



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TİP OKULLARIN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

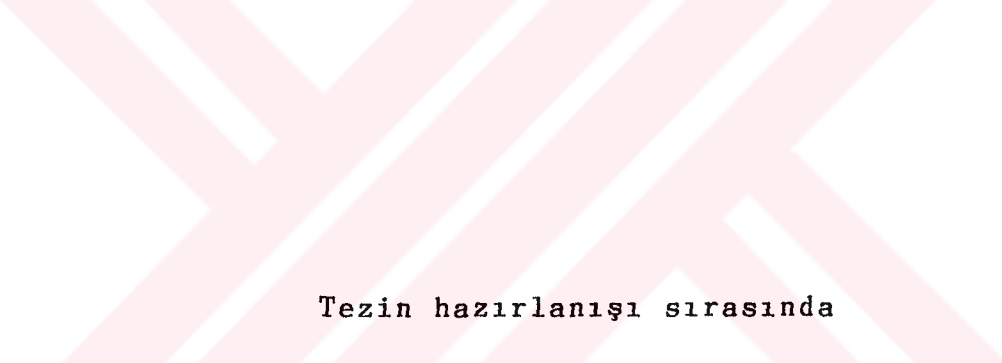
34795

Mimar Fatma YILMAZTÜRK KESGÜN
F.B.E Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziki Programında
hazırlanan
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Zerhan KARABİBER

İSTANBUL, 1994

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Tezin hazırlanışı sırasında

sorunların çözümlenmesi ve çalışmala-

rın yönlendirilmesindeki değerli

katkıları nedeni ile Sayın Doç.Dr.

ZERHAN KARABİBER'e ve Yapı Fiziği

Bilim Dalı elemanlarına teşekkür-

lerimi sunarım.

TÜRKÇE ÖZET.....	i
İNGİLİZCE ÖZET.....	iii
1. GİRİŞ - ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI.....	1
2. TİP OKULLARIN TANITIMI.....	2
3. EĞİTİM YAPILARINDA AKUSTİK KONFOR KOŞULLARI.....	9
3.1. Gürültü Denetimi Açısından Konfor Koşulları.....	9
3.1.1. Yapı İçi Gürültüleri.....	9
3.1.2. Yapı Dışı Gürültüleri.....	12
3.2. Hacim Akustiği Açısından Konfor Koşulları.....	14
3.2.1. Hacimlerde Konuşmanın Anlaşılabilirliğini Etkileyen Etkenler.....	15
3.2.1.1. Yansıma Süresi.....	15
3.2.1.2. Yeginalık.....	17
3.2.1.3. Varlık Kriteri.....	19
3.2.1.4. İlk Yansımalar.....	19
3.2.1.5. Yanıt Eğrisi.....	22
4. TİP OKULLARIN GÜRÜLTÜ DENETİMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	23
4.1. İncelemeye Alınan Okul ve Derslikler ile İlgili Bilgiler.....	24
4.2. Yapı İçi ve Dışı Gürültü Ölçmeleri.....	38
4.2.1. Ölçmelerle Belirlenen Sesgeçirmezlikler.....	42
4.3. Sesgeçirmezlik Hesapları.....	43
4.3.1. Yapı Kabuğu Sesgeçirmezlikleri.....	43
4.3.2. Duvar ve Döşeme Sesgeçirmezlikleri.....	47
4.4. Sesgeçirmezliklerin Karşılaştırılması.....	51
4.5. Anket Çalışması.....	53
5. TİP OKULLARIN GÜRÜLTÜ DENETİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	58
5.1. Yapı Dışı Gürültüler Açısından Değerlendirme.....	58
5.1.1. Ortalama Sesgeçirmezliğe Göre Değerlendirme....	59
5.1.2. Frekanslara Bağlı Sesgeçirmezliğe Göre Değerlendirme.....	60
5.2. Yapı İçi Gürültüler Açısından Değerlendirme.....	67
5.3. Anket Sonuçları ile Karşılaştırma.....	69

	Sayfa No
5.4. Genel Değerlendirme.....	77
6. HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	78
6.1. Giriş.....	78
6.2. Anlaşılabilirlik Koşullarının Tip Dersliklerde Değerlendirilmesi.....	79
6.2.1. Yansıma Süresi.....	79
6.2.2. Yeğinlik.....	83
6.2.3. Varlık Kriteri.....	86
6.2.4. Yanıt Eğrisi.....	87
6.2.5. İlk Yansımalar.....	89
SONUÇ.....	92
KAYNAKÇA.....	94



ÖZET

Eğitim bir toplumun yaşam düzeyini yükselten araçlardan en önemlisidir. Eğitim ve öğretimin gerçekleştiği mekanlar ise, insanların yaşamlarının büyük bölümünü geçirdikleri, içinde öğretilenlerin yanında kendilerinin de etkin bir biçimde katıldıkları yerlerdir. Yaşamlarının yönlendirilmesinde önemli bir rol oynayan bu yapılarda, öğrenme süreci içerisinde fizik ortam koşullarının sağlanması, öğrenmeyi kolaylaştıran fizyolojik ve psikolojik yönden sağlam bir kuşağın yetiştirilmesinde temel etken olacaktır.

İstenmeyen ve insanı rahatsız eden ses olarak tanımlanan gürültü, teknolojik gelişmeye paralel olarak insanları her geçen gün daha fazla rahatsız etmektedir. Toplumun geleceğini doğrudan etkileyen genç kuşakların yetiştirildiği eğitim yapılarında, gürültünün olumsuz etkileri diğer yapılara oranla daha belirgin ortaya çıkar. Gürültünün eğitim yapılarını doğrudan ilgilendiren etkileri ise konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltması, dikkati toplayamama, çabuk yorulma gibi sıralanabilir.

Bu çalışmanın amacı, tip okullarda akustik konfor koşullarının incelenmesi, yani işitsel konforun oluşmasında gürültü denetimi ve hacim akustiği konularının irdelenerek değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir. Değerlenen bu amaca ulaşmak için çalışmanın;

1. Bölümünde, giriş başlığı altında konu kısaca özetlenmiş,

2. Bölümünde ise tip okullar hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

3. Bölümde, işitsel konforun oluşturulması için gürültü denetimi ve hacim akustiği konularına değinilmiştir.

4 ve 5. Bölümlerde, İstanbul'da farklı gürültü bölgelerinde yer alan eğitim yapıları seçilmiş ve seçilen okullarda anketler düzenlenerek yapı kullanıcılarının görüşleri alınmıştır. Ayrıca söz konusu eğitim yapılarında iç ve dış gürültü düzey ölçmeleri gerçekleştirilerek Gürültü Kontrol Yönetmeliği

ve anket verileri ile karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir.

6. Bölümde ise anlaşılabilirlik etkenlerinin derslikler için optimal koşulları belirlenmiş ve tip dersliklerdeki durum incelenmiştir.

SUMMARY

Education is one of the most important tool that will rise the level of the peoples life. The places that the peoples life. The places that the Education take place are when the people lives together for a long time with the teachers besides learners. To built a pysical environment which makes it easier to learn and to built phycological environment will make it easier to help to educate the new generation.

We can explain the noise which makes people uncomfortable and unwanted thing. With the thecnological growth the noise gets as a bigger problem and the one of the most important factor is. The building that directly effects the growth of the new generations education and the noise gets more efficient factor at the time.

The noise in the educational buildings makes people hard to understand each other to lose importance and makes people very tired.

The porpuse of this work is to get the confert of an acoustics against the noise. We can explain this work as to get the control of acoustics of the noise and the volume of the acoustics in this educational buildings.

We can put this work in six sections:

- 1)First section is the preface
- 2)In the second section sove basic knowledge has been given about the type of a school.
- 3)The third section is about producing the hearing confert against the noise

4-5)We have been sellected the educational buildings in the noisy in İstanbul. In these sellected schools, we have talked to the user of the buildings. We have also wighted the inside and outside volume of acoustics

6)At this section understandibility in the classrooms and the optimality in the classrooms have been looked out.

1. GİRİŞ - ÇALIŞMANIN AMACI ve KAPSAMI

Yapı fiziği öğeleri, yapılarda uygun fizik ortam koşullarının oluşturulmasında, ışık, renk, ses, ısı, nem, koku gibi fizik etkenler olarak belirlenir. İnsanın dışında gelişen bu fizik etkenler, mimari düzenlemelerde elde edilen mekanlarda, insanların türlü yaşantıları, işlevleri ile ilgili fizyolojik ve psikolojik özelliklerine uygun olan ortamların yaratılmasını zorunlu kılar.

Eğitim ve öğretim insan gelişiminin temel taşlarından-
dır. Pek çok etkinlik gibi eğitim ve öğretim de bir yapı içinde gerçekleştirilir. Bilindiği gibi, mimarinin amaçlarından biri yapıları, içinde gerçekleştirilecek eylemi kolaylaştıracak biçimde tasarlamaktır. Verilen eğitimden maksimum düzeyde yarar sağlanabilmesi, öğrencilerin kişisel öğrenme yeteneklerini tam olarak kullanabilmeleri, severek isteyerek çalışabilmeleri, büyük oranda içinde buldukları ortamda ışık, renk, ses, koku, ısı, nem açısından da konfor koşullarında bulunmalarına bağlıdır.

Günümüz Türkiye`sinde eğitim yapıları, tip proje adı altında standartlaşmaya yönlendirilmişse de, bu durum yalnızca planlamanın boyutlandırma düzeyinde kalmış, fiziki çevre etkileşimleri gözardı edilmiştir. Bu olgu okullardaki akustik konfor koşullarının birbirinden önemli ayrımlar göstermesine neden olmuştur.

Fizik ortam koşullarından işitsel konforu bozan gürültü, günümüzde çevre kirliliği yaratan ve okul yapılarının büyük bir çoğunluğunda kullanıcılar için konforu bozan olumsuz bir etki yaratmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, dersliklerde işitsel konforun sağlanmasında gürültü ve hacim akustiği konularının araştırılarak, tip projelerin bu açıdan değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda kentin değişik gürültü bölgelerine dağılmış örnekler belirlenecek ve bunlar hem gürültü denetimi hem de hacim akustiği açısından incelenerek, tip projelerin akustik yönden olumlu ve olumsuz sonuçları saptanacaktır.

2. TİP OKULLARIN TANITIMI

Türkiye`de devlet okullarında uygulanan ilkokul projelerinde özel ve tip projeler olmak üzere iki tip planlama görülmektedir.

- Özel projeler arsa koşullarına uygun olarak yapılmış projelerdir.

- Tip projeler ise Bayındırlık Bakanlığı`nce belirlenen arsalara uygulanabilen projelerdir.

* PROJE NO

10370	- 5 Derslikli ilkokul
10403	- 10 Derslikli ilkokul
10816	- 24 Derslikli tip lise
9798	- 21 Derslikli tip ortaokul
9808	- Orta tip pratik kız sanat okulu
10045	- 8 Derslikli temel eğitim okulu

Günümüzde ilk ve orta dereceli okulların çoğu tip projelere göre inşa edilmiştir. Tip proje uygulaması yapım evrelerinde;

- Okul yatırımlarına hız kazandırılması,
 - Etüd proje hizmetlerinin en aza indirgenmesi,
 - Standartizasyon olanağı sağlanması,
 - Teknik kadrolarla azami emek uygulanması,
- gibi olumlu durumlar sergiler.

* T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilmiş proje numaralarıdır.

Öte yandan;

- Arsaların büyüklükleri, topoğrafyaları, zemin yapıları, imar ve diğer çevre koşullarının her zaman tip proje kullanımına uygun olmaması,

- Yöresel iklim koşullarına yerel mimari özelliklere gereğince uyum sağlanamaması,

- Değişen ihtiyaçlara, yeni malzemelere ve teknolojilere uyum sağlama güçlüğü,

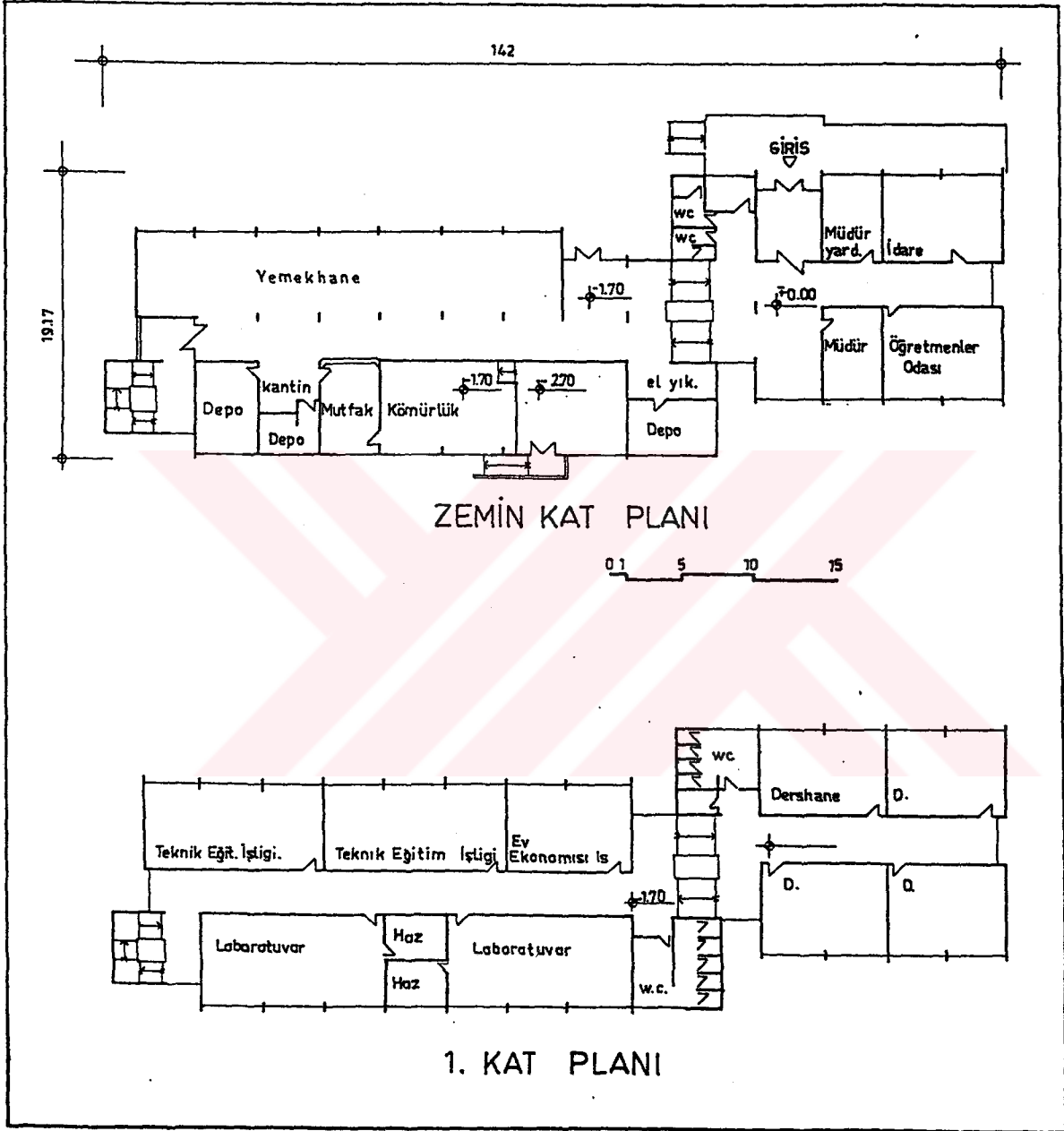
- Çoğu kez uygun fizik ortamın yaratılmasına olanak sağlamaması, gibi olumsuz sonuçları da beraberinde getirir.



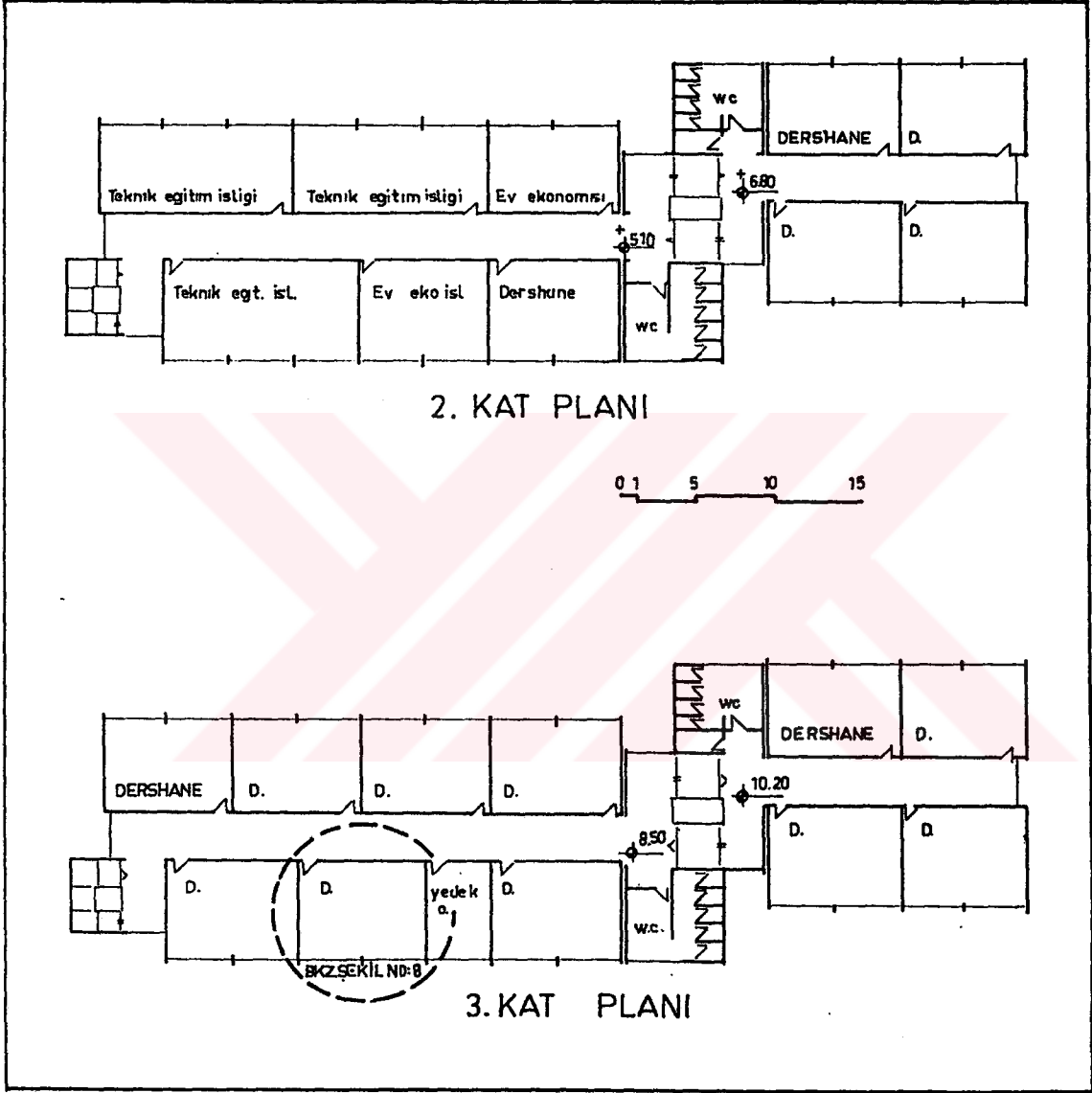
Şekil 1, 2,3,4,5,6,7'de T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü örnek tip okul projesi plan, kesit, görünüş olarak sunulmuştur.

21 DERSHANELİ İLKÖĞRETİM OKULU	
PROJE NO	9798/A
KAT ADEDİ	Zemin+3Kat
TABAN ALANI	919 m ²
TOPLAM ALAN	3772 m ²
UYGULANABİLECEĞİ ARSA ALANI	Arsanın topografik özelliği ve imar durumu dikkate alınarak tespit edilecektir.
PROJENİN NİTELİĞİ (tip, özel)	Tip proje

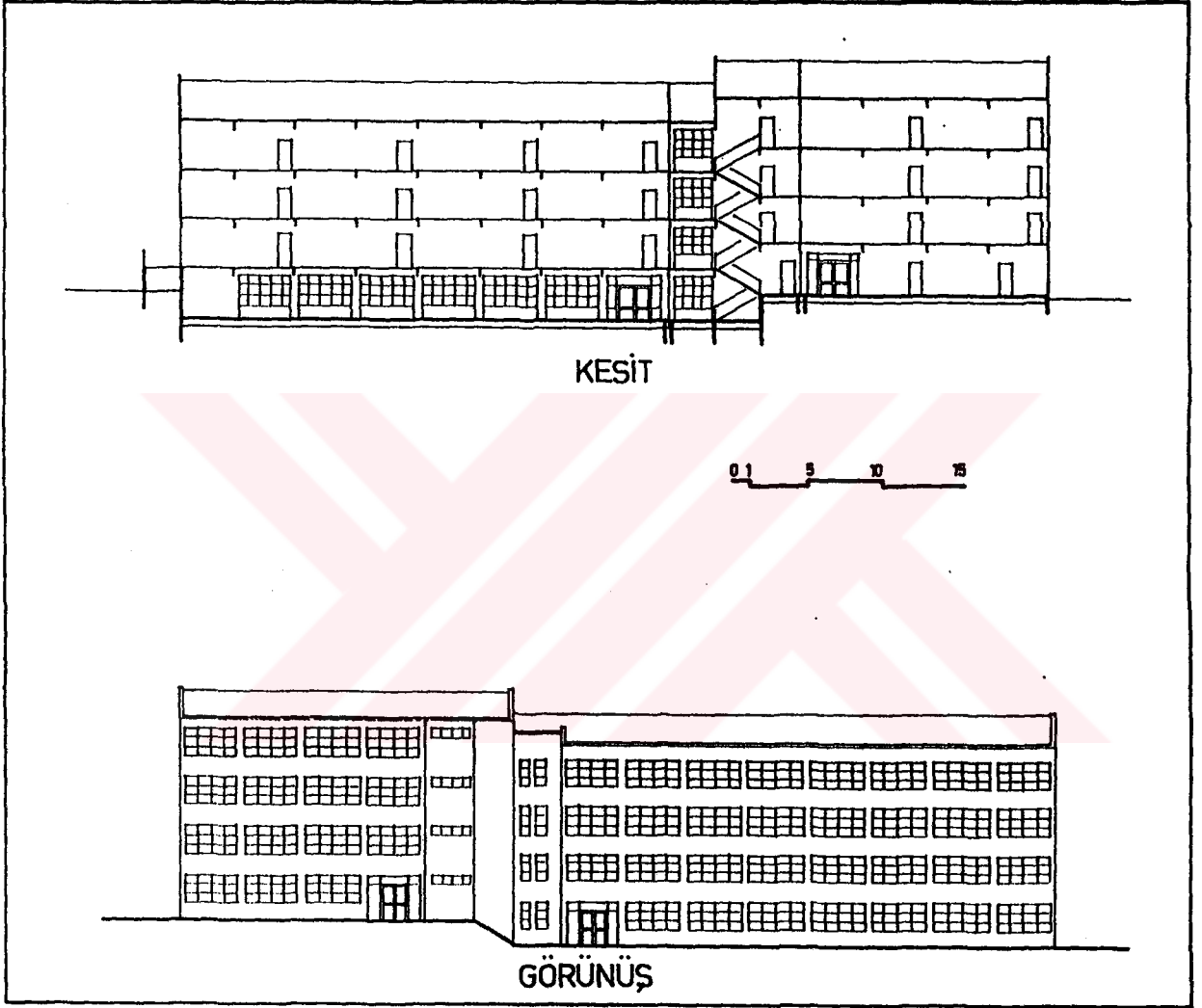
ŞEKİL NO : 1



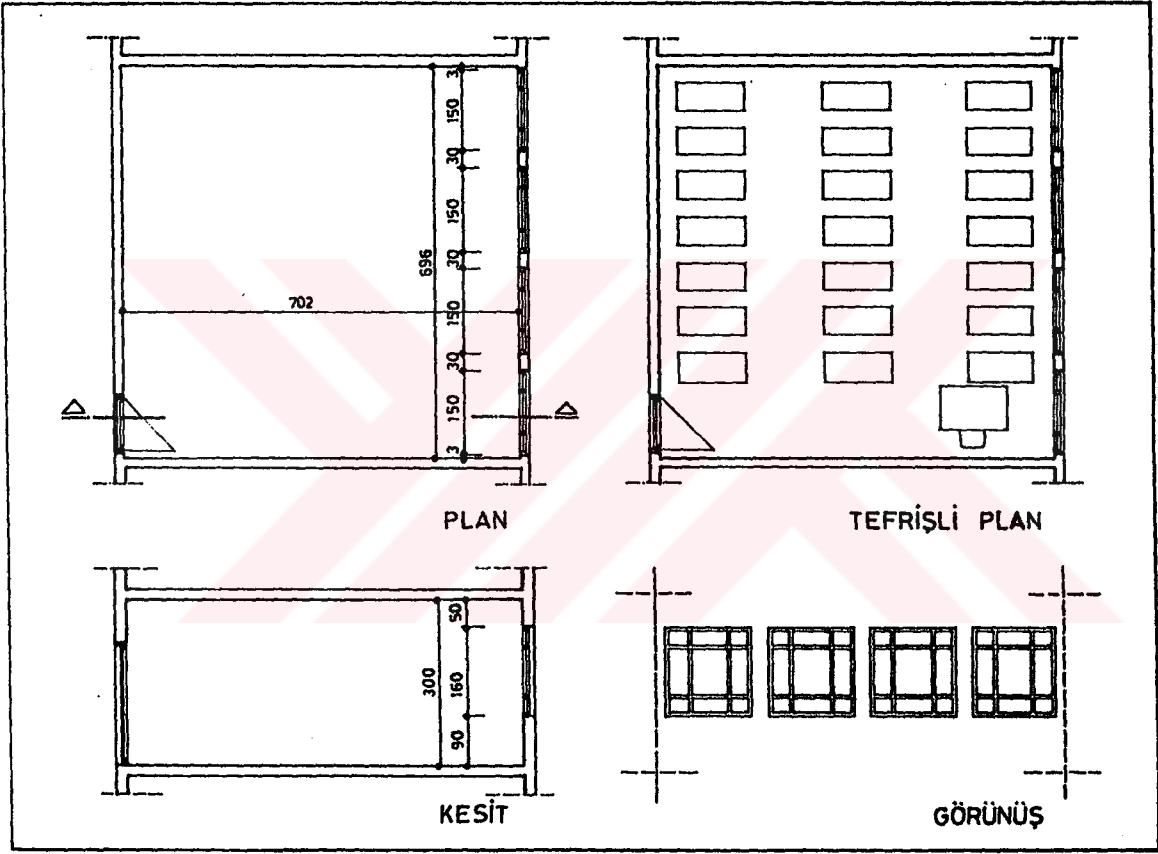
ŞEKİL NO : 2-3



ŞEKİL NO : 4-5



ŞEKİL NO : 6-7



ŞEKİL NO : 8
Tip Derslik Detayları

3.EĞİTİM YAPILARINDA AKUSTİK KONFOR KOŞULLARI

3.1. Gürültü Denetimi Açısından Konfor Koşulları

İstenmeyen ve insanı rahatsız eden ses olarak tanımlanan gürültü günümüzde önemli bir çevre kirliliği etkenidir. Gürültünün varlığı, hemen her türden etkinliği olumsuz etkileyerek psikolojik rahatsızlıklardan, işitme kayıplarına kadar uzanan geniş bir alana yayılmış, olumsuz etkiler doğurabilir.

