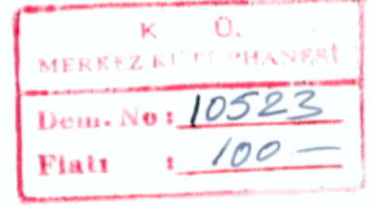


KARADENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MİMARLIK ANA BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TEZ NUMARASI

Genel :  
Anabilim dalı :  
Program :

ESKİ YAPILARIN RESTORASYONUNDA  
KARŞILAŞILAN AKUSTİK SORUNLAR

Sema OLGUN

Yönetici : Y.Doc.Dr.Mesut ÖZDENİZ

Trabzon  
Ocak, 1987

TEZ YÜKL. mim. S. OLGUN\*

## ÖNSÖZ

Eski yapıların restorasyonunda karşılaşılan akustik sorunlar, dört ayrı yapı üzerinde incelenerek, hesap yöntemleri ile ilgili denetim çalışmaları yapıldı.

Çalışmam boyunca ilgi ve desteğini esirgemeyerek beni yönlendiren Hocam Sayın Y.Doc.Dr. Mesut Özdeniz'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarımnda, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Ankara Bölge Kurulu Arşivinden yararlanmam konusunda yardımlarını esirgemeyen Büro Müdürü Sayın Ayşe Güneş'e Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivinden yararlanmamda yardımcı olan Sayın Mimar Filiz Oğuz'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Restorasyon projelerininin fotoğraf çekimlerinde yardımcı olan Sayın Makina Yüksek Mühendisi Tekin Çakmakçı'ya ve bu tezi özenle daktilo eden Reha Aksoy'a teşekkür ederim.

Sema OLGUN

OCAK, 1987

## ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde son yıllarda gittikçe önemli bir konu haline gelen ses ve istenmeyen sesin getirdiği çeşitli sorunlar ele alınmıştır.

Çalışmanın hedeflediği nokta ise, eski yapıların korunmasında karşılaşılan ses ile ilgili sorunları saptamak ve bu sorunları giderme yolları aramaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde genel tanımlara formüllere, ses çözümüleme yöntemlerine, sesin insan üzerindeki etkilerine, yasa ve yönetmeliklerine yer verilerek ses ile ilgili genel bilgiler anlatılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise eski yapıların korunmasında ortaya çıkan akustik sorunlar ele alınmıştır. Dört ayrı yapı örnek olarak seçilmiş ve tanıtılmıştır. Bu yapılarda ortaya çıkan akustik sorunlar, hesap yöntemleriyle saptanarak, giderilmesine çalışılmıştır.

# İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ

ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

KISALTMALAR LİSTESİ

GİRİŞ

1. BÖLÜM. SES İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	2
1.1. SESİN TANIMI	2
1.2. SESİN ÇEŞİTLERİ	3
1.3. SESİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	4
1.3.1. Ses Titreşimi ve Hızı	4
1.3.2. Frekans (Sıklık)	4
1.3.3. Ses Dalgaları ve Dalga Boyu	8
1.3.3.1. Ses Dalgalarına Dış Etkiler	9
1.3.4. Ses Gücü (W)	10
1.3.5. Ses Yeğirliği (I)	11
1.3.6. Ses Basıncı (P)	12
1.4. SES ÇEVRESİ	13
1.4.1. Ses Kaynakları ve Doğması	13
1.4.2. Sesin Yayılması	13
1.4.3. Sesin Yansıması Yankı ve Çınlama	14
1.4.3.1. Bir Odanın veya Salonun Çınlama Süresinin Hesabı	16
1.4.4. Sesin Kırınması	19
1.4.5. Ses Alanı Çeşitleri	19
1.5. GÜRÜLTÜNÜN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ	20
1.6. SES GÖSTERGELERİ	20
1.6.1. Ses Yeğirliği Düzeyi (SİL)	20
1.6.2. Ses Basınç Düzeyi (SBL)	21
1.6.3. Seslilik Göstergesi	21
1.6.4. Ağırlıklı Ses Düzeyi	22
1.6.5. Gürültü Değeri Eğrileri (NR)	23

1.6.6. Eş değerli ve Sürekli Ses Düzeyi	26
1.6.7. Zamanın Yalnız Yüzde Onu, Ellisi, ve Doksanı Süresince Aşılmış Ses Düzeyi ( $L_{10} - L_{50} - L_{90}$ )	26
1.6.8. Gürültü Rahatsızlık Düzeyi(INP)	27
1.6.9. Gürültü Rahatsızlık Düzeyi(LDI)	27
1.6.10. Trafik Gürültü İndeksi (TNI)	27
1.6.11. Ses Azaltma Göstergesi (SAG)	27
1.6.12. Ses Geçirgenliği ( $\alpha_s$ )	28
1.6.13. Ses Yutma Katsayısı ( $K_a$ )	28
1.6.14. Ortalama Ses Azaltma Göstergesi ve Ortalama Ses Geçirgenliği	28
1.7. SESİN İŞİTİLMESİ	29
1.7.1. Sesin Kulakta İletisi	29
1.7.2. İşitme Üzerinde Yaşın Etkisi	30
1.8. SESİN İNSAN ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	32
1.9. ÜLKEMİZ YASA VE YÖNETMELİKLERİNDE SES DENETİMİ VE OLÇÜTLERİ	34
1.9.1. Çevre Gürültüsü Ve Yasalarımız	34
2 BÖLÜM. ESKİ YAPILARIN KORUNMASINDA SES DENETİMİ	37
2.1. ESKİ YAPILARIN KORUNMASINDA AKUS- TİK SORUNLAR	37
2.1.1. Eski kent Merkezlerinin Neden Olduğu Sorunlar	37
2.1.2. Kazandırılan Farklı Kuşlanım- ların Neden Olduğu Sorunlar	38
2.1.3. Yapı Malzemesi ve Konstriksiyon- un farklılaşmasının Neden Ol- duğu Sorunlar.	38
2.1.4. Donatılar, Hareketli ve Hareket- siz Yüklerinin Neden Olduğu Sorunlar	39
2.1.5. Kötü İşçilik ve Hatalı Uygulamanın Neden Olduğu Sorunlar	99

2.1.6. Araştırma ve İnceleme, Eğitim Yetersizliğinin Neden Olduğu Sorunlar	39
2.2. UYGULAMA YAPILAN ESKİ YAPILARIN TANITILMASI	40
2.2.1. İzmir Çeşme Kanuni Kervansarayı	40
2.2.2. Gaziantep Merkez Millet Han	41
2.2.3. Ankara Merkez Kale İçi Evleri	42
2.2.4. Ankara Çankaya'da Tarıncı Bağ Evi	43
2.3. ESKİ YAPILARIN AKUSTİK SORUNLARI VE ÇÖZÜMLERİ	45
2.3.1. Açık Ortamdaki Gürültülerin Yapı Kabuğu İle Denetimi	45
2.3.1.1. İzmir Çeşme Kervansarayın Trafik Gürültüsü İçin Denetimi	51
2.3.1.2. Gaziantep Millet Hanın Trafik Gürültüsü İçin Denetimi	53
2.3.1.3. Gaziantep Millet Hanın Sanayi Gürültüsü İçin Denetimi	55
2.3.1.4. Ankara Kale İçi Evlerinin Çocuk Bahçesi Gürültüsü İçin Denetimi	56
2.3.1.5. Ankara Bağ Evinin Çay Bahçesi Gürültüsü İçin Denetimi	59
2.3.2. Kapalı Ortamdaki Seslerin Yansım Süresi Hesabı ve Denetimi	63
2.3.2.1. İzmir Çeşme Kervansarayındaki Lokantanın Yansım Süresi Hesabı ve Denetimi	64
2.3.2.2. Gaziantep Millet Hanındaki Lokantanın Yansım Süresi Hesabı ve Denetimi	66

2.3.2,3 Ankar Kale İçi Evlerindeki Lojantantahın Yansıma süresi Hesabı ve Denetimi 66

3.BÖLÜM SONUÇ 70

ÖZET 72

ÖNERİLER 73

EKLER LİSTESİ 74

A-İzmir Çeşme Kanuni Kervansarayı

B-Gaziantep millit Han

C-Ankara Kale İçi Evleri

D-Ankara Çankaya Bağ Evi

KAYNAKÇA

## ÇİZELGELER LİSTESİ

	SAYFA
1. Gaz Veya Buhar Malzemeİe Ses Hızı	6
2. Sıvı Malzemedede Ses Hızı	6
3. Metaller ve Katılarda Ses Hızı	7
4. Çeşitli Ses Kaynaklarının Ses Güçleri	11
5. Çeşitli Malzemelerin Ses Yutuculuk Katsayıları	16
6. Zamana Bağlı Olarak İzin Verilen Gürültü Değerlendirme Sayıları	24
7. Kabul Edilebilir En Yüksek Gürültü Değerleri	25
8. İzmir Çeşme Kervansarayı Otel Odası İçin Trafik Gürültüsü Denetimi	51
9. İzmir Çeşme Kervansarayı Otel Lobisi İçin Trafik Gürültüsü Denetimi	52
10. Gaziantep Millet Han. Lokantası İçin Trafik Gürültüsü Denetimi	53
11. Gaziantep Millet Han Kafeteryası İçin Trafik Gürültüsü Denetimi	54
12. Gaziantep Millet Han Dükkanları İçin Sanayi Gürültüsü Denetimi	55
13. Ankara Kale İçi EVELeri Sergi Salonu İçin Çocuk Bahçesi Gürültüsü Denetimi	56
14. Ankara Kale İçi EVELeri Özel Lokanta İçin Çocuk Bahçesi Gürültüsü Denetimi	57
15. Ankara Kale İçi Evleri Dükkanı İçin Çocuk Bahçesi Gürültüsü Denetimi	58
16. Ankara Bağ Evi (ARAKAT) Lokanta İçin Çay Bahçesi Gürültüsü Denetimi	59



17. Ankara Bağ Evin(Arakat)Giriş Lokanta  
Çay Bahçesi Gürültüsü Denetimi 60
18. Ankara Bağ Evi Çok Amaçlı Salon  
İçin Çay Bahçesi Gürültüsü De-  
netimi 61
19. Ankara Bağ Evi Çok Amaçlı Salon  
İçin Çay Bahçesi Gürültüsü Dene-  
timi 62
20. İzmir Çeşme Kervansanayı Lokantası-  
nın Çınlama Süresi Hesabı 64
21. İzmir Çeşme Kervansarayı Lokantasının  
Çınlama Süresi Denetimi 65
22. Gaziantep Millet Hanın Lokantasının  
Çınlama Süresi Hesabı 66
23. Gaziantep Millet Hanın Lokantasının  
Çınlama Süresi Denetimi 67
24. Ankara Kal İçi Evleri Lokantasının  
Çınlama Süresi Hesabı 68
25. Ankara Kale İçi Evleri Lokantasının  
Çınlama Süresi Denetimi 69

## ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

1. Sinüzoidal Bir Dalga Hareketi	2
2. Duyulur Ses Sınırları	3
3.4.5. Dalga Hareketleri ve Frekans Spektrum ları	4
6. Ses Frekans Alanı Dağılımları	8
7. Alçak Frekanslı Ses Dalgaları	9
8. Yüksek Frekanslı Ses Dalgaları	9
9.10.11.12. Ses Dalgalarına Dış Etkiler	10
13. Bir Duvar Üzerine Sesin Çarpması	14
14. Doğradan Sesler	15
15. Dolaylı Sesler	15
16. Yankı	15
17.Çınlama	15
18. Eş Seslilik Eğrileri	21
19. Ağırlık Oranları Eğrileri	23
20. Gürültü Değeri Eğrileri	24
21. Kulak Kesiti	29
22. Tüy Hücresi Tüylerinin Eğilmesi	30
23. Çeşitli frekanslarda Yaşla İlgili İşit- me Kaybı	31

## KISALTMALAR-SİMGELER LİSTESİ

dB	: Desibel
dB(A)	: A Ağırlıklı Desibel
dB(B)	: B Ağırlıklı Desibel
dB(C)	: C Ağırlıklı Desibel
dB(D)	: D Ağırlıklı Desibel
f	: Frekans ( SIKLIK )
Hz	: Hertz
I	: Ses Yeğınlıği
Ia	: Duvarın Arka Yüzündeki Ses Yeğınlıği
Io	: Duyma Eşığinde Ses Yeğınlıği
Ik	: Duvarın Kaynağa Dönük Yüzündeki Ses Yeğınlıği
P	: Ses Basıncı
Po	: Duyma Eşığinde Ses Basıncı
SAG	: Ses Azaltma Göstergesi
SAG	: Ortalama Ses Azaltma Göstergesi
SD	: Ses Düzeyi
V	: Hacim
Y	: Yoğunluk, kg/m <sup>3</sup>
Yy	: Yüzeysel Yoğunluk, kg/m <sup>2</sup>
Ys	: Yansıma Süresi , sn
ζs	: Ses Geçirgenliği
$\bar{\zeta}$ s	: Ortalama Ses Geçirgenliği
C	: Ses Hızı m/sn
ρ	: Ortam Özgöl Ağırlık kg/m <sup>3</sup>
E	: Ortamın Esneklik Katsayıları N/M <sup>2</sup>
λ	: Sesin Dalga Boyu , m
W	: Ses Gücü
T	: Çınlama Süresi , sn
Ka	: Ses Yutma Katsayısı
L	: Ortalama Enerji Düzeyi
L	: Gürültü Değerlendirme Düzeyi
NR	: Gürültü Değeri
Leş	: Eş Değerli Ve Sürekli Ses Düzeyi

SİL : Ses Yeginliği Düzeyi  
SBL : Ses Basınç Düzeyi  
LNP : Gürültü Kirlilik Düzeyi  
LDI : Gürültü Rahatsızlık Düzeyi  
TNI : Trafik Gürültü İndeksi

## GİRİŞ

İnsan yapısı çevrenin oluşmasında önemli öğelerden biride olumsuz dış etkenlerden korunmaktır. Bu olumsuz etkenlerden biride ses ve özellikle istenmeyen ses yani gürültüdür.

Endüstrinin gelişmesi, teknolojinin ilerlemesi hızlı ve çarpık kentleşme, nüfus artması gibi etkenler istenmeyen sesin artmasını sağlarken, insan yapısı çevreyide bozmaktadır.

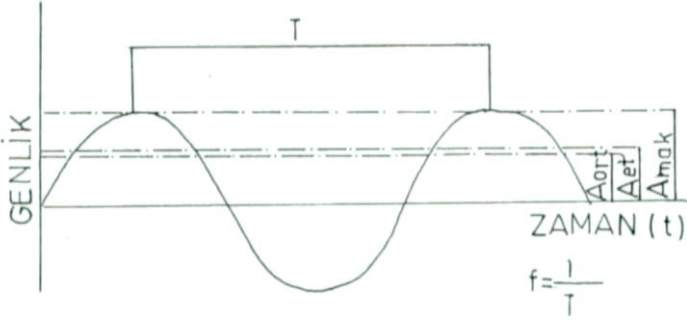
İnsanlık tarihinde yüzyıllar boyunca istenmeyen ses , insan sağlığını tehdit etmekte olduğu bir gerçektir.Uzun bir süre üzerinde gerektiği gibi durulmayan bu tehlikenin ağırlığına, yaşadığımız son yıllarda görmezlikten gelinmeyecek kadar artmıştır.

Son yıllarda hızla artmakta olan nüfusa ihtiyaç verecek yeni yapıların yanında, eski yapıları yaşatma çalışmalarıda artmıştır.Günümüz yapılarını etkileyen Akustik sorunlar eski yapılarımızı kullanıp yaşatırken ne derece etkilediğini bilmemiz gerekmektedir .

## 1. BÖLÜM. SES İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

### 1.1 SESİN TANIMI

Titreşim yapan bir cismin, elastik bir ortamda oluşturduğu basınç değişmelerinin işitme organımızda oluşturduğu duygudur. Basit arı bir titreşim hareketini belirleyen en önemli değerleri sinüzoidal bir dalga hareketi üzerinde gösterebiliriz. (Şekil 1)



Şekil 1 Sinüzoidal bir dalga hareketi  
Sabuncu, 1976

**T:** Bir titreşim zamanı (Periyot)

**f:** Saniyedeki titreşim sayısı (Frekans)

**Amak:** Dalga hareketinin ulaştığı maksimum değer

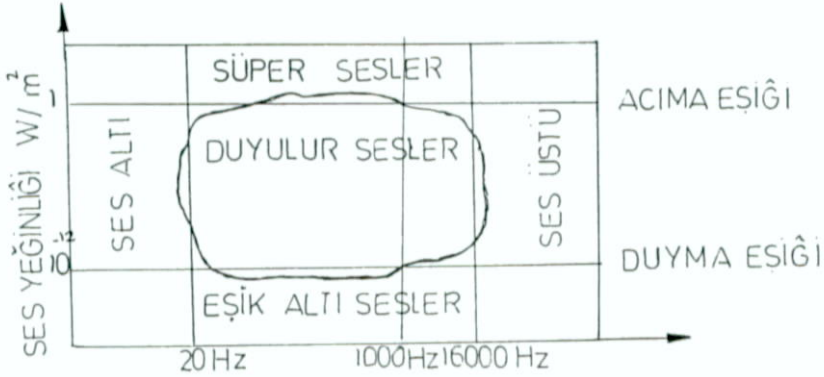
**Aort:** Dalga hareketinin ortalama değeri

**Aet:** Dalga hareketinin etkin değeri (Effektif)

İnsanlar 16 ile 20000 Hz arasındaki frekansları işitirler. Genelde üst sınır 16000 Hz'dir. Frekans sınırları her insanın yaşına ve kulak hassasiyetine göre değişir. Doğada bir tek frekanslı olan sese ender raslanır. Ses dalgasının zamana göre değişimi, arı sinüs biçiminde ise, doğada sadece böyle bir ses dalgasının bir tek frekanslı vardır.

Frekans 16 Hz altındaki seslere "ses altı" titreşimleri denir. 20000 Hz üstündeki seslere "ses üstü" titreşimler denir.(1)

Normal bir insan kulağı  $1 \times 10 \text{ w/m}^2$  yeğinliğinin altındaki "Eşik altı sesler" ile  $1 \text{ w/m}^2$  yeğinliğinin üzerindeki "Süper sesler" i rahatsız olmadan duyamaz. Ancak bu sınırların dışına taşıdığı halde duyulan ve sınırlar içinde kaldığı halde duyulmayan seslerde vardır. Bunun nedeninin sesin işitilmesinin yalnız frekansına bağlı olmayıp, ses yeğinliğinde de bağlı olmasıdır. (Şekil 2)



Şekil 2 Duyulur ses sınırları  
Szokolay, 1960

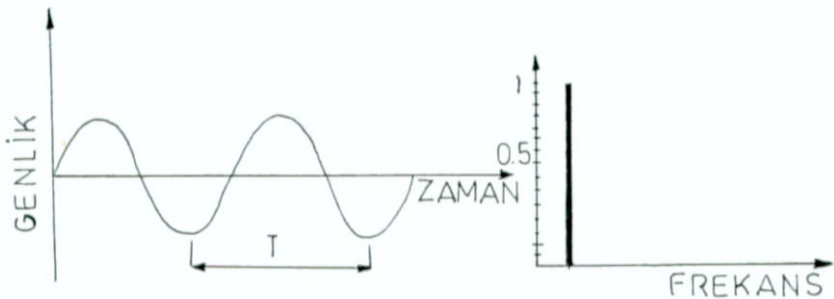
## 1.2 Sesin Çeşitleri

Genel olarak sesi dalga şekillerine göre üçe ayırabiliriz.

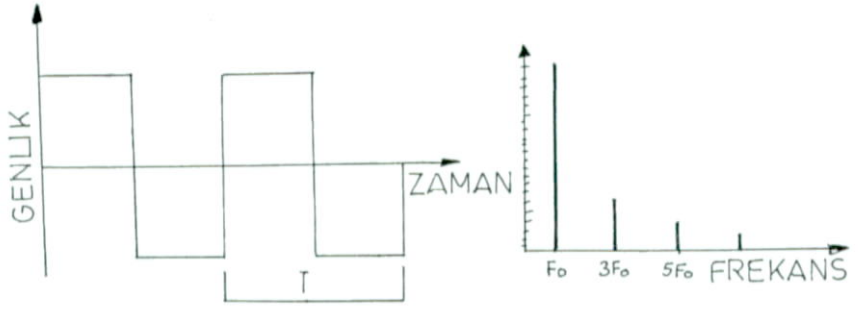
**Arıtonda Sesler :** Sinüzoidal bir dalga şeklinde yayılan seslerdir. (Şekil 3)

**Karmaşık Tekrarlı Sesler :** En basit örnek olarak bir kare dalga hareketi şeklinde tanımlanan seslerdir. (Şekil 4)

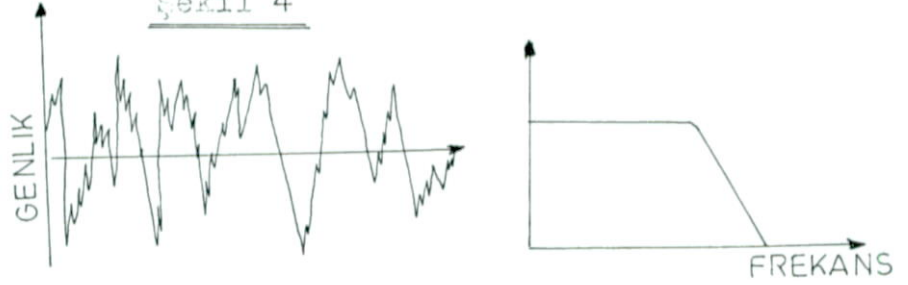
**Karmaşık Tekrarlı Olmayan Ses :** Rasgele yapılmış bir gürültü, bu tür sese en güzel örnektir. (Şekil 5) (2)



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5

Şekil 3,4,5 Dalga hareketleri v. frekans spektrum.  
Sabuncu,1976

### 1.3. SESİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

#### 1.3.1. SES TİTREŞİMİ VE HIZI

Ses kaynağını titreşim yapan cisimler oluştururlar. Bu titreşimler bir güç etkeninin sonucu, bir durulma noktası çevresinde, parçacıkların hareketi olarak meydana gelirler. Bir titreşim, içinde bulunduğu ortamda, yandaşık parçaların elastik bağıntısı yoluyla ilerler. Ortam parçacıkları zaman fonksiyonu içinde, sesin yayılma doğrultusunda, zaman ölçümüne göre yavaşlanmalar ve hızlanmalar şeklinde oluşur. Ortam parçacıklarının bu hareketine dalga hareketi dalga hareketinin ortam içinde zaman fonksiyonuna göre ilerlediği hıza sesin yayılma hızı denir ve (C) ile gösterilir.

Sesin yayılma hızı ortamın özelliğine bağlıdır. Ortam katı,sıvı,gazdır. İnsanın en iyi algılayabildiği ortam ise havadır. Kulak, sesi hava yoluyla alır. Sıvı ve katı cisimlerde ortamın yoğunluğu ve esneklik katsayısı o ortamda meydana gelen sesin yayılma hızını verir.

$$\text{Gazlarda ses hızı: } C = \sqrt{\frac{\gamma \times P}{\rho}}$$



$$C = \sqrt{\frac{\gamma \times \text{Gazın basıncı}}{\text{Gazın yoğunluğu}}} \quad \text{ile hesaplanır.}$$

Diğer ortamlarda ise,

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{ile hesaplanır.}$$

$C$  = Sesin yayılma hızı (m/sn)

$E$  = Ortamın esneklik katsayısı ( $N/m^2$ )

$\rho$  = Ortamın özgül ağırlığı ( $kg/m^3$ )

Hava yoğunluğunun sıcaklıkla değişmesine bağlı olarak sesin yayılma hızı değişir. Örneğin  $14^\circ C$  sıcaklık ve normal atmosfer basıncında, havada sesin hızı  $340$  m/sn'dir. Oysa normal atmosfer basıncında,  $0^\circ C$ 'de  $331.8$  m/sn,  $40^\circ C$ 'de  $353.8$  m/sn'dir.

Normal olarak iletici ortamın yoğunluğu arttıkça sesin hızıda artar. Saf suda  $1437$  m/sn, deniz suyunda  $1440$  m/s dir.

Katı cisimlerde sesin hızı, cismin fiziksel özellikleri yanında boyutlarına da bağlıdır. Boyuna titreşimle birlikte, yanlamasına da titreşim görülür. Örneğin çelikte boyuna titreşimde  $610$  m/sn, yanlamasına titreşimde  $5050$  m/sn hızla yapılırlar. ( Çizelge 1, 2, 3 )

GAZ VEYA BUHAR MALZEME	SICAKLIK°C	SES HIZI m/s
Hava	+500°	558
	+100°	387.2
	+22°	344.8
	+20°	343.8
	0°	331.8
	-20°	319.3
Karbondioksit	+100°	297.2
Hidrojen	+100°	164.3
Oksijen	0°	334
Su buharı	0°	316

Çizelge 1 Gaz veya buhar malzemede ses hızı  
Başaran,1981

SIVI MALZEME	SICAKLIK°C	SES HIZI m/s
Aseton	+20°	1192
Etil alkol	+20°	1168
Civa	+20°	1451
Metil alkol	+20°	1123
Su ( hafif )	+25°	1492
Su ( ağır )	+25°	1401
Deniz suyu ( tuz % 3.2 )	0°~17°	1440~1550
Benzin	+34°	1250
Gazyağı	+34°	1295
Zeytinyağı	+32.5°	1381

Çizelge 2 Sıvı malzemede ses hızı  
Başaran,1981

METALLER VE KATILAR	d << λ ise	d >> λ ise
Yumuşak tahta		3350
Aluminyum	5150	6300
Prinç alaşımı	3450	4300
Bakır	3650	4650
Demir	5170	5850
Kurşun	1500	2500
Çelik	5050	6100
Kalay	2730	3820
Tungsten	4310	5460
Çinko	3810	4170
Nikel	4785	5630
Forselen	4884	5340
Ebonit	1570	2405
Cam	3490 5370	3670 5570
Granit	3950	-----
Buz(-4 C)	3230	-----
Kum	100 300	-----
Mantar	500	-----
Beton	-----	3400
İnsan vücudu	-----	1558

Yizelge 3 Metaller ve katılarda ses hızı  
Başaran, 1981

### 1.3.2. FREKANS(Sıklık)

Bir ortamda sesi meydana getiren titreşimlerin bir saniye süre içindeki sayısına Frekans(Sıklık) denir.(f) ile gösterilir.Frekans birimi Hertz (Hz)dir.1 Hz saniyede bir titreşimdir.

Ses frekansının değişimi,sesin incelmesi ve kalınlaşması şeklinde algılanır.Bir sesin kulak tarafından algılanmasının en büyük unsuru frekanstır.

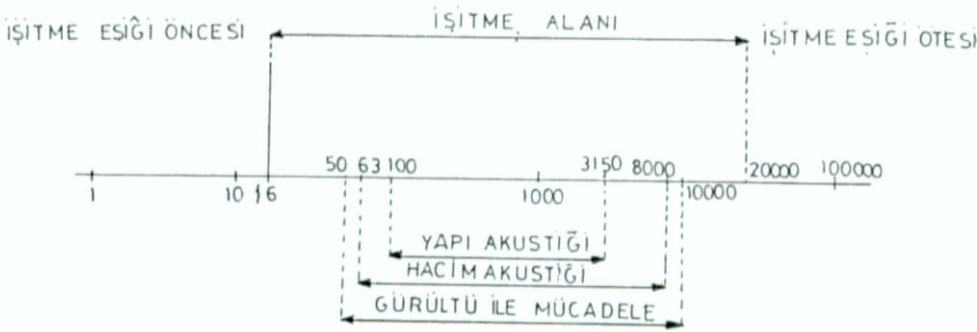
16-100 Hz frekanslı sesler çok kalın

100-400 Hz frekanslı sesler kalın

400-1600 Hz frekanslı sesler orta kalın

1600-3150 Hz frekanslı sesler ince

3150-16000 Hz frekanslı sesler çok ince olarak tanımlanır.Ses frekans alanı dağılımı ise (Şekil 6) (3)



Şekil 6 Ses frekans alan dağılımı  
Özer,1979

### 1.3.3. SES DALGALARI VE DALGA BOYU

Elastik bir ortam olan havada, ses titreşimleri dalgaları halinde yayılmaktadır.Bu yayılma alanında, hava parçacıkları,sesin yayılma yönünde hareket ederler.Bu boylamasına bir dalga hareketidir.

Sesin dalga boyu ( Havadaki )  $\lambda$  ile gösterilir.

$$\lambda = \frac{V}{f} \quad \text{m'dir.Dalga denklemdir.}$$

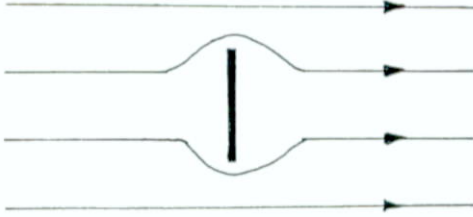
$\lambda$  = Sesin havadaki dalga boyu (m)

f = Frekans (Hz)

V = Ses hızı (m/sn)

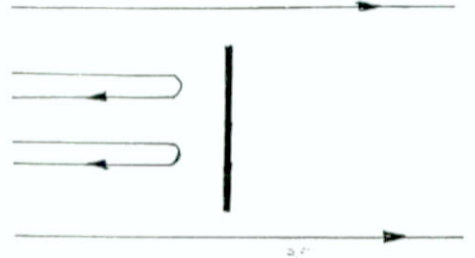
Dalga boyu, bir periyodluk süre içinde dalganın katettiği yoldur.

Yüksek ve alçak frekanslı ses dalgaları bir engel ile karşılaştıklarında, alçak frekanslı sesler, engeli aşıp yollarına devam ederler. Engelin ucundaki titreşen moleküller ikinci bir ses kaynağı gibi davranır. Tekrar bir ses alanı oluştururlar. Yüksek frekanslı sesler ise engele çarpıp geriye dönerler. (Şekil 7, 8) (4)



Şekil 7 Alçak frekanslı ses dalgası

Başaran, 1981



Şekil 8 Yüksek frekanslı ses dalgaları

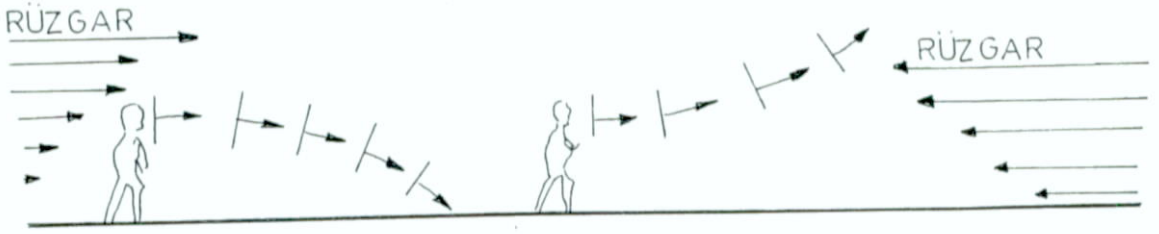
Başaran, 1981

Yansıyan ve çarpan dalgaların karşılıklı olarak girişmesinden duran dalga meydana gelir.

### 1.3.3.1. SES DALGALARINA DIŞ ETKİLER

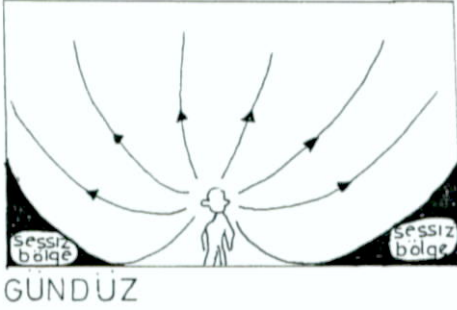
Ses dalgalarına dış etkilerden akla gelen en önemlisi rüzgardır. Rüzgar ses dalgalarının arkasından geliyorsa ses dalgaları zemine doğru yönelir. Rüzgar, ses dalgasının önüne geliyorsa ses dalgaları zeminden yukarı yönelir.

Hava sıcaklığının ses dalgalarına etkisi vardır. Örneğin, gündüz hava ısındığında ses dalgaları ısı etkisiyle yukarıya doğru yönelirken, gece hava soğuduğundan ses dalgaları zemine doğru yönelenerek daha uzaklara gider. (Şekil 9 10-11-12 )



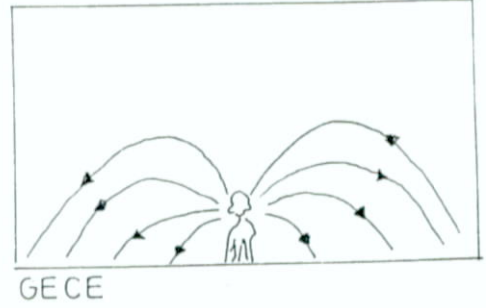
Şekil 9

Şekil 10



GÜNDÜZ

Şekil 11



GECE

Şekil 12

Şekil 9,10,11,12 Ses dalgalarına dış etkiler  
Başaran,1981

#### 1.3.4. SES GÜCÜ (w)

Havadaki ses kaynaklarından ışınlım şeklinde yapıлып katı veya sıvı cisimlerin yüzeylerinde bilinen yansıma kurallarına göre yansır veya emilir. Cisimlere girdiği zamansa zayıflar. Her ses kaynağı belirli bir ses gücü ışıtır. Ses kaynağının yaydığı ses gücüne akustik güç de denir. Birimi watttır. (w) simgesiyle gösterilir.

