlidir. Düşmenin ilk kısmı canlılık ile ilişkilidir. T yansımaların çoğunu içerdiğinden, EDT birbirinden farklı birkaç erken yansıma oluşturur. Erken yansımalar tanımlanabilir bir mekan yüzeyinden geldiği için EDT mekanın geometrisinden etkilenir. Kısa EDT sesin açıklığını, uzun T müziğin canlılığını sağlar. Yapılan ölçümler EDT' nin T' den yaklaşık %10 büyük olduğunu göstermiştir. Okullarda tercih edilen ortalama EDT değeri yaklaşık 0.5 – 0.7 sn' dir.

$$T_{ort} = \frac{T_{500} + T_{1000}}{2} \qquad \textbf{(3.1)}$$

$$EDT_{ort} = 1.1 T_{ort} \qquad \textbf{(3.2)}$$

V.L. Jordan tarafından ortaya konan EDT değeri, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$EDT = t_{10}\,6 \qquad \textbf{(3.3)}$$

t_{10} : Sesin ilk 10 dB'lik azalması için geçen süre, sn [26].

3.2.1.4. Sesin açıklığı-netliği (C80-clarity)

Bir hacimde sesin algılanabilirlik limiti alınan sinyalin karakterine bağlıdır ve müzik için bu değer konuşmanınkinden daha uzundur. Reichardts müziğin net ve açık bir şekilde algılanabilmesi için gereken sürenin 80 ms olduğunu belirlemiş ve Thiele'nin geliştirdiği konuşmanın belirginliği parametresi yerine, müziğin netliği, C80 parametresini ortaya koymuştur. C80 değeri, ilk yansımaların hem zamana bağlı olarak incelenmesini sağlamakta hem de spektral algılama üzerinde etkili olmaktadır ve sesin açıklığı, ilk 80 ms'de dinleyiciye gelen ses enerjisi ile çınlayan ses arasındaki fark olarak tanımlanır [11].

$C_{80} = (Erken\ enerji\text{-}Çınlayan\ enerji)$

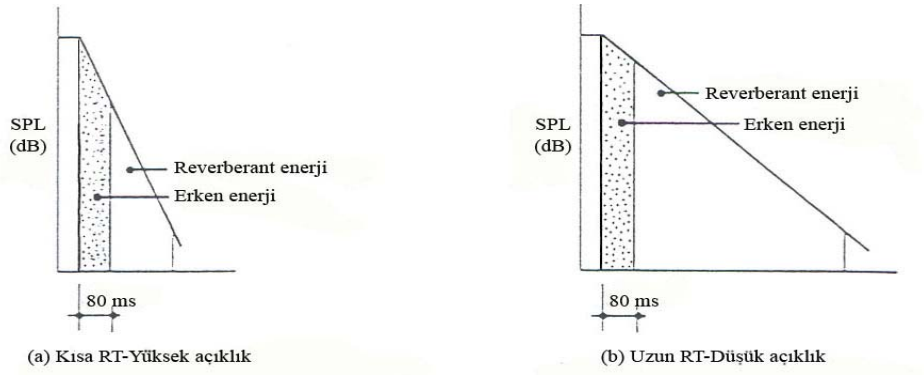
$C_{80} = \left(Enerji_{0-80} - Enerji_{80-\infty}\right) \qquad (dB)$

Açıklık indeksi olarak adlandırılan parametre aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$C80 = 10\log\left[\frac{\int_0^{0.08} p^2(t)dt}{\int_0^{\infty} p^2(t)dt}\right] \qquad \textbf{(3.4)}$$

$C80$: Netlik, dB

C_{80}'nin T ile ilişkili olduğu açıktır. T arttıkça erken enerji azalır ve çınlayan enerji artar. 0'dan 80 ms'ye kadar 60 dB'lik düşme zamanının küçük bir kısmı meydana gelir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: T ve Açıklık-Netlik arasındaki ilişki (a) Koyu gösterilen erken enerji toplam enerjinin büyük bir saçılmasıdır, büyük bir netlik değeri verir. (b) Koyu gösterilen erken enerji toplam enerjinin küçük bir saçılmasıdır, düşük bir netlik değeri verir [11].

Bu nedenle uzun T değeri küçük bir C_{80} değeri verir. Erken ve çınlayan enerjiler eşit ise C_{80} değeri 0 olur. Ses enerjisi frekansın bir fonksiyonu olduğu için bir salonda müziğin açıklığını ölçmek için $C_{80}(3)$ kullanılır. $C_{80}(3)$; 5000, 1000 ve 2000 Hz'deki C_{80} değerlerinin ortalamasıdır. +1'den -4 dB'e kadar olan $C_{80}(3)$ değerleri kabul edilebilir değerlerdir [11].

3.2.1.5. Konuşmanın belirginliği (D50)

Thiele, dolaysız sesten sonraki ilk 50msn içinde alıcıya ulaşan yansımaların, konuşmanın belirginliğini belirlediğini ve konuşmanın anlaşılabilirliği açısından faydalı sesleri oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu faydalı yansımalardan oluşan ses enerjisinin toplam ses içindeki oranını ortaya koymaya yönelik olarak geliştirilen D50, 0.05ms' lik erken ses limiti için, erken ve geç yanımsalar arasındaki ses enerjisinin logaritmik oranı (kaynak açıldıktan sonra 0-50 sn ile 0-∞ msn zaman aralıklarında dinleyiciye ulaşan toplam ses enerjileri arasındaki oran) ile hesaplanabilmektedir. Aynı zamanda D50, zamana bağlı lineer bir sistem olarak öngörülen hacmin impuls yanıtına bağlı olarak da hesaplanabilir [27]. Konuşma için belirginlik limitini belirleyen bu parametre aşağıdaki formülle ifade edilebilir:

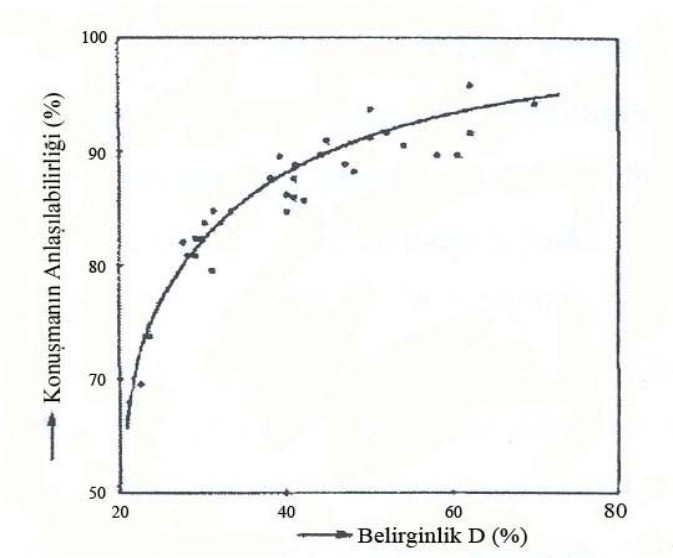
$$D50 = \frac{\int_0^{50} p^2(t)dt}{\int_0^{\infty} p^2(t)dt} \qquad \textbf{(3.5)}$$

$D50$: Belirginlik

$p^2(t)$: Ses basıncı, Pa

Uzaklık arttıkça, konuşmanın anlaşılabilirliği ve D50 azalır, bu sebeple okullarda özellikle sınıfların boyutları minimum koşullarda tutulmalı ve öğrencilerin her birine sesin olabildiğince eşit olarak ulaşması sağlanmalıdır. Öğrenci, öğretmen mesafesi arttıkça, yansımış ses alanı dinleme çevresinde baskın olmaya başlar.

D50 değeri, çınlama süresi (T) ile ters orantılıdır ve genellikle T değerine göre daha iyi bir gösterge olarak kabul edilir. İyi bir işitsel çevrenin oluşabilmesi için, D50 oranının %50 ve daha fazla olması önerilir ve 0.3–0.7 arasında değer alması uygun bulunur [27].

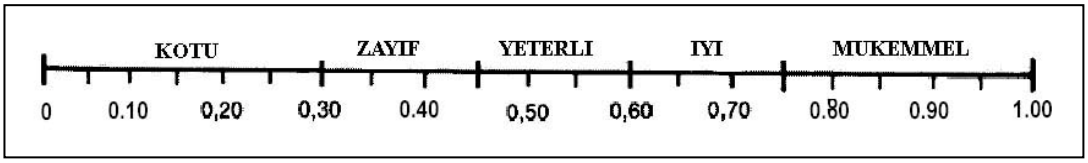


Şekil 3.7: D50 – Belirginlik ilişkisi [26].

D50 değeri ne kadar büyük olursa konuşmanın belirginliği o kadar fazla olmaktadır (Şekil 3.7) [26].

3.2.1.7. Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI-rapid speech transmission index)

Hızlı konuşma iletim indeksi, RASTI, Brüel and Kjaer tarafından geliştirilen, konuşmanın anlaşılabilirliğini mekanik olarak test eden bir yöntemdir. Konuşma iletim indeksi, STI' ya benzer bir yöntemdir. RASTI, farklı olarak sadece, 500Hz ve 2000Hz merkezli 2 oktav bantta yapılan ölçümleri esas alır. Konuşma benzeri bir ses sinyali kullanır ve STI' da olduğu gibi modülasyon kaybını esas alır [29].



Şekil 3.8: RASTI yönteminde kabul edilen konuşma anlaşılabilirlik oranları [29].

Şekil 3.8'de RASTI ölçümlerini değerlendirmede kullanılan cetveli göstermektedir, buradan da anlaşılacağı gibi, 0.45 ve yukarısı değerler kabul edilebilir alt limiti oluşturur. Basitleştirilmiş bir sistem olması dolayısıyla, çok çabuk ölçüm yapılabilir. Ancak yapılan basitleştirme nedeniyle, sonuçların kalitesinden ödün verilmiştir. Özellikle konuşmacının sesi, bir elektro-akustik sistemle güçlendirilmişse, frekans aralığı 100Hz – 8000Hz olur ve bu durumda, çok düşük ve çok yüksek frekans aralıklarında bir sonuç elde edilemez [30].

3.3. Akustik Kaliteyi Etkileyen Subjektif Değerlendirmeler

İlköğretim okulunun temel kullanıcıları olan öğretmen ve öğrencilerin, eğitim gördükleri okuldaki gürültü sorunu hakkında temel düşüncelerini almak adına subjektif değerlendirmeler yapılmalıdır. Öğretmen ve öğrencilere ayrı ayrı uygulanacak olan anketler yardımıyla bu sonuçlara varılır.

3.3.1. Anket Çalışması

Bir hacmin akustik kalitesinin anlaşılmasında, o mekanın kullanıcılarının düşüncelerinin birbirinden farklılık göstermesi, böylece o mekanın işitsel gereksinimlerinin ortaya konabilmesi açısından anket çalışması büyük önem taşır. Bir ilköğretim okuluna uygulanacak anket çalışmasında öncelikli olarak, o mekanın temel kullanıcıları olan öğrencilerin ve öğretmenlerin fikirleri okulun akustik performansının anlaşılmasında belirleyicidir. Bir sınıfın ya da başka bir hacmin değerlendirmesini yapmak, odanın özelliklerinin ölçümle ya da hesaplamayla belirlenmesi kadar önem taşıyan subjektif cevaplar barındırmaktadır. Bu yüzden, anketler aracılığıyla toplanacak bilgiler, mekanların mevcut akustik problemlerinin çözülmesinde yardımcı olacaktır [31].

Anket uygulanacak öğrencilerin, ilkokul kısmından 3. , 4. ve 5. sınıflardan ve orta kısımdan 6. ,7. ve 8. sınıflardan seçilmesi uygun görülür. İlkokul kısmında 1. ve 2. sınıf öğrencilerinin uygulamaya dahil edilmediği göze çarpar, çünkü bu sınıflardaki öğrencilerin dil gelişimi ve okuduğunu ve söylenileni anlama kapasitesi oldukça yetersizdir ve bu koşullar altında anket değerlendirmesine katılmamaktadırlar [32].

Öğrencilerin öncelikle ev ortamında bulundukları akustik koşulları analiz eden sorular sorulmalıdır, çünkü ev ortamında ders çalışırken hangi seslerden rahatsız olduklarının analiz edilmesi önemlidir. Okul ortamında ise, öğrencilere sınıfları hakkında ne düşündükleri, ders esnasında hangi seslerden rahatsız olduklarının araştırılması yapılmalıdır, sınıflarında özellikle doğal havalandırma sırasında pencereler açık iken ve kapalı konumda duyma ve söylenileni anlama güçlüğü çekip çekmedikleri konusuna ağırlık verilmelidir. Son olarak da, gürültü algısına dair genel sorularla, öğrenciler üzerinde gürültünün etkileri ortaya konmalıdır [33].

Öğretmenlere de, hem kendilerinin hem de sorumlu oldukları öğrencilerin işitme sorunu konusunda tarayıcı sorular sorulmalı, sınıf içi ve sınıf dışı gürültü kaynakları

ile ders vermekte gürültü sebebiyle zorlanmaları ve bu durumun kendilerini ne derece etkilediğini araştıran soruları içeren anketler uygulanmalıdır [33].

Ayrıca, bir alman araştırması olan, Meis' in sınıf akustiği hakkındaki araştırmasında, sorulan sorulara 6 çift yanıt belirlenmiştir, buna göre herbir soruya; belirgin-belirsiz, gürleyen-net, rahatsız edici-memnun edici, yankılı-ölü, yorucu-rahat ve çarpışık-izole olmak üzere yanıt çiftleri belirlenmiştir [20].

4. İLKÖĞRETİM OKULLARINDAKİ MEKANLARIN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ

4.1. Sınıfların Akustik Açıdan İncelenmesi

Sınıfların boyutları ve şekilleriyle ilgili katı sınırlamalar yoktur, ancak özellikle uzun, dar odalar ve aşırı büyük odalardan kaçınılmalıdır. Oda boyutları 7,5m genişlik, 9m uzunluk ve 3,6m yükseklik, yaklaşık 40 öğrencilik bir sınıf için idealdir. Yaklaşık aynı oranlar kullanılarak daha büyük ya da daha küçük sınıflar tasarlanabilir. Okul odalarının kabul edilebilir gürültü düzeyleri 40dB civarındadır, dil sınıfları, müzik odaları ve diğer sınıflar için bu düzey 35dB olabilir [26]. Ülkelere göre, bu düzeyler çeşitlilik gösterir, örneğin ülkemizde, 1986' da Resmi Gazete' de sınıflar için L_{eq} 45dBA olarak verilmiştir. 1977' de Belçika 30-45dBA, 1995' te Fransa 38dBA, 1989' da Almanya 30dBA, 1975' te İtalya 36dBA, Portekiz 35dBA, 1997' de İngiltere 40dBA, 1995' te İsviçre 30dBA olarak sınıflarda olması gereken gürültü düzeyini belirlemişlerdir [37]. Gürültü yalıtım faktörü ise, bitişik odalarda, konuşma için 40dB' den az, müzik için 45dB' den az olmalıdır.

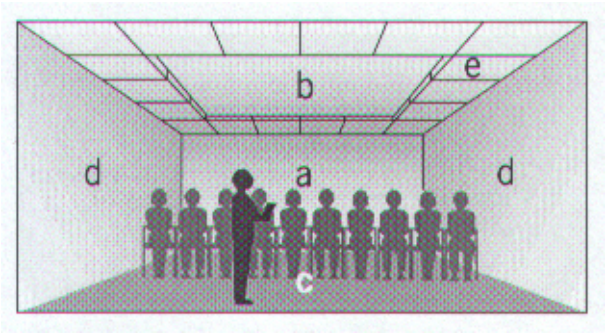
Herbir sınıfa uygulanacak emici malzeme miktarı en uygun çınlama özelliğini sağlamalıdır. Sınıfların akustiğinde en önemli faktör çınlamanın kontrolüdür. En uygun çınlama süresi (küçük bir okuma odasında) 500 – 2000Hz frekansları aralığında 0,75 sn' dir, 125 Hz' de ise 1sn olmaktadır. Emici malzeme miktarının, çınlama süresinin altını sağlayacak şekilde olması istenir. Sınıflarda olması gereken çınlama süresi bölüm 3.2.1.1' de detaylı anlatılmıştır. Bu çınlama karakteristiği, odanın boyutuna, fonksiyonuna, oturma kapasitesine ve öğrencilerin yaşına bağlıdır. Örneğin, eğer oda, 6 yaşından küçük öğrenciler tarafından kullanılıyorsa, ses emicilik miktarı azalacaktır, yetişkinler için bu miktar daha fazla olacaktır [3].

Okuma odaları için güçlü bir havalandırma sağlanırsa, sesin bir odadan diğer bir odaya havalandırma borularıyla iletimi önlenmiş olur. Çerçevesine sıkıca sabitlenmiş çift camlı pencereler kullanılmalıdır. Eğer doğal havalandırma odalarda sağlanamazsa, pencereler açılabilir olmalıdır. Duvarlar için yüksek derecede yalıtım sağlamak bir avantaj değildir, çünkü odadan odaya ses iletimindeki sınırlayıcı faktörler pencereler tarafından belirlenecektir ve bitişik odalar arasındaki tüm iletim kayıpları 25-30 dB ' den büyük olmayacaktır. Bu yetersiz bir yalıtımdır, ancak 35 dB' den büyük iletim kaybı sağlayan duvarları seçmek bir şey kazandırmaz [3].

Gürültü azaltım değeri R_w, sınıf duvarları için, ülkeler bazında farklılıklar gösterir, örneğin bir sınıfın başka bir sınıfla olan yalıtımında, ara duvarın R_w değeri Belçika için 100-3150Hz frekans aralığındaki 1/3 oktav bantlarda 25-49dB olması beklenir. Aynı değer, Almanya için DIN 4109' a göre 47 dB, İngiltere için BS 8233' e göre 38dB, İsviçre için SCBR94' e göre ise 44dB olmalıdır [37].

Bir sınıfta tüm yüzeyler yansıtıcı ve sınıf boyut olarak küçükse, burada çınlama olayı büyük ölçüde meydana gelmektedir. Tavan, arka duvar ve ana pencerelere zıt duvarlar yutucu olmalıdır. Tavanlarda, delikli akustik panellerin kullanımı akustik açıdan yararlıdır. Ayrıca duvarlarda da yumuşak ince (pining) levhalar kullanılabilir. Emici malzeme 0,75 sn çınlama süresini sağlayacak şekilde seçilmelidir [3].

Sınıflar ve diğer konuşma odaları için akustik emicilerin yerleştirilmesinde 2 yaklaşım söz konusudur. İlk yaklaşımda tavanın baskın bir şekilde emici yapılması yer alır. Pek çok durumda emici asma tavanlar yeterli emilimi sağlamaktadır. Her tarafı beton olan odalarda tavanda akustik emici asma bölmeler kullanılabilir. Bu durumda ideal olan Şekil 4.1(a)' da olduğu gibi orta kısmı yansıtıcı yaparak emici malzemeleri kenarlara yerleştirmektir [2].



Şekil 4.1: Sınıftaki yüzey bitişleri. (a)Arka duvar; ses emici ya da saçıcı (b)Tavan; ses yansıtıcı (plastik boya vs) (c)Zemin; ses emici (halı vs) (d)Duvarlar (d)Tavan: ses emici

İkinci yaklaşımda tavan akustik olarak yansıtıcı olup akustik emiciler duvarlara yerleştirilir. Bu durumda pek çok emicinin duvarların üst kısımlarına yerleştirilmesi ve bir kısım emicilerin de yansımayı (slap echo) engellemesi için öğretmenin yüzünü dönük olduğu sınıfın arka duvarına konulması tavsiye edilir. Arka duvarın biçimi konkav ya da konuşmacıdan uzaklığı 8.5m' den fazla ise Şekil 4.1(b)' de gösterildiği gibi özellikle akustik emici ya da akustik saçıcı yapılmalıdır.

Yangına dayanıklılık, görünüş ve diğer akustik malzemelerle karşılaştırma soruları, emicilik yanında sınıfların iyileştirilmesi için seçilecek en uygun malzemenin kararında gözönünde tutulmalıdır [2].

4.2. Çok Amaçlı Salonların Akustik Açıdan İncelenmesi

Modern bir okul sadece çalışma mekanı değildir, aynı zamanda öğrencilerle yakın ilişki içinde olmalıdır, bu da kültürel aktivitelerle sağlanır. Bir müzik odası ya da oditoryum yeterli oranlara sahip olmalıdır. 500-1000m³ arasında bir hacim yeterli olur ve salon, büyük bir piyano için uygun bir platform gerektirmektedir. Elektrikli çalgılar için de ayrı bir bölüm gerekir, ayrıca kaydedilen müzik ve konuşmanın yeniden üretilmesini sağlayan stereo amplifikatörler için de yer ayrılır. Farklı akustik gereksinimleri odaya adapte etme sürecinde, olabilecek en iyi çözüm, katlanabilir bir duvarın uygulanmasıdır, böylece salon, pürüzlü iki eşit parçaya bölünmüş olur. Bunlardan birisi, platform ve dinleyici oturma alanlarını içerir, bu çizgide uygulanan ses emici malzemeler, çınlama süresini 0,7 – 0,8 sn' ye ulaştırır. Böylece, salon, solo enstrüman resitalleri, oda müziği konserleri ve okulun müzik dersleri için akustik açıdan elverişli bir hale gelir. Müzik eğitiminin önemli bir yönü de toplumun duyarlılığını geliştirmektir. Günümüzde elektro-akustik aletlerle daha doğru bir şekilde düzenlenmiş salonlar mevcuttur. Böylece, dinleyiciye doğala yakın canlı dinletiler sunulmaktadır.

Temel olarak aşağıdaki genel prensipler uygulanmalıdır:

- Hoparlörler platforma iki grup halinde yerleştirilir.(biri sağda biri solda olacak şekilde, perdenin arkasında)
- Teknik tesisatın tüm birimleri, kablolar da dahil olmak koşuluyla kaplanmalı ya da kamufle edilmelidir.
- Öğretmen, kalın ve tiz seslerin arasında uygun bir dengede ifade edilen performansı, kontrol biriminde yönetir [3].

Tablo 4.1: Konuşma ve müziğin talep ettiği genel akustik ihtiyaçlar [3]

Konuşma	Müzik
"ölü" akustik	"canlı" veya "sıcak" akustik
Kısa çınlama süresi	Uzun çınlama süresi
Berraklık, konuşmanın anlaşılırlığı ve yüksekliği	Eşit bozulmuş ses
Ses, mutlaka sahneden gelmeli, bir takim oda yansımaları olabilir ama çınlama kabul edilemez.	Seyirci sesle sarmalandığını hissetmeli ve müzisyenler kendilerini ve diğerlerini kolayca duyabilmeli
Küçük hacim	Büyük hacim

Bir müzik odası, yapım aşamasında, uygun gürültü önleyiciler kullanılır, ayrıca komşu ya da yakın odalara verilecek rahatsızlıklara karşı önlemler alınır.

Kalabalık okullarda; konferans salonu, tiyatro salonu, konser salonu, jimnastik salonu özelliklerinin tek bir salondan kusursuzca karşılanması beklenebilir. Bu ise özel akustik problemlerin artmasına neden olur. Farklı kullanımlar içeren çok amaçlı salonlarda akustik ihtiyaçlarda çatışmalar yaşanabilmektedir. En temel çatışma ise konuşma ile müzik arasında olmaktadır.

Olağan müzik gösterilerinde çınlama süresi bazen hacmi değiştirmeden hareketli emici alanlarla değiştirilebilinmektedir. Çınlama süresi orta ve yüksek frekanslarda değişirken düşük frekanslarda çok az etki etmektedir.

Konuşma için gereken "ölü" akustik aynı zamanda yükseltilmiş müzik (amplified music) içinde uygundur [3].

Yaklaşık 100 kişi barındıran, konferans, toplantı veya tartışma amaçlı kullanıla daha geniş odalarda konuşmanın anlaşılabilmesi için en uygun özellikler odada kullanılmalıdır. Hacim mümkün olduğunca makul tutulmalıdır. Uzunluk genişlik oranı çok kritik değildir, 1,2: 1 şeklinde ifade edilebilir. 18m uzunluğundaki bir oda, yaklaşık 15m genişliği gerektirir. Eğer oda ses amplifikatör sistemsiz tasarlanmışsa,

uzunlukta artış iyi adlandırılmaz. Genellikle uzun, dar odalar, kısa ve geniş olandan daha az tatmin edicidir [3].

Okulların çok amaçlı salonlarının akustik tasarımı 3 faktörden dolayı zordur:

- Kullanıcı çeşitliliğinin farklı çınlama aralıkları gerektirmesi
- Fonksiyonların çeşitliliği
- Dans, oyun ya da parti gibi aktiviteler için farklı düzeyde bir döşemenin gerekli olması

Diğer çok amaçlı salonlardan daha çok çeşit aktivite meydana gelmektedir. Mekanda küçük gruplar sağlayarak gürültü azaltılabilir, böylece çınlama da kontrol altına alınabilir.

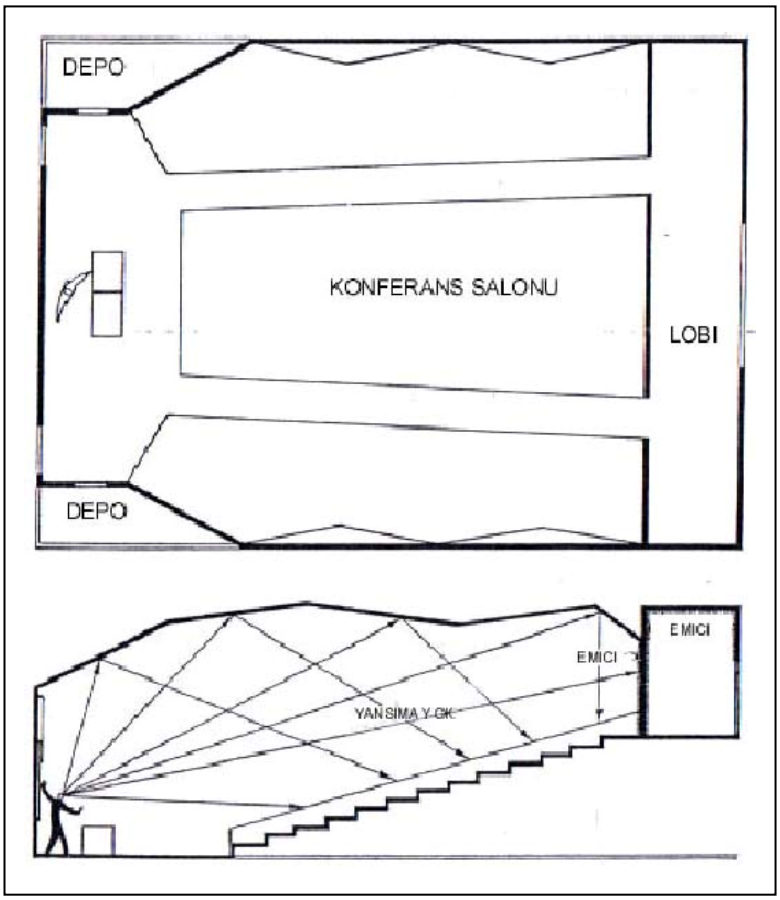
Düz, yatay ve yansıtıcı bir tavan, döşeme ve tavan arasında güçlü iç yansımalara sebep olur ve tavanın geri kalanı da yutucu yapılır. Yansıtıcıyı açılı olarak yerleştirmek boyutunu azaltır, ortalama okul salonları, farklı kullanıcıları memnun etmek için, genellikle dikdörtgen olarak tasarlanır. Ancak, bunlardan daha büyük, birleştirilerek yelpaze şekli verilmiş salonlar da oluşturulabilir, bu şekil ile arka koltukların daha yakınlaşmasını sağlanır. Dikdörtgen planların uygulandığı yerlerde kenar duvarlar yayıcı yapılır, emicilerin kullanımı ile çınlamayı tatmin edici seviyeye indirilir. Strüktürel elemanlar ve perdeler birbirini destekler, ek masrafları daha aşağıya çekilir, arka duvarlar emici yapılır. Döşemenin bir kısmı yükseltilebilir, böylece bakış hizası ve akustik düzenleme sağlanabilir. Sığ bir galeri oluşturmak koltuk sayısını arttırır, aynı zamanda görsel ve akustik şartları daha iyi bir seviyeye getirir. Öğrenciler tarafından da kullanıldığı takdirde, gürültü kaynağı olmaya meyillidir, duvarlar, döşeme ve tavan emici olmalıdır.

Drama performansları için bir ön sahne gerekir. Bu kısım, emici dekor, perdeler ve yansıtıcı tavan içermektedir. Yansıtıcı yüzeyler titreşerek yankı oluştururlar. Sahne ahşaptan yapılır. Konuşmanın anlaşılabilirliği en kritik durumdur ve çınlama, sahne tam oldu iken, 1 sn ‘den daha fazla olmamalıdır. Çınlama aralığının uyumu, aktivitelerin boyutuna göre farklı hesaplanabilir. Düşük çınlama aralığı, filmleri oyunlar, danslar... vb. ya da daha küçük müzikal performanslar için uygundur [3].

Tasarımda memnuniyeti sağlamak için birçok olası dizayn vardır, önerilen plan ve kesit Şekil 2.5 ‘ te gösterilmiştir. Oda 18 – 15m boyutlarında ve 5 m yüksekliktedir ve yaklaşık 360 koltuk barındırmaktadır, ayrıca koltuklar 20º açıyla yükseltir. Bu açı,

herkesin konferans masasın görmesi ve akustik gereksinimleri sağlaması için yeterlidir. Eğer oda, gösteri olmaksızın, sadece konferans için kullanılıyorsa, planlama sürecinde bir kısıtlama olması beklenir. Döşemenin eğimi azaltılmalı ve arkaya doğru olan bu artış 8º ‘ yi aşmamalıdır, tavandaki eğim de, yararlı ses yansımaları yapacak şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 4.2).

Konferans salonunun şekil ve boyutunu belirledikten sonra, gürültü kontrolüne dikkat çekilmelidir. İyi bir konferans salonunun ortalama gürültü düzeyi 40 dB’ i geçmemelidir. Gürültü yalıtım faktörü, sessizlik derecesinin sağlanmasını gerektirir ve bina içinde odanın yerleşimine bağlıdır. 75 dB ‘lik bir gürültü düzeyine sahip bir bitişik oda olduğunu varsayalım. Buna göre 5 dB standart sapma ile 5 dB güvenlik faktörü olarak uygulanırsa 75 + 10 – 40 = 45 dB olarak bir ses düzeyine ulaşılmış olunur. Gürültü yalıtım faktörü dış gürültünün kabul edilebilir (40 dB) bir seviyede olmasını gerektirir. Gürültü yalıtım faktörü desibel olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle bulunur:



Şekil 4.2: Konferans salonu plan, kesit örneği [3]

Pencerelerin yokluğu yapay havalandırmanın odada sağlanacağı anlamına gelir. Havalandırma borularında, gürültü düzeyi azaltması için gerekli miktarda bir akustik azaltım uygulanması gerekir. Gürültü düzeyi 35 dB ‘ den fazla olmamalıdır. Isıtma ve havalandırma uygulamaları, akustik uygulama ile paralel gitmeli, birlikte düşünülmelidir. Vantilatör ya da motor gürültülerinin borular vasıtasıyla odaya ulaşmasına engel olunmalıdır.

Şekil 4.2’ de konferans salonunun eğer 360 kişi kapasiteli bir oda olduğu varsayılırsa, bunun 2/3 ‘ ü kadar, yani 240 kişi için olması gereken en uygun çınlama süresi sağlanmalıdır. Genel bir kural olarak arka duvara emici malzemeler, yan duvarlara paneller uygulanmalıdır. Tavan, arka duvardan gelen uzun gecikmiş yansımaları ve yan duvarlardaki yankı geçişleri önlenir. Tavanın büyük kısmı büyük ölçüde yansıtıcı malzeme ile kaplanmalıdır. Yansıtıcı bir tavan döşeme için bir avantajdır. Bir konuşmacının ses akışına yardımcı olur ve dinleyicilere kolay ulaşmasını sağlar.

Bir konferans odası sözü edilen prosedürlerle uyum içinde tasarlanır, gürültüden uzak, büyük ölçüde çınlayan, şekli ve boyutu fonksiyona uygun olarak düşünülür. Oda sonundaki yansıyan yüzeyler, konuşmacının iyi duyulmasına imkan tanır. Ortalama bir konuşmacının sesi yükseltilmemiş konuşması, odanın tüm kısımlarında duyulabilir, kısaca, bu oda iyi akustiğe sahiptir [3].