Yapılarda gürültü denetiminin etkin ve ekonomik olabilmesi için iki aşamada incelenmesi gerekir.

- Yapı İçi Gürültüleri
- Yapı Dışı Gürültüleri

Gerek yapı içi, gerekse yapı dışı gürültüleri olsun bir bölümünün oluşmasında insan ögesi önemli bir etkindir. Çünkü; insan kimi zaman doğrudan gürültü kaynağı olması ya da kimi kaynakların gürültü üretmesine araç olması nedeniyle gürültünün oluşması yönünden olumsuz etkindir.

3.1.1. Yapı İçi Gürültüleri

Okul yapılarında yapı içi gürültüleri üç grupta toplanabilir.

1. İnsan Gürültüleri

Okulu kullanıcıların (Öğrenci, öğretmen, temizlik görevlileri vb.) havada ve katıda, istemli ve istemsiz olarak oluşturdukları gürültülerdir. Bunlardan katıda doğan seslerin oluşturduğu darbe gürültüsü genellikle döşemelerde adım sesi, eşyaların itilip çekilmesi sonucu kaynaklanan gürültülerdir.

2. Tesisat ve Teknik Donatıların Gürültüleri

Pis su, temiz su gibi döşemelerden, havalandırma gibi donatılardan kaynaklanan gürültüler.

3. İşleve Bağlı Gürültüler

Mekânlarda yapılan işlerin niteliklerine göre, kullanılan araçlardan ve o mekânda bulunan kişilerin oluşturduğu gürültüler gibi (Spor salonları, atölyeler, müzik odaları, vb.)

Türkiye'de eğitim yapılarında kabul edilebilir yani işlevin gerçekleşmesine olumsuz etkisi olmayan gürültü düzeyleri Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin 12. maddesine göre Tablo 1'de

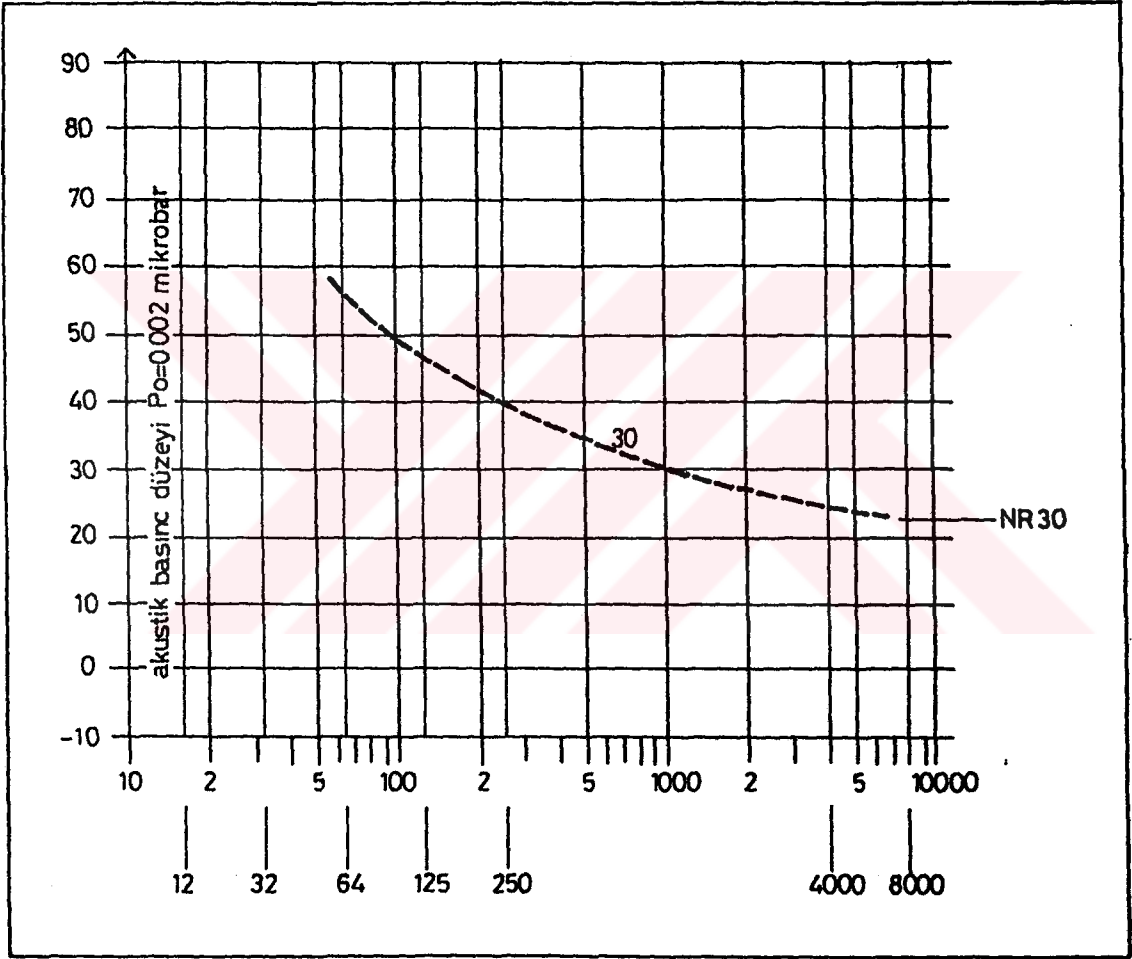
sunulmuştur.

Kullanım Alanı	Kabul Edilebilir Ses Basınç Düzeyi (Leq dBA)
Eğitim Yapıları Derslikler, Laboratuvar	45
Spor Salonu Yemekhane	60

TABLO NO: 1

Toplamsal olarak verilen bu değerler pek çok durumda, özellikle anlaşılabilirlik gibi frekans boyutunun etken olduğu değerlendirmelerde, yeterli gözükse de sağlıklı sonuçlar vermektedir. Her hacmin işlevinden ötürü oluşan, temeli öznel çalışmalara dayalı olan ölçütler fon gürültü düzeyi olarak oluşturulmuştur. Bu ölçütlerden ISO tarafından oluşturulan (ISO/R 1956 - 1971 E) fakat daha çok Avrupa'da kullanılan ve 31.5 Hz.'tan - 8000 Hz.'e kadar sürekli eğri niteliği gösteren NR eğrilerinden yararlanılabilmektedir.

Şekil 9'da verilen grafikte derslikler için frekansa göre kabul edilebilir gürültü düzeyi (NR 30) verilmiştir.



(*)ŞEKİL NO : 9

Derslik için kabul edilebilir fon gürültü düzeyi

* Ülkemizde fon gürültü düzeylerinin belirlenmesinde, ISO tarafından oluşturulan NR eğrileri kullanılmaktadır.

3.1.2. Yapı Dışı Gürültüleri

Gürültü denetiminde yapı dışı gürültüleri, bir başka deyişle kent gürültüsü oldukça yüksek düzeydedir. Okulların yapılacağı alanda, dış çevre etkenlerinin yapı kabuğu aracılığı ile yapı içini etkilemesi, kullanıcıları buldukları ortamlarda rahatsız etmekte, dolayısıyla konforsuzluk yaratmaktadır. Yapı dışı gürültüleri de üç ana grupta toplanabilir.

1. Trafik ve Taşımacılık Gürültüsü

Kent gürültüsü olarak en önemli gürültü trafik ve taşımacılıkta kullanılan türlü araçlardan kaynaklanmaktadır. Hava ve deniz yolu araçlarının oluşturduğu gürültü bölgesel nitelik taşırken, karayolu taşımacılığının gürültüsü tüm kentte yaygın özellik gösterir.

Bununla birlikte yol, araç nitelikleri, araç süratleri, yol yapı konumları, topoğrafik durum karayolu trafik gürültü düzeyinin az yada çok olmasına neden olur.

2. Sanayi Gürültüsü (Fabrika, oto sanayi vb.)

3. Açık hava etkinlikleri gürültüsü (Spor alanları, açık pazarlar, vb.)

Dış gürültüler yönünden trafik gürültüsü en etkin ve yaygın olanıdır. Özellikle karayolu araç trafiği en önemli gürültü kaynaklarını oluşturur.

Yapı kabuğuna gelen kabul edilebilir gürültü düzeyleri Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin 12.maddesi'nde karayolu trafiğine göre Tablo 2'de verilmiştir.

Bölge Tanımı	Leq Eşdeğer Gürültü Seviyesi Temel Kriter 35dBA - 45dBA
1.Bölge Şehir dışı Konut Alanı (Trafikten uzak)	0
2.a.Bölge Şehir Kenarı Konutları	+ 5
b.Şehir Konut Alanı(Trafik akımına 100 m. uzak)	+10
c.Şehir Konut Alanı(Trafik akımına 69m. uzak)	+15
3.Bölge Şehir Merkezi Konut Alanı-Anayollar, İşyerleri- (Trafik akımına 20 m. uzak)	+20
4.Bölge Endüstri Bölgesi veya Ağır Vasıta ve Otobüslerin Geçtiği Anayollar	+25

TABLO NO: 2

3.2. HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN KONFOR KOŞULLARI

Hacim akustiğinin amacı mekanda oluşturulan seslerin dinleyicilere uygun biçimde iletilmesidir.

Öğrenmede görsel algılama yanında, işitsel algılamada çok önemlidir. Bu nedenle, konuşmanın anlaşılabilirliği önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Konuşma olgusunun gerçekleştiği her yerde anlaşılabilirlik ön planda gelir. Öte yandan amacı bilgi aktarma olan derslikler, önem taşıyan mekanların başında yer alır.

Dersliklerde işitsel konforun oluşmasında kaynak ve alıcıya bağlı öznel, derslik tasarımına bağlı nesnel etkenler vardır. Ses kaynağının, yani bilgiyi sözlü olarak aktaran öğreticinin, yeterli yeğinlikte ve hızda, açık, seçik konuşması, amacı öğrenmek olan öğrencinin ise dikkatini tümüyle konuşmacıya yönlendirmiş olması, psikolojik ve fizyolojik yönden bir rahatsızlığın olmaması öznel etkenler olarak önemlidir.

Konuşmanın dinleyiciye ulaşıncaya değin, içinde bulunduğu ortamın özelliklerine göre değişimine neden olan, yani anlaşılabilirliği dolaylı yada dolaysız olarak etkileyen nesnel etkenler ise derslik boyutları, biçimi, iç yüzey detay özellikleri vb. olarak belirlenir. Nesnel etkenlerle ilgili düzenlemelerin, özellikle tasarım aşamasında yer alması gerekmektedir. Çünkü dersliklerde konuşmanın anlaşılabilirliği için,

- Yansıma süresi
- Yeğinlik
- Varlık kriteri
- Yanıt eğrisi
- İlk yansımalar

gibi kriterlerle ilgili uygun koşulların sağlanması, ayrıca yankı, maskeleye gibi akustik kusurların ortadan kaldırılmış olması gerekmektedir.

3.2.1. Hacimlerde Konuşmanın Anlaşılabilirliğini Etkileyen Etkenler

3.2.1.1. Yansıma Süresi

Konuşma, insanlar arasında karşılıklı anlaşmayı sağlayan bir dil içindeki düzenli ve düzensiz seslerin ardarda gelmesinin sonucu oluşur. Düzenli sesler sesli harflerle, düzensiz sesler sessiz harflerle oluşturulur. Konuşmada yer alan düzenli ve düzensiz seslerin, maskeleyen neden olarak birbirinin iştilmesine engel olmaması gereklidir. Konuşmanın eksiksiz ve doğru bir biçimde anlaşılabilmesi, büyük oranda yüksek frekanslı seslerin yani sessiz harflerin yeterli nicelik ve nitelikte algılanabilmesine bağlıdır. Anlaşılabilirlikte yüksek frekanslar konuşmanın tayfsal yapısı içindeki yeğinliklerinin az, sayılarının fazla olması nedeniyle önemi büyüktür.

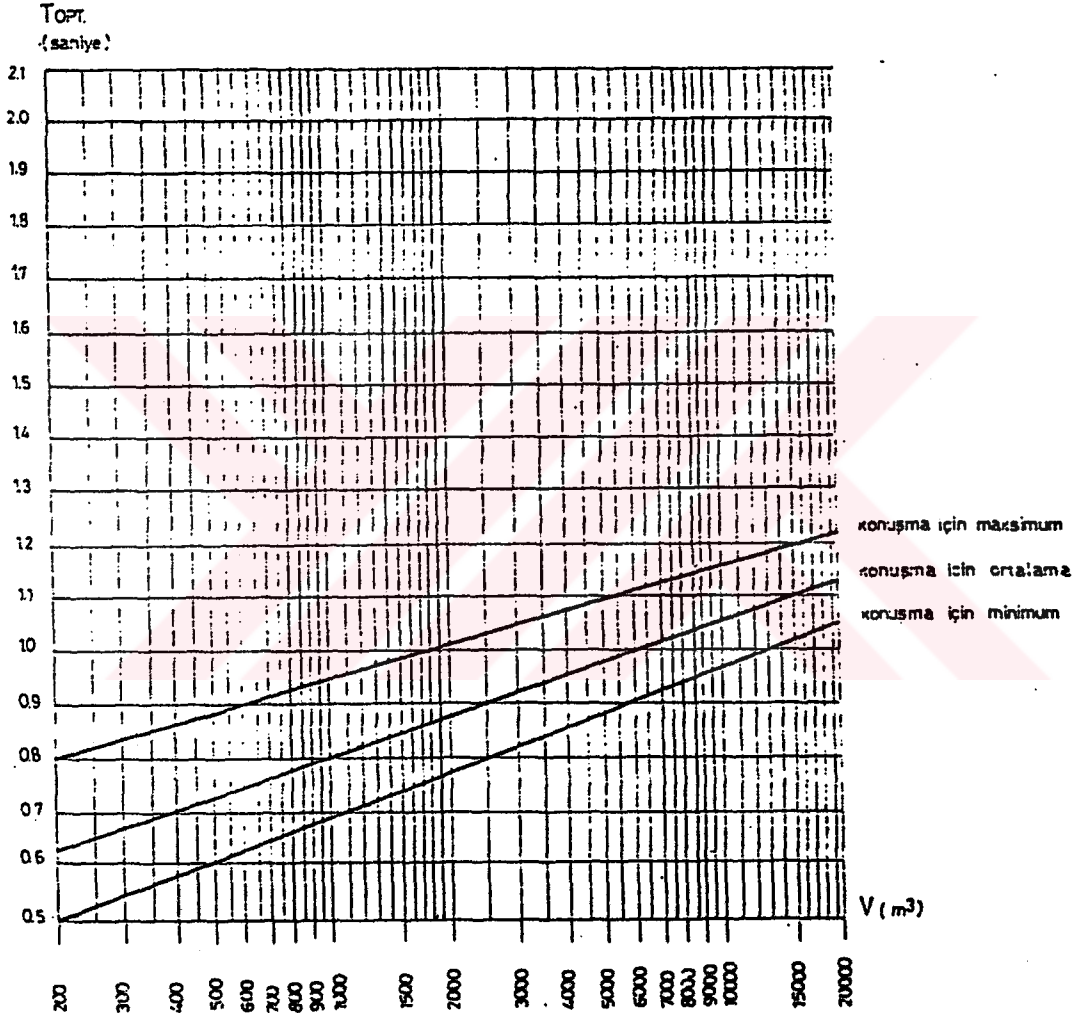
Konuşmanın anlaşılabilirliğinde yansıma süresi ilk belirleyicilerdendir. Yansıma süresi hacmin büyüklüğüne ve toplam yutuculuğa bağlıdır. Hacimlerin büyüklüğüne ve işlevlerine bağlı olarak optimal yansıma süreleri belirlenmiştir. Konuşma amaçlı hacimlerde, optimal yansıma süreleri hacme bağlı olarak 0.5 sn. ile 1.25 sn. arasında değerler alır.(Şekil 10)

Konuşma amaçlı bir mekanda yani dersliklerde yansıma süresi, hacim için belirlenen optimal yansıma süresinden daha uzun olması halinde, konuşmada sesin yeğinliği gereğinden fazla artar. Konuşmada seslerin birbirini sık aralıklarla izlemesi nedeniyle yüksek frekanslı seslerin alçak frekanslar tarafından maskelenmesine bunun sonucunda da anlaşılabilirliğin bozulmasına neden olur.

Yansıma süresinin, hacim için belirlenen optimal yansıma süresinden daha kısa olması durumunda ise özellikle büyük hacimlerde yeterli dolaysız ses yeğinliğinin sağlanamadığı dinleyici uzaklıklarında yeğinlik artışı olmaz. Bunun sonucunda ses kalitesi düşük olur.

Öte yandan tınının önemli olduğu durumlarda distorsiyonlara neden olmaması için yansıma süresinin frekanslara göre değişim göstermemesi gerekir.

OPTİMUM REVERBERASYON SÜRELERİ



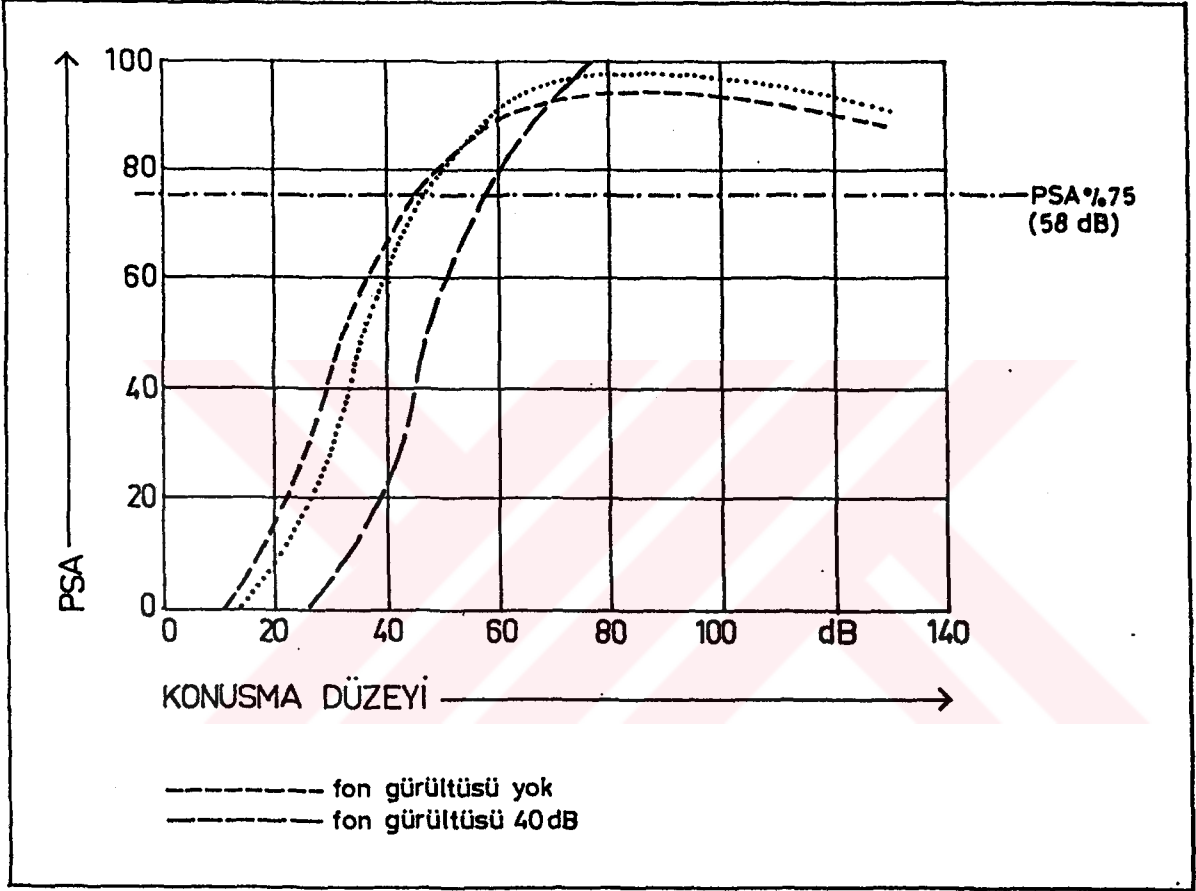
ŞEKİL NO : 10

3.2.1.2. Yeğinlik

Konuşmanın anlaşılabilirliğinin konuşma düzeyi ile yakından ilişkili olduğu bilinen bir gerçektir. Konuşma düzeyi yapılan araştırmalarla 50 dB ile 80 dB arasında olmasının anlaşılabilirlik açısından en uygun olduğunu göstermektedir. Ancak yeğinliğin gerekli sınırlar içinde olması anlaşılabilirliği sağlayan tek etken değildir. Önemli olan sağlanan yeğinliğin dinleyiciler tarafından algılanmasıdır. Bu açıdan fon gürültüsü ve seslerin birbirinin işitilmesini engellemesiyle oluşan maskeleme olayı önem taşır.

Bu nedenle yeğinlik fon gürültüsü ile birlikte incelenmesi gereken bir konudur. Hacimlerde ortalama 40 dB dolaylarında fon gürültüsü bulunduğu varsayımına dayanılarak elde edilen ve bu durumda konuşma düzeyi ile anlaşılabilirlik arasındaki ilişkiyi veren grafik, Şekil 11'de sunulmaktadır. Anlaşılabilirliğin sağlanması için konuşma düzeyi alt sınırı yaklaşık 58 dB'dir. Grafikte de anlaşıldığı gibi yeğinlik düzeyini belli bir sınırdan sonra arttırmanın anlaşılabilirliği arttırmayacağını göstermektedir. Bununla birlikte yeğinliğin az olmasının sakıncaları olduğu kadar, belli bir düzeyin üzerinde olmasının da sakıncaları vardır.

Sonuç olarak konuşmanın anlaşılabilirliğinde, yeğinlik gözönüne alındığında, konuşma düzeyinin 50 dB ile 80 dB arasında olması gerekmektedir.



(*ŞEKİL NO : 11

* Anlaşılabilirliğin (PSA), konuşma düzeyi ve fon gürültüsü ile ilişkisi, (Bu grafik yansıma süresinin sıfır ve işitme alt eşikinin normal olduğu verilerine dayanılarak elde edilmiştir.)

3.2.1.3. Varlık Kriteri

İşitsel algılamanın ve anlaşılabilirliğin büyük önem taşıdığı dersliklerde kaynağın yerinin sadece işitsel algılama ile belirlenebilmesi varlık kriterinin sağlanmasıdır. Bilindiği gibi insan ses kaynağının yerine, yönünü ve uzaklığını ayrı ayrı belirleyerek saptamaya çalışır. Sesin doğrultusu alçak frekanslarda faz farkından yüksek frekanslarda ise başın akustik gölgesinden ötürü oluşan yegincilik farkından bulunur. Ses kaynağının uzaklığı ise kaynaktan gelen dolaysız ses ile yansımış ses oranına göre algılanır.

Bu nedenle varlık kriterinin sağlanabilmesi için hacimde dolaysız ses ile yansımış ses düzeyleri arasında ayrımlar bulunması gerekmektedir. Yansımış sesin oluşturduğu ses düzeyi, ses kaynağının gücüne ve hacmin toplam yutuculuğuna bağlı olup tam yayınlık alanda oluşturduğu ses düzeyi kaynağa olan uzaklıkla değişir. Bu nedenle uzaklığa göre değişen "Yansımış ses/dolaysız ses" oranı kaynağın uzaklığı biçiminde algılanır. Yön ve uzaklığın belirlenebilmesi, yansımış ses/dolaysız ses oranının yeterli biçimde algılanabilmesine bağlıdır. Bu oran deneylerle 1/15 olarak saptanmıştır. Q ile gösterilir. Varlık kriteri değerlendirmesi açısından koşul " $Q < 15$ "tir.

3.2.1.4. İlk Yansımalar

Hacimlerde iyi işitme koşulları açısından önem taşıyan bir başka etken, anlaşılabilirliğe olan olumlu ve olumsuz etkileri nedeniyle ilk yansımalarıdır. Bir hacimde dolaysız ses ile yansımış ses vardır. Dolaysız ses dinleyiciye doğrudan gelen sestir. Yansımış ses ise, duvar, tavan, vb. yerlerden yansıma sonucu gelir. Yansımış sesi oluşturan yansımalar, dinleyicinin kulağına gelen ilk ses yani ilk yansıma akustikte önem kazanır.

Ses kaynağına yakın olan yerlerde dolaysız ses düzeyi, yansıyan ses düzeyinden daha fazladır. Ses kaynağından uzaklaştıkça bu durum değişir. Dinleyiciye dolaysız gelen sesle birinci yansıma ile gelen ses arasındaki zaman aralığı ve do-

laysız sesle birinci yansıma arasındaki yeğlilik ayrımı algılama da önemli etkindir.

Bilindiği gibi, yeğliliği ve zaman gecikmesi belirli sınırlar içinde kalan ilk yansımaların, olumlu etkisine karşılık yeğliliği ve zaman gecikmesi belli sınırlar dışına çıkan ilk yansımalar, rahatsız edici yankı özelliği taşır. Konuşmada ilk yansımaların hangi koşullarda dinleyiciyi rahatsız edeceği, hangi koşullarda anlaşılabilirliği arttıracacağı HAAS tarafından yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.