Çeşitli ses kaynaklarının güçleri şunlardır. (Çizelge 4)

<u>Ses Kaynağı Cinsi</u>	<u>Ses Gücü</u>
Normal konuşma.....	0.00001 Watt
İnsanda en alçak ses gücü ve yumurta karıştırıcısı.....	0.001 Watt
Büyük bir orkestra.....	0.01 Watt
Piano.....	0.1 Watt
Hızlanmakta olan bir moto- siklet ve hava tazyikli as- falt kırma tabancası.....	1 Watt
Büyük hoparlör ve org.....	10 Watt

Alarm Sinyali.....	1000 Watt
Tepkili Motor, Jet Uçağı.....	10000 Watt
Roket Motoru.....	100000 Watt

Çizelge 4 Ses kaynakları güçleri  
Szokolay,1980. Özer,1979

### 1.3.5. SES YEĞİNLİĞİ

Ses yeğİnliğı birim alandan geçen ses enerjisidir. Daha geniş bir anlamda ses dalgasının, ses yayılma doğrultusuna dik bir düzlem içindeki 1 cm<sup>2</sup> 'lik yüzeye bir saniye-de verdiği ses enerjisidir. Birimi desibeldir. Ses yeğİnliğı I ile gösterilir.

$$I = \frac{P^2}{\gamma \times v_s} \text{ ile gösterilir.}$$

$\gamma$  = Ortamın yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>)

$v_s$  = Sesin hızı (m/sn)

$P$  = Ses basıncı (N/m<sup>2</sup>)

$I$  = Ses yeğİnliğı

( $\gamma \times v_s$ ) İmpedans yada akustik sertlik olarak adlandırılır. Her ortam için sabittir. Hava yoğunluğu 1.18 kg/m<sup>3</sup>, sesin havadaki hızı (14°C sıcaklıkta ve normal atmosfer koşullarında) 340 m/sn olduğundan akustik sertlik 400 kg/m<sup>2</sup> olur.

Ses yeğİnliğı, kaynaktan olan uzaklığın karesiyle orantılıdır. Ses kaynağı gücü (G), kaynaktan uzaklık (r) olduğuna göre (r yarıçaplı bir kürenin yüzeyi boyunca dağılacığından küre alanı 4 $\pi r^2$ 'ye eşit olduğundan bu noktadaki ses yeğİnliğı:

$$I = \frac{G}{4 \pi r^2}$$

Kaynaktan olan uzaklık 2r olduğunda ikinci noktada

$$I = \frac{G}{4 \pi (2r)^2} = \frac{G}{4 \cdot 4 \pi r^2} = \frac{I_1}{4}$$

İki veya daha fazla kaynağın oluşturduğu ses yenginliği, her bir kaynağa ait ses yenginliği toplamına eşittir.

$$I = I_1 + I_2$$

### 1.3.6. SES BASINCI

Kulakta ses basınç duyumunu oluşturan ses basıncını, atmosferdeki hava basıncına katışan, ses kaynağının meydana getirdiği hava basıncının zaman içindeki değişimidir. Birimi desibeldir.

$$P = \sqrt{I \gamma \times V_s}$$

Akustik sertlik sabit olduğundan,  $P=20 I$  olur. Ses basıncında "Kareler Ortalamasının Karakökü" (k.o.k.k) değeri kullanılır.

$$k.o.k.k. = \sqrt{\frac{P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2}{n}}$$

Kısacası iki veya daha fazla kaynağın oluşturduğu ses basıncı, herbir kaynağa ait basınç kareleri toplamının karaköküne eşittir.

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$

### 1.4. SES ÇEVRESİ

#### 1.4.1. SES KAYNAKLARI VE DOĞMASI

Sesin doğması, doğal veya suni olarak mekanik veya fiziksel olaylar sonucu titreşimlerinin meydana getirilişi eliyle olur.

Bir diyapozona (titreşim yapılıncı ona seslerin birini vermek üzere yapılan iki kollu küçük bir alet) vurulması, mekanik etki ile denge durumunda olan diyapozonun titreşime geçmesini ve diyapozonun havayı titreştirecek sesin doğmasını sağlar. Diyapozonun, ön frekansına uygun frekansta titreşim yapabilecek bir elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Hoparlör bunun en iyi örneğidir.



Sesin doğuşu,

- a- Titreşim yapan katı cisimlerde çarpma ve vurma etkenleriyle (keman, viyolonsel, davul vs)
- b- Titreşim yapan hava sütunları ve hareket eden havanın meydana getirdiği titreşimler (flut, org)
- c- Hava içinde hızla yer değiştiren titreşim ile (kırbaç, rüzgar vs)
- d- Ani basınç değişimleriyle (şimşek, yıldırım)
- e- Boğaz ve burun organizması aracılığıyla insan ve bazı yaratıklardan ses doğması şeklinde sıralanabilir.

Bir ses kaynağı titreşimleri özellikle hava olmaktadır. Bu tür seslere havada doğan sesler denir. Yapılarda, katı durumdaki elemanlarla iletilen seslere yapıda doğan sesler denir. Bu iki çeşit sesin yayılma kuralları çok farklı olduğu için alınacak önlemlerde farklıdır. Bunun için sesin havada mı, yada katı cisimde mi doğduğunu bilmek çok önemlidir.

#### 1.4.2. SESİN YAYILMASI

Sesin yayılması, ses ortamının geometrik özelliklerine göre değişir. Bir boyutlu ortamlarda düzlem dalgalarla, iki boyutlu ortamlarda düzleme yakın karmaşık dalgalarla üç boyutlu ortamlarda küresel dalgalarda yayılır.

Yapılarda uzun koridorlar, aydınlık, asansör boşlukları havalandırma kanalları, tesisat boruları gibi, bir boyutu, diğer boyutuna oranla 10 kat büyük olan hacimlerde ve yapı elemanlarında bir boyutlu ortam olarak kabul edilir. Sesin yayılması düzlem dalgalar gibi düşünülür.

Küresel dalgalarla yayılan ses gücü uzaklığın karesi ile orantılı azalmasına rağmen tek boyutlu, düzlem dalgalarla yutulmalar dikkate alınmazsa ses gücü düzeyi sabit kalır. Örneğin tren raylarından sesin iletilmesi gibi.

Yapılarda döşeme duvar gibi yapı elemanları iki boyutlu ortam olarak kabul edilir. Ama hacimler iki boyutlu değildir. Duvar ve döşeme gibi iki boyutlu yapı elemanlarında ses enerjisi fazla dağılmadan uzak mesafelere az bir kayıpla gidebilmektedir.

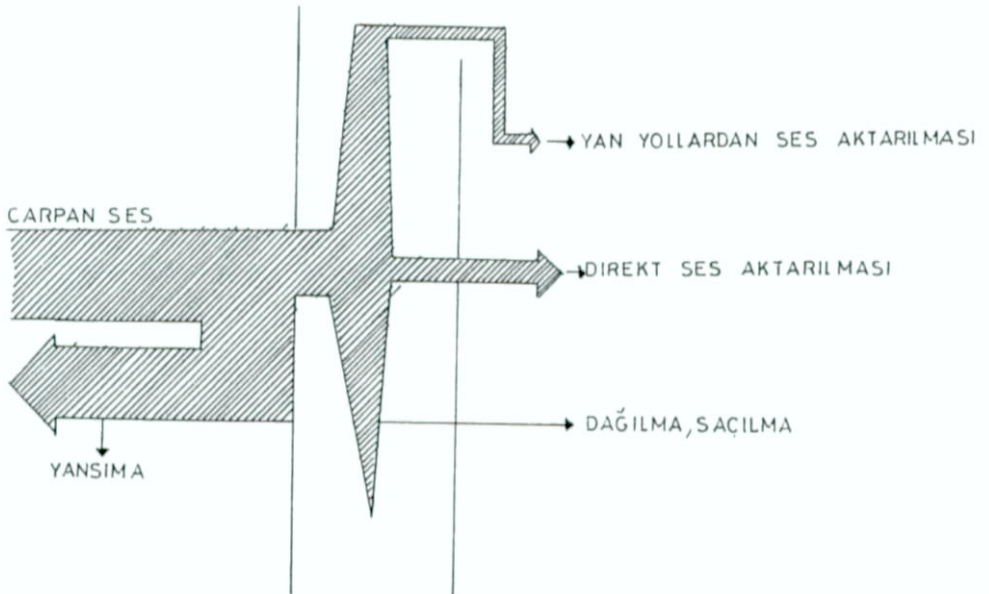
Üç boyutlu ortam olarak sınırsız açık hava ve sınırlı ortamda kapalı hacimler denilebilir.

Ses yayılmasının önceden hesaplanabilmesi için ses gücünün özellikle bilinmesi gerekir. Engeller arkasındaki kırılmadan sonraki ses yayılmasını veya yansıtan yüzeylerin yakınında ses alanının etkiye uğramasını hesaplamak için ses gücüne dayanan tasarılar, yeterli olmayıp sesin dalga tabiatını dikkate almak gerekir.

#### 1.4.3. SESİN YANSIMASI YANKI VE ÇINLAMA

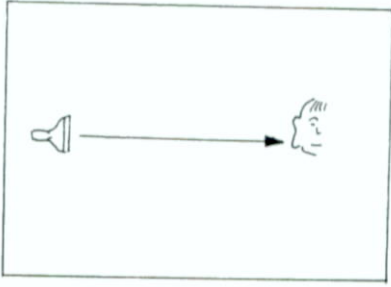
Herhangi bir ortamda yayılan ses bir engele çarptığında bir kısmı bu engelden geçer bir kısmı engel tarafından emilir. Diğer bir kısımda yansır. Bu yansımada maddenin cinsine şekline, yüzeyin durumuna bağlıdır.(Şekil 13)

Bir insanın normal konuşma sırasında saniyede 6-10 hece söylediği saptanmıştır. Bir hecenin söylenmesi için geçen ortalama zaman 0.13 saniyedir. Heceler çeşitli yüzeylerden yansıyarak insan kulağına gecikerek ulaşır. Doğrudan gelen sesle çeşitli yüzeylerden yansıyıp gelen ses arasında 0.035 sn'lik bir gecikme insan kulağı tarafından algılanamaz. Eğer gecikme bir hecenin söylenmesi için gereken sürenin yarısına olan 0.06-0.07 saniye veya daha fazlaysa yansıyarak gelen ses doğrudan gelen sesin tekrarı olarak algılanır.

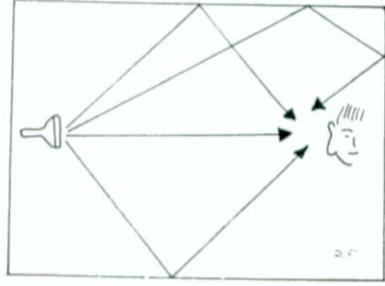


Şekil 13 Bir duvar üzerine sesin çarpması  
Özer, 1979

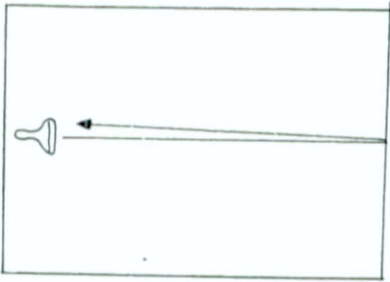
Bir ses kaynağından çıkarak direk kulağa gelen seslere doğrudan sesler, bir engele çarpa çarpa gelen seslere de dolaylı sesler denir. Dolaylı seslerin daha uzun bir yol katettikleri yukarıda belirtilmiştir. Bir bina içinde arı yankıya ender raslanır. Dolaylı ses dinleyiciye her yönden birçok yansımalarla varan bir ses dalgası olarak belirlemektedir. Doğrudan ses ile dolaylı sesin varışı arasındaki gecikme süresi çok az olduğunda (örneğin bir hecenin söylenmesi için geçen zamanın yarısı kadarsa) doğrudan ses dolaylı sestten hemen hemen ayırt edilemez. Fakat çınlama olur. (Şekil 14-15-16-17)



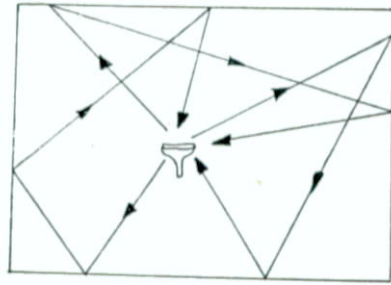
Şekil 14 Doğrudan sesler



Şekil 15 Yankı



Şekil 16 Dolaylı sesler



Şekil 17 Çınlama

Şekil 14,15,16,17  
Başaran,1981

### 1.4.3.1. BİR ODANIN VEYA SALONUN ÇINLAMA ( REVERBERASYON) SÜRESİNİN HESABI

SABİNE FORMÜLÜ:

$$T = \frac{13.8 \times 4 \times V}{(S \alpha) C}$$

T=Çınlama süresi (sn)

V=Salon hacmi (m<sup>3</sup>)

S=Salon toplam yüzölçümü (m<sup>2</sup>)

$\alpha$ =Salondaki malzemelerin ortalama yutuculuk katsayıları (Çizelge 5)

C = Ses hızı (m/sn)

Hava basıncı 760 mm cıva (Hg) ve çevre sıcaklığı (20°C) alınır. Havadaki ses hızı C 343.8 m/sn olur. ve denklemde

$$\frac{0.16 \times V}{S \alpha} \text{ kullanılır.}$$

Hassas bir ölçüm için  $S \alpha$ , odadaki malzemelerin ( $\alpha$ ) yutuculuk katsayısı ile bu malzemelerin yüz ölçümlerinin (S) çarpımının toplamı alınır.

$$\bar{\alpha} \times S = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \alpha_3 S_3 + \dots + \alpha_n S_n = \sum \alpha S$$

ortalama yutuculuk katsayıları

$$\frac{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \alpha_3 S_3 + \dots + \alpha_n S_n}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n} = \frac{\sum \alpha S}{\sum S}$$

Salonlardaki perde cam, tahta, halı vs. gibi malzeme ve eşyaların yutuculuk katsayıları çizelge 5 de gösterilmiştir. Genellikle hesaplar 500 Hz de yutma katsayılarına göre yapılır.(4)

NORRİS EYRİNG FORMÜLÜ

$$T = \frac{0.07 \times V}{S \log \left( \frac{1}{1-\alpha} \right)}$$

T = Çınlama süresi (sn)

V = Salon hacmi (m<sup>3</sup>)

S = Salon toplam yüzölçümü (m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Salondaki malz. ortalama yut. kat.

## SES YUTUCULUK (SOĞURMA-ABSORBSİYON) KATSAYILARI

MALZEME CİNSİ	SES YUTUCULUK KATSAYISI						
	FREKANSIARI						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
<b>YAPI MALZEMESİ</b>							
Sıvanmamış tuğla duvar	.024	.025	.032	.041	.049	.07	.09
Boyanmamış sıvasız tuğ.	.01	.01	.02	.02	.03	.04	.06
Sıvanmış tuğla 15 cm	.01	.05	.05	.05	.06	.05	.06
Sıvanmış sert tuğla 10cm	.10	.13	.15	.04	.05	.04	.05
Boyalı beton blok	.10	.05	.06	.07	.09	.08	.07
<b>DÖŞEME MALZEMESİ</b>							
Beton veya movayik	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.06
Beton üzerine muşamba	.02	.03	.03	.03	.03	.02	.05
Tahta döşeme	.15	.11	.10	.07	.06	.07	.09
Beton üzeri tahta parke	.04	.04	.07	.06	.06	.07	.10
Mermer veya fayans	.01	.01	.01	.01	.015	.02	.04
<b>CAM</b>							
Pencere camı 650 gram	.10	.15	.04	.03	.03	.03	.02
Pencere camı 900 gram	.25	.20	.10	.06	.05	.05	.03
Pencere camı 6 mm lik	.04	.03	.02	.02	.03	.02	.01
<b>PERDELİK</b>							
Kadife kumaş 340 gr/m <sup>2</sup>	.03	.04	.12	.18	.25	.35	.30
Kadife kumaş 450 gr/m <sup>2</sup>	.07	.30	.50	.75	.70	.60	.55
Kadife kumaş 600 gr/m <sup>2</sup>	.15	.35	.55	.73	.70	.65	.60
<b>HALILAR</b>							
Kalın keçeli halı	.15	.20	.35	.40	.50	.60	.55
Tüyü 3mmlik halı	.05	.05	.10	.20	.30	.40	.35
Tüyü 5 mmlik halı	.05	.10	.10	.30	.40	.50	.45
Tüyü 8 mmlik halı	.05	.15	.30	.40	.50	.60	.55
Tüyü 7 mmlik halı	.05	.10	.16	.31	.50	.55	.50
Yünlü halı	.06	.20	.41	.60	.70	.65	.60
Pamuklu bez	.03	.04	.11	.17	.20	.35	.40
Kıl keçe kilim 2.5 cm	.18	.36	.71	.79	.82	.85	.85

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
TAVAN SU HAVUZU SIVA							
Sert kontraplak 5 mmlik	.57	.23	.07	.04	.03	.07	.09
Sedir ağacı tahtası	.25	.20	.05	.08	.14	.10	.12
Su yüzeyi (havuz)	.01	.01	.01	.01	.02	.03	.03
Perdajsız alçı sıva	.02	.03	.04	.05	.04	.03	.03
Düzgün alçı sıva	.02	.015	.020	.035	.04	.04	.05
SEYİRCİ MOBİLYA							
Seyirci(m <sup>2</sup> ye)	.36	.42	.45	.45	.45	.45	.45
Döşeli koltuklar	.24	.27	.29	.33	.37	.40	.39
Kontraplak iskemleler	.02	.02	.04	.04	.03	.03	.04
Döşenmemiş tahta koltuk	.15	.20	.25	.30	.01	.35	.30
AKUSTİK YASTIK ELEMANI							
cam pamuğu 9 cm	.32	.40	.51	.60	.65	.65	.60
Polyester 1.5 cm	.05	.16	.42	.36	.20	.20	.20
cam pamuğu ve sıva 2 cm	.35	.50	.70	.80	.85	.90	.90
Cam elyafı 3 cm	.25	.50	.75	.85	.90	.80	.75
Bambu elyafı yüzeyi göz.	.20	.60	.70	.75	.75	.75	.75

Çizelge 5 Malzemelerin ses yutuculuk kat sayıları  
Başaran, 1961

#### 1.4.4. SESİN KIRINMASI

Gelen seslerin bir engel karşısında yön değiştirmesi olayıdır. Kırınma şekli, engelin boyutları ile dalga boyuna bağlıdır. Huyghensin temel bir varsayımı vardır. Bu varsayıma göre "Bir ışınım kaynağının çevresine yaydığı ışınım dalgaları, yayıldıkları ortam içinde vardıkları her bir noktayı titreşim süresince ışınım kaybının titreşim süresinin aynı olan birer titreşim kaynağı durumuna sokarlar. Bu ikinci titreşim kaynakları buldukları yere göre ilk kaynakla bir faz farkı gösterirler"

Belirtildiği gibi kırınma büyük oranda dalga boyuna bağlıdır. Örneğin açık duran kapılardan dalga boyu 3-5cm olan sesler kırınmadan geçerler. Yani doğrultusunu değiştirmezler. Buna karşılık dalga boyu 5-10 mt olan sesler kırınırlar. Buna dönerek gidebildikleri uzaklığa kadar gidebilirler diyebiliriz. Bu bakımdan konutlarda banyo ve mutfaktan oturma odasına gelen seslerden alçak frekanslı sesler daha çok duyulmaktadır.

Konuşan bir kimseden çıkan kalın sesler her tarafa yayılırlar. İnce sesleri ise daha çok konuşma doğrultusunda yoğunlaşır. Bu nedenle konuşmacının arkasında kimseler, söylenen sözleri işitirler, fakat tam olarak anlayamazlar.

#### 1.4.5. SES ALANI ÇEŞİTLERİ

- 1- Serbest Ses Alanı: Ses kaynağının, sınırlı bir bölge dahilinde olur. Yansıtıcı yüzeylerden uzak bir alandır.
- 2- Yaygın Ses Alanı: Sesin dinleyici kulağına her yönden aynı düzeye ulaştığı varsayılan ses alanıdır. Bu koşul normal bir oda koşulu ile benzerliktedir.
- 3- Çınlama Alanı: Kaynaktan doğrudan alınan sesin ihmal edilebildiği, test odasındaki ses alanının parçasıdır.
- 4- Yarı Çınlama Alanı: Orta derecede yansıtıcı yüzeyleri kapsayan geniş bir ses alanıdır.
- 5- Yarı Küresel Alan: Diğer engellerden uzak fakat iyi ıraksak yansıtıcı bir düzlemin (genellikle yer) yanına yerleştirilmiş olan bir ses alanıdır. (5)

## 1.5. GÜRÜLTÜNÜN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

Gürültü, arzu edilmeyen ve rahatsız edici seslerdir. Uygulamada en çok karşılaşılan gürültüler aşağıdaki belirgin özelliklere göre sınıflandırılabilir.

1- Frekans Spektrum

a- Sürekli Spektrum      b- İşitilebilir Ayrı Tonlar

2- Zamana Bağımlılık

a- Kararlı Gürültü: Gözlem süresince ses düzeyinde önemsiz küçük dalgalanmalar olan gürültüdür.

b- Kararsız Gürültü: Gözlem süresince ses düzeyinde önemli ölçüde değişiklik olan gürültüdür.

- Dalgalı Gürültü: Gözlem süresince ses düzeyinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklik olan gürültüdür.

- Kesikli Gürültü: Gözlem süresince ses düzeyi aniden ortam gürültü düzeyine düşen ve ortam gürültü düzeyi üzerindeki değeri 1 sn veya daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüdür.

- Pulslu Gürültü: Her biri 1 sn'den daha fazla süren bir veya birden fazla ses darbeleri gürültüdür.

. Yarı Kararlı Pulslu Gürültü: Ses darbeleri arasında 0.2 sn'den daha kısa aralıklara sahip, genlikleri karşılaştırılabilir bir seri darbeleri gürültüdür.

. Ses Enerjisinin Tek Bir Darbesi: Darbenin dalga zarfı sabit veya sabite yakın genlikli veya geçici olarak azalan olabilir.<sup>(5)</sup>

## 1.6. SES GÖSTERGELERİ

### 1.6.1. SES YEĞİNLİĞİ DÜZEYİ (SİL)

Pratikte ses yeğİnliği düzeyi (SIL) simgesiyle gösterilir. Birimi desibeldir. Desibel iki büyüklük arasındaki oranı verir.

$$SİL = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ (dB)}$$

$I_0$ : Referans olarak alınan ses yeğİnliğidir.

$I$  = işitilebilen en zayıf ses yeğİnliğine eşittir.  $1 \text{ Pw/m}^2$   
(  $10^{-16} \text{ watt/cm}^2 = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$  ) dir.



Bir ses dalgasının yeğinliği referans alınan ses yeğinliğine eşitse ( $10^{-16}$  watt/cm<sup>2</sup>) bu ses dalgasının ses yeğinliği düzeyi 0 desibeldir.

### 1.6.2. SES BASINÇ DÜZEYİ (SBL)

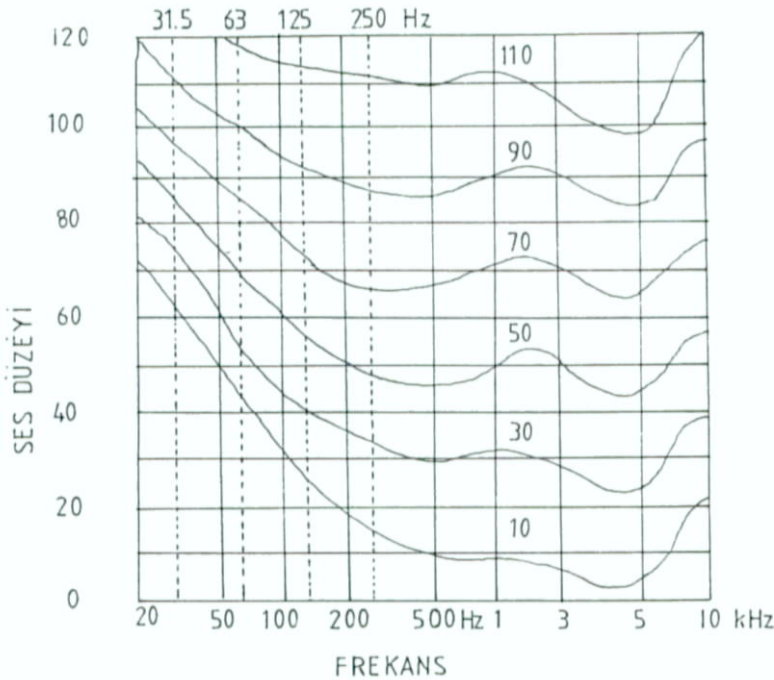
Pratikte ses basınç düzeyi (SBL) simgesiyle gösterilir. Birimi desibeldir.

$$SBL = 20 \log \frac{F}{P_0} \text{ (dB)}$$

İşitme ile ilgili ölçümlerde referans olarak 1000 Hz deki işitme eşiği basıncı olan  $P_0 = 0.002$  mikrobar alınmaktadır.  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> =  $2 \times 10^{-4}$  dyn/cm<sup>2</sup>. Genellikle ses yeğinliği düzeyi (SİL) ses basınç düzeyinden (SBL) daha küçüktür. 0.1 dB kadar olduğu için pratikte SİL = SBL olarak alınır.

### 1.6.3. SESLİLİK GÖSTERGESİ (EŞ SESLİLİK EĞRİLERİ)

Sesliliğin bir ölçüsü, insan kulağının ses yeğinliğini algılaması diyebiliriz. 1000 Hz frekansta ses düzeyi 10 dB artar. Seslilikte iki katına çıkar. Ancak diğer frekanslarda bu durum değerlendirilmez. (Şekil 18)



Şekil 18 Eş seslilik eğrileri  
Szokolay, 1980

Seslilik göstergesi arı sesler için geçerlidir. Ya-  
tayda frekanslar, düşeyde ses düzeylerine göre çizilmiş bir  
çizelge vardır. 1000 Hz'den başlanarak tüm frekanslarda duy-  
ma başlangıcı olan arı seslerin ses düzeyleri saptanır. 1000  
Hz'de 10 dB'lik aralıklarla başka arı sesler alınır ve bun-  
larla eşit seslilikleri olan arı seslerin ses düzeyleriyle  
çizgeye aktarılır. Birimi Fon'dur. 1000Hz'de fon ve dB değrleri  
eşittir. Seslilik insan kulağının en iyi algılayabildiği arı  
seslerdir. Frekans ne olursa olsun her 10 fon artış seslili-  
ğin iki kat arttığını gösterir.

#### 1.6.4. AĞIRLIKLI SES DÜZEYİ (AĞIRLIK ORANLARI EĞRİLERİ)

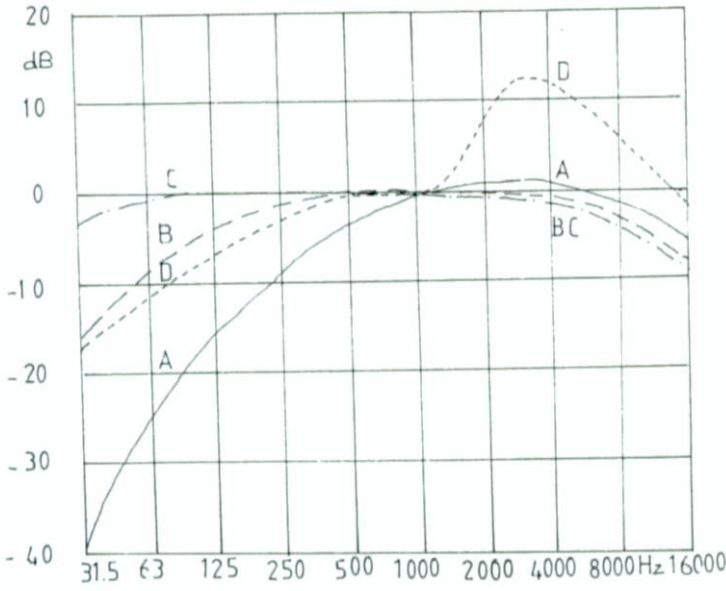
Sesliliği doğrudan ölçemeyiz. Ancak araç içinde yer-  
leştirilen bir elektronik devre ile basıncı ses düzeyine çe-  
virirken, bunları eş seslilik eğrilerine benzetebilmek için  
bir ağırlık sistemine göre bazı değerlerle toplar veya çı-  
karır.

Dört tür ağırlık sistemi vardır. Bunlara A-B-C-D a-  
ğırlık adı verilir. dB(A), dB(B), dB(C), dB(D) şeklinde gös-  
terilir. (Şekil 19)

Seslilik eğrilerine en yakın sonuç veren ağırlık -  
sistemi A'dır ve ses koşulları hakkında bilgi veren tek bir  
değerdir. Karmaşık sesler için kullanılır. Genelde tek başına  
yeterlidir.

A değerlendirmesi ile 40 fon dolaylarında bir ses yüksekliği  
B değrlendirmesi ile 70 fon dolaylarında bir ses yüksekliği  
C değerlendirmesiyle 100 fon dolaylarında bir ses yüksekliği  
düzeyine karşılık veren işitme koşul ve özellikleri sağlanır.  
4000 Hz civarındaki frekansların Uçak gürültüsü gibi) daha  
iyi tarif edilmeleri ve daha yüksek olan rahatsızlık değer-  
lerinin ifadelenmesi için D değerlendirmeli ses basıncı dü-  
zeyleri ile çalışılmaktadır.

Bazı karmaşık veya geniş frekans bandı olan seslerin  
daha ayrıntılı çözülmesi için her oktav bant için ses düze-  
yinin bilinmesi gerekir.



Şekil 19 Ağırılık oranları eğrileri  
Ozer, 1979

#### 1.6.5. GÜRÜLTÜ DEĞERLERİ EĞRİLERİ (NR)

Gürültü değeri (NR) karmaşık bir sesin herhangi bir frekanstaki en yüksek rahatsızlık derecesidir.

Gürültü değeri eğrileri elde edilmesinde, 1000 Hz frekanstaki karmaşık bir sesle aynı rahatsızlığı yapan, diğer frekanstaki seslerin ses düzeyi saptanır ve yatay eksen frekans, dikey eksen ses düzeyine göre ölçeklendirilmiş bir çizelgeye geçilir. (Şekil 20)

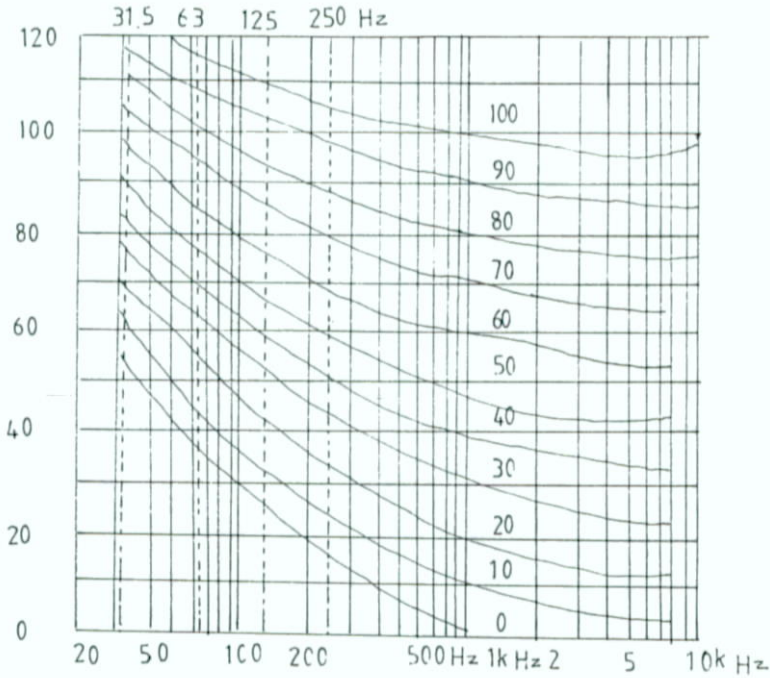
1963 Haziran'ında Milletler Arası Standardizasyon Teşkilatının (ISO) yayınında devamlı ve sabit gürültüler için işitmenin korunması amacıyla etkilenme sürelerine göre, izin verilebilir gürültü değerlendirme sayıları verilmiştir.