4.3. Kapalı Spor Salonlarının Akustik Açıdan İncelenmesi

Spor salonları, jimnastik ve özellikle yüzme havuzları, fonksiyonlarına uygun yapılanmalarından dolayı uzun çınlama süresine sahiptir, bu durum yüksek gürültü düzeyi ve zayıf konuşma anlaşılırlığına neden olur [2]. Kapalı spor salonlarının gürültü denetiminde; mekan dışından gelen gürültüler, hacmin içindeki kaynaklardan çıkan gürültüler, hacimde yansıyan seslerin oluşturduğu gürültüler etkilidir [40].

Spor salonlarında genelde sert, sağlam ve sıhhi akustik emici malzemeler kullanılır ve bu malzemeler, tavanlara ve duvarların üst kısımlarına döşenir ya da bölmeler halinde asılır. Eğer akustik olarak, geniş paralel yüzeyler olursa, tekrarlayan yankı (flutter echo) oluşur ve bu durum yüksek gürültü düzeyi ve zayıf konuşma anlaşılırlığını beraberinde getirir, ancak akustik emiciler ya da saçıcılar kullanılarak bu durum çözümlenebilir. Ayrıca, iç yüzeylerde kullanılan gereçlerin ses yutuculukları iyi etüt edilmeli, uygun seslendirme sistemleri düşünülmelidir [2].

Kapalı spor salonlarının gürültü denetiminde alınacak önlemlerin nicelik ve niteliği, kapalı spor salonları için kabul edilebilir gürültü düzeyinin aşılmamasını sağlamaya yönelik olmalıdır. Hem işlev, hem de insan kulağının duyarlılığı dikkate alınarak, frekansa bağlı belirlenen bu düzeyin üst sınırı, NC 45–50dB' dir [2]. Çevre ve Orman Bakanlığı' nın, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği' nin 28.maddesine göre, kapalı spor salonlarında L_{eq} 55dBA olarak belirtilmiştir [41]. Farklı ülkelerin, kapalı spor salonları için düzenlediği farklı gürültü düzeyi değerleri vardır, buna göre, 1977' de Belçika 35-50dBA, 1995' te Fransa 43dBA, 1975' te İtalya 40dBA, Portekiz 40-45dBA, 1995' te İsviçre 30dBA ve 1986' da Resmi Gazete' de ülkemizde 60dBA olarak belirlemişlerdir [40]. Gürültü azaltım değeri R_w, spor salonları için ülkeler bazında farklılıklar gösterir, örneğin Belçika için 100-3150Hz frekans aralığındaki 1/3 oktav bantlarda 42-66dB olması beklenir. Aynı değer, Fransa için 52dB, İngiltere için 58dB olmalıdır [37]. Kapalı spor salonlarında istenen çınlama süresi bölüm 3.2.1.1.' de belirtilmiştir.

4.4. Diğer Mekanların Akustik Açıdan İncelenmesi

Bir ilköğretim okulunun akustik açıdan önem taşıyan diğer mekanları olan; koridorlar, holler giri sirkülasyon mekanları ile kütüphane, kantin, yemekhane gibi yeme alanları ile okul kliniğinin akustik tasarım gereksinimleri bu bölümde incelenecektir.

Koridorlar, giriş holleri ve merdiven kovaları

Koridorlar, giriş holleri ve merdiven kovalarındaki gürültü, komşu sınıflar ve diğer öğretim mekanlarına da rahatsızlık verebilir. Buna göre koridorlar giriş holleri ve merdiven kovalarında gürültü düzeylerini minimize etmek için çınlamanın mümkün olduğunca düşük tutulması gerekmektedir. Yapılması gereken ses emilimi uygulamasıdır. Bu gereği yerine getirebilmek için sınıfların dışındaki koridorlarda akustik olarak emici tavan ve/veya duvar bitişleri uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Halı ve diğer yumuşak döşeme bitiş malzemeleri de ayak sesinde kaynaklanan gürültü ve çınlamamanın azaltılmasında yardımcı olmaktadırlar. Ancak halının okullarda kullanımı uygun olmayabilir [2]. Farklı ülkelerin, okullardaki sirkülasyon mekanları için düzenlediği farklı gürültü düzeyi değerleri vardır, bu değeri İtalya 40dBA, İngiltere ise 50dBA olarak belirtmiştir. Gürültü azaltım değeri R_w, okullardaki sirkülasyon mekanları için ülkeler bazında farklılıklar gösterir, buna

göre, 1977' de Belçika 15-39dBA, 1995' te Fransa 44dBA, 1975' te İtalya 52dBA, Portekiz 42dBA ve 1995' te İsviçre 44dBA olarak belirlemişlerdir [37].

Kütüphaneler

Bir okul yapısında akustiğin en önemli tasarım parametrelerinden biri olduğu mekanlardan birisi de okul kütüphaneleridir. Öğrencilerin sessiz bir ortamda, okuma-anlama ve verimli bir şekilde ders çalışmalarını sağlamak için istenen ses düzeyinin sağlanması gerekir. Farklı ülkelerin kütüphaneler için belirlediği ses düzeyleri sırasıyla, Fransa için 33dBA, İngiltere için 40dBA, İsviçre için 35dBA' dır. Kütüphanelerde istenen çınlama süresi ile ilgili, bölüm 2.2.1.1' de açıklık getirilmiştir [37].

Yeme alanları

Yeme alanları yüksek aktivite gürültüsünden etkilenir. Yüksek gürültü konuşmaların birbirine girmesine neden olduğundan gürültü düzeyi daha da artar. Bu nedenle çınlamayı azaltmak için ses emiciler kullanılmalıdır. Ses yutumu için en pratik yerler tavan ve duvarlardır. Odaklanmaya neden olan bir plan ya da kesit varsa ses emici malzemelerle bu durum engellenmelidir [2]. Gürültü azaltım değeri R_w, okul kantinleri için ülkeler bazında farklılıklar gösterir, örneğin bu değer, Fransa için 40dB, İsviçre için 60dB olmalıdır. Okul kantinlerinde ihtiyaç duyulan çınlama süresi aralığı 0.8–1.2sn arasındadır [37].

Okul kliniği

Birçok eğitim ve yerel birimler, öğrencilerin periyodik sağlık kontrolleri için bir enstitüye gereksinim duyarlar. Az bir harcama ile yeterli sessizlikte bir oda sağlanmalıdır. Bu odanın zemin katta olması tercih edilir. Mutlaka iyi bir şekilde havalandırılması sağlanmalıdır. Kliniğin bir kısmı ilk yardım için, bir köşesi de röntgen için ayrılmalıdır. Başka bir köşede de ses ölçücü oda tasarlanabilir. Duyma testleri bu sayede gerçekleşebilir. Aynı zamanda fizik ve biyoloji sınıfları için de bu mekan kullanılabilir. [2].

Gürültü azaltım değeri R_w, okullardaki sağlık odaları için ülkeler bazında farklılıklar gösterir, örneğin bu değer, Fransa için 44dB, İsviçre için 52dB olmalıdır. Okul kliniklerinde ihtiyaç duyulan çınlama süresi aralığı 0.8–1.2sn arasındadır [37].

4.5. İlköğretim Okullarının Akustik Performans Değerlendirme Tablosu

Tablo 4.2' de, ilköğretim okullarının performans değerlendirme tablosu yapılmıştır, değerlendirme yapılırken, tabloda gerekli şartı sağlayan her bir madde için sağ tarafta bırakılan boşluğa çarpı işareti (X) konacaktır.

Tablo 4.2: İlköğretim okullarının performans değerlendirme tablosu

İlköğretim Okullarının Performans Değerlendirme Tablosu		
A. İlköğretim Okullarının Yerleşme Ölçeğinde İncelenmesi		
1.	Sağlık ve güvenlik düzeyi yeterli, kullanıcıların kolayca ulaşabileceği yerlerde konumlanmalıdır.	
2.	Park, spor ve kültür alanları ile yakın ilişki içinde olmalıdır.	
3.	Fiziksel olarak yapılaşmaya, ihtiyaca bağlı olarak genişlemeye müsait olmalıdır.	
4.	480 öğrencilik bir okul, 4000m² net alan, 2300m² sirkülasyon alanı olmak üzere, toplam 6300m² alana ihtiyaç duyar.	
5.	Öğrenci başına en az 5m² açık alan ayırılmalıdır.	
6.	Karayolu ana trafik arterleri, uçak rotaları ve tramvay hattı okullardan uzak tutulmalıdır.	
7.	Gürültülü caddelerden en az 100-200m uzakta okullar konumlanmalıdır.	
8.	Trafik gürültüsüne maruz kalan okullar için, akustik perde niteliğinde bahçe duvarı, yoğun bitki grupları veya toprak setler yapılmalıdır.	
9.	Oyun bahçesi, açık-kapalı spor salonları, sirkülasyon alanları, gürültünün önlenmesinde tampon bölge olarak planlanmalıdır.	
10.	Okul arsalarının gürültü düzeyi 70 dBA' nın altında olmalıdır.	

B. İlköğretim Okullarının Bina Ölçeğinde İncelenmesi		
1.	Sınıflar, çok amaçlı salon, kütüphane gibi sessizliğe ihtiyaç duyan mekanlar, okulun gürültülü kısımlarına konumlanmamalıdır. Tuvaletler, kantin, spor alanları, irkülasyon alanları gibi paravan mekanlar yapılarak gürültü uzaklaştırılmalıdır.	
2.	Okul binalarının genellikle dikdörtgen plana sahip olması sebebiyle oluşan uzun koridorlardan kaçınılmalıdır.	
3.	Yeterli hacimde sirkülasyon alanları yapılmalıdır.	
4.	Havalandırma boruları ile gürültünün mekanlar arasında iletimini engellemek için boruların yalıtılması gerekir.	
5.	Aydınlatma armatürlerinin çıkardığı seslerin önlenmesi için iyice sabitlenmesi gerekir.	
6.	40 kişilik bir sınıf için 70m² sınıf alanı idealdir. 7,5 - 9m, sınıf uzunluğu genişliği olmak üzere, yaklaşık 3,2m yükseklik, 40 kişilik bir sınıf için ideal boyutlardır. İdeal sınıf alanları; 48 – 60 – 72m² olmalıdır.	
7.	Öğrenci başına düşen sınıf alanı en az 1,5 m² olmalıdır.	
8.	Sınıflar için olması gereken gürültü düzeyi 35 dBA’ dır.	
9.	Kapalı spor salonlarında, ses yutucular kullanılarak çınlama önlenmelidir.	
10.	Kapalı spor salonlarında yansıtıcı yüzeylerden kaçınılmalıdır.	
11.	Kapalı spor salonlarında olması gereken gürültü düzeyi 55 dBA’ dır.	
12.	Çok amaçlı salonlarda, konuşma ve müzik eyleminin gerektirdiği akustik önlemler alınmalıdır. Konuşma için ölü akustik, müzik için canlı-sıcak akustik gerekir.	
13.	Çok amaçlı salonlarda, konuşma için konuşmanın anlaşılabilirliği,	

	berraklığı ve ses yüksekliği önem taşırken, müzik eylemi için eşit bozulmuş sese ihtiyaç duyulur.	
14.	Çok amaçlı salonlarda ihtiyaç duyulan gürültü düzeyi 40 dBA' dır.	
15.	Koridorlar, giriş holleri gibi sirkülasyon alanlarında çınlamanın mümkün olduğunca düşük tutulması gerekir. Bunu önlemek için, koridorlarda akustik emici tavan uygulanmalıdır.	
16.	Sirkülasyon alanlarında gürültü düzeyi 50dBA olmalıdır.	
17.	Öğrencilerin, sessiz bir ortamda okuma, anlama ve verimli bir şekilde ders çalışmasını sağlamak için istenen ses düzeyi kütüphaneler için 35 dBA olarak belirtilir.	
18.	Kantin, kafeterya gibi yeme alanları yüksek gürültü düzeyine sahip mekanlardır, çınlamanın azaltılması gerekir ve 45 dBA gürültü düzeyine ihtiyaç duyar.	
C. İlköğretim Okullarının Yapı Elemanı Ölçeğinde İncelenmesi		
1.	Duvar malzemesinden çok kütlesi önem taşır.	
2.	Sessizliği bozmayacak döşemeler kullanılmalıdır.	
3.	Pencereler iyice sabitlenmeli, hava boşluklu çift cam kullanılmalıdır.	
4.	Gürültüye duyarlı mekanlardaki pencereler, gürültü kaynaklarına doğru açılır şekilde tasarlanmamalıdır.	
5.	Okul dışından gelen gürültüleri engellemek için büyük pencerelerden kaçınılmalıdır.	
6.	Sınıf boyutları küçükse, çınlamanın engellenmesi için arka duvar yutucu olmalıdır.	
7.	Kapılar şaşırtmalı olarak planlanmalıdır.	

5. ÖRNEK OLARAK SEÇİLEN İSTANBUL ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU'NUN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Bu bölümde, örnek okul olarak seçilen İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu' nunun akustik performans kriterlerine uyumu değerlendirmesi yapılacaktır. Bu okulun seçilmesinin nedenleri; gürültü sorununun temel bir problem olduğu Aksaray ilçesinde, yoğun araç trafiğine maruz kalan Atatürk Bulvarı' na sınır oluşturacak biçimde konumlanması ve Milli Eğitim Bakanlığı' nın belirlediği tipik ilköğretim okulu projelerinden biri olmasıdır.

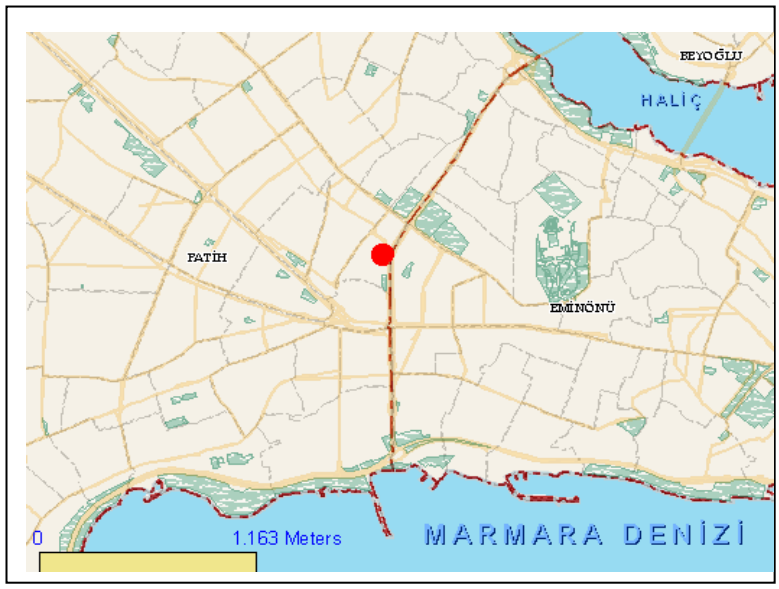
5.1. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun Yerleşme, Bina ve Yapı Elemanı Ölçeğinde İncelenmesi

Bu bölümde, örnek okulun, yerleşme ve bina, sonrasında da yapı elemanı ölçeğinde incelenmesi gerçekleşecektir.

5.1.1. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun yerleşme ve bina ölçeğinde incelenmesi

Yerleşim ölçeğinde inceleme

Tez çalışması için pilot okul olan Oruçgazi İlköğretim Okulu, İstanbul' un kültürel, tarihi, ticari vb. birçok etkinliğinin mozağini oluşturan, ayrıca nüfus ve günün her saatinde, ancak özellikle akşam saatlerinde oldukça yoğun araç trafiği açısından önde gelen Fatih ilçesinin Aksaray semtinde, Atatürk Bulvarı'nda numara 5' te yer almaktadır (Şekil 5.1).

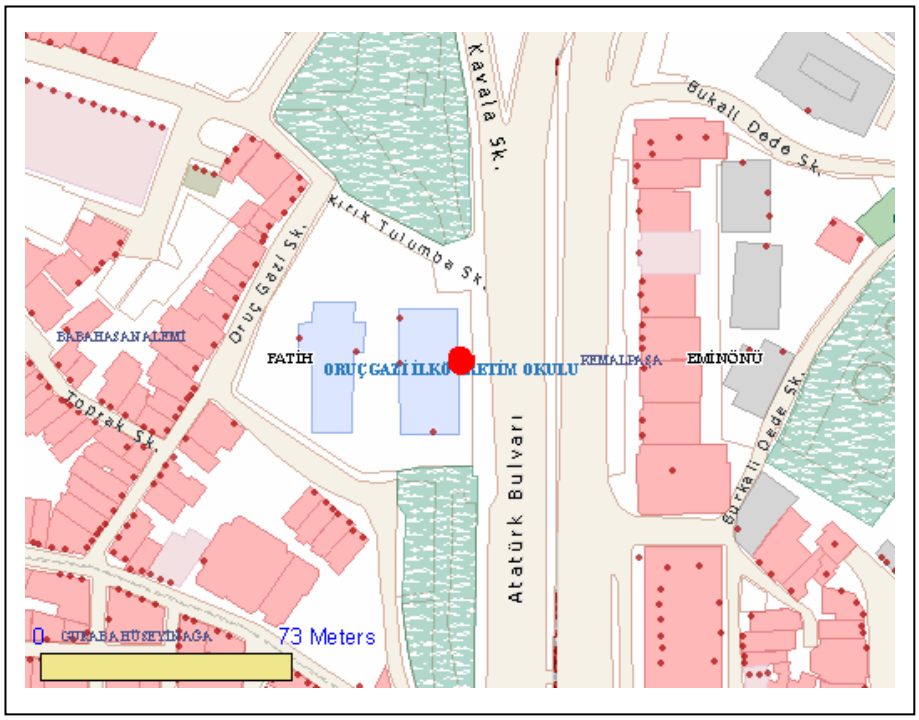


Şekil 5.1: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun şehir içindeki konumu [36]

Şekil 5.2' de Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun Fatih İlçesi, Aksaray semti içersindeki konumu gösterilmektedir. Buradan görüldüğü gibi, okulun öndeki binası ile Atatürk Bulvarı' nın üzerinde bulunduğu yol arasındaki mesafe oldukça yakındır ve yaklaşık 6m kadardır. Buna ek olarak, gürültü kaynağı olan yol ile okul binaları arasında gürültüyü kesebilecek herhangi bir engel bulunmamaktadır. Oysaki, gürültüye daha az duyarlı olan oyun ve spor alanlarının okul binaları ile gürültü kaynağı arasında tampon bölge oluşturulması doğru iken, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda böyle bir çözüme rastlanmamaktadır.

Bunun yanında, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun, kentin yerleşim alanlarına yakın, bu alanlarla bağlantı içinde olması, park, spor ve kültür alanları ile bütünleştirilmesi ile öğrencilerin ulaşım olanaklarının kolay olması yerleşme ölçeğinde olumlu bulunan özelliklerdir.

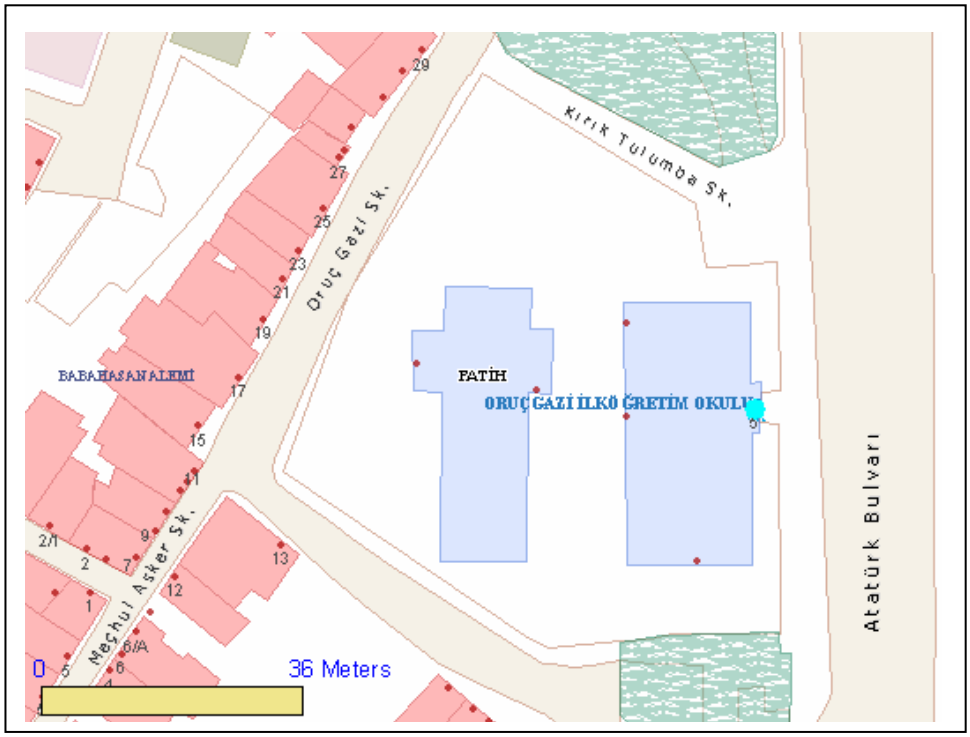
Okullar için önerilen dış ortam gürültüsü için Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği' ndeki sınır değer 55dBA iken, okulun Atatürk Bulvarı tarafında yapılan gürültü ölçümünde, dış ortam gürültü düzeyi, bu sınırdan oldukça yüksek bir değer olan 72,1dBA olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde, okul bahçesinde yapılan gürültü ölçümünde ise, gürültü düzeyi 61,1dBA olarak saptanmıştır. Her iki ölçümde, standartların çok üzerinde değerler çıkması sebebiyle, okulun yoğun gürültü sorununa maruz kaldığı gözlemlenmiştir.



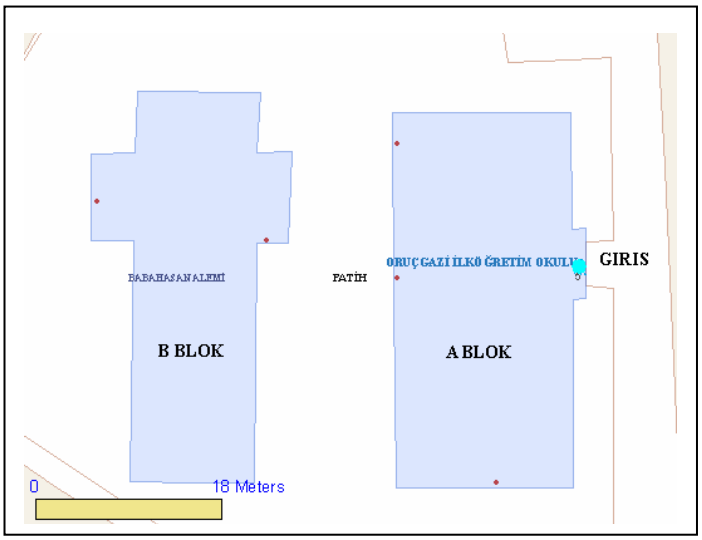
Şekil 5.2: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun semt içindeki konumu [36]

Bina ölçeğinde inceleme

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nu, arasında ve yanlarında okul bahçeleri olmak üzere, arka araya konumlanmış iki bloktan oluşmaktadır (Şekil 5.3). Arkadaki blok olan B blok binası, okulun eski binası olup, 1962' de yapılmıştır. Ön tarafta olup, yola 6m mesafede, oldukça yakın bir yerde konumlanan kısım ise okulun yeni binası olan A bloğudur. B blok binası 3 kattan, A blok binası ise 4 kattan oluşmaktadır (Şekil 5.4). Okulun bulunduğu arkadaki bu iki blok haricindeki yerler okul bahçesi olarak, spor faaliyetlerine ve öğrencilerin oyun oynamasına imkan vermektedir.

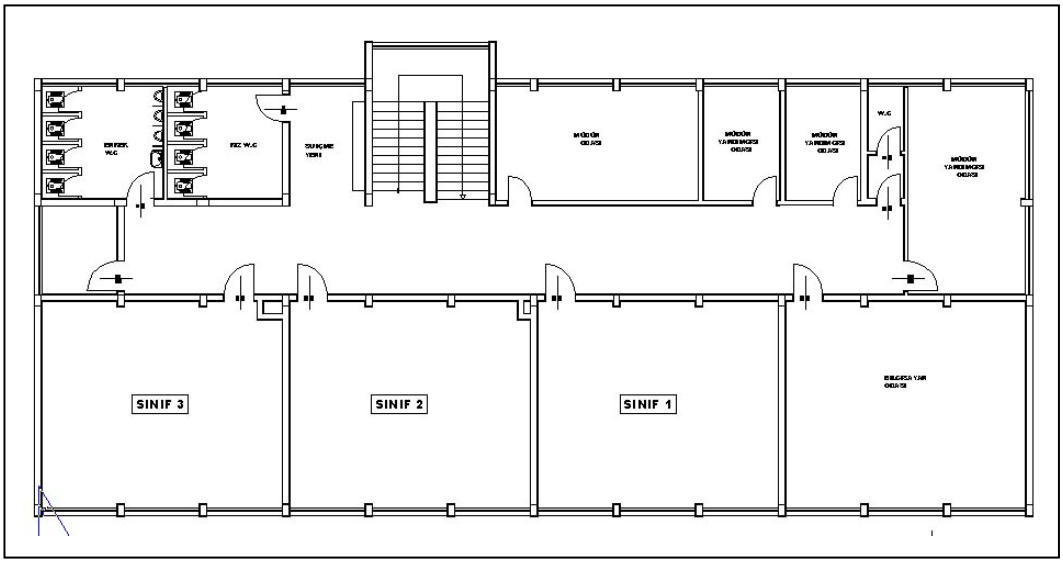


Şekil 5.3: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun vaziyet planı [36]



Şekil 5.4: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun binalarının yerleşimi [36]

Okul içindeki yapı içi gürültülerin büyük çoğunluğunu, mekanın ana kullanıcıları olan öğrenciler oluşturmaktadır.



Şekil 5.5: A Blok planı

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda, odalar arasındaki gürültü geçişini önlemek için, koridorlar ve sirkülasyon alanlarının, gürültülü taraf olan ön kısımlarda konumlanması, gürültüye duyarlı olan sınıflar için tampon mekanlar oluşturmuştur (Şekil 5.5), ancak bu çözüm bile sınıfların akustik performansını iyileştirmede yetersiz gözükmektedir.



Şekil 5.6 :A Blok ön cephesi

5.1.2. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nun yapı elemanı ölçeğinde incelenmesi

Okulun her iki binası da betonarmedir ve okulda 23cm tuğla duvar ve PVC çift cam kullanılmıştır, ayrıca A blok için pencere/duvar oranı, 7,2/12 olarak hesaplanmıştır, B blokta ise duvarlardaki pencere oranının, bu orandan daha düşük olduğu gözlemlenir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7: B Blok ön cephesi

Bina kabuğunun, dış ortam gürültü düzeyine göre, uygun ses yalıtımı sağlayacak şekilde tasarlanması kısmında, okul dış duvarlarını yetersizliği, okulun içine girildiği ilk andan itibaren hissedilmektedir.

Okulun, sessizliğe ihtiyaç duyulan, sınıflar, konferans salonu, kütüphane gibi mekanlarının, gürültü kaynakları olan çevre yollara ve okul için başka bir önemli gürültü kaynağı olan okul bahçelerine doğru açılması, potansiyel gürültünün yapı iç mekanlarına girmesine ve rahatsızlık vermesine sebep olmaktadır. Özellikle, A ve B blokları arasındaki avluda, öğrencilerin ders dışında, teneffüslerde oyun oynamaları esnasında çıkardıkları gürültüler, iç mekanlarda oldukça yoğun hissedilmektedir. Bir de, bahar döneminde, havaların ısınmasıyla birlikte, havalandırmayı sağlamak adına, sınıf pencerelerinin açılması, bu yoğun gürültünün, orta bahçeden sınıflara olduğu gibi iletilmesine neden olmaktadır.

Ayrıca, Şekil 5.5' te görüldüğü gibi okul binalarının, uzunlamasına dikdörtgen şeklinde planlanmasından ötürü, uzun koridorlar oluşmuştur, bu durum da iç mekandaki gürültüyü arttırmaktadır. Buna ek olarak, koridorlar boyunca, kapıların şaşırtmalı olarak yerleştirilmemesi de, gürültü yoğunluğuna katkı sağlamıştır.

5.2. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nda Akustik Kaliteyi Etkileyen Nesnel Parametrelerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, bölüm 3.2' de, ilköğretim okullarındaki akustik kaliteyi belirleyen nesnel parametreler sırasıyla ölçülecek ve sonrasında okul için ortalama değerler bulunarak, ölçümlerin analizleri yapılacaktır.

5.2.1. Değerlendirilecek parametreler ve ölçüm koşulları ilgili kabullerin yapılması

Bir mekanın akustik kalitesini etkileyen başlıca parametreler ve değer aralıkları Bölüm 3' te ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu tez çalışmasında, birbirinden farklı özellik gösteren parametreler içinde, konuşmanın anlaşılabilirliği konusunda etkili olanlar seçilmiştir.



Şekil 5.8: Okulun A bloğunda örnek olarak seçilen sınıfların birinde ölçüm düzeneğini oluşturan ekipmanların konumlanışı

Ölçümlerde ses üretici sistem olarak; ses kaynağı– hoparlör (B&K 4295), hoparlör kablosu (10 m) (B&K AQ 0622), hafif tripod (Hoparlör için) (B&K UA 0801), güç yükseltici (Power amplifier Type 2706), ses alıcı sistem olarak ses & frekans ve bina akustiği analizörü (B&K 2260), 1"lik condenser mikrofon (B&K Type 4145) ve analiz sistemi olarak ise bir diz üstü bilgisayara yüklenen DIRAC hacim akustiği yazılımı kullanılarak, 14, 21 ve 28 Nisan 2007 tarihlerinde, 09:00 – 19:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Sesin sönme bölümü ile ilgili olan ve yaygın olarak

kullanılan erken düşme süresi (EDT) ve çınlama süresi (T) parametrelerinin yanı sıra, sesin gelişme bölümündeki erken ve geç enerji oranları ile ilgili tanımlamalarda yararı olabilecek açıklık (C_{80}), konuşmanın belirginliği (D_{50}) ile hızlı iletim konuşma indisi RASTI ile sinyal-gürültü oranı SNR değerlerinin, okulun her iki bloğundaki 4' er sınıfta yapılan ölçümlerin dağılımları incelenmiştir.

Konuşma amaçlı hacimler için akustik incelemenin yapılmasında öncelikli olarak 500–1000 Hz alınması uygundur. Konuşmada ağırlıklı ve insan kulağının duyarlılığı ile ilişki kurabilecek belli bir frekans bölgesinden söz edilebilir, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz frekanslarında hesaplama yapılabilmektedir.



Şekil 5.9: Okulun B bloğunda örnek olarak seçilen sınıfların birinde ölçüm düzeneğini oluşturan ekipmanların konumlanışı

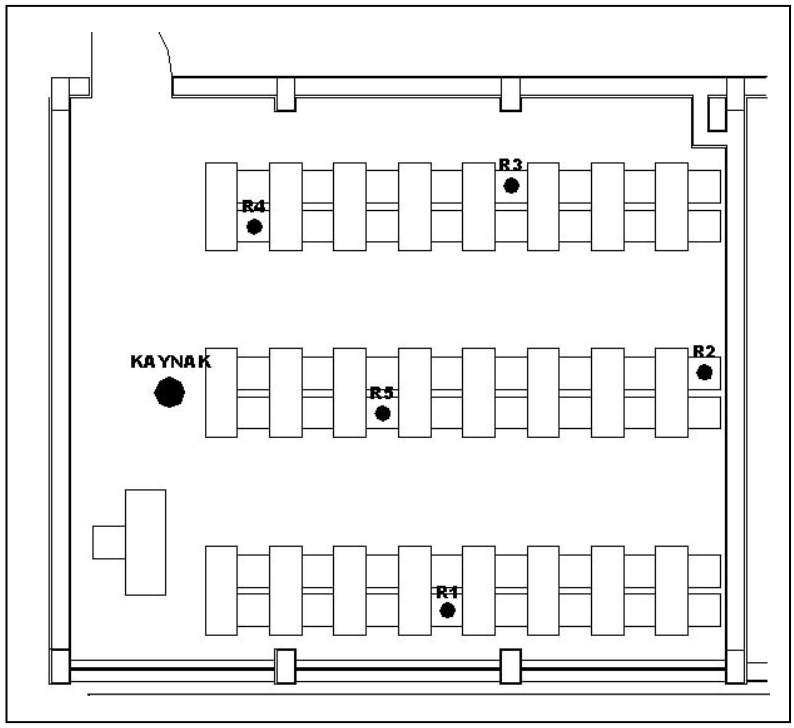
Şekil 5.9' da okulun B bloğunda seçilen sınıfların birinde ölçüm düzeneğini oluşturan düzenek görülmektedir.