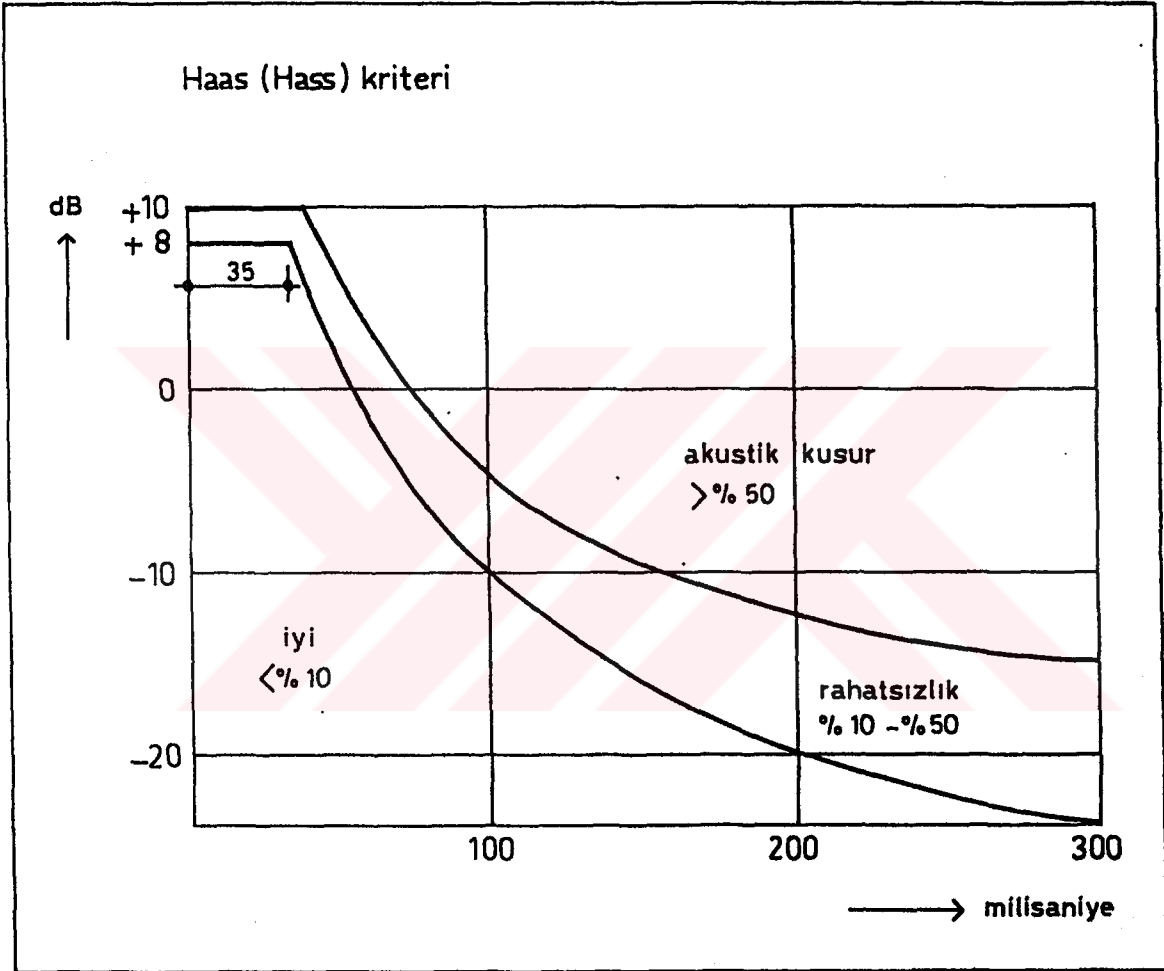
İlk yansıyan sesin ne kadar süre sonra dinleyiciye ulaştığı milisaniye ile gösterilir. Yansıymış ses ile dolaysız ses arasındaki fark 0 dB ise gecikme zamanı 65 milisn. de insanlar rahatsız olmaz.(Tablo 3)

İki ses arasındaki fark ,10 dB olduğunda, 100 milisn. kadar insanlar rahatsız olmaz, 100 milisn. ile 155 milisn. arasında ancak insanların %10 ile %50'si rahatsız olur.

İlk Yansıma Düzeyi İle Dolaysız Ses Arasındaki Fark (dB)	Gecikme Zamanı Rahatsızlık Sınırı (Milisn.)
+ 10	55
0	65
- 3	95
- 6	155
- 10	--

TABLO NO: 3

deneysel sonuçlarından elde edilen %10 ve %50'lik rahatsızlık eğrileri Şekil 12'de sunulmaktadır.



(*) ŞEKİL NO : 12

İlk yansıma açısından rahatsızlık eğrileri

* CONTURİE, L: "L'acoustique Dans Les Batiments"
Editions Eyrolles Paris, 1955; s.160-161

3.2.1.5. Yanıt Eğrisi

Hacimlerde iyi işitme koşulları açısından önem taşıyan etkenlerin bir diğeri de yanıt eğrisinin düzgünlüğüdür.

Hacime beyaz gürültü verildiğinde elde edilen tepkinin grafiği olarak tanımlanan hacimin yanıt eğrisini etkileyen iki faktör vardır.

- Hacmin geometrik özelliği
- Hacmin yansıma süresi

Hacimin yansıma süresinin frekanslara göre değişim gösterip göstermemesi yanıt eğrisinin biçimlenişini etkiler. Yanıt eğrisinin düzgünlüğünü bozmamak için yansıma süresinin frekanslara göre değişim göstermemesi gerekir. Bu da yutuculuk özellikleri farklı bir çok yüzeylerin birlikte kullanılması ile sağlanabilir.

Bunun dışında hacimin geometrik özelliklerine göre sahip olduğu özfrekanslarında yanıt eğrisinin biçimlenişinde etkisi vardır.

Dikdörtgenler prizması biçimindeki hacimlerin boyutlarının birbirinin tam katı olmaması silindir ve yarı küre gibi biçimlerden kaçınılması gerekmektedir.

Yanıt eğrisi düzgünlükleri, genellikle hacmin büyüklüğüne bağlı olarak ortaya çıkar. Büyük hacimlerde ilk özfrekansların sesaltı titreşimler olması nedeniyle alçak frekanslarda yanıt eğrisi yeterince düzgün olabilir.

Oysa küçük hacimlerde, ilk öz frekanslar ses alanı içinde kaldıklarından bunların yanıt eğrisinde yol açtığı düzgünlükler, dinleyiciler tarafından algılanabilir.

4. TİP OKULLARIN GÜRÜLTÜ DENETİMİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Bir yapıda işitsel algılama açısından konforun sağlanabilmesi üç ögeye bağlı olarak belirlenir.

- Yapı içi ve yapı dışı gürültü düzeyi
- Cidarın sesgeçirmezliği
- Kabul edilebilir gürültü düzeyi(NR 30)

Yapı dışı gürültülerine karşı oluşturulacak denetimde dış gürültü ortamının belirlenmesi gereklidir. Çünkü yapıların buldukları bölgelere ve işlevlerine göre gürültüler kimi zaman önemsiz kalmakta, kimi zamanda oldukça önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada tip okullarda gürültü sorununun ortaya konulabilmesi için örnekleme yapılması uygun görülmüştür. Kentin gürültü açısından değişik bölgelerinde üç ilk, üç de orta eğitim yapısı seçilmiştir. Örnek olarak seçilen okulların yapı kabuğunun sesgeçirmezliğinin belirlenmesinde hem ölçme, hem de hesap yöntemi kullanılmıştır. Gürültü kaynağından birinci planda etkilenen dersliklerde ölçmeler ve kullanıcıların gürültü ortamına verdikleri tepkileri belirleyici anket çalışmaları yapılarak birbirleriyle karşılaştırılma sonucu değerlendirme yapılmıştır.

4.1. İncelemeye Alınan Okul ve Derslikler ile İlgili Bilgiler

Bu çalışmada tip okullarda gürültü sorununun ortaya konulabilmesi için örnekleme yapılması uygun görülmüştür. Örnekleme İstanbul'da farklı gürültü bölgelerinde yer alan ve incelemede farklı sonuçlar verebilecek üç ilkokul, üç de ortaokul seçilmiştir.

Yapı kabuğu belirli oranlarda cam ve dolu alanlardan oluştuğu için bileşik cidar özelliği taşımaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucunda iki okulda çift cam uygulaması diğer dört okulda ise tek cam uygulaması görülmüştür.

Söz konusu yapılar içinde bulunduğu kentsel gürültü bölgesi Tablo 2'de verilen Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin 12. maddesindeki karayolu trafiğine göre değerlendirilerek Tablo 4'de sunulmuştur.

NO	Bölge Tipi	Leq (dBA)	Okul Adı	Pencere	Duvar
1	2(a)	40-50	M.Karamancı İlk.*	Tek	İki
2	2(b)	45-55	30 Ağustos İlk.	Çift	yanı
3	2(c)	50-60	İntaş Lisesi	Çift	sıvalı
4	3	55-65	Faik Reşit Ünat İ.	Tek	1 1/2
5	3	55-65	Kenan Evren Lisesi	Tek	tuğla
6	4	60-70	Örnek Lisesi	Tek	duvar

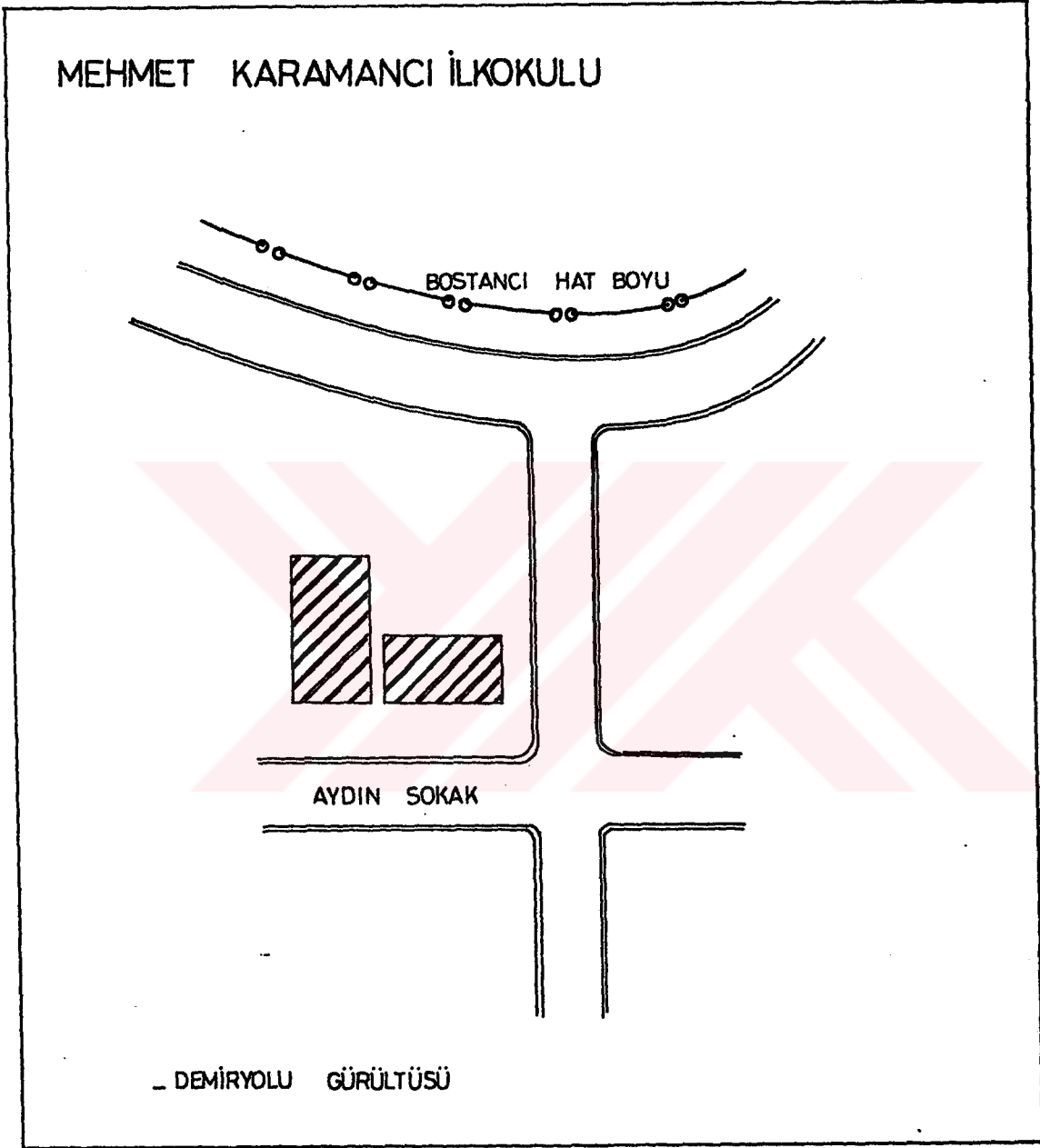
TABLO NO: 4 **



* Mehmet Karamancı İlkokulu'nda temel gürültü kaynağı karayolu değil demiryoludur.

** Çalışmanın ileriki bölümlerinde, okul adı verilmeyecek, değerlendirmeler Tablo 4'de belirlenen numaralara göre yapılacaktır.

Şekil 13,14,15,16,17,18, Fotoğraf 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11, 12'lerde söz konusu okullarla ilgili, yerleşim planları ve fotoğraflar sunulmuştur.