( Çizelge 6, Çizelge 7) (6)

N dB	GÜNLÜK DAKİKA OLARAK
85	120 dakikadan çok
90	120 dakikadan çok
95	50 dakikadan az
100	25 dakikadan az
105	16 dakikadan az
110	12 dakikadan az
115	8 dakikadan az
120	5 dakikadan az

Çizelge 6 Zamana bağlı olarak izin verilen gürültü değerlendirme eğrileri

ISO,1963



Şekil 20 Gürültü değeri eğrileri

Szokolay,1980

## KABUL EDİLEBİLİR EN YÜKSEK GÜRÜLTÜ DEĞERLERİ

Yayın stüdyoları	15 NR
Konser salonları	15 NR
Tiyatrolar a)-küçük	20 NR
b)-büyük	25 NR
Müzik odaları	20 -25 NR
T.V.Stüdyosu	20 -25 NR
Kilise Mahkeme	
Konferans salonları	25 NR
Derslikler	30 NR
Hastahaneler	
Yatak odaları, ameliyat salon.	30 NR
Günlük odalar, bakım odaları	35 NR
Lokanta a)-Küçük	35 NR
b)-Büyük	45 NR
Dükkanlar	35 NR
Büyük mağazalar	40 NR
Bürolar	
Müdür odası	20 NR
Konferans salonları(50 Kişilik)	25 NR
Özel bürolar , Resepsiyon	30 NR
Konferans odaları (15 Kişilik)	35 NR
Genel bürolar	40 -45 NR
Daktilo salonu	50 -55 NR
kitaplıklar	30 NR
Konutlar	25 -35 NR
Oteller a)-Lüks ve birinci sınıf	25 NR
b)-2. sınıf	35 NR
Labaratuar, çizim salonları	40 -45 NR
Yapılardaki koridorlar	40 -45 NR
Mutfaklar, Çamaşırhaneler, Okullar	45 -55 NR
İşlikler, Garajlar	45 -55 NR

### 1.6.6. EŞ DEĞERLİ VE SÜREKLİ SES DÜZEYİ (Leş)

Gürültü dozu ölçmelerinde elde edilen gürültü düzeyi olarak tanımlanır. Darbeli gürültüler için kullanılmaz.

Eş değerli ve sürekli ses düzeyi, A ağırlıklı ses düzeyinin zaman geçmişinin istatistiksel analizinden elde edilir

$$Leş = \frac{q}{\log 2} \times \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{Po}{Pt} \right)^{\frac{20 \log_{10} 2}{4}} dt \right]$$

Po = referans ses basıncıdır ( $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>)

Pt = zamana bağlı ses basıncıdır.

q = yarılanma parametresidir. (etkilenme süresinin yarıya düşmesiyle, gürültülü düzeyindeki dB(A) olarak artma miktarıdır.)

Yarılanma parametresi üzerinde standartlarda farklı görüşler vardır. ISO ve DIN q=3 kullanır. (7)

İsveçte ise aşağıdaki formüle göre hesaplanan ve gürültü düzeylerinin zamana göre değişimlerini ve maksimum noktalarının etkisiyle birlikte hesaba katan karmaşık bir biri geliştirmiştir.

$$Leş = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^T T_{10} \frac{L(t)}{10} dt \right] \text{ dB(A)}$$

T Leş'in saptanacağı toplam periyot

L(t) Zamana göre değişen gürültü düzeyi dB(A) (8)

### 1.6.7. ZAMANIN YALNIZ YÜZDE ONU- ELLİSİ VE DOKSANI SÜRESİNCE AŞILMIŞ SES DÜZEYİ (L<sub>10</sub> , L<sub>50</sub> , L<sub>90</sub> )

Çeşitli nedenlerden dolayı belirlenen gürültüler zaman açısından incelenirken, zamanını % 90'ında ve % 10'unda aşılacak düzeyler özel olarak değerlendirilirler. Zamanın % 90'ında aşılacak ve L<sub>90</sub> olarak simgelenen değer ard gürültüdür. L<sub>10</sub> ve L<sub>90</sub> arası gürültü iklimidir. Genelde çevresel gürültü değerlendirmelerinde çokça karşılaşılmaktadır. L<sub>50</sub> ve L<sub>1</sub> düzey değerlerinden faydalanabilir ve bunların çeşitli zamanlar kesitlerindeki durumları, düzey ve spektrum açısından ortaya koyabilir.

### 1.6.8. GÜRÜLTÜ KİRLİLİK DÜZEYİ (LNP)

Çeşitli gürültü kaynaklarını kapsadığı için daha geniş alanda uygulanabilir.

$$LNP = L_{eş} + 256 \sigma \text{ dB(A)'dir.}$$

$\sigma$  = Gürültü düzeylerinin standart sapması olarak alınır.

$$LNP = L_{50} + \frac{(L_{10} - L_{90})^2}{56} + (L_{10} - L_{90}) \text{ dB(A) olarakta tanım}$$

lanır. (9)

### 1.6.9. GÜRÜLTÜ RAHATSIZLIK DÜZEYİ (LDI)

Herhangi bir trafik gürültüsünün yanında diğer gürültülerden doğan sıkıcılığı direkt olarak ölçen bu index;

$$LDI = L_E - L_{\hat{e}} \text{ olarak gösterilir.}$$

$L_E$  = Ortalama enerji düzeyi

$L_{\hat{e}}$  = Gürültü depolama düzeyi

$L_E$  ile  $L_{eş}$  arasındaki ilişki katsayısı 0.987, ile istatistiksel ortalama sapma arası ilişki 0.914 ve LDI ile LNP arası ilişki 0.978'dir. (10)

### 1.6.10. TRAFİK GÜRÜLTÜ İNDEKSİ (TNI)

Serbest akışlı trafik gürültüleri için geçerlidir. dB olarak ölçülür. Tek taşıtların gürültüsünü veren  $L_{10}$  ile tüm taşıtların gürültüsünü veren  $L_{90}$  düzeyleri arasındaki bir kombinasyon ile saptanmaktadır.

$$TNI = L_{90} + 4(L_{10} - L_{90}) - 30 \text{ dB(A)'dir. (11)}$$

### 1.6.11. SES AZALTMA GÖSTERGESİ (SAG)

Bir bölücü duvarın ses yutma ölçüsü olan SAG, duvarın ses kaynağına dönük yüzü ile arka yüzündeki ses düzeyleri arasındaki farka eşittir.

$$SAG = S_{Dk} - S_{Da} \text{ olarak gösterilir.}$$

$S_{Dk}$  = Duvarın ses kaynağına dönük yüzündeki ses düzeyi

$S_{Da}$  = Duvarın arka yüzündeki ses düzeyi

SAG'si bilinmeyen yapı elemanları için BERGER formülü kullanılır.

$$SAG = 18 \log Y_y + 12 \log f - 25$$

$Y_y$  = Yüzeysel yoğunluk,  $\text{kg/m}^2$

$f$  = İncelenen oktav bant orta frekansıdır, Hz

### 1.6.12 SES GEÇİRGENLİĞİ ( $\tau_s$ )

Bir bölücü duvarın ses geçirgenliği ölçüsü olan  $\tau_s$ , duvarın ses kaynağına dönük yüzü ile arka yüzündeki ses yegınlıklarının birbirlerine oranına eşittir.

$$\tau_s = \frac{I_a}{I_k}$$

$I_a$ -Duvarın arka yüzündeki ses yegınlığı

$I_k$ -Duvarın ses kaynağına dönük yüzündeki ses yegınlığı

Ses azaltma ile ses geçirgenliği arasındaki ilişki-  
yide  $SAG = 10 \log \frac{1}{\tau_s} = 10(-\log \tau_s)$  ve  $\tau_s = \text{Antilog} \frac{-SAG}{10}$

ile gösterilir.

### 1.6.14 SES YUTMA KATSAYISI ( $K_a$ )

Yüzeyin yansıtmadığı sesler yutulan ve yüzeyden gelen seslerdir. Bir yüzeyin yansıtmadığı ses yegınlığının, yüzeye gelen ses yegınlığına oranıdır.

"Yutulma" ses yutma katsayısı ile yüzey alanın çarpımıdır.

$$K_A = K_a \times A$$

Toplam yutulma ise her bir yüzeyin alanı ile ses yutma katsayıları çarpımlarının toplamına eşittir.

$$\sum K_A = \sum (K_a \times A)$$

Ortalama ses yutma katsayısı ise toplam yutulmanın toplam yüzey alanına oranıdır.

$$K_a = \frac{\sum K_A}{\sum A}$$

### 1.6.14 ORTALAMA SES AZALTMA GÖSTERGESİ VE ORTALAMA SES GEÇİRGENLİĞİ

Bir duvar farklı ses azaltma göstergesine sahip olabilir. Ancak ses azaltma göstergesi logartmik bir değerdir. Doğrudan doğruya toplanmaz. Her bir alanın ses geçirgenliği ve alan ağırlıklı ortalama ses geçirgenliği bulunarak bu değeri ortalama ses azaltma göstergesine dönüştürmek gerekir.



## 1.7. SESİN İŞİTİLMESİ

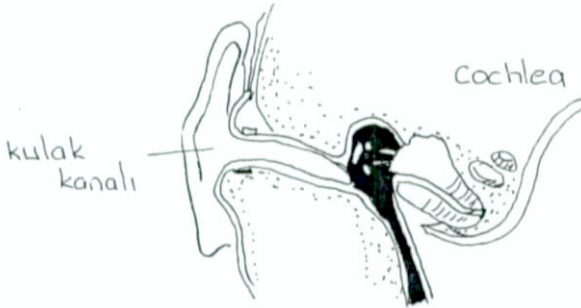
### 1.7.1. SESİN KULAKTA İLETİSİ

Ses dalgaları, dış kulak yoluyla orta kulakla, oradan orta kulak kemikçiklerinin titreşmesiyle iç kulağa ilerler. Dış kulak yolunun kendi sesi saniyede 2000-3000 titreşimlidir.( şekil 21)

Kulak zarının maksimum titreşim frekansı altında bulunan sesleri 2400'dür. Kulak zarı bu sesleri frekans altında nakleder.

Kulak kemikçikleri, timpon zarına gelen titreşimleri aynırırtma ile oval pencereye iletir. Kulak zarına gelen ses basıncı oval pencereye artmış olarak akseder. Bu basınç ortalama olarak 20 defa kuvvetlenmiş olarak iletilir.

Orta kulak kasları, çekiç kemiğine yapışan M. Tensor Tumpni ve Üzengi kemiğinin başlığına yapışan M. Stapedius'-dur. Kuvvetli bir ses kulaga geldiğinde, bu kaslar refleksle gerilerek bağlı olduğu kemiklerle yaptıkları hareketle ses yeğinliğini azaltır. Genel olarak bu azalma 10 dB olduğu halde, bazı kişilerde 50 dB'e ulaşır.



şekil 21 kulak kesiti

Szokolay,1980

Tuba Eustachii, orta kulak boşluğundaki basınç ile dış basıncın eşitlenmesi bu kanal yardımıyla olur.

Oldukça eski bir tarihten beri, orta kulak bozukluklarında kalın seslerin işitilmesinin zayıflığı bilinir. 2000 Hz frekansta üstün seslerinki ise bozulmaz.

Kemik yoluyla yüksek frekanslı seslerin iç kulağa iletilmesi için iki yol söz konusudur.

1- Kafa Kemikleri Yolu

2- Osseo-Tympanal İleti

İç kulakta Perilenfo'ya oval pencereden iletilen ses dalgaları "Dağıtım Teorisi" (Bekesy ve Ranke) esaslarına göre ilerleyerek işitilir. İç kulağa iletilen titreşimlerde Basilar membranın hareketi korti organındaki tüy hücrelerine geçer. Tüy hücrelerinin Membrana Reticularisten geçen tüyleri bu sırada Membrana Tectoria sabit kaldığında eğilirler. Tüylerdeki eğilme n.cochleada da titreşim oluşturur. Bu titreşimler cochleaya bağlı sinir uçları tarafından ses sinyalleri şeklinde beyne ulaşır. (Şekil 22) (12)



Şekil 22 Tüy hücresinin tüylerinin eğilmesi

Bir kulağa şiddetli bir sesin uzun süre çarpması o kulakta bir uyarma oluşturur. Bu olay yalnız belirli frekanslarda da görülür.

### 1.7.2. İŞİTME ÜZERİNE YAŞIN ETKİSİ

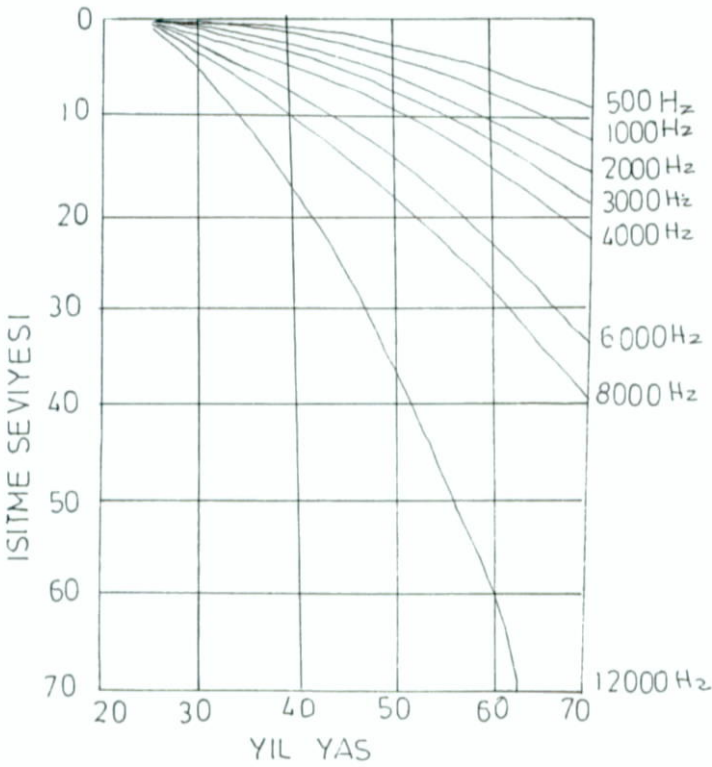
Genellikle 40 yaşından sonra başlayan Corti organı ve sekizinci sinirin ilerleyen bir bozulmasına bağlı olarak yüksek frekanslardan başlayarak gittikçe artan ve yayılan bir işitme kaybı göze çarpar. (13,14,15)

Yaşa bağlı olarak meydana gelen işitme kaybı mesleki sağırlığın ortaya çıkarılması açısından çok önemlidir.

İleri yaşlardaki işitme kayıplarında, mesleğin etkisi yanında yaşlanmanın etkisi olacaktır.

Fakat bu iki etkene bağlı olarak meydana gelen işitme kayıplarını birbirinden ayırmakda güçtür. Çünkü yaşlanma sağırılığını ortadan kaldırma suretiyle gerekli karşılaştırma gruplarının bulunması zordur.(6)

Yaşa bağlı işitme kaybı tamamen yaşlanma olayları sonucu (Fizyolojik değildir) çünkü birçok insanlar günlük yaşamının gürültüsüyle karşı karşıyadır. Bu nedenden dolayı yapılan araştırmalarda yaşa bağlı işitme kaybı değişik zamanlarda değişik şekillerde bulunmuştur. (Şekil 23) (16)



Şekil 23 Çeşitli frekanslarda yaşla ilgili işitme kayıpları

Sabuncu, 1976

## 1.8. SESİN İNSAN ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kesin rahatsız eden bir ses sınırı çizmek mümkün değildir. Değişik insanlarda değişik durumlarda göre farklılıklar gösterir. 0-50 dB (A) arasındaki ağırlıklı ses düzeyi insanı rahatsız etmez. 50-60 dB (A) arasındaki ağırlıklı ses düzeyine katlanabilir. Ancak psikolojik rahatsızlıklar oluşur. Sinirlilik gibi 65 dB (A) ve üzerindeki sesler istenmeyen seslerdir. 90 dB (A) ses düzeyinde uzun yıllar yaşanması kulak sağlığını oluşturabilir. 100 dB (A) ses düzeyinde kısa süre kalmak, geçici, uzun süre kalmak sürekli sağırılık oluşturur. 120 dB (A) açı verir 150 dB ani sağırılık oluşturur.

Ses ve gürültü insan vücudunda incelenirse;

- 1- Kulak: Değişik tepkilere neden olur. Bunlardan en iyi bilinenleri şunlardır. İşitme yorgunluğu (ki belli bir süre sonra bir görüşmeyi sürdürmeyi olanaksız kılar) kulakta hasar, (kulağın kabaca hasara uğraması) ve sağırılık olup gürültüden etkilenme süresi en ilgili yönüdür.
- 2- Göz: Gürültüyle karşı karşıya kalanlarda az ışıpta görme, özellikle geceleri görme azalır, renk görme bozularak renkler birbirine karışır ve uzaklığı değerlendirmede iyi seçilmesi, görme alanının daraltılması gibi etkileri vardır.
- 3- Solunum: Düzenli soluk alışverişine engel olmaktadır.
- 4- Kalp, Damar: İstenmeyen ses olarak gürültü, kalp hızını artırır (Taşikardi) ve damarları daraltır (Vazokonstriksiyon) ve dolayısıyla kan basıncı yükselir. 8 Hz frekanslı titreşim en tehlikeli olanıdır. Dolaşım sisteminde rezonans olayı ve kalp krizi oluşur.
- 5- Sindirim: Çeşitli mide rahatsızlıkları görülür ve gürültülü bir ortamda yaşayanlarda gıdaların bağırsaklardan geçisi yavaşlar.
- 6- İç Salgı Bezleri: Bir zorlama etkisi yaparak böbrek üstü bezlerinden bol adrenalin salgılanmasına neden olur ve iç salgı sisteminin düzenini bozar. Kan, şeker seviyesini (glisemi) değiştirir. Başka hormonları da etkileyerek günlük minimum kalori ihtiyacını (Bazal Metabolizma) artırır ve sodyum tutulmasına neden olarak vücutta su miktarını fazlalaştırır.

7- Sinir Sistemi: Çok fazla etkiler, gürültü sempatik sinir ağına (iç organları çalıştıran sinir ağının) neden olarak kalp, damar, sindirim sisteminin normal çalışmasını bozar.

Merkez sinir sistemi (beyin ve omurilik) ses için hem bir hedefe çarpma noktası, hemde bir ara istasyon rolünü oynamaktadır. Çünkü beyindeki işitme yolları aslında birçok sinir yolları ve beyin kabuğu (korteks) ile ilgilidir.

8- Bellek: Beyin ne kadar fazla uyarı alırsa o derece fazla çalışmaktadır. Bu uyarılara ses uyarıları da dahildir. Gürültülü bir ortamda bellek, olayları daha belirli ve daha uzun süre kaydetmektedir. Bununla beraber gürültülü ortamda öğrenilen şeyleri hemen hatırlamanın neden zorlaştığını açıklamak zordur.

9- Ruh Bozuklukları: Uzun bir süre şiddetli bir sesle karşı karşıya kalma, fikirlerin birbirine bağlanmasını önler, kararsızlığa, kızgınlığa, basit düşünceliğe ve sonunda gerçek nevroz haline neden olur. İş sırasında yanlışlığa, yorgunluğa ve depresyona da nedendir.

İnsan kulağı tarafından işitilmeyen seslerde insan üzerinde etkilidir. Alt sesler fizyolojik etkiler yaparak, yön algılamasını bozar, mide bulantısı, hazım bozukluğu gibi.

Büyük kentlerde yaşayan insanların genellikle sinirli olması alt seslerin çıktığı bir ortamda yaşamalarıdır. Ses altı titreşimler, sinir merkezleri üzerindeki gevşetici etkileri ve kas damarlarının geçirgenliği artırma özellikleri yüzünden tıpta kullanılır. 16000 Hz'den daha yüksek frekanslardaki titreşimlerde ses oldukça yüksek olduğundan çeşitli malzemelerin ve ürünlerin kalite denetimleri yapılır. Ses ötesi titreşimler, insanların işitme organlarına zarar vermezler.

## 1.9. ÜLKEMİZ YASA VE YÖNETMELİKLERİNDE SES DENETİMİ VE ÖLÇÜTLERİ

### 1.9.1. ÇEVRE GÜRÜLTÜSÜ VE YASALARIMIZ

Cumhuriyetin ilk döneminde, gürültüyü de içermek üzere, insan sağlığı konusunda çıkartılan ve yürürlükte olan ilk yasa 1593 sayılı "Umumi Hifzısıhha Kanunu"dur. (17) Çevresindeki halkın sağlığını ve dinlenmesini bozabilecek işletmelerin ancak Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı'ndan izin alınarak açılabileceğini bildiren yasa, bu tür iş yerlerini üç sınıfa ayırmıştır.

Bu yasa, işyerlerinin kullandıkları motor gücüne göre çıkaracakları gürültüyü de gözönüne almakla birlikte daha çok can güvenliği ve insan sağlığı açısından bir sınıflamaya gitmiştir.

Cumhuriyetin ilk yıllarında çıkartılan başka yasalar da gürültüyle ilgili sınırlamalar getirmiştir.

Medeni Kanun'un (18) gürültü ile ilgili 661. maddesi, kişinin özellikle sinai işler yaparken, komşusuna zarar verecek taşkınlıklar yapmasını, gayrimenkulün bulunduğu yer ve önemine göre komşular arasında hoşgörülecek dereceyi aşan gürültü, sarsıntı, duman, kurum, toz, koku çıkarmayı yasaklamaktadır.

Türk hukukunun temel kanunu olan Türk Ceza Kanunu'nun 546. maddesinde ise "Her kim gürültü veya velvele ile mutad hilafına çan ve sair aletleri çalarak, yahut gürültülü bir meslek ve sanat icra eyleyerek halkın meşguliyet, huzur ve rahatını ihlal ederse onbeş lira (günümüzde beş yüz lira) para cezasına çarptırılır denilmektedir. Aynı maddeye göre bu hareketler gece saat 22.00'den sonra yapılırsa para cezası 900 TL'na, tekrarı halinde 1500 TL'na yükseltilmektedir. (19)

Gürültü ile ilgili kısıtlamalar Polis Vazife ve Selahiyet Kanunu'nda yer almıştır. Yasa, şehir ve kasabalarda konut içinde ve çevresinde (Zabıttan izin alınarak yapılan düğün, balo dışında) halkın rahat ve huzurunu bozacak her türlü gürültüyü yasaklar.

Belediye Zabıta Yönetmeliği, sağlıklı olmayan işyerlerinin, belediyelerce saptanan yerlerin dışında açılmasını, bahçe, kahvehane, gazino ve benzeri eğlence yerlerinde dışarı taşacak kadar yüksek sesle müzik çalınması yasaklanmıştır. Bu gibi yerlerde saat 12.00-13.00 ile 17.30-23.00 arası dışında müzik müzik çalınması, saat 23.00'ten sonra açık kalması da yasaklanmıştır. Yönetmeliğin yasakladığı bir diğer konu fişek veya benzer gürültü çıkarıcı malzemelerin yapılması ve patlatılmasıdır.

Çevre Kanunu'nun (20) gürültü ile ilgili 14. maddesi, "Kişilerin huzur ve sukûnunu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde yönetmelikle belirlenen standartlar üzerinde gürültü çıkarılmasını yasaklar. Fabrika, atölye, işyeri, eğlence yeri, hizmet binaları, konutlar ve ulaşım araçlarında gürültünün en aza indirilmesini şart koşar. Söz konusu yasanın cezalarla ilgili 20. maddesi, 14. maddeye aykırı davranan ve önlem almayan gerçek kişilere ikibinbeşyüz lira para cezası verileceğini, suç bir kuruluş ve işletme tarafından işlendiğinde cezanın üç kat arttırılacağını belirtir."

Çevre kanunu, gürültü sorununa daha somut bir yaklaşım göstermiştir. Yönetmeliklerle belirlenecek standartlar üzerinde gürültü çıkartılmasını yasaklamıştır. Ancak kanunun belirttiği yönetmelikler henüz çıkarılmamıştır.

Gürültü ile ilgili kısıtlamalar işçi sağlığı ile ilgili yasa ve yönetmeliklerde de yer alır. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetmeliği (21) ağır ve tehlikeli işlerin yapıldığı yerlerde gürültü düzeyini en fazla 95 dB, diğer yerlerde en fazla 80 dB ile sınırlar. Gürültünün zararlı etkilerinden korunmak için gürültülü işyeri tabanının, titreşimi ve sesi azaltacak malzeme ile yapılmasını, duvarlarının ses yansımalarını önleyecek malzeme ile kaplanmasını, çift kapı çift pencere ve ses yalıtımı konstrüksiyon kullanılmasını, işçilere ses karşı koruyucu araç-gereç verilmesini şart koşar.

İşçiler işe alınırken işitme muayenesinden geçirilmeli, doğuştan sağır ve dilsiz olanların dışında, işitme kusurlular ve hipertansiyonlular gürültülü işlere alınmamalıdır. İşçilerin işe alındıktan sonraki sağlık muayenelerinde işitme kaybına uğradığı görülenler, gürültüsüz işlere aktarılmalıdırlar.

Doğrudan işçi sağlığı ile ilgili yasa ve yönetmelikler, genel olanlara oranla, gürültü ile mücedelede daha somut sınırlamalara sahiptir. Bununla birlikte, gürültü ile ilgili uluslararası araştırma sonuçlarının bir hayli gerisinde kalmıştır.

Gürültünün insan üzerindeki etkileri gürültülü ortamda kalınan süre ile de bağımlıdır. Bu konuda Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) verileri:

80 dB (A) gürültüde	16 saate kadar
85 dB (A) gürültüde	8 saate kadar
90 dB (A) gürültüde	4 saate kadar
95 dB (A) gürültüde	2 saate kadar
100 dB (A) gürültüde	1 saate kadar

koruma önlemi alınmak koşuluyla işitme kaybına uğramadan çalışılabileceği şeklindedir. (22)



## 2. BÖLÜM. ESKİ YAPILARIN KORUNMASINDA SES DENETİMİ

### 2.1. ESKİ YAPILARIN KORUNMASINDA AKUSTİK SORUNLAR

Eski yapıların toplumsal bir takım kullanımlarla desteklenerek onarılması, mimarı mirasımızın gelecek kuşaklara aktarılması için izlenmekte olan yollardan birisidir.

Çeşitli kuruluşlar yıllardır bu amaç için gerekli alt yapıyı oluşturmakta, onarım ve rekonstrüksiyon projelerini hazırlamaktadır. Bu projelerin bir kısmı uygulanmış ve yapılar kullanıma açılmıştır.

Ülkemizde bu kuruluşlar özel ve resmi olmak üzere şunlardır:

A- Resmi Kuruluşlar: Kültür ve Turizm Bakanlığı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Vakıflar Genel Müdürlüğü, Karayolları Genel Müdürlüğü, Milli Saraylar Genel Müdürlüğü

B- Özel Kuruluşlar: Türkiye Anıt ve Çevre Koruma Vakfı, Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu, Bursa Eski Eserleri Koruma Derneği, İstanbul Kapalı Çarşığı Koruma Derneği gibi.

Eski yapıları onarıp, onları yeni kullanımlar verirken birçok sorunlarla karşı karşıya kalmaktayız. Bu sorunlardan bir grubuda akustikle ilgilidir. Eski yapıların korunmasında karşılaşılan akustik sorunlar:

1. Eski kent merkezlerinin değişmesinin neden olduğu sorunlar
2. Kazandırılan farklı kullanımlarının neden olduğu sorunlar
3. Yapı malzemelerin ve konstrüksiyonun neden olduğu sorunlar
4. Donatılar, hareketli ve hareketsiz yüklerin neden olduğu sorunlar
5. Kötü işçilik ve hatalı uygulamaların neden olduğu sorunlar
6. Araştırma, inceleme ve eğitim yetersizliğinin neden olduğu sorunlar

#### 2.1.1. ESKİ KENT MERKEZLERİNİN NEDEN OLDUĞU SORUNLAR

Sanayi devriminden sonra, toplumun ekonomik ve toplumsal yapısındaki değişmelere, eski kent merkezlerine doğru bir kentleşme hareketi başlamıştır. Artan nüfus ve iç göçlerle sanayileşmeye ve ekonomik gelişmeye koşut olarak eski kent merkezleri değişmeye uğramıştır.

Gürültü sanayi tesisleri, yüksek yapı blokları, otoparklar, çocuk oyun alanları gibi gürültülü mekanların eski kent merkezlerinin yanında yer alması kaçınılmaz olmuştur.

Eski kent merkezlerindeki yaya ve atarabası yolları genişletilmiştir. Böylece motorlu araçlara açılmış ve trafik gürültüsünden etkilenmek kaçınılmaz olmuştur. Havayolları ve Demiryolları gürültüsünde kent merkezlerini etkilemiştir.

### 2.1.2. KAZANDIRILAN FARKLI KULLANIMLARIN NEDEN OLDUĞU SORUNLAR

Eski yapılara bir takım toplumsal kullanımlar kazandırılırken örneğin konutların, lokanta, pansiyon olarak, han ve kervansarayların, çarşı, lokanta, otel olarak dönüştürülmesi gibi kullanım değişikliğinin neden olduğu akustik sorunlarla karşımıza çıkar.

Yapıdan doğan gürültüler çevredeki yapılara zararlı olabilmekte, ya da çevre gürültüleri yapının kullanımında gerekli olan sessiz çevreyi bozabilmektedir.

Yapı içinde ve dışında gürültülü hacimlerin sessiz hacimlerden ayrılmasıyla önemli bir gereksimdir.

Yapıların eski kullanımında, genelde yaşanan hacim üst katlardır. Alt katlar ise kullanımı yoğun olmayan depo, kiler gibi hacimlerdir. Buna göre yapılmış olan eski yapıların günümüze uyarlanması, her bir hacmin yaşanılır hacime dönüştürülmesi de birçok akustik sorunu ortaya çıkarmaktadır.

### 2.1.3. YAPI MALZEMELERİ VE KONSTRİKSİYONUN FARKLILAŞMASININ NEDEN OLDUĞU SORUNLAR

Aslına uygun olarak onarımı gereken yapılarda eski malzemelerin bulunmaması, yeni malzemeler kullanılması, yapıda yer yer malzeme farklılaşmasında akustik sorunlar ortaya çıkarır.

Kütlesel bir özellik gösteren klasik yapı elemanlarının yerini alan hafif yapı elemanları ses yalıtımı açısından yetersiz kalmaktadır. Özellikle kütlesi ağır, sertlik katsayısı düşük malzeme bulunmadığından ses yalıtımında yetersizlikler oluşmaktadır.

Eski ve yeni yapı malzemelerinin farklı ses yutma

katsayısına sahip olmaları da çınılama yankı gibi akustik sorunlara neden olmaktadır.

Yeni malzemelerle, eski yapı malzemelerini kaynaştırmak oldukça zordur. Yeni malzeme ve eski malzemenin birleşim noktalarında oluşan açıklık, boşluk ve çatlaklar akustik sorunların bir diğer kaynağıdır.

#### 2.1.4. DONATILAR, HAREKETLİ ve HAREKETSİZ YÜKLERİN NEDEN OLDUĞU SORUNLAR

Yeni kullanım verilen yapılarda insanların bugünkü yaşam koşullarında gerekli olan donatıların kullanılması gerekmektedir. Floresan lambalar, motorlar, çelik dolaplar, çatal bıçaklar, müzik setleri gibi donatılar, eski donatılara oranla daha çok gürültü yapabilmektedir.

Ayrıca elektro-mekanik donatımlar, mutfak tesisatları sıhhi tesisat, kalorifer tesisatı gibi araçlar ya kendileri bizzat gürültü kaynağı oluşturmakta yada rezonans olayı sonucu titreşerek gürültü yapabilmektedir.

#### 2.1.5. KÖTÜ İŞÇİLİK VE HATALI UYGULAMANIN NEDEN OLDUĞU SORUNLAR

Günümüzde artık eski yapı tekniğini bilen ustalar yeteri kadar bulunmamaktadır.

Bu konuda uzman personel bulmama yapılan onarımın devamlı denetlenememesi ve hataların anında düzeltilememesi gibi nedenlerle de akustik sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

#### 2.1.6. ARAŞTIRMA İNCELEME VE EĞİTİM YETERSİZLİĞİNİN NEDEN OLDUĞU SORUNLAR

Çok yeni bir konu olduğu için ,eski yapılanın onarımı konusunda ortaya çıkan akustik sorunlarla ilgili bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır.

## 2.2. UYGULAMA YAPILAN ESKİ YAPILARIN TANITILMASI

### 2.2.1. İZMİR ÇEŞME KANUNİ KERVANSARAYI

İzmir ili, Çeşme ilçesinde Kanuni Sultan Süleyman tarafından 1520 yıllarında Mimar Pabuççuoğlu Ali'ye yaptırılmış bir Osmanlı kervansarayıdır. Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından 1983 yılında onarıma başlanmış 1986 yılı içinde bitirilerek turizm hizmetine açılmıştır. İki katlı avlulu dikdörtgen planlıdır. (Ek.A.4)

Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Yüksek Kurulu tarafından tescilli ve koruma grubu IB olarak saptanmıştır. IB: Günümüz yaşantısının getirdiği olanakları sağlayacak yapının iç ve dış görünüşlerini, karakter ve görünen malzeme dokusu ile süslemelerini ve plan özelliğini bozmayacak müdahalenin yapılacağı yapılardandır.