5.2.2. Kaynak ve alıcı ile ilgili kabullerin yapılması

Oruçgazi İlköğretim Okulu içindeki akustik parametrelerin incelenmesine yönelik araştırma amaçlı bu çalışmada, her doğrultuya eşit ses enerjisi yayımlayan nokta kaynak tipi kullanılmıştır. Bu kaynaktan frekanslara göre değişim göstermeyen (omni) beyaz gürültü yayımlanmıştır.

Sınıflardaki kaynak olarak öğretmenler temel alındığından ve öğretmenler genellikle ayakta tahta başında ders anlattıklarından, kaynağın yerden yüksekliği, ayakta durabilecek bir kişi açısından düşünülerek 1.5 m alınmıştır.

Alıcılar olarak sınıfta bulunan oturan öğrencilerin kabul edildiği ölçümlerde, sınıf içinde 5 ayrı alıcı noktası belirlenmiştir. Ölçümlerde, sınıf içindeki alıcı noktaları, Şekil 5.10' da, R1, R2, R3, R4 ve R5 olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.10: Kaynak ile sınıf içersindeki 5 alıcı.

Ayrıca her bir alıcı noktasının, kaynaktan ve sınıfı çevreleyen duvarlardan uzaklıkları ve yüzeyden yükseklikleri sırasıyla verilmiştir. Seçilen alıcılarla ilgili özellikler toplu olarak Tablo 5.1' de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Alıcılarla ilgili özellikler

Alıcı	Alıcı yüksekliği (m)	Alıcı - kaynak (m)	Alıcı - tavan (m)	Alıcı-yan duvar 1 (m)	Alıcı-yan duvar 2 (m)	Alıcı-yan duvar 3 (m)	Alıcı-yan duvar 4 (m)
R1	1.2	3.45	2	0.62	4.68	6.38	3.45
R2	1.2	6.65	2	3.58	7.88	2.80	0.30
R3	1.2	4.25	2	5.75	5.48	0.92	2.65
R4	1.2	1.05	2	5.40	2.28	1.60	5.85
R5	1.2	2.65	2	3.07	3.88	3.92	4.25

5.2.3. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun akustik performansının incelenmesinde değerlendirilen parametre değerleri, bölüm 5.2.1' de açıklanan ölçüm düzeneği ile tek tek ölçülmüştür.

Ölçüm yapılan A ve B blok sınıflarının plandaki konumları ile okulun A ve B bloğunda ölçüm yapılan sınıflarını koridorların, orta bahçenin ve okul dış mekanının Leq değerleri Ek A' da, sınıflarda ölçüm yapılan her parametre için elde edilen analiz sonuçları, grafikler ve tablolar ile Ek B' de ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Tez çalışması boyunca incelenen bölümlere bağlı kalınarak, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun akustik kalitesi, hacim akustiği parametreleri bakımından değerlendirilmiştir. Okulda, yerinde yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar, önerilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.2' de, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun A ve B bloklarında ölçüm yapılan 4 ayrı sınıftaki seçilen 5 alıcı için, T30, EDT, C80, D50 ve SNR parametrelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri 125 - 4000 Hz oktav bant aralığında gösterilmektedir.

Tablo 5.2: 5 Alıcı için ölçülen parametre değerlerinin, A ve B blokları için minimum, maksimum ve ortalama değerleri

A BLOK						
T30 (s)						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	2,94	1,61	1,13	0,98	0,88	0,79
maksimum	2,98	2,11	1,60	1,21	1,06	0,88
ortalama	2,21	1,88	1,44	1,07	0,96	0,86
EDT (s)						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	1,69	1,15	0,92	0,86	0,81	0,67
maksimum	2,87	2,25	1,50	1,33	1,22	0,94
ortalama	2,36	2,22	1,34	1,12	1,18	0,86
C80 (dB)						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	-7,42	-3,21	0,00	0,94	1,76	4,68
maksimum	-0,73	2,67	5,66	6,02	5,29	7,26
ortalama	-5,02	1,09	4,31	3,17	3,73	5,09
D50						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	0,11	0,21	0,28	0,40	0,36	0,58
maksimum	0,62	0,53	0,68	0,69	0,66	0,71
ortalama	0,47	0,36	0,51	0,64	0,57	0,61
SNR						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	-21	8	19	11	17	15
maksimum	2	17	31	25	30	24
ortalama	-11	13	26	21	22	20
B BLOK						
T30 (s)						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	1,74	1,28	0,96	0,92	0,79	0,74
maksimum	3,15	2,61	2,06	1,96	1,57	1,28
ortalama	2,52	2,13	1,64	1,51	1,31	1,27
EDT (s)						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	1,37	1,16	0,85	0,83	0,83	0,62
maksimum	3,16	2,43	2,08	1,91	1,61	1,25
ortalama	2,56	1,99	1,67	1,53	1,24	0,98
C80 (dB)						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	-4,95	-4,31	-2,16	-2,95	-0,76	1,45
maksimum	1,86	3,17	4,48	5,74	6,58	8,67
ortalama	1,02	0,48	2,17	2,87	4,37	6,02
D50						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	0,08	0,15	0,21	0,22	0,33	0,42
maksimum	0,51	0,58	0,65	0,69	0,69	0,78
ortalama	0,41	0,37	0,53	0,47	0,57	0,63
SNR						
Bant (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
minimum	-13	8	25	17	25	19
maksimum	0	20	38	32	36	31
ortalama	-9	13	31	27	30	25

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde hacim akustiği parametreleri için aşağıdaki değerlendirme yapılabilir.

Çınlama Süresi (T30)

- Çınlama Süresi, bir mekanın akustik özelliklerini belirlemek için kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Çınlama süresi (T) değerlerinin değişimi, EDT'ye paralel olmaktadır. Normalde EDT değerinin değişimi yaygın bir ses alanına sahip ortamlarda T' ye eşit veya T' den ± 0.2 sn farklı olması beklenir.
- Çınlama süresi (T) değerlerinin değişimi, EDT' ye paraleldir. Uzun T değeri küçük bir C80 değeri verir ve canlılık, orta ve yüksek frekanslarda T ile ilişkilidir. T değeri standartlara uygun olduğu için sesin açıklığı-netliği söz konusudur. T uzun olmadığı için mekan canlı olarak nitelendirilemez.
- Analiz sonuçlarına bakıldığında, mevcut durum için yapılan ölçümlerde T değerinin standartlarda belirtilenden yüksek olduğu farkedilmiştir. A blok için yapılan ölçümlerde, çınlama süresinin (T30) 1.07 s, B blok için yapılan ölçümlerde, çınlama süresinin (T30) 1.51 s olduğu görülmüştür. İlköğretim okullarındaki sınıflarda, tavsiye edilen T30 parametresi değeri ise, 0.6 – 0.8 s aralığındadır. Sonuçlar, tavsiye edilen aralık içersinde bulunmadığı için, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun her iki bloğundaki sınıfların akustik kalitesinin düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Erken Düşme Süresi (EDT)

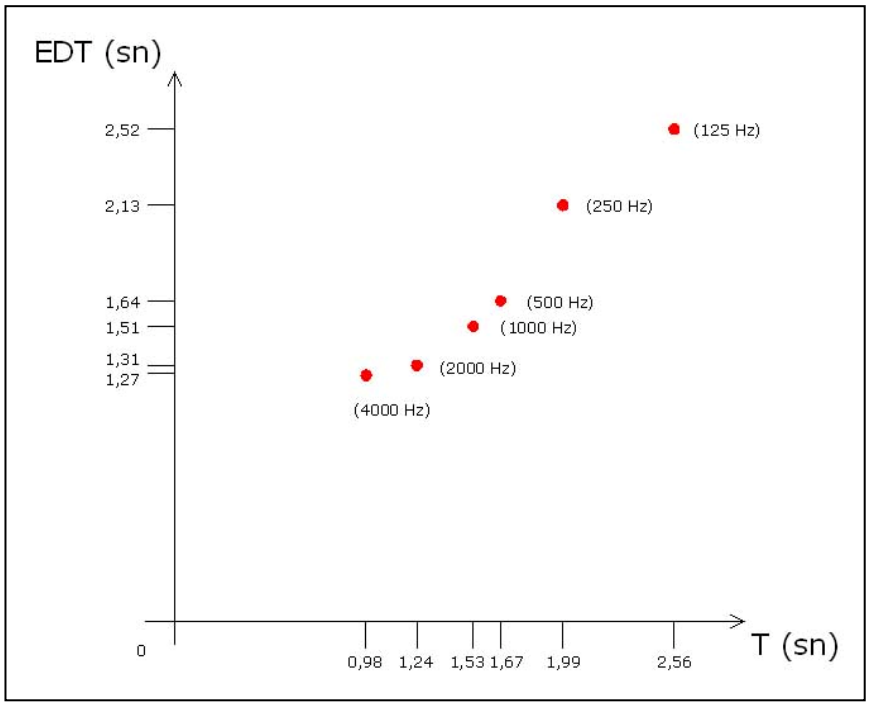
- Erken Düşme Süresi, 60 dB'lik sesin ilk 10 dB'lik kısmının sönümlenmesi için geçen süre olarak tanımlanır. Düşmenin ilk kısmı canlılık ile ilişkilidir. Hacim geometrisinden etkilenir. Hacmin büyük olması nedeniyle uzunluğun fazla olduğu noktalarda EDT değeri azalmaktadır. Genişlik ve yüksekliğin artması da EDT değerini azaltmaktadır.

- EDT üzerinde en etkili parametre çınlama süresidir ve çınlama arttıkça EDT değeri de artmaktadır. Yeterince yaygın ses alanına sahip bir hacimde EDT değeri çınlamaya bağlı olarak hesaplanabilir.

- Analiz sonuçlarına bakıldığında, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun her iki bloğundaki sınıflarında yapılan EDT ölçümlerinde elde edilen değerlerin, tavsiye

edilen aralık olan 0.5 – 0.7 s içinde yer almadığı gözlemlenmiştir. A blok için yapılan ölçümlerde, EDT değeri 1.12 s, B blok için yapılan ölçümlerde, EDT değeri 1.53 s olduğu görülmüştür. Çınlama arttıkça EDT değeri de artmaktadır. Sesin açıklığı-netliği (C80) ile ters orantılıdır. Sonuçlar, standartlarda belirtilen aralıkta olmadığı için C80 parametresi de sonuçtan olumsuz etkilenmektedir. Bu durum, özellikle sınıflarda gerçekleşen müzik dersleri esnasında sorun yaratacaktır. EDT parametresinin uygun olmaması, ayrıca okulun her iki bloğundaki sınıfların yaygın bir ses alanına sahip olmadığını ve mekan geometrisinin uygun seçilmediğini göstermektedir.

Şekil 5.11, ortalama EDT –T değerleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre, bu iki parametre sonuçlarının birbirine çok benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 5.11: Ortalama EDT – T sonuçlarının frekanslara göre karşılaştırılması

Sesin Açıklığı-Netliği (C80)

- Mekan içindeki alıcı noktalarının etkisinin en fazla görüldüğü parametrelerden biridir. Sesin açıklığı-netliği (C80) parametresi, çınlama süresi ve ses yüksekliği ile ters orantılıdır. Hacim ve yüksekliğin de, C80 üzerinde negatif bir etkisi vardır.

- Bir hacimde ses yüksekliği ile netlik arasında ve çınlama süresi ile netlik arasında negatif bir ilişki vardır. Mevcut durumda ses yüksekliği ve çınlama süresinin fazla olması C80 değerini azaltmıştır. Normalde yan duvarlardan gelen kuvvetli yanal yansımalar C80 değerini düşürmektedir.

- Analiz sonuçlarına bakıldığında, sesin açıklığı-netliği (C80) parametresinin okulun A bloğu için 3,17 dB olduğu, okulun B bloğu için 2,87 dB olduğu görülmüştür. İlköğretim okullarındaki müzik sınıflarında, sesin açıklığı-netliği değerinin -4 ; +1 dB olması gerektiği belirtilmiştir. Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda istenen (C80) değerlerinin sağlanmadığı gözlemlenir.

Konuşmanın Belirginliği (D50)

- Konuşmanın belirginlik parametresi, ilk 50 ms'lik zaman dilimi içerisinde alıcı noktasına ulaşan ilk yansımaların enerjisinin alıcıya ulaşan toplam ses enerjisine oranı şeklinde tanımlanır.

- Analiz sonuçlarında, A blok için yapılan ölçümlerde, (D50) değeri 0.64, B blok için yapılan ölçümlerde, (D50) değeri 0.47 olduğu görülmüştür. (D50) parametresi için tavsiye edilen aralık 0.3 – 0.7 olarak belirlenmiştir. Buna göre, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun A ve B bloğundaki sınıflarda konuşmanın belirginliği parametresinin genel olarak yeterli düzeyde olduğu görülür.

Sinyal gürültü oranı (SNR)

- Sinyal gürültü oranı, bir odadaki konuşmanın ne kadar anlaşılır olduğunu tahmin etmek için yapılan basit bir karşılaştırmadır. Öğretmenin ses düzeyinin, bir odanın arka plandaki ses düzeyinden çıkartılmasıyla, dB cinsinden SNR değeri bulunur. Daha büyük SNR, konuşmanın daha iyi anlaşılabilmesi demektir. Eğer SNR negatif ise (örneğin, arka plan gürültüsü öğretmenin sesinden daha yüksek ise) öğretmen daha zor anlaşılacaktır.

- Sınıflarda genellikle istenen SNR $\geq$ +15dB olmaktadır. Öğrencilerin daha yüksek konuşma algılanabilirliğine kavuşması için daha yüksek SNR değerleri gerekmektedir. Analiz sonuçlarında, A blok için yapılan ölçümlerde, SNR değeri +21, B blok için yapılan ölçümlerde, SNR değeri +27 olduğu görülmüştür. Buna

göre, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun A ve B bloğundaki sınıflarda konuşmanın sinyal gürültü oranının, genel olarak yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI)

- Hızlı konuşma iletim indeksi, RASTI, Brüel and Kjaer tarafından geliştirilen, konuşmanın anlaşılabilirliğini mekanik olarak test eden bir yöntemdir. RASTI, STI' dan farklı olarak sadece, 500Hz ve 2000Hz merkezli 2 oktav bantta yapılan ölçümleri esas alır. Konuşma benzeri bir ses sinyali kullanır ve STI' da olduğu gibi modülasyon kaybını esas alır.

- Analiz sonuçlarına bakıldığında, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda ölçülen, Hızlı konuşma iletim indeksi (RASTI) parametresinin, okulun A bloğu için 0,58 olduğu, okulun B bloğu için 0,55 olduğu görülmüştür. İlköğretim okullarındaki sınıflar için, 0,60' dan büyük RASTI değeri, iyi olarak kabul edilmektedir. Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda, her iki bloktaki sınıflarda, istenen RASTI değerlerinin sağlanmadığı gözlemlenir.

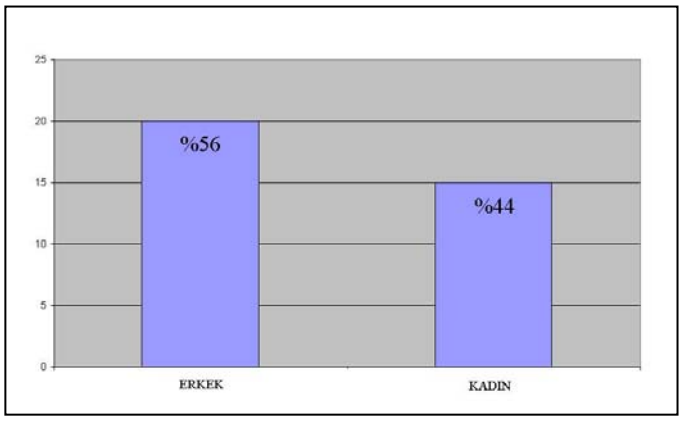
5.3. İstanbul Oruçgazi İlköğretim Okulu'nda Akustik Kaliteyi Etkileyen Subjektif Değerlendirmeler

5.3.1. Anket çalışmasının değerlendirilmesi

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda tüm öğretmen ve öğrencilere uygulanan anketler, 10 Nisan 2007 Salı günü, eğitim-öğretim saatleri içersinde, dersler kapsamında, sınıf öğretmenleri tarafından uygulanmıştır. Öğrencilerin soruları yanıtlaması esnasında, ilgili sınıf öğretmenleri de, kendileri için düzenlenen anketleri yanıtlamışlardır. Öğretmen ve öğrenci anketlerinin soru tipleri farklı olarak seçilmiştir. Toplam, 1276 öğrenci ve 36 öğretmene uygulanan anketler, 1. ve 2. sınıflara yapılmamıştır, çünkü sonuçların ankete katılmasının yanıltıcı olduğu bölüm 2.3.1' de açıklanmıştır. Ek B' de öğrenci, Ek C' de öğretmen anket soruları verilmiştir.

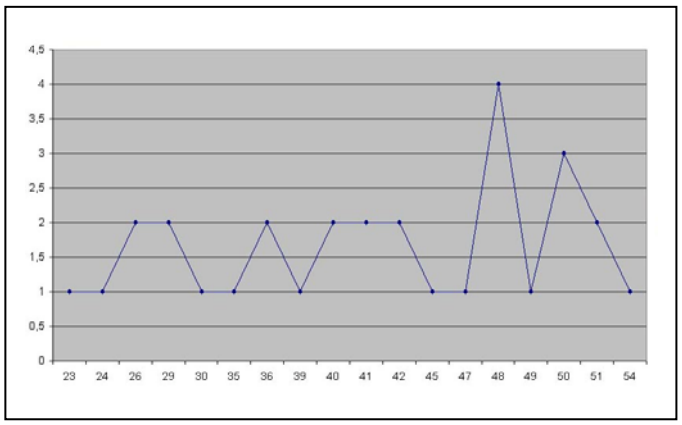
Öğretmen Anketleri

Kişisel Bilgiler



SORU 1.
Cinsiyetiniz.

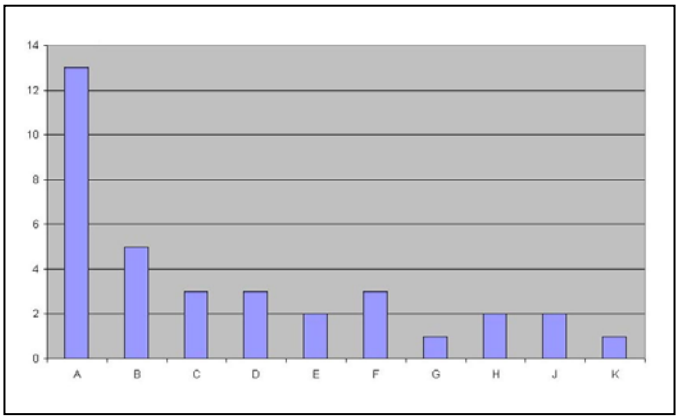
- %44 Kadın
- %56 Erkek



SORU 2.

Yaşınız.

- Yaş aralığı: 23–54

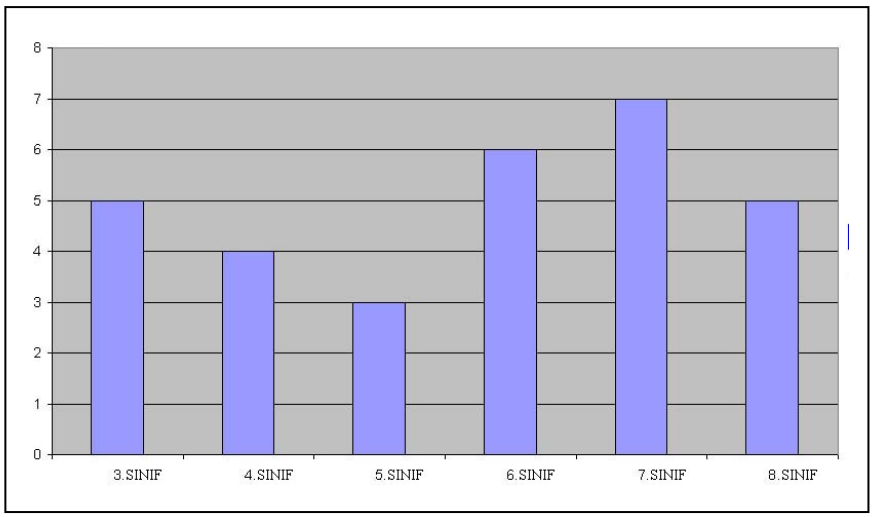


SORU 3.

Branşınız:

A. Sınıf öğretmeni
B. Türkçe
C. Matematik
D. Fen Bilgisi
E. Sosyal Bilgiler
F. İngilizce
G. Müzik
H. Resim-iş
İ. Din Kültürü, Ahlak Bilgisi
J. Diğer

Öğretmenlerin %36' sı sınıf öğretmeni, %64 diğer branş öğretmenleridir, ayrıca soru 4'te tüm öğretmenlerin %58' si 16 ve daha fazla mesleki deneyimi olduğu görülmüştür.

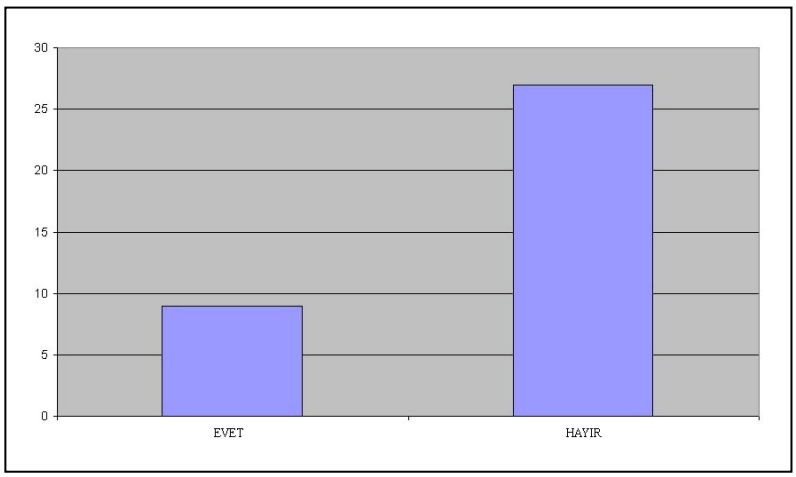


SORU 5.

Sorumlu olduğunuz sınıflar nelerdir?

Soru 5'te öğretmenlerin sorumlu oldukları sınıf-şube bilgileri ile mevcut öğrenci sayısı ve yaş ortalamaları istenmiştir; ankete katılan öğretmenlerin çoğunun orta kısımda görev aldıkları görülmüştür. Ayrıca, tüm öğretmenler, 9-14 yaş aralığındaki öğrencilerden sorumludurlar ve sınıf bazında sorumlu oldukları öğrenci sayısı 35-55 civarındadır.

Soru 6' da ise, "Herhangi bir işitme sorununuz var mı?" sorusuna tüm öğretmenler "Hayır" yanıtı vermişlerdir, dolayısıyla hiçbir öğretmenin işitme sorunu yoktur.

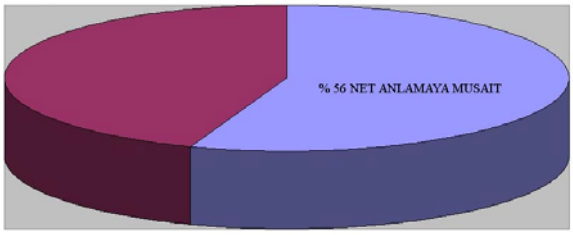


SORU 7.
Sınıfınızda işitme sorunu olduğundan haberdar olduğunuz öğrenciler var mı?

- %25 Evet
- %75 Hayır

7. soruya verilen yanıta göre, öğretmenlerin ancak dörtte birinin kendi sınıfındaki öğrencilerin işitme sorunu olup olmadığından haberdar olduğu anlaşılmaktadır.

Sınıf Özellikleri

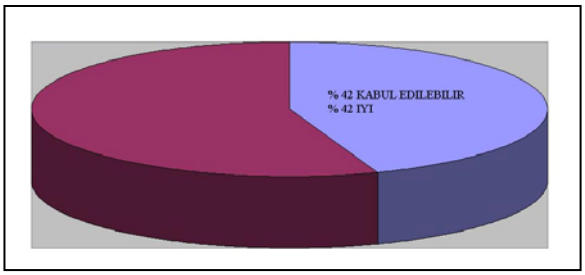


SORU 8.

Sınıfınızın dinleme ortamını nasıl değerlendirirsiniz?

a) Konforlu
b) Karmaşık
c) Yankı sorununa sahip
d) Net anlamaya müsait
e) Rahatsız edici

8. soruya verilen yanıta göre, öğretmenler sınıfların dinleme ortamını, çoğunlukla rahatsız edici buluyor ve sınıftaki dinleme ortamını kimse konforlu bulmuyor. Ayrıca, öğretmenlerin % 28'i rahatsız edici, % 14'ü karmaşık, % 8'i yankılı olduğunu düşünüyor.

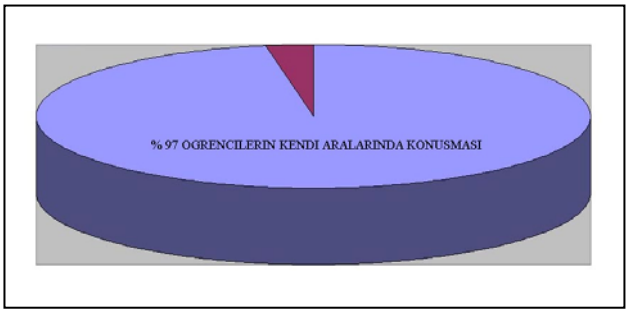


SORU 9.

Sınıfınızdaki dinleme ortamını nasıl derecelendirirsiniz?

Öğretmenlerin hiçbiri sınıftaki dinleme ortamın çok iyi ve çok zayıf olduğunu düşünmüyor, % 14'ü ise zayıf olarak nitelendirmiştir.

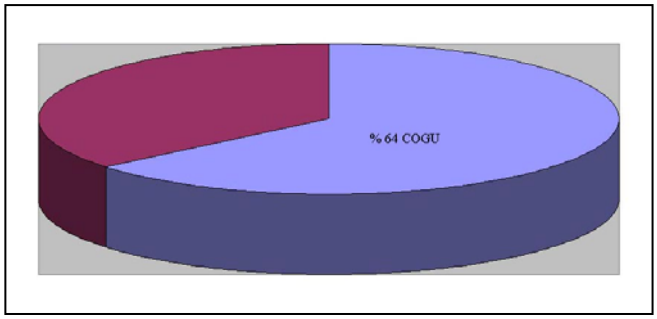
Sınıf İçi Gürültü Kaynakları



SORU 10.

Sınıf içinde yer alan başlıca gürültü kaynakları nelerdir?

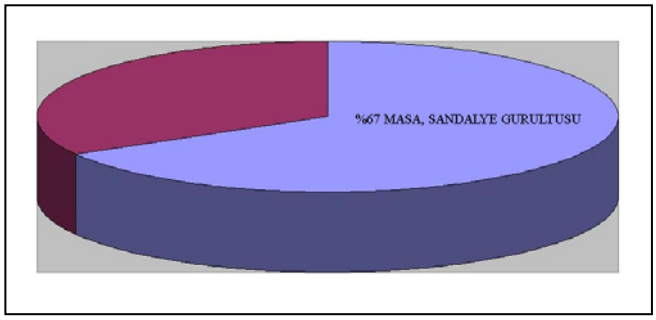
% 97 ile öğrencilerin aralarındaki konuşmalar, sınıftaki gürültü sıralamasında ilk sırada yer almıştır. Sonrasında, sırasıyla, masa, sandalye gürültüsü (başlıca sınıf içi gürültü kaynakları), görsel, işitsel cihazların sesleri, havalandırma, aydınlatma armatürlerinin çıkarttığı sesler başlıca sınıf içi gürültü kaynakları olarak seçilmiştir.



SORU 11.

Sınıf içindeki gürültünün ne kadarı öğrencilerden kaynaklanmaktadır?

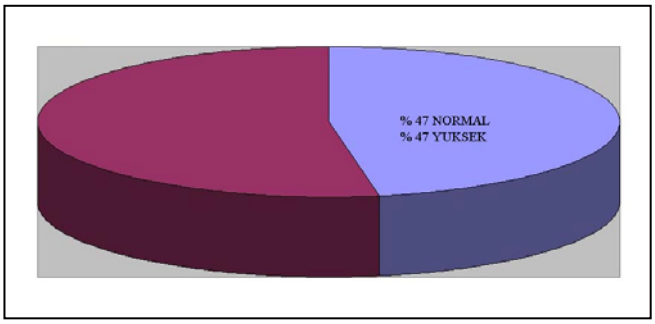
Sınıf içi gürültünün % 64'ü öğrencilerden kaynaklanmaktadır, ayrıca tüm öğretmenler, sınıf içindeki gürültüde öğrencilerin payı olduğunu düşünüyor.



SORU 12.

Sizce öğrenci gürültüsü dışında, aşağıdaki gürültü kaynaklarından hangisi en çok rahatsız edici olandır?

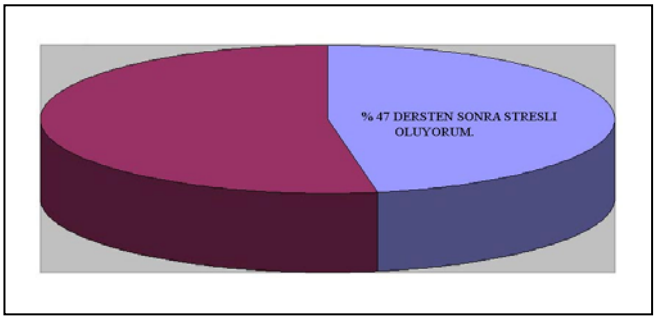
Öğrenci gürültüsü dışında, sınıfta en çok masa, sandalye gürültüsü rahatsız edici bulunmuştur. Sonrasında da, sırasıyla, havalandırma, aydınlatma armatürleri gürültüsü ve görsel, işitsel cihazların gürültüsü rahatsız edici bulunmuştur.



SORU 13.

Sınıf içersindeki gürültü düzeyini nasıl buluyorsunuz?

Sınıf içindeki gürültü düzeyi ancak % 6 oranında oldukça yüksek olarak ifade edilmiştir.

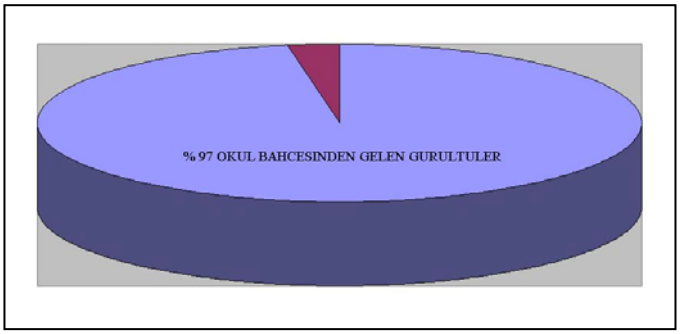


SORU 14.

Sınıf içi faaliyetlerden oluşan gürültüler sizi rahatsız ediyorsa, bunun etkisi sizde ne şekilde kendini gösteriyor?

Sınıf içi gürültüsü sebebiyle, öğretmenlerin hepsinde ders anlatmakta zorlanma, baş ağrısı ve stres sorununa rastlanmıştır.

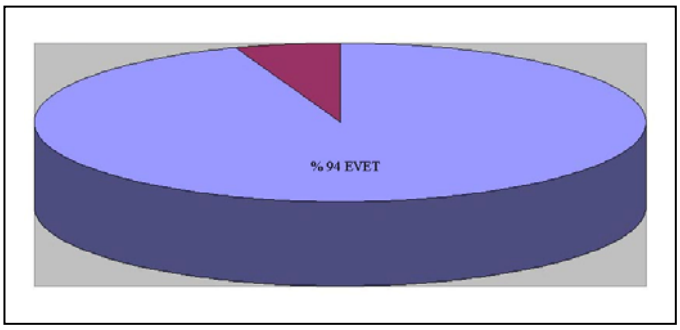
Sınıf Dışındaki Gürültü Kaynakları



SORU 15.

Sınıf dışında yer alan başlıca gürültü kaynakları nelerdir?

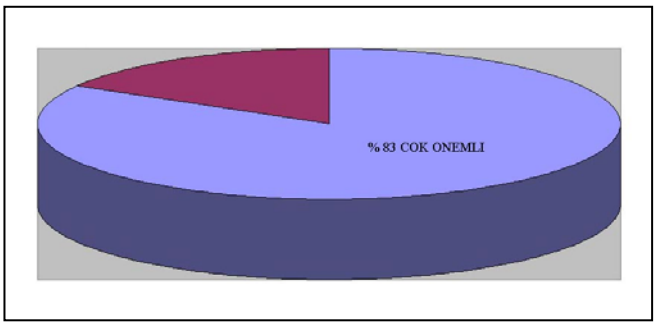
Öğretmenler, sınıf dışı gürültü kaynaklarının en etkilisinin, okul bahçesinden gelen gürültüler olduğunu düşünmektedir. İkinci sırada koridordan gelen sesler ile yan/alt/üst sınıfların gürültüleri yer almaktadır. Trafik gürültüsünden, öğretmenlerin % 22'si rahatsız olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, kimse havayolu gürültüsünün, sınıf dışı başlıca gürültü kaynağı olduğunu düşünmüyor.