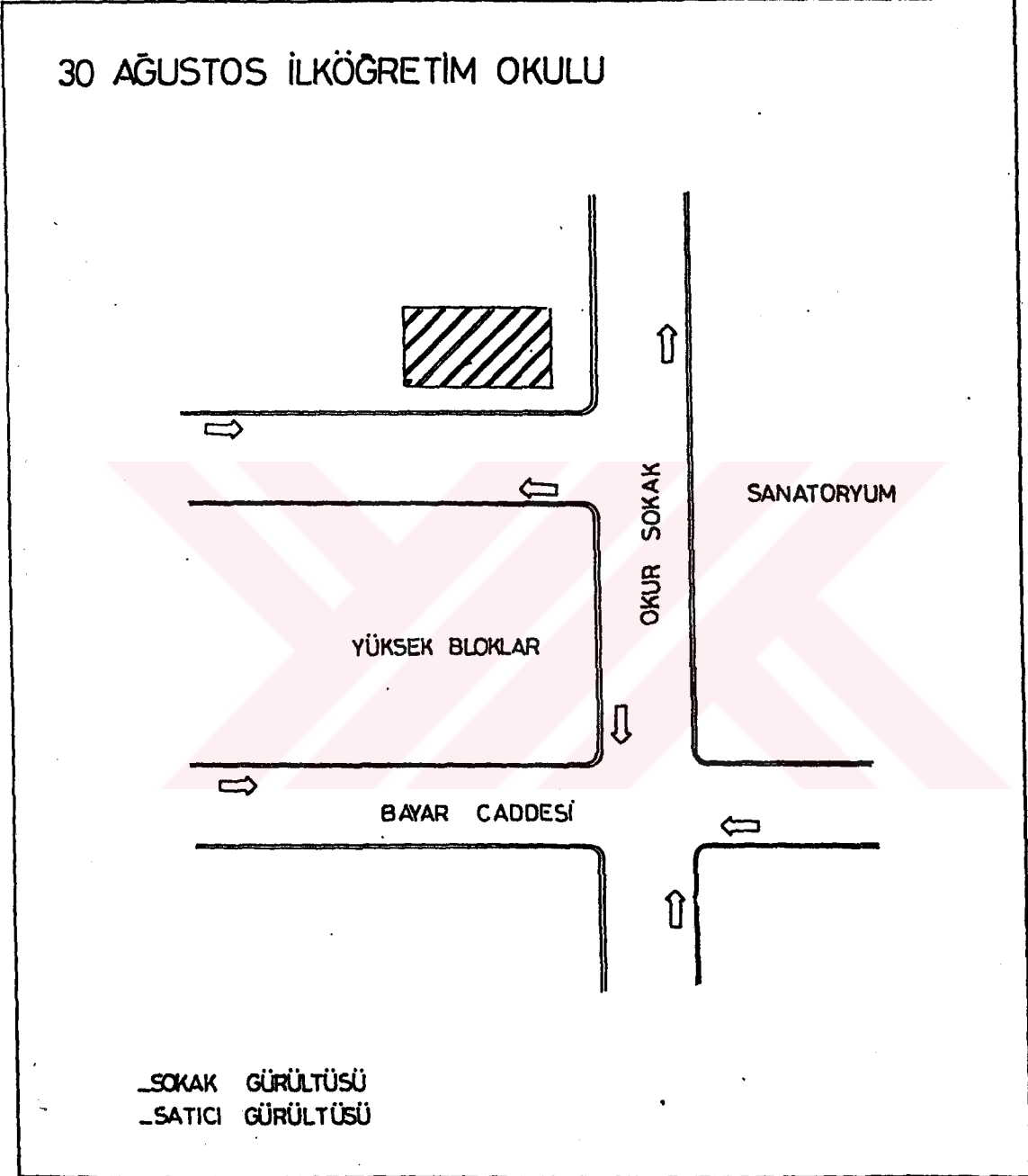
ŞEKİL NO : 13



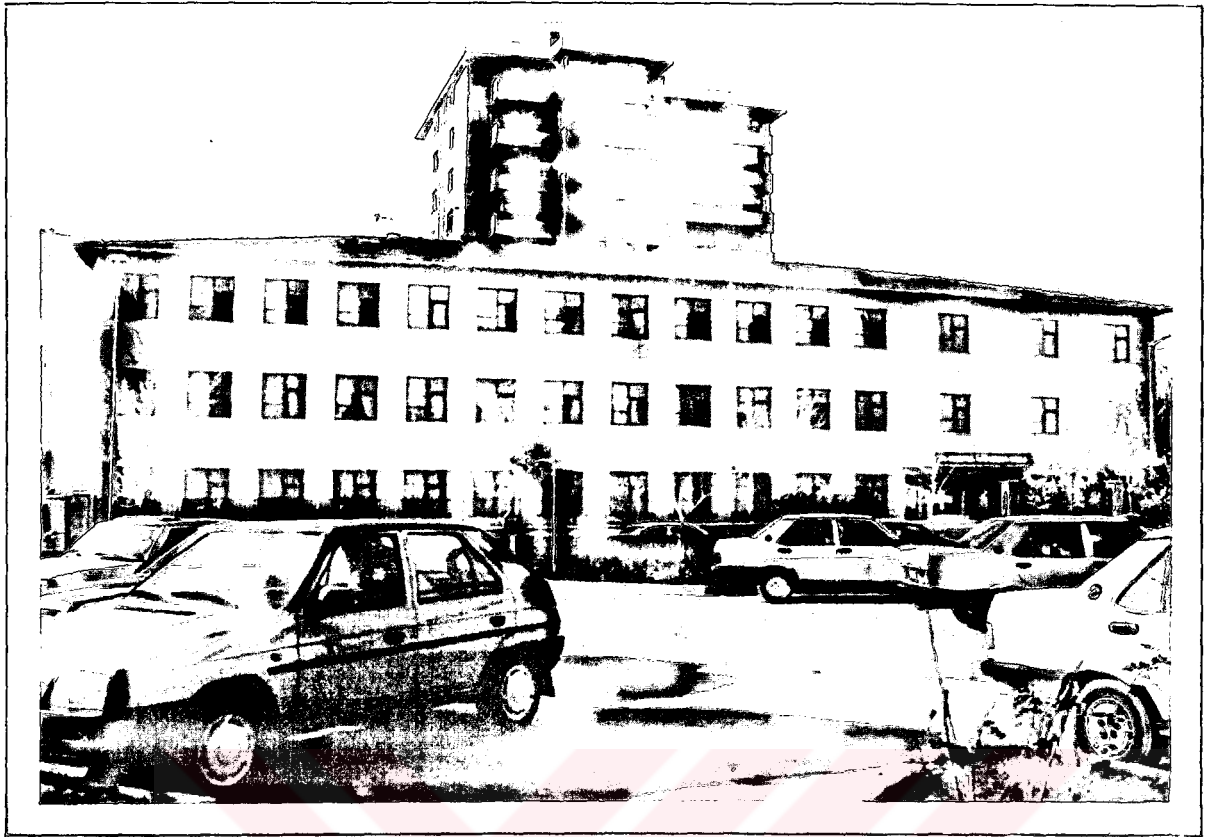
FOTOĀRAF NO : 1-2



30 AĞUSTOS İLKÖĞRETİM OKULU

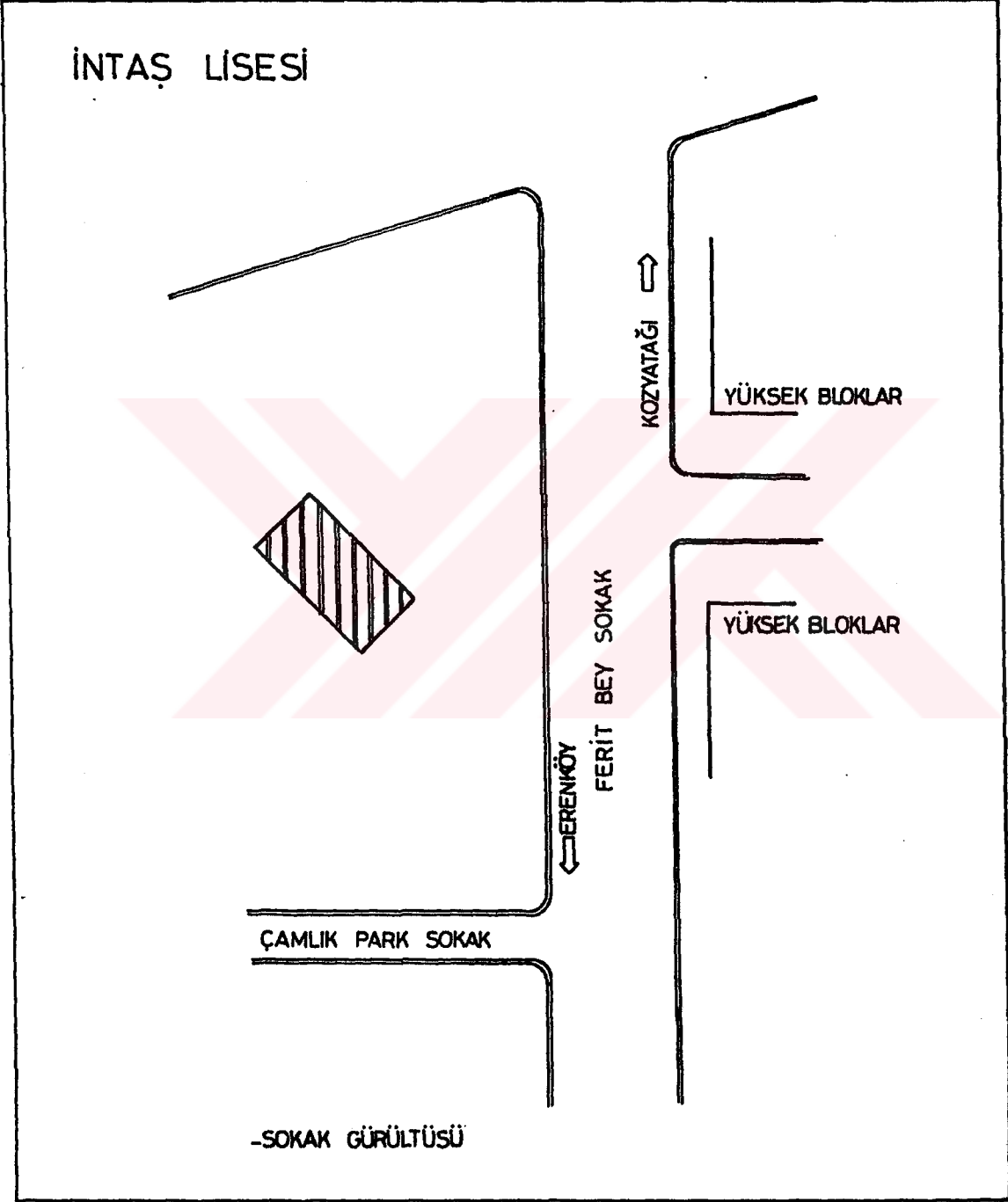


ŞEKİL NO : 14



FOTOGRAFI NO : 3-4



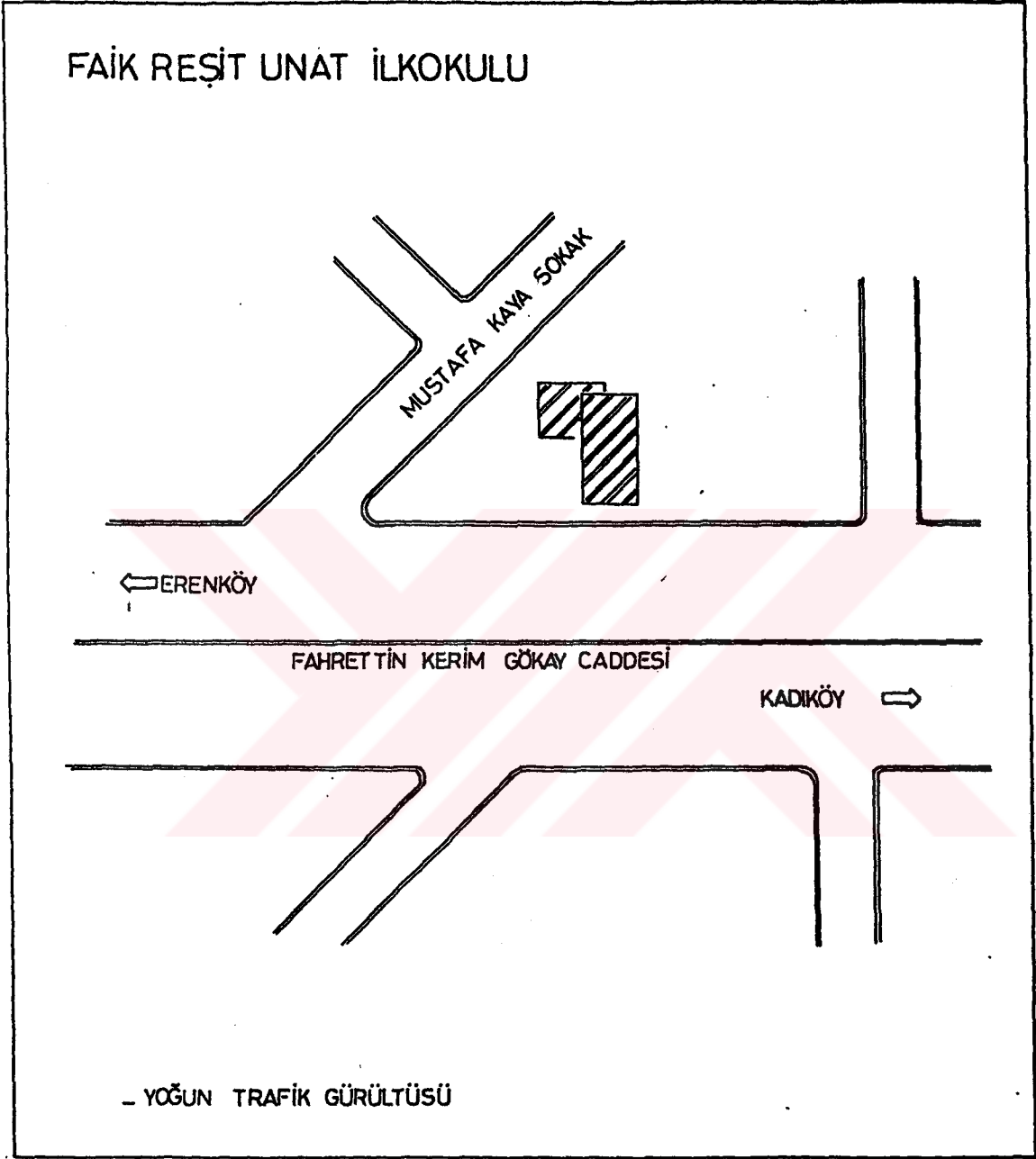


ŞEKİL NO : 15

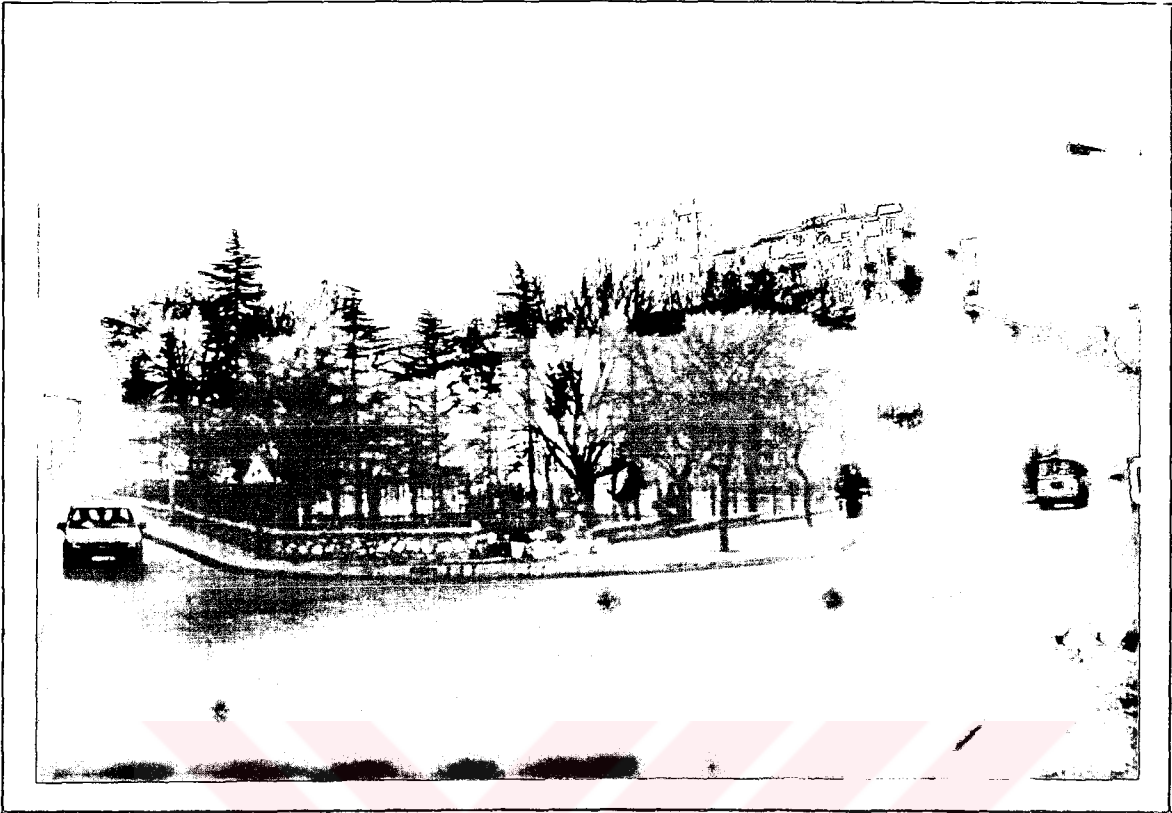


FOTOGRAFI NO : 5-6



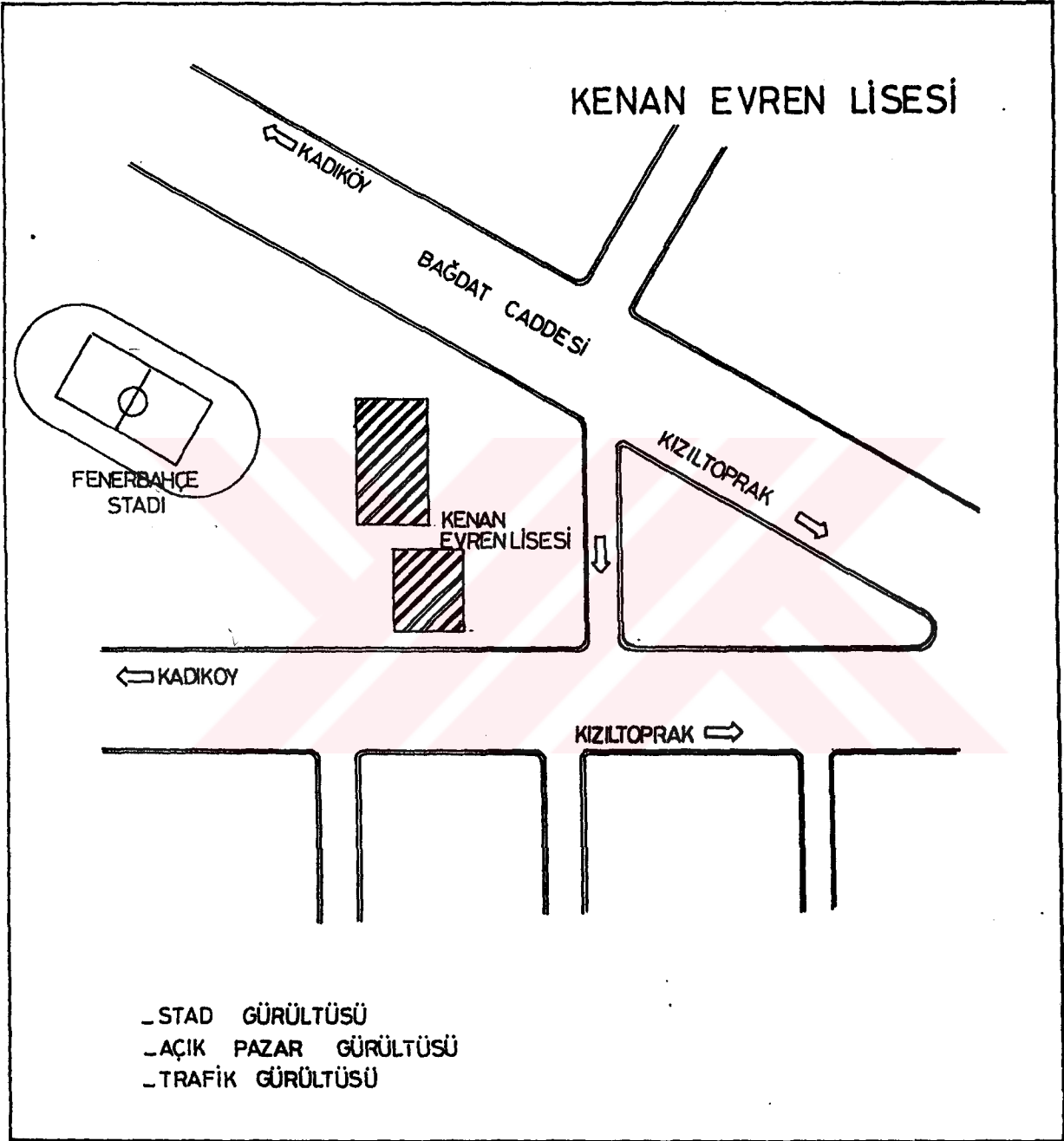


ŞEKİL NO : 16

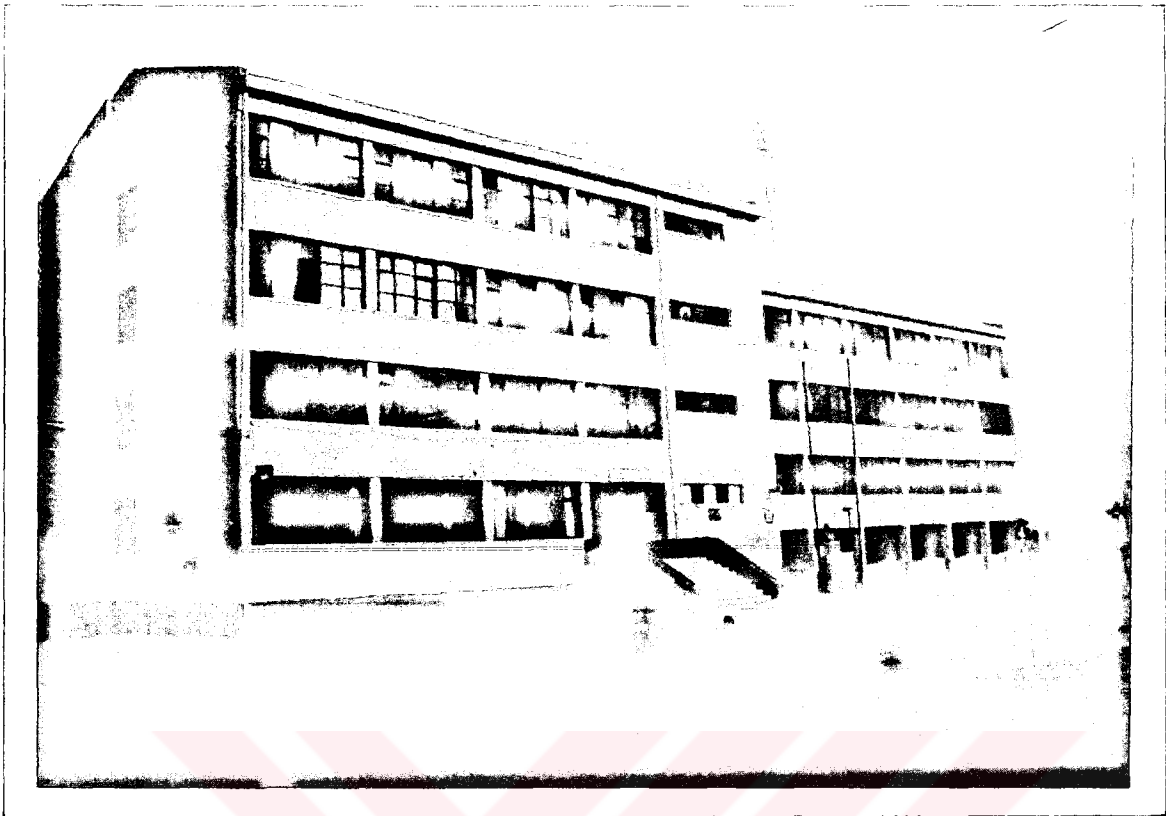


FOTOGRAFI NO : 7-8



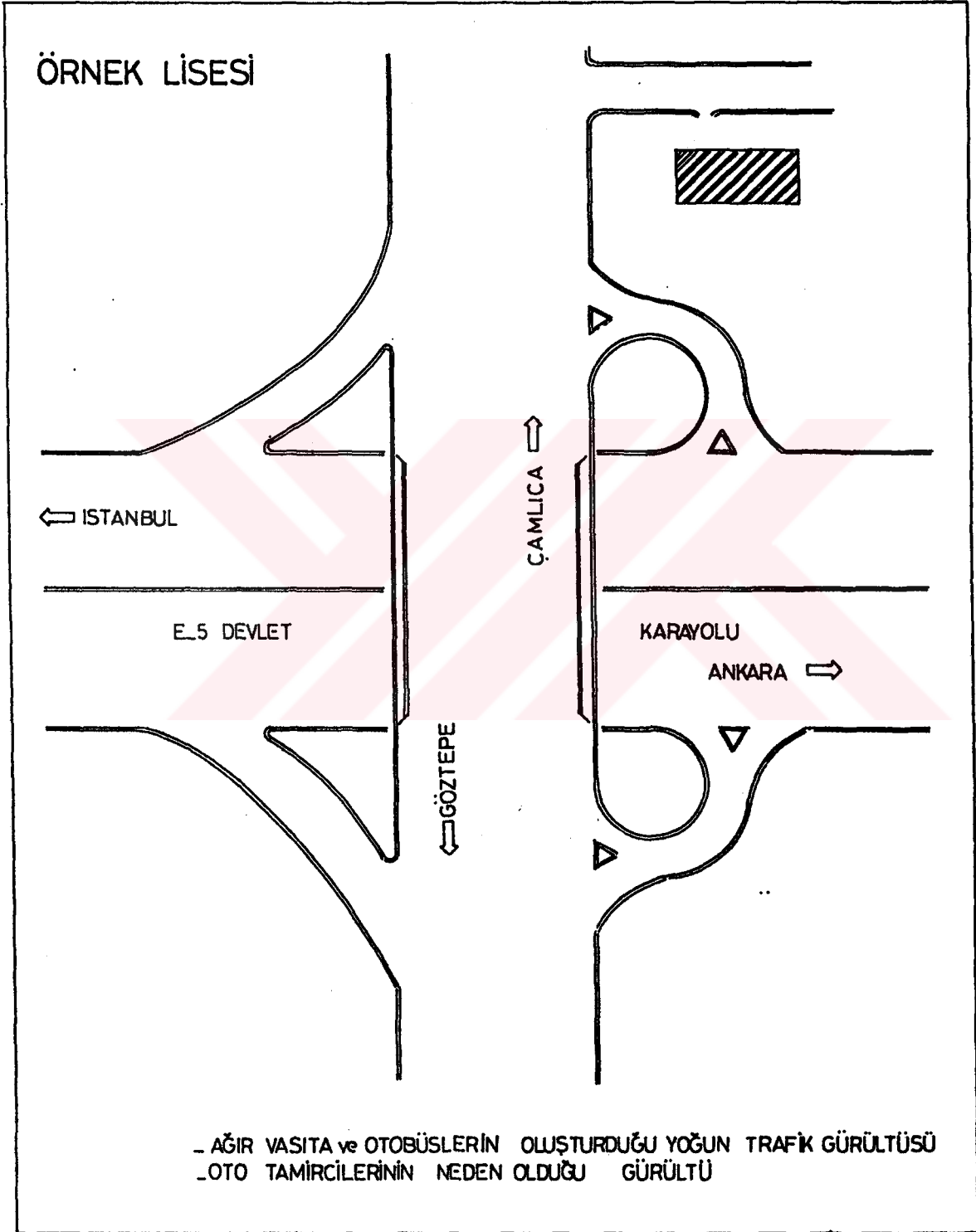


ŞEKİL NO : 17

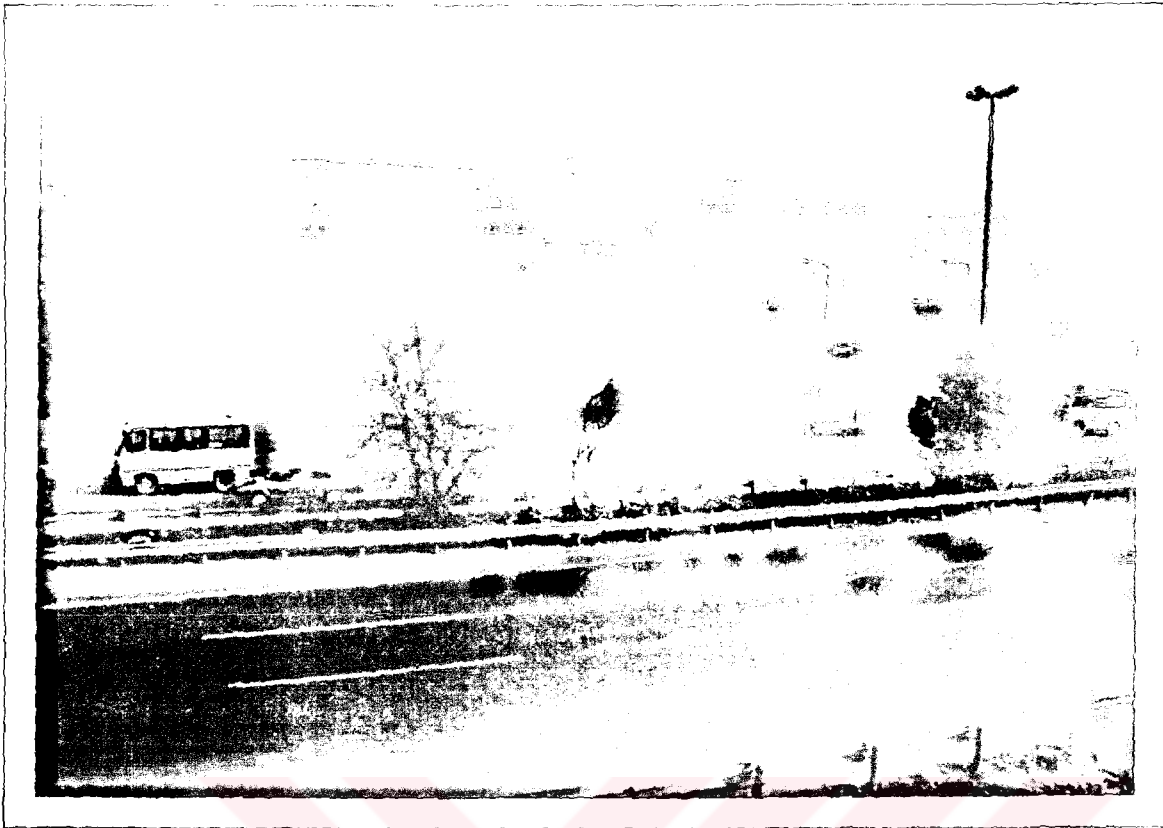


FOTOĀRAF NO : 9-10





ŞEKİL NO : 18



FOTOĀRAF NO : 11-12



4.2.Yapı İçi ve Yapı Dışı Gürültü Ölçmeleri

Bu çalışmada örnek olarak seçilen üç ilk, üç de orta eğitim yapıları ile ilgili bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'te belirlenen okullarda gürültü kaynağından etkilenen dersliklerde gürültü düzeyi ölçmeleri yapılmıştır. Ölçmeler cel 393 marka integrating sound pressure level ile gerçekleştirilmiştir. Gürültünün nitelik ve niceliğinin sağlıklı bir biçimde belirlenebilmesi için hem çevre modu (Environmental mode) hem de frekans analizi modunda (Frequency analysis mode) gerçekleştirilmiştir. Ölçmelerle iç ve dış gürültü düzeyleri belirlenmiştir. Dış ölçmelerde rüzgarlık kullanılmıştır. Tablo 5'te görülen değerler her noktada 10'ar dakikalık periyotlarla gerçekleştirilen en az altı ölçmenin ortalamasıdır.



Okul No	Ölçüm Yeri	(dBA)				
		Leq **	Lmax	L10 ***	L50 ***	L90 ***
1	DIŞ	50.0	68.0	53.0	48.0	45.5
		63.2*	77.1*	64.0*	54.0*	48.5*
	İÇ	33.5	52.7	38.0	33.0	31.0
		46.7*	61.8*	49.0*	39.0*	34.0*
2	DIŞ	58.7	76.2	61.3	55.0	51.2
	İÇ	44.5	64.4	46.0	40.5	36.5
3	DIŞ	61.5	74.5	64.3	56.8	53.5
	İÇ	46.3	61.7	48.0	41.3	37.8
4	DIŞ	70.0	88.3	71.0	66.5	62.5
	İÇ	53.5	73.0	56.0	51.5	48.0
5	DIŞ	62.0	75.0	63.5	61.0	58.8
	İÇ	52.0	69.0	54.0	50.7	48.7
6	DIŞ	65.4	75.0	67.5	64.2	62.0
	İÇ	47.9	58.7	51.5	48.2	46.5

TABLO NO: 5
(Çevre modu ile ilgilidir)

* Tren geçerken yapılan ölçmeler

** Leq, ortalama enerji düzeyi

*** Trafik gürültüsü istatistiksel analiz sonucunda zamanın %10, %50, %90'ında aşılacak gürültü düzeylerini göstermektedir.

SPL dBA										
Okul No	Ölçme Yeri	32	64	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	DIŞ	30.0	37.6	35.0	41.0	43.0	42.6	39.6	33.3	26.6
	İÇ	20.1	21.9	21.0	27.0	26.0	33.0	30.0	20.1	20.1
2	DIŞ	27.9	47.8	54.8	45.6	44.3	44.5	40.4	30.9	23.0
	İÇ	20.1	20.1	25.8	28.6	34.2	37.1	35.1	26.8	21.4
3	DIŞ	30.1	41.5	44.0	46.0	49.5	50.8	50.0	44.0	32.3
	İÇ	25.2	24.0	21.6	27.5	32.2	39.3	38.1	33.2	30.2
4	DIŞ	35.9	54.1	56.0	56.5	60.3	61.0	50.8	50.7	37.5
	İÇ	20.1	38.4	42.9	42.1	43.9	52.4	45.8	37.6	23.3
5	DIŞ	33.9	49.6	52.6	55.0	56.0	56.0	53.2	45.1	30.5
	İÇ	29.0	40.0	42.2	44.5	46.0	48.1	41.6	34.0	28.0
6	DIŞ	38.3	52.5	54.5	55.0	52.8	54.0	52.8	44.2	30.2
	İÇ	30.2	38.0	44.5	44.0	42.0	48.0	40.0	33.1	28.2

TABLO NO: 6

Tablo 6'da frekans analizi sonuçları yer almaktadır. Frekans analizleri oktav bantlar için yapılmıştır. Tablo 6'daki değerler iki ölçmenin ortalamasıdır.

Ölçmeler insan kulağının duyarlılık sınırlarına göre yani dBA cinsinden yapılmıştır. Bu ölçmeler Tablo 7'deki değerler doğrultusunda değiştirilerek Tablo 8'de dB cinsinden sunulmuştur.

125	250	500	1000	2000	4000
+16.1	+8.6	+3.2	±0.0	-1.2	-1.0

TABLO NO: 7

Okul No	Ölçme Yeri	dB					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	DIŞ	51.1	49.6	46.2	42.6	38.4	32.3
	İÇ	37.1	35.6	29.2	33.0	28.8	19.1
2	DIŞ	70.9	54.2	47.5	44.5	39.2	29.9
	İÇ	41.9	37.2	37.4	37.1	33.9	25.8
3	DIŞ	60.1	54.6	52.7	50.8	48.8	43.0
	İÇ	37.7	36.1	35.4	39.3	36.9	32.2
4	DIŞ	72.1	65.1	63.5	61.0	49.6	49.7
	İÇ	59.0	50.7	47.1	52.4	44.6	36.6
5	DIŞ	68.7	63.6	59.2	56.0	52.0	44.1
	İÇ	58.3	53.1	49.2	48.1	40.4	33.0
6	DIŞ	70.6	63.6	56.0	54.0	51.6	43.2
	İÇ	60.6	52.6	45.2	48.0	38.8	32.1

TABLO NO: 8

4.2.1. Ölçmelerle Belirlenen Sesgeçirmezlikler

İstanbul'un değişik gürültü bölgelerinde seçilen eğitim yapılarında gerçekleştirilen yapı içi ve yapı dışı gürültü düzeyi ölçme değerleri Tablo 6'da sunulmuştur. Buna göre sesgeçirmezlik değerleri yapı dışındaki gürültü düzeyi ile hacim içine geçen sesin farkına eşittir. Yapı kabuğunun frekanslara göre sesgeçirmezlik değerleri Tablo 9'da sunulmuştur.

Sesgeçirmezlik R (dB)						
Okul	125	250	500	1000	2000	4000
1	14.00	14.00	17.00	9.60	9.60	13.20
2	29.00	17.00	10.10	7.40	5.30	4.10
3	22.40	18.50	17.30	11.50	11.90	10.80
4	13.10	14.40	16.40	8.60	5.00	13.10
5	10.40	10.50	10.00	7.90	11.60	11.10
6	10.00	11.00	10.80	6.00	12.80	11.10

TABLO NO: 9

4.3.Sesgeçirmezlik Hesapları

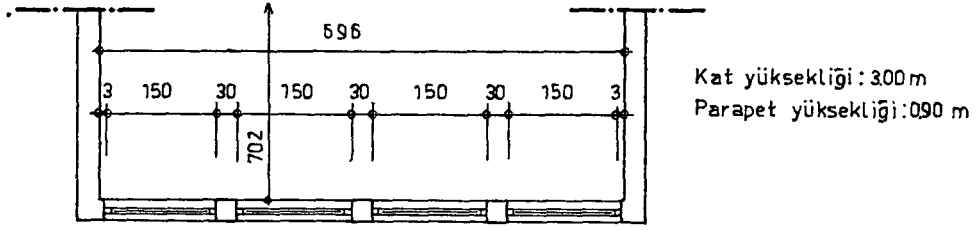
4.3.1.Yapı Kabuğu Sesgeçirmezlikleri

Sesin geçmesi, ses erkesinin bir ortamdan başka bir ortama geçmesi anlamına gelir. Dış çevreden, yapı yüzeyine gelen ses 4 ayrı biçimde yapı kabuğu içine geçer.

- Sesin geçirgenlikle geçmesi
- Sesin açıklıklardan geçmesi
- Sesin cidar titreşimi ile geçmesi
- Sesin dolaylı geçmesi

İncelemeye alınan dersliklerde doğrama ve cam detaylarında kırıklıklar ve açıklıklar mevcuttur. Gürültünün doğrudan bu açıklıklardan geçmesi nedeni ile yapı kabuğunun sesgeçirmezliğini önemli ölçüde azaltacaktır.Sesin geçme yollarından en önemli ve etkin olanı sesin cidar titreşimi ile geçmesidir. Bu, ses dalgalarının duvar,döşeme,kapı,cam vb. cidarları bütünüyle titreştirmesi ile geçmesi olayıdır. Sesgeçirmezlik hesapları diğer geçme yolları ihmal edilerek yapılmıştır.

Yapı kabuğu olarak duvar ögesi ele alındığı zaman sesin cidar titreşimi ile geçmesinde dolu ve cam alanların sesgeçirmezlikleri ayrı ayrı hesaplanarak bileşik cidar sesgeçirmezliği bulunur. Kitle ağırlığına bağlı olarak cidarların (Cam ve duvar) sesgeçirmezliğinin hesaplanmasında frekanslara göre belirlenen ve ortalama sesgeçirmezlik değerleri veren ampirik formüller kullanılmıştır.



ŞEKİL NO : 18

Şekil 18'de yapı kabuğu hakkında sunulan veriler doğrultusunda sesgeçirmezlik hesapları yapılmıştır.

$$\text{Cidar Alanı (S)} = 6.96 \times 3.00 = 20.88 \text{ m}^2$$

$$\text{Cam Yüzey Alanı} = (1.50 \times 1.60) \times 4.00 = 9.60 \text{ m}^2$$

$$\text{Dolu Yüzey Alanı} = 11.28 \text{ m}^2$$

4 mm. kalınlığındaki camın kitle ağırlığı

$$m_{\text{cam}} = 2500 \times 0.004 = 10.00 \text{ kg/m}^2$$

4 + 4 mm. kalınlığındaki çift camın kitle ağırlığı

$$m_{\text{cam}} = 2500 \times 0.008 = 22.00 \text{ kg/m}^2$$

29.cm. kalınlığında iki tarafı sıvalı tuğla duvarın kitle ağırlığı

$$m_{\text{duvar}(29\text{cm})} = 1400 \times 0.29 = 406.00 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{\text{sıva}(3+3\text{cm})} = 2000 \times 0.06 = 12.00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{-----}$$

$$418.00 \text{ kg/m}^2$$

$$R = 20 \log m + 12 \log f - 27$$

Formül No: 1

R: Sesgeçirmezlik değeri (dB)

m: Kitle ağırlığı (Kg/m²)

f: Frekans (Hz)

4 mm.'lik camın frekanslara göre sesgeçirmezlik değerleri Formül 1'le bulunmuş ve Tablo 10'da sunulmuştur.

Frekans(hZ)	125	250	500	1000	2000	4000
dB	18.08	21.68	25.28	29.00	32.60	36.20

TABLO NO : 10

4 mm.'lik camın sesgeçirmezliği

4 + 4 mm.'lik çift camın sesgeçirmezlik değerleri Formül 1'le bulunmuş ve Tablo 11'de sunulmuştur.