Konum olarak giriş cephesi çok fazla trafiği yoğun olan cadde üzerindedir. Çift yönlü trafik vardır. (Ek.A.5)

Otel olarak kullanıma açılmıştır. Yaklaşık 60 kişilik yatak, 90 kişilik lokanta kapasitelidir. Alt katta; idare kısmı, yatak odaları, mutfak bölümleri, çeşitli ısıya göre ayarlanmış depolar, lokanta ve ana girişte dükkanlar, üst katta; lobi ve yatak odaları kullanımı verilmiştir. Yatak odalarında duş ve hacimleri yapılmıştır. (Ek.A.1,2,3)

Yapı malzemesi ve konstrüksiyonda bir değişiklik yapılmamış aynı malzemeler yenilenerek onarım yapılmıştır. Dış beden duvarlarında, ön cephe duvarları, avluya bakan duvarları iki sıra tuğla bir sıra moloz taş örgüdür. Diğer bölme duvarları moloz taştır. İç hacimler sıvalıdır. Tonoz ve kubbe-ler tuğladan yapılmıştır. Döşeme boyutları 35x47x3 cm olan tuğla döşemelidir. Alt ve üst kat revakları taştan yapılmıştır. (Ek.A.6)

Kapıların üzeri basık tuğla kemerlerle örtülü ve ahşaptır. Pencere-ler taş çerçevesi ve üstte sağır alınlağı çevreleyen sivri tuğla kemerli, dikdörtgen ahşap pencere-lidir.

Donatı olarak binada kollektör yardımıyla ısıtma sistemi yapılmıştır. Üst kattan tesisat boruları döşeme deline-rek alt kata indirilmiştir.

Islak hacimler bacalar tarafından havalandırılmıştır. Odalarda yataklar dolaplar ve koltuklar vardır. Değişik tipte yatak odası düzenlemeleri vardır. Yaklaşık 180 kişilik bir hareketli yükler mevcuttur.

### 2.2.2. GAZİANTEP-MERKEZ MİLLET HAN

Gaziantep ili, merkez, Gümrük Caddesi, 14 pafta, 346 ada, 36 parselde bulunan bir Osmanlı kervansarayıdır. Ermeni yapısıdır. Özel kişiler tarafından onarımına 1986 yılında başlanmıştır. Çeşme kervansarayı gibi iki katlı, dikdörtgen planlıdır. (Ek.B.6)

Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Yüksek Kurulu tarafından tescilli ve koruma grubu IB olarak saptanmıştır. IB: Günümüz yaşantısının getirdiği olanakları sağlayacak yapının iç ve dış görünüşlerini, karakter ve görünen malzeme dokusu ile süslemelerini ve plan özelliğini bozmayacak müdahalelerin yapılacağı yapılardandır.

Konum olarak Gaziantep'in en işlek caddesi olan Gümrük Caddesi, Torun Sokak ve tescilli, korunması gereken Bedesten sokaklarının arasında kalır. Bedesten sokağında çok fazla sanayi gürültüsü vardır. (Ek.B.7,8)

Yapıda turistik ticari merkez haline getirilecek el sanatların, nakış işlerin, halı, kilim mağazalarının bulunduğu bir alışveriş merkezi yapılmaktadır. Yaklaşık 60'a yakın dükkan vardır. Üst katla bağlantılıdır. Üst katta yaklaşık 60 kişilik bir lokanta ve 50 kişilik kafeterya bölümü vardır. Han avlusunda ise oturma ve dinlenme alanıyla, üst katta çıkış merdivenleri yapılmıştır. (Ek.B.1,2,3,4,5)

Yapı malzemesi ve konstrüksiyonda ise dış beden duvarları moloz taş örgüsüdür. Döşemeler beyaz kesme taştır. Yanlız koridorlar betonarme plak döşeme düşünülmüştür. Alt kat ve üst kat revakları taştan yapılmış ve sivri kemerlidir. Giriş kapısı sivri kemerli niş içerisinde yuvarlak kemerli ve siyah beyaz taştan yapılmıştır. Avluya bakan zemin kat cephe-lerinde, içerden devam eden tonozu cepheye yansıtarak boşluk

cam ve doğrama bileşenleri ile bütünleşen aydınlık hacimler ile elde edilmiştir. Avluda üst kata çıkan iki betonarme merdiven düşünülmüştür. Taş plak olarak kaplanacak. (Ek.B.9)

İç avlu çim alanlar, bitki örtüsü, peyzağ mimarisi kapsamında uygulama esnasında süs bitkileri ve ağaçlarla zenginleştirilmiştir. Eski hanlarda iç avlu motifi olan su içme yeri dinlenme yerlerini birleştiren öğeler kullanılmıştır.

### 2.2.3. ANKARA MERKEZ KALE İÇİ EVLERİ

Ankara ili, Altındağ ilçesi, kale içi, Doyran Sokak, 5,7,9 numaralı, 484 ada 10,11,12 parsellerinde bulunan eski Ankara evleridir. Türkiye Anıt Çevre Turzım Değerlerini Koruma Vakfı tarafından 1986 yılında onarımına başlanmıştır.

Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Yüksek Kurulu tarafından tescillenmiş ve koruma grupları IIA2, IIA3 ve IC olarak belirlenmiştir. 5 numaralı ev içinde zamanla değişiklik yapılmış olmasına rağmen oldukça iyi korunmuştur. IIA2 grubundandır. IIA2; gabarisini, dış mimari görüntüsünü, dış cephe eleman ve malzemesini aynen korumak şartıyla, iç taşıyıcı elemanları, kat planları, iç malzeme ve iç taşıyıcı yenilebilecek yapılardandır. 7 numaralı ev en çok tahribe uğramış orjinal planı bozulmuş bir evdir. IIA3 grubundandır. IIA3; Korunması gerekli kültür varlıklarının mimari görüntüsündeki malzeme ve yapı elemanlarında eserin bütünlüğünü ve karakterini bozmamak koşulu ile mimari ve iç taşıyıcı elemanlarında ve gabarisinde bazı önemsiz değişiklikler yapılabilecek, kat planları malzeme dış ve iç mimarisi yenilebilecek yapılardandır. 9 numaralı ev ise, kale içinde bulunan evlerin en eskisidir. Zamanla yapılan değişikliklere karşın orjinal planını en çok koruyan evlerden birisidir. IC grubundandır. IC; Dış mimarisi mevcut elemanları korumak, değiştirilmiş veya bozulmuş kısımları değiştirmek ve eski belgelerden yararlanılarak mümkün olduğu kadar orjinal hale getirilebilecek yapılardandır.

Konum olarak trafiğe kapalı olan Doyran Sokak, Devdiran Sokak arasında oldukça geniş bir bahçe içindedir. (Ek.C.5)

Doyran sokakta 100 kişilik bir çocuk alanı mevcuttur.

Turizme dayalı kuyumcu, halı, bakırcı gibi el sanatları ürünlerinin satış reyonları, müze evi, yemek yeri ve dinlenme salonları düşünülmüştür. 50 kişiye hizmet veren bir pasta salonu, kokteyl salonu, 16 kişilik bir özel yemek salonu, 70 kişilik bir yemek salonu tasarımı vardır.(Ek.1,2,3,4)

Yapı malzemesi ve konstrüksiyonda ise gruplara göre uygulanmıştır. Bahçe moloz taş duvarlarla çevrili ağaçlıklı bir alanda uygulanmıştır. 5 numaralı ev kargir temel üzerine iki katlıdır. Alt katta dış duvarlar moloz taşı, iç duvarlar bağdadidir. Üst kat dış duvarlar ahşap çatki arası tuğla duvardır. Zemin ahşaptır. Fakat kalebodur olarak değiştirilmiştir. Üst kat dinlenme salonunda kalebodur vardır. 7 numaralı ev ise aynı malzeme ile yapılmış duvar sistemine sahiptir. Tavan ve döşeme ahşaptır. Zemin kalebodurdur. 9 numaralı evde aynı malzeme ile onarılmıştır. Bütün evlerin kapıları ve pencereleri ahşap ve kepenklidir.(Ek.6,7)

#### 2.2.4. ANKARA ÇANKAYA'DA TARİHİ BAĞ EVİ

Ankara ili, Çankaya ilçesi, Gaziosmanpaşa semti, Karlı Sokak 5500 ada, 11 parselde bulunan tarihi bağ evidir. TÜTAV tarafından onarılacaktır. Kare planlı iki katlıdır.( ek.D.9 )

Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Yüksek Kurulu tarafından tescillenmiş ve koruma grubu IIA2'dir. IIA2: Gabarisini, dış mimari görüntüsünü, dış cephe eleman ve malzemesini aynen korumak şartıyla, iç taşıyıcı elemanları, kat planları iç malzeme ve iç mimarisi yenilebilecek yapılardandır.

Kullanım amacı kültürel, turistik ve sanatsal açıdan tanıtımı yapılacaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için özellikle şu kullanımlar verilecektir.

- Plastik ve grafik sanat ürünleri sergileri
- Karşılıklı kültürel anlaşmalar uyarınca özellikle diplomatik kişilerin ilgisinin yoğunlaşacağı sergiler
- Özellikle yabancı misyonun ilgisini çekerek, sanatsal ve kültürel toplantı, konferans, dia, video, film gösterileri

- Yabancı Basın mensupları, önemli turist grupları, çeşitli durumlarda ülkemizde bulunan politik, diplomatik iş ve bilim adamları gruplarının ağırlanması
- Yukarıdaki açıklanan kullanımlar yüzünden verilecek kokteyl resepsiyon, çay, kahvaltı, yemek gibi toplantılar
- Yapının düzenlenerek olan bahçesi açık kafeterya olarak işletilecek.
- El sanatlarının satış reyonları bulunacaktır. (Ek.D.1,2,3,4)

5,6,7,8) Bu kullanımlar için alt katta sergileme, satış reyonu ve idari kısım düşünülmüştür. Ayrıca yapının güneyinde ıslak mekanlar ve ısıtma merkezi tasarlanmıştır. Ara katta ise mutfak ve ısıtma merkezi tasarlanmıştır. Ara katta ise 14 kişilik masalar ve 8 kişilik divan bulunan çay ve kahve sahne oluşturulmuştur. Üst katta ise sofa çok amaçlı salon haline dönüştürülerek 16 kişiye hizmet vermektedir. Diğer odalarda 14 kişilik sanatsal ve kültürel toplantı odaları ve 5 kişilik bir özel oda, 8 kişilik özel yemek odası yapılmıştır.

Yapı malzemesi ve konstrüksiyon olarak giriş ve ara kat dış duvarları moloz taş, üst kat ahşap çatkı arası tuğla dolgudur. (Ek.D.10,11) Ara duvarlar ise ahşap çatkı arası kerpiç dolgusudur. Aynı malzeme korunmuştur. Yanlız bazı ara duvarlar sökülerek ahşap kafesler yapılmıştır. Döşemeler ise alt katta iki oda sıkıştırılmış toprak, giriş holü gri-kahverengi kesme taş diğer oda ise tuğla döşemelidir. Kesme taş olan giriş hölünde bozuk olan yerler değşitirilecek, diğer odalar tuğla döşeme yapılacaktır. Tavanlar ahşap kirişlemedir. Üst katta ise ahşap olan zemin ve tavan onarılarak aynen korunacaktır.

Kapı ve pencereler ahşaptır. Pencerelerdeki ahşap kepenk onarılacaktır. Donatı olarak taş şekiller, panolar, sergi elemanları, oturma nacimleri vardır. (Ek.D.11)



## 2.3. ESKİ YAPILARIN AKUSTİK SORUNLARI VE ÇÖZÜMLERİ

### 2.3.1. AÇIK ORTAMDAKİ GÜRÜLTÜLERİN YAPI KABUĞU İLE DENETİMİ

Bu bölümde, açık ortamdaki çevre gürültülerinin eski yapılara ne derece etkin olduğu araştırıldı. Bu konuda daha önce başka araştırmacılar tarafından denenmiş hesap yöntemleri kullanıldı. Yapılan işlemler şunlardır,

Her yapıda değerlendirilmesi yapılacak olan mekanların dış duvar yüzey alanları saptandı. Hacimsel ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) ve yüzeysel ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) yoğunlukları bulundu. Yapının gürültü noktalarına olan uzaklığı saptandı. Değerlendirilmesi yapılacak olan mekanın kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri ve her oktav bant orta frekansı için kabul edilebilir en yüksek ses düzeyi karşılıkları bulundu. Çeşitli frekanslarda yapı elemanının bulunması gereken ses azaltma göstergeleri, yapının dış yüzeyindeki ses düzeyi ve kullanım alanının gürültü değerleri farkından bulunur. Mevcut yapı elemanın ses azaltma göstergesi bilinmiyorsa, Berger Formülünden yaklaşık olarak hesaplanır. Berger Formülü:

$$\text{SAG} = 18 \log Y_y + 12 \log f - 25$$

$$Y_y = \text{Malzemenin yüzeysel yoğunluğu } \text{kg}/\text{m}^2$$

$$f = \text{Frekans Hz}$$

Eğer bir duvar farklı ses azaltma göstergelerine sahip yapı elemanlarından oluşmuşsa, ortalama ses azaltma göstergesi hesaplanır. Ancak ses azaltma göstergesi logaritmik bir değer olduğundan her bir alanın ses geçirgenliği ve alan ağırlıklı ortalama ses geçirgenliği bulunur. Alan ağırlıklı ortalama ses azaltma göstergesine dönüştürülür. Bunun için kullanılan formüller şunlardır.

$$\zeta_s \text{ Antilog} \left[ \frac{\text{SAG}}{10} \right]$$

$\zeta_s$  Malzemenin ses geçirgenliği (hangi frekansta saptanmışsa)

SAG Malzemenin ses geçirgenligi(hangi frekansta saptanmissa

$$\bar{\tau}_s = \frac{S_1 \times \tau_{s1} + S_2 \times \tau_{s2} + \dots + S_n \times \tau_{sn}}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

$\tau_s$  = Alan ağırlıklı ortalama ses geçirgenligi

$S_1$  = Malzeme alanı  $m^2$

$S_2$  = Malzeme alanı  $m^2$

$\tau_{s1}$  = ( $S_1$ ) malzemenin ses geçirgenligi

$\tau_{s2}$  = ( $S_2$ ) malzemenin ses geçirgenligi

Her bir frekansta yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesi ile mevcut yapı elemanın sahip olduğu ses azaltma göstergesi karşılaştırılır. Eğer mevcut yapı elemanının sahip olduğu ses azaltma göstergesi, diğerinden büyükse sorun yoktur. Eğer yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesinden küçükse ses geçirgenligi yeterli değildir.

Örneğin, İzmir Çeşme Kervansarayı otel odasının trafik gürültüsünden etkileri hesaplandı.

Dış yapı elemanları moloz taşlı tuğla duvar ve ahşap tek camlı penceredir.

Bir  $m^2$ 'de %75 moloz taş, %25 tuğladır (Proje üzerinden hesaplanarak bulundu).

Toplam duvar alanı = 20.28  $m^2$

Toplam pencere alanı = 1  $m^2$

Penceresiz duvar alanı = 19.28  $m^2$ 'dir. (proje üzerinden hesaplandı).

Moloz taşın hacimsel yoğunluğu = 2100  $kg/m^3$

Tuğlanın hacimsel yoğunluğu = 1250  $kg/m^3$  olarak alındı. (Vakıflar Genel Müdürlüğü Birim Fiyat Tariflerinden alındı). Yüzeysel yoğunluğa çevrildi.

$$\left. \begin{array}{l} \%75 \times 2100 = 1575 \text{ kg/m}^2 \\ \%25 \times 1250 = 312.5 \text{ kg/m}^2 \end{array} \right\} \text{ortalama} = 1888 \text{ kg/m}^2$$

Duvar kalınlığı  $d = 0.70$  metredir. Ortalama malzemenin yüzeysel yoğunluğu =  $1888 \times 0.70 = 1322 \text{ kg/m}^2$ 'dir.

Yapının gürültü noktalarına göre uzaklığı konum projesinden saptandı. Bu da yoğun trafikli yol merkezinde 20 metre uzaktadır. Yol merkezinden 10 metre ilerisindeki ses düzeyleri Szokolay'dan alındı. (Çizelge 8, Satırlı) Yapının dış yüzeyindeki ses düzeyi ise 20 metre uzaklığa göre hesaplandı. İki katı uzaklığında olduğundan her frekanstaki değerden 6 dB çıkarıldı. ( Çizelge 8, Satır 2)

Otel odaları için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 1000 Hz'de 35 NR olarak alındı ve T.S.E 2606'da ki çizelge kullanılarak tüm frekansa ses düzeyi bulundu.

Çeşitli frekanslarda yapı elemanın olması gereken ses azaltma göstergeleri otel odasının olması gereken en yüksek gürültü değeri farkından bulundu. (Çizelge 8, Satır 4)

Mevcut duvar elemanın bileşeninin ses azaltma göstergesi bilinmediğinden Berger formülünden her frekans için ayrı ayrı hesaplandı.

Duvar bileşeninin ses azaltma göstergesi;

$$63 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 63 - 25 = 52.77 \text{ dB}$$

$$125 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 125 - 25 = 56.35 \text{ dB}$$

$$250 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 250 - 25 = 59.96 \text{ dB}$$

$$500 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 500 - 25 = 63.57 \text{ dB}$$

$$1000 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 1000 - 25 = 67.18 \text{ dB}$$

$$2000 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 2000 - 25 = 70.79 \text{ dB}$$

$$4000 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 4000 - 25 = 74.41 \text{ dB}$$

$$8000 \text{ Hz için} = 18 \log 1322 + 12 \log 8000 - 25 = 78.02 \text{ dB}$$

Mevcut ahşap tek camlı pencerenin SAG'si Szokolay'dan alındı.

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Taş+tuğla SAG	53	56	60	64	67	71	74	78
Ahş.tek camSAG	22	17	21	25	26	23	26	-

Duvar farklı ses azaltma göstergelerine sahip olduğundan ortalama ses azaltma göstergesini bulmak için ş formüller kullanıldı.

$$\bar{\zeta}_s = \text{Antilog} - \frac{\text{SAG}}{10}$$

$\bar{\zeta}_s$  = Ses geçirgenliği  
SAG = Ses azaltma göstergesi

$$\bar{\zeta}_s = \frac{S_1 \times \zeta_{s1} + S_2 \times \zeta_{s2}}{S_1 + S_2}$$

$\bar{\zeta}_s$  = alan ağırlıklı ortalama ses geçirgenliği

$S_1$  = yapı elemanı  $m^2$

$S_2$  = Yapı elemanı  $m^2$

$\zeta_{s1}$  = Yapı elemanın ses geçirgenliği

$\zeta_{s2}$  = Yapı elemanın ses geçirgenliği

$$\bar{\text{SAG}} = 10(-\log \bar{\zeta}_s)$$

$\bar{\text{Sag}}$  = Alan ağırlıklı ortalama ses azaltma göstergesi

Bütün frekanslar için ses azaltma göstergeleri ayrı ayrı hesaplandı.

63 Hz için

$$\bar{\zeta}_{tt} = \text{Antilog} - \frac{53}{10} = 5.01 \times 10^{-6}$$

$$\bar{\zeta}_{pen} = \text{Antilog} - \frac{22}{10} = 6.31 \times 10^{-3}$$

$$\text{top} = \frac{19.28 \times 5.01 \times 10^{-6} + 1.00 \times 6.31 \times 10^{-3}}{20.28} = 3.16 \times 10^{-4}$$

$$\text{SAG} = 10(-\log 3.16 \times 10^{-4}) = 35.00 \text{ dB}$$

125 Hz için

$$\zeta_{tt} = \text{Antilog} - \frac{56}{10} = 2.51 \times 10^{-6}$$

$$\zeta_{pen} = \text{Antilog} - \frac{17}{10} = 0.200$$

$$\zeta_{top} = \frac{19.28 \times 2.51 \times 10^{-6} * 1.00 \times 0.200}{20.28} = 9.89 \times 10^{-4}$$

$$\text{SAG} = 10(-\log 9.89 \times 10^{-4}) = 30.05 \text{ dB}$$

250 Hz için

$$\zeta_{tt} = \text{Antilog} - \frac{60}{10} = 1 \times 10^{-6}$$

$$\zeta_{pen} = \text{Antilog} - \frac{21}{10} = 7.94 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{top} = \frac{19.28 \times 1 \times 10^{-6} + 1.00 \times 7.94 \times 10^{-3}}{20.28} = 3.92 \times 10^{-4}$$

$$\text{SAG} = 10(-\log 3.92 \times 10^{-4}) = 34.07 \text{ dB}$$

500 Hz için

$$\zeta_{tt} = \text{Antilog} - \frac{64}{10} = 3.98 \times 10^{-7}$$

$$\zeta_{pen} = \text{Antilog} - \frac{25}{10} = 3.16 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{top} = \frac{19.28 \times 3.98 \times 10^{-7} + 1.00 \times 3.16 \times 10^{-3}}{20.28} = 1.56 \times 10^{-4}$$

$$SAG = 10(-\log 1,56 \times 10^{-4}) = 38.07 \text{ dB}$$

1000 Hz için

$$\zeta_{tt} = \text{Antilog} - \frac{67}{10} = 2.00 \times 10^{-7}$$

$$\zeta_{pen} = \text{Antilog} - \frac{26}{10} = 2.51 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{top} = \frac{19.28 \times 2.00 \times 10^{-7} + 1.00 \times 2.51 \times 10^{-3}}{20.28} = 1.24 \times 10^{-4}$$

$$SAG = 10(-\log 1.24 \times 10^{-4}) = 39.07 \text{ dB}$$

2000 Hz için

$$\zeta_{tt} = \text{Antilog} - \frac{71}{10} = 7.94 \times 10^{-8}$$

$$\zeta_{pen} = \text{Antilog} - \frac{23}{10} = 5.01 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{top} = \frac{19.28 \times 7.94 \times 10^{-8} + 1.00 \times 5.01 \times 10^{-3}}{20.28} = 2.47 \times 10^{-4}$$

$$SAG = 10(-\log 2.47 \times 10^{-4}) = 36.07 \text{ dB}$$

4000 Hz için

$$\zeta_{tt} = \text{Antilog} - \frac{74}{10} = 3.98 \times 10^{-8}$$

$$\zeta_{pen} = \text{Antilog} - \frac{26}{10} = 2.51 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{top} = \frac{19.28 \times 3.98 \times 10^{-8} + 1.00 \times 2.51 \times 10^{-3}}{20.28} = 1.24 \times 10^{-4}$$

$$SAG = 10(-\log 1.24 \times 10^{-4}) = 39.07 \text{ dB}$$

### 2.3.1.1. İZMİR-ÇEŞME KERVANSARAYIN TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ İÇİN DENETİMİ

Denetimi yapılan otel odası, gürültülü yoldan 20 metre uzaktadır. Otel odaları için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 35 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Moloz taşlı (% 75) tuğla (% 25) duvar ve ahşap tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı: 20.28 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 1 m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 19.28 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanının ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağlamadığından pencereler lastik contalı olarak tasarlanarak gürültü denetlenmiştir. (Çizelge 8)

OTEL ODASI İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yol merkezinden 10 m uzak. SD dB	98	95	89	85	81	77	71	64
2	Yapının dış yüzeyinde SD dB	92	89	73	79	75	71	65	58
3	Otel odası için gürültü d. 35 NR	63	52	45	39	35	32	30	28
4	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG dB	29	37	38	40	40	39	35	30
5	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	35	30	34	38	39	36	39	-
6	Denetlenmiş yapı el. ort SAG dB	-	38	41	43	47	37	48	-

Çizelge 8

Denetimi yapılan otel lobisi, gürültülü yoldan 20 metre uzaktadır. Otel lobileri için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 45 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Moloz taşlı (%75) tuğla (%25) duvar ve ahşap tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı: 36.92 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 2.00 m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 34.92 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağlamıştır. (Çizelge 9)

OTEL LOBİSİ İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yol merkezinden 10 m uzak. SD dB	98	95	89	85	81	77	71	64
2	Yapının dış yüzeyinde SD dB	92	89	83	79	75	71	65	58
3	Otel lobisi için gürültü d. 45NR	71	61	54	49	45	42	46	38
4	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG dB	21	28	29	30	30	29	25	20
5	Mevcut yapı el. ort. SAG dB	35	30	34	38	39	36	39	-

Çizelge 9



### 2.3.1.2. GAZİANTEP MİLLET HANIN TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ İÇİN DENETİMİ

Denetimi yapılan lokanta gürültülü yoldan 10 metre uzaktadır. Lokanta için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 45 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Moloz taşlı kargir duvar ve ahşap tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı: 109.12 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 19.25 m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 89.87 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağlayamadığından pencereler çift cam olarak tasarlanarak gürültü denetlenmiştir. (Çizelge 10)

LOKANTA İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD dB	98	95	89	85	81	77	71	64
2	Lokanta için gürültü düz. 45 NR	71	61	54	49	45	42	40	38
3	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG dB	27	34	35	36	36	35	31	26
4	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	30	25	29	33	34	31	34	-
5	Denetlenmiş yapı el. ort. SAG dB	-	38	42	50	53	54	45	-

Çizelge 10

Denetimi yapılan kafeterya gürültülü yoldan 10 metre uzak-  
tadır. Kafeterya için kabul edilebilir en yüksek gürültü de-  
ğeri 45 NR alınmıştır. Yapı elemanları: Moloz taşlı kargir  
duvar ve ahşap tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı: 45.76 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 8.25 m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 37.51 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi  
yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesi-  
ni sağlayamadığından pencereler çift cam olarak tasarlan-  
arak gürültü denetlenmiştir. (Çizelge 11)

KAFETERYA İÇİN VERİLER		FREKANS							
		63Hz	125Hz	250 Hz	500 Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD	98	95	89	85	81	77	71	64
2	Kafeterya için gürültü düz. 45NR	71	61	54	49	45	42	40	38
3	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG dB	27	34	35	36	36	35	31	26
4	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	29	24	28	32	33	30	25	-
5	Denetlenmiş yapı el. ort. SAG dB	-	37	42	50	53	54	44	-

Çizelge 11

### 2.3.1.3 GAZİANTEP MİLLET HANIN SANAYİ GÜRÜLTÜSÜ İÇİN DENETİMİ

Denetimi yapılan dükkan sanayi gürültüsünden 5 metre uzaktadırDükkan için kabul edilebilir en yüksek gürültü düzeyi35 NR alınmıştır.Yapı elemanı:Moloz taşlı kargir duvar ve ahşap tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı:13.20 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı:0.30m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı:12.90 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ses azaltma göstergesi yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini - sağlayamadığından pencereler çift cam olarak tasarlanarak gürültü denetlenmiştir.(Çizelge 12)

DÜKKAN İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
1	Sanayi merkezinde SD dB	87	89	90	90	92	96	99	100
2	Yapının dış yüzeyinde SD dB	84	86	87	87	89	93	93	97
3	Dükkan için gürültü düz. 35 NR	63	52	45	39	35	32	30	28
4	Yapı el. sahip ol. gerek.SAG dB	21	34	42	48	54	61	63	69
5	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	38	33	37	41	42	39	42	-
6	Denetlenmiş yapı el. ort.SAG dB	-	46	49	50	61	62	53	-

Çizelge 12

### 2.3.14. ANKARA KALE İÇİ EVLERİN ÇOCUK BAHÇESİ GÜRÜLTÜSÜ İÇİN DENETİMİ

Denetimi yapılan sergi salonu, çocuk bahçesinden 25 metre uzaktadır. Sergi salonları için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 25 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Moloz taş duvar ve ahşap kepenkli tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı: 20.35 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 2.10 m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 18.25 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağladığından gürültü denetimine gerek yoktur. (Çizelge 13)

SERGİ SALONU İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD dB	24	34	41	47	50	51	51	49
2	Sergi salonu için gürültü 25 NR	55	44	35	29	25	22	20	18
3	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG dB	-	-	6	18	25	29	31	31
4	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	22	22	25	34	37	42	40	38

Çizelge 13

Denetimi yapılan özel lokanta, çocuk bahçesinden 25 metre uzaktadır. Lokanta için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 35 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Ahşap çatki(%13) arası tuğla(%87) duvar ve ahşap kepenkli tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı: 19.25 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 3.24 m<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 16.01 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağladığından gürültü denetimine gerek yoktur. (Çizelge 14)

ÖZEL LOKANTA İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yapının dış yüzeyindeki SD dB	24	34	41	47	50	51	51	49
2	Lokanta için gürültü d. 35 NR	63	52	45	45	35	32	30	28
3	Yapı el. sahip ol.gerek.SAG dB	--	-	-	-	15	19	21	21
4	Mevcut yapı el. ortalamaSAG dB	20	20	23	32	35	40	38	36

Çizelge 14

Denetimi yapılan dükkan, çocuk bahçesinden 25 metre uzaktadır. Dükkan için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 35 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Moloz taş duvardır.

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesinin sağladığından gürültü denetimine gerek yoktur. (Çizelge 15)

DÜKKAN İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD dB	24	34	41	47	50	51	51	49
2	Dükkan için gürültü değeri. 35 NR	63	52	45	39	35	32	30	28
3	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG dB	-	-	-	8	15	19	21	21
4	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	54	57	61	64	67	72	75	80

Çizelge 15

### 2.3.1.5. ANKARA BAĞ EVİNİN ÇAY BAHÇESİ GÜRÜLTÜSÜ İÇİN DENETİMİ

Denetimi yapılan ara kattaki lokanta, çay bahçesinden 10 metre uzaktadır. Lokanta için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 35 NR olarak alınmıştır. Yapı malzemesi: Moloz taş duvar ve ahşap kepenkli tek camlı penceredir.

Toplam duvar alanı:  $11.48 \text{ m}^2$

Toplam pencere alanı:  $0.84 \text{ m}^2$

Penceresiz duvar alanı:  $10.64 \text{ m}^2$

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesinin sağladığından gürültü denetimine gerek yoktur. (Çizelge 16)

ARA KAT LOKANTA İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yapının dış yüzeyindeki SD dB	58	58	61	69	68	60	52	49
2	Lokanta için gürültü değeri 35 NR	63	52	45	39	35	32	30	28
3	Yapı el. sahip ol. gerek. SAG	-	6	16	30	33	28	22	21
4	Mevcut yapı el. ortalama SAG	23	23	26	35	38	43	31	39

Çizelge 16

Denetimi yapılan ara kat giriş ve lokanta, çay bahçesinden 10 metre uzaktadır. Lokanta için kabul edilebilir en yüksek gürültü düzeyi 35 NR alınmıştır. Yapı elemanı; Moloz taş duvar, ahşap kepenkli tek camlı pencere, masif ahşap kapıdır.

Toplam duvar alanı: 22.36 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 0.77 m<sup>2</sup>

Toplam kapı alanı: 2.80 m<sup>2</sup>

Penceresiz, kapısız duvar alanı: 18.79 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağlayamadığından kapı süngerlerle hava geçirimsiz duruma getirilmiş ve böylece gürültü denetlenmiştir. (Çizelge 17)

GİRİŞ LOKANTA İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD dB	58	58	61	69	68	60	52	49
2	Lokanta için gürültü d. 35 NR	63	52	45	39	35	32	30	28
3	Yapı el. sahip ol. gerek SAG dB	-	6	16	30	33	28	22	21
4	Mevcut yapı el. ortalama SAG dB	24	20	23	29	30	25	45	-
5	Denetlenmiş yapı el. ort. SAG	25	22	25	30	34	34	36	-

Çizelge 17



Denetimi yapılan üst kat çok amaçlı salon, çay bahçesinden 10 metre uzaktadır. Çok amaçlı salon için kabul edilebilir en yüksek gürültü düzeyi 40 NR alınmıştır. Yapı elemanı: Ahşap çatki (%13) arası tuğla (%87) duvar, tek camlı ahşap kepenkli camdır,

Toplam duvar alanı: 18 m<sup>2</sup>

Toplam pencere alanı: 5.40 M<sup>2</sup>

Penceresiz duvar alanı: 12.60 m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağladığından gürültü denetimine gerek yoktur. (Çizelge 18)

ÇOK AMAÇLI SALON İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD dB	58	58	61	69	68	60	52	49
2	Çok amaçlı salon i.gür. 40 NR	67	57	49	44	40	37	35	33
3	Yapı el.sahip ol.gerek.SAG dB	-	1	12	25	28	23	17	16
4	Mevcut yapı el ortalamaSAG dB	17	17	20	29	32	37	35	33

Çizelge 18

Denetimi yapılan üst kat çok amaçlı salon için, çay bahçesinden uzaklık 10 metre olarak alınmıştır. Salon için kabul edilebilir en yüksek gürültü değeri 40 NR olarak alınmıştır. Yapı elemanı: Ahşap çatki(%13) arası tuğla duvar(%87) dur vetek camlı ahşap kepenkli penceredir.