SORU 16.

Sınıfınızın penceresi açık iken, dış gürültü kaynaklarından rahatsız oluyor musunuz?

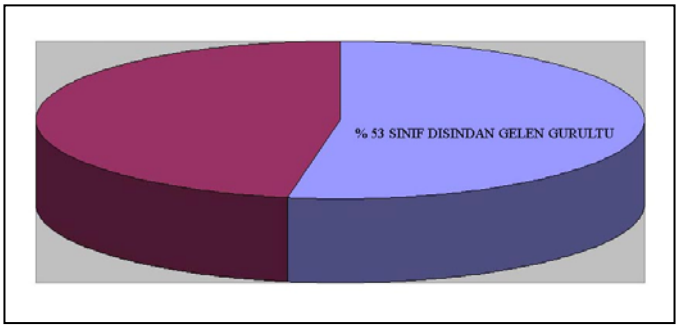
Tüm öğretmenler sınıfın penceresi açıkken, dış gürültü kaynaklarından rahatsız olmaktadır, yalnızca % 6' sı arasıra rahatsız olduğunu belirtmiştir.



SORU 17.

Öğrencileriniz için bu gürültüleri gidermek ya da azaltmak sizce ne kadar önem taşır?

Dış gürültünün yok edilmesi, öğrencilerin verimli bir şekilde eğitim-öğretim sağlayabilmesi için çok önemli bulunmuştur.

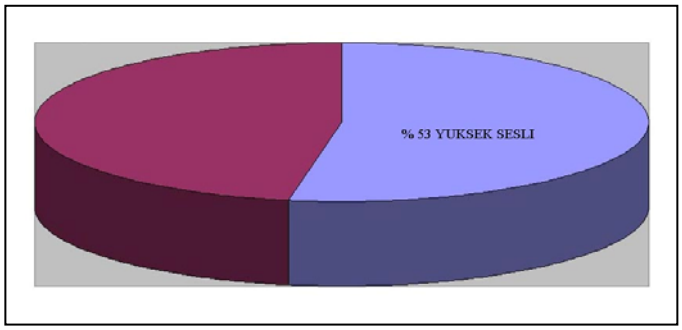


SORU 18.

Sizce hangisi daha rahatsız edicidir?

Öğretmenlerin % 53'ü sınıf dışından gelen gürültüyü en çok rahatsız edici bulurken, % 44'ü sınıf içinde oluşan gürültüyü en çok rahatsız edici olarak ifade etmiştir.

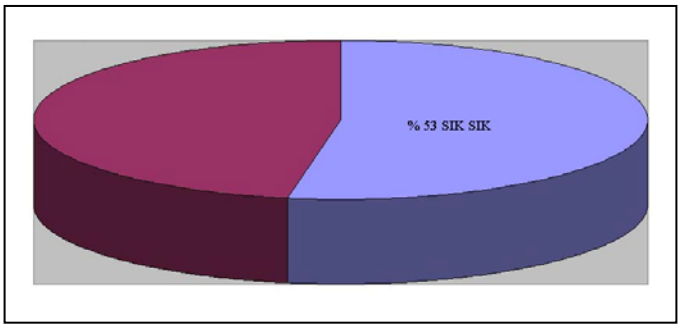
Ses Duyurma Çabası



SORU 19.

Öğretme esnasında kendi sesinizi nasıl değerlendirirsiniz?

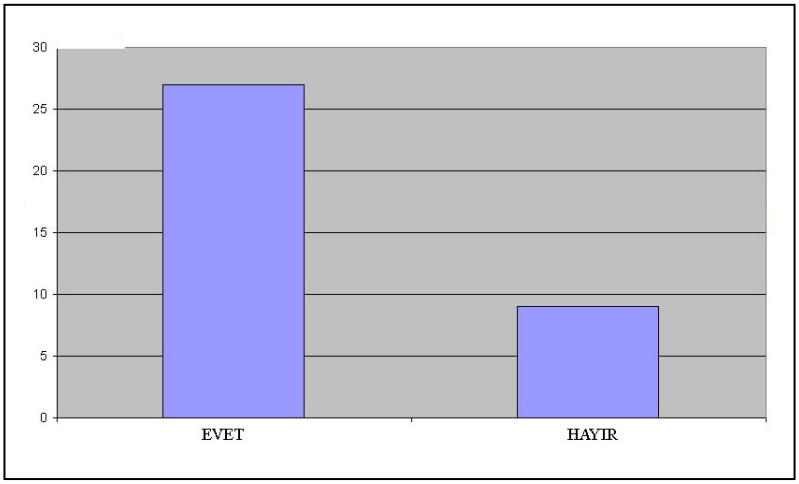
Öğretmenler sınıf koşulları nedeniyle, çoğunlukla yüksek bir ton kullanmak zorundadırlar. % 44' ü normal bir ton kullanırken, % 3'ü yumuşak tonda ders anlattığını belirtmiştir.



SORU 20.

Öğrencilerin sizi daha net anlayabilmesi için, sesinizi ne kadar sıklıkla yükseltme ihtiyacı duyuyorsunuz?

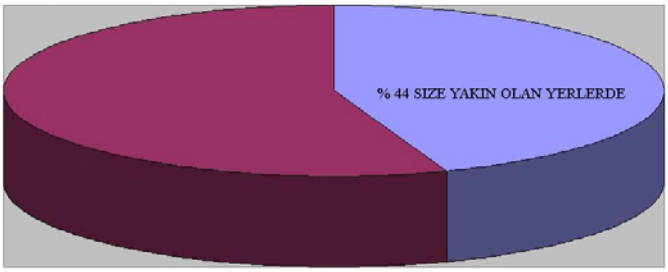
Öğretmenlerin çoğu, öğrencilerin kendilerini daha rahat anlayabilmeleri için, seslerini sık sık yükseltmek zorunda kalmaktadır. Tümü, öğrencilerin net anlamalarını sağlamak için sesini yükseltme durumunda kalıyor.



SORU 21.

Konuşma esnasında, gereksinim duyduğunuz ses düzeyine erişmek için ses tellerinize zarar verdiğinizi düşünüyor musunuz?

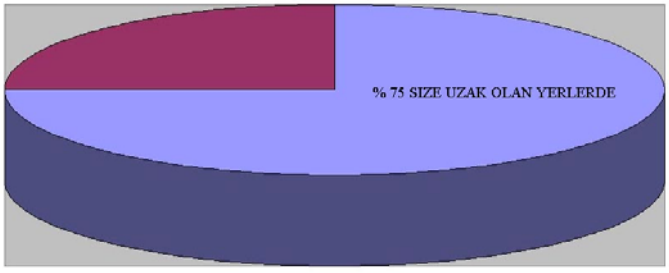
Öğretmenlerin % 75'i seslerini yükseltme esnasında , ses tellerine zarar verdiğini düşünüyor.



SORU 22.

Sınıfta en çok nerede, öğrencilerinizin konuşmalarınızı anladığını düşünüyorsunuz?

Öğretmenler, sınıfta en çok kendilerine yakın olan yerlerde öğrencilerin konuşmaları anladığını düşünüyor, buna karşın % 3'ü öğretmene uzak olan yerlerde öğrencilerin konuşmaları anladığını düşünüyor.



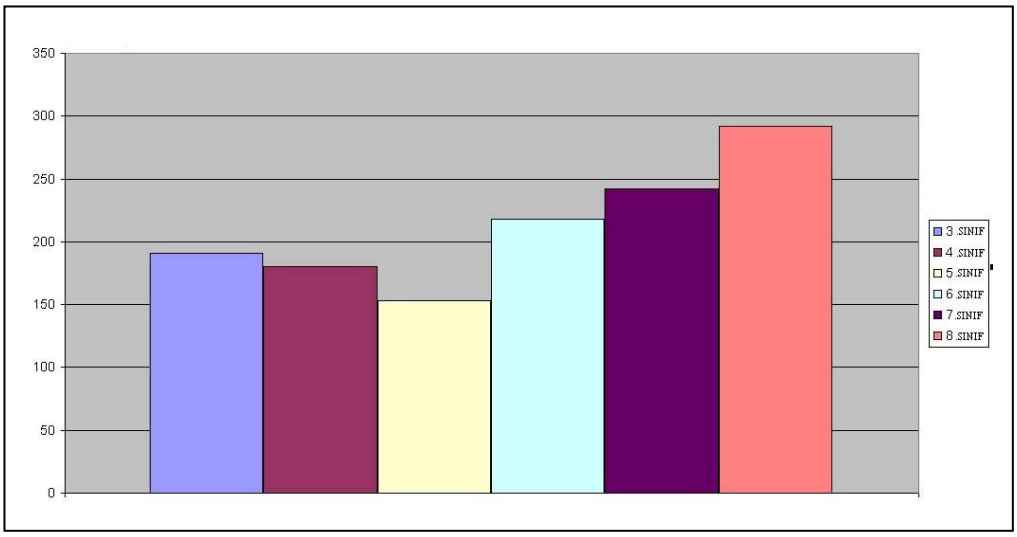
SORU 23.

Sınıfta en çok nerede, öğrencilerinizin konuşmalarınızı anlamadığını düşünüyorsunuz?

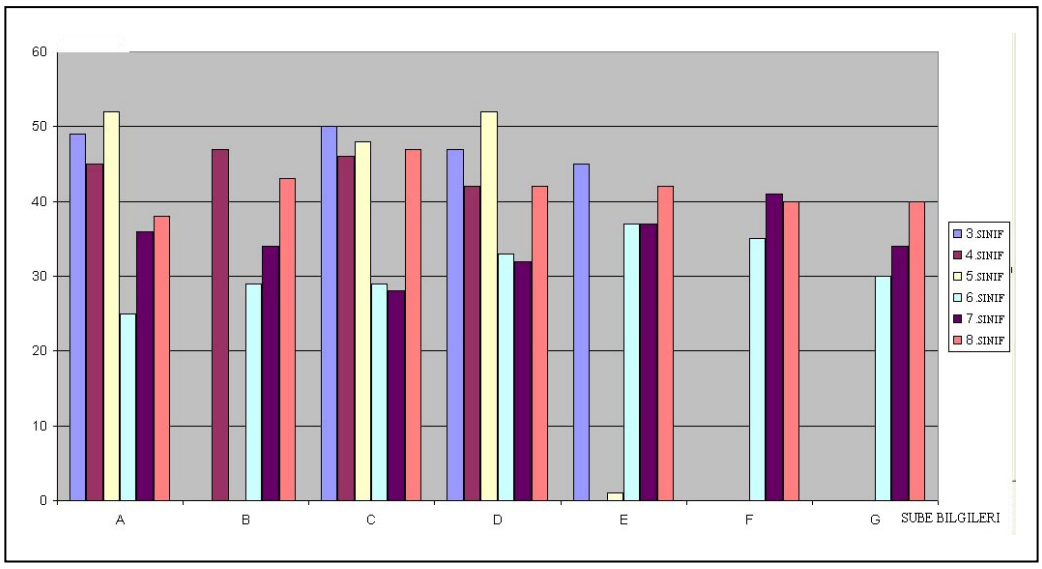
Öğretmenler, sınıfta en çok kendilerine uzak olan yerlerde öğrencilerin konuşmaları anlamadığını düşünüyor, buna karşın % % 3'ü öğretmene yakın olan yerlerde öğrencilerin konuşmaları anlamadığını düşünüyor.

Öğrenci Anketleri

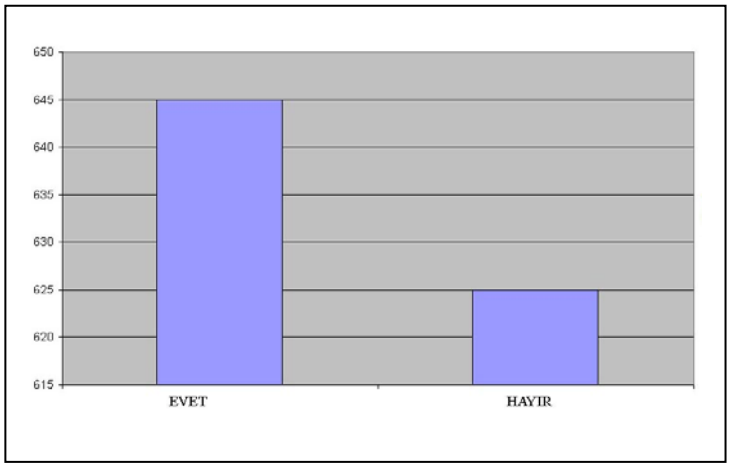
Genel Bilgiler



3.SINIF	191 öğrenci
4.SINIF	180 öğrenci
5 SINIF	153 öğrenci
6 SINIF	218 öğrenci
7 SINIF	242 öğrenci
8 SINIF	292 öğrenci
Genel Toplam	1276 öğrenci

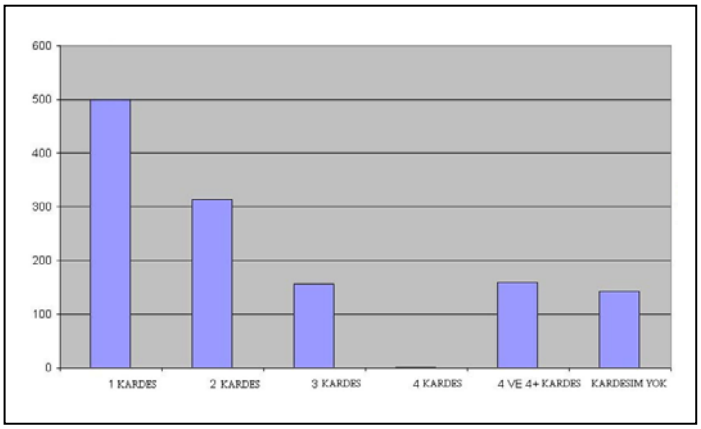


Kişisel Bilgiler



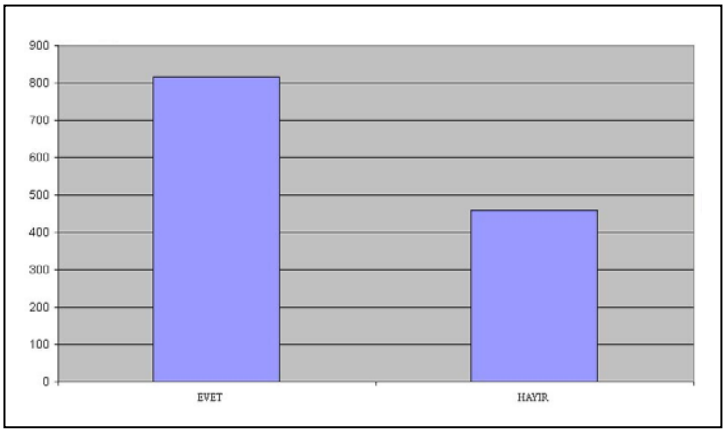
SORU 1.
Cinsiyetiniz.

- % 49 Kadın
- % 51 Erkek



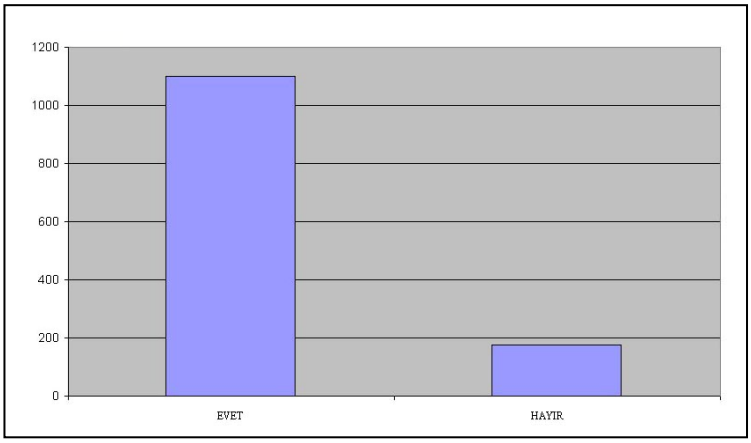
SORU 2.

Kaç kardeşiniz var? (Kendinizden başka)



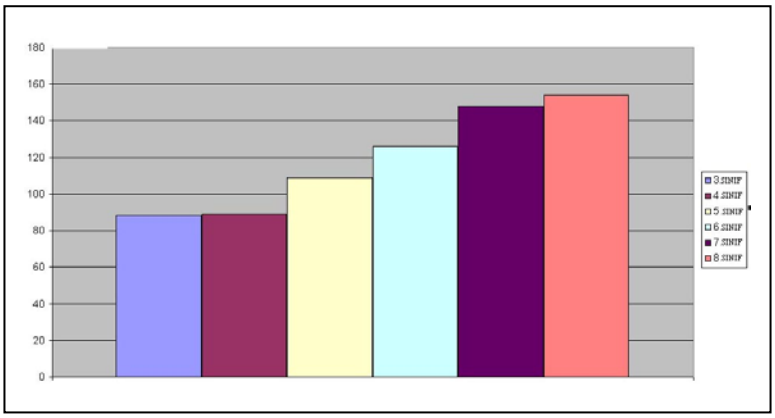
SORU 3.

Evde kendinize ait bir odanız var mı?



SORU 4.

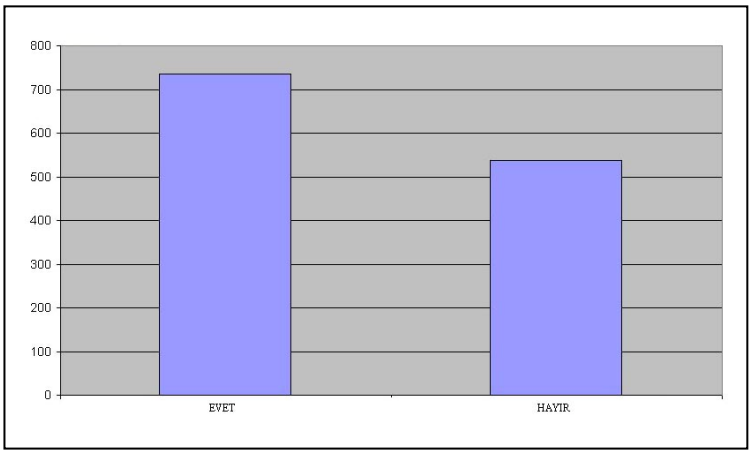
Evde ders çalışırken sessiz bir ortam sağlanıyor mu?



SORU 5.

Evinizde hangi seslerden rahatsız oluyorsunuz?

Yukarıda 5. soruya, sınıf bazında verilen yanıtlar görülmektedir, öğrencilerin %56' sı, evlerinde en çok ev aletleri gürültüsünden rahatsız olmaktadır. Sonrasında sırasıyla, %37 oranında televizyon gürültüsünden, %31 oranında karayolu araç gürültüsünden, %17 oranında seyyar satıcı gürültüsünden, %14 oranında müzik sesinden, %12 siren sesinden, %9 oranında havayolu araç gürültüsünden ve en az da %4 oranında hayvanların gürültüsünden rahatsız oldukları görülmektedir.

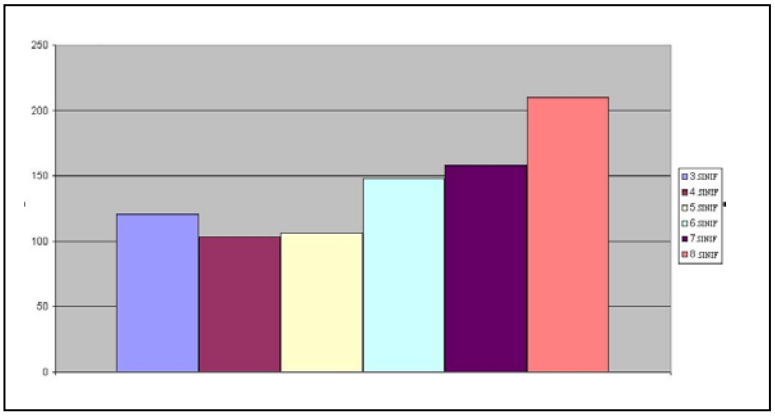


SORU 6.

Evinize, dışarıdan gelen; trafik, inşaat, okul, park vb. gürültüler, okuduğunuzu anlamanıza engel oluyor mu?

Soru 7'de ise, tüm öğrencilere, evde nerede ders çalıştıkları sorulmuş, öğrencilerin % 68' i kendi odasında çalıştığını ifade etmiştir. % 34' ü evinde salonda çalışırken, ancak % 1' i ise mutfakta çalışmaktadır.

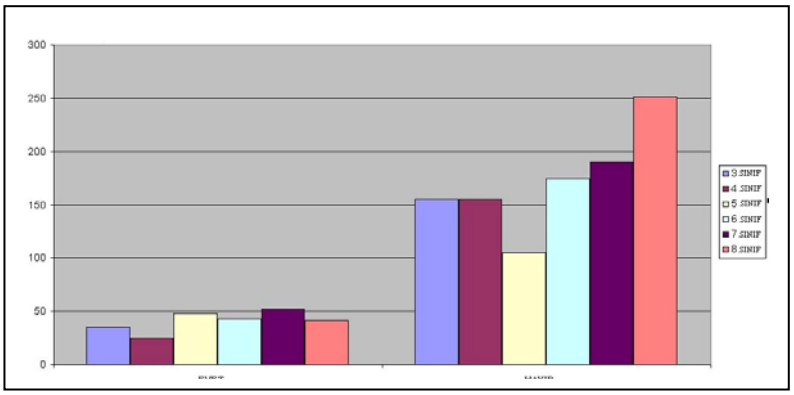
Okul Ortamı



SORU 8.

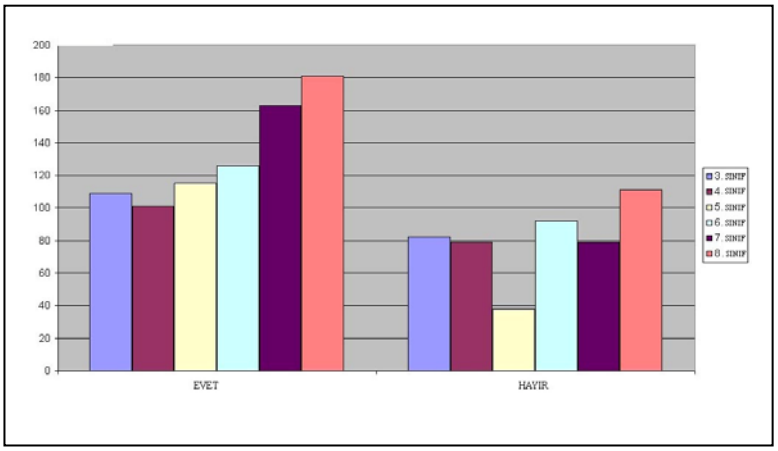
Sınıf ortamında, ders yaparken hangi seslerden rahatsızlık duyuyorsunuz?

Öğrencilerin %66' sı, sınıf ortamında ders esnasında en çok arkadaşlarının konuşmalarından rahatsız olmaktadır. Sonrasında sırasıyla, %62 oranında okul bahçesinden gelen sesler, %36 oranında koridordan gelen sesler, %23 oranında yan/alt/üst sınıflardan gelen sesler, %12 oranında masa, sandalye gürültüsü, %3 oranında görsel, işitsel cihaz sesleri ve %2 oranında en az havalandırma ile aydınlatma armatürleri gürültüsünden rahatsızlık duymaktadırlar.



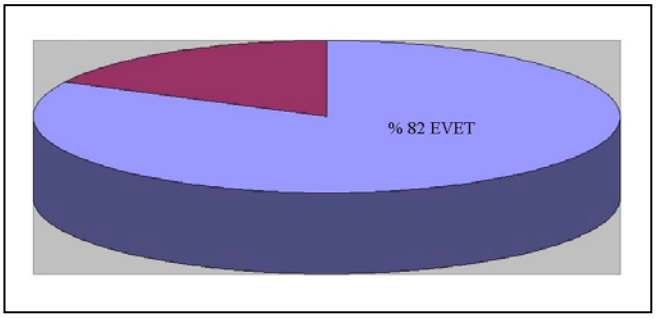
SORU 9.
Sınıfın pencereleri kapalı halde iken, ders sırasında, öğretmeninizin söylediğini anlamada güçlük çekiyor musunuz?

Öğrencilerin %19' u, sınıfın pencereleri kapalı iken, ders esnasında, öğretmenlerinin söylediğini anlamada güçlük çekmektedir.



SORU 10.
Sınıfın pencereleri açık halde iken, ders sırasında, öğretmeninizin söylediğini anlamada güçlük çekiyor musunuz?

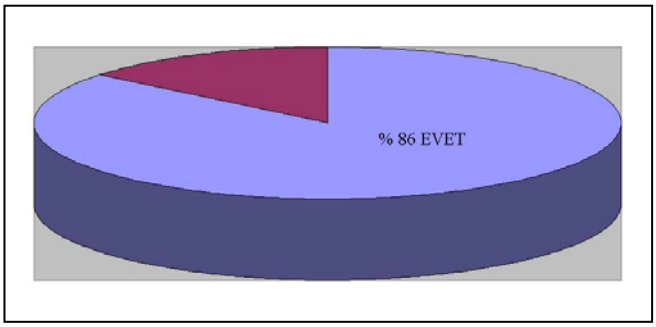
Öğrencilerin %62' si, sınıfın pencereleri açık iken, ders esnasında, öğretmenlerinin söylediğini anlamada güçlük çekmektedir.



SORU 11.

Gürültülü bir ortamda ders çalışmak, başarınızı olumsuz yönde etkiler mi?

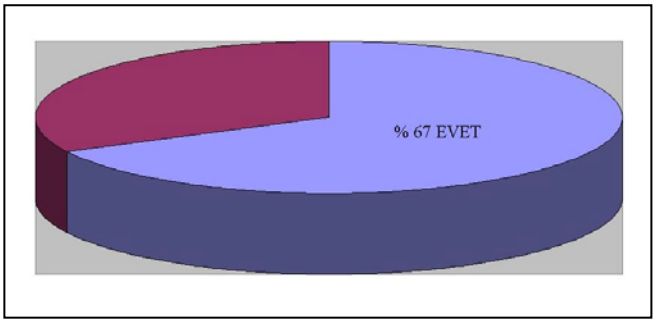
Öğrencilerin %82' si, gürültülü ortamda ders çalışmanın başarıyı olumsuz etkilediği ifade ederken, %11 kararsızım yanıtı vermiştir.



SORU 12.

Çalışırken etrafınızdaki gürültüler sizi rahatsız ediyor mu?

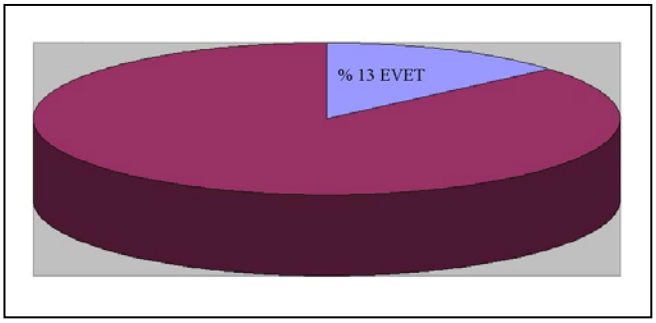
Öğrencilerin %86' sı, çalışırken etraflarındaki gürültüden rahatsız olurken, ancak %7' si bu konuda kararsız kalmıştır.



SORU 13.

Okulunuzun daha sessiz bir yerde olmasını ister misiniz?

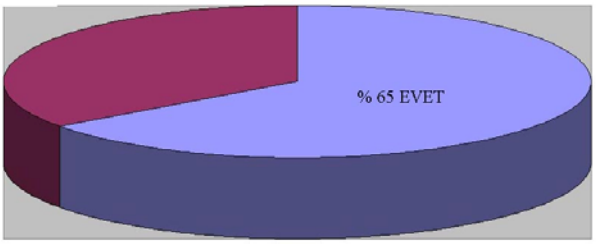
Öğrencilerin %67' si, okulunun daha sessiz bir yerde olmasını tercih ederken, %19' u kararsızım yanıtı vermiştir.



SORU 14.

Öğretmenleriniz ders anlatırken sesleri çınlıyor mu?

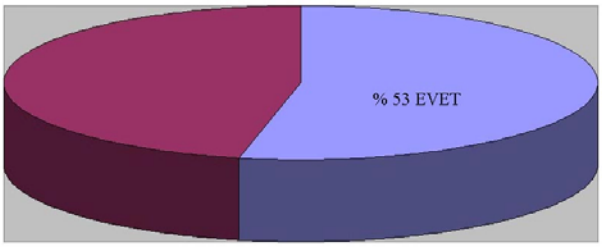
Öğrencilerin %13' ü, öğretmenlerinin ders anlatırken seslerinin çınladığını belirtirken, %21' i bu konuya kararsız kalmıştır.



SORU 15.

Sizden önce teneffüse çıkan sınıfların gürültüsü sebebiyle derse devam etmekte zorlanıyor musunuz?

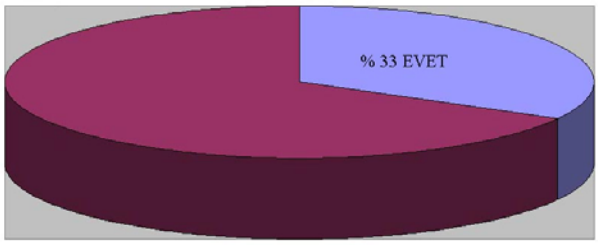
Öğrencilerin % 65' i, kendilerinden önce teneffüse çıkan sınıfların çıkardıkları gürültüden rahatsız olurken, %14' ü kararsızım yanıtı vermiştir.



SORU 16.

Evde kimse yokken mi ders çalışmayı tercih edersiniz?

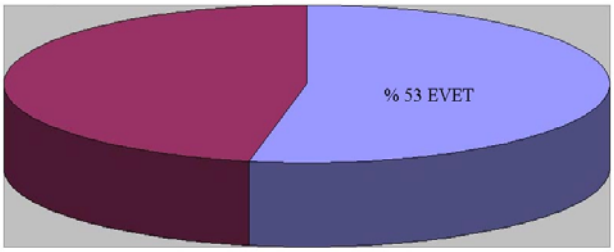
Öğrencilerin % 53' ü, evde kimse yokken ders çalışmayı tercih etmektedir, %20' si ise kararsız kalmıştır.



SORU 17.

Ailenizin televizyon izlemesi, ders çalışmanıza engel olur mu?

Öğrencilerin %33' ü, aile üyelerinin televizyon izlemesinin, ders çalışmalarına engel olduğunu düşünürken, %14' ü de bu konuya kararsız yaklaşmıştır.



SORU 18.

Aile üyelerinizin ya da misafirlerinizin konuşması, okuduğunuzu anlamanıza engel oluyor mu?

Öğrencilerin %53' ü aile üyelerinin ya da eve gelen misafirlerin konuşması sebebiyle, okuduğunu anlamada zorlandığını belirtirken, %16' sı kararsızım yanıtı vermiştir.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Anket sonuçlarının ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılması

- Öğretmenlerin yaklaşık yarısı, sınıflarındaki işitsel ortamdan şikayet etmektedir. Ancak, ölçüm sonuçlarına bakıldığında, sınıflardaki dinleme ortamının oldukça yetersiz olduğu belirlenmiştir.
- Öğretmenlerin sadece % 6'sı sınıf içersindeki gürültü düzeyini yüksek bulmuştur, halbuki okulun her iki bloğundaki sınıflarda ölçülen ses düzeyi olması gerekenden oldukça yüksektir. Elde edilen bulgularla, ankete verilen yanıtlar birbiriyle çelişmektedir.
- Yoğun trafik gürültüsü, sınıf dışı gürültü kaynaklarının en etkilisi olmasına rağmen, ankete verilen yanıtlarda, öğretmenler, okul bahçesinden gelen seslerden en çok rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Süreklilik arz eden yoğun trafik gürültüsünün, arka plan gürültüsü olarak okulun kullanıcılarında belli bir süreden sonra alışkanlık yarattığı ve fark edilirliğinin azaldığı söylenebilir.
- Elde edilen bulgularda, her ne kadar, öğretmen ve öğrenciler tarafından eğitim-öğretimde gürültü konusunun büyük önem taşıdığı düşünülse de, bu konuda yeteri kadar araştırma yapmadıkları görülmektedir. Örneğin, öğretmenlerin hiçbirinin, sınıflarındaki öğrencilerin işitme sorunu olup olmadığı bu zaman dek araştırmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, öğrencilerin çoğu, gürültünün başarıyı olumsuz etkilediğini düşünmektedir ve okullarının daha sessiz bir ortamda olmasını istemektedir.
- Sınıf penceresi açıkken öğretmenlerin yalnızca %6'sı dış gürültü kaynaklarından rahatsız olmaktadır. Buradan anlaşılmaktadır ki, sınıf içi gürültü düzeyinin oldukça yüksek olması sebebiyle, dışarıdan gelen gürültü sınıf içinde çok da etkili olmamaktadır. Halbuki, sınıflarda pencere kapalı iken bile, rahatsız edici düzeyde bir gürültü mevcuttur. Buna rağmen, sınıflarda pencere kapalı halde iken, öğrencilerin ancak %19'u söylenileni anlamada güçlük çektiğini belirtmiştir. Ayrıca, sınıf içindeki gürültü düzeyinin fazla olması sebebiyle, öğretmenler de seslerini öğrencilere duyurabilmek için yüksek tonda konuşmak durumunda kalmaktadırlar. Bu durum da, sınıf içinde zaten yüksek olan gürültü düzeyini daha arttırmaktadır. Elde edilen ölçüm sonuçlarının olması gerekenden çok yüksek değerlerde olması da bu durumu kanıtlamaktadır.