Frekans(hZ)	125	250	500	1000	2000	4000
R_c (dB)	24.08	27.68	31.28	35.00	38.60	42.20

TABLO NO : 11

4 + 4 mm.'lik çift camın sesgeçirmezlik değerleri

29 cm. kalınlığında iki tarafı sıvalı delikli tuğla duvarın sesgeçirmezlik değerleri Formül 1'le bulunmuş ve Tablo 13'te sunulmuştur.

Frekans(hZ)	125	250	500	1000	2000	4000
R_d (dB)	50.50	54.10	57.70	61.42	65.02	68.62

TABLO NO : 12

29 cm.'lik duvarın sesgeçirmezlik değeri

Bileşik Cidarın Sesgeçirmezliği

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

Formül 2

R : Sesgeçirmezlik

R_2 : Sesgeçirmezliği az olan cidar

S : Bileşik Cidarı toplam alanı

S_2 : Sesgeçirmezliği az olan cidarın alanı

%46 Ték cam + %64 duvar olan bileşik cidar sesgeçirmezliği Formül 2 ile bulunmuş, Tablo 13'de sunulmuştur.

Frekans(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R_{bc} (dB)	21.45	25.05	28.65	32.37	35.97	39.57

(*) TABLO NO : 13

%46 Çift cam + %64 duvar olan bileşik cidar sesgeçirmezliği

Frekans(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R_{bc} (dB)	27.45	31.05	34.65	38.37	41.97	45.57

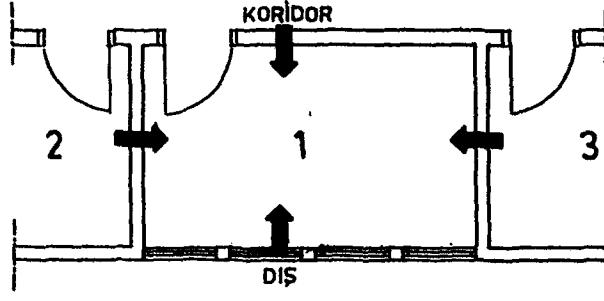
(**) TABLO NO : 14

Kitle ağırlığının az olması nedeniyle yapı kabuğunda sese karşı en zayıf ögeler cam yüzeylerdir. Bu yüzden bileşik cidar sesgeçirmezliği, sesgeçirmezliği düşük değerde olan camın sesgeçirmezliğine yaklaşmaktadır.

* Tablo 13'teki bileşik cidar hesapları 1,4,5,6 nolu okullar için yapılmıştır.

** Tablo 14'teki bileşik cidar hesapları 2 ve 3 nolu okullar için yapılmıştır.

4.3.2. Duvar ve Döşeme Ses Geçirmezlikleri



ŞEKİL NO:19

Havada doğan sesler ile katıda doğan sesler açısından yatayda ve düşeyde bulunan hacimler arası cidarlar önem kazanır. Şekil 19'da verilen 1 nolu derslik konumunda olan hacmin, bitişik hacimlerden ve iç koridorda oluşan seslerin gelebileceği düşünülerek bölme duvarların ve iç koridora bakan bitişik cidarın sesgeçirmezliği hesaplanmıştır.

Bitişik hacimler arası bölme duvar olan iki yanı sıvalı 19 cm. kalınlığındaki tuğla duvarın sesgeçirmezlik hesabı aşağıda verilmiştir.

$$m_{\text{sıva}(3 + 3 \text{ cm})} = 2000 \times 0.006 = 12.00 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{\text{duvar}(19 \text{ cm.})} = 1400 \times 0.19 = 266.00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{-----}$$

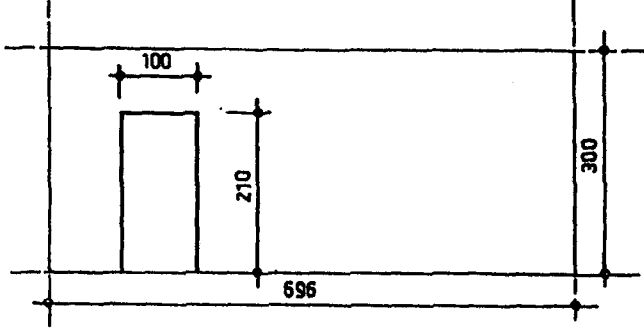
$$278.00 \text{ kg/m}^2$$

Duvar sesgeçirmezliği Formül 1 ile bulunmuş ve Tablo 15 te sunulmuştur.

Frekans	125	250	500	1000	2000	4000
R_d (dB)	46.08	49.68	53.40	57.00	60.60	64.20

TABLO NO : 15

İç koridora bakan bileşik cidarın sesgeçirmezliği



ŞEKİL NO : 20

$$(*) \text{Cidar Alanı} = 6.96 \times 3.00 = 20.88 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapı Alanı} = 2.10 \times 1.00 = 2.10 \text{ m}^2$$

$$\text{Duvar Alanı} = 20.88 - 2.10 = 18.78 \text{ m}^2$$

Kenar yalıtımsız konstrüksiyon kapı sesgeçirmezlik değerleri Tablo 16'da verilmiştir.

Frekans(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R_k (dB)	13.00	18.00	22.50	18.50	18.00	17.50

TABLO NO : 16

Duvar sesgeçirmezliğinin frekanslara göre değerleri Tablo 15'te sunulmuştur. Buna göre bileşik cidar sesgeçirmezliğinin frekanslara göre değerleri Formül 2'de bulunmuş ve Tablo 17'te sunulmuştur.

Frekans(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R_{bc} (dB)	22.90	27.90	32.40	28.40	27.90	27.40

TABLO NO : 17

* Hesaplar Şekil 20'de sunulan veriler doğrultusunda yapılmıştır.

Kapılar genellikle akustik yönden kitlece ağırlıkları azdır. Bu nedenle bileşik cidar sesgeçirmezliğinin azalmasında etkin olup Tablo 17'de görüldüğü gibi olumsuzdur.

Tüm dersliklerde uygulama, aynı anda başlayıp aynı anda bittiği düşünülerek yapı içi gürültüleri düzeyi hesaplamalarda ihmal edilmiştir. Öte yandan farklı hacimlerde uygulanması gereken dersler (Müzik, spor etkinlikleri, vb.) için mekan değiştiren öğrencilerin koridorda oluşturduğu gürültü söz konusudur. Koridorda oluşan ortalama gürültü düzeyi 70 dB civarında aldığımızda, dersliğe geçen gürültü düzeyi yaklaşık 42 dB olarak bulunmaktadır ki bu da Tablo 1'de sunulan ortalama gürültü düzeyi değeri altında kalmaktadır. Bundan da anlaşılıyor ki geçen gürültü fon gürültüsünün altında kalarak rahatsızlık yaratmıyor.

Fakat daha önce de değinildiği gibi toplamsal değerlerde yapılan belirlemeler yeterli gözükse de, hacime geçen ses açısından, koridorda oluşan gürültünün tayfsal yapısı önemli rol oynamaktadır.

Döşemelerde adım sesi, nesnelere düşmesi, mobilyaların itilip çekilmesinden kaynaklanan sesler vb. darbe sesi olarak tanımlanır. Darbe gürültüsü ele alındığı zaman, katlı yapılarda yapının işlevine göre katlar arasındaki döşemelerin belirli sesgeçirmezlik değerleri sağlaması gerekir.

Döşemelerde oluşan ses doğrudan döşeme yolu ile alt kata geçerek hacim içinde belli düzeyde gürültüye neden olur. Darbe gürültüsünün oluşmasında

- Yapı kullanıcılarının
- Yapıların işlevlerinin
- Döşeme niteliklerinin

hareketli mobilyaların döşeme ile temas eden bölümlerinin etkileri büyüktür.

Darbe gürültüsüne karşı sağlanması gereken sesgeçirmezlik değerleri ISO R/717 standartına göre Tablo 18'de sunulmuştur.

Frekans(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R_d (dB)	67	67	65	62	53	47

TABLO NO : 18

Bayındırlık Bakanlığı'nın tip okul uygulama projelerinde döşeme kalınlığı 15 cm. plak olarak verilmiştir. Bu döşemenin darbe sesine karşı sesgeçirmezlik değeri kaynaklarda ise 28 dB (R_d) olarak bulunmuştur.

Buna karşılık Tablo 18'de ISO tarafından verilen darbe gürültüsüne karşı ortalama sesgeçirmezlik değerinin 60 dB dolaylarında olması gerekmektedir.

Tüm gürültü denetiminde olduğu gibi darbe gürültüsünde insan etkeni önemlidir. Bu nedenle dersliklerde gereksiz yere gürültü oluşturulmaması öğrencilerin disiplinli davranışlarına bağlıdır. Darbe gürültülerine önlem getirmek yerine çıkarmamak, her zaman için daha olumlu bir davranış olacaktır.

Görülüyor ki Bayındırlık Bakanlığı uygulamalarındaki döşeme, diğer yapı elemanları^g gürültü denetimi açısından yetersiz kalmaktadır.

4.4. Sesgeçirmezliklerin Karşılaştırılması

Tablo 19'da yapı kabuğunun hesap ve ölçme yolu ile belirlenen sesgeçirmezlik değerleri yer almaktadır.

Okul No	Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
1	Hesap	21.45	25.05	28.65	32.37	35.97	39.57
	Ölçme	14.00	14.00	17.00	9.60	9.60	13.20
2	Hesap	27.45	31.05	34.65	38.37	41.97	45.57
	Ölçme	29.00	17.00	10.10	7.40	5.30	4.10
3	Hesap	27.45	31.05	34.65	38.37	41.97	45.57
	Ölçme	22.40	18.50	17.30	11.50	11.90	10.80
4	Hesap	21.45	25.05	28.65	32.37	35.97	39.57
	Ölçme	13.10	14.40	16.40	8.60	5.00	13.10
5	Hesap	21.45	25.05	28.65	32.37	35.97	39.57
	Ölçme	10.40	10.50	10.00	7.90	11.60	11.10
6	Hesap	21.45	25.05	28.65	32.37	35.97	39.57
	Ölçme	10.00	11.00	10.80	6.00	12.80	11.10

TABLO NO: 19

Tablo 19'da görüldüğü gibi formüllerle hesaplanan sesgeçirmezlik değerleri ile, ölçmelerle elde edilen frekanslara göre sesgeçirmezlik değerleri arasında önemli ayrımlar söz konusudur. Hesap ile belirlenen değerler, hemen her durumda ölçme değerlerinin üstündedir. Bunun temelinde iki nedeni vardır. Birincisi camın özfrekansına bağlı olarak ortaya çıkan rezonans olayı diğeri ise cama eğik gelen seslerle, camın öz dalgalanma frekansları arasında bir uyuma olması sonucu ortaya çıkan frekans rastlaşması olayıdır.

Öte yandan formüllerle hesaplanan sesgeçirmezlik değerlerinde yalnızca camın kitle ağırlığı hesaba katılmaktadır. Oysa cam doğramalar aracılığı ile tesbit edildiğinden buradaki detaylar ölçmelerle belirlenen sesgeçirmezlik değerlerini etkilemektedir.

Bu çalışmada incelemeye alınan dersliklerde doğrama ve cam detaylarında da kırıklıklar ve açıklıklar gözlenmektedir. Gürültünün doğrudan bu açıklıklardan geçmesi sonucunda ölçme yoluyla belirlenen sesgeçirmezlik önemli ölçüde azalmıştır. Bu nedenle çalışmada daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için hesap değil, ölçme değerleri yapı kabuğunun sesgeçirmezliği olarak kabul edilecektir.



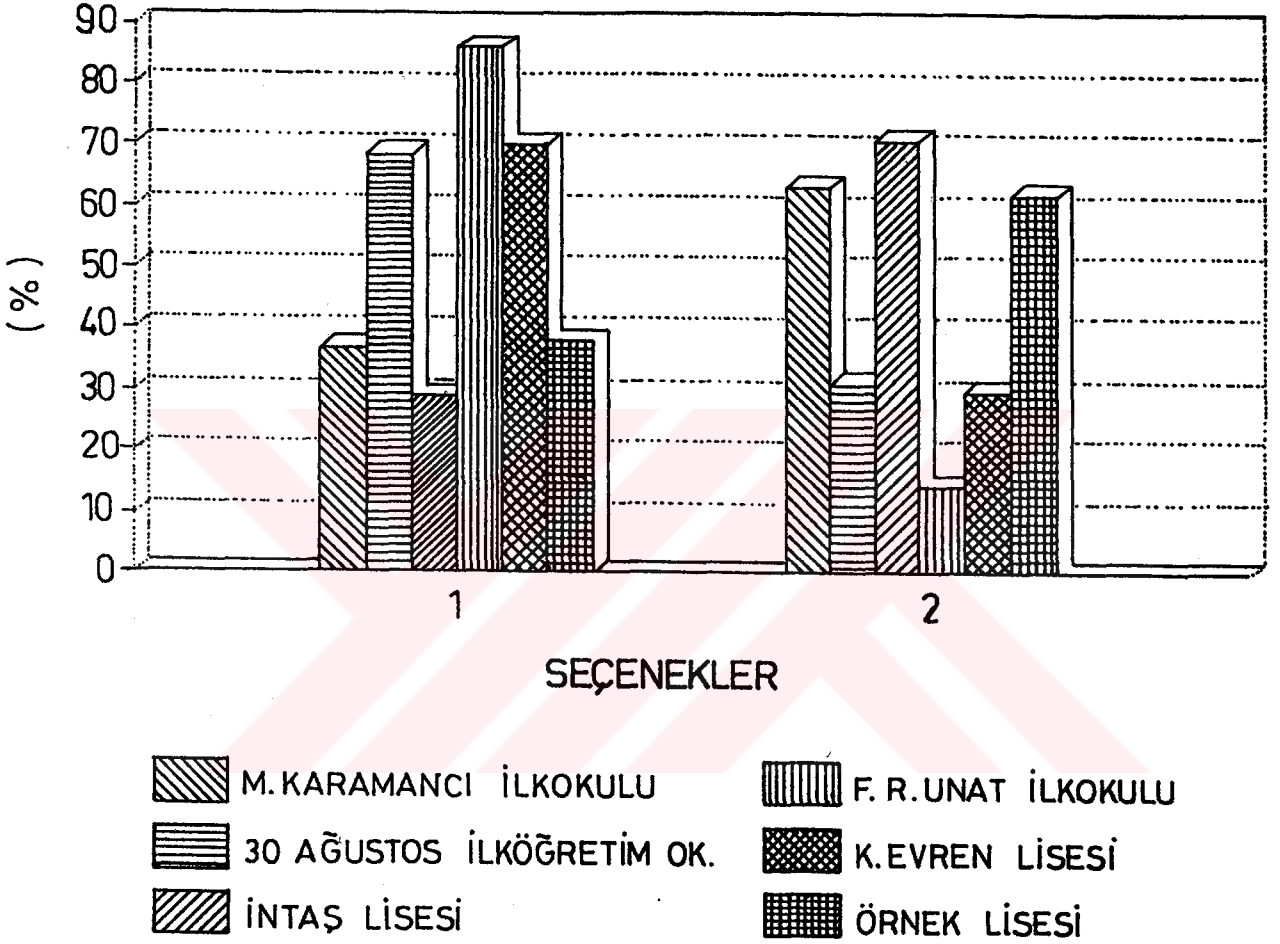
4.5. Anket Çalışması

Örneklemede seçilen okulu kullanan kişilerin içinde buldukları gürültü ortamına tepkilerin belirlenebilmesi amacıyla seçilen okullarda geniş kapsamlı anket çalışmaları yapılmıştır. Anket çalışmaları, ölçmelerin yapıldığı dersliklerde gerçekleştirilmiştir. Ankette yer alan sorulardan, bu çalışmada değerlendirmeye alınanlar ile ilgili yanıtlar şekil 20, 21, 22-23'te grafiklerde sunulmuştur.

SORU 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer?

1) Normal Şehir Gürültüsü

2) Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

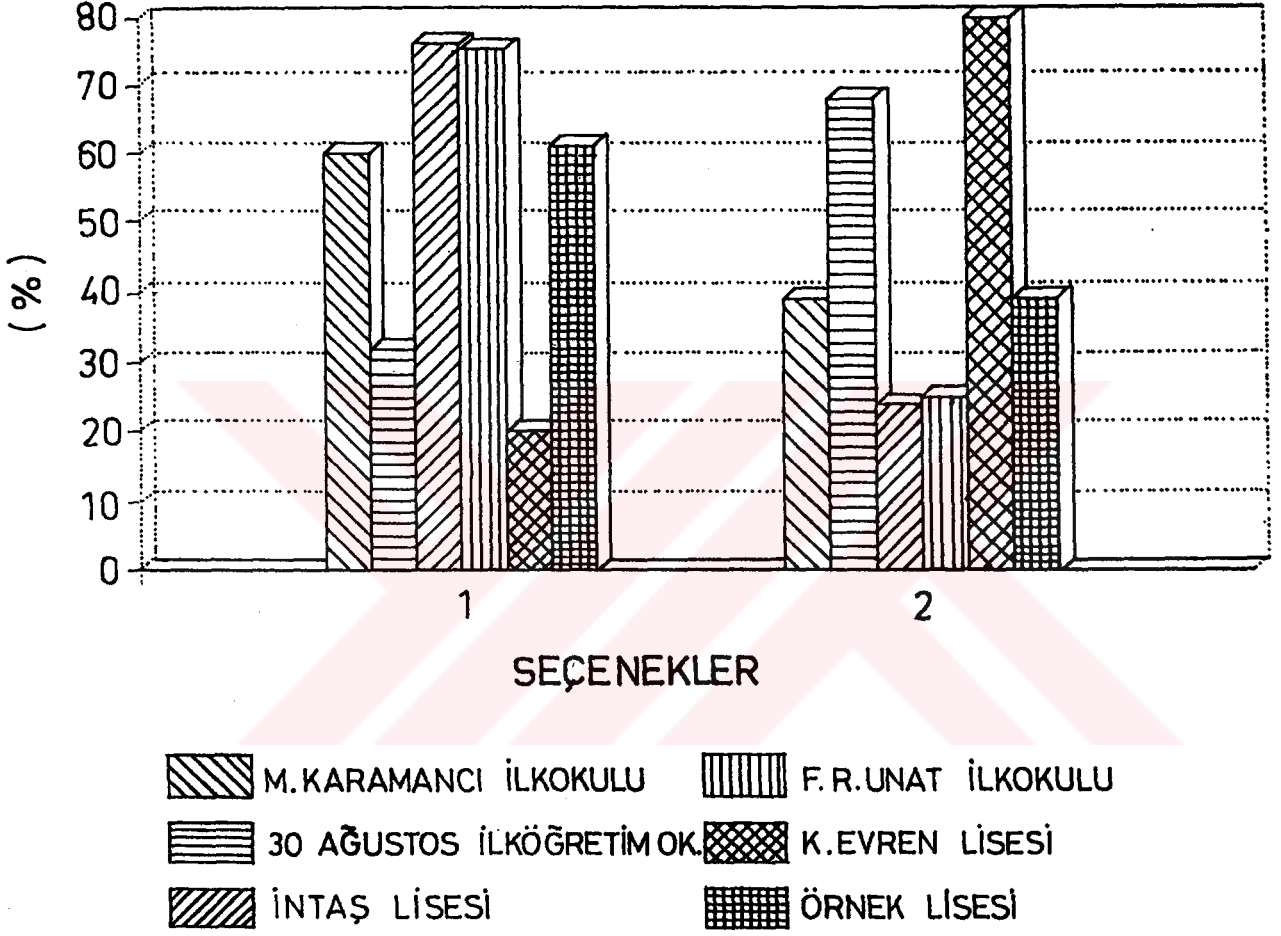


ŞEKİL NO : 20

SORU 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1) Evet

2) Hayır

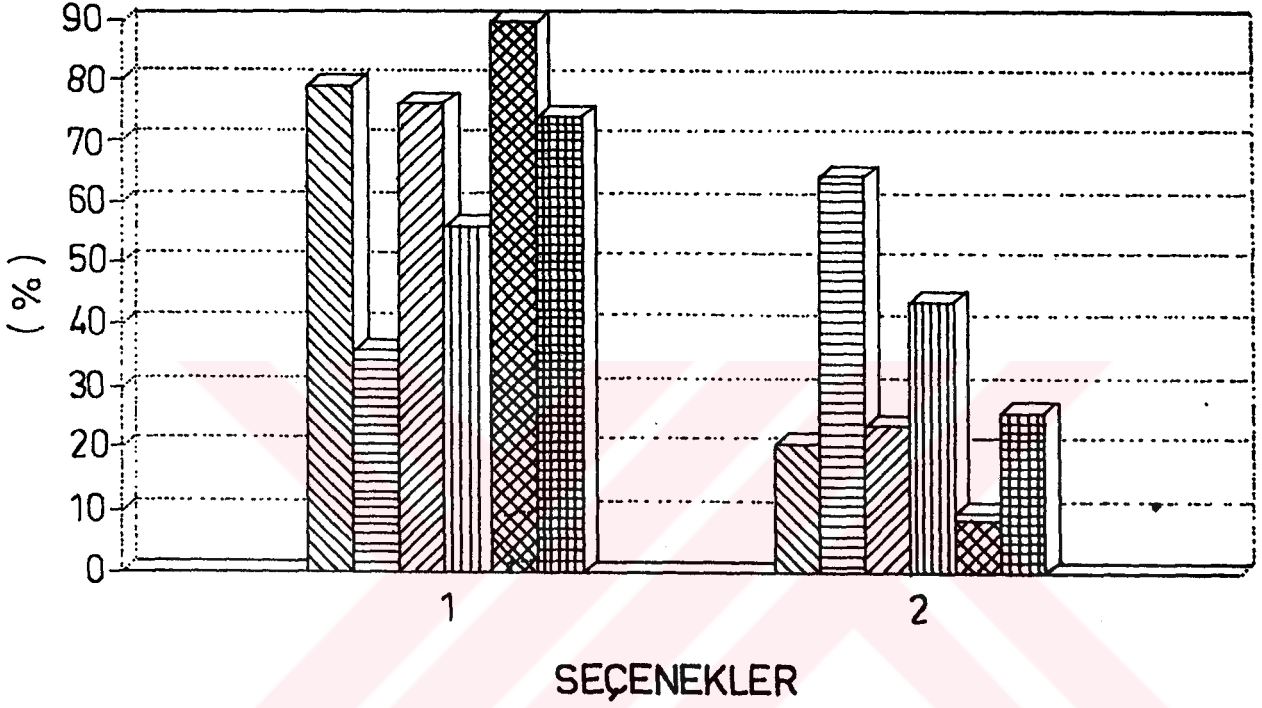








ŞEKİL NO : 21

SORU 3: Dışarıdan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmekte midir?

1) Evet

2)Hayır

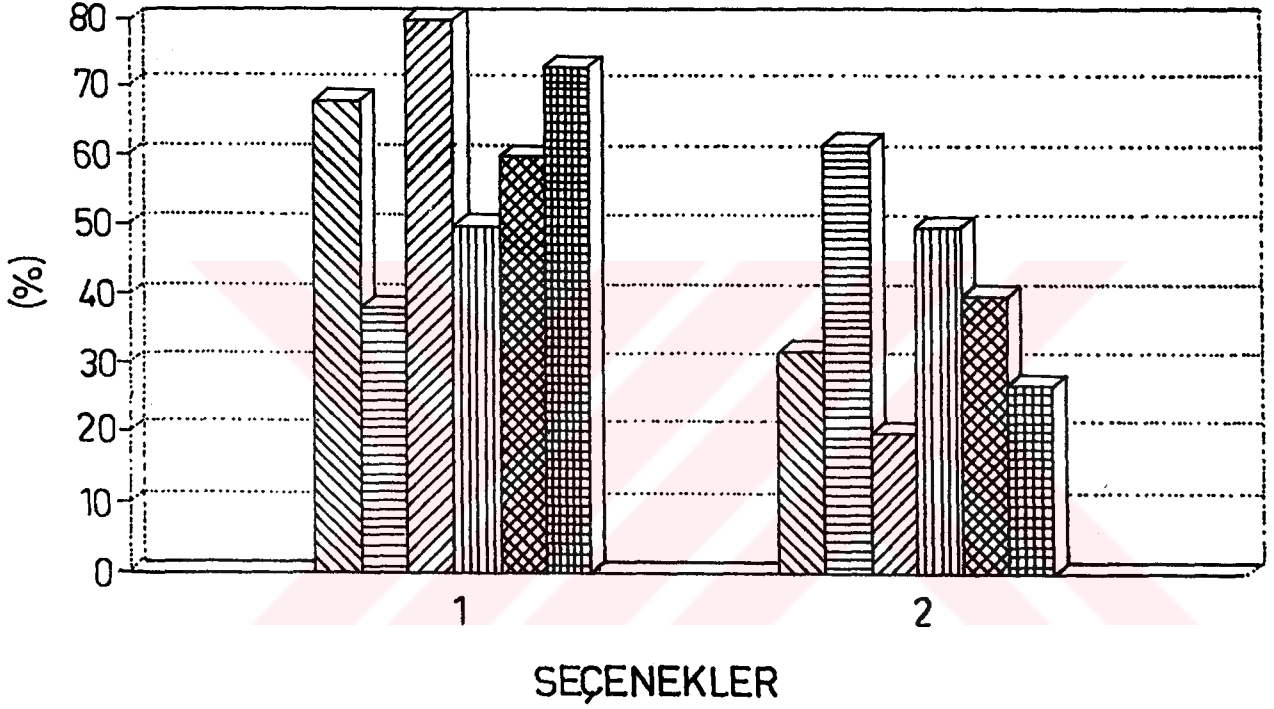








 M. KARAMANCI İLKOKULU	 F. R. UNAT İLKOKULU
 30 AĞUSTOS İLKÖĞRETİM OK.	 K. EVREN LİSESİ
 İNTAŞ LİSESİ	 ÖRNEK LİSESİ

ŞEKİL NO : 22

SORU 4 : Dışarıdan gelen gürültü nedeni ile öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyor mu?

1) Evet 2) Hayır



 M.KARAMANCI İLKOKULU	 F.R.UNAT İLKOKULU
 30 AĞUSTOS İLKÖĞRETİM OK.	 K.EVREN LİSESİ
 İNTAŞ LİSESİ	 ÖRNEK LİSESİ

ŞEKİL NO : 23

5. TİP OKULLARIN GÜRÜLTÜ DENETİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1.YAPI DIŞI GÜRÜLTÜLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Tablo 2'de verilen Gürültü Yönetmeliği'nin 12. maddesi gereğince belirlenen kentin bölgesel özelliklerine göre aşılmaması gereken dış gürültü düzeyleri ile seçilen okullarda ölçülen gürültü düzeyleri Tablo 20'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

		1	2	3	4	5	6
dBA	Aşılmaması gereken dış gürültü düzeyi	40-50	45-55	50-60	55-65	55-65	60-70
	Mevcut dış gürültü düzeyi	50	58.7	61.5	70	62	65.4
	Üst sınıra göre fark	0	+3.7	+1.5	+5	-3	-5.4
	Alt sınıra göre fark	+10	+13.7	+11.5	15	+7	+46

TABLO NO: 20

Tablo 20 aşılmaması gereken sınır, bir değer olarak değil bir aralık olarak belirlenmiştir. İnsanların gürültüden rahatsızlık duymaları alt sınırdan başlamakta ancak üst sınırdan en üst düzeye ulaşmaktadır.