Toplam duvar alanı:  $8.64 \text{ m}^2$

Toplam pencere alanı:  $3.60 \text{ m}^2$

Penceresiz duvar alanı:  $5.04 \text{ m}^2$

Mevcut yapı elemanın ortalama ses azaltma göstergesi, yapı elemanın sahip olması gereken ses azaltma göstergesini sağladığından gürültü denetimine gerek yoktur. (Çizelge 19)

ÇOK AMAÇLI SALON İÇİN VERİLER		FREKANSLAR							
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	Yapının dış yüzeyinde SD dB	58	58	61	69	68	60	53	49
2	Çok amaçlı salon i.gürül.40NR	67	57	49	44	40	37	35	33
3	Yapı el.sahip ol.gerekenSAG	-	1	12	25	28	23	17	16
4	Mevcut yapı el ortalama SAG	16	16	19	28	31	36	34	32

Çizelge 19

### 2.3.2. KAPALI ORTAMDAKİ SESLERİN YANSIMA SÜRESİ HESABI VE DENETİMİ

Bu bölümde, kapalı ortamın kullanımında iyi ses koşulları oluşturmak için seslerin yansımaya süreleri hesaplandı. Çeşitli malzemelerle ses denetimi yapıldı. Yapılan işlemler şunlardır.

Değerlendirilmesi yapılacak olan mekanların toplam hacmi hesaplandı. Kullanım amacına göre uygun yansımaya süreleri, oda hacmine göre yaklaşık olarak saptandı. Yansımaya süresi hesaplanmasında 1.4.3.1 bölümündeki Sabine Denklemi kullanıldı.

$$T = \frac{0.16 \times V}{S \alpha} \quad s$$

T= Yansımaya süresi, s

V= Oda hacmi, m<sup>3</sup>

Sα= Odanın toplam ses yutulması m<sup>2</sup>

Mevcut yapı elemanlarının 125, 500, 2000 Hz'de ses yutuculuk katsayılarıyla, yüzölçümleri çarpıldı. Her frekanstaki değer toplandı, sabine denkleminde yerine koyularak yansımaya süreleri bulundu. Sonra olması gereken yansımaya süresine yakın değilse, çeşitli malzemeler konularak yeniden hesaplandı.

## 2.3.2.1. İzmir Çeşme KERVANSARAY LOKANTASI YANSIMA SÜRESİ

Lokanta için ses yansımaya süresi yapıldı. Kabul edilebilir yansımaya süresi hacmine göre yaklaşık olarak 0.85 olarak alındı.

Veriler:

Oda hacmi: 671.453 m<sup>3</sup>

Sandalyede oturan kişi sayısı: 76 kişi

Masa sayısı: 19 tane ve alanı: 19.65 kişi

Pencere alanı: Yok

Kapı(ahşap) alanı: 12.76 m<sup>2</sup>

Zemin(kalebodur) alanı: 152.60 m<sup>2</sup>

Tavan(taş sıva) alanı: 152.60 m<sup>2</sup>(Çizelge 20)

Toplam yutulma alanı:

$$S_{\Sigma} = \frac{0.16 \times 671.453}{1 \text{ sn}} = 126.39 \text{ m}^2$$

VERİLER	FREKANS-YUTUCULUK KAT.						
		125 Hz		500 Hz		2000 Hz	
Oda hacmi m <sup>3</sup>	671.453					0.007	4.700
Sandalyede oturan kişi sayısı	76	0.158	12.008	0.4	30.040	0.436	33.136
Masa sayısı	19	0.075	1.425	0.149	2.831	0.177	3.633
Duvar (taş+sıva) alanı m <sup>2</sup>	361.24	0.02	7.225	0.02	7.225	0.05	18.062
Kapı (ahşap) alanı m <sup>2</sup>	12.76	0.3	3.828	0.1	1.276	0.1	1.276
Zemin (kalebodur) alanı m <sup>2</sup>	152.60	0.03	4.578	0.03	4.578	0.05	7.630
Tavan (taş+sıva) alanı m <sup>2</sup>	152.60	0.02	3.052	0.02	3.052	0.05	7.630
Masa ve koltuk gölgesi m <sup>2</sup>	25.00	%20	-5.00	%40	-10.00	%60	-15.00
			27.116		39.002		61.067

Çizelge 20

1 sn yansıma süresi için, yaklaşık  $107 \text{ m}^2$  olan toplam yutulma alanını sağlayabilmek için, aşağıdaki malzemeler kullanıldı.

Bütün duvarlarda, pencere altından zemine kadar, lambri yapılması:  $170 \text{ m}^2$

Bütün duvarlarda, lambri'den tavana kadar, alçılı, karton, delikli levhalarla kaplanması:  $191.24 \text{ m}^2$

Tavan, ahşap döşenmesi:  $152.60 \text{ m}^2$

Zemin, taş üzerine ahşap döşenmesi:  $52.60 \text{ m}^2$

(Çizelge 21)

VERİLER	YUTUCULUK KATSAYISI FREKANS						
		125Hz		500Hz		2000 Hz	
Oda hacmi $\text{m}^3$	671.453					0.007	4.700
Sandalyede oturan kişi sayısı	76	0.158	12.008	0.4	30.040	0.436	33.136
Masa sayısı	19	0.075	1.425	0.149	2.831	0.177	3.633
Duvar (alçılı karton delikli levha) $\text{m}^2$	191.24	0.02	3.825	0.02	3.825	0.04	7.650
Duvar (lambri) alanı $\text{m}^2$	170	0.3	51	0.1	17	0.1	17
Kapı (ahşap) alanı $\text{m}^2$	12.76	0.3	3.828	0.1	1.276	0.1	1.276
Zemin (beton üzeri ahşap döşeme) $\text{m}^2$	52.60	0.04	2.104	0.07	3.682	0.06	3.156
Zemin (kalın keçeli kilimsi halı) $\text{m}^2$	100.00	0.15	15	0.35	35	0.40	40
Tavan (ahşap alanı) $\text{m}^2$	152.60	0.02	3.052	0.1	15.260	0.04	6.104
Masa ve koltuk gölgesi $\text{m}^2$	25	% 20	5.000	% 40	10.00	% 60	% 15
			87.242		98.914		101.655

Çizelge 21

## 2.3.2.2. GAZİANTEP MİLLET HAN-LOKANTA YANSIMA SÜRESİ

Lokanta için ses yansımaya süresi hesabı yapıldı. Kabul edilebilir yansımaya süresi, hacmine göre yaklaşık olarak 0.85~0.90 sn alındı.

Veriler:

Oda hacmi: 435.600 m<sup>3</sup>

Sandalyede oturan kişi sayısı: 58 kişi

Masa sayısı: 11 tane ve alanı 22.40 m<sup>2</sup>

Duvar(Taş+Sıva) alanı: 173.70 m<sup>2</sup>

Pencere(Cam 4mm) alanı: 21 m<sup>2</sup>

Zemin(Fayans) alanı: 132.00 m<sup>2</sup>

Tavan(Taş+Sıva) alanı: 132.00 m<sup>2</sup> (Çizelge 22)

Toplam yutulma alanı

$$S = \frac{0.16 \times 435.600}{0.85} = 1.99 \text{ m}^2 \text{ olarak bulundu.}$$

VERİLER	FREKANSLAR						
Oda hacmi m <sup>3</sup>	435.600	—	—	—	—	0.007	3.049
Sandalyede oturan kişi sayısı	58	0.158	9.164	0.4	23.200	0.436	25288
Masa sayısı	11	0.075	0.825	0.149	1.639	0.177	1.947
Duvar (taş sıva) alanı m <sup>2</sup>	173.70	0.02	3.774	0.02	3.474	0.05	8.685
Pencere (cam 4 mm) alanı m <sup>2</sup>	21	0.3	6.300	0.1	2.100	0.05	1.050
Zemin (fayans) alanı m <sup>2</sup>	132.00	0.03	3.960	0.03	3.960	0.05	6.600
Tavan (taş sıva) alanı m <sup>2</sup>	132.00	0.02	2.640	0.02	2.640	0.05	6.600
Koltuk ve masa gölgesi m <sup>2</sup>	27.00	%20	5.400	%40	10.800	%60	16.200
			21263		26.213		37.019

Çizelge 22

0.85 sn yansıma süresi için yaklaşık olarak  $82 \text{ m}^2$  olan toplam yutulma alanını sağlayabilmek için aşağıdaki malzemeler kullanılır.

Bütün duvarlarda, pencere altından zemine kadar ses yutucu cam pamuğu ve sıva yapılması:  $60.00 \text{ m}^2$

Zeminin, ahşap parke yapılması:  $92.00 \text{ m}^2$

Zeminin, bir kısmı, halı ile kaplanması:  $40.00 \text{ m}^2$  (Çizelge 23)

VERİLER	YUTUCULUK KATSAYISI FREKANS						
		125H		500H		2000H	
O da hacmi $\text{m}^3$	435.600					0.007	3.049
Sandalyede oturan kişi sayısı	58	0.158	9.164	0.4	23.200	0.436	25.288
Masa sayısı	11	0.075	0.825	0.149	16.39	0.177	1.947
Duvarlar (taş sıva) alanı $\text{m}^2$	113.70	0.02	2.274	0.02	2.274	0.05	5.685
Duvarlar (cam pamuğu sıva) $\text{m}^2$	60.00	0.35	21.000	0.80	48.000	0.85	51.000
Pencere (cam 4 mm) alanı $\text{m}^2$	21	0.3	6.300	0.1	21.000	0.05	10.50
Zemin (beton üzerine tahta parke) $\text{m}^2$	92.00	0.04	3.680	0.07	6.440	0.06	5.520
Zemin (halı alanı) alanı $\text{m}^2$	40.00	0.15	6.000	0.40	16.000	0.50	20.000
Tavan (taş sıva) alanı $\text{m}^2$	132.00	0.02	2.640	0.02	2.640	0.05	6.600
-Koltuk ve masa gölgesi $\text{m}^2$	27.00	% 20	5.400	% 40	10.800	% 60	16.200
			46.483		91.493		103.939

Çizelge 23

## 2.3.2.3. ANKARA KALE İÇİ EVLERİ-LOKANTA YANSIMA SÜRESİ

Lokanta için ses yansımaya süresi hesabı yapıldı. Kabul edilebilir yansımaya süresi hacmine göre yaklaşık olarak 0.7 sn alındı.

Veriler:

Oda hacmi: 239.680 m<sup>3</sup>

Sandalyede oturan kişi sayısı: 84 kişi

Masa sayısı: 12 tane ve alanı 9.92 m<sup>2</sup>

Duvar(tuğla sıva) alanı: 91.97 m<sup>2</sup>

Pencere( cam 4 mm) alanı: 12.75 m<sup>2</sup>

Zemin(kalebodur) alanı: 85.60 m<sup>2</sup>

Tavan(suni tahta) alanı: 85.60 m<sup>2</sup> (Çizelge 24)

Toplam yutulma alanı:

$$S = \frac{0.16 \times 239.680}{0.7} = 54.78 \text{ m}^2 \text{ olarak bulundu.}$$

VERİLER	YUTUCULUK KATSAYISI FREKANS						
		125Hz		500Hz		2000Hz	
Oda hacmi m <sup>3</sup>	239.680					0.007	1.678
Masa sayısı	12	0.075	0.900	0.149	1.788	0.177	2.124
Sandalyede oturan kişi sayısı	84	0.158	13.272	0.4	33.600	0.436	36.624
Duvar tuğla sıva alanı m <sup>2</sup>	91.97	0.02	1.839	0.02	1.839	0.004	3.679
Pencere (4mm cam) m <sup>2</sup>	12.75	0.3	3.825	0.1	1.275	0.05	0.638
Zemin kalebodur alanı m <sup>2</sup>	85.60	0.03	2.568	0.03	2.568	0.05	4.280
Tavan (suni tahta) alanı m <sup>2</sup>	85.60	0.2	17.120	0.1	8.560	0.04	3.424
Koltuk ve masa gölgesi m <sup>2</sup>	20.92	%20	-4.184	%40	-8.368	%60	-12.552
			35.340		41.262		39.895

Çizelge 22:



0.7 sn yansıma süresi için yaklaşık  $54.78 \text{ m}^2$  olan toplam yutulma alanını sağlayabilmek için aşağıdaki malzemeler kullanıldı.

Bütün duvarlarda, pencere altından zemine kadar, lambri yapılması:  $37.40 \text{ m}^2$

Pencerelere perde takılması:  $15 \text{ m}^2$

Zeminin, orta kalınlıkta tüyleri olan halı ile kaplanması:  $85.60 \text{ m}^2$  (Çizelge 25)

VERİLER	YUTUCULUK KATSAYISI FREKANS						
		125Hz		250Hz		2000Hz	
Oda hacmi $\text{m}^3$	239.680					0.007	1.678
Masa sayısı	12	0.075	0.900	0.149	1.788	0.177	2.124
Sandalyede oturan kişi sayısı	84	0.158	13.272	0.4	33.600	0.436	36.624
Duvar(tuğla sıva)alanı $\text{m}^2$	54.57	0.02	1.091	0.02	1.091	0.04	2.183
Duvar(lambri) alanı $\text{m}^2$	37.40	0.3	11.220	0.1	3.740	0.1	3.740
Perde (seyrek dokuma)alanı $\text{m}^2$	15	0.05	0.750	0.15	2.250	0.5	7.500
Zemin(halı kaplı) alanı $\text{m}^2$	85.60	0.05	4.280	0.15	12.840	0.45	38.520
Tavan (sunı tahta)alanı $\text{m}^2$	85.60	0.2	17.120	0.1	8.560	0.04	3.424
Koltuk masa gölgesi $\text{m}^2$	20.92	20	4.184	40	8.368	60	12.552
			45268		55501		83241

Çizelge 25

### 3. BÖLÜM SONUÇ

Bu çalışmada dört ayrı yapı üzerinde, açık ortamdaki gürültülerin yapı kabuğu ile denetimi ve kapalı ortamın kullanımında iyi ses koşulları oluşturmak için seslerin yansıma süresi ve denetimi hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplamalarda şu sonuçlar bulunmuştur;

1. Oldukça gürültülü bir yol kenarında, otel olarak kullanılan İzmir Çeşme Kanuni Kervansarayı Yatak Odası ve Lobisi için SAG'si yapılmıştır. Lobi için yeterli olan SAG, sessizlik gerekteren yatak odası için yeterli olmamıştır. Fazla bir yalıtım malzemesine gerek duyulmadan, pencerelerin lastik contalı olarak tasarlanarak yeniden hesap yapıldığında, yeterli olduğu görülmüştür. Buna neden olarakta yapı malzemesinin yalıtım değerinin yüksek oluşunu, malzemenin kalın oluşunu, pencerelerin küçük boyutlu oluşunu söyleyebiliriz. Ayrıca yapının koruma alanında önemlidir. Dolayısıyla yapı yoldan uzaktadır.

2. Lokanta için yapılan ses yansıma süresi ise, kabul edilebilir yansıma süresi olan 0.85 sn'yi sağlamamıştır. Bunun içinde duvarlarda, pencere altından zemine kadar ahşap lambri yapılmış, tavana kadarda alçılı, karton delikli levhalarla kaplanmıştır. Tavan ahşap döşenmiştir. Zeminde ahşap döşenmiş, bir kısımda halı kaplanmıştır. Zeminde kullanılan kalebodur, fazla ses yansıttığından lokanta için uygun değildir.

3. Gaziantep millet Han'da gürültülü bir yol kenarıdadır ve diğer taraftanda sanayi gürültüsünün etkisi altındadır. Trafik gürültüsü için lokanta ve kafeteryanın SAG'leri hesaplanmıştır. Bu kullanımlar için olması gereken SAG'ni sağlayabilmek için pencerelerde çift cam önerilmesi uygundur. Sanayi gürültüsü için dükkanlarda alınacak önlemede yine çift camdır. Dolayısıyla bu örnekte fazla bir yalıtım malzemesine gerek duyulmamıştır.

Lokanta için olması gereken ses yansıtma süresi 0.85 sn olarak alınmıştır. Duvarlarda pecere altından zemine kadar cam pamuğu ve sıva önerilmiştir. Zeminin ahşap parke ile döşenmesi ve bir kısmının halı ile kaplanması uygun bulunmuştur.

3. Ankara Kale İçi Evlerinde ise açık ortam gürültü sü çok azdır. Sadece günün belirli saatlerinde çocuk bahçesi gürültüsü vardır. Yapılan hesaplamalarda malzemenin SAG'si , olması gereken SAG'ni sağladığından denetime gidilmemiştir.

Lokanta için ses yansıma süresi 0.7 sn olarak alınmıştır. Duvarlarda pencere altından zemine kadar ahşap lambri yapılmıştır, zemin halı döşenmiş, pencerelere perde takılmıştır.

4. Ankar Bağ Evinde açık ortam gürültüsü çay bahçesinden doğan gürültüdür. Fazla etkili değildir. Sadece kapının süngerlerle hava geçirimsizliği sağlanmıştır. Yapı Ankara Kale İçi Evleri gibi kalın taş duvarlı ve ahşap kepenklidir.

## ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde son yıllarda gittikçe önemli bir konu haline gelen ses ve istenmeyen sesin getirdiği çeşitli sorunlar ele alınmıştır.

Çalışmanın hedeflediği nokta ise, eski yapıların korunmasında karşılaşılan ses ile ilgili sorunları saptamak ve bu sorunları giderme yolları aramaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde genel tanımlara formüllerle, ses çözümüleme yöntemlerine, sesin insan üzerindeki etkilerine, yasa ve yönetmeliklerine yer verilerek ses ile ilgili genel bilgiler anlatılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise eski yapıların korunmasında ortaya çıkan akustik sorunlar ele alınmıştır. Dört ayrı yapı örnek olarak seçilmiş ve tanıtılmıştır. Bu yapılarda ortaya çıkan akustik sorunlar, hesap yöntemleriyle saptanarak, giderilmesine çalışılmıştır.

## ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada varılmak istenen sonuç eski yapıların kullanılmasında oluşacak akustik sorunlardır. Bu konuda çeşitli araştırmacıların kullandığı benzer verilerle hesaplanarak denetime gidildi.

Ülkemizde bu konuda yapılmış fazlaca bir araştırma inceleme yoktur. Hem eski yapılarımızı korumak açısından, hem de rahatsız edici seslerden korunmak açısından ele alınarak deneysel yöntemlerle denetimi kesinleştirmek gerekmektedir.

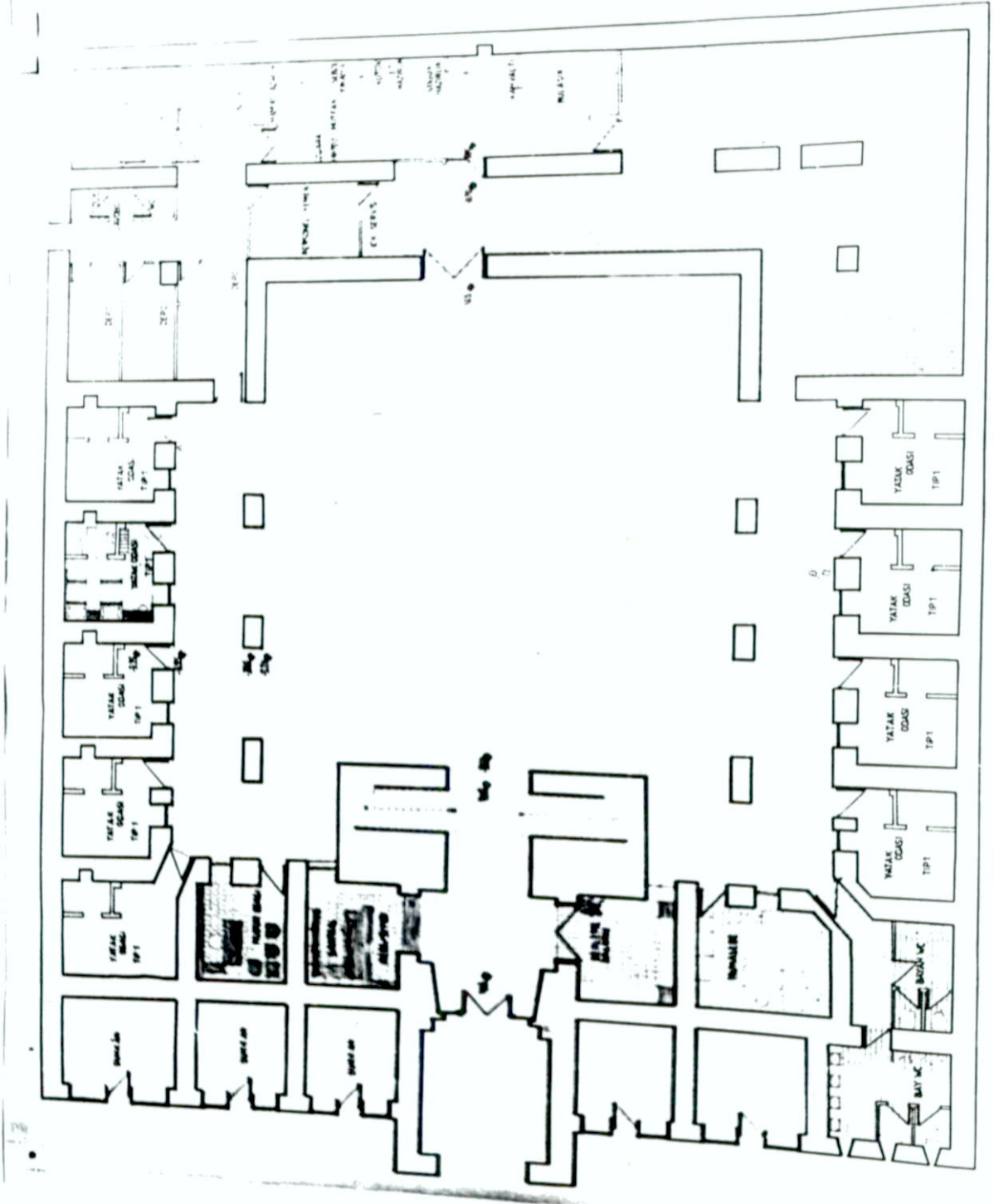
Kullanılmakta olan eski yapılarda sesin etkileri detaylı bir şekilde incelenmeli çeşitli bulgular elde edilerek günümüz yapılarıyla kıyaslanmalıdır.

## EKLER

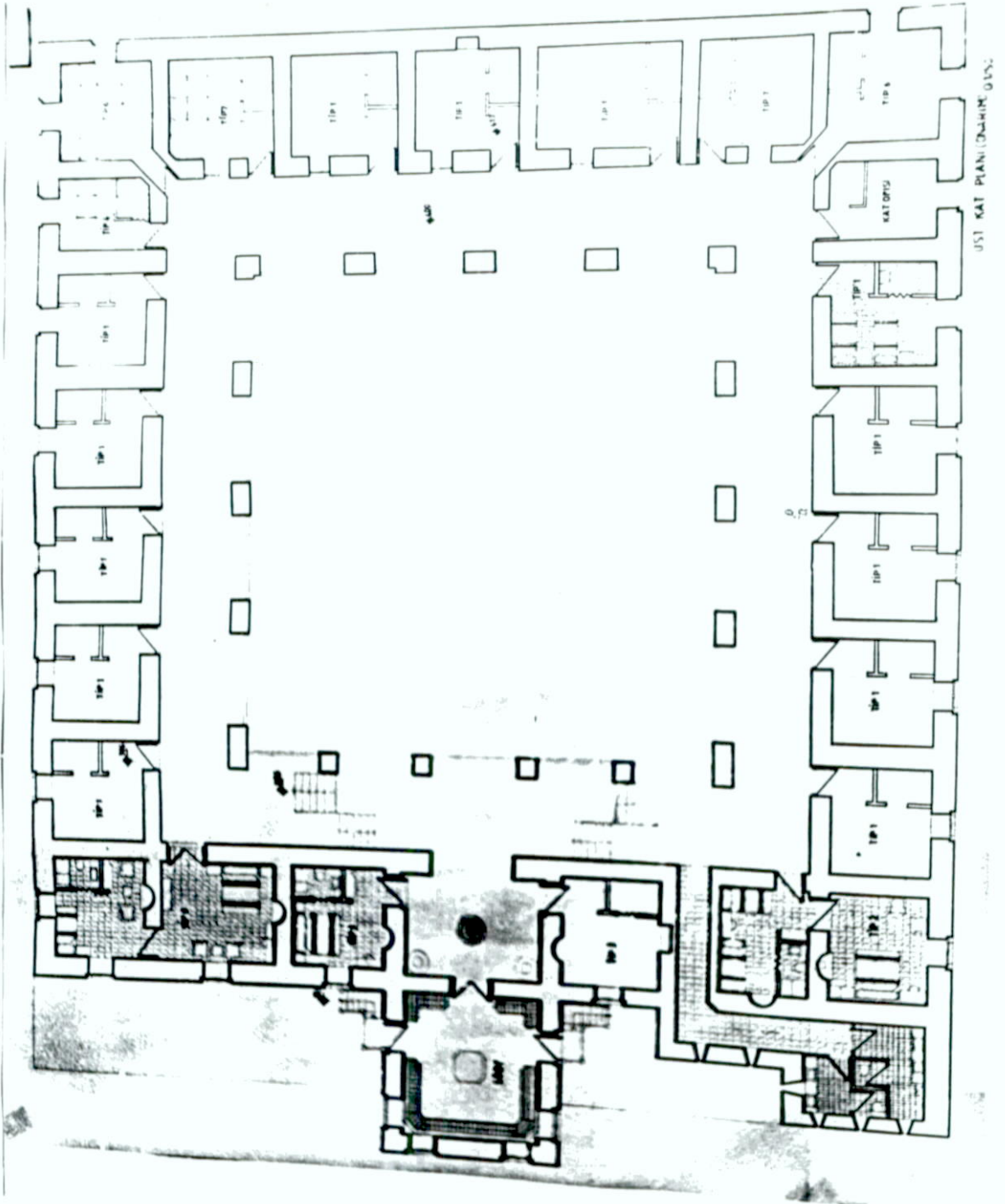
SAYFA

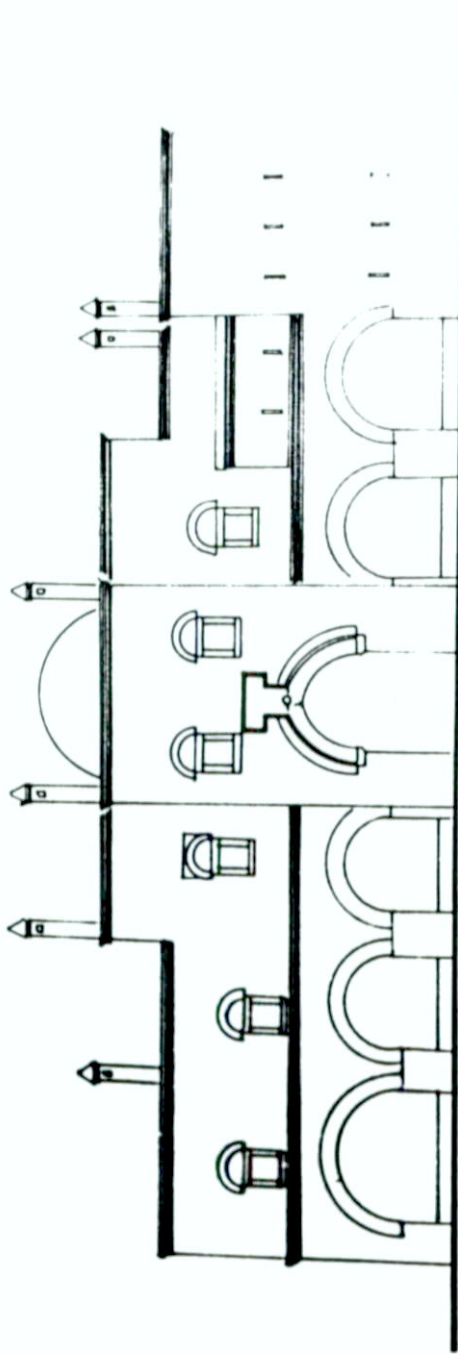
A. İZMİR ÇEŞME KANUNİ KERVANSARAYI	
A.1. Zemin Kat Planı	76
A.2. Üst Kat Planı	77
A.3. Ön Görünüş	78
A.4. 1/500 Planlar	79
A.5. Konum Planı	80
A.6. Duvar Örgüsü Detayı	81
B. GAZİANTEP MİLLET HAN	
B.1. Zemin Kat Planı	82
B.2. Üst Kat Planı	83
B.3. 1-1,2-2,3-3 Kesitleri	84
B.4. 4-4 Kesiti , Sol ve Sağ Görünüş	85
B.5. Ön ve Arka Görünüş	86
B.6. 1/500 Planlar	87
B.7. Konum Planı	88
B.8. Vaziyet Planı	89
B.9. Pencere ve Kapı Kesitleri	90
C. ANKARA KALE İÇİ EVLERİ	
C.1. Zemin Kat Planı	91
C.2. Üst Kat Planı	92
C.3. Görünüşler	93
C.4. Görünüşler	94
C.5. Konum Planı	95
C.6. Duvar ve Döşeme Kesiti	96
C.7. Pencere Kesiti	97
D. ANKARA ÇANKAYA BAĞ EVİ	
D.1. Zemin Kat Planı	98
D.2. Ara Kat Planı	99
D.3. Üst Kat Planı	100

	SAYFA
D.4. A-A Kesiti	101
D.5. B-B Kesiti	102
D.6. C-C Kesiti	103
D.7. Yan Görünüş	104
D.8. Ön Görünüş	105
D.9. Konum Planı	106
D.10. Döşeme Kesitleri	107
D.11. Pencere Kesitleri	108