Tablo 6.1' de, bölüm 4.5' te belirlenen ilköğretim okullarının akustik performans değerlendirme tablosu temel alınarak, örnek okul olarak incelenen Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun performans değerlendirme tablosu yapılmıştır. Tabloda, gerekli şartı sağlayan her bir madde için çarpı işaret (X) konmuştur.

Tablo 6.1: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun performans değerlendirme tablosu

İlköğretim Okullarının Performans Değerlendirme Tablosu		
A. İlköğretim Okullarının Yerleşme Ölçeğinde İncelenmesi		
1.	Sağlık ve güvenlik düzeyi yeterli, kullanıcıların kolayca ulaşabileceği yerlerde konumlanmalıdır.	**X**
2.	Park, spor ve kültür alanları ile yakın ilişki içinde olmalıdır.	**X**
B. İlköğretim Okullarının Bina Ölçeğinde İncelenmesi		
1.	Sınıflar, çok amaçlı salon, kütüphane gibi sessizliğe ihtiyaç duyan mekanlar, okulun gürültülü kısımlarına konumlanmamalıdır. Tuvaletler, kantin, spor alanları, irkülasyon alanları gibi paravan mekanlar yapılarak gürültü uzaklaştırılmalıdır.	X
2.	Havalandırma boruları ile gürültünün mekanlar arasında iletimini engellemek için boruların yalıtılması gerekir.	X
C. İlköğretim Okullarının Yapı Elemanı Ölçeğinde İncelenmesi		
1.	Pencereler iyice sabitlenmeli, hava boşluklu çift cam kullanılmalıdır.	X

Tabloda, sadece gerekli şartı sağlayan maddelere yer verilmiştir, buradan da görülmektedir ki, Oruçgazi İlköğretim Okulu' nu, ilköğretim okulları için belirlenen akustik performans kriterlerinin çoğunu sağlamamaktadır.

KAYNAKLAR

[1] **Karabey, H.,** 2004. Eğitim Yapıları: Geleceğin Okullarını Planlamak ve Tasarlamak, Çağdaş Yaklaşımlar, İlkeler, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

[2] **Building Bulletin 93 Acoustic Design of Schools** - A Design Guide, Department for Education and Skills, 2003. The Stationary Office, London.

[3] **Knudsen, V. O.,** 1950. Harris, C. M. , Acoustical Designing in Architecture, John Wiley & Sons, New York.

[4] **Erol, H. B.,** 2006. İç Mekanda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[5] **Schaudinischky, L. H.,** 1976. Sound, Man and Building, Applied Science Publishers Ltd., London.

[6] **Bagenal, H.,**1942. Planning Acoustics and Planning Against Noise, Chemical Publishing, New York.

[7] **Demirkale, S. Y.,** 2007. Çevre ve Yapı Akustiği, Birsen Yayınevi, İstanbul.

[8] **İliş, İ. A.,** 2005. Yapı Elemanlarında Hava İle Yayılan Sesin EN ve ISO Standartlarına Göre Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[9] **Everest, A.,** 2001. The Master Handbook of Acoustics, McGraw-Hill, New York.

[10] **Berg, F. S.,** 1993. Acoustics and Sound Systems in Schools, Singular Publishing: San Diego, California.

[11] **Ateş, E. G.,** 2007. Kültürel Mirasımız Olan Yerebatan Sarnıcı' nın Akustik Sorunlarının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[12] **ANSI (American National Standards Institute) S12.60–2002,** 2002. Acoustical Performance Criteria, Design and Requierements and Guidelines for Schools, *National Standard,* United States of America.

[13] **Lawrence, A.,** 1989. Acoustics and The Built Environment, Elsevier Science Publishers Ltd., New York.

[14] **Beranek, L.,** 2004. Concert Halls and Opera Houses: Musics, Acoustics and Architecture, Springer-Verlag: New York.

[15] **Yıldırım, E.,** 2003. Yeni Cami'nin Akustik Açıdan Performans Değerlendirmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[16] **TS 2726**, 1977. Akustik Konuşmanın Anlaşılabilirliği Yönünden Gürültünün Değerlendirilmesi, *Ulusal Standart*, Türkiye.

[17] **Bistafa, S. R., Bradley, J. S.,** 2000. Reverberation Time and Maximum Background Noise Level for Classroom from a Comparative Study of Speech Intelligibility Metrics, *JASA*, Vol. 107 (2), 861–875.

[18] **Long, M.,** 2006, Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press, London.

[19] **Ando, Y.,** 1998. Architectural Acoustics, Blending Sound Sources, Sound fields and Listeners, Aip Press, New York.

[20] **Eggenschwiler, K.,** 2006. Room Acoustics of Classrooms with Different Shapes, Euronoise 2006, Tampere, Finland.

[21] **Crandel, C. C. , Smaldino, J. J. ,** 2000. Classroom Acoustics for Children with Normal Hearing and with Hearing Impairment, *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, Vol. 31, 362-370.

[22] http://www.jeacoustics.com

[23] **Guckelberger, D.,** 2003. A new Standard for Acoustics in the Classroom, *Trane Engineers Newsletter*, Vol.32(1).

[24] **Bradley, J. S. , Sato, H. ,** 2004. Speech Intelligibility Test Results for Grades: 1, 3 and 6 Children in Real Classrooms, Proceedings of ICA 2004, Kyoto.

[25] **Avşar, Y.,** 2002. Eğitim Kurumlarında Akustik Konfor Parametrelerinin Öğrenme Üzerindeki Etkisinin Araştırılması, *Doktora Tezi,* Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[26] **Bayazıt Tamer, N.,** 1999. Dikdörtgen Kesitli Konser Salonlarının Akustik Değerlendirmesi için Bir Tasarım Yöntemi, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[27] **Özçevik, A.,** 2005. Mimari Tasarım Stüdyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek, *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

[28] **Bradley, J. S.,** 1999. A just noticeable difference in C_{50} for speech, *Applied Acoustics*, Vol. 58, 99-108(2).

[29] http://www.bksv.com

[30] http://www.meyersound.com/support/papers/speech

[31] http://www.acousticalsurfaces.com

[32] **Bayazıt Tamer, N., Küçükçiftçi, S., Y., Altun, C., İnan, N.U.**, **Demirkale, S.,** 2006. A Questionnaire Survey of Elementary School Students' and Teachers' Perception of Noise in Istanbul, Inter-Noise 2006, USA.

[33] http://www.acoustics.auckland.ac.nz

[34] **Sipahioğlu, D. ,** 1995. Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Televizyon Stüdyosu Akustik Performansının Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[35] http://www.marktaw.com/recording/Acoustics/AcousticsCrashCourse1-Mod.html

[36] **Everest, A.,** 1997. Sound Studio Construction on a Budget, McGraw-Hill, New York.

[37] **Vallet, M.,** 2000. Some European Standards on Noise in Educational Buildings, International Symposium on Noise Control&Acoustics for Educational Buildings, İstanbul.

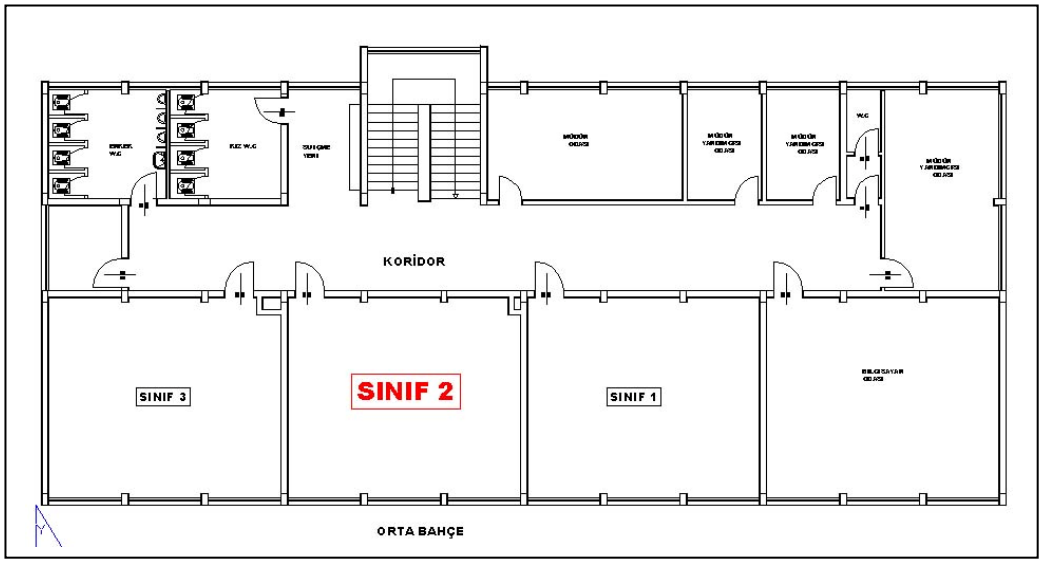
[38] www.ibb.gov.tr

[39] **Bradley, J. S. , Sato, H.,** 2004. Evaluation of Acoustical Conditions for Speech Communication in Active Elementary School Classrooms, Proceedings of ICA 2004, Kyoto.

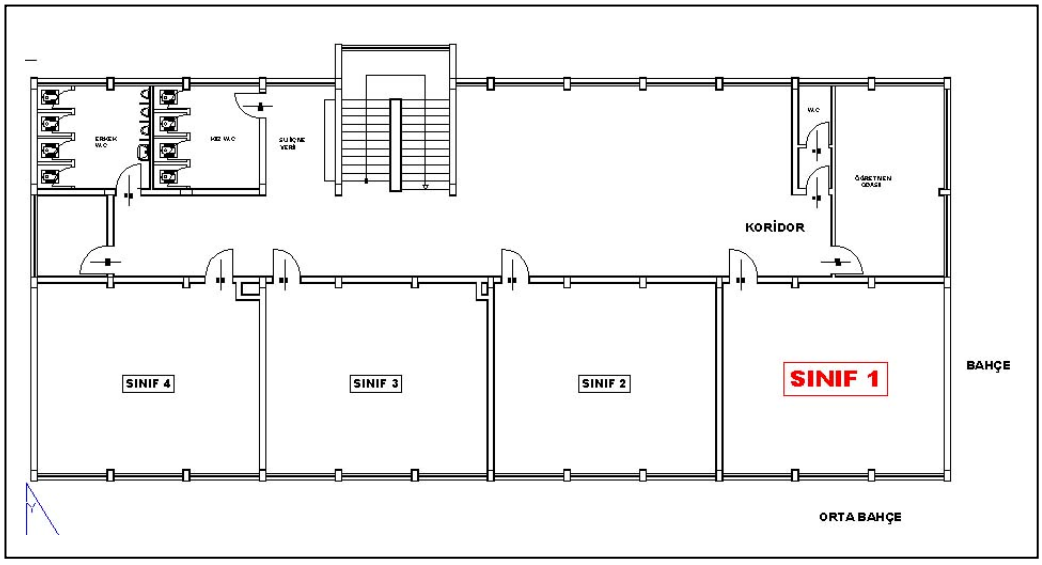
[40] **Kölük, E.,** 1996. İç Mekanlarda Oluşan Gürültüler ve Önlemler (Kapalı Spor Salonu Örneği), *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[41] **Çevre ve Orman Bakanlığı**, 2002. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Türkiye.

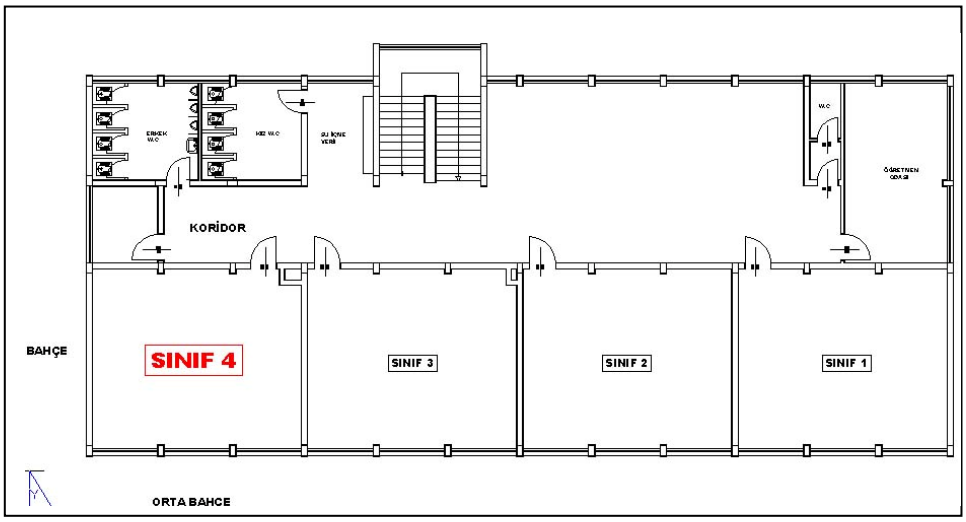
EK A. ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU' NUN A VE B BLOĞUNDA ÖLÇÜM YAPILAN SINIFLARIN KONUMLARI VE OKULUN MEKANLARININ Leq DEĞERLERİ



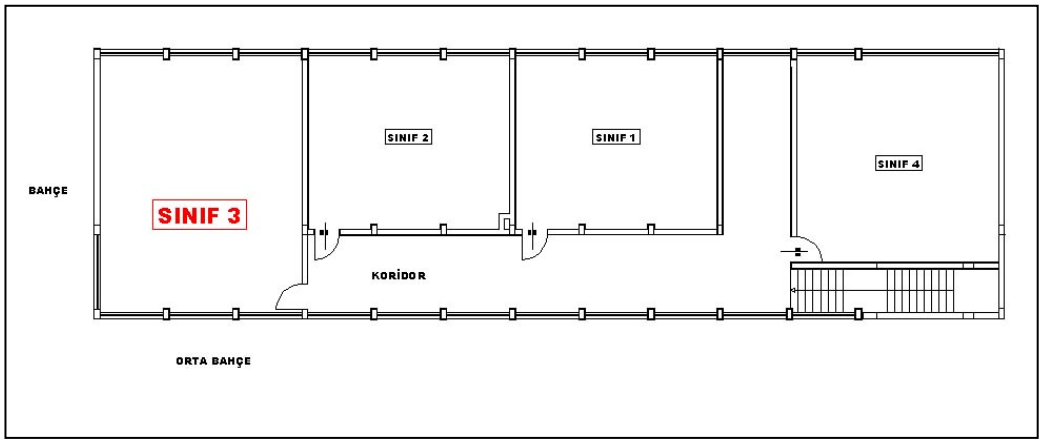
Şekil A.1: A Blok zemin katta seçilen sınıfın konumu



Şekil A.2: A Blok 1. katta seçilen sınıfın konumu



Şekil A.3: A Blok -1. katta seçilen sınıfın konumu



Şekil A.4: B Blok 1. katta seçilen sınıfın konumu

Tablo A.1: Oruçgazi İlköğretim Okulu' nda ölçülen L_{Aeq} değerleri (dBA)

A BLOK					
ZEMİN KAT	LAeq (dBA)	1.KAT	LAeq (dBA)	.-1.KAT	LAeq (dBA)
sınıf 1	38,1	sınıf 1	41	sınıf 1	45,6
sınıf 2	37	sınıf 2	46,8	sınıf 2	41
sınıf 3	39,1	sınıf 3	48,7	sınıf 3	42,5
koridor	48	sınıf 4	39,6	sınıf 4	40,7
		koridor	53	koridor	50,3

B BLOK		**Bina Dışı**	
1.KAT	LAeq (dBA)		LAeq (dBA)
sınıf 1	37,1	kapı önü	72,1
sınıf 2	42,1	orta bahçe	61,1
sınıf 3	44,4		
sınıf 4	43,7		
koridor	47,6		

EK B. ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU' NDA ÖLÇÜLEN NESNEL AKUSTİK PARAMETRELERİN ANALİZ SONUÇLARI

Çınlama Süresi (T) parametresinin hacim içindeki dağılımı

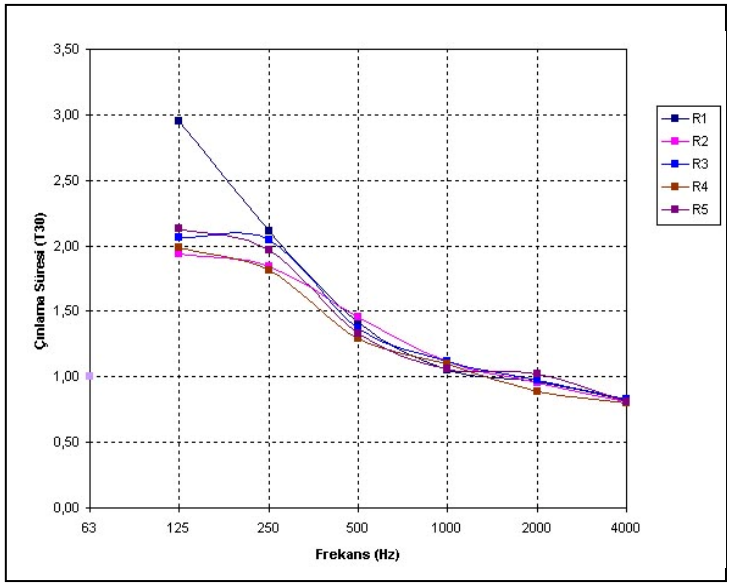
A BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.1: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

A BLOK SINIF 1

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,95	1,94	2,06	1,99	2,13
250	2,11	1,84	2,04	1,81	1,97
500	1,42	1,46	1,37	1,29	1,33
1000	1,05	1,12	1,12	1,10	1,06
2000	0,96	0,95	0,97	0,89	1,02
4000	0,82	0,81	0,83	0,80	0,81



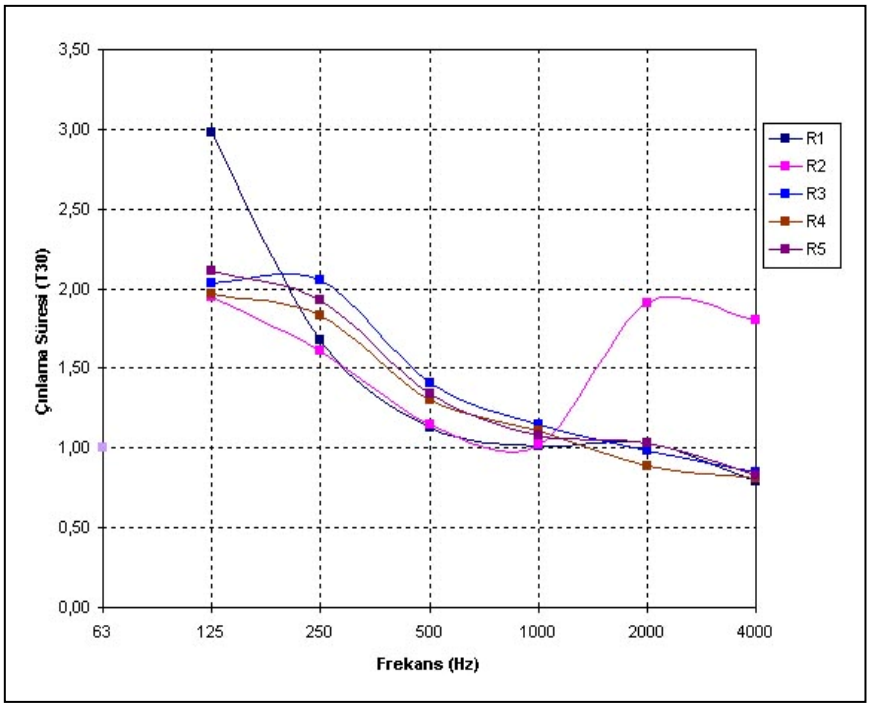
Şekil B.1: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.2: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,98	1,95	2,03	1,97	2,11
250	1,68	1,61	2,05	1,83	1,93
500	1,13	1,15	1,41	1,30	1,34
1000	1,01	1,02	1,15	1,11	1,08
2000	1,03	1,91	0,98	0,89	1,03
4000	0,79	1,80	0,85	0,81	0,83

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 1 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 2 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



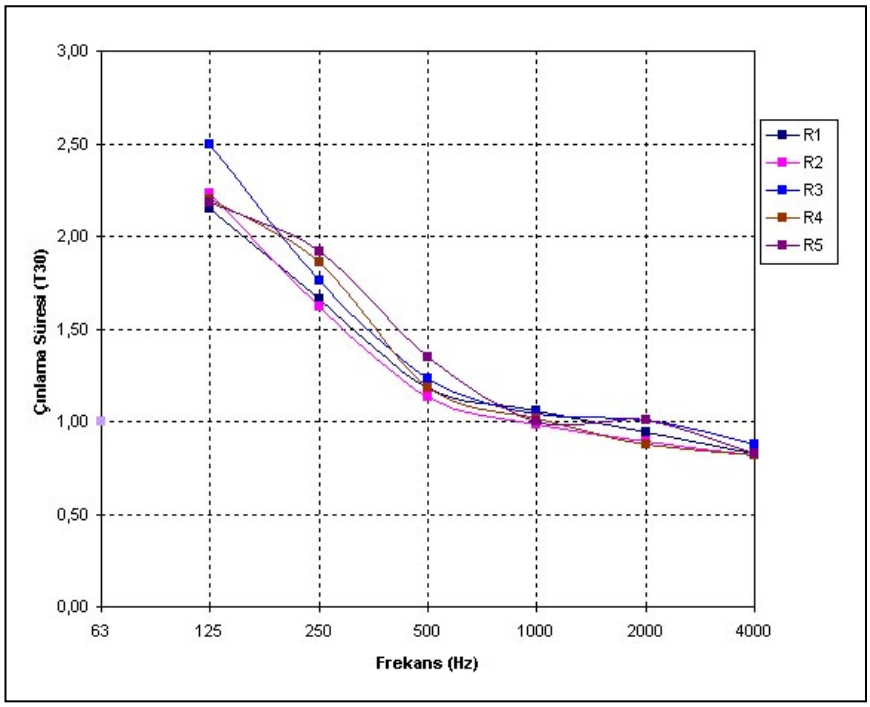
Şekil B.2: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.3: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,15	2,23	2,50	2,20	2,18
250	1,66	1,62	1,76	1,86	1,92
500	1,18	1,13	1,23	1,18	1,35
1000	1,06	0,98	1,04	1,02	1,00
2000	0,94	0,89	1,01	0,88	1,01
4000	0,83	0,82	0,88	0,82	0,83

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 3 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 1 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



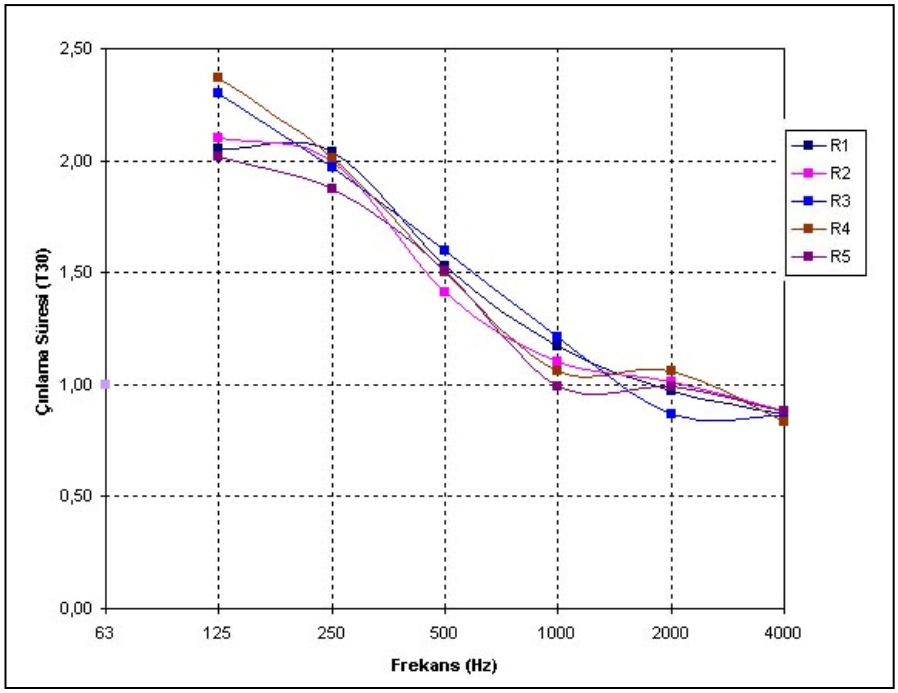
Şekil B.3: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.4: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,05	2,10	2,30	2,37	2,02
250	2,04	2,00	1,97	2,01	1,87
500	1,53	1,41	1,60	1,50	1,51
1000	1,17	1,10	1,21	1,06	0,99
2000	0,97	1,01	0,87	1,06	0,99
4000	0,87	0,88	0,86	0,83	0,88

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 4 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 5 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



Şekil B.4: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

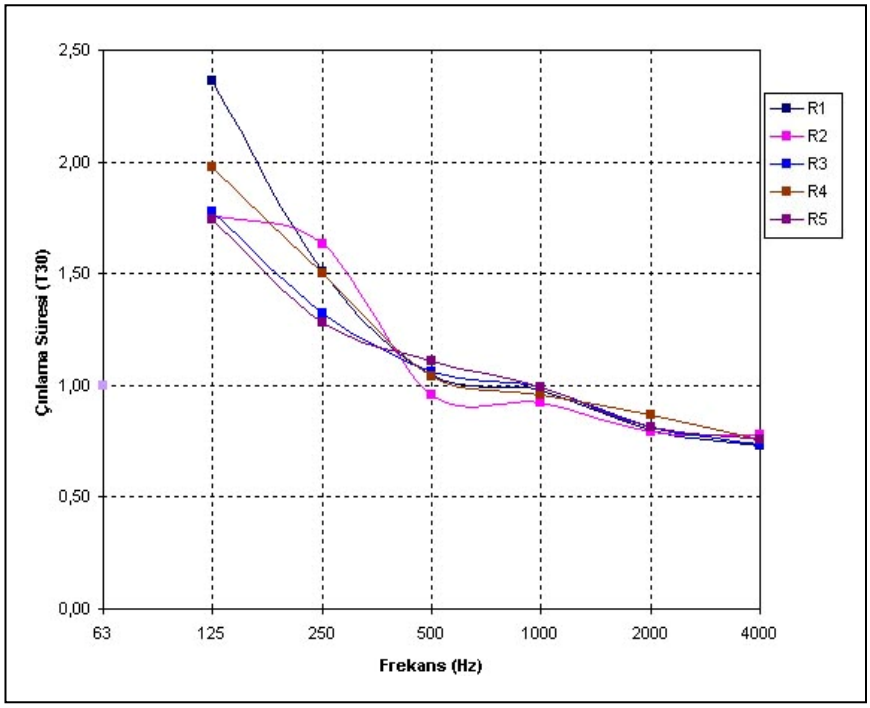
B BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.5: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,36	1,76	1,78	1,98	1,74
250	1,51	1,63	1,32	1,50	1,28
500	1,05	0,96	1,06	1,04	1,11
1000	0,98	0,92	0,99	0,96	0,99
2000	0,80	0,79	0,81	0,87	0,81
4000	0,73	0,78	0,74	0,76	0,76

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 1 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 4 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



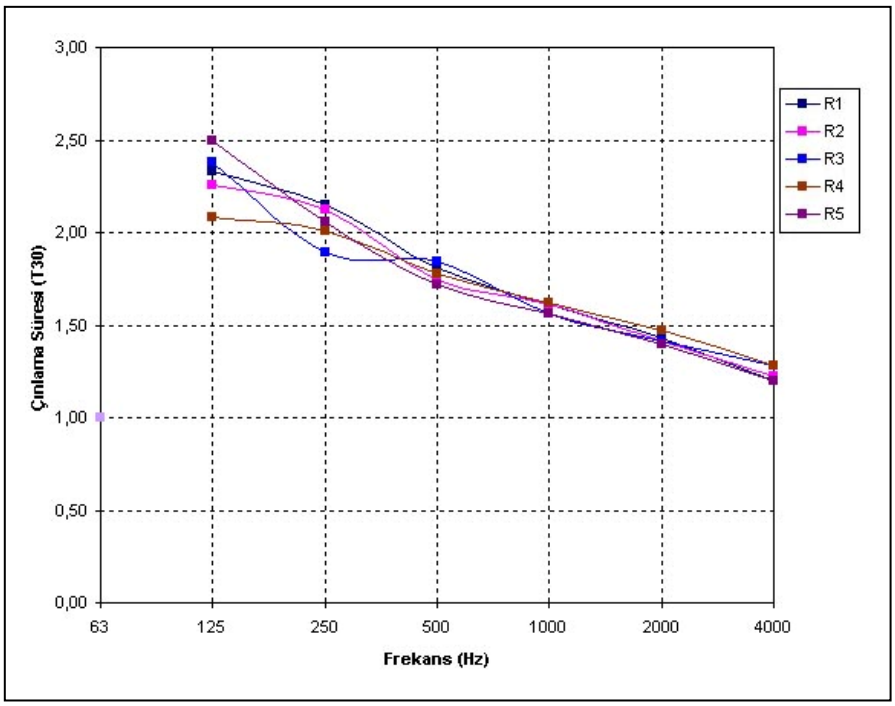
Şekil B.5: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.6: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,33	2,26	2,38	2,08	2,50
250	2,15	2,12	1,89	2,01	2,06
500	1,81	1,74	1,84	1,78	1,72
1000	1,61	1,61	1,56	1,62	1,56
2000	1,43	1,41	1,41	1,47	1,40
4000	1,20	1,22	1,28	1,28	1,20

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 5 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 4 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



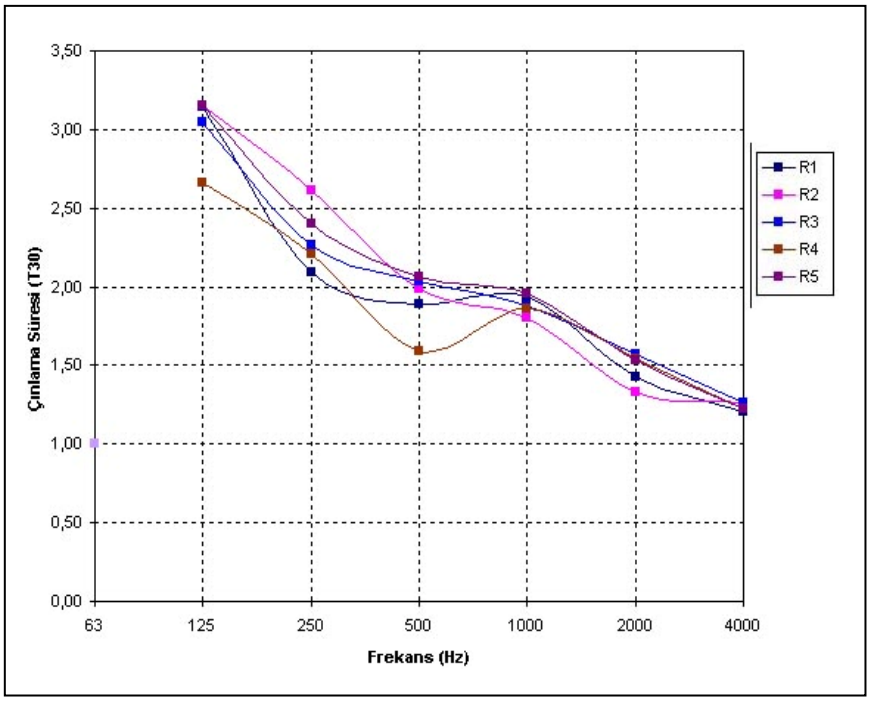
Şekil B.6: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.7: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	3,14	3,15	3,05	2,66	3,15
250	2,09	2,61	2,27	2,21	2,40
500	1,89	1,99	2,03	1,59	2,06
1000	1,94	1,80	1,88	1,86	1,96
2000	1,43	1,33	1,57	1,54	1,53
4000	1,21	1,26	1,26	1,22	1,22

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 2 ve 5 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 4 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



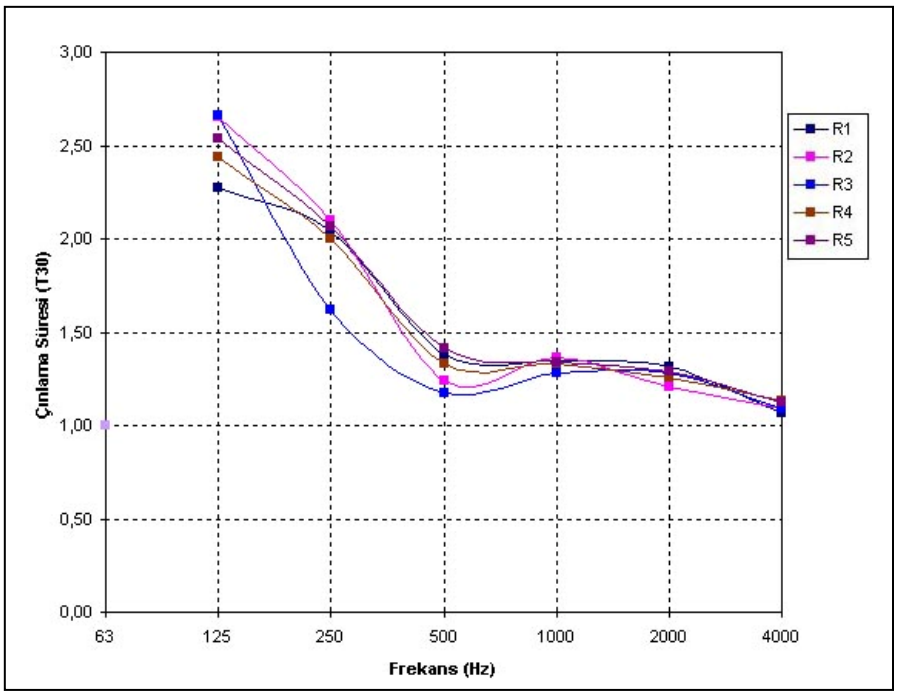
Şekil B.7: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.8: 5 Alıcı için hesaplanan Çınlama Süresi (T30) değerleri.