Tablo 20 bu açıdan değerlendirildiğinde tüm okullar çevre gürültüsünün alt sınırdan daha yüksek olduğu 2-3-4 nolu okullarda ise üst sınırın bile üzerine çıktığı gözlenmektedir.

5.1.1.Ortalama Sesgeçirmezliğe Göre Değerlendirme

Çalışmada, ölçme sonuçları ile elde edilen sesgeçirmezlik değerleri ile olması gereken sesgeçirmezlik değerleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Ses geçirmezlik (R ort.) dB	1	2	3	4	5	6
*Olması gereken	5.00	13.70	16.50	25.00	17.00	20.40
**Ölçme	16.50	14.20	15.20	16.50	10.00	17.50

TABLO NO: 21

Okullarda ölçme yoluyla belirlenen sesgeçirmezlik değerleri, Tablo 21'den de görüldüğü gibi sadece 1 ve 2 nolu okullarda yeterli görülmektedir. Öte yandan, bu tür değerlendirmelerde sağlıklı sonuçlar, ancak gürültünün tayfsal dağılımının incelenmesi ile elde edilebilir. Söz konusu inceleme, izleyen bölümde yer almaktadır.

* Tablo 1'de verilen Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin 12. maddesine göre Türkiye'de eğitim yapılarında kabul edilebilir gürültü düzeyleri ile tablo da verilen mevcut dış gürültü düzeyi (Leq) arasındaki fark

** Tablo 5'te verilen hacmin dış ve içindeki ortalama gürültü düzey farkı (Leq)

5.1.2. Frekanslara Bağlı Sesgeçirmezliğe Göre Değerlendirme

Çalışmada örnek olarak seçilen okullardan Mehmet Karamancı İlkokulu'nda ölçme sonucu elde edilen değerler (Bkz. Tablo no:8) Şekil 27'deki grafikte görülmektedir.

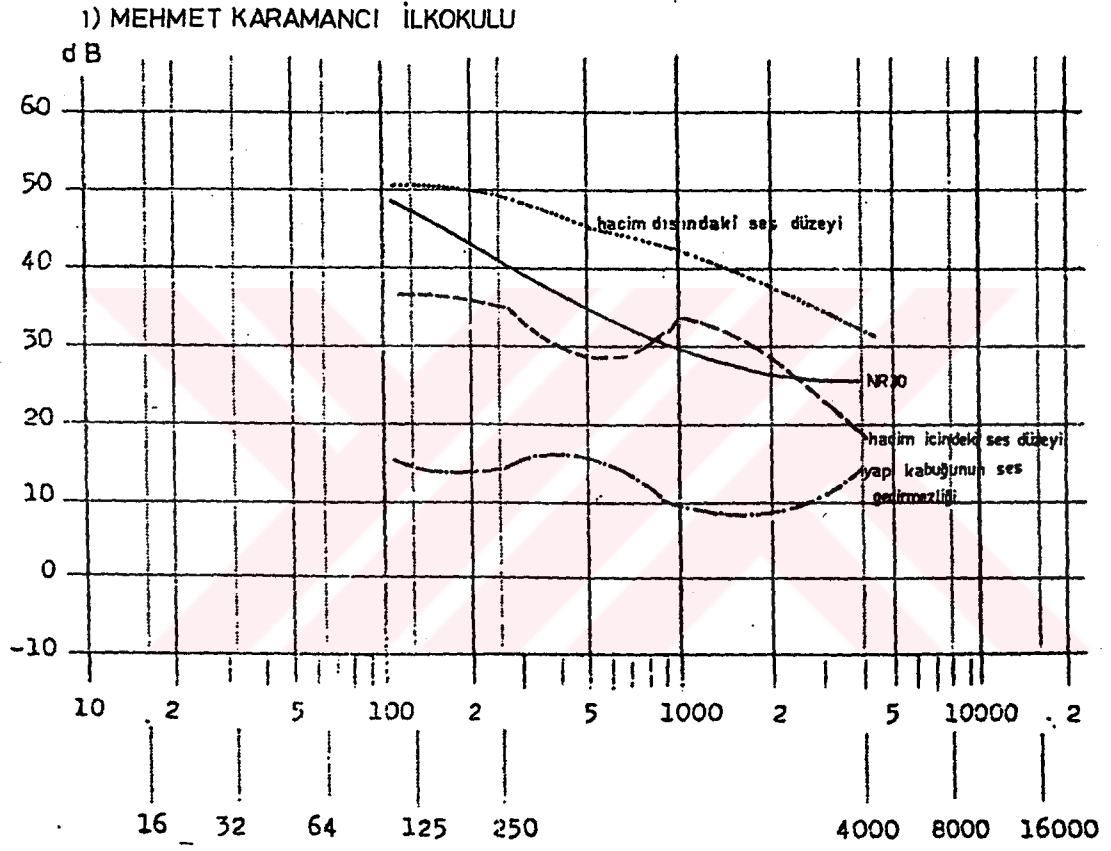
Buna göre hacim dışındaki gürültünün tayfsal özelliği, alçak frekanslardan yüksek frekanslara gidildikçe gürültü düzeyi azalan bir eğri niteliği taşımaktadır.

Hacim içinde gürültü düzeyi ile derslik için kabul edilebilir (NR 30) düzeyin karşılaştırılmasında, alçak frekanslar da bir sorun söz konusu değilken yüksek frekanslarda eğrinin üzerine çıkarak olumsuz etki yaratmaktadır.

Daha önceki bölümlerde konuşmanın anlaşılabilirliğinde yüksek frekansların önemi konusuna değinilmişti, buna göre yapı kabuğunun sesgeçirmezliği 1000 Hz. dolaylarında yetersiz kalmaktadır. Bu durum konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkileyebilir.

Öte yandan okulun demiryoluna yakın konumlanmasından dolayı tren gürültüsünün etkinliği söz konusudur. Çünkü gürültünün aralıklı oluşu, sürekli olan gürültüye kıyasla rahatsızlık etkisi daha fazladır.

15 dakikalık periyotlarla geçiş yapan trenlerin ortalama geçiş süresi 2 ile 3 dakika sürmektedir. Bu geçiş sırasında dış gürültü düzeyi Leq cinsinden 13-15 dB artış göstermektedir. 45 dakikalık ders saati süresince 3 kez tekrarlanan bu olay öğrencilerin dikkatinin dağılmasına, öğretmenin ise sesini yükseltmek zorunda kalmasına neden olmaktadır.



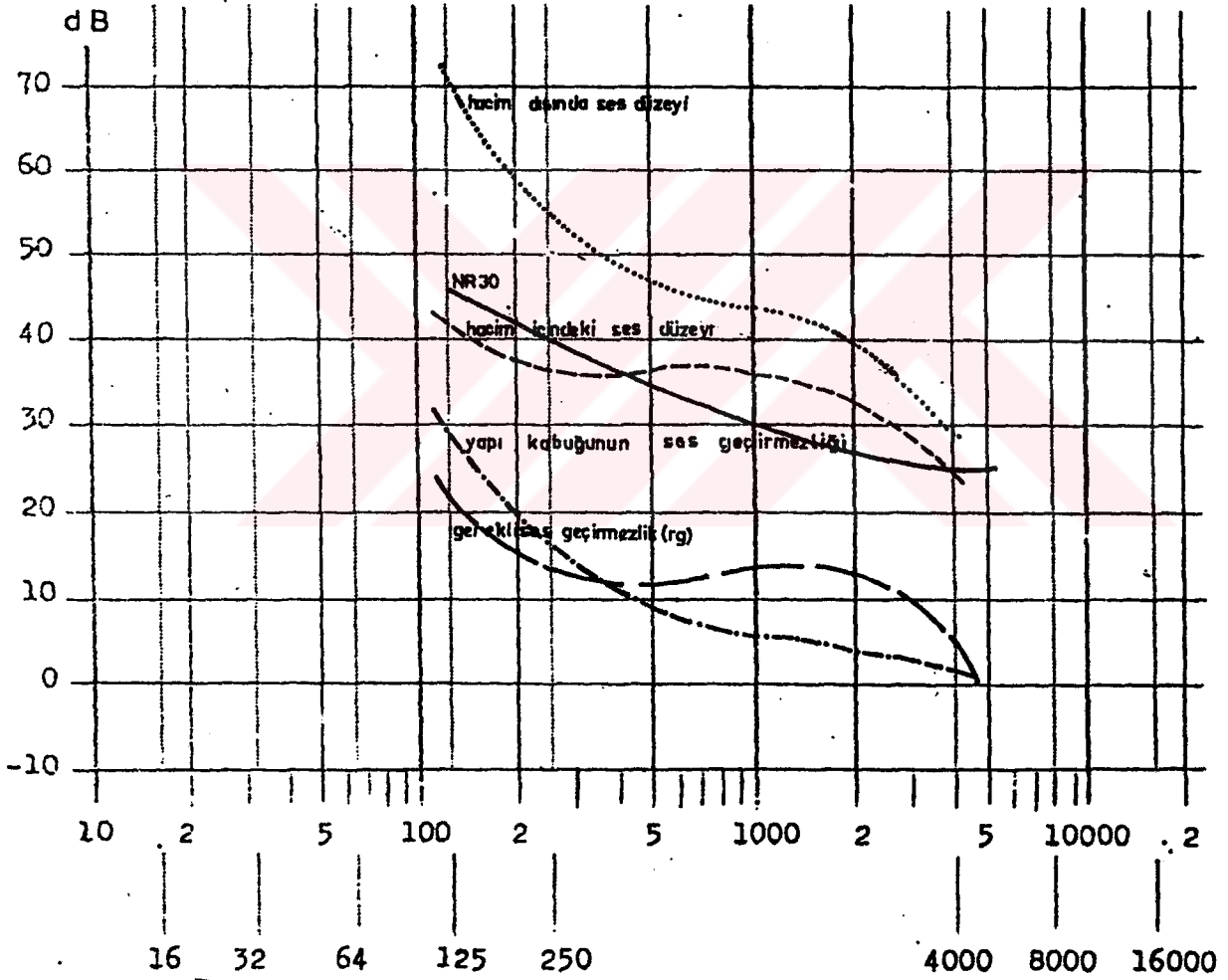
ŞEKİL NO : 24

30 Ağustos İlköğretim Okulu'nda gerçekleştirilen ölçmelerden elde edilen değerler Şekil 25'deki grafikte görülmektedir.

Grafiktende anlaşıldığı gibi hacim içi gürültü düzeyini veren eğri, yüksek frekanslarda derslik için kabul edilebilir gürültü düzeyini (Fon gürültüsü) veren NR 30 eğrisi üzerinde kalmaktadır.

Bundan da anlaşılıyor ki, yapı kabuğunun ses geçirmezliğinin yüksek frekanslarda yetersiz kalması konuşmanın anlaşılabilirliğinde olumsuz yönde rol oynayabilir.

2) OTUZ AĞUSTOS İLKÖĞRETİM OKULU

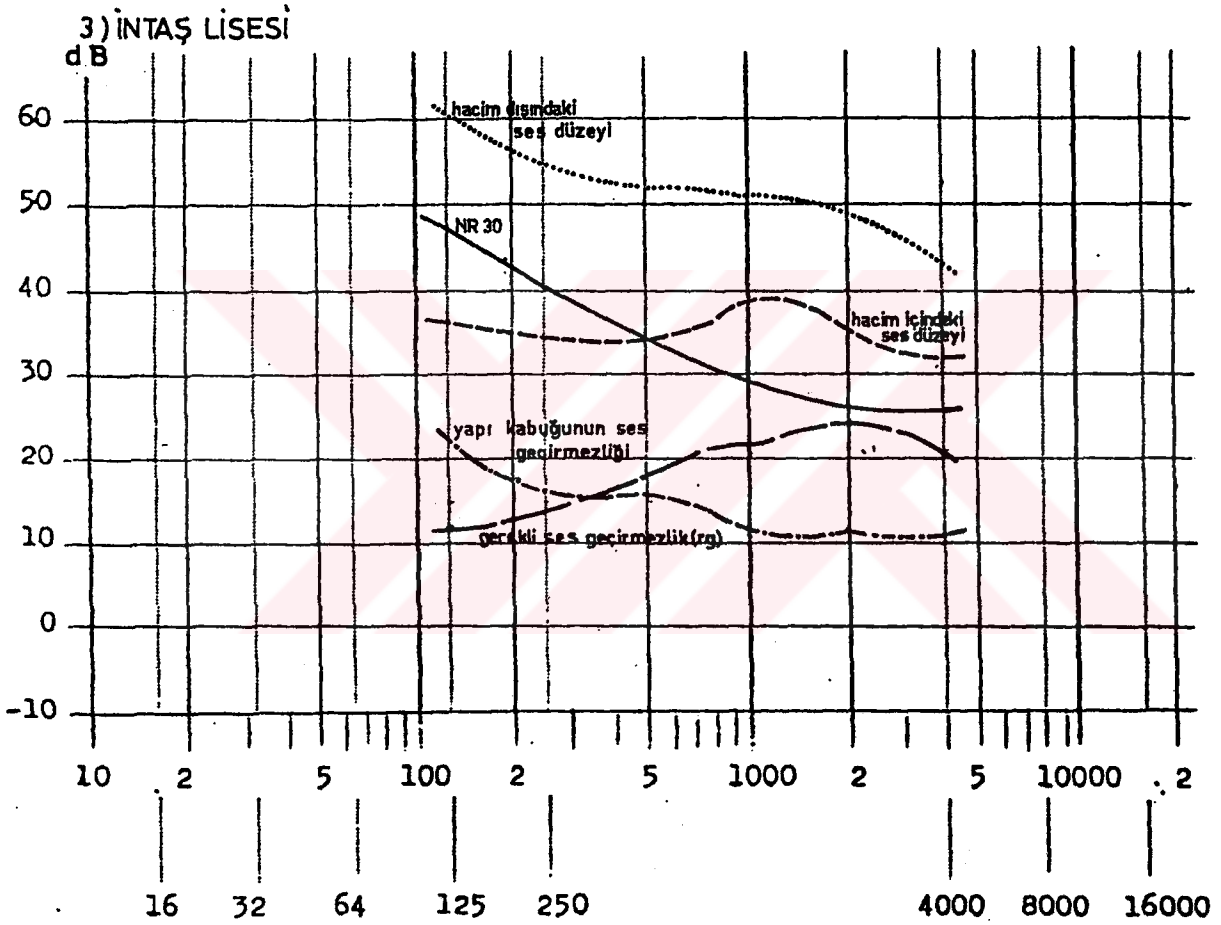


ŞEKİL NO : 25

İntaş Lisesi'nde gerçekleştirilen ölçmelerden elde edilen değerler Şekil 26'daki grafikte görülmektedir.

Hacim içindeki ses düzeyi 500 Hz. sonrası frekanslarda kabul edilebilir gürültü düzeyinin üzerine çıkmaktadır.

Bu durum temel akustik kriterlerinden olan anlaşılabilirliği olumsuz etkilemesi sonucunda önemli rahatsızlıklar yaratabilir.

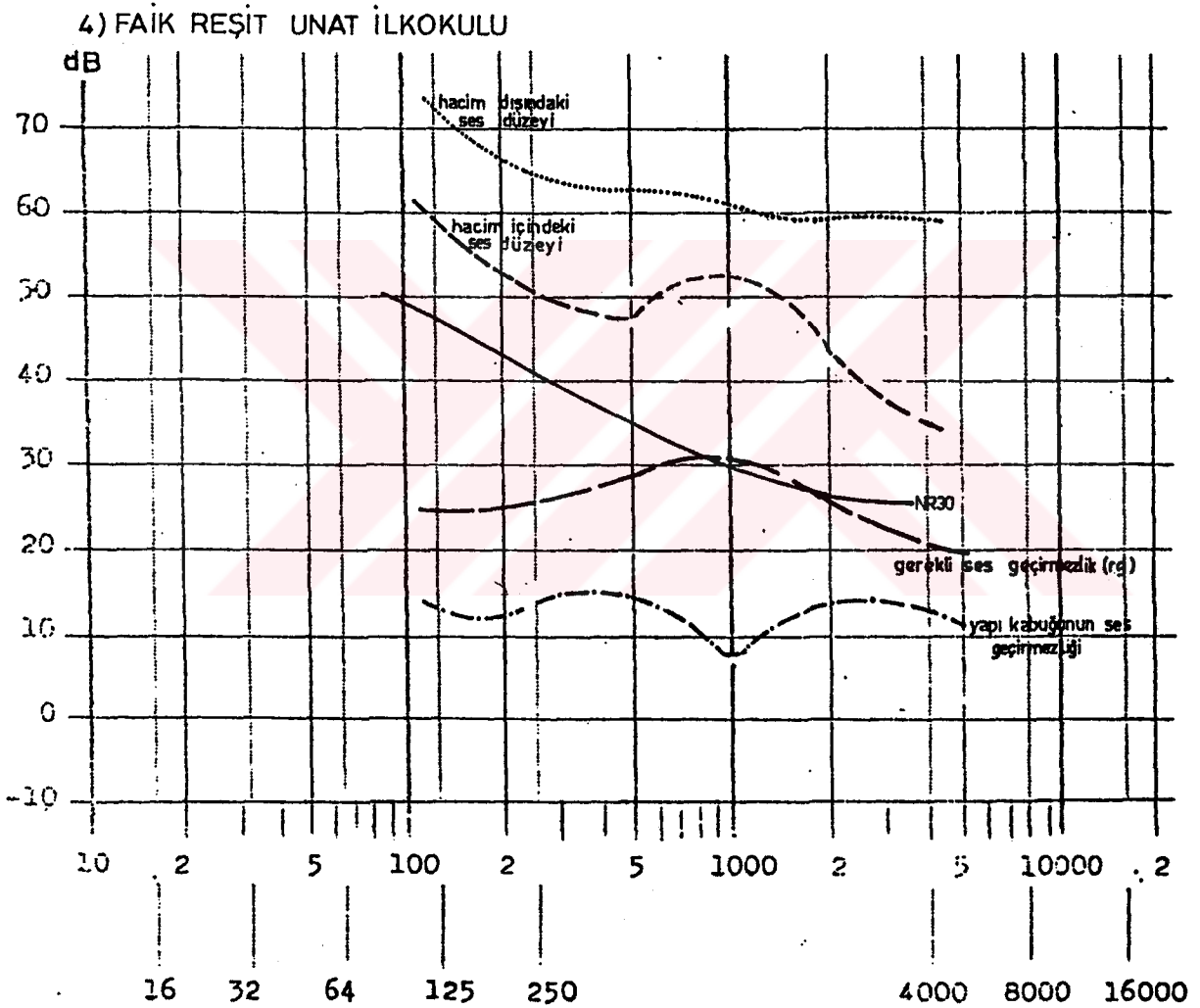


ŞEKİL NO : 26

Faik Reşit Ünat İlkokulu'nda yapılan ölçme değerleri Şekil 27'deki grafikte görülmektedir.

Hacim dışındaki ses düzeyi oldukça yüksek değerlerdedir. Çünkü yapı yoğun trafik gürültüsünün etkin olduğu bölgede konumlanmıştır. Yapı kabuğunun sesgeçirmezliğinin yetersiz olması nedeni ile hacim içine geçen ses düzeyide kabul edilebilir gürültü düzeyinin oldukça üzerindedir.

Hacim içindeki gürültü düzeyinin yüksek olması yapı kullanıcıları açısından olumsuz durum sergiler.



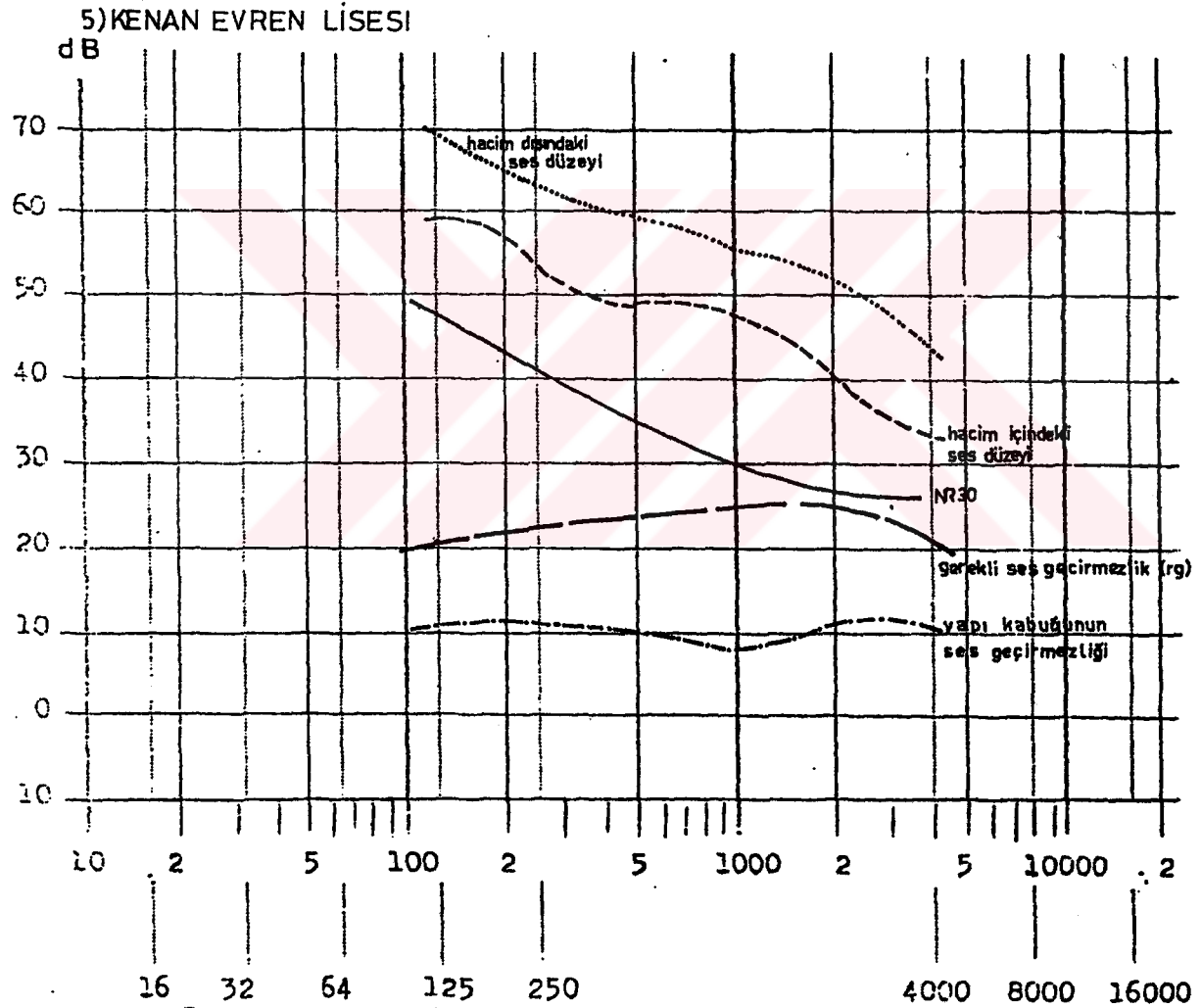
ŞEKİL NO : 27

Kenan Evren Lisesi'nde yapılan ölçme değerleri Şekil 27'deki grafikte sunulmuştur.

Yapı kabuğunu etkileyen gürültüler, trafik gürültüsü, belirli günlerde açık pazar ve stad gürültüsü olarak sıralanabilir.

Grafikten de görüldüğü gibi yapı kabuğu dışındaki gürültü düzeyi yüksek değerlerdedir, bununla birlikte hacim içine geçen ses düzeyi de kabul edilebilir gürültü düzeyinin üzerine çıkmaktadır.

Bu durum dış gürültüye karşı yapı kabuğunun sesgeçirmezliğinin tüm frekanslarda yetersiz kaldığını göstermektedir.



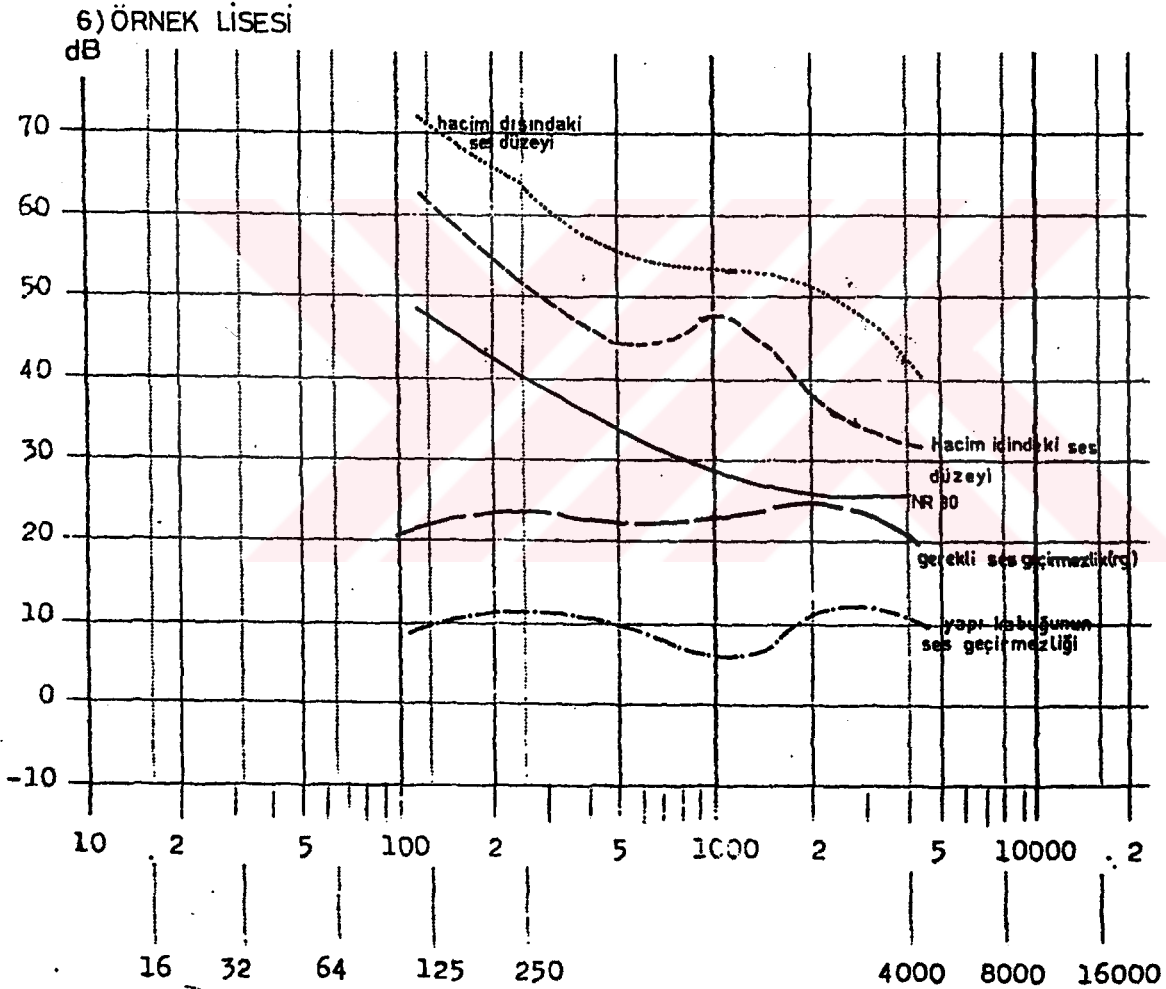
ŞEKİL NO : 28

Örnek Lisesi'nde gerçekleştirilen ölçme değerleri Şekil 29'daki grafikte sunulmaktadır.