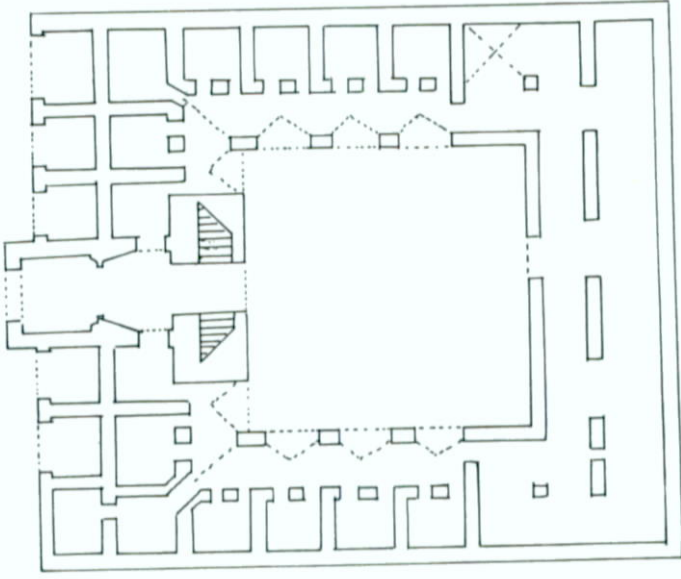




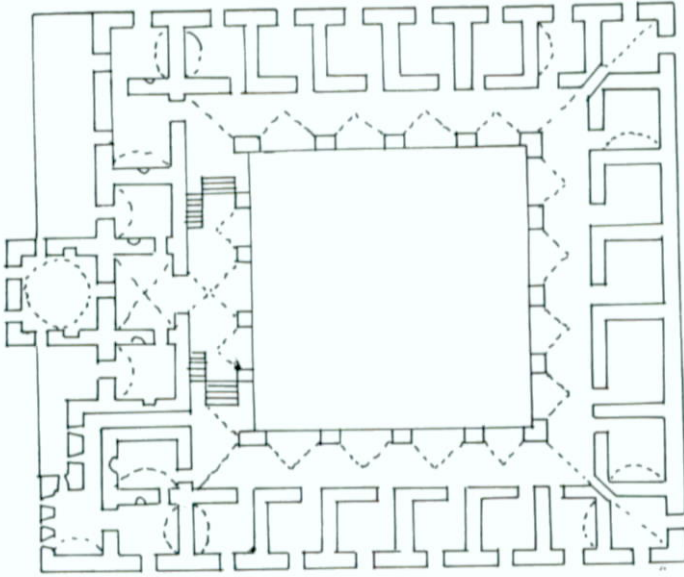




ÖN GÖRÜNÜŞ (RESTİTÜSYON) 0: 1/200



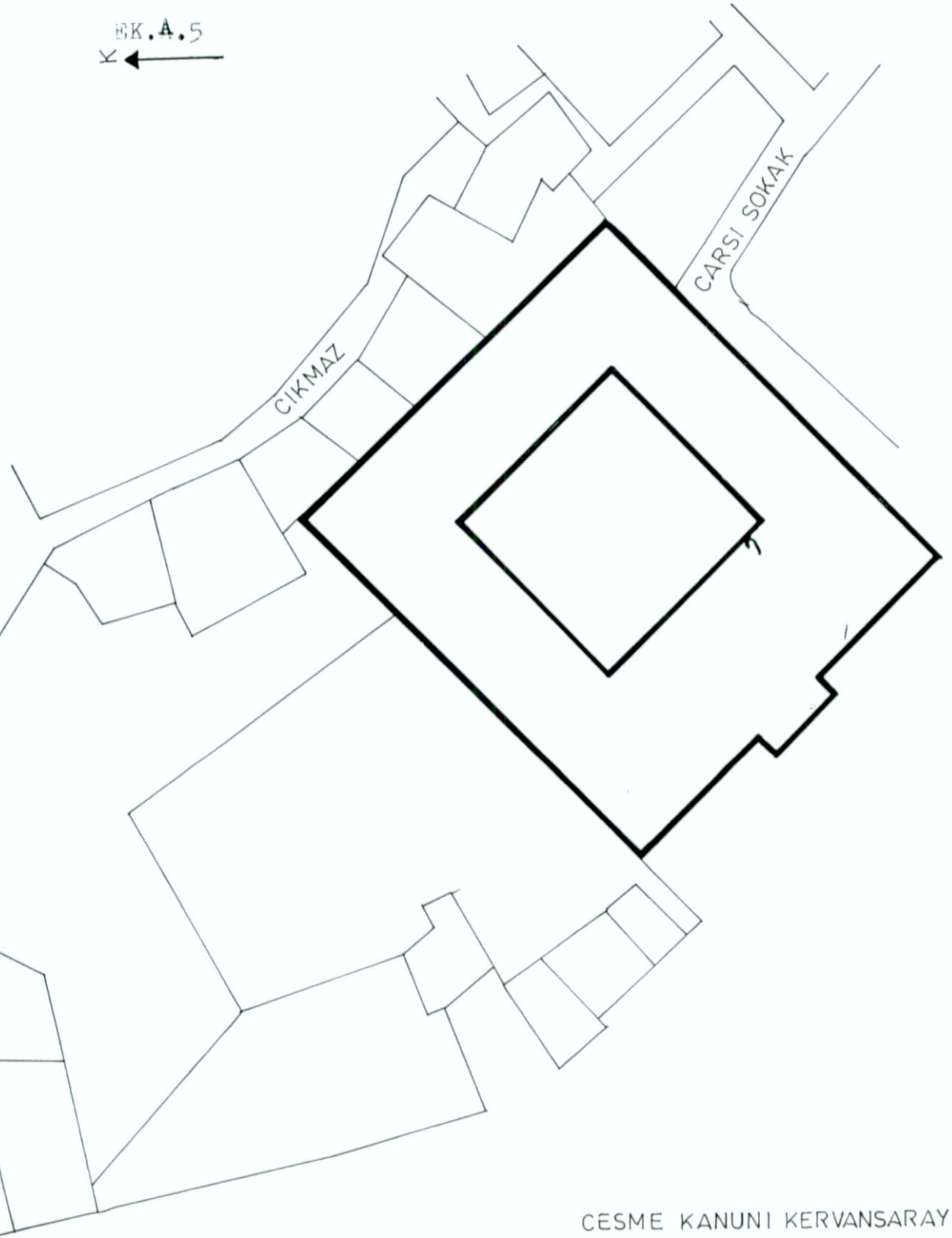
ALT KAT PLANI



ÜST KAT PLANI

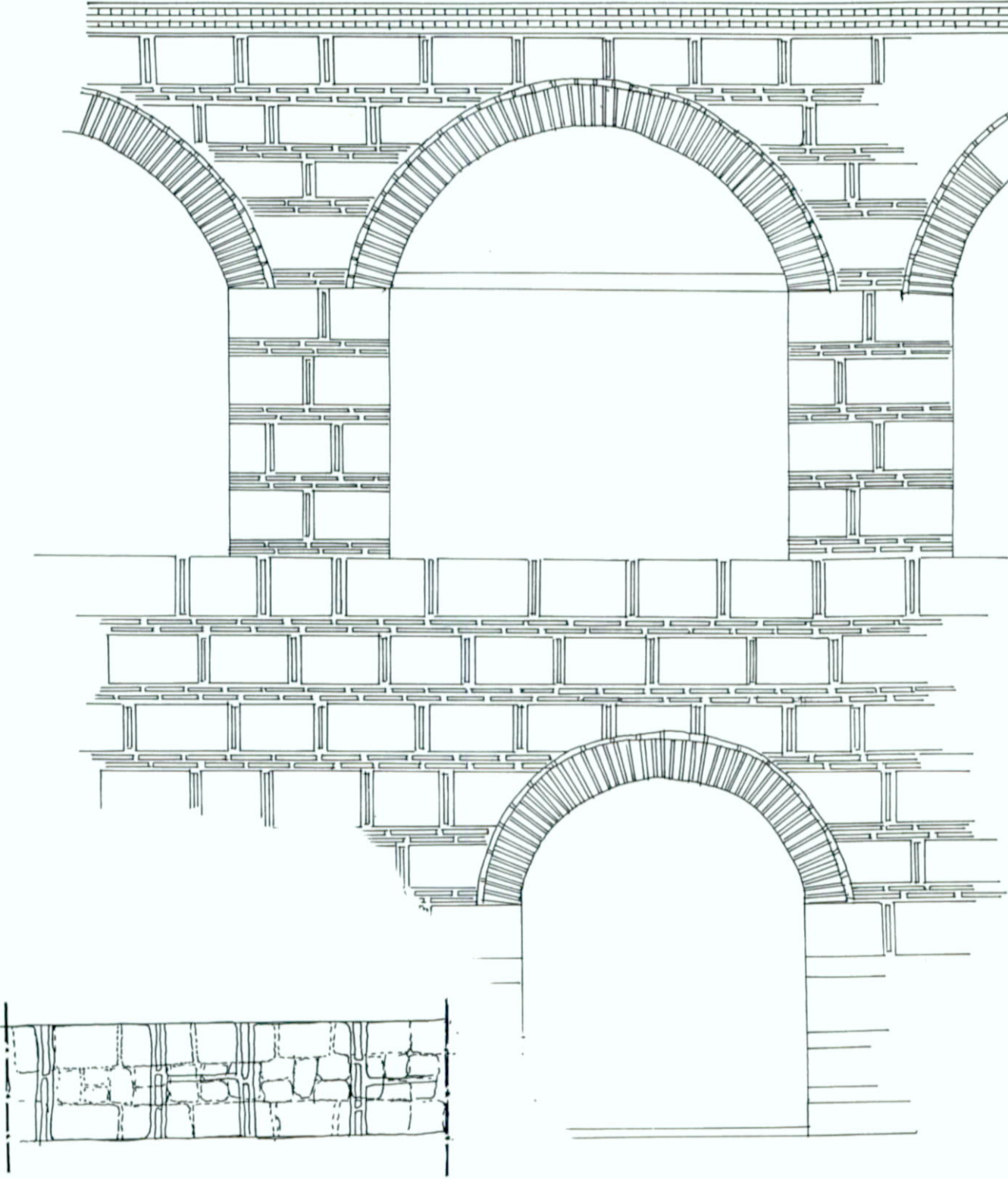
İZMİR ÇEŞME KANUNİ KERVANSARAYI  
ŞEKİL NO:

BK.A.5  
←



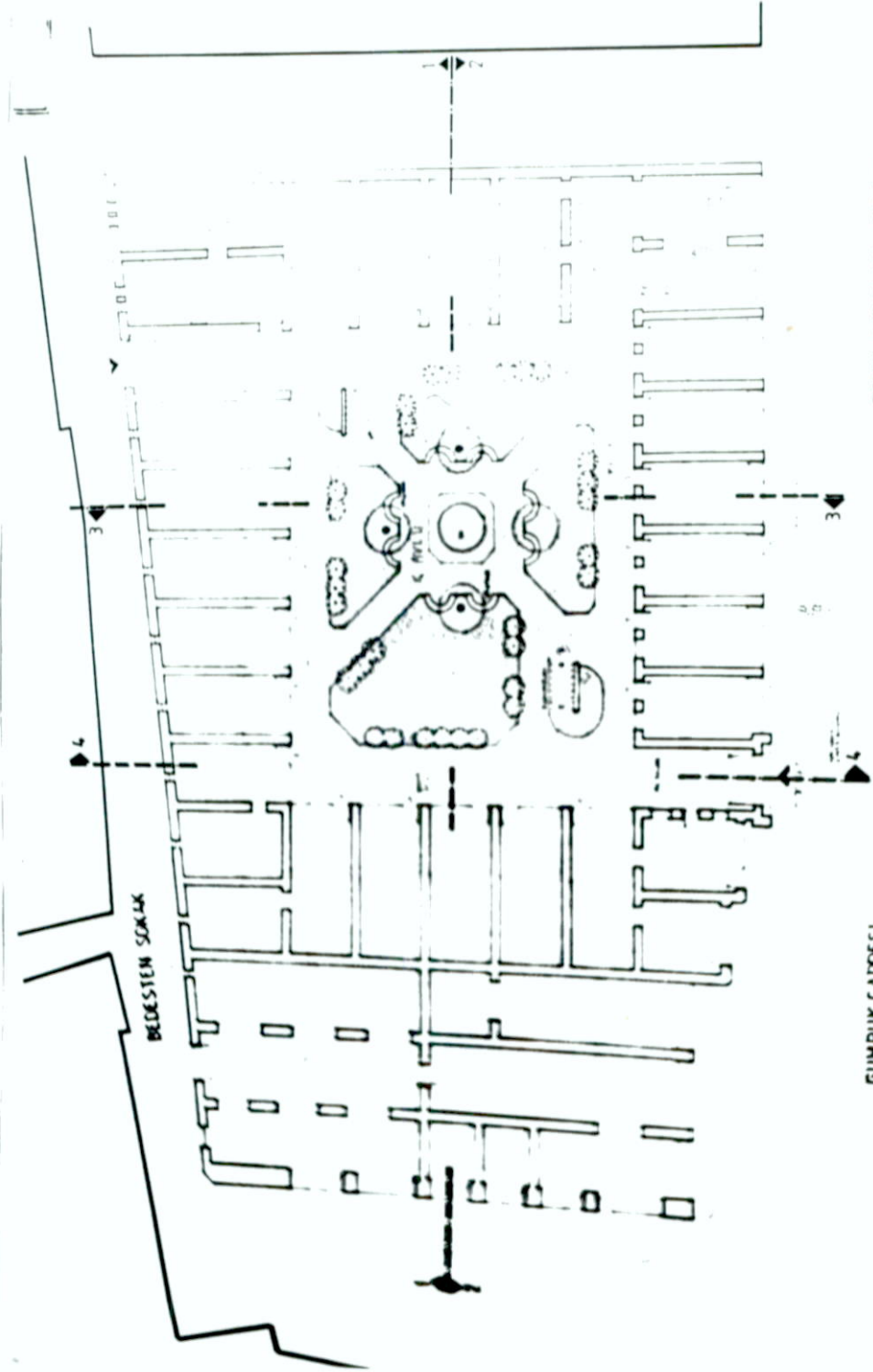
CESME KANUNI KERVANSARAYI  
KONUM PLANI

SEKIL NO



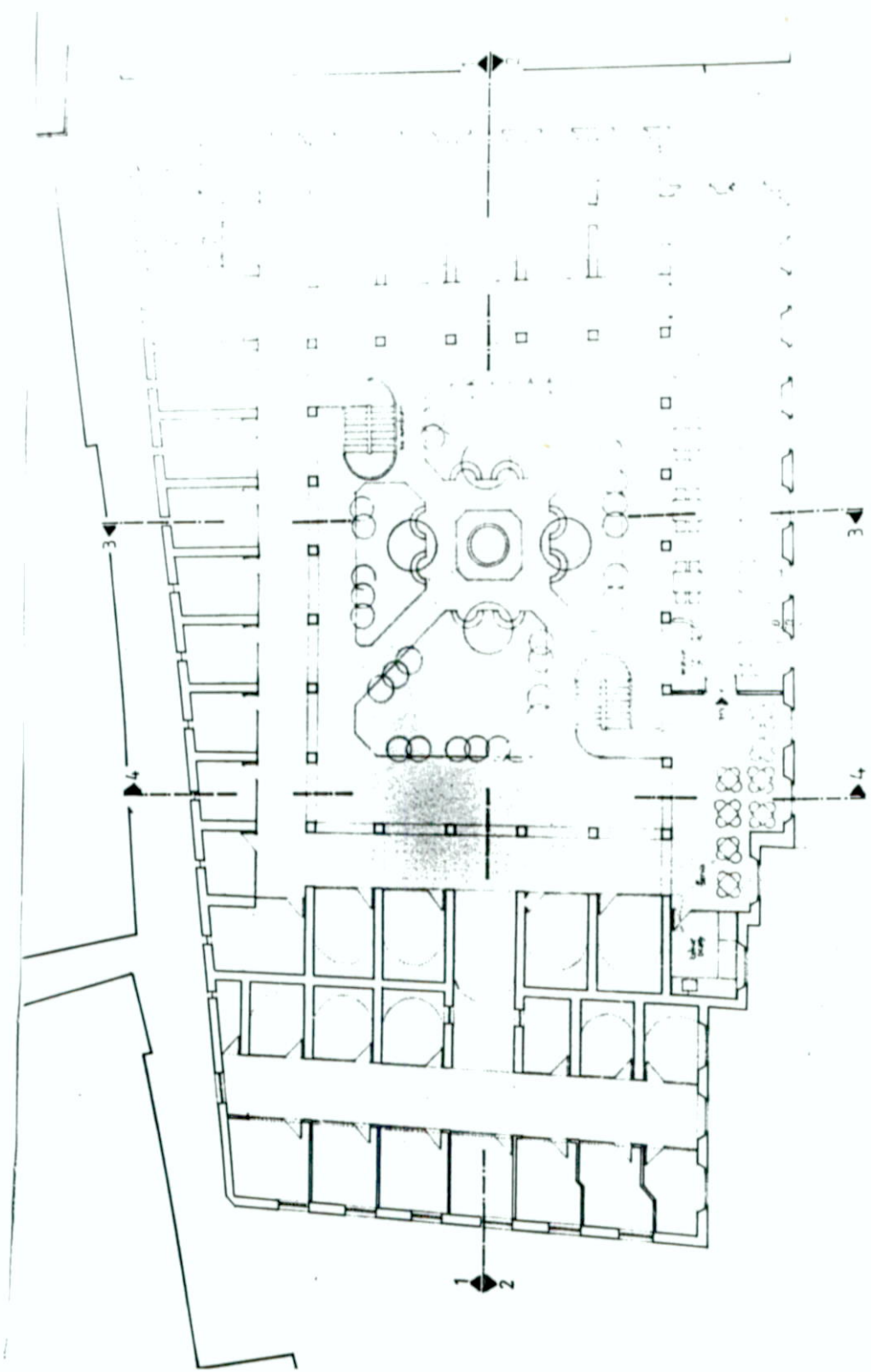
DUVAR ÖRGÜSÜ (TUĞLA+MOLOZ TAŞ)

ŞEKİL NO:

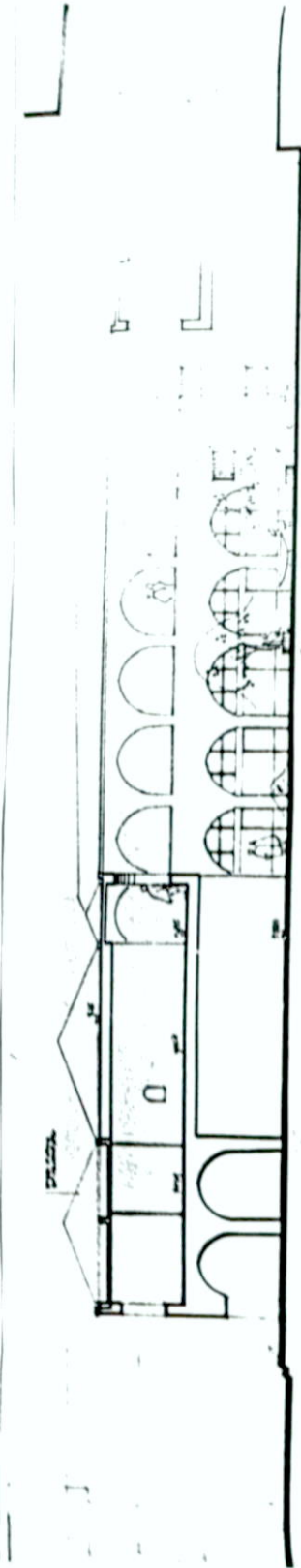


ZEMİN KAT PLANI ( ONARIM )  
1 / 100

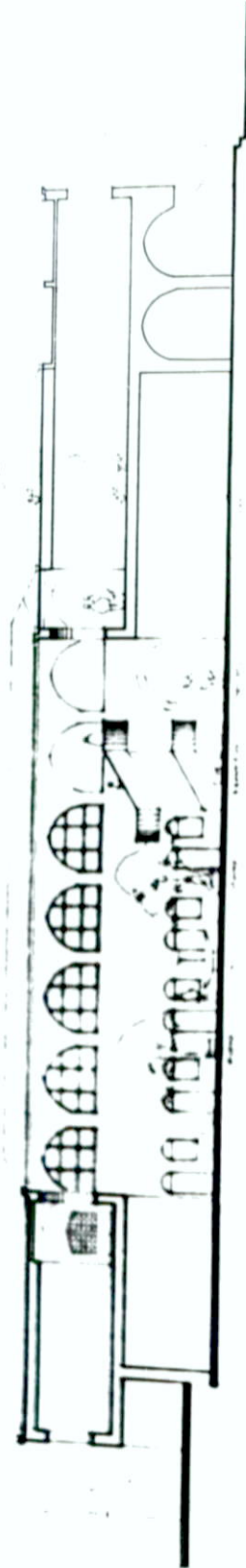
GUMRUK CADESİ



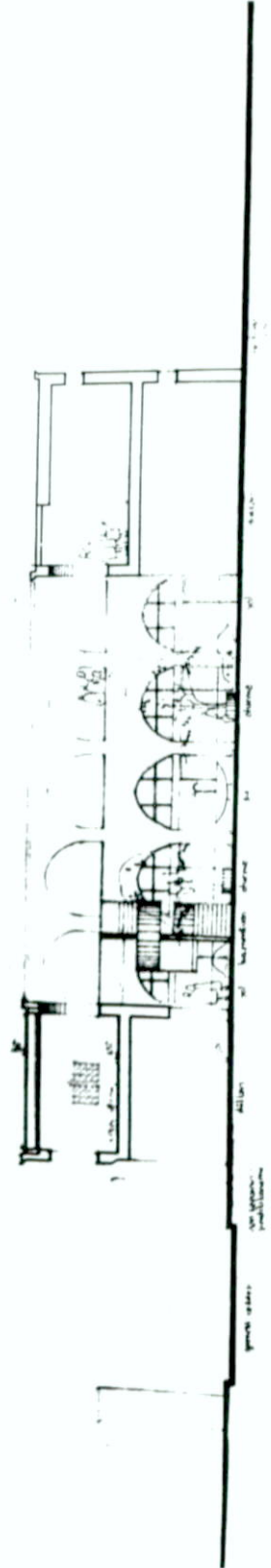
ACCOMMODATION PLAN



1.1 KESİTİ (ONA-İİK)

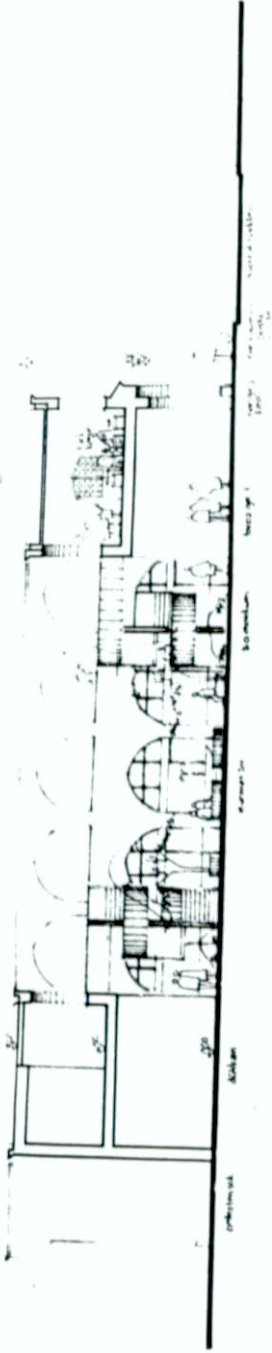


2.2 KESİTİ (ONARIM)

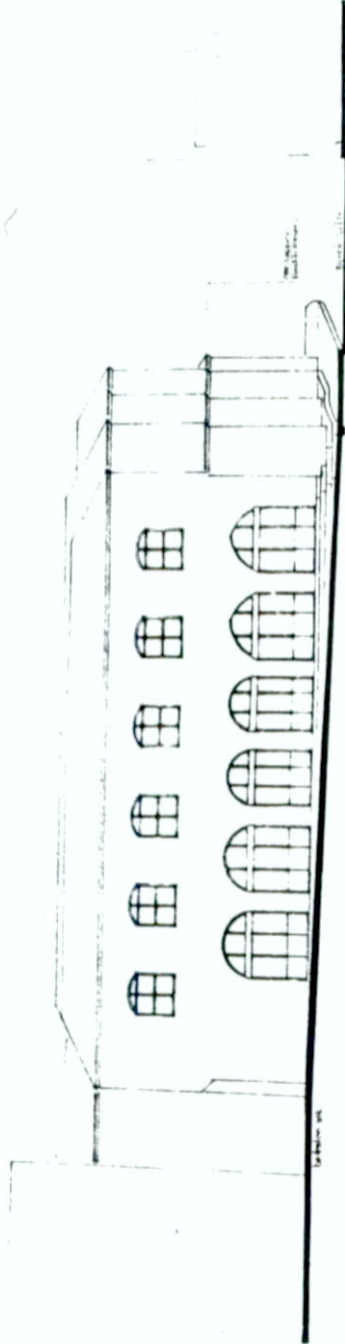


3.3 KESİTİ (ONARIM)

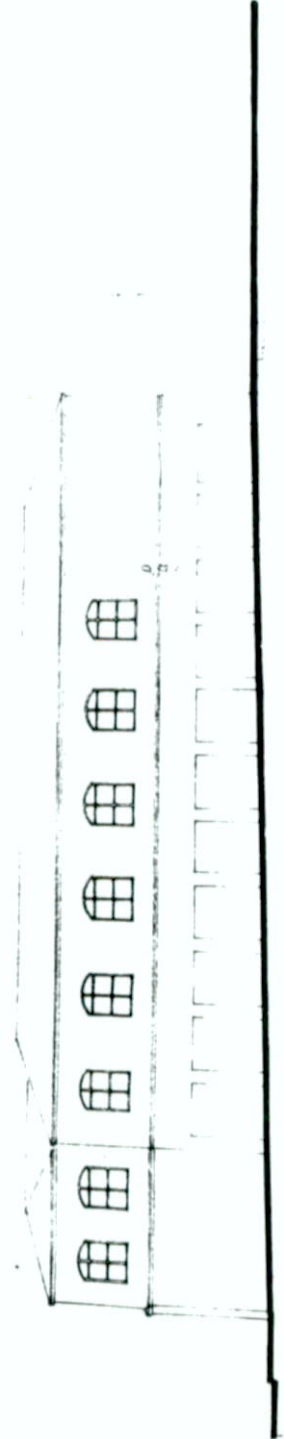




4-4 KESİTİ (ONARIM)  
1/100

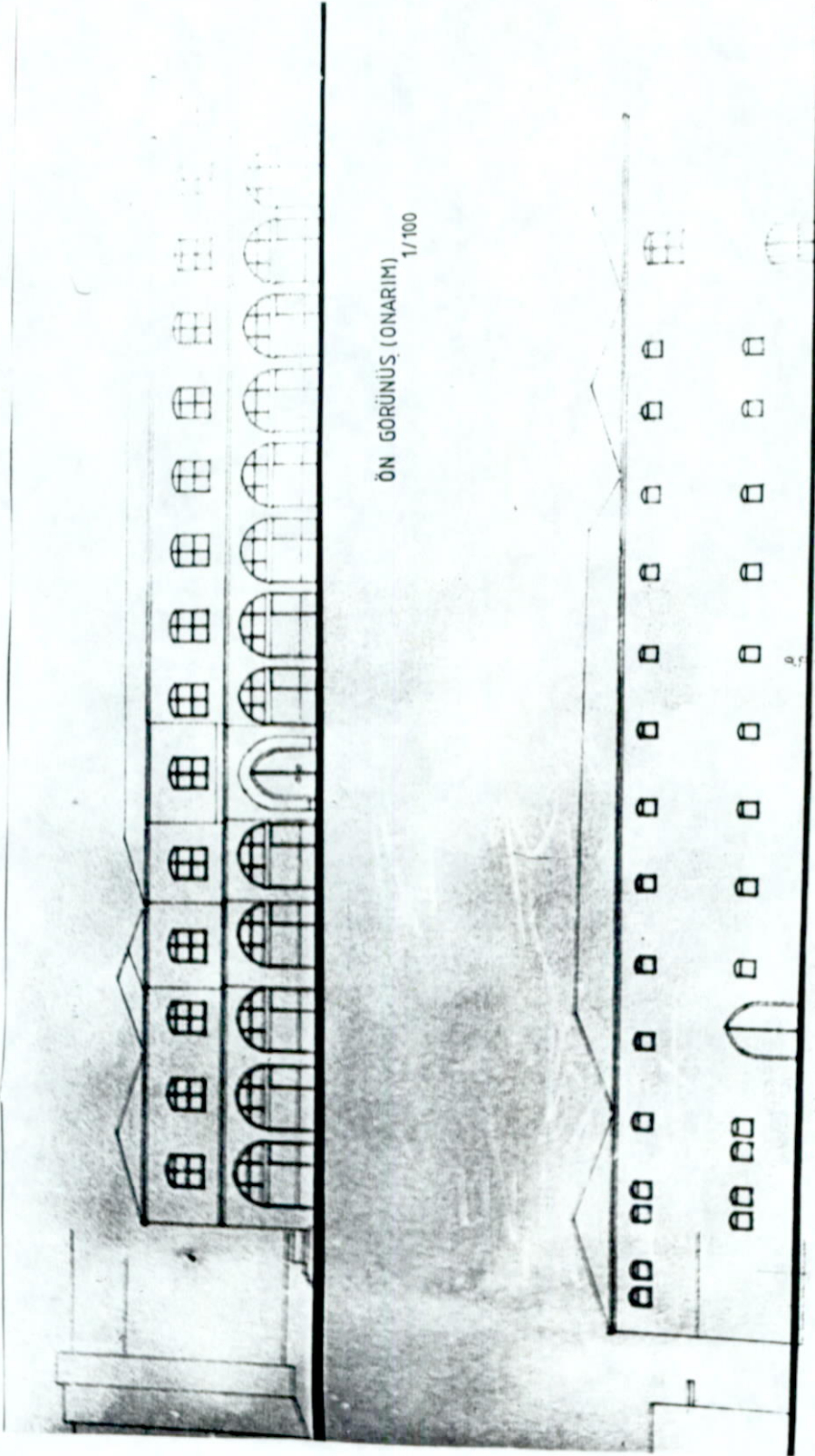


SOL YAN GÖRÜNÜŞ (ONARIM)  
1/100

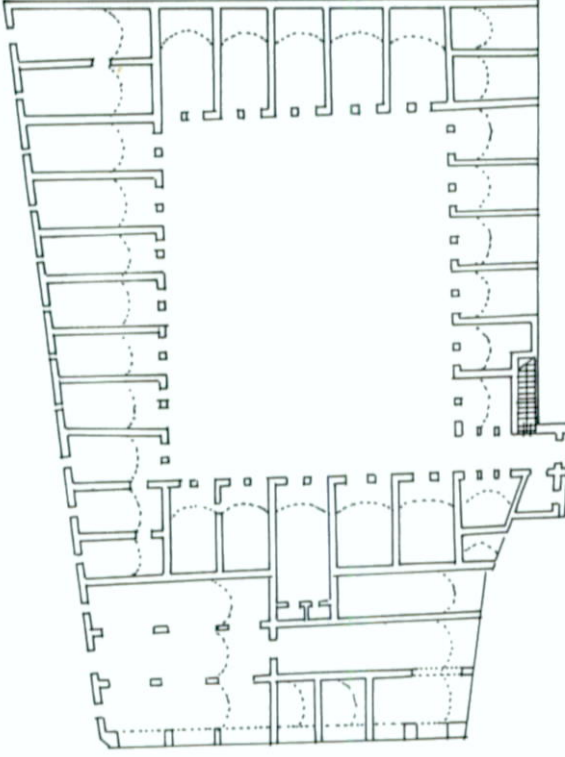


SAG YAN GÖRÜNÜŞ (ONARIM)  
1/100

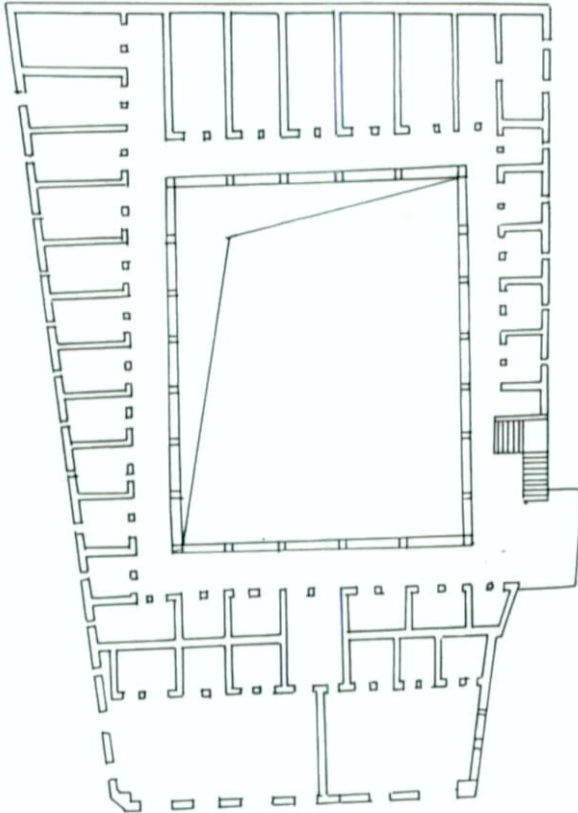
EK.B.5



EK.B.5

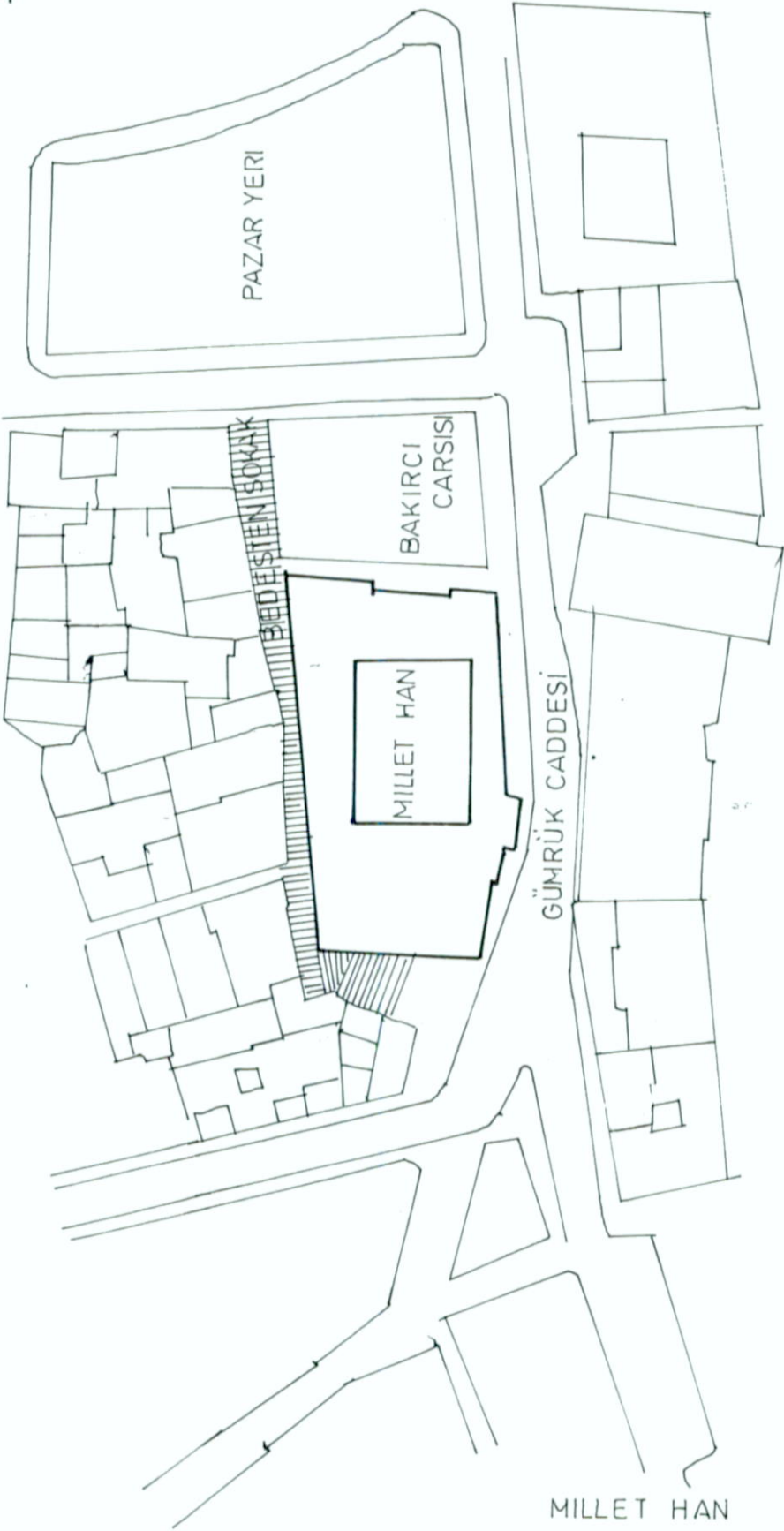
K  
↑

ALT KAT PLANI



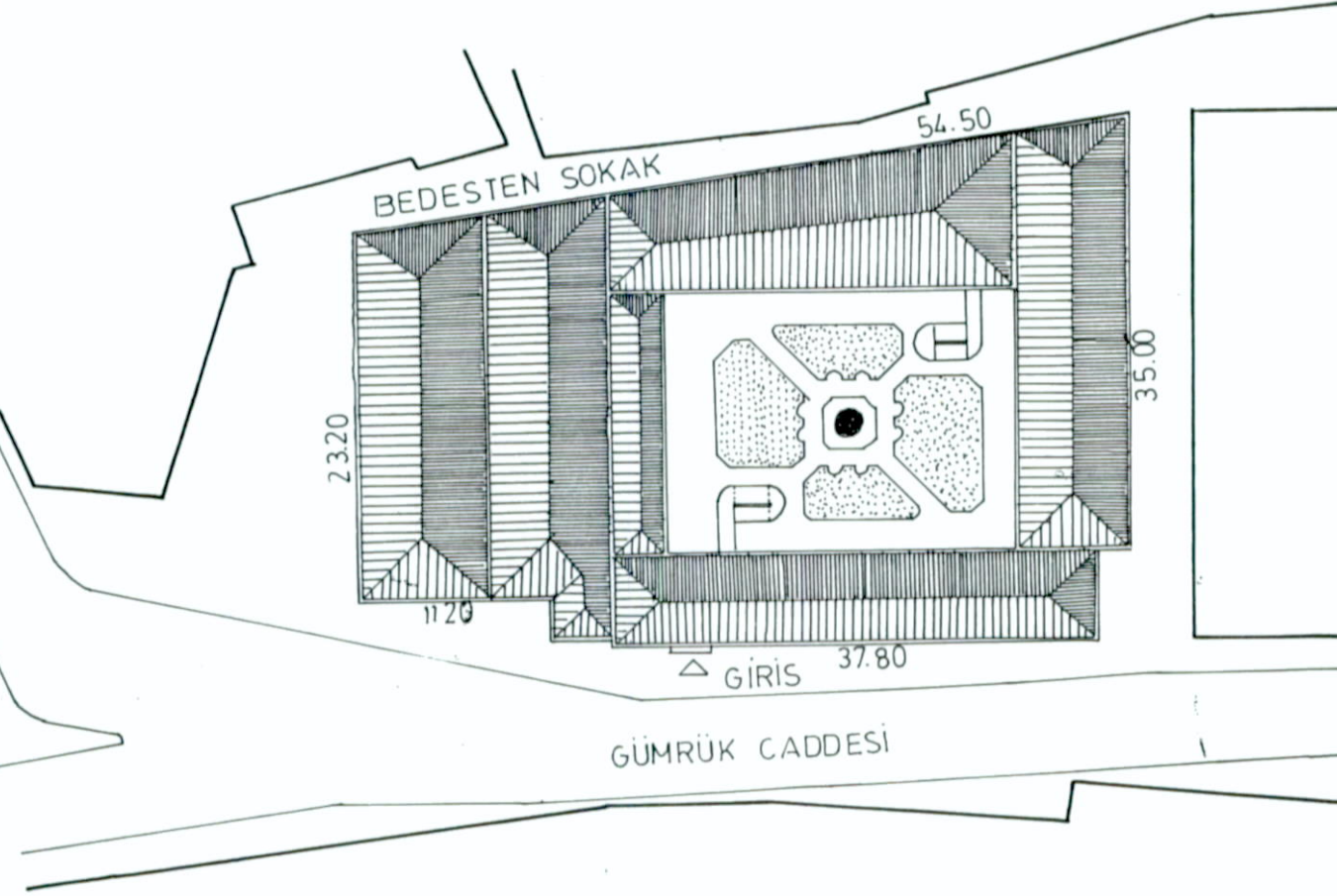
UST KAT PLANI

MİLLET HAN  
SEKİL:NO:





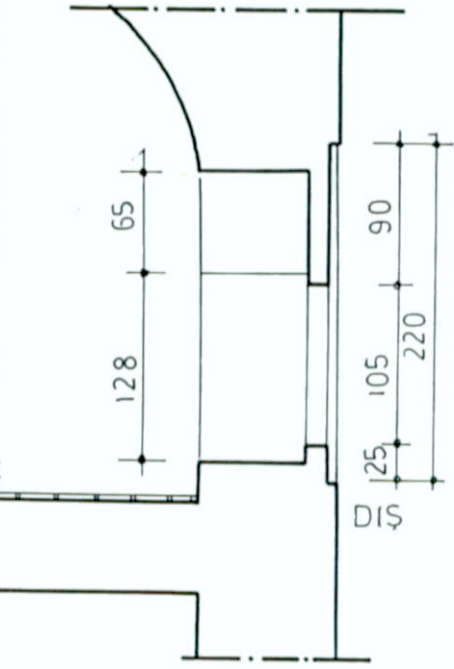
K



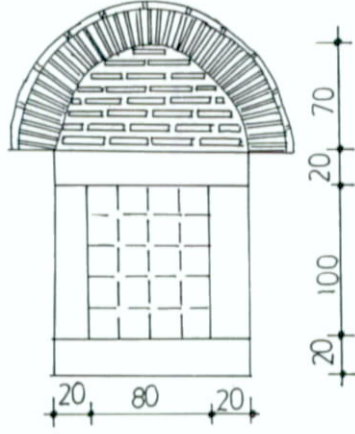
MİLLET HAN

SEKİL NO

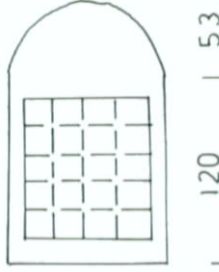
Şekil B.9



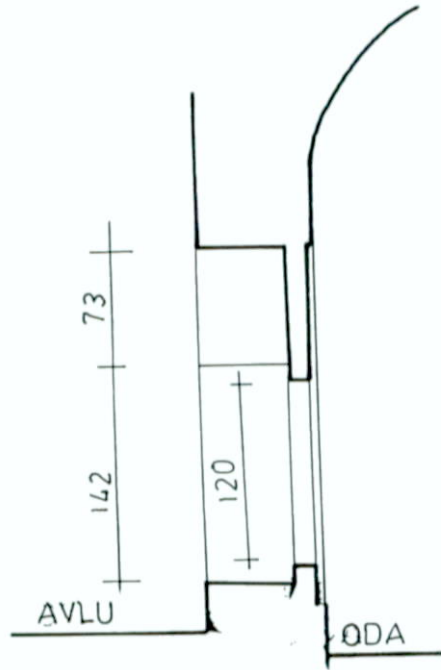
DIŞ PENCERE KESİTİ



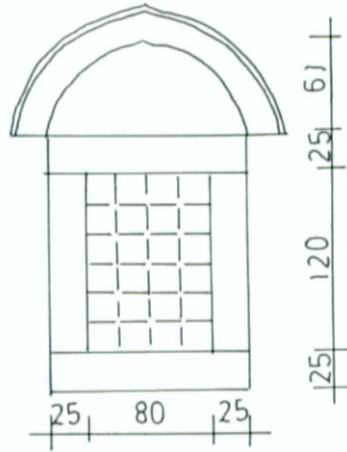
DIŞTAN GÖRÜNÜŞÜ



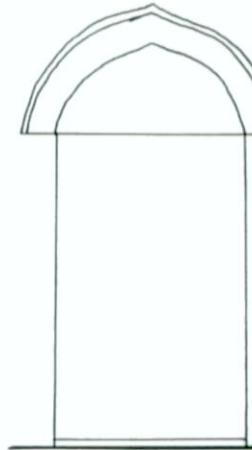
İÇTEN GÖRÜNÜŞÜ



AVLUYA BAKAN PENCERE KESİTİ



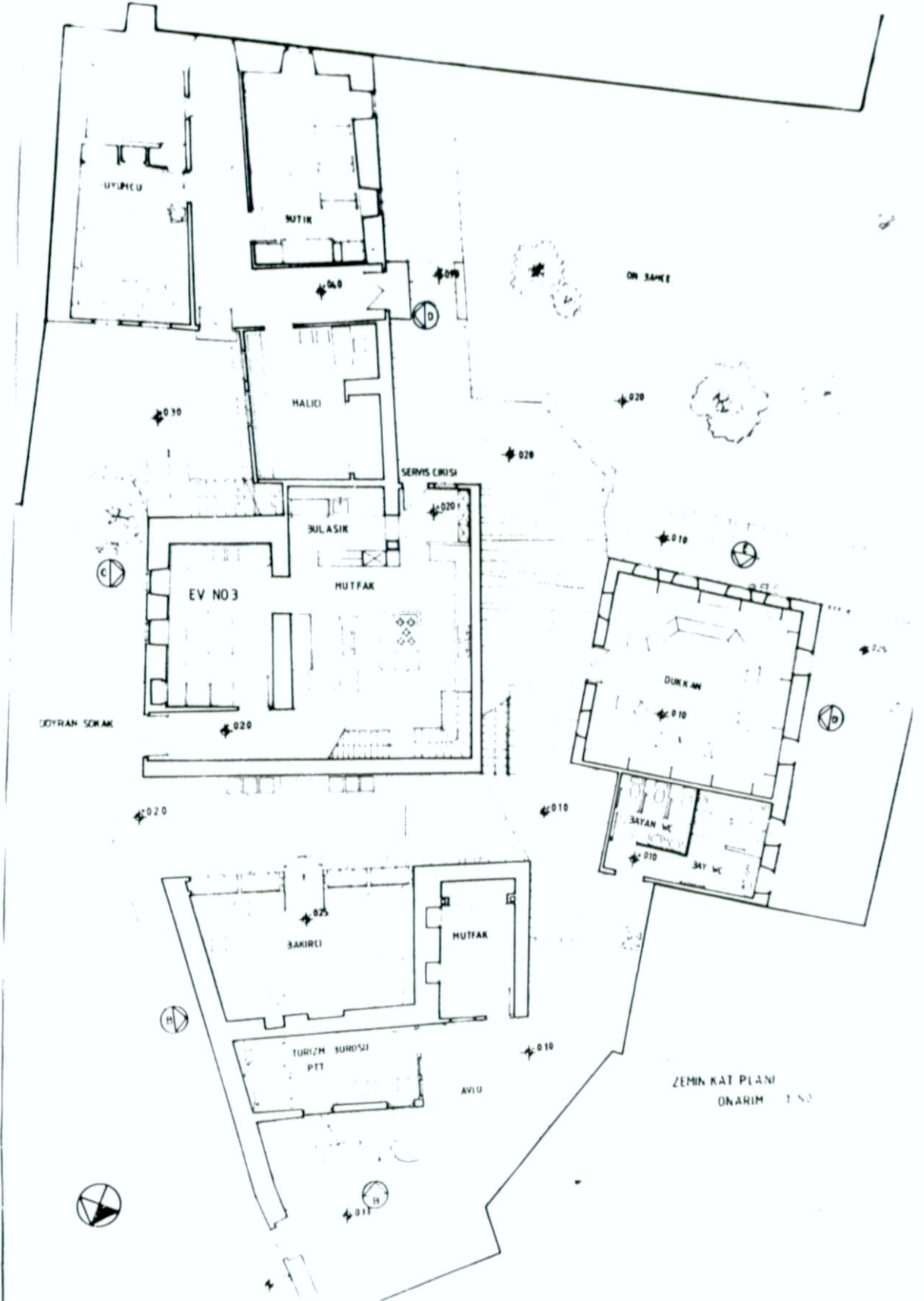
PENCERE

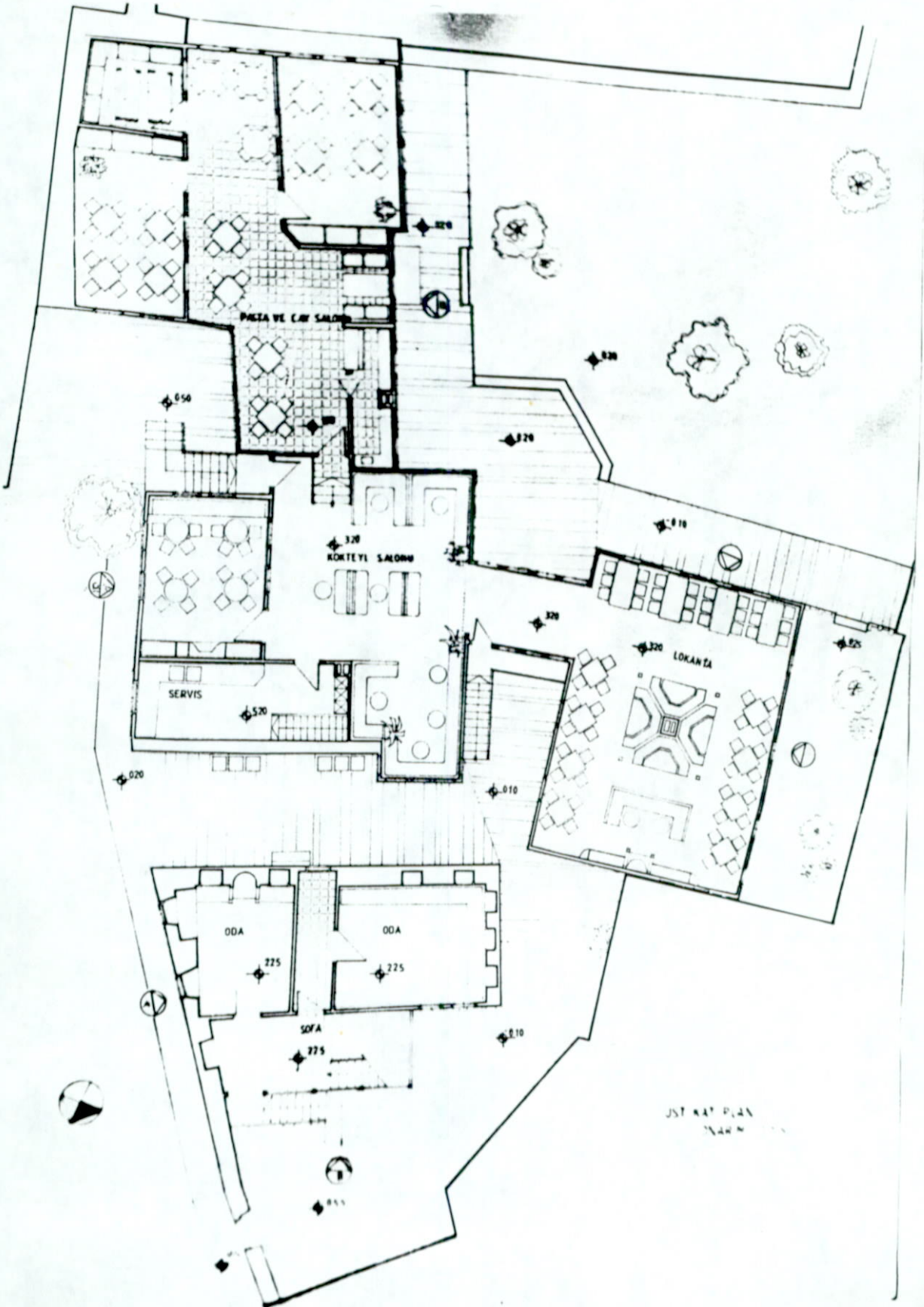


KAPI

ŞEKİL NO

EK.C.1



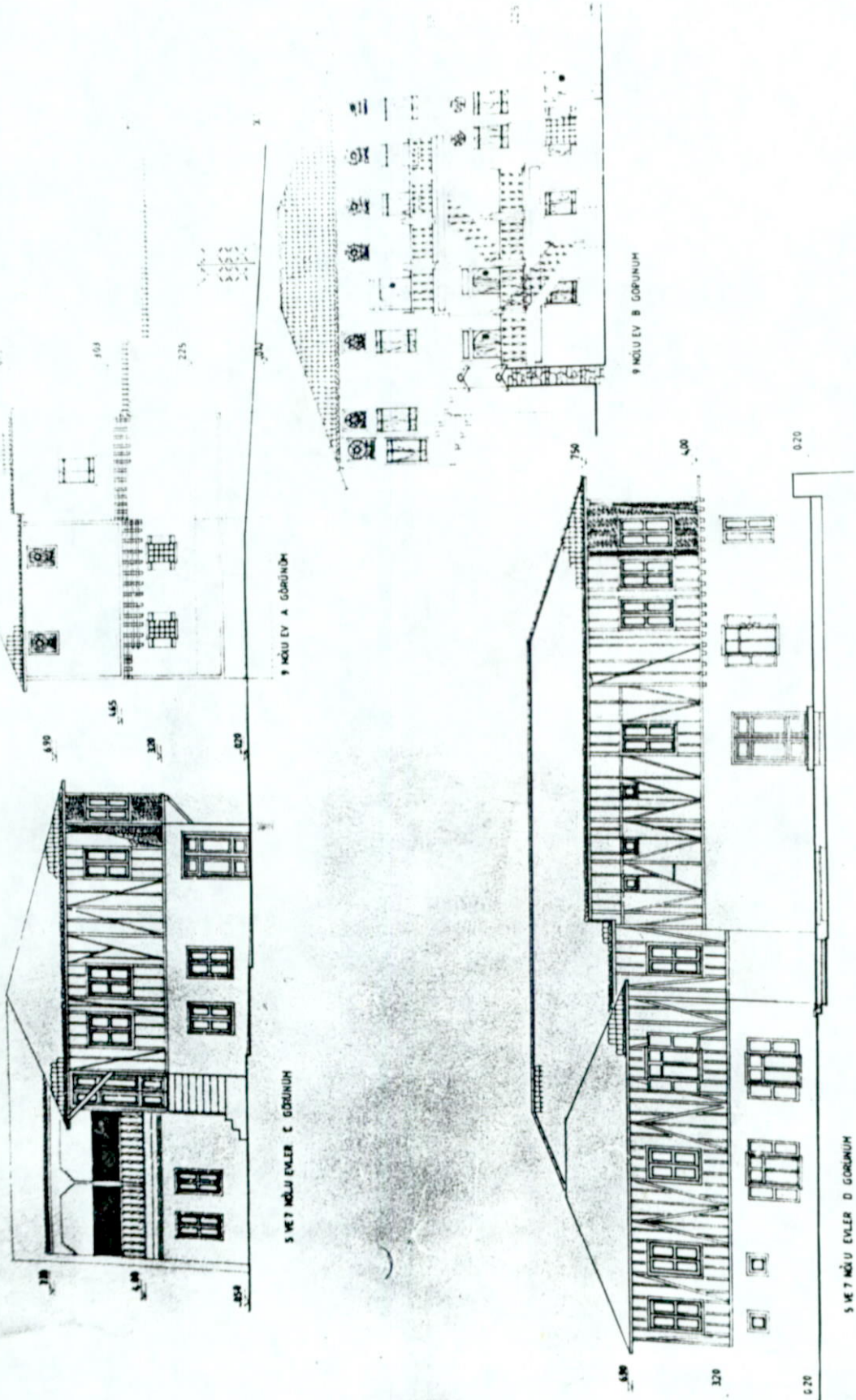


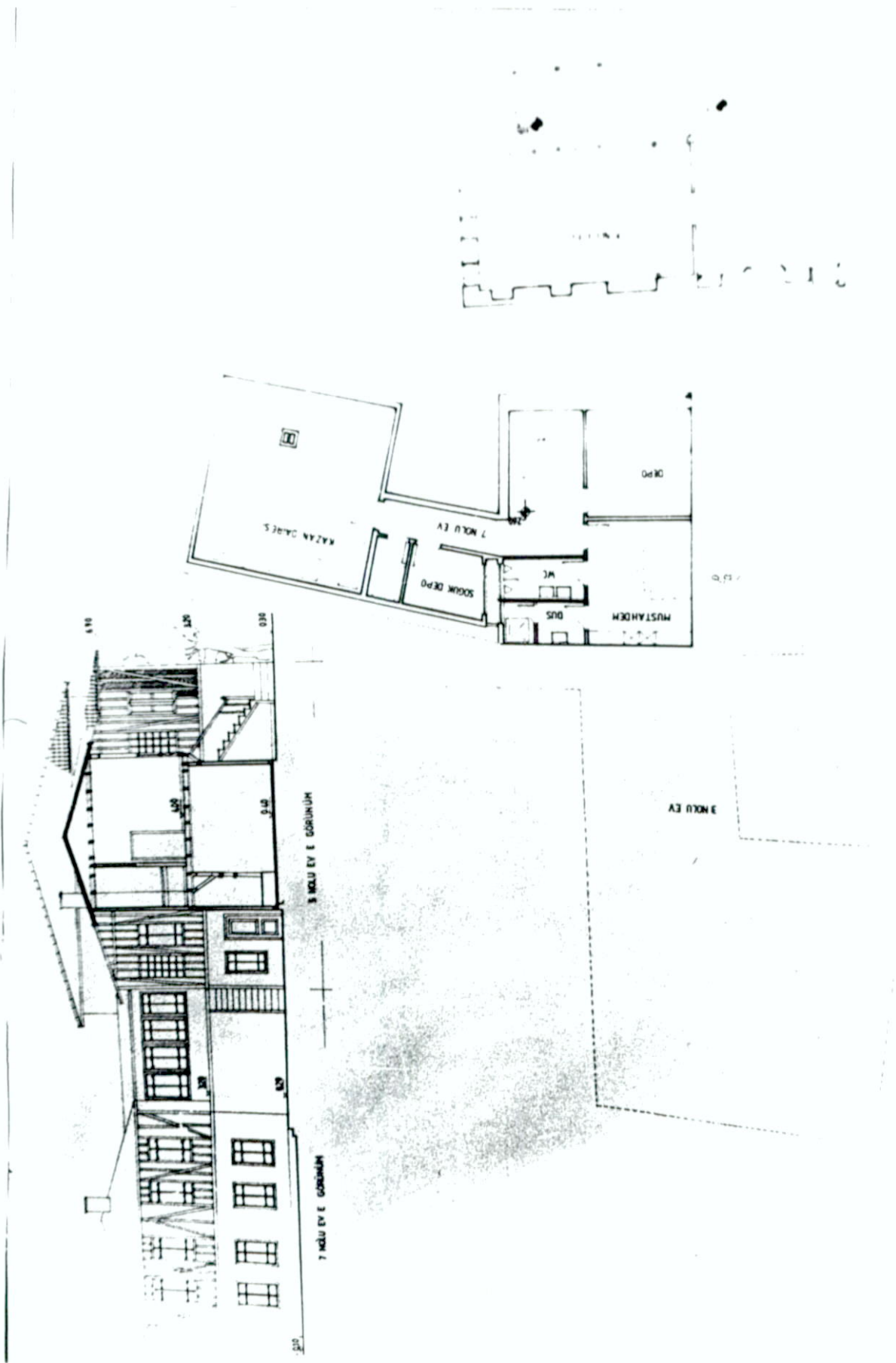
JST KAT PLANI

1/4000

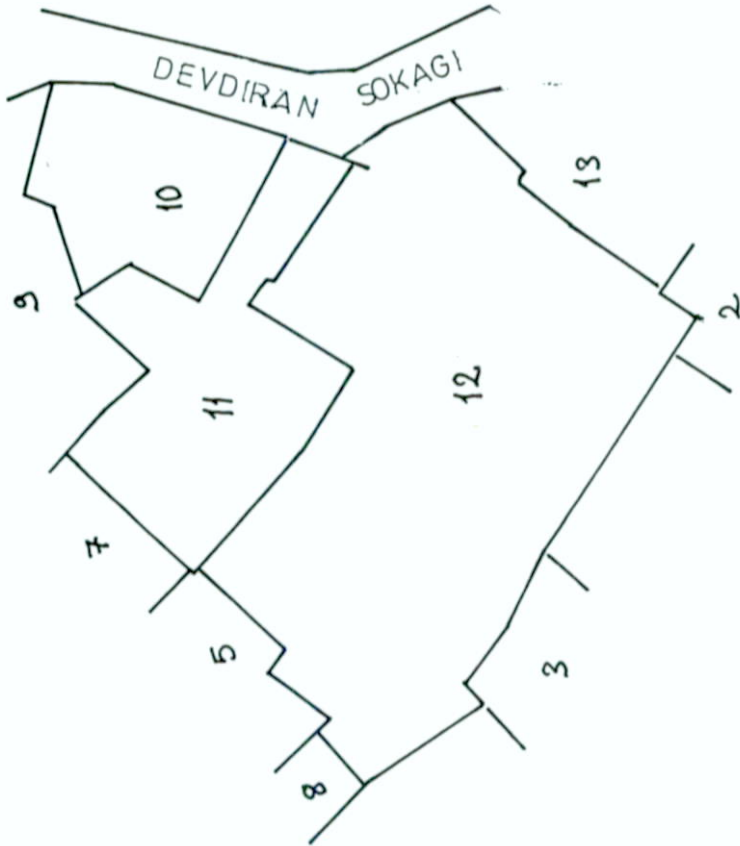


EK.C.3





EK.C.5



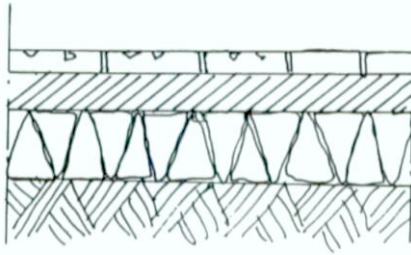
ANKARA KALE İCİ

SEKİL NO:

EK.C.6

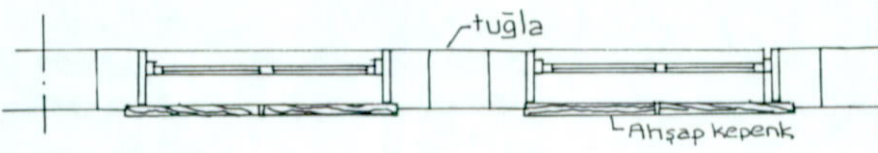
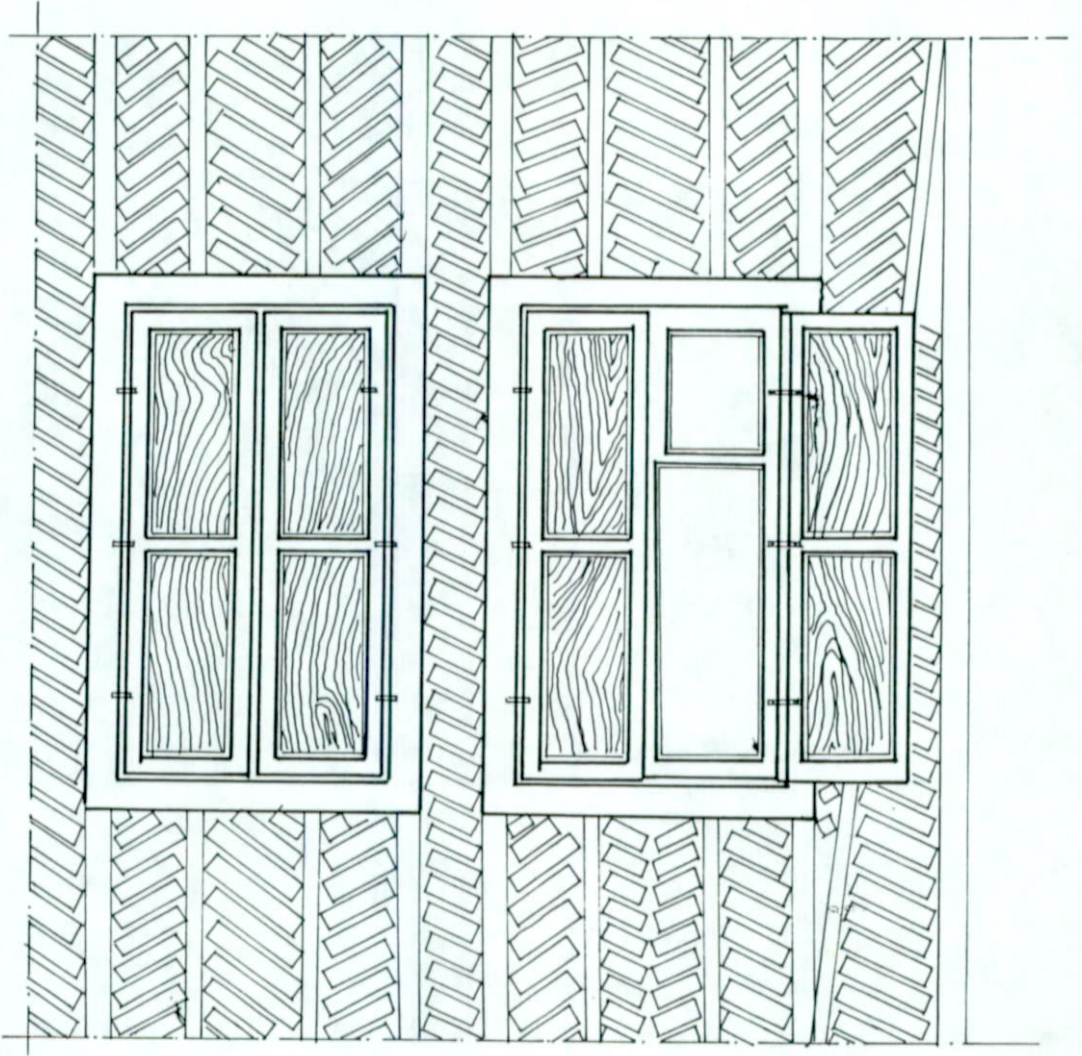