T30 (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	2,27	2,65	2,66	2,44	2,54
250	2,04	2,10	1,62	2,00	2,07
500	1,38	1,24	1,17	1,33	1,41
1000	1,35	1,36	1,28	1,33	1,34
2000	1,31	1,21	1,28	1,26	1,29
4000	1,07	1,09	1,09	1,13	1,12

Oruçgazi İlköğretim Okulu' nun orta bahçe, pencere tarafındaki alıcısı olan 3 numaralı alıcı öğrenci için çınlama süresi (T30) değerinin en yüksek olduğu görülür. Seçilen sınıf içinde, en arkada oturan, 1 numaralı alıcı olan öğrenci için ise bu değerin en düşük değer olduğu görülmektedir.



Şekil B.8: 5 Alıcı için Çınlama Süresi (T30) değerleri.

Erken Düşme Süresi (EDT) parametresinin hacim içindeki dağılımı

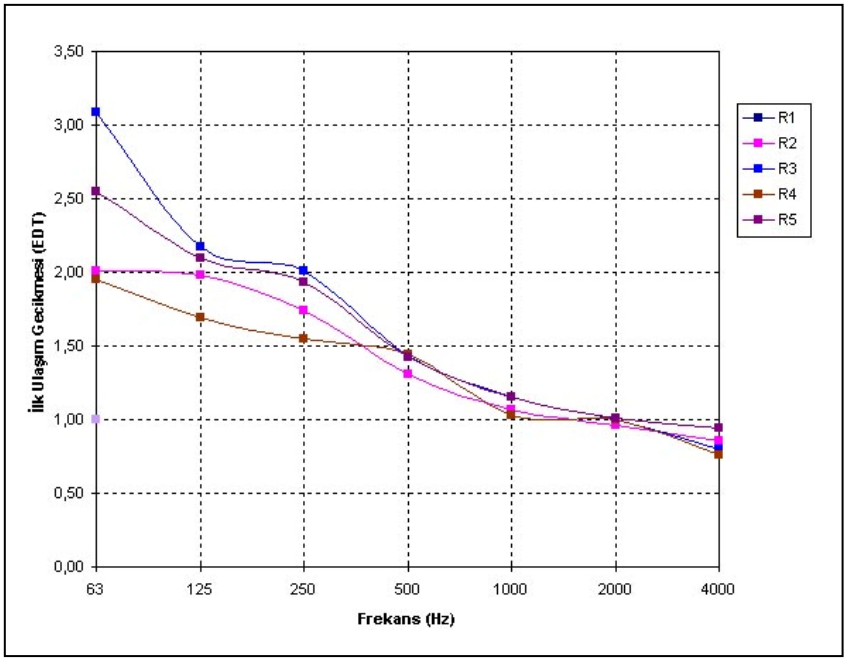
Erken Düşme Süresi EDT, hacmin geometrisinden etkilenir. Yüksek bir erken düşme süresi değeri, çınlayan bir ortamın varlığını ve Netlik (C80) parametresinin değerinin düşük olduğunu gösterir, yani kısa EDT, sesin net olmasını sağlar.

A BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.9: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	2,55	2,01	3,09	1,95	2,55
125	2,10	1,98	2,17	1,69	2,10
250	1,93	1,74	2,01	1,55	1,93
500	1,42	1,31	1,43	1,44	1,42
1000	1,15	1,07	1,15	1,03	1,15
2000	1,01	0,96	1,00	1,00	1,01
4000	0,94	0,86	0,80	0,76	0,94

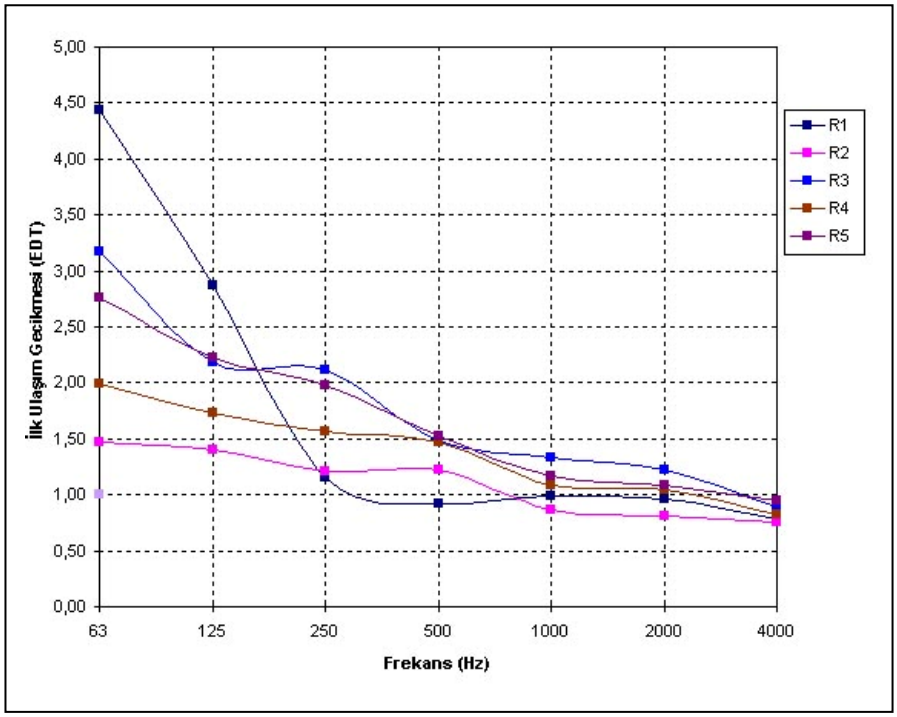


Şekil B.9: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.10: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	4,44	1,47	3,17	1,99	2,76
125	2,87	1,40	2,19	1,73	2,23
250	1,15	1,21	2,12	1,57	1,98
500	0,92	1,22	1,49	1,47	1,52
1000	0,99	0,86	1,33	1,09	1,17
2000	0,96	0,81	1,22	1,05	1,08
4000	0,78	0,76	0,89	0,82	0,95

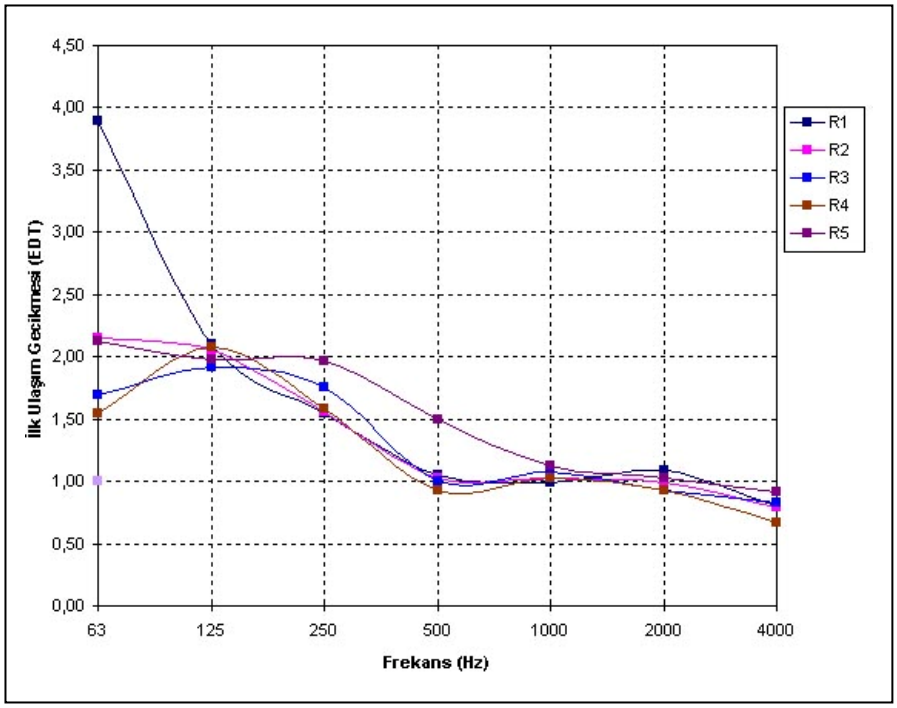


Şekil B.10: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.11: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	3,89	2,15	1,69	1,55	2,13
125	2,10	2,05	1,92	2,08	1,98
250	1,54	1,56	1,75	1,58	1,97
500	1,05	1,02	1,00	0,93	1,50
1000	0,99	1,02	1,07	1,03	1,12
2000	1,09	0,99	0,93	0,93	1,02
4000	0,80	0,79	0,83	0,67	0,91

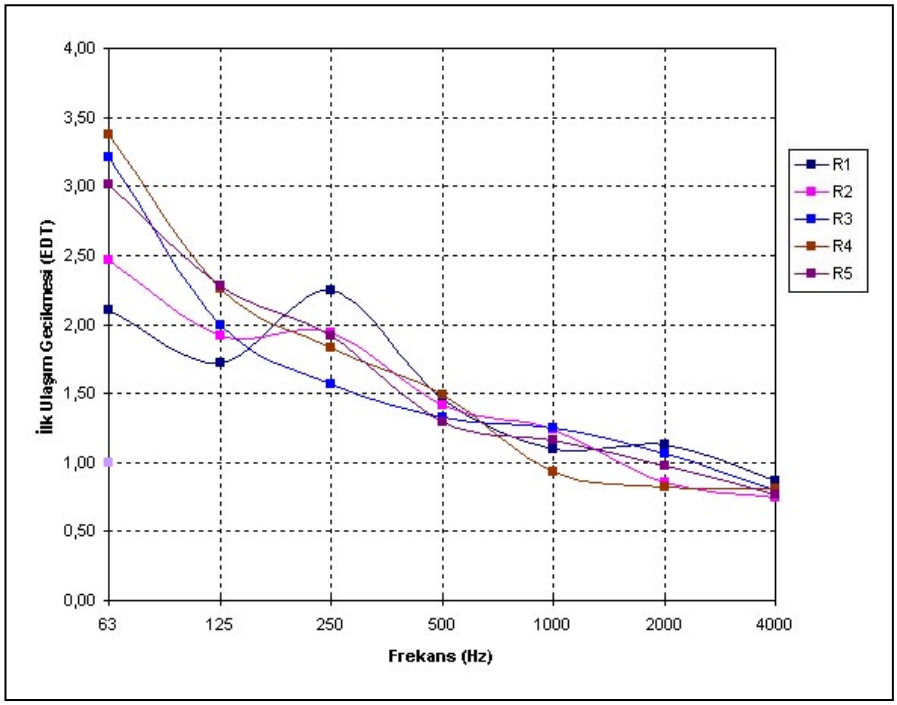


Şekil B.11: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.12: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	2,10	2,47	3,21	3,38	3,01
125	1,72	1,92	2,00	2,26	2,28
250	2,25	1,94	1,57	1,83	1,92
500	1,46	1,41	1,33	1,49	1,29
1000	1,10	1,24	1,25	0,93	1,16
2000	1,13	0,85	1,06	0,82	0,97
4000	0,87	0,75	0,80	0,81	0,77



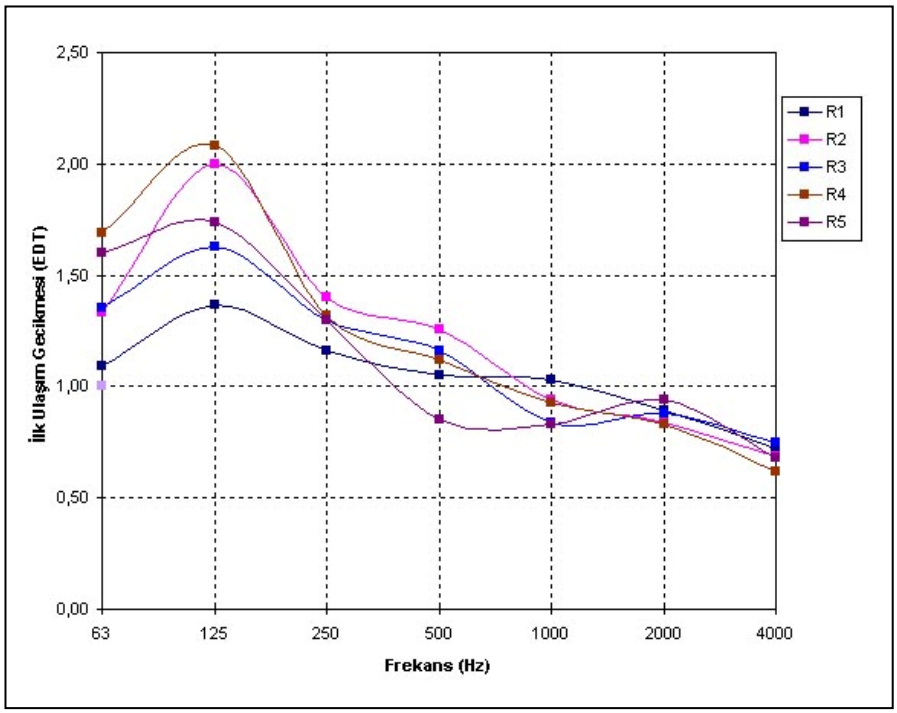
Şekil B.12: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

B BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.13: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	1,09	1,33	1,35	1,69	1,60
125	1,37	2,00	1,63	2,08	1,74
250	1,16	1,40	1,30	1,32	1,30
500	1,05	1,26	1,16	1,12	0,85
1000	1,03	0,94	0,84	0,93	0,83
2000	0,89	0,84	0,88	0,83	0,94
4000	0,72	0,69	0,75	0,62	0,68

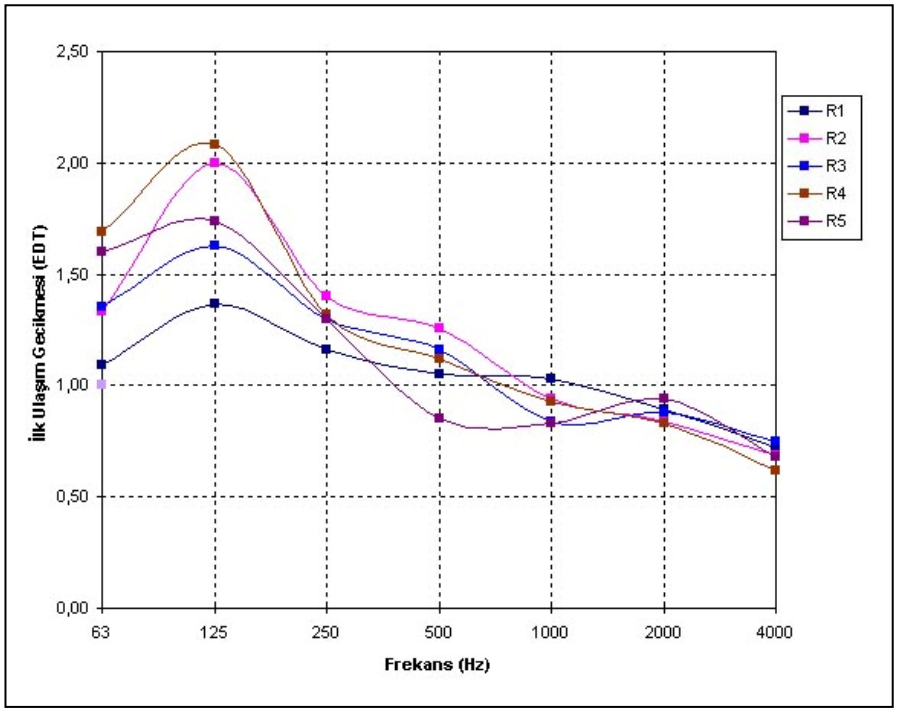


Şekil B.13: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.14: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	1,09	1,33	1,35	1,69	1,60
125	1,37	2,00	1,63	2,08	1,74
250	1,16	1,40	1,30	1,32	1,30
500	1,05	1,26	1,16	1,12	0,85
1000	1,03	0,94	0,84	0,93	0,83
2000	0,89	0,84	0,88	0,83	0,94
4000	0,72	0,69	0,75	0,62	0,68

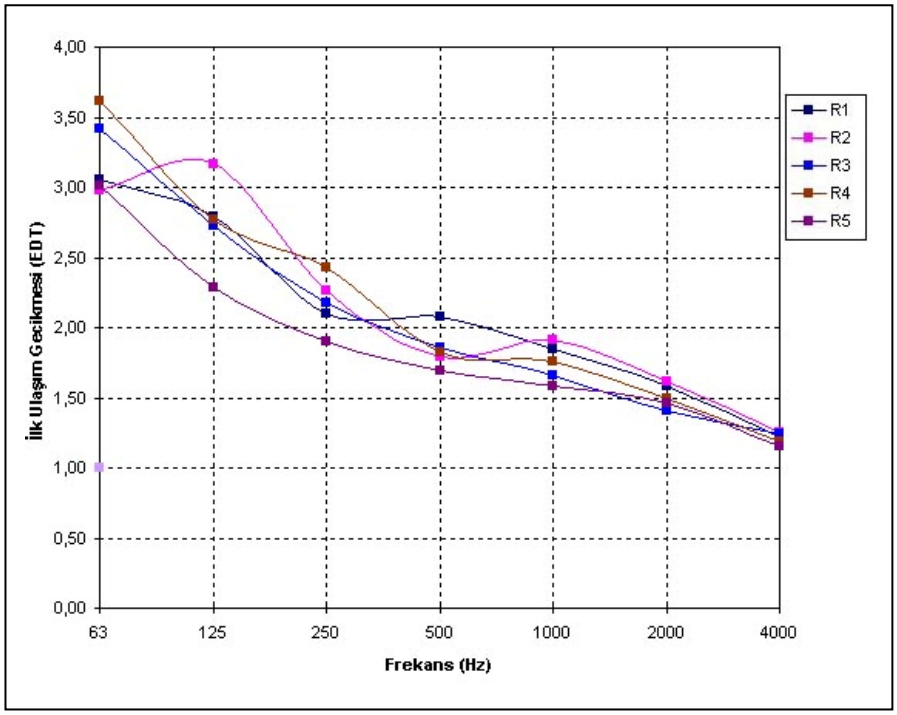


Şekil B.14: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.15: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	3,05	2,98	3,42	3,62	3,01
125	2,79	3,16	2,73	2,77	2,29
250	2,10	2,26	2,18	2,43	1,90
500	2,08	1,79	1,86	1,82	1,69
1000	1,85	1,91	1,66	1,76	1,58
2000	1,58	1,61	1,41	1,49	1,46
4000	1,22	1,25	1,24	1,19	1,15

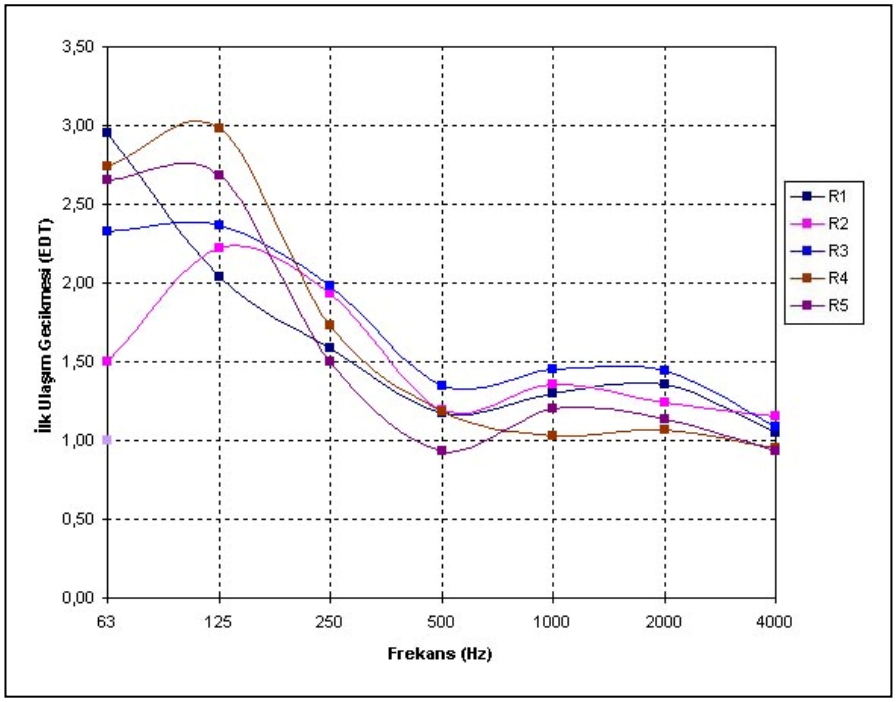


Şekil B.15: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.16: 5 Alıcı için hesaplanan Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

EDT (s)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	2,95	1,50	2,33	2,74	2,65
125	2,04	2,22	2,37	2,98	2,68
250	1,59	1,93	1,98	1,73	1,50
500	1,17	1,19	1,35	1,18	0,93
1000	1,30	1,36	1,45	1,03	1,20
2000	1,36	1,24	1,44	1,07	1,13
4000	1,05	1,15	1,09	0,95	0,93



Şekil B.16: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

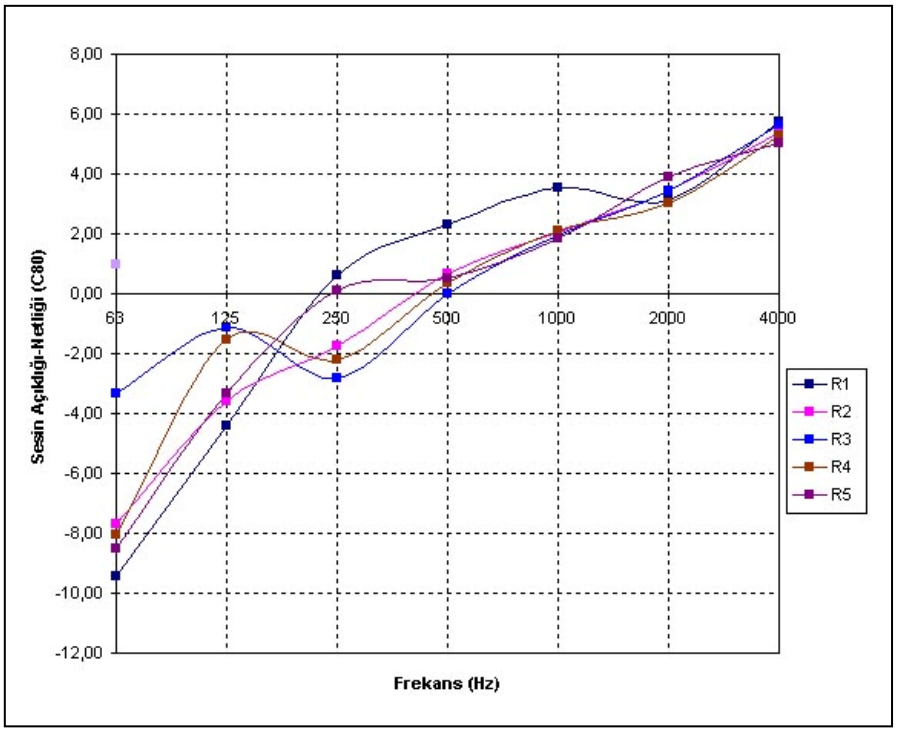
Sesin Açıklığı-Netliği (C80) parametresinin hacim içindeki dağılımı

A BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.17: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-9,43	-7,68	-3,34	-8,04	-8,53
125	-4,42	-3,57	-1,13	-1,52	-3,33
250	0,63	-1,75	-2,80	-2,23	0,08
500	2,30	0,65	0,00	0,35	0,53
1000	3,53	2,07	1,94	2,12	1,87
2000	3,13	3,43	3,44	3,01	3,91
4000	5,73	5,40	5,62	5,29	5,05

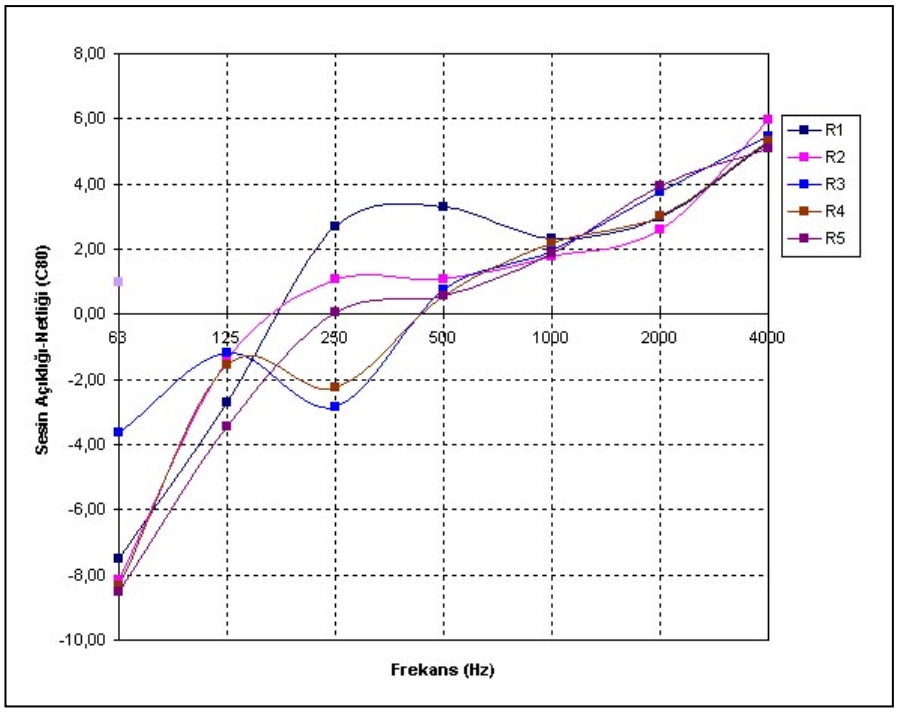


Şekil B.17: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.18: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-7,49	-8,17	-3,65	-8,32	-8,51
125	-2,71	-1,40	-1,18	-1,56	-3,45
250	2,67	1,08	-2,86	-2,26	0,08
500	3,27	1,07	0,76	0,57	0,55
1000	2,31	1,75	1,95	2,19	1,86
2000	2,98	2,61	3,74	3,03	3,93
4000	5,29	5,97	5,46	5,31	5,09

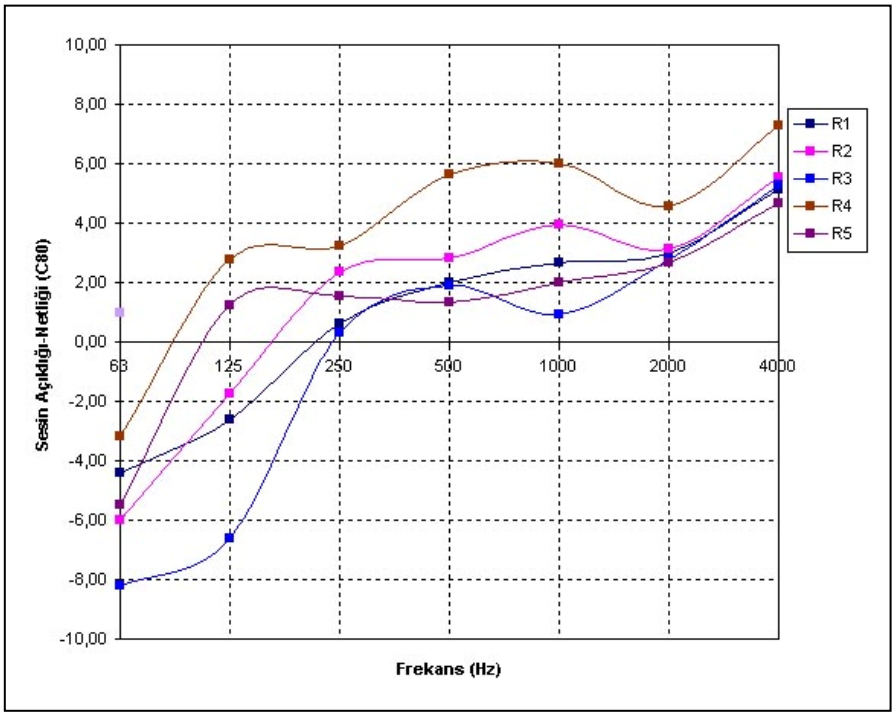


Şekil B.18: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.19: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-4,41	-6,00	-8,22	-3,19	-5,51
125	-2,61	-1,75	-6,61	2,75	1,25
250	0,64	2,35	0,33	3,24	1,54
500	2,01	2,84	1,89	5,66	1,31
1000	2,67	3,95	0,94	6,02	1,99
2000	2,95	3,13	2,75	4,54	2,67
4000	5,13	5,54	5,29	7,26	4,68

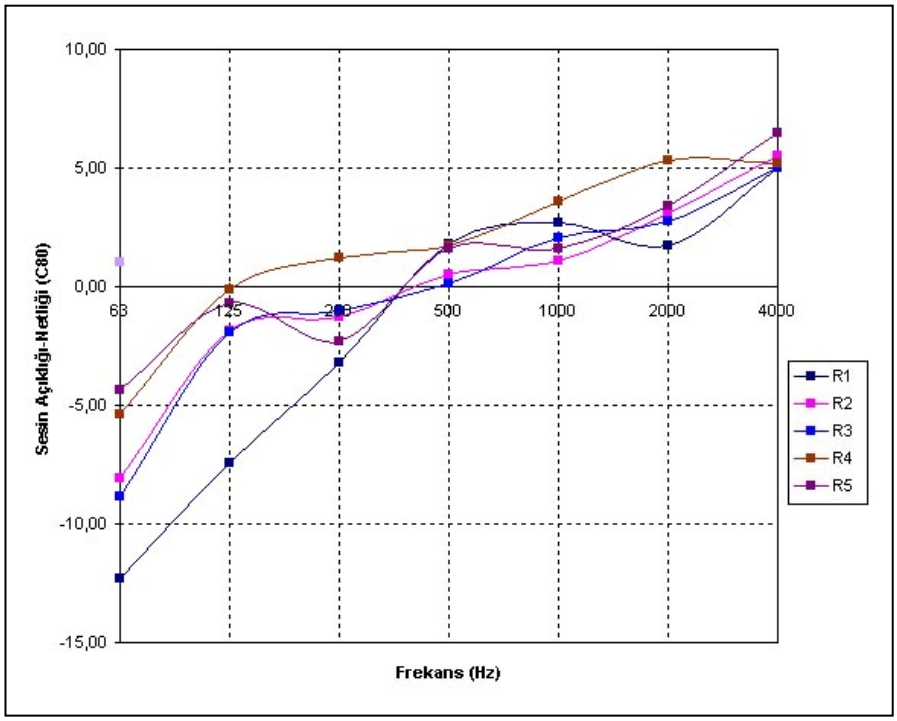


Şekil B.19: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.20: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-12,28	-8,06	-8,84	-5,38	-4,33
125	-7,42	-1,84	-1,90	-0,15	-0,73
250	-3,21	-1,30	-1,03	1,19	-2,33
500	1,81	0,50	0,10	1,75	1,58
1000	2,71	1,08	2,02	3,57	1,62
2000	1,76	3,08	2,77	5,29	3,38
4000	4,99	5,50	5,00	5,19	6,45