Örnek Lisesi yoğun trafik ve sanayi gürültüsünün etkin olduğu bölgede konumlandığından dolayı dış gürültü düzeyi yüksek değerlerdedir.

Öte yandan hacim içine geçen ses düzeyi, derslikler için kabul edilebilir gürültü düzeyinin oldukça üzerinde görülmektedir.

Bu durum yapı kabuğunun sesgeçirmezliğinin tüm frekanslarda yetersiz kalmakta ve yapı kullanıcılarını olumsuz yönde etkilemektedir.



ŞEKİL NO : 29

5.2. YAPI İÇİ GÜRÜLTÜLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Şekil 9'da verilen frekansa göre dersliklerde kabul edilebilir gürültü düzeyleri (NR 30) ile seçilen okullarda ölçülen iç gürültü düzeyleri Tablo 22'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Frekans	NR30	1		2		3	
		Ölçüm	Fark (NR-Ölç)	Ölçüm	Fark (NR-Ölç)	Ölçüm	Fark (NR-Ölç)
Hz	dB						
125	48.10	37.10	11.00	41.90	6.20	37.70	10.40
250	39.90	35.60	4.30	37.20	2.70	36.10	3.80
500	34.00	29.20	4.80	37.40	3.40	35.40	1.40
1000	30.00	33.00	-3.00	37.10	-7.10	39.30	-9.30
2000	24.50	28.80	-4.30	33.90	-9.40	36.90	-12.40
4000	22.70	19.10	3.60	25.80	-3.10	32.20	-9.50
Frekans	NR30	4		5		6	
		Ölçüm	Fark (NR-Ölç)	Ölçüm	Fark (NR-Ölç)	Ölçüm	Fark (NR-Ölç)
Hz	dB						
125	48.10	59.00	-0.50	58.30	-10.20	60.60	-12.50
250	39.90	50.70	-10.80	53.10	-13.20	52.60	-12.70
500	34.00	47.10	-13.10	49.20	-15.20	45.20	-11.20
1000	30.00	52.40	-22.40	48.10	-18.10	48.00	-18.00
2000	24.50	44.60	-20.10	40.40	-15.90	38.80	-14.30
4000	22.70	36.60	-13.90	33.00	-10.30	32.10	-9.40

TABLO NO : 22

Tablo 22'ye göre 4,5,6 no'lu okullarda tüm frekanslarda gürültü düzeyleri kabul edilebilir gürültü düzeyinin üzerindedir. Öte yandan 1 ve 2,3 no'lu okullarda ise toplam gürültüye göre yapılan değerlendirmede rahatsızlık söz konusu değil iken yüksek frekanslarda gürültü düzeyi yüksek çıkmıştır. Bu durum dersliklerde temel akustik kriterlerinden olan anlaşılabilirliği olumsuz etkilemesi sonucunda önemli rahatsızlıklar yaratabilir.



5.3.ANKET SONUÇLARI İLE KARŞILAŞTIRMA

Bu bölümde anket çalışması ile elde edilen öznel değerlendirmeler ile, nesnel değerlendirmelerin karşılaştırılması yapılacaktır. Tablo 23'te tüm okullara ve incelenen ölçütlere ilişkin nesnel değerlendirme sonuçları ve bu sonuçlara göre umulan öznel değerlendirme biçimleri yer almaktadır.

Dış Gürültü	Sesgeçirmezlik	İç Gürültü		Umulan Öznel Yanıt
		Toplam	Tayfsal	
1 Alt sınırın üstünde	yeterli	Normal	Normal	Şikayet olmamalı
2 Üst sınırın üstünde			Yüksek frekanslarda	Şikayet olmamalı
3			yüksek	Şikayet
4 Özel önlem	yetersiz	yüksek	Yüksek	Yüksek şikayet
5 Alt sınırın Üstünde				Yüksek şikayet
6.Özel Önlem				Yüksek şikayet

TABLO NO : 23

ANKET SORULARI

Soru 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer

1)Normal Şehir Gürültüsü

2)Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

Soru 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1)Evet 2)Hayır

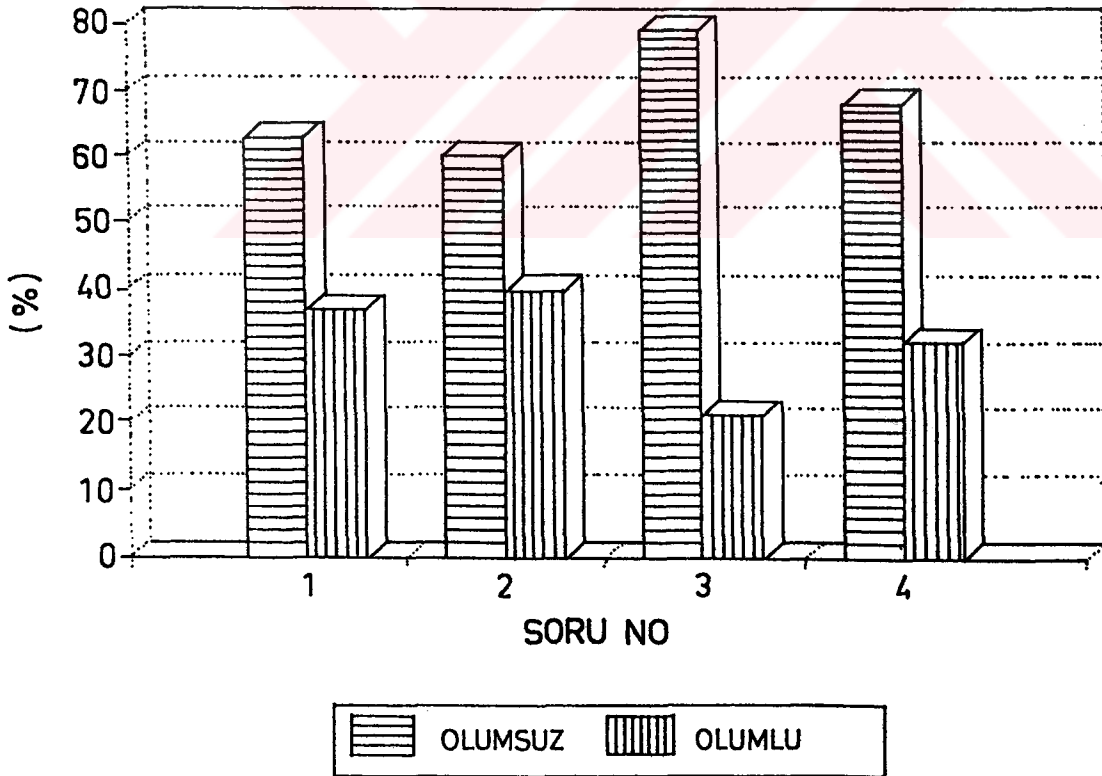
Soru 3: Dışardan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı dolayı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir?

1)Evet 2)Hayır

Soru 4: Dışarıdan gelen gürültü nedeniyle öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyormu?

1)Evet 2)Hayır

(1) M. KARAMANCI İLKOKULU



ŞEKİL NO : 30

ANKET SORULARI

Soru 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer

1)Normal Şehir Gürültüsü

2)Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

Soru 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1)Evet 2)Hayır

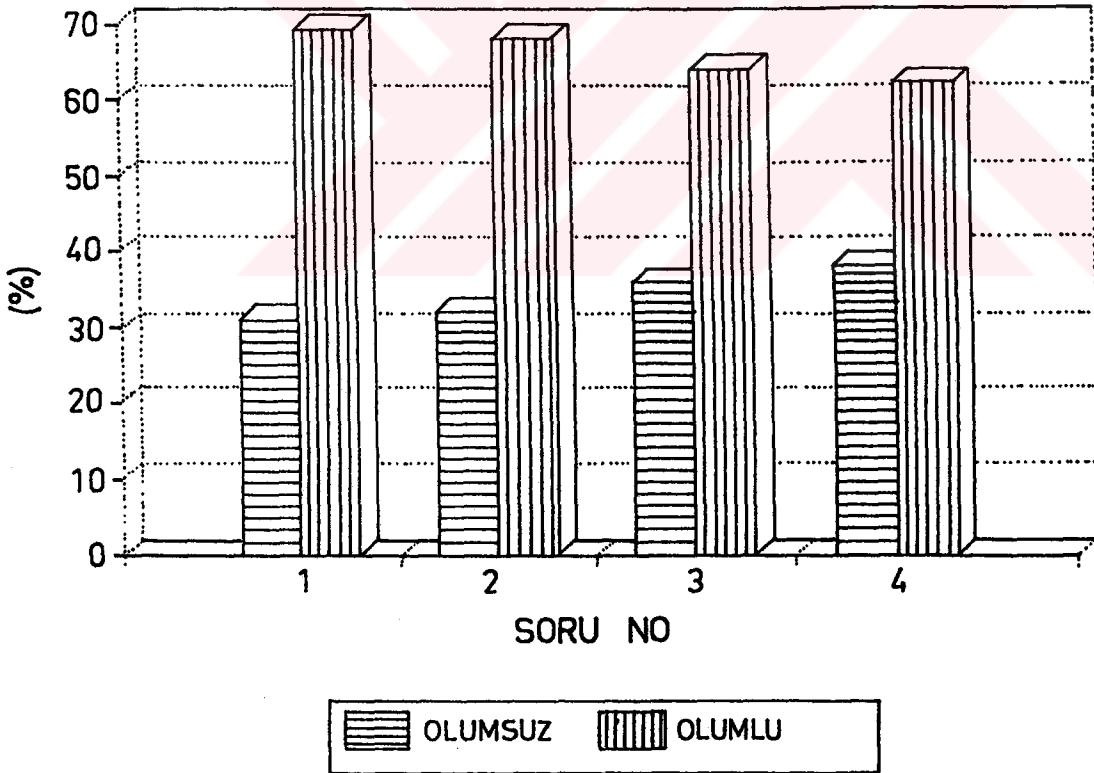
Soru 3: Dışardan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı dolayı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir?

1)Evet 2)Hayır

Soru 4: Dışarıdan gelen gürültü nedeniyle öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyormu?

1)Evet 2)Hayır

(2) 30 AĞUSTOS İLKÖĞRETİM OKULU



ŞEKİL NO : 31

ANKET SORULARI

Soru 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer

1)Normal Şehir Gürültüsü

2)Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

Soru 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1)Evet 2)Hayır

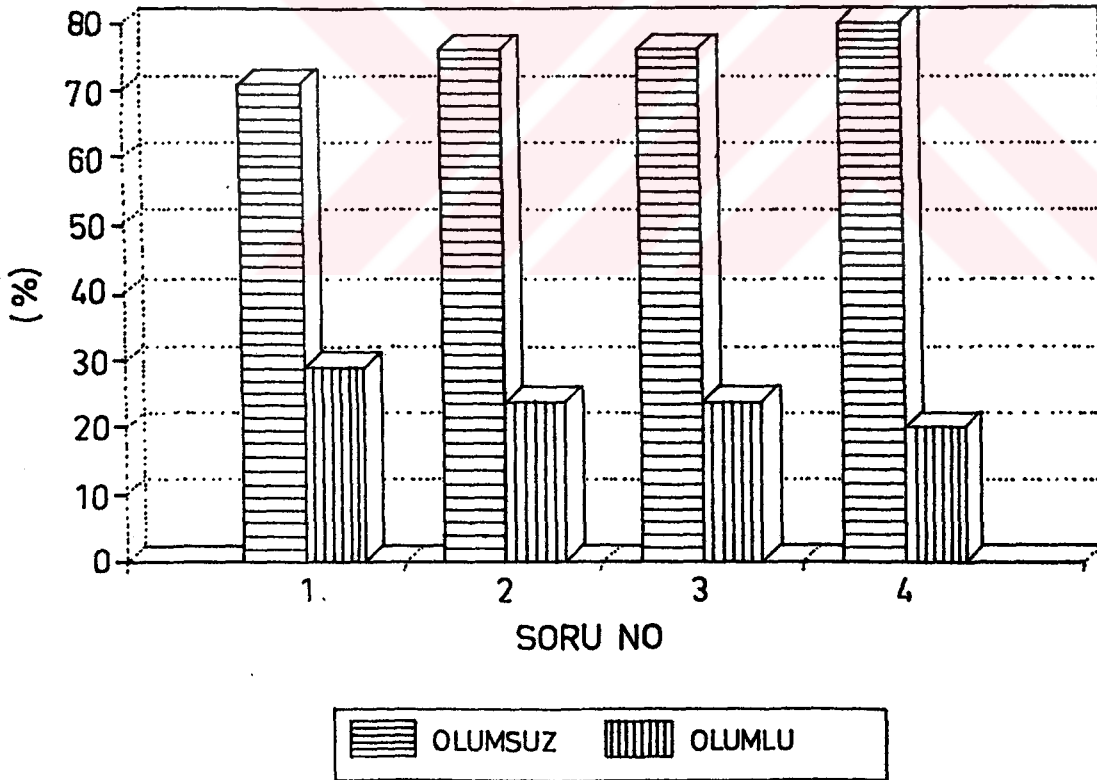
Soru 3: Dışardan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı dolaylı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir?

1)Evet 2)Hayır

Soru 4: Dışarıdan gelen gürültü nedeniyle öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyormu?

1)Evet 2)Hayır

(3) İNTAŞ LİSESİ



ŞEKİL NO : 32

ANKET SORULARI

Soru 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer

1)Normal Şehir Gürültüsü

2)Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

Soru 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1)Evet 2)Hayır

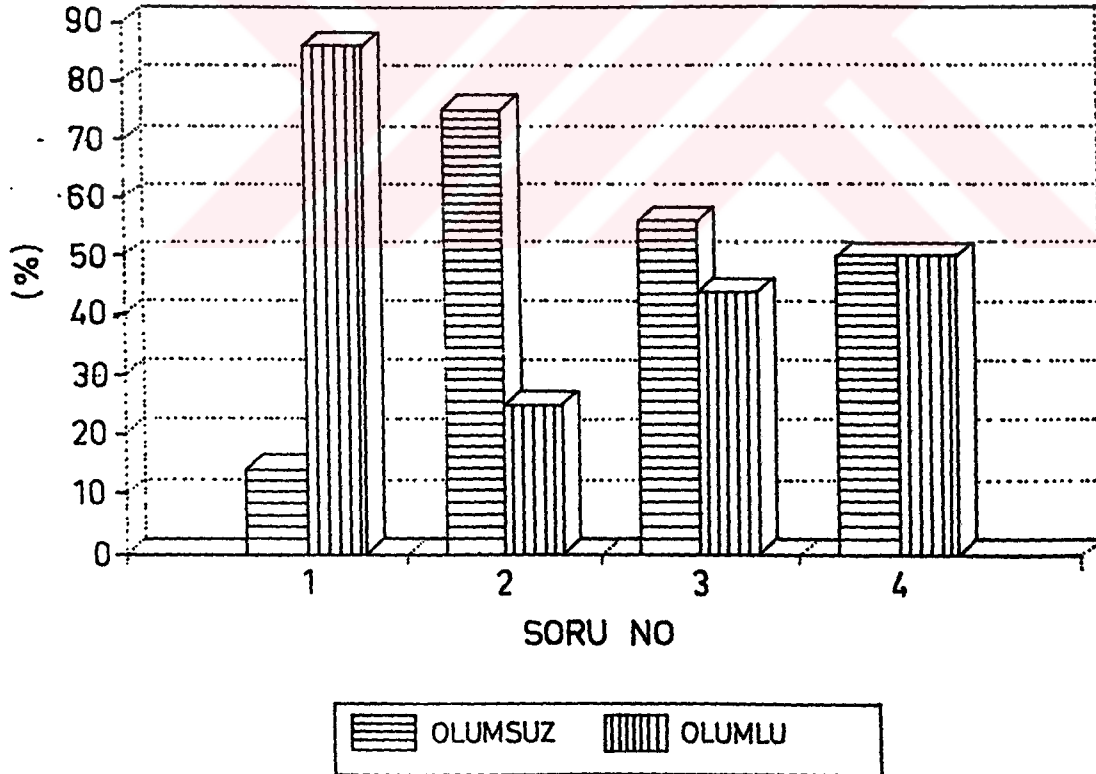
Soru 3: Dışardan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı dolayı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir?

1)Evet 2)Hayır

Soru 4: Dışarıdan gelen gürültü nedeniyle öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyormu?

1)Evet 2)Hayır

(4) F. R. UNAT İLKOKULU



ŞEKİL NO : 33

ANKET SORULARI

Soru 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer

1)Normal Şehir Gürültüsü

2)Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

Soru 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1)Evet 2)Hayır

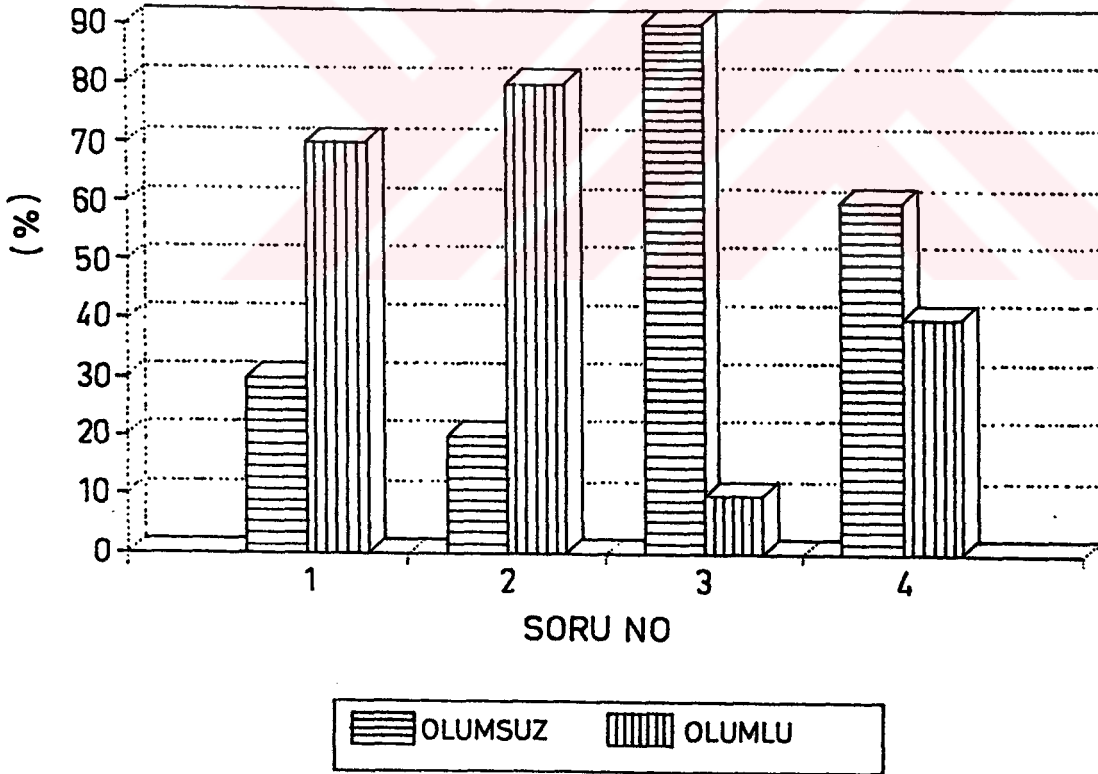
Soru 3: Dışardan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı dolaylı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir?

1)Evet 2)Hayır

Soru 4: Dışarıdan gelen gürültü nedeniyle öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyormu?

1)Evet 2)Hayır

(5) K. EVREN LİSESİ



ŞEKİL NO : 34

ANKET SORULARI

Soru 1: Okulunuz sizce aşağıdakilerden hangi sınıflamaya girer

1)Normal Şehir Gürültüsü

2)Belirgin gürültünün baskın olduğu ortam

Soru 2: Ders sırasında pencereler kapalı iken yapı dışından gelen gürültülerden rahatsız oluyormusunuz?

1)Evet

2)Hayır

Soru 3: Dışardan gelen gürültünün verdiği rahatsızlıktan dolayı dolayı öğrenci veya öğretmen üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir?

1)Evet

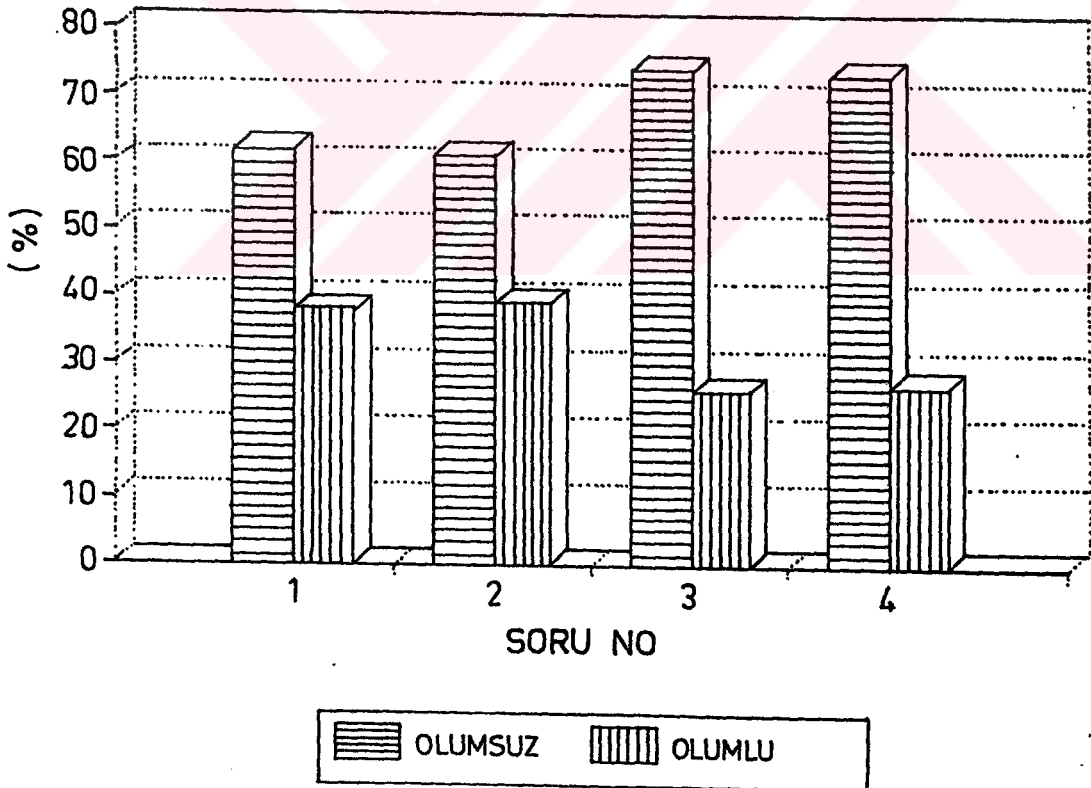
2)Hayır

Soru 4: Dışarıdan gelen gürültü nedeniyle öğretmen sesini yükseltmek zorunda kalıyormu?

1)Evet

2)Hayır

(6) ÖRNEK LİSESİ



ŞEKİL NO : 35

Tablo 23ve Şekil 30,31,32,33,34,35 birlikte değerlendirilmesi 2,3 ve 6 nolu okullarda,nesnel ve öznel değerlendirmenin paralellik taşıdığını, ortaya koymaktadır. 4 nolu okulda bir, 5 nolu okulda ise iki soruya verilen yanıtlar, yani öznel değerlendirme nesnel değerlendirme ile, uyum göstermemektedir. 1 nolu okulda ise,öznel değerlendirme ile nesnel değerlendirme arasında bir uyum görülmemektedir. Bunun nedeni, nesnel değerlendirmenin karayolu trafiğine göre gerçekleştirilmiş olmasıdır. Oysa, bu okulda temel gürültü kaynağı demiryoludur. Tren her yirmi dakikada bir yaklaşık 3 ile 5 dakikalık sürede geçmekte ve bu sırada gürültü düzeyi, karayolu gürültüsünün yaklaşık 10-15 dB üstüne çıkmaktadır. Süreksiz, yani kesikli özellik gösteren bu tür gürültüler, sürekli olanlara göre çok daha rahatsızlık vericidir. Bu nedenle, kullanıcıların öznel değerlendirmelerinin, gerçek durum ile uyum içinde olduğu açıktır.



5.4. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu bölüm kapsamında yapılan çalışmalar, İstanbul'un değişik bölgelerinde yer alan eğitim yapılarında, yapı kabuğunun sesgeçirmezliğinin yapının bulunduğu bölgeye göre değil, tümü ile rastlantısal olarak oluşturulduğunu ortaya koymuştur. Bunun sonucunda, bir yandan yapılarda gürültü denetimi açısından konfor koşulları birbirinden ayırım göstermekte, bir yandan da kullanıcıların çoğu gürültüden olumsuz yönde etkilenmektedir.

Sonuç olarak, eğitim yapılarında, gerek tasarım sırasında gürültü sorununun değerlendirmeye alınmaması, gerekse kullanım sırasında çıkan olumsuzluklar nedeni ile işitsel konforun gerektiği gibi sağlanamadığı görülmüştür.



6.HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1.Giriş

İnsanların birbirleri ile iletişim kurmalarında, en önemli etken konuşmadır. İnsanlar, sorunlarını, düşüncelerini, bilgilerini birbirlerine konuşma aracılığı ile aktarırlar. Bu nedenle konuşmanın gerçekleştiği her yerde anlaşılabilirlik ön plana çıkar. Günümüze değin edinilen bilgi birikiminin genç kuşaklara aktarılmasında yararlanılan ve öğretimin ayrılmaz bir parçası olan dersliklerde anlaşılabilirlik, konuşmanın gerçekleştiği öteki mekanlarda daha önemlidir. Dolayısıyla konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

İncelemeye alınan tip dersliklerde konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen etkenlerden yansıma süresi, yeğinlik düzeyi, varlık ölçütü ve yanıt eğrisi gibi nesnel etkenler değerlendirilecek ve tip dersliklerdeki durumu incelenecektir. Türkiye'de ilk ve orta öğretim yapılarında uygulanmakta olan başlıca dört farklı boyutta derslik olduğu görülmüştür. Dersliklerin, tümünde iç yüzey gereçleri hemen hemen aynıdır. Yapılan incelemeler sonucunda, derslikler arasında hacim akustiği açısından önemli bir ayrım bulunmadığı görülmüştür. Bu nedenle incelemeler ve değerlendirmeler, boyutları 6.96 m. x 7.02m. olan tek tip derslikler için yapılmıştır.