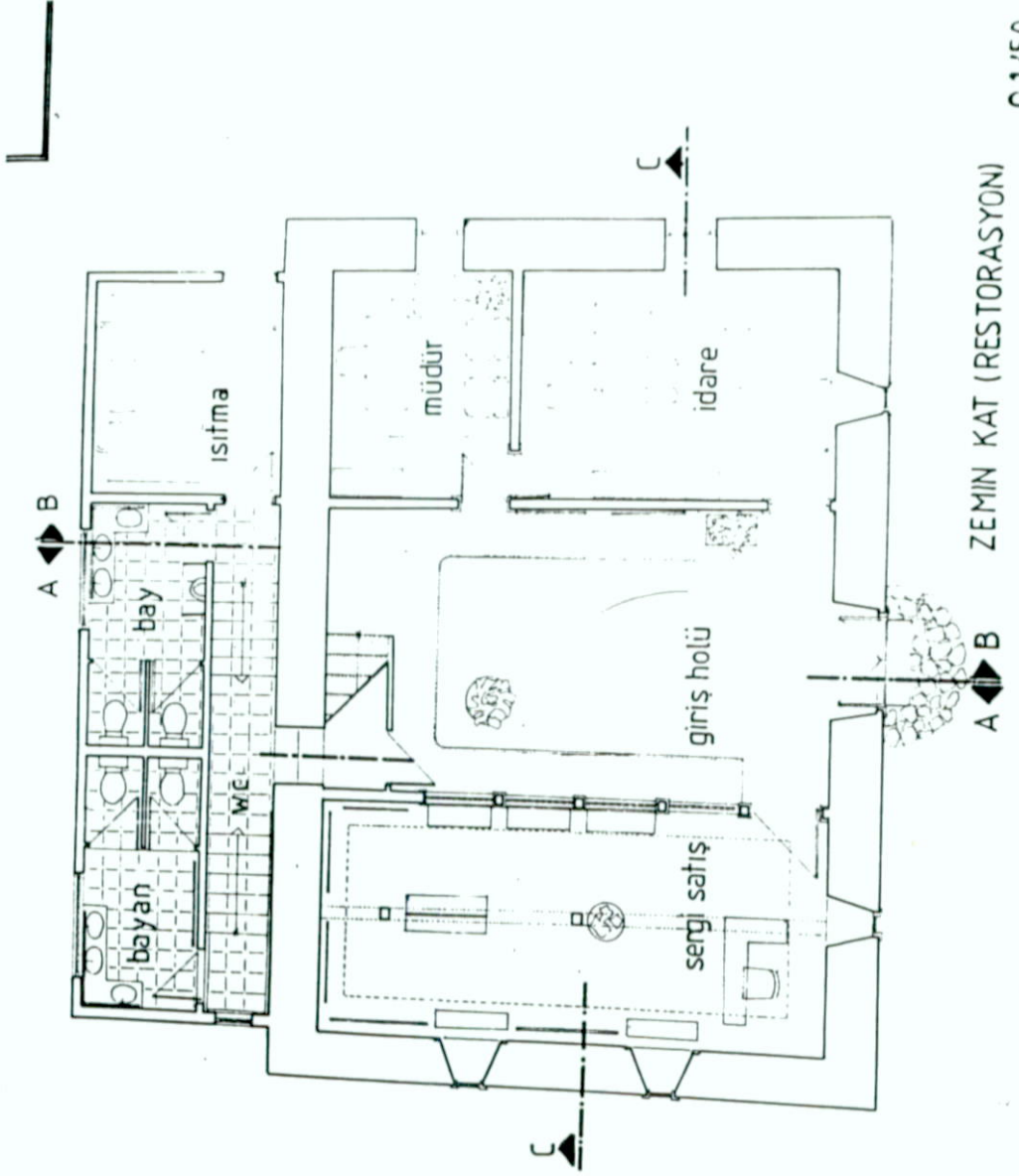
ALT KAT PENCERE

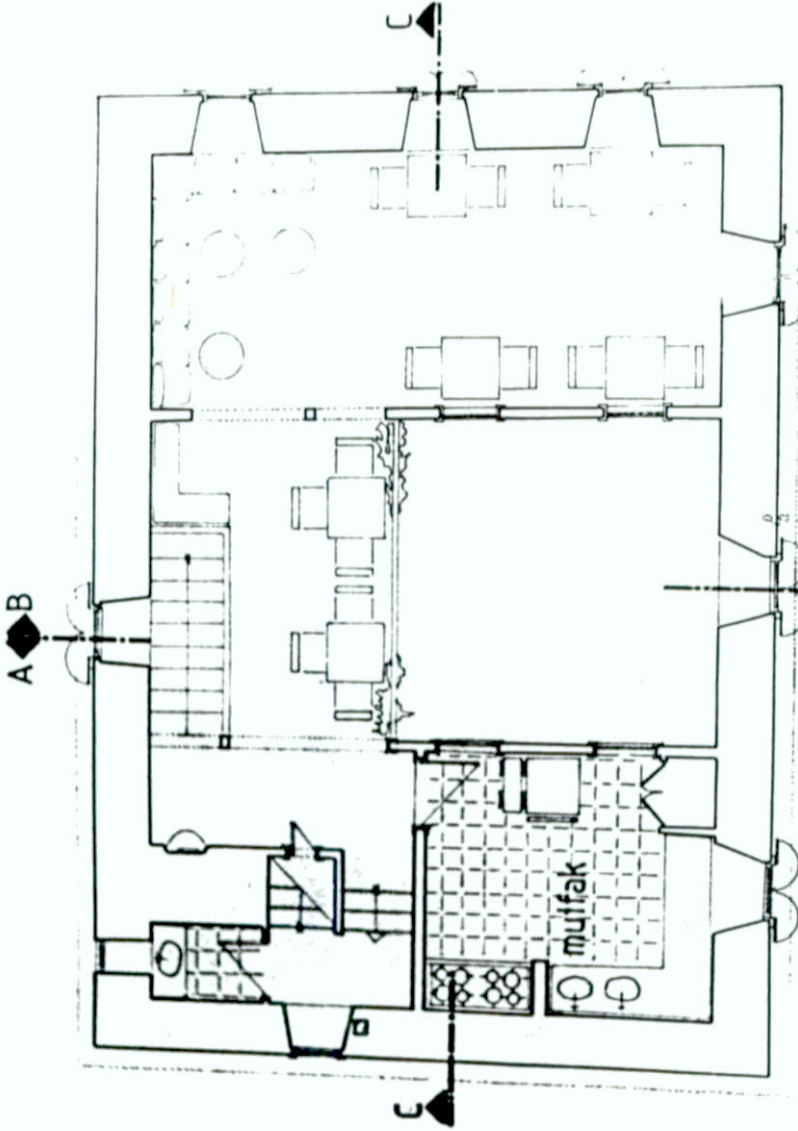


ALT KAT DOSEME

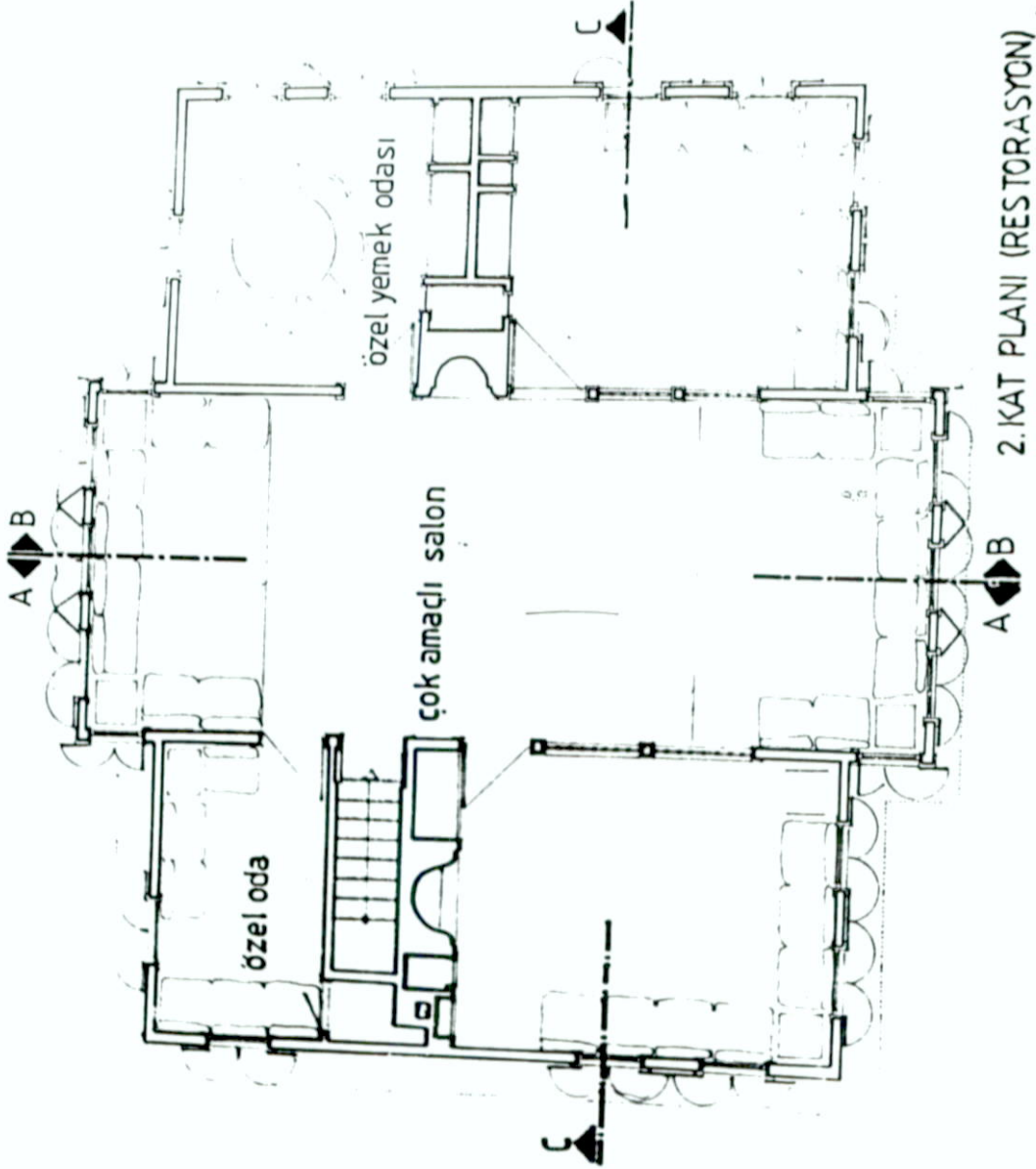
SEKIL NO





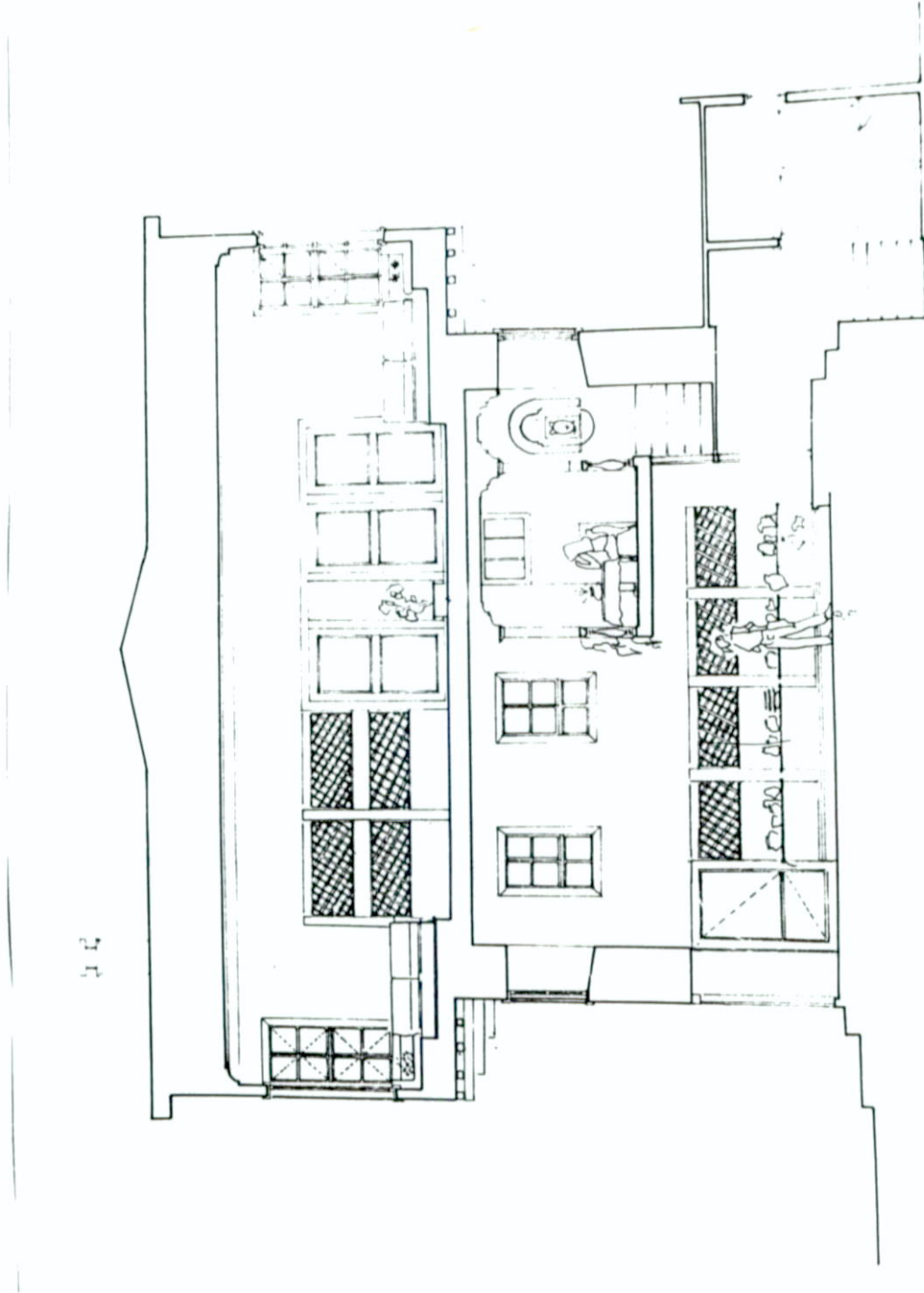


1.KAT PLANI (RESTORASYON) 01/50



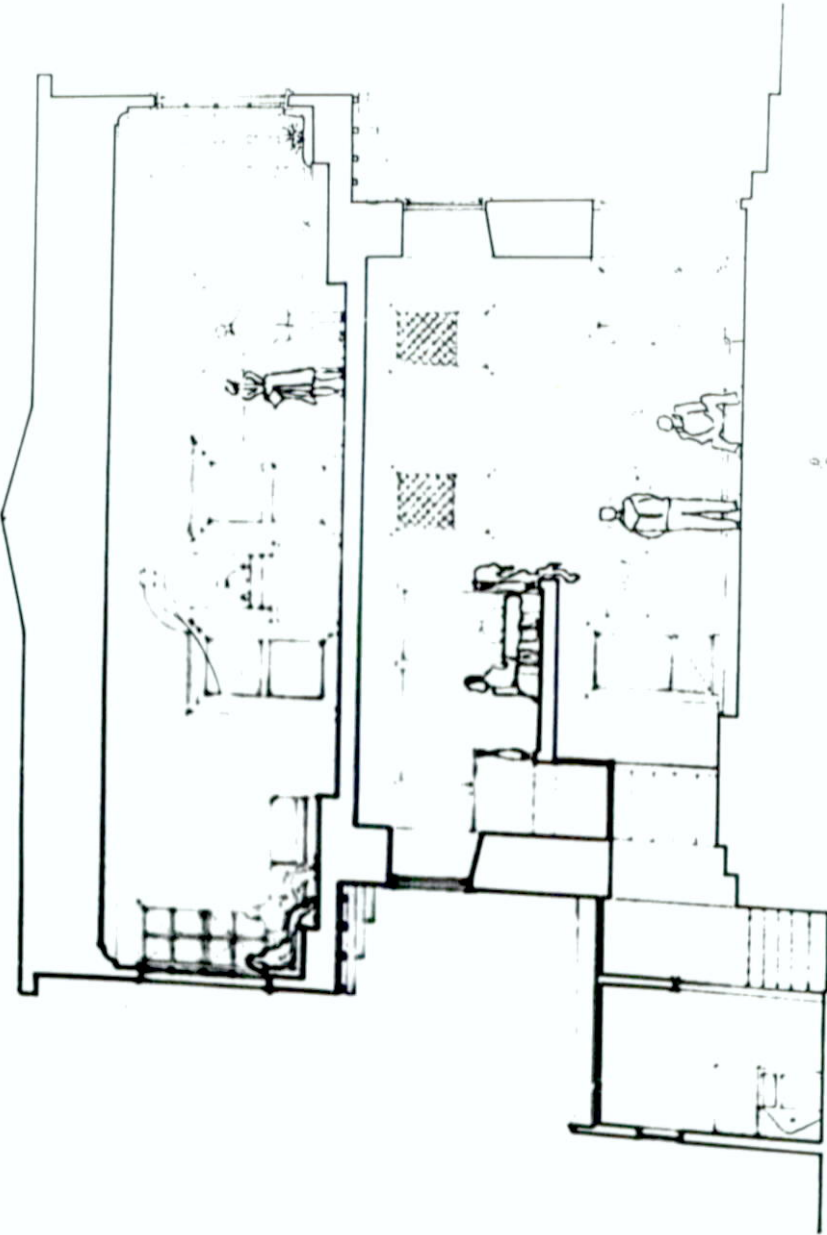
2.KAT PLANI (RESTORASYON) 0:1/50





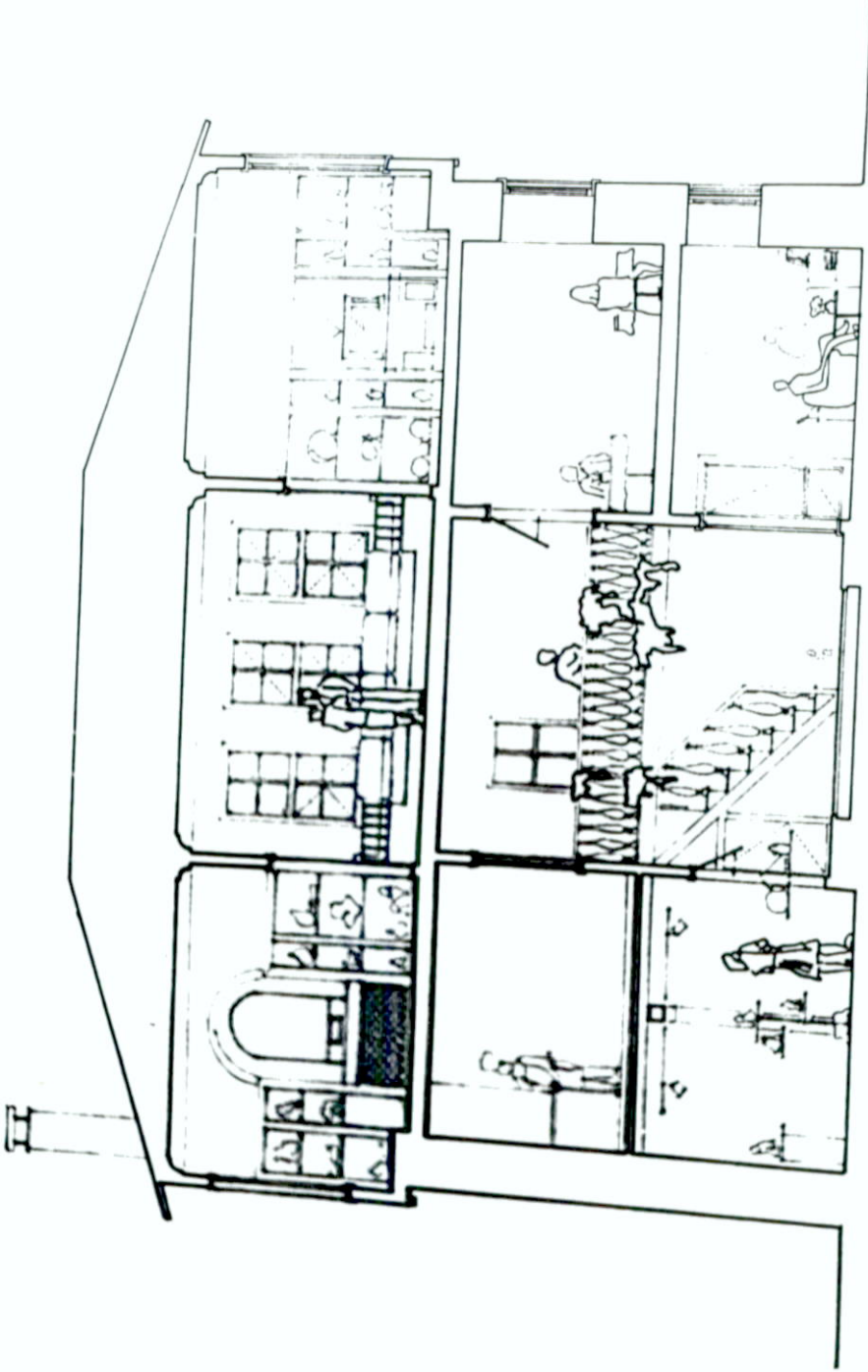
A-A KESİTİ (ONARIM) 0:1/50

EK.D.5



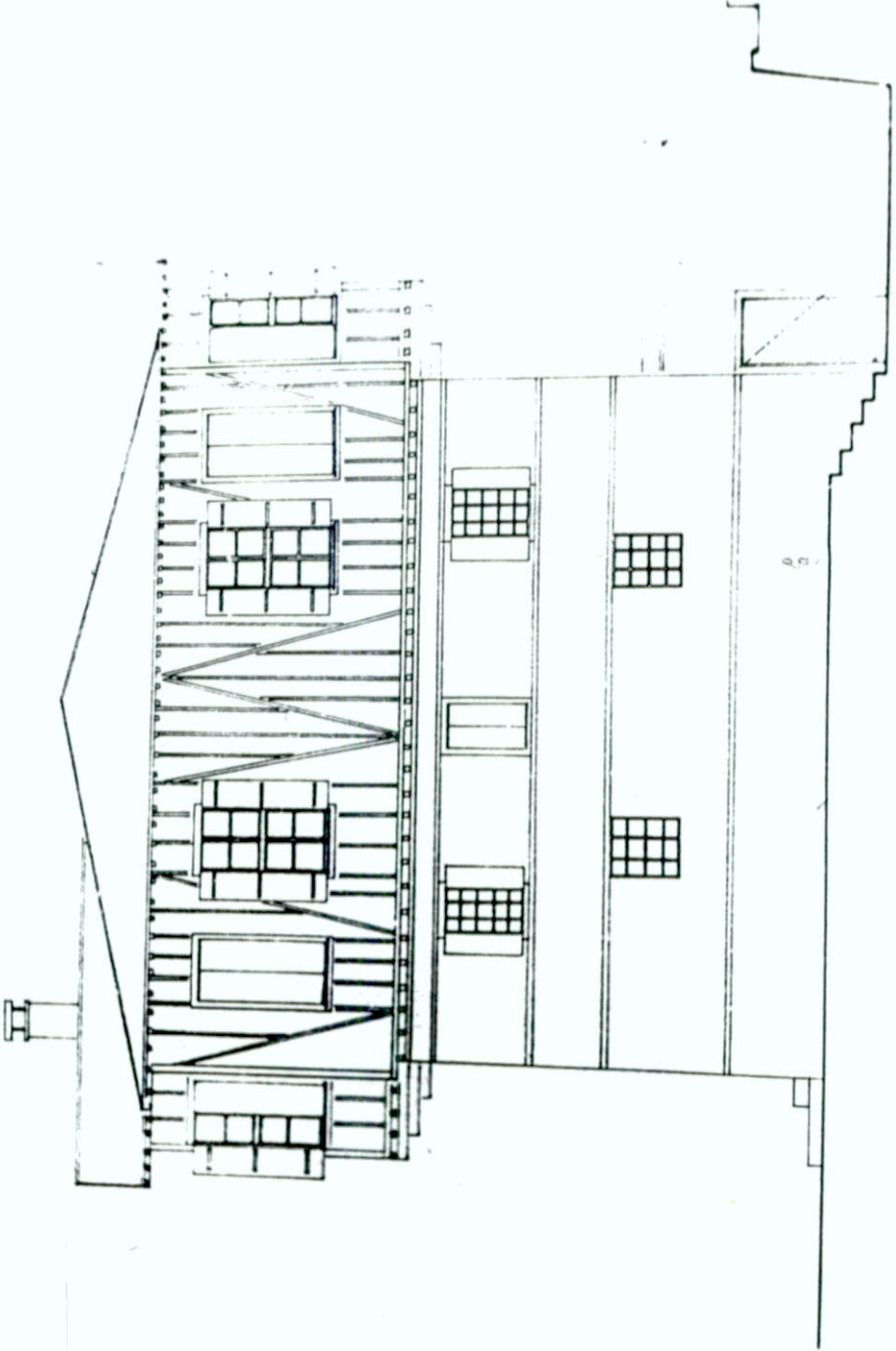
B.B KESİTİ (ONARIM)

0:1/50



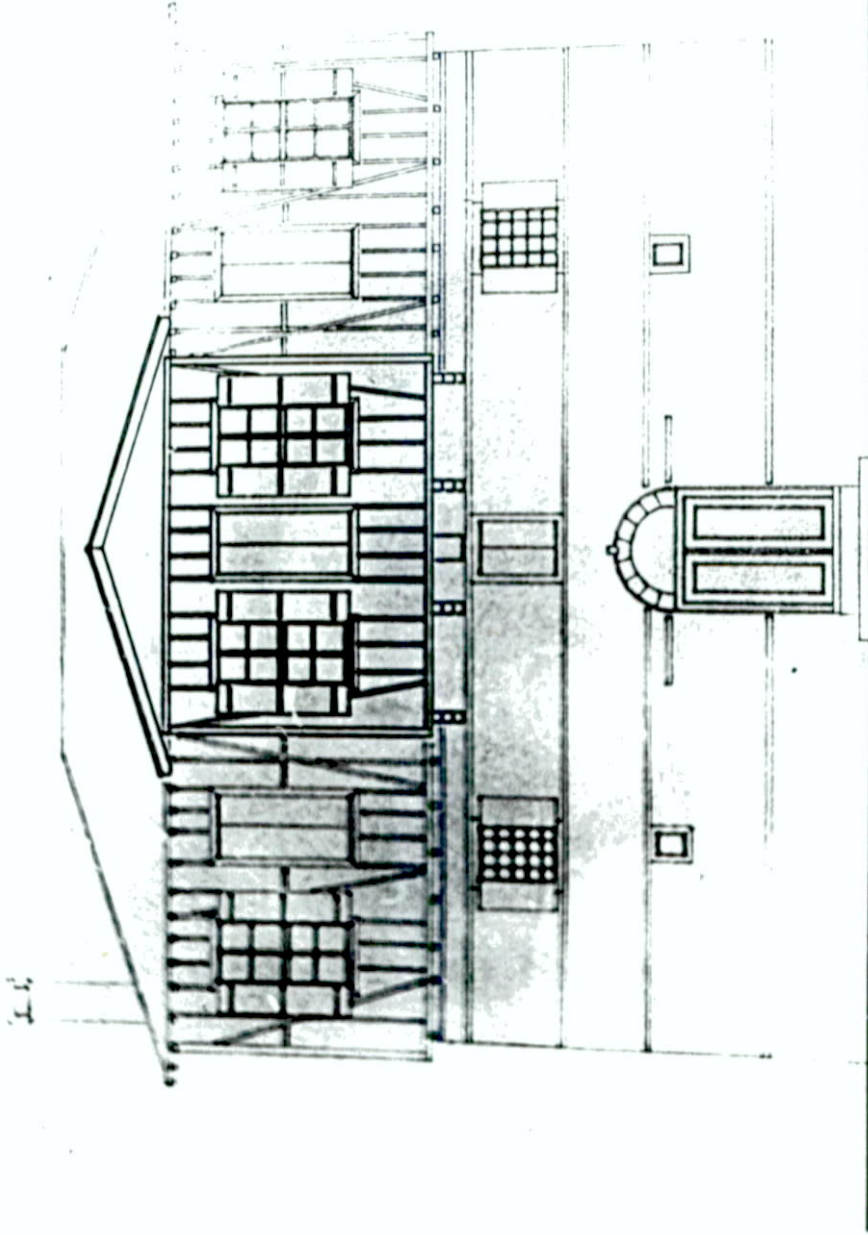
CC KESİTİ (ONARIM) 0:1/50

EK.D.7



YAN GÖRÜNÜS (ONANIRIM)

0 1/50



GİRİS (ONARIM) 0:1/50



TARİHİ BAĞ EĞİ

SEKİL NO

CAYHANE SOKAK

OİOPARK

BAĞ EVİ

KARLI SOKAK

KOROĞLU SOKAK

7

6

9

12

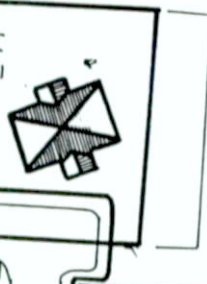
13

10

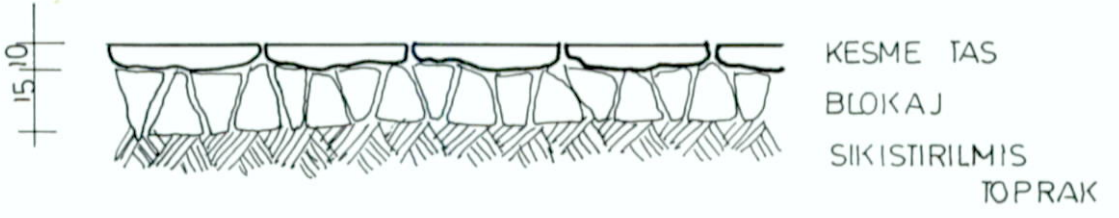
11

12

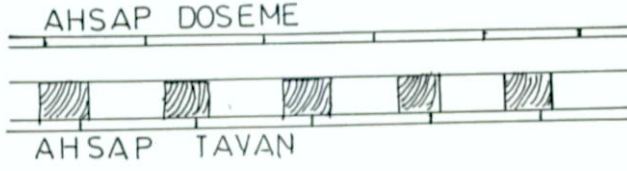
13



EK.D.10

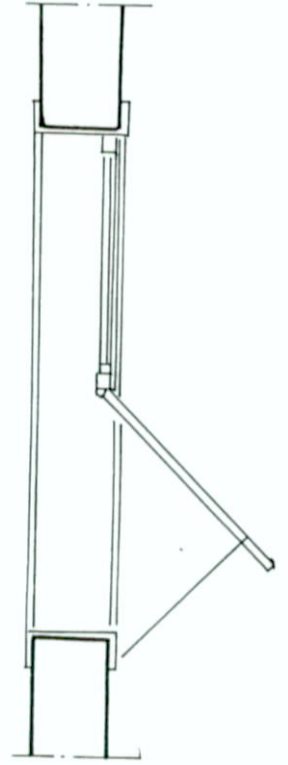
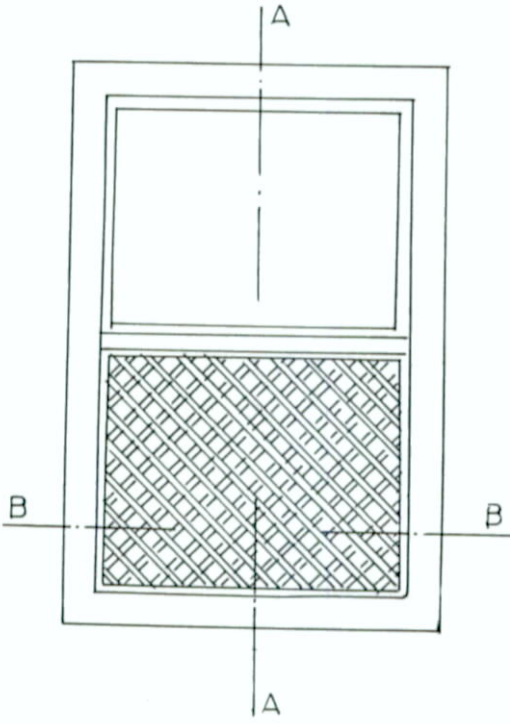


ZEMIN KAT DÖSEMESİ

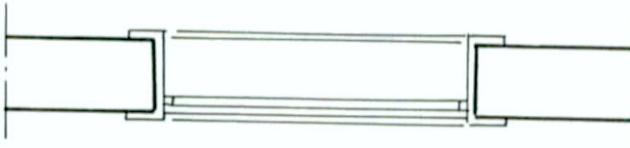


ÜST KAT DOSEMESİ

SEKIL NO



AA KESİTİ



BB KESİTİ

KAFESLİ PENCERE DETAYI



## KAYNAKÇA

1. Szokolay, S.V., Environmental Science Handbook, Lancaster The Construction Press, 1980.
2. Sabuncu, H.Hilmi, Türkiyede Değişik Endüstri Kollarında Gürültü Problemleri, İstanbul Tıp Fakültesi Basımevi, İstanbul, 1979.
3. Özer, Mustafa, Yapı Akustiği Ve Ses Yalıtımı, Çetin Ofset, İstanbul, 1979.
4. Başaran, İ.Eren, Ses Frekans Tekniği, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1981.
5. T.S.E?2673, Havadaki Akustiksel Gürültülerin Ölçülmesi Ve İnsan Üzerindeki Etkilerin Değerlendirilmesine İlişkin Kılavuz, Ankara, 1979.
6. Bell, A.Noise, An Occupational Hazard And Public Nuisance WHO Public Health Papers No:30, Geneva, 1966
7. ISO:Assesment Of Noise With Respect To Community Response, ISO Recommendation, R1996, Switzerland, 1971.
8. Ljunggren, S., A Design Guide For Noise Road Traffic, National Swedish Building Research, Stockholm, 1973.
9. Control B.16, Department Of Building Science Faculty Of Architectur Studies University Of Shelfield, Shelfield. 1974.
10. Canelli, G.B., Santobani, S., Direct Measurement Of Noise Nursance By The New Index LDI, Applied Acoustic, V.7, N, 1974
11. Longdon F.J. And Griffits, I.D?; Subjektive Response To Road Traffic Noise, BRE Current Paper, 1968
12. Altuğ, H., Endüstride Gürültü Problemi, İ.Ü.Cerrah Paşa Tıp Fakültesi K.B.B. Kliniği Yıllığı, İstanbul, 1971.
13. Karatay, S., Kulak-Burun-Boğaz Hastalıkları, Çeltüt Matbaacılık Kol., İstanbul, 1974.

14. Atherley, G.R., Noble, W.G., Sugden, D.B., Foundry Noise And Hearing In Foundrymen, Ann Occupity, 1967.
15. Gallo, R., Glorig, A., Permanant Threshold Shift Chonges Produced By Noise Exposure And Aging, Am Ind Hyg Assoc, 1969
16. Burns, W., Noise And Man, John Murray, London, 1968.
17. Umumi Hifzısıhha Kanunu, Kanun No:1923 Ankara, Resmi Gazete 24 Nisan 1930.
18. Medeni Kanun, Ankara:Resmi Gazete, 1926.
19. Türk Ceza Kanunu:Ankara Resmi Gazete.
20. Çevre Kanunu, Ankara:Resmi Gazete, 11 Ağustos 1983.
21. İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Yönetmenliği, Ankara:Resmi Gazete, 11 Ocak 1974.
22. Özdeniz, M., Olgun, S., Çevre Gürültüsü Ve Yasalarımız, Çevre 1986 Simpozyumu, İnönü üniversitesi Çevre Araştırmaları Birimi Yayınları, Malatya, 1986.