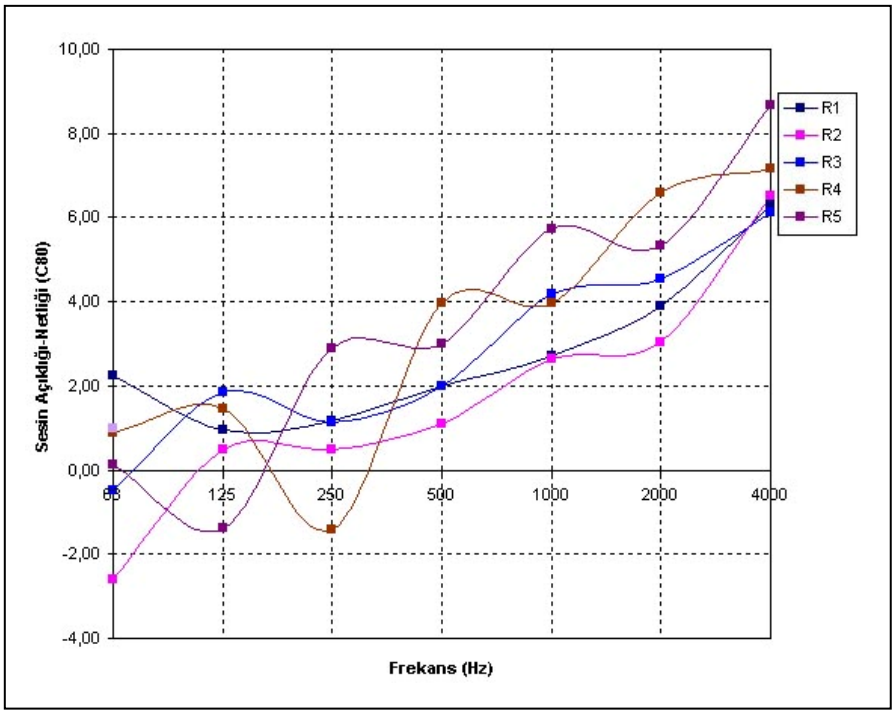
Şekil B.20: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

B BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.21: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	2,24	-2,60	-0,48	0,88	0,14
125	0,94	0,48	1,86	1,46	-1,38
250	1,17	0,48	1,12	-1,43	2,90
500	2,00	1,10	2,01	3,97	3,01
1000	2,72	2,63	4,20	3,98	5,74
2000	3,90	3,03	4,55	6,58	5,35
4000	6,32	6,51	6,14	7,18	8,67

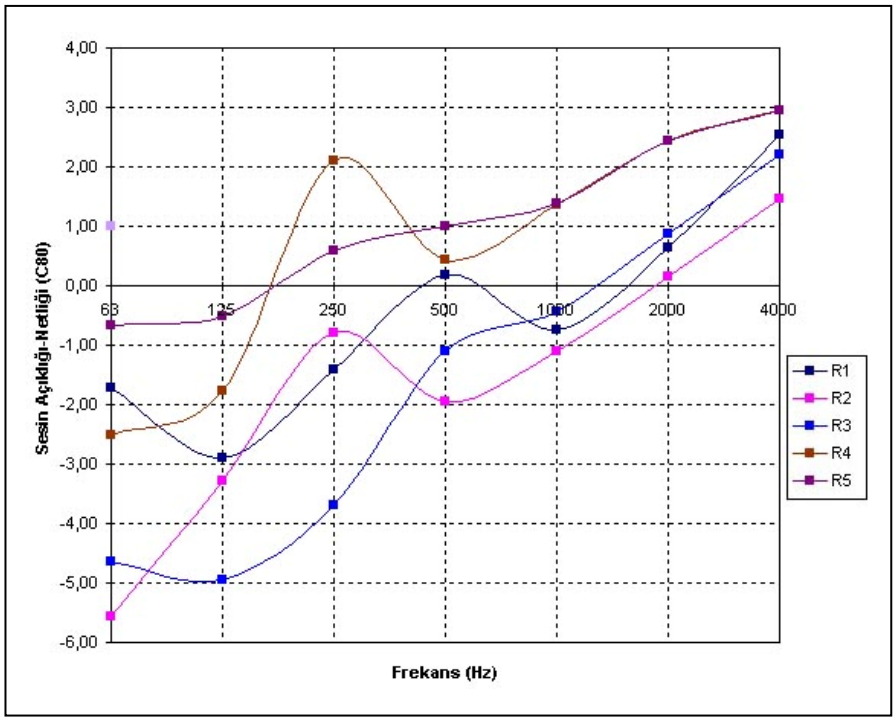


Şekil B.21: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.22: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-1,73	-5,56	-4,64	-2,50	-0,67
125	-2,89	-3,29	-4,95	-1,78	-0,51
250	-1,41	-0,80	-3,68	2,10	0,60
500	0,18	-1,96	-1,11	0,43	1,01
1000	-0,74	-1,10	-0,44	1,35	1,38
2000	0,65	0,16	0,88	2,43	2,43
4000	2,55	1,45	2,20	2,94	2,94

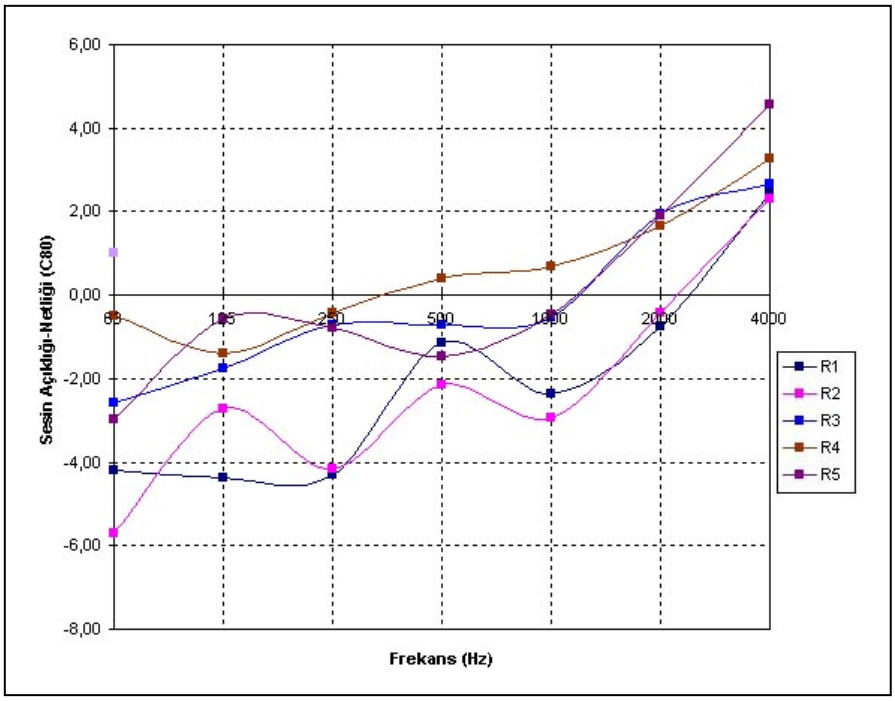


Şekil B.22: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.23: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-4,21	-5,71	-2,58	-0,51	-2,98
125	-4,37	-2,71	-1,75	-1,38	-0,57
250	-4,31	-4,17	-0,71	-0,44	-0,78
500	-1,13	-2,16	-0,70	0,41	-1,46
1000	-2,38	-2,95	-0,54	0,68	-0,46
2000	-0,76	-0,43	1,94	1,66	1,89
4000	2,44	2,32	2,65	3,27	4,57

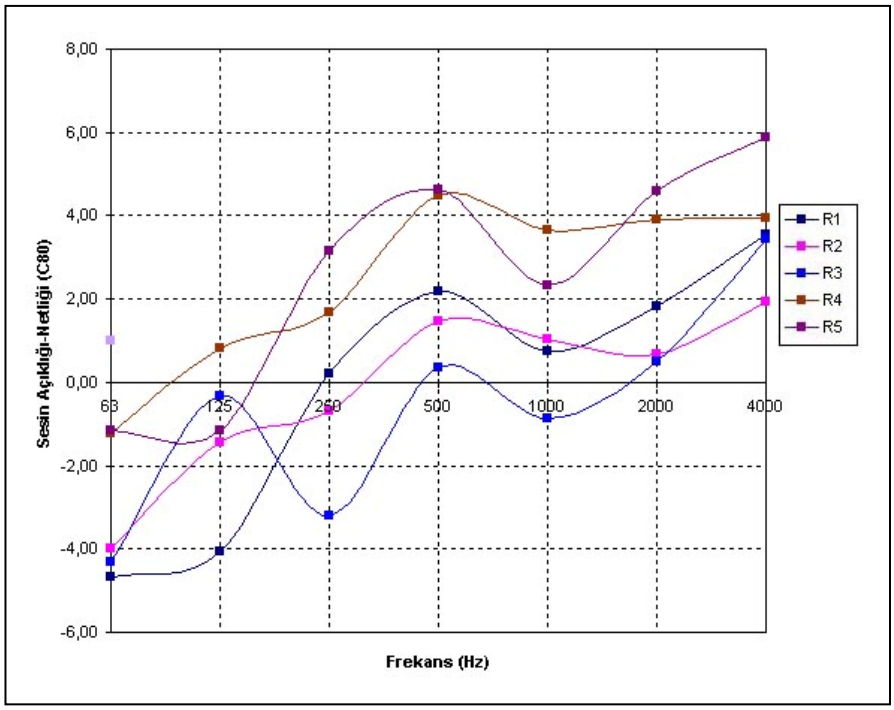


Şekil B.23: 5 Alıcı için Erken Düşme Süresi (EDT) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.24: 5 Alıcı için hesaplanan Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

C80 (dB)	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	-4,68	-3,98	-4,31	-1,23	-1,15
125	-4,07	-1,45	-0,32	0,81	-1,16
250	0,22	-0,70	-3,21	1,70	3,17
500	2,20	1,45	0,37	4,48	4,63
1000	0,75	1,03	-0,87	3,67	2,32
2000	1,81	0,69	0,48	3,90	4,59
4000	3,55	1,92	3,45	3,96	5,88



Şekil B.24: 5 Alıcı için Sesin Açıklığı-Netliği (C80) değerleri.

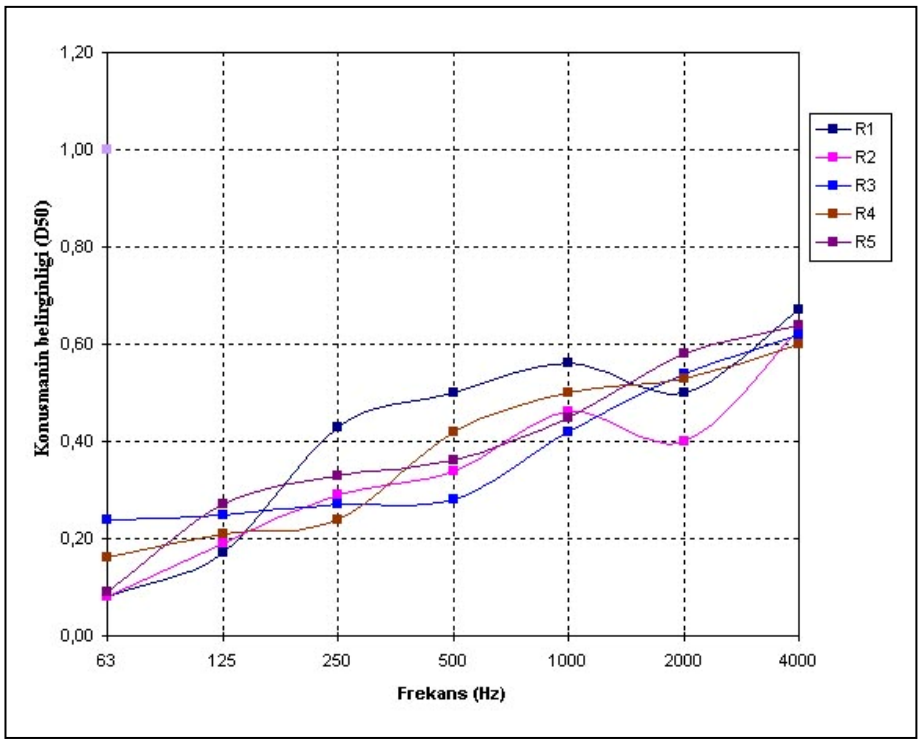
Konuşmanın Belirginliği (D50) parametresinin hacim içindeki dağılımı

A BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.25: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,08	0,08	0,24	0,16	0,09
125	0,17	0,19	0,25	0,21	0,27
250	0,43	0,29	0,27	0,24	0,33
500	0,50	0,34	0,28	0,42	0,36
1000	0,56	0,46	0,42	0,50	0,45
2000	0,50	0,40	0,54	0,53	0,58
4000	0,67	0,63	0,62	0,60	0,64

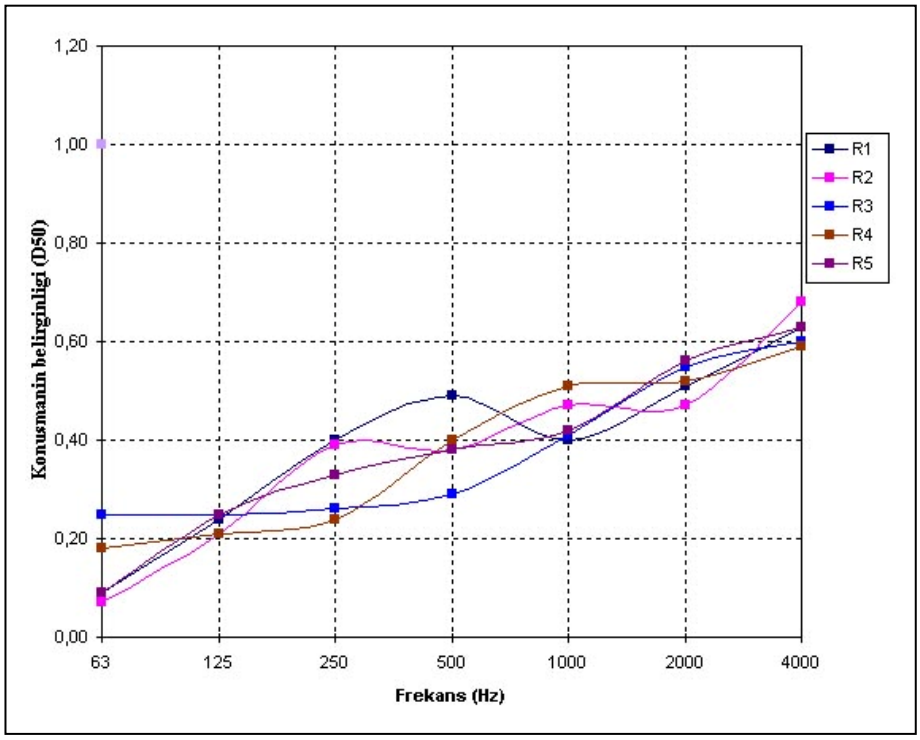


Şekil B.25: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.26: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,09	0,07	0,25	0,18	0,09
125	0,24	0,21	0,25	0,21	0,25
250	0,40	0,39	0,26	0,24	0,33
500	0,49	0,38	0,29	0,40	0,38
1000	0,40	0,47	0,41	0,51	0,42
2000	0,51	0,47	0,55	0,52	0,56
4000	0,63	0,68	0,60	0,59	0,63

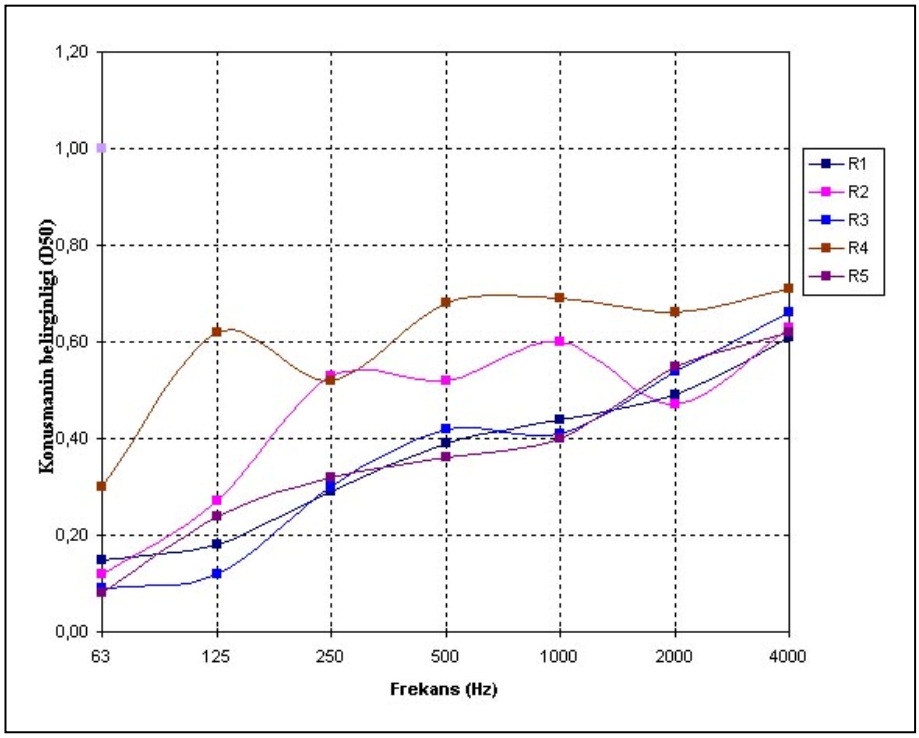


Şekil B.26: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.27: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,15	0,12	0,09	0,30	0,08
125	0,18	0,27	0,12	0,62	0,24
250	0,29	0,53	0,30	0,52	0,32
500	0,39	0,52	0,42	0,68	0,36
1000	0,44	0,60	0,41	0,69	0,40
2000	0,49	0,47	0,54	0,66	0,55
4000	0,61	0,63	0,66	0,71	0,62

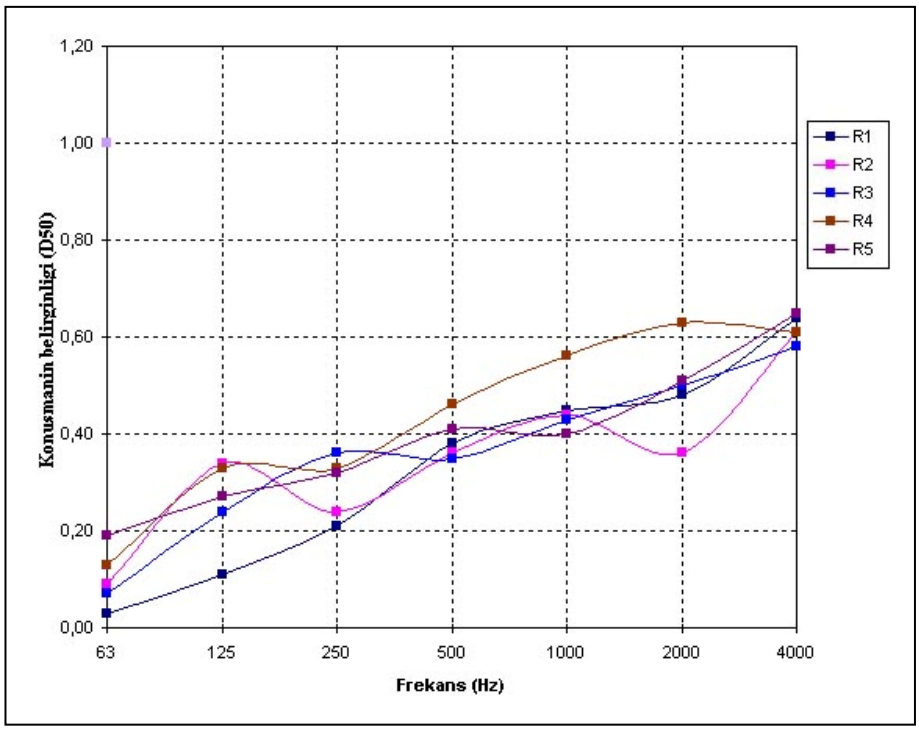


Şekil B.27: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.28: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,03	0,09	0,07	0,13	0,19
125	0,11	0,34	0,24	0,33	0,27
250	0,21	0,24	0,36	0,33	0,32
500	0,38	0,36	0,35	0,46	0,41
1000	0,45	0,44	0,43	0,56	0,40
2000	0,48	0,36	0,50	0,63	0,51
4000	0,64	0,61	0,58	0,61	0,65



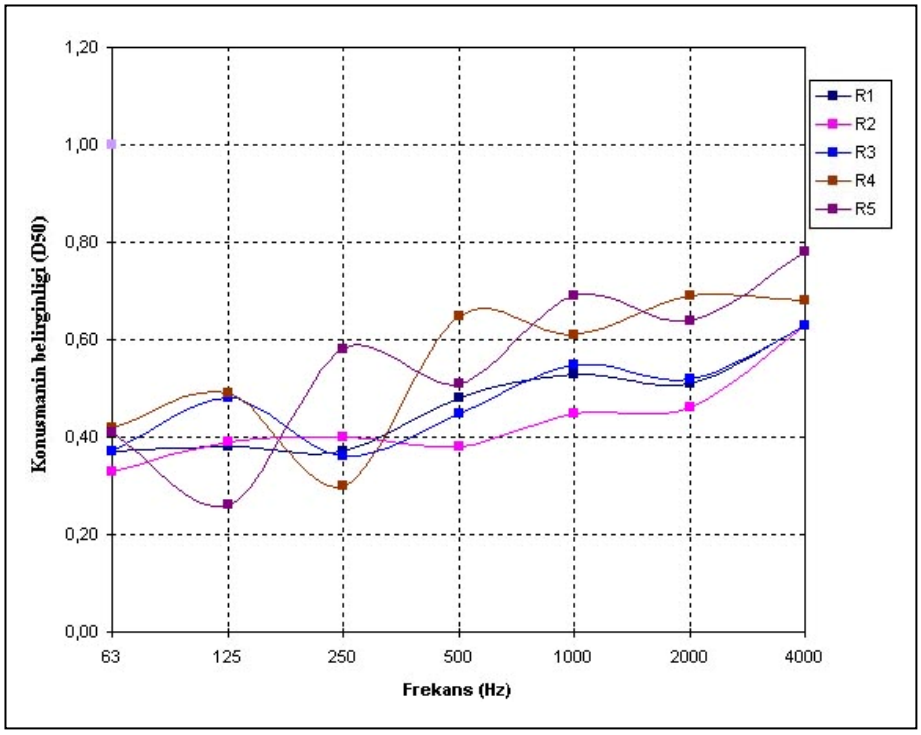
Şekil B.28: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

B BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.29: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,37	0,33	0,37	0,42	0,41
125	0,38	0,39	0,48	0,49	0,26
250	0,37	0,40	0,36	0,30	0,58
500	0,48	0,38	0,45	0,65	0,51
1000	0,53	0,45	0,55	0,61	0,69
2000	0,51	0,46	0,52	0,69	0,64
4000	0,63	0,63	0,63	0,68	0,78

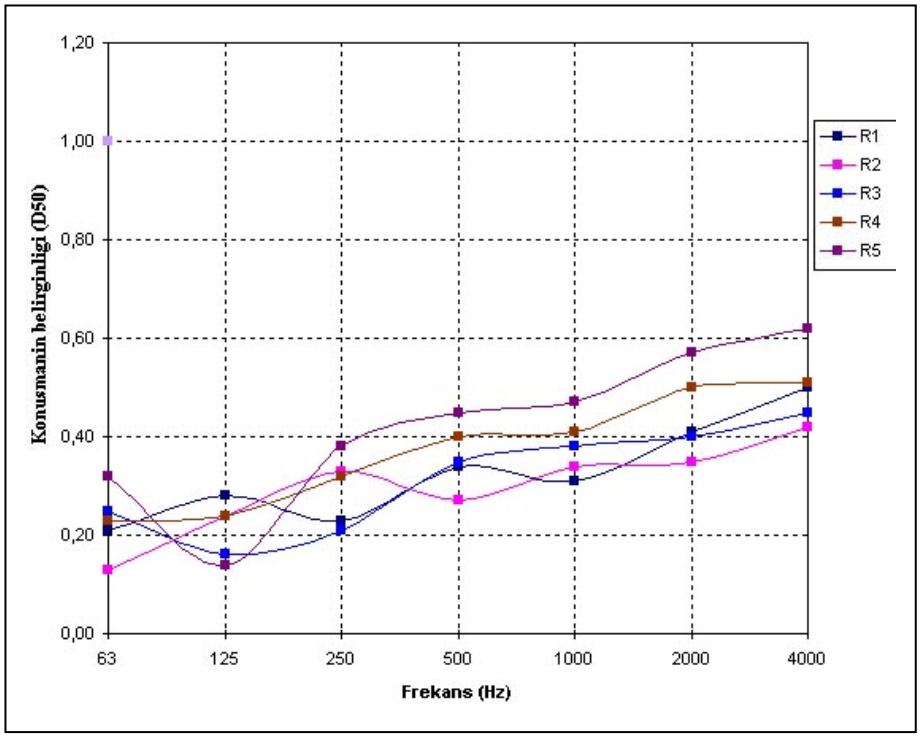


Şekil B.29: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.30: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,21	0,13	0,25	0,23	0,32
125	0,28	0,24	0,16	0,24	0,14
250	0,23	0,33	0,21	0,32	0,38
500	0,34	0,27	0,35	0,40	0,45
1000	0,31	0,34	0,38	0,41	0,47
2000	0,41	0,35	0,40	0,50	0,57
4000	0,50	0,42	0,45	0,51	0,62

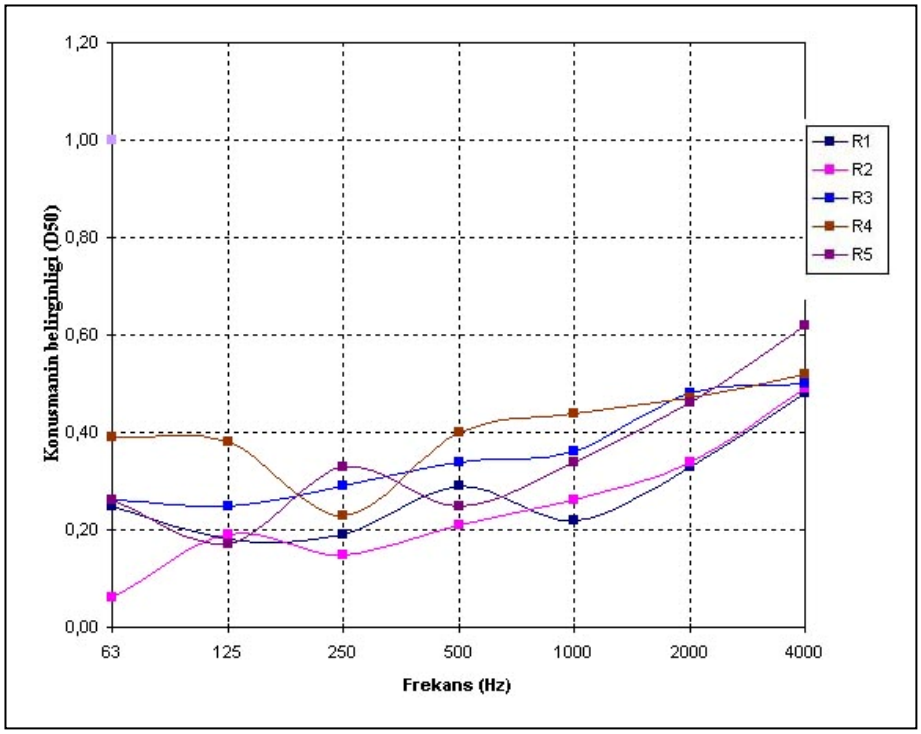


Şekil B.30: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.31: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,25	0,06	0,26	0,39	0,26
125	0,18	0,19	0,25	0,38	0,17
250	0,19	0,15	0,29	0,23	0,33
500	0,29	0,21	0,34	0,40	0,25
1000	0,22	0,26	0,36	0,44	0,34
2000	0,33	0,34	0,48	0,47	0,46
4000	0,48	0,49	0,50	0,52	0,62

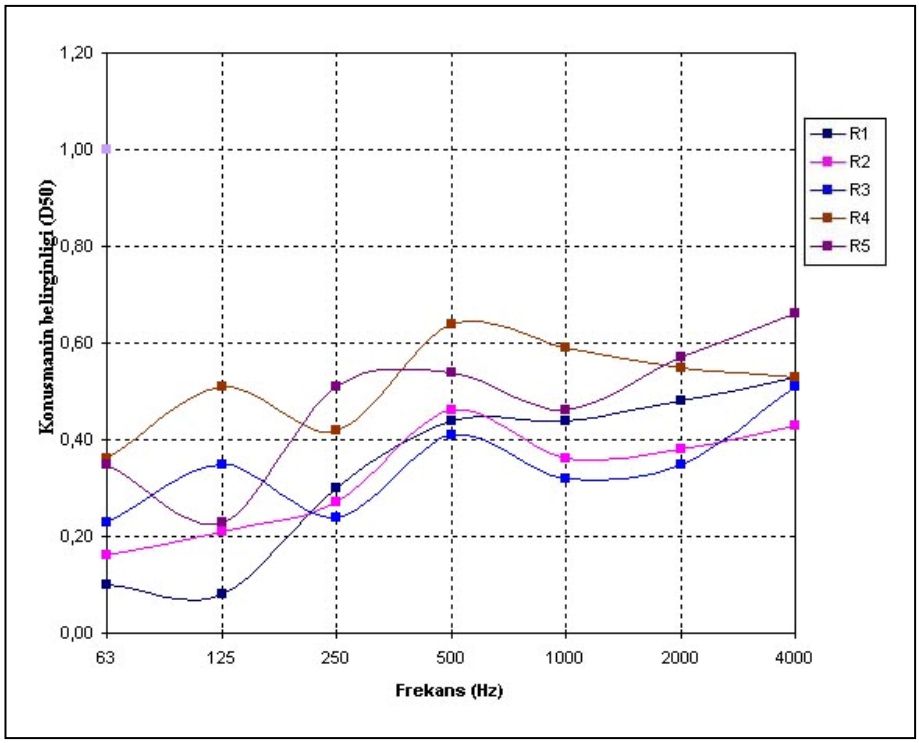


Şekil B.31: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.32: 5 Alıcı için hesaplanan Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

D50	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
63	0,10	0,16	0,23	0,36	0,35
125	0,08	0,21	0,35	0,51	0,23
250	0,30	0,27	0,24	0,42	0,51
500	0,44	0,46	0,41	0,64	0,54
1000	0,44	0,36	0,32	0,59	0,46
2000	0,48	0,38	0,35	0,55	0,57
4000	0,53	0,43	0,51	0,53	0,66



Şekil B.32: 5 Alıcı için Konuşmanın Belirginliği (D50) değerleri.