6.2. Anlaşılabilirlik Koşullarının Tip Dersliklerde Değerlendirilmesi

6.2.1. Yansışım Süresi

Konuşma amaçlı hacimlerde optimal yansışım süresi kısadır. Bu olgu, bu hacimlerin ortalama yutma çarpanlarının yüksek olma gereğini doğurur. Bundan ötürü konuşma amaçlı hacimlerde yansışım süresi hesaplarında Eyring formülünün kullanılması daha uygundur. Çünkü Eyring formülünde yüzey parçalarının yutma çarpanları, ortalama yutma çarpanına eşit sayılmıştır.

Hacimin yansışım süresinin genel formülü,

$$T_{60} = 0.16 \quad V$$

$$T_{60} = 0.16 \text{ ----- dır.}$$

Formül 3

A

T_{60} : Yansışım Süresi (Sn)

V : Hacim (m³)

A : Toplam Yutuculuk

Toplam yutuculuk hacimde üç ayrı tür yutuculuğun toplamıdır.

$$A = A_b + A_h + A_y$$

Formül 4

A_b : Birimsel nesnelere yutuculuğu

A_h : Havanın yutuculuğu

$$A_h = 4mV$$

Formül 5

V : Hacim büyüklüğü

m : Havanın yutma çarpanı

A_y : Yüzeylerin yutuculuğu

$$A_y = -S \sin (1-a)$$

Formül 6

S : Bir hacmin iç yüzeyleri toplam alanı (m²)

\bar{a} : Ortalama yutma çarpanı

Bu çalışmada yansışım süresi hesapları bilgisayardaki "Yansışım süreleri hesabı Eyring" programından yararlanılarak yapılmıştır. Veriler ve sonuçlar bilgisayar çıktıları olarak alınmıştır. Tablo 24, 25a, 25b, 26, 27

YANSIŞIM SÜRESİ HESABI

Hacmin İşlevi	konuşma
Hacim	146.5 m ³
Kişi Sayısı	42 kişi
Salonun Max	
Dinleyici Sayısı	65 kişi

Topt.max : 0.8

Topt.min : 0.5

	125	250	500	1000	2000	4000
Topt.max	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Topt.ort	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
Topt.min	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

TABLO NO : 24

HAVANIN YUTMA		125	250	500	1000	2000	4000
ÇARPANLARI(%)	M ³	0	0	0	0.0008	0.003	0.0088

TABLO NO : 25a

BİRİMLERİN							
YUTMA							
ÇARPANLARI	ADET	125	250	500	1000	2000	4000
1 Orta öğretim öğren.	42	0.2	0.3	0.35	0.39	0.42	0.45

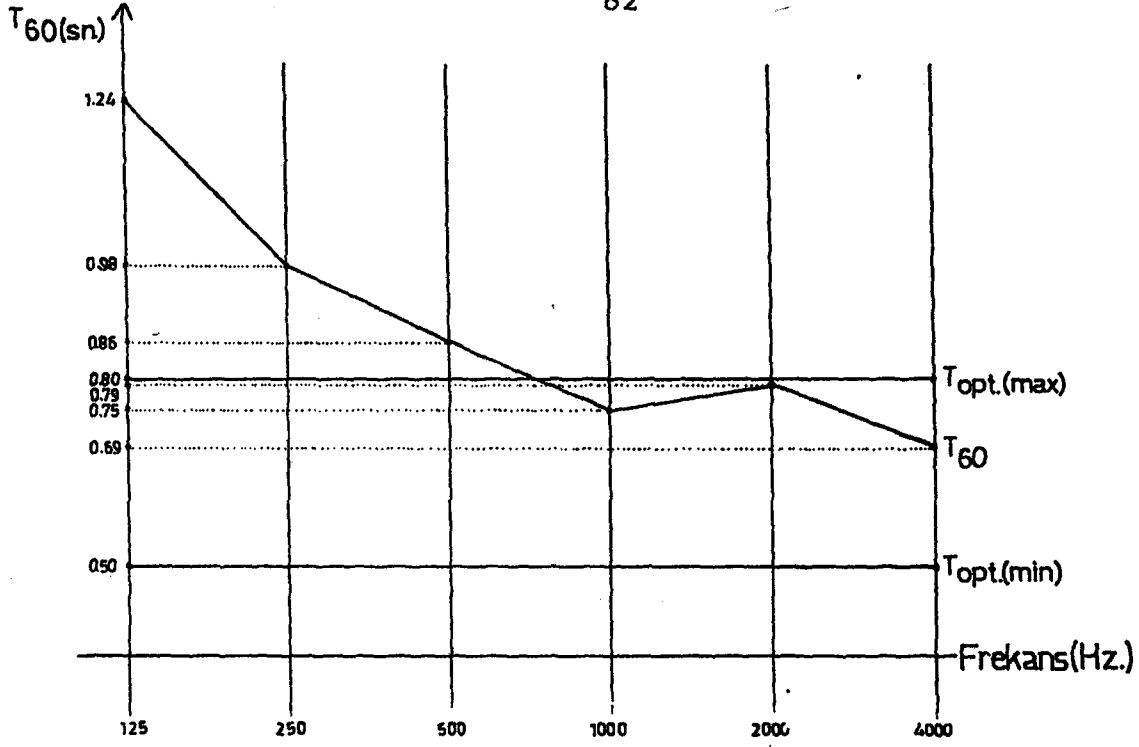
TABLO NO : 25b

YÜZEYLERİN YUTMA ÇARPANLARI (%)	M2	125	250	500	1000	2000	4000
1.Mozaik döşeme	48.86	0.01	0,01	0.02	0.03	0.04	0.04
2.Duvar sıva	72.28	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05
3.Tavan sıva	48.86	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
4.Pencereler	9.60	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
5.Kapı kont. prese kapı	2.10	0.25	0.22	0.17	0.09	0.09	0.08
6.Ahşap dolap	3.00	0.10	0.21	0.29	0.30	0.40	0.20
7.Yazı Tahtası	6.00	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
8.Tahta sıralar	9.24	0.18	0.25	0.31	0.35	0.33	0.33
9.Öğrenci masaları	10.40	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05
10.Öğretmen masa.	0.50	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05
11.Pano	5.00	0.04	0.12	0.26	0.40	0.34	0.37
TOPLAM (S):		215.84 M2					

TABLO NO : 26

	125	250	500	1000	2000	4000
Topt.max. (sn)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
T60 (sn)	1.24	0.98	0.86	0.75	0.79	0.69
Topt.min. (sn)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

TABLO NO : 27



ŞEKİL NO : 36

Tip dersliklerin frekans fonksiyonunda bilgisayar çıktılarıyla belirlenen yansıma sürelerinin, optimal yansıma süreleri ile ilişkisi Şekil 36'daki grafikte sunulmuştur.

Anlaşılabilirlikte önemli rol oynayan yüksek frekansların, konuşmanın tayfsal yapısı içindeki yeginaliklerinin az olması ve konuşmada seslerin birbirini sık aralıklarla izlemesi nedeniyle alçak frekansların hacimlerde, yüksek frekansları maskeleye olasılığı fazladır.

Grafikte görüldüğü gibi yansıma süreleri, alçak frekanslarda gereğinden uzundur. Bunun sonucunda kalın seslerin ince sesler üzerinde neden olacağı maskeleye etkisi nedeniyle konuşmanın anlaşılabilirliği açısından olumsuz etkisi sözkonusudur.

Öte yandan yansıma süreleri frekanslara göre ayırım göstermesi hacimde distorsiyon olması ve tını bozukluklarına neden olacaktır.

6.2.2. Yeğinlik

Yeğinlik, hacmin büyüklüğüne, dinleyicilerin kaynağa olan uzaklığına, kaynağın gücüne ve toplam yutuculuğa bağlı olarak seslerin algılanmasında en önemli etkenlerden biridir.

Bir hacimde yeğinlik dolaysız ve yansımış ses yeğinliklerinden oluşur. Dolaysız sesin oluşturduğu ses düzeyi kaynağa ve kaynak ile dinleyici uzaklığına göre değişir. Yansımış sesin oluşturduğu ses düzeyi kaynağa ve kaynak ile dinleyici uzaklığına göre değişir. Yansımış sesin oluşturduğu ses düzeyi ise ses kaynağının gücüne ve hacmin toplam yutuculuğuna bağlı olup, bir noktadan diğerine değişmez.

Dolaysız ses yeğinliği:

$$I_D = \frac{P}{4\pi r^2} \quad \text{Formül 7}$$

Yansımış ses yeğinliği:

$$I_y = \frac{4P}{A} \quad \text{Formül 8}$$

Toplam yeğinlik:

$$I_T = I_D + I_y \quad \text{Formül 9}$$

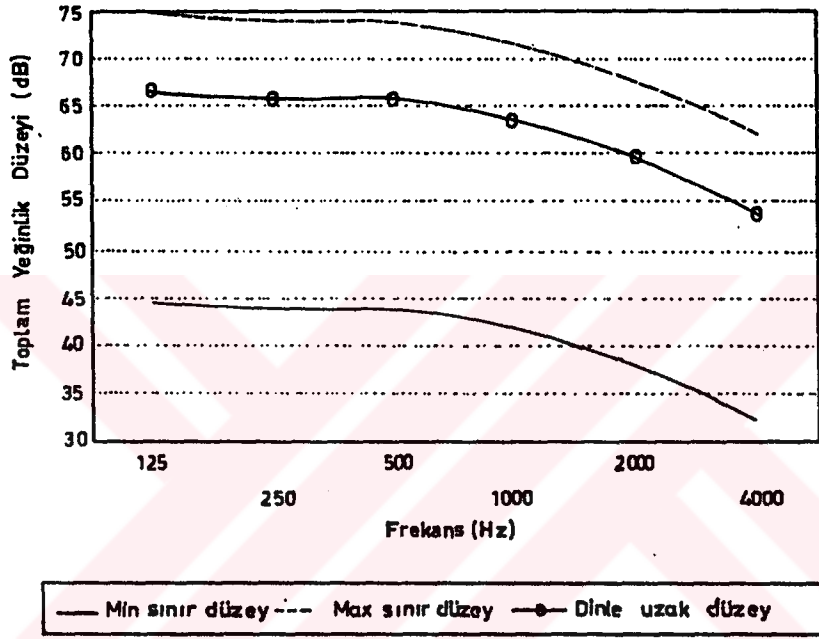
Hesaplar yapılırken, ses kaynağının gücü, diğer bir deyişle konuşmacının ortalama harcadığı güç 70 mw olarak alınmıştır. Tablo 28'den de anlaşıldığı gibi dolaysız ses kaynaktan uzaklaştıkça etkisi azalmaktadır.

Kaynakta Uzaklık	I_D	I_y	Toplam
1.5	63.6	65	67.4
2	61.3	65	66.7
2.5	59.4	65	66.1
3	57.8	65	65.8
3.5	56.5	65	65.6
4	55.4	65	65.5
4.5	54.4	65	65.5
5	53.5	65	65.5
5.5	52.6	65	65.4
6	51.9	65	65.4
6.5	51.2	65	65.4

TABLO NO : 28

Yeğlilik düzeyi açısından önem taşıyan etkenlerin başta geleni, yeterli işitsel duyulanmayı sağlayacak düzeyde olmasıdır. Bu konuda yapılan araştırmalar, yeğlilik düzeyinin 50 dB ile 80 dB olmasının; anlaşılabilirlik açısından uygun olduğuna daha önceki bölümde de değinmiştik.

Şekil 37'de görülen grafikte, tip dersliklerde, uzaklık-frekans fonksiyonunda belirlenen toplam yeğlilik ses düzeylerinin toplam ses yeğliliği sınır düzeyleri ile ilişkisi sunulmuştur. Bu grafiğe göre tüm dinleyici uzaklıklarında toplam yeğlilik düzeyi, hemen hemen aynı ve verilen sınır değerler arasındadır. Bu açıdan hacmin genelinde, toplam yeğlilik açısından yeterli anlaşılabilirliğin sağlandığı görülmektedir.



ŞEKİL NO : 37

6.2.3. Varlık Kriteri

Varlık kriterinin sağlanabildiği uzaklık sınırı hacimin büyüklüğüne ve hacimin yansıma süresine bağlı olarak belirlenir. İncelenen tip derslikte yansıma süresi frekanslara göre ayırım göstermekte ve 0.69 sn. ile 1.24 sn. arasında değişmektedir. Varlık kriteri sınır uzaklığı belirlemede T60'ın ortalaması 0.90 sn. alınmıştır.

Varlık kriterinin değerlendirilmesi formülü aşağıda sunulmuştur.

$$100\pi \frac{d^2 T60}{V} < 15$$

Formül 10

T60 : Yansıma süresi (sn)

d : Ses kaynağına olan uzaklık (m)

V : Hacim (m³)

$$d = \sqrt{\frac{15 \times V}{100 T60}} = \sqrt{\frac{15 \times 146.5}{100 \times 3.14 \times 0.90}} = 2.78 \text{ m.}$$

Derslikte, kaynaktan d=2.78m. uzaklığa kadar varlık kriteri açısından olumlu durumdadır. Derslikte varlık kriteri açısından bakıldığında toplam öğrencinin % 33'ünün olumlu durumda bulunduğu ortaya çıkmıştır.

6.2.4. Yanıt Eğrisi

Bilindiği gibi, bir uyartının tepkisinin grafik olarak gösterilmesi yanıt eğrisi olarak tanımlanır. Hacmin yanıt eğrisini hacmin fiziksel ve geometrik yapısı belirler. Akustığın iyi olabilmesi için hacmin yanıt eğrisinin olabildiğince düzgün olması istenir.

Hacimlerde 3 tip özfrekans bulunur:

- Teğetsel Özfrekanslar
- Eksensel Özfrekanslar
- Eğik Özfrekanslar

Dikdörtgenler prizması dışındaki hacimlerde, teğetsel ve eksensel özfrekanslar ortadan kalktığına, bu tür hacimlerde cevap eğrisi düzgündür. Dikdörtgenler prizması şeklindeki hacimlerin özfrekansları aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$f_n = c \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2} \quad \text{Formül 11}$$

f_n : Özfrekans (Hz)

c : Ses hızı (m/sn)

l_x, l_y, l_z : En, boy, yükseklik (m)

n_x, n_y, n_z : Pozitif tam sayılar

Derslik için hesaplar bilgisayarda yapılmıştır. Bulunan değerler Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tarama Sınırı	Üst Frekans	Üst Frekansın Altındaki Özfrekans Sayısı
1	32.00	2
1	35.92	3
1	40.32	3
1	45.25	3
2	50.80	5
2	57.02	8
2	64.00	10
3	71.84	14
3	80.63	20
3	90.51	24
4	101.59	32
4	114.04	43
5	128.00	53

TABLO NO : 29

16 Hz - 32 Hz oktav bandındaki frekanslar kulağın kalın seslere duyarlılığının az olması nedeni ile, bu oktav bandı için özfrekans taraması yapılmamıştır.

İnsan kulağının işitme alt eşiği olan 1 Kommaya en az 1 özfrekans rastlaması durumu cevap eğrisinin düzgünlüğü için yeterlidir. Bu sesle 9 komma vardır.

Yanıt eğrisinin düzgünlüğü 32,64, 64,128 oktav bandları için araştırılmış ve bu oktav bandlarındaki özfrekans sayısı bulunmuştur. Uyumluların artması nedeni ile frekansın yükselme siyle özfrekans sayısı arttığından her kommaya düşen özfrekans sayısında artacaktır.

Hacimde özfrekansların dağıtımı düzgünde olsa, yansışım sürelerinin frekanslara göre ayırım göstermesi sonucu kimi özfrekansların fazla, kimilerinin ise az uyarılması sonucu yanıt eğrisinin bozulmasına neden olabilir.

Bölüm 6.2.1.'de belirtildiği gibi, derslikte yansışım süresi frekanslara göre değişmektedir. Bu nedenle dersliğin yanıt eğrisinin düzgünsüz olabileceği belirlenmiştir.

6.2.5. İlk Yansımalar

3. Bölümde, yeğlinliği ve zaman gecikmesi belirli sınırlar içinde kalan, ilk yansımaların, olumlu etkilerine karşılık yeğlinliği ve zaman gecikmesi belli sınırlar dışına çıkan ilk yansımaların, rahatsız edici yani yankı etkisi uyandırdığına değinilmmişti.

Dersliklerin en uzun kenarı 11.00 m.'den küçük olduğu için önemli bir akustik kusur olan yankı etkisinin olmadığı dolayısıyla ilk yansımaların zararlı etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. İlk yansımaların yararlı etkisi, başka bir deyişle dolaysız ses yeğlinliğine katkısı Tablo 30'da sunulmuştur.

İLK YANSIMALARIN DOLAYSIZ SES YEĞİNLİĞİ KATKISI

Hacim boyu = 7.02 m.

Hacim yükseklik = 3.00 m.

İlk dinleyicinin karşı duvara uzaklığı = 2.00 m.

Dinleyici yüksekliği = 1.10 m.

Dinleyiciler arası uzaklık = 0.50 m.

Tavan yutma çarpanı = 0.02 m.

Kaynak yüksekliği : 1.50 m.

Kaynağın arkasındaki duvara uzaklığı : 0.50 m.

Kaynak gücü : 70 mW.

Dik uzaklık m	Dolaysız Ses yeglinliği dB	İlk Yansıma Yeglinliği		Yeglinlik Farkı dB	Toplam (I _D + I _y) dB
		Tavana Gelen mw/m ²	Tavandan Yansıyan mw/m ²		
1.50	63.60	0.38	0.37	-8.00	64.20
2.00	61.30	0.34	0.34	-6.00	62.10
2.50	59.40	0.31	0.30	-4.60	60.70
3.00	57.80	0.27	0.26	-3.70	59.40
3.50	56.50	0.23	0.23	-3.00	58.30
4.00	55.40	0.20	0.20	-2.40	57.40
4.50	54.40	0.17	0.17	-2.00	56.50
5.00	53.50	0.15	0.15	-1.70	55.70
5.50	52.60	0.13	0.13	-1.50	54.90
6.00	51.90	0.12	0.11	-1.30	54.30
6.50	51.20	0.10	0.10	-1.10	53.70

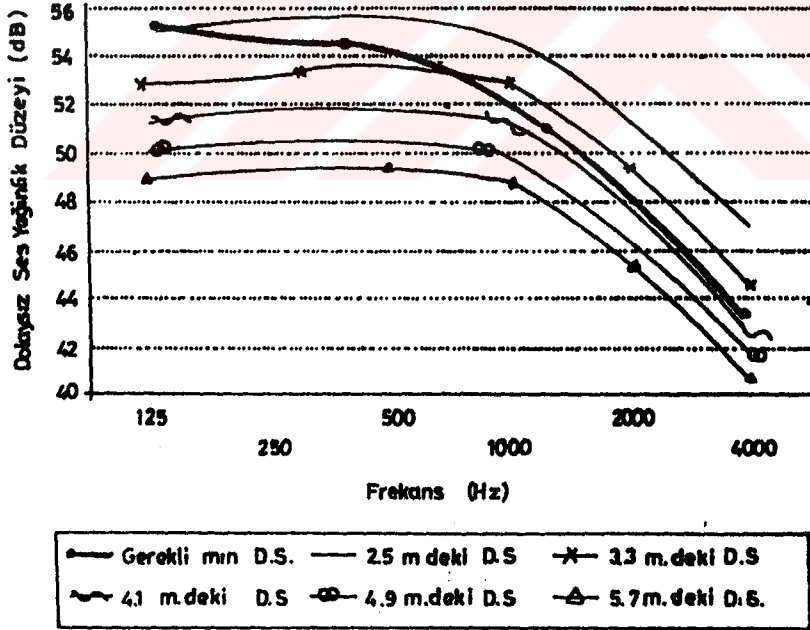
TABLO NO : 30

Kaynak dinleyici uzaklığına göre dolaysız ses ile ilk yansıyan ses arasındaki yeglinlik farkları ve dolaysız seste sağlanan yeglinlik artışı

Yeterli anlaşılabilirlik için, konuşmacı-dinleyici arasında dolaysız bir sessel iletişimin kurulması gerekir. Bu açıdan, konuşmacıdan, dinleyicilere dolaysız olarak gelen sesin, yansımış sese oranla, belli bir değerin altına düşmemesi gerekir. Yapılan araştırma sonuçları, "Y-D" ayrımının 11 dB'i aşmaması durumunda, yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabileceğini göstermektedir.

Dersliklerde uzaklık-frekans fonksiyonunda belirlenen dolaysız ses yeğinlik düzeylerinin, "Y-D" açısından gerekli minimum dolaysız ses yeğinlik düzeyi ile ilişkisi Şekil 38'deki grafikte yer almaktadır. Dolaysız ses yeğinlik düzeyleri belirlenirken, ilk yansımaların yararlı etkisi de değerlendirmeye alınmıştır.

Görüldüğü gibi, konuşmacıdan yaklaşık 4.00 m'den sonraki dinleyici uzaklıklarında, "Y-D" açısından, gerekli dolaysız ses yeğnliği sağlanamamaktadır. Bu durum, yansımış sesin, dolaysız ses üzerinde neden olabileceği maskeleyme açısından zararlıdır.



ŞEKİL NO : 38

SONUÇ

Türkiye'de uygulanmakta olan tip dersliklerde, akustik konfor koşullarının incelenmesini amaçlayan bu tez kapsamında yapılan çalışmalar, İstanbul'un değişik gürültü bölgelerinde yer alan eğitim yapılarında, yapı kabuğunun sesgeçirmezliğinin yapının bulunduğu bölgeye göre değil, tümü ile rastlantısal olarak oluşturulduğunu ortaya koymuştur. Bunun sonucunda bir yandan okullarda gürültü denetimi açısından konfor koşulları birbirinden ayırım göstermekte, öte yandan da kullanıcıları olumsuz yönde etkilemektedir.

Burada dikkati çeken bir başka konu ise çift doğramalı pencere uygulamaları ile denetim getirilmiş gibi görünen yapı kabuğunda yer alan kırık camlar, aralık doğramalar gibi bakım-sızlık sonucu, cidarların etkinliğinin büyük oranda ortadan kalkmış olmasıdır.

Bununla beraber yapı içi gürültüleri açısından yani bitişik hacimlerden koridorlardan gelen gürültüler fon gürültüsü altında kalması nedeniyle yapı kullanıcıları için herhangi bir rahatsızlık sözkonusu değildir.

Öte yandan seçilen eğitim yapılarında işitsel konforun belirlenmesi için yapılan çalışmalar, dersliklerde, anlaşılabilirlik etkenleri açısından gerekli koşulların sağlanamadığı sonucunu ortaya koymuştur. Bunun başta gelen nedeni, dersliklerin iç yüzey gereçlerinin yıtma çarpanlarının düşük olmasından kaynaklanan, uzun yansıma süresidir. Yansıma süresinin frekanslara göre ayırım göstermesi ve optimal yansıma süresinden uzun olmasının başta maskeleme, distorsiyon olmak üzere anlaşılabilirlik etkenleri üzerinde olumsuz etkileri söz konusudur.

Gelecek kuşağın bilgilendirilmesinde temel işlevi olan ve bu nedenle özel önem taşıyan dersliklerde konuşmanın anlaşılabilirliği öğrencinin başarı grafiğinde başta gelen belirleyicilerdendir.

Bu nedenle yeterli anlaşılabilirliği sağlayacak hacim akustiği koşullarının oluşturulması, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Eğitim yapılarında, gerek tasarım sırasında gürültü sorununun değerlendirmeye alınmaması, gerekse kullanım sırasında ortaya çıkan olumsuzluklar nedeni ile işitsel konforun sağlanamadığı görülmüştür.

Gürültü denetimi ve hacim akustiği koşullarının oluşturulması açısından getirelecek önlemler yapımı bitmiş dersliklerde gerek ekonomik koşullar, gerekse yapım güçlükleri gözönüne alınır sa tasarım aşamasında değerlendirmeye alınması daha akılcı bir yaklaşım olacaktır.

Eğitim ve çevre, karşılıklı etkileşim halindedir. Önemli olan bu etkileşim olayının sağlıklı bir gelişme izleyebilmesidir.

Eğitim yapılarının tasarım aşamasında, optimal çevre verilerinin göz önünde bulundurularak, kentsel alanda uygun yer seçimi yapılması zorunluluğu ilk belirleyicilerden olmalıdır.

Bundan sonraki aşama ise optimal çevre verilerinin sağlanarak seçilen yere uygun mekan tasarımlarının üretilmesidir.

Tasarımı yönlendirirken mekanların oluşturulmasının sadece boyutsal olarak değil yapı kabuğunu ve iç cidarlarını oluşturan yapı öğelerinde malzeme özelliklerinin analizi yapılmalıdır.

Bu tasarım doğrultusunda üretilen eğitim yapılarının kullanım sırasında da bakım ve onarım gereksiniminin düzenli olarak denetlenmesi ise kesin sonuç olarak görülmektedir.

Gelişmekte olan ülkemiz için hala okuma yazma oranının düşük olduğu ve eğitim alanında yapı açığı bulunduğu gerçeği söz konusudur. Ülkenin gelişmesi ve kalkınmasında eğitimin rolünün önemi düşünüldüğünde, bu tür yapılara özen gösterilmesi gereği açıkca görülür.

KAYNAKÇA

- 1- SİREL, ŞAZİ Yapı Akustiği 1. Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları, İstanbul 1981
- 2- SİREL, ŞAZİ İşitsel Algılama ve Varlık Kriteri İstanbul 1981
- 3- SİREL, ŞAZİ Hacim Akustiğinde Yansışım Süresi Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları İstanbul 1981
- 4- ŞEREFHANOĞLU, MÜJGAN Bileşik Cidarın Sesgeçirmezliği, Yapı ve Cam. İstanbul 1981
- 5- KARABİBER, ZERHAN Yüksek Lisans Ders Notları
- 6- ŞEREFHANOĞLU, MÜJGAN Yapılarda Dış Gürültü Denetimi (Projelendirmede Temel İlkeler) Y.Ü. İstanbul 1987
- 7- KARABİBER- ZERHAN Seslendirme Döşemi Yapılmayacak Dersliklerde Yeterli Anlaşılabilirlik Sağlayacak İç Mekan Düzenleme Kriterleri ve Bunlara Bağlı Koşullar, Y.Ü. Mimarlık Fakültesi, Doktora Tezi, Türkiye, 1987
- 8- ANON ISO Standarts Handbook 4, ISBN ISBN 92 67 100343, 150 , Switzerland, 1980
- 9- Gürültü Kontrol Yönetmeliği, Resmi Gazete, 19307, Türkiye, 11 Aralık 1986
- 10- YÜGRÜK, NEŞE Kapalı Hacimlerde Konuşmanın Anlaşılabilirliğinin Etkili Etkenlere Konuşma Hızının Etkisi, YTÜ Yayınları, 257, Türkiye, 1992
- 11- T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'ne ait Tip Projeler

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Denizli'de doğdum. İlköğrenimimi Erenköy Zihni Paşa İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimimi Erenköy Kız Lisesi'nde tamamladım. 1983-1984 öğretim yılında Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'ne girdim. 1987-1988 Şubat döneminde lisans öğrenimimi bitirdim. 1990-1991 öğretim yılında Yıldız Üniversitesi Yapı Bilgisi Ana Bilim Dalı, Yapı Fiziği Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimime başladım.