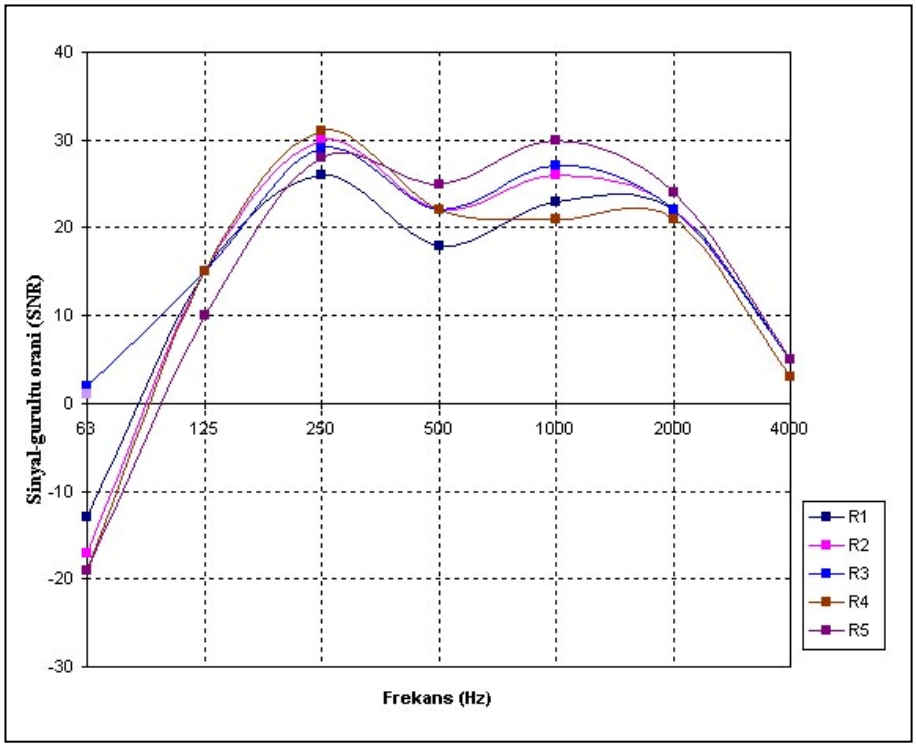
Sinyal gürültü oranı (SNR-signal-to-noise ratio) parametresinin hacim içindeki dağılımı

A BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.33: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-13	-17	2	-19	-19
250	15	15	15	15	10
500	26	30	29	31	28
1000	18	22	22	22	25
2000	23	26	27	21	30
4000	22	22	22	21	24
8000	5	5	5	3	5

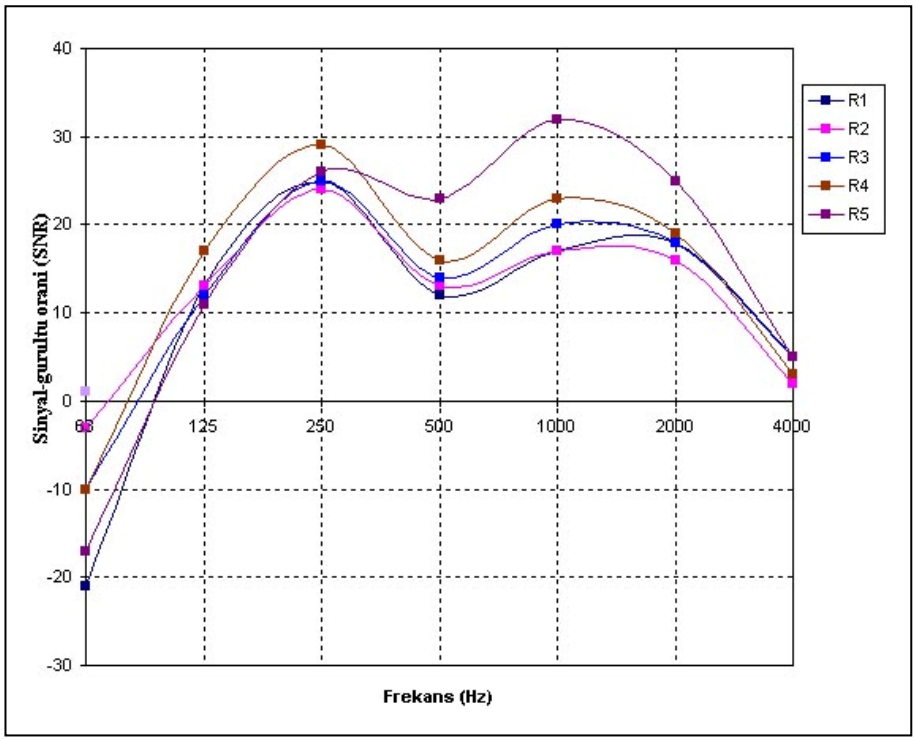


Şekil B.33: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.34: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-21	-3	-10	-10	-17
250	13	13	12	17	11
500	25	24	25	29	26
1000	12	13	14	16	23
2000	17	17	20	23	32
4000	18	16	18	19	25
8000	5	2	5	3	5

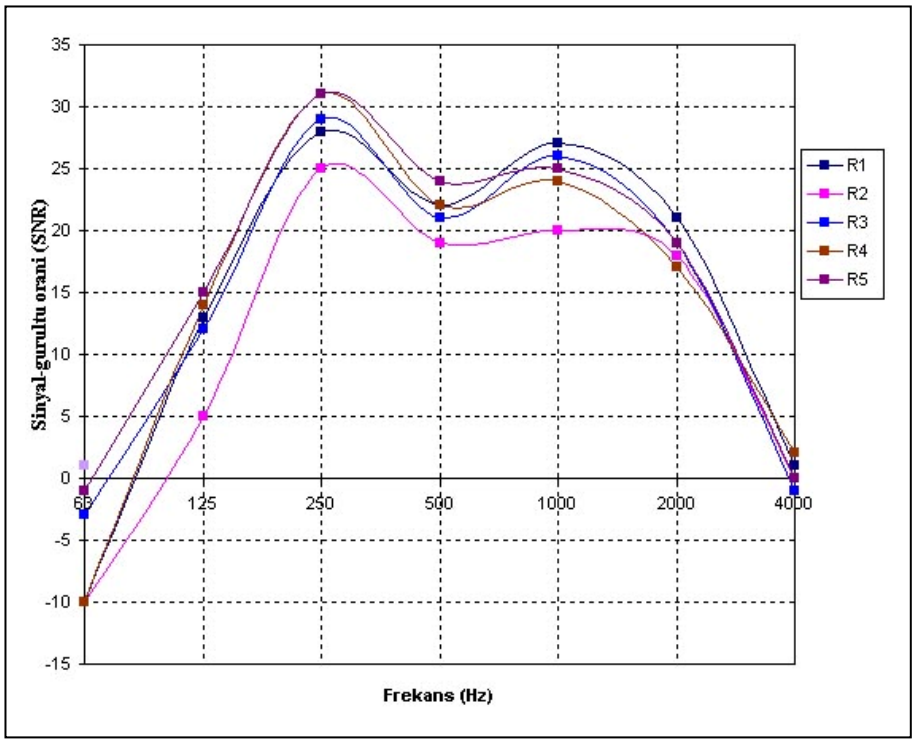


Şekil B.34: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.35: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-10	-10	-3	-10	-1
250	13	5	12	14	15
500	28	25	29	31	31
1000	22	19	21	22	24
2000	27	20	26	24	25
4000	21	18	19	17	19
8000	1	0	-1	2	0

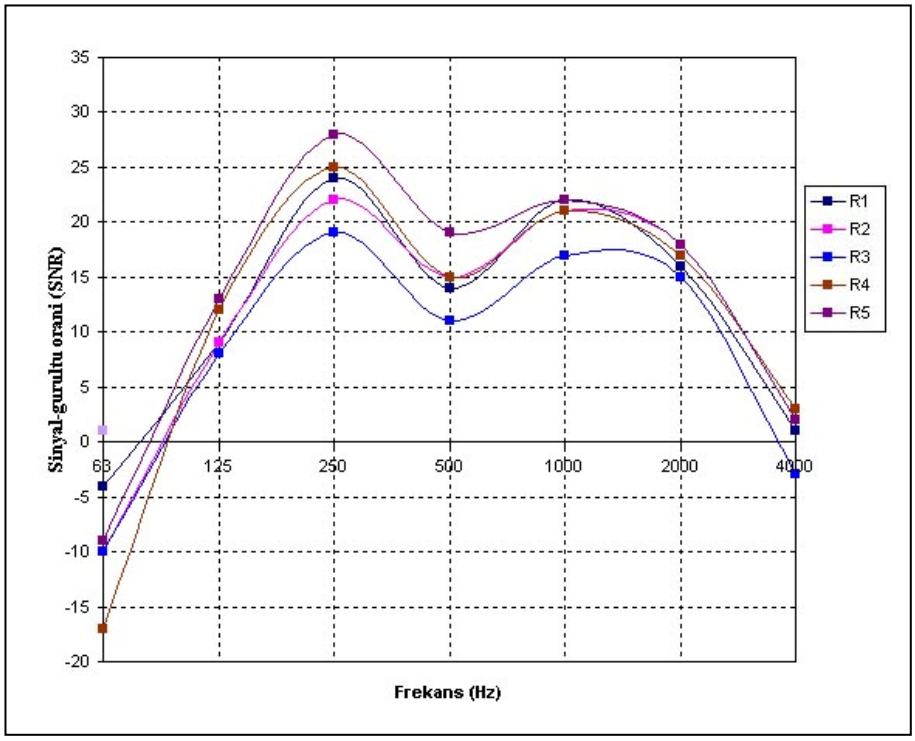


Şekil B.35: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.36: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-4	-10	-10	-17	-9
250	9	9	8	12	13
500	24	22	19	25	28
1000	14	15	11	15	19
2000	22	21	17	21	22
4000	16	18	15	17	18
8000	1	2	-3	3	2



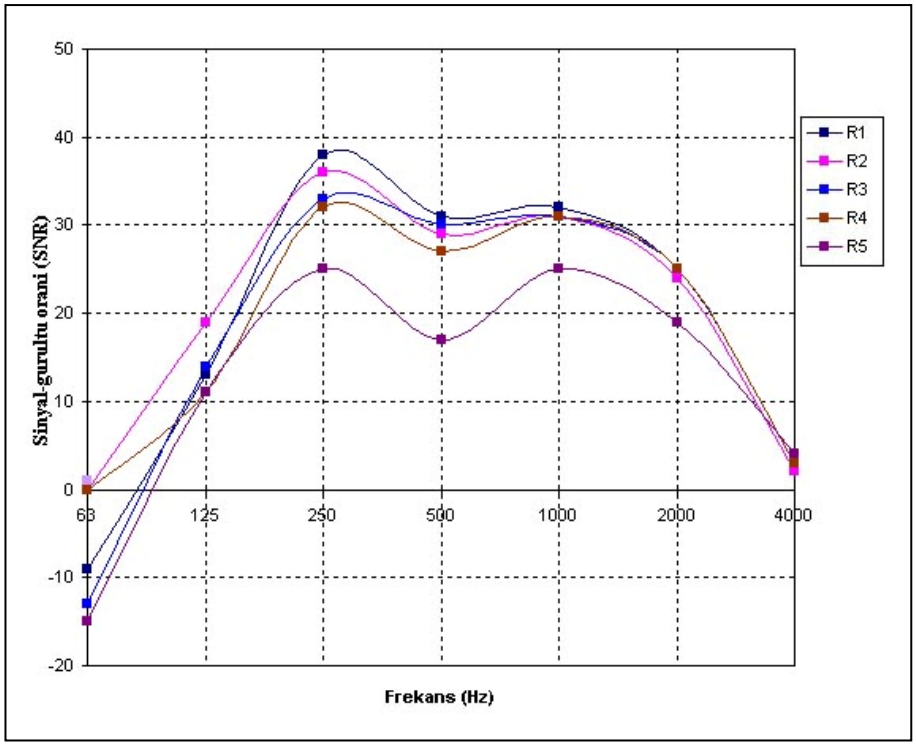
Şekil B.36: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

B BLOK için yapılan analizler

- **SINIF 1**

Tablo B.37: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-9	0	-13	0	-15
250	13	19	14	11	11
500	38	36	33	32	25
1000	31	29	30	27	17
2000	32	31	31	31	25
4000	25	24	25	25	19
8000	3	2	3	3	4

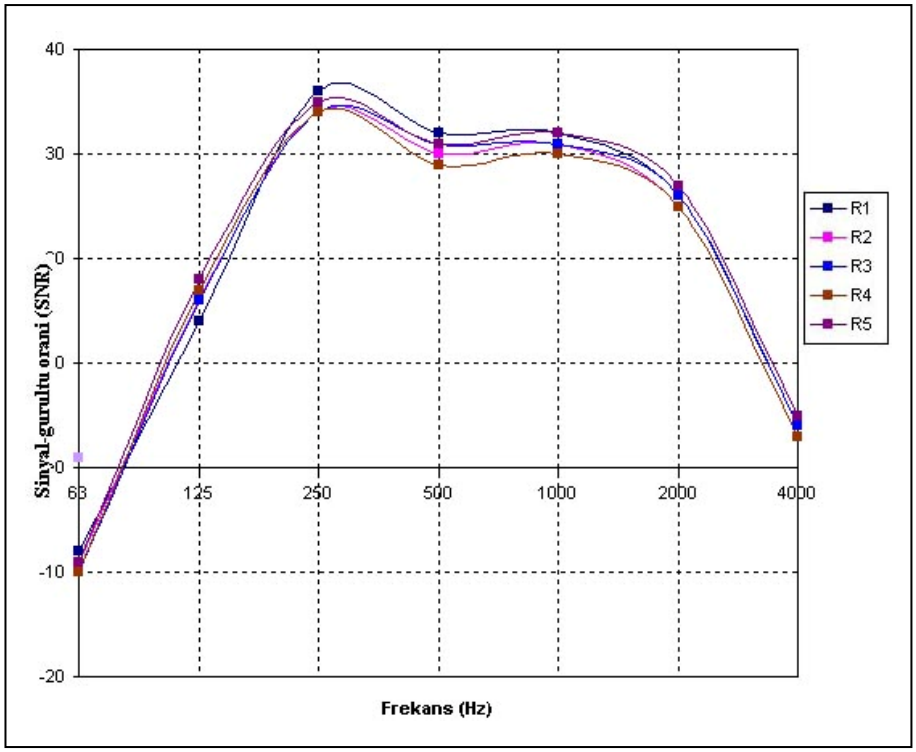


Şekil B.37: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

- **SINIF 2**

Tablo B.38: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-8	-9	-10	-10	-9
250	14	16	16	17	18
500	36	34	34	34	35
1000	32	30	31	29	31
2000	32	31	31	30	32
4000	26	25	26	25	27
8000	4	3	4	3	5

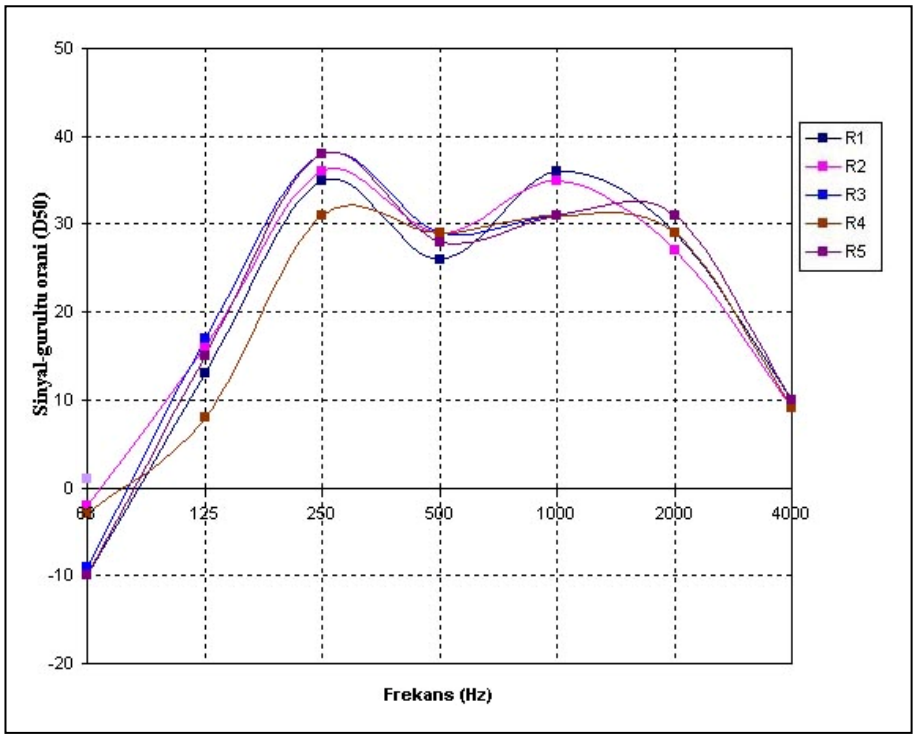


Şekil B.30: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

- **SINIF 3**

Tablo B.39: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-10	-2	-9	-3	-10
250	13	16	17	8	15
500	35	36	38	31	38
1000	26	29	29	29	28
2000	36	35	31	31	31
4000	29	27	29	29	31
8000	10	9	9	9	10

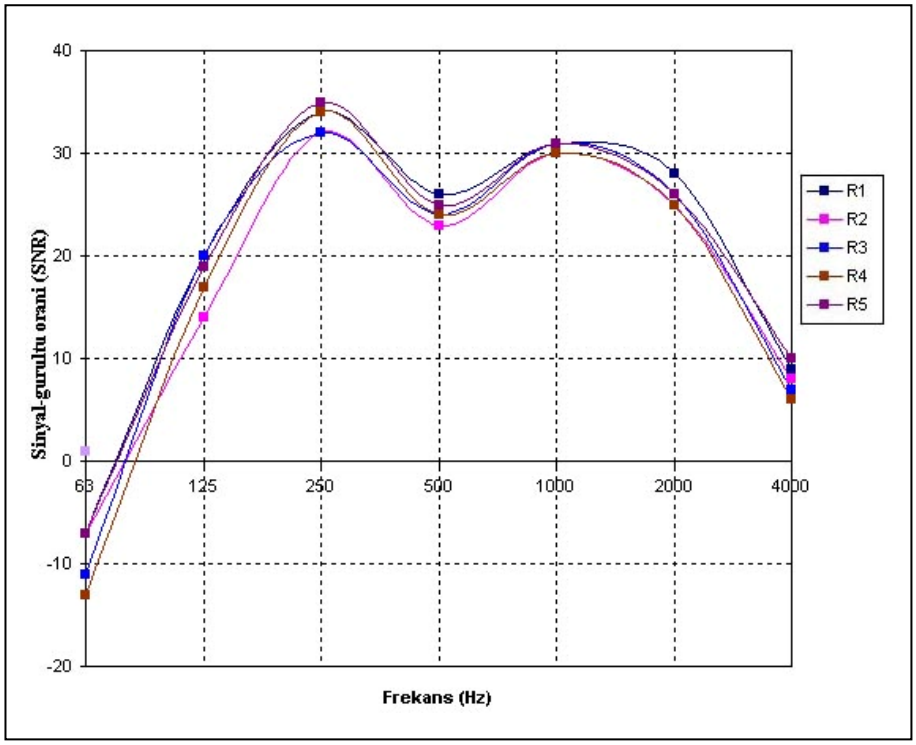


Şekil B.39: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

- **SINIF 4**

Tablo B.40: 5 Alıcı için hesaplanan Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

SNR	Alıcılar				
Frekans	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
125	-7	-7	-11	-13	-7
250	20	14	20	17	19
500	34	32	32	34	35
1000	26	23	24	24	25
2000	31	30	31	30	31
4000	28	25	26	25	26
8000	9	8	7	6	10



Şekil B.40: 5 Alıcı için Sinyal-gürültü Oranı (SNR) değerleri.

Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI-rapid speech transmission index) parametresinin hacim içindeki dağılımı

RASTI ölçümlerinde 0.45 ve yukarısı değerler kabul edilebilir alt limiti oluşturmaktadır. Tablo 5.47' de A ve B blokta ölçüm yapılan 4 sınıftaki beşer alıcı için RASTI skorları görülmektedir.

Tablo B.41: Ölçülen Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI) değerleri.

RASTI	**Alıcılar**				
A BLOK	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
sınıf 1	0,57	0,57	0,56	0,57	0,62
sınıf 2	0,58	0,57	0,61	0,60	0,62
sınıf 3	0,54	0,62	0,54	0,65	0,61
sınıf 4	0,56	0,55	0,56	0,58	0,56
B BLOK	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
sınıf 1	0,61	0,55	0,60	0,65	0,62
sınıf 2	0,51	0,51	0,50	0,55	0,58
sınıf 3	0,47	0,46	0,48	0,51	0,51
sınıf 4	0,56	0,57	0,55	0,64	0,58

Yapılan Hızlı konuşma iletim indisi (RASTI) ölçümlerinde, A blokta sınıf 1 ve 2' de, alıcı 5 için RASTI değerleri "iyi" olarak kabul edilmektedir. Özellikle, göze çarpan bir diğer unsur da, B bloktaki sınıfların RASTI değerlerinin, A blok sınıflarına göre daha düşük olmasıdır.

EK C. ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU' NDA ÖLÇÜM YAPMAK İÇİN ALINAN İZİNLER

T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

SAYI : B.08.4.MEM.4.34.00.18.580/ 857 21 Mart 07
KONU: Anket (Nihan GÜREL)

VALİLİK MAKAMINA

İLGİ : a-) İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Genel Sekreterliği' nin 19.02.2007 tarih ve 01/034/1591 sayılı yazısı.

b-)Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma,Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı'nın 18.08.2003 tarih ve B.0.0.APK.0.03.05.02/2430 sayılı emri.

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi Nihan GÜREL'in " **Eğitim yapılarının Akustik Açıdan Değerlendirilmesi"** konusunda Akustik ölçümler ve anket çalışmasını Yüksek Lisans Tezi için yürütmek istediği İlgi yazı ile ve ekleri Müdürlüğümüzce incelenmiştir.

Adı geçenin yukarıda belirtilen konuda, eğitim-öğretimi aksatmamak koşulu ile ve okul Müdürlerinin gözetim ve sorumluluğunda, anket yapılan kişilere ait kimlik bilgilerinin yazılmaması kaydıyla, (EK:5/1- 5/2- 5/3- 5/4- 5/5- 5/6)' de belirtilen anket çalışmasını İlimiz Fatih ilçesi Oruçgazi İlköğretim okulunda uygulaması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde Olurlarınıza arz ederim.

M.Ata ÖZER
Milli Eğitim Müdürü

EKLER :
Ek-1. İLGİ (a)yazı ve ekleri

OLUR
21/03/2007

Hikmet DİNÇ
Vali a.
Vali Yardımcısı

EĞİTİME %100 DESTEK

NOT :Verilecek cevapta tarih, kayıt numarası, dosya numarası yazılması rica olunur.
Adres :İstanbul Milli Eğitim Müdürlüğü A.Blok Ankara cad. No:2 Cağaloğlu 526 13 82

4440632

İTÜ

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

SAYI : B.30.2.İTÜ.0.70.00.01/034/1591
KONU: Y.Lisans Tez Çalışması İzni.

10 Şubat 2007

ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi 502041712 numaralı Nihan GÜREL'e, Prof.Dr.Sevtap Yılmaz DEMİRKALE danışmanlığında yapmakta olduğu "Eğitim Yapılarının Akustik Açıdan Değerlendirilmesi" konulu tezi ile ilgili Akustik ölçümler ve anket çalışması yapabilmesi için gerekli iznin verilmesini rica eder, göstereceğiniz yardım için şimdiden teşekkür eder, saygılar sunarım.

Nevzat ÖZKÖK
Genel Sekreter

Adres: İ.T.Ü. Ayazağa Kampüsü 80626 - İstanbul, Santral (0212) 285 30 30 / 44 Hat (Santral); Faks: (0212) 285 29 10

EK D. ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU' NDA ÖĞRENCİLERE UYGULANAN ANKET ÖRNEĞİ

İSTANBUL ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU - ÖĞRENCİ ANKETİ

Değerli öğrencilerimiz,
Gürültünün, dersi dinlemede ve anlamadaki etkilerini ortaya koymak için, bu çalışma yapılmaktadır. Tüm soruları içtenlikle yanıtlamanız, araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşması açısından oldukça önemlidir. Zaman ayırdığınız için teşekkür eder, eğitim hayatınızda başarılar dileriz.

Sınıf: …… Şube: ……

KİŞİSEL BİLGİLER

1. Cinsiyetiniz:

a) Kız b) Erkek

2. Kaç kardeşiniz var? (Kendinizden başka)

a) Kardeşim yok
b) 1 kardeş
c) 2 kardeş
d) 3 kardeş
e) 4 ve daha fazla

3. Evde kendinize ait bir odanız var mı?

a) Evet b) Hayır

4. Evde ders çalışırken sessiz bir ortam sağlanıyor mu?

a) Evet b) Hayır

5. Evinizde hangi seslerden rahatsız oluyorsunuz?

a) Televizyon
b) Elektrik süpürgesi, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi vb. ev aletleri
c) Müzik
d) Seyyar satıcılar
e) Otomobil, otobüs, minibüs, motosiklet, kamyon vb. karayolu araçları
f) Uçak, helikopter vb. havayolu araçları
g) Sirenler
h) Hayvanlar

6. Evinize, dışarıdan gelen; trafik, inşaat, okul, park vb. gürültüler, okuduğunuzu anlamanıza engel oluyor mu?

a) Evet b) Hayır

7. Evde nerede ders çalışıyorsunuz?

a) Kendi odamda
b) Salonda
c) Mutfakta

OKUL ORTAMI

8. Sınıf ortamında, ders yaparken hangi seslerden rahatsızlık duyuyorsunuz?

a) Ders sırasında arkadaşlarımın yaptığı konuşmalar
b) Okul bahçesinden gelen sesler
c) Koridordan gelen sesler
d) Yanda/altta/üstte bulunan sınıflardan gelen sesler
e) Masa ve sandalyelerin gürültüsü
f) Görsel ve işitsel cihazlardan (projeksiyon, teyp, video vb.) gelen sesler
g) Havalandırmadan gelen sesler
h) Aydınlatma armatürlerinin çıkarttığı sesler

9. Sınıfın pencereleri kapalı halde iken, ders sırasında, öğretmeninizin söylediğini anlamada güçlük çekiyor musunuz?

a) Evet b) Hayır

10. Sınıfın pencereleri açık halde iken, ders sırasında, öğretmeninizin söylediğini anlamada güçlük çekiyor musunuz?

a) Evet b) Hayır

GÜRÜLTÜ ALGILAMA

"Evet", "Kararsızım" ya da "Hayır" seçeneklerinden uygun bulduğunuzu, **X** işareti koyarak yanıtlayınız.

	Evet	**Kararsızım**	**Hayır**
11. Gürültülü bir ortamda ders çalışmak, başarınızı olumsuz yönde etkiler mi?			
12. Çalışırken etrafınızdaki gürültüler sizi rahatsız ediyor mu?			
13. Okulunuzun daha sessiz bir yerde olmasını ister misiniz?			
14. Öğretmenleriniz ders anlatırken sesleri çınlıyor mu?			
15. Sizden önce teneffüse çıkan sınıfların gürültüsü sebebiyle derse devam etmekte zorlanıyor musunuz?			
16. Evde kimse yokken mi ders çalışmayı tercih edersiniz?			
17. Ailenizin televizyon izlemesi, ders çalışmanıza engel olur mu?			
18. Aile üyelerinizin ya da misafirlerinizin konuşması, okuduğunuzu anlamanıza engel oluyor mu?			

EK E. ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU' NDA ÖĞRETMENLERE UYGULANAN ANKET ÖRNEĞİ

İSTANBUL ORUÇGAZİ İLKÖĞRETİM OKULU - ÖĞRETMEN ANKETİ

Değerli öğretmenlerimiz,
Bu araştırma, yüksek lisans programı tez çalışması kapsamında yapılmaktadır. Çalışmanın amacı, ilköğretim okullarında gürültünün etkilerini ortaya koymaktır. Öğrencinin gürültü nedeniyle dersi dinleyememesi ve anlayamaması ile öğretmenin ders vermede gürültü nedeniyle zorlanması konuları değerlendirilecektir. Tüm soruları içtenlikle yanıtlamanız, araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşması açısından oldukça önemlidir. Zaman ayırdığınız için teşekkür eder, meslek hayatınızda başarılar dileriz.

KİŞİSEL BİLGİLER

1. Cinsiyetiniz:

a) Kadın b) Erkek

2. Yaşınız: ……

3. Branşınız:

a) Sınıf öğretmeni
b) Türkçe
c) Matematik
d) Fen Bilgisi
e) Sosyal Bilgiler
f) İngilizce
g) Müzik
h) Resim-iş
i) Beden Eğitimi
j) Din Kültürü Ve Ahlak Bilgisi
k) Diğer

4. Meslekteki kıdeminiz:

a) 0-1 yıl
b) 2-5 yıl
c) 6-10 yıl
d) 11-15 yıl
e) 16 yıl ve daha fazla

5. Sorumlu olduğunuz sınıf-şube bilgileri ile mevcut öğrenci sayısını ve yaş ortalamasını belirtiniz.

a) Sınıf: … b) Şube: … c) Öğrenci sayısı: …… d) Öğrenci yaş ortalaması:…...

6. Herhangi bir işitme sorununuz var mı?

a) Evet b) Hayır

7. Sınıfınızda işitme sorunu olduğundan haberdar olduğunuz öğrenci/öğrenciler var mı?

a) Evet b) Hayır

SINIF ÖZELLİKLERİ

8. Sınıfınızın dinleme ortamını nasıl değerlendirirsiniz?

a) Konforlu
b) Karmaşık
c) Yankı sorununa sahip
d) Net anlamaya müsait
e) Rahatsız edici

9. Sınıfınızdaki dinleme ortamını nasıl derecelendirirsiniz?

a) Çok iyi
b) İyi
c) Kabul edilebilir
d) Zayıf
e) Çok zayıf

SINIF İÇİNDEKİ GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI

10. Sınıf içinde yer alan başlıca gürültü kaynakları nelerdir?

a) Masa, sandalye gürültüsü
b) Öğrencilerin aralarında konuşması
c) Havalandırma
d) Aydınlatma armatürlerinin çıkarttığı sesler
e) Görsel ve işitsel cihazlardan (projeksiyon, teyp, video vb.) gelen sesler

11. Sınıf içindeki gürültünün ne kadarı öğrencilerden kaynaklanmaktadır?

a) Çoğu
b) Tümü
c) Birazı
d) Hiçbiri

12. Sizce öğrenci gürültüsü dışında, aşağıdaki gürültü kaynaklarından hangisi en çok rahatsız edici olandır?

a) Masa, sandalye gürültüsü
b) Havalandırma
c) Aydınlatma armatürlerinin çıkarttığı sesler
d) Görsel ve işitsel cihazlardan (projeksiyon, teyp, video vb.) gelen sesler

13. Sınıf içersindeki gürültü düzeyini nasıl buluyorsunuz?

a) Normal
b) Yüksek
c) Oldukça yüksek

14. Sınıf içi faaliyetlerden oluşan gürültüler sizi rahatsız ediyorsa, bunun etkisi sizde ne şekilde kendini gösteriyor?

a) Dersi anlatmada zorluk çekiyorum.
b) Ders başladıktan sonra başım ağrıyor.
c) Dersten sonra başım ağrıyor.
d) Dersten sonra stresli oluyorum.

SINIF DIŞINDAKİ GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI

15. Sınıf dışında yer alan başlıca gürültü kaynakları nelerdir?

a) Trafik gürültüsü
b) Havayolu gürültüsü
c) Yan/alt/üst sınıflardan gelen gürültüler
d) Koridorlardan gelen gürültüler
e) Okul bahçesinden gelen gürültüler
f) Spor sahasından gelen gürültüler
g) Sirenler
h) Seyyar satıcılar

16. Sınıfınızın penceresi açık iken, dış gürültü kaynaklarından rahatsız oluyor musunuz?

a) Evet
b) Hayır
c) Arasıra

17.Öğrencileriniz için bu gürültüleri gidermek ya da azaltmak sizce ne kadar önem taşır?

a) Çok önemli
b) Önemli
c) Önemsiz
d) Çok önemsiz

18. Sizce hangisi daha rahatsız edicidir?

a) Sınıf içinde oluşan gürültü
b) Sınıf dışından gelen gürültü

SES DUYURMA ÇABASI

19. Öğretme esnasında kendi sesinizi nasıl değerlendirirsiniz?

a) Yumuşak bir tonda
b) Normal bir tonda
c) Yüksek sesli

20. Öğrencilerin sizi daha net anlayabilmesi için, sesinizi ne kadar sıklıkla yükseltme ihtiyacı duyuyorsunuz?

a) Her zaman
b) Sık sık
c) Bazen
d) Hiçbir zaman

21. Konuşma esnasında, gereksinim duyduğunuz ses düzeyine erişmek için ses tellerinize zarar verdiğinizi düşünüyor musunuz?

a) Evet b) Hayır

22. Sınıfta en çok nerede, öğrencilerinizin konuşmalarınızı anladığını düşünüyorsunuz?

a) Kürsüde
b) Her yerde, kolayca
c) Size yakın olan yerlerde
d) Size uzak olan yerlerde

23. Sınıfta en çok nerede, öğrencilerinizin konuşmalarınızı anlamadığını düşünüyorsunuz?

a) Kürsüde
b) Her yerde, kolayca
c) Size yakın olan yerlerde
d) Size uzak olan yerlerde

ÖZGEÇMİŞ

Nihan GÜREL, 15 Haziran 1981'de Samsun'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Samsun'da tamamlayarak, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2004 yılında lisans derecesini elde ettikten sonra, aynı yıl, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programına girmeye hak kazandı. 2005–2006 akademik yılı, bahar yarıyılında Almanya'da bulunan Brandenburgische Technische Universitat Cottbus'ta, Avrupa Birliği Erasmus bursu ile değişim öğrencisi olarak okuma hakkı kazandı. Halen, T.C. Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.