

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

mm/95

**TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI,
C BLOKUNA AİT ÇOK MAKSATLI SALONUN
HACİM AKUSTİĞİ PROJESİ RAPORU**

**YÜKSEK LİSANS BİTİRME PROJESİ
MİMAR LEYLA DOKUZER**

İstanbul - 1985

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 151
Alındığı Yer : Fen Bil Ens. 107
Tarih : 2.10.1986
Fatura : ----
Fiatı : 1500 TL.
Ayniyat No : 1/4
Kayıt No : 44383
UDC :
Ek :

+



X COMP.
YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI,
C BLOKUNA AİT ÇOK MAKSATLI SALONUN
HACİM AKUSTİĞİ PROJESİ RAPORU

YÜKSEK LİSANS BİTİRME PROJESİ
MİMAR LEYLA DOKUZER



İSTANBUL - 1985

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
I. GİRİŞ	1
I.1. Mekanın Kullanım Amacının Belirlenmesi	1
I.2. Optimum, Minimum ve Maksimum Yansım Sürelerinin Saptanması	2
I.3. Temel Veriler ve Kabuller	2
I.3.1. Temel Veriler	2
I.3.2. Kabuller	3
II. GEOMETRİK HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN SALONUN İNCELENMESİ	4
II.1. Yansım Süresi Hesapları İçin Kullanılacak Formülün Saptanması	4
II.2. Eyring Formülü İle Yansım Süresinin Hesaplanması	4
II.3. Hesap Sonuçları ve Seçilen Formülün Doğruluğunu Sağlayacak Önlemler	11
II.3.1. Hesap Sonuçları	11
II.3.2. Seçilen Formülün Doğruluğunu Sağlayacak Önlemler	12
III. FİZİK HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN SALONUN İNCELENMESİ	15
III.1. Fizik Hacim Akustiği Kriterleri	15
III.1.1. Bolt Kriteri	15
III.1.2. Haas Kriteri	16
III.1.3. Varlık Kriteri	17
III.1.4. Yankı	18

	<u>Sayfa</u>
IV. SONUÇ	20
IV.1. Seslendirmenin Gerekliliği	20
IV.1.1. Sahne ve Salonun Yansıım Sürelerinin Ayrı Ayrı Hesaplanması	20
IV.2. Seslendirme Yapılmasında Dikkat Edilecek Temel İlkeler	22
YARARLANILAN KAYNAKLAR	28

I. GİRİŞ

I.1. MEKÂNIN KULLANIM AMACININ BELİRLENMESİ

Biçim, malzeme ve detayları itibarıyla büyük kompozisyonun bir parçası olan ve mahalli kültür merkezi niteliği taşıyan çok maksatlı salona dışarıdan veya bankadan girilebilecektir.

Zemin katındaki sandalyeleri kaldırmak yolu ile balo veya sergi salonu olarak da hizmet vermesi beklenen ve genelde sinema, tiyatro, konferans, konser gibi işlevleri olan salonun birinci derecede konferans, yani konuşma amacına dönük olarak kullanılması düşünülmektedir.

Proje sahibinin, salonun hem

A- Seslendirme (sonorizasyon) yapılmaması, hem

B- Seslendirme yapılması

durumunda kullanılabileceğini belirtmesi üzerine, 3377 m^3 hacmindeki salon iki ayrı durum için ele alınıp, özellikle sahne bölümünde birbirinden farklı iç yüzey kaplama malzemeleri önerilmiştir.

I.2. OPTİMUM, MİNİMUM VE MAKSİMUM YANSIŞIM SÜRELERİNİN SAPTANMASI

A- Seslendirmesiz Durum

Hacmin büyüklüğüne ve işlevine bağlı olarak "optimum yansışım sürelerini" gösteren çizelgeden, konuşma ile birlikte salonun diğer işlevleri de göz önünde bulundurularak "konuşma için maksimum" optimum yansışım süresi olarak saptanmıştır.

Yansışım süresini $\pm\% 5$ yaklaşıklıkla saptamak yeterli olduğundan, yansışım süresi sınırları $\pm\% 5$ 'lik alanı kapsıyacak şekilde belirlenmiştir.

B- Seslendirmeli Durum

Aynı çizelgeden, yansışım süresinin mümkün olduğu kadar kısa olması gerektiği için, "konuşma için ortalama" üst sınır olarak saptanıp, değişik frekanslar için hesaplanan yansışım sürelerinin bu üst sınırın altında kalması sağlanmıştır.

I.3. TEMEL VERİLER VE KABULLER

I.3.1. Temel Veriler

- . Dinleyici sayısı 475 kişi olarak saptanmıştır.
- . Zemin katta yalnız oturacak ve yaslanacak yeri kumaş kaplı koltuk, balkonda ise normal kumaş kaplı koltukların kullanılması düşünülmektedir.
- . Tavandaki aydınlatma boşlukları hesaplanıp, bunlar için $\% 50$ açık havalandırma ağızlarının yutuculuk değerleri alınmıştır.

. Sahnenin arkasındaki açıklığın perde ile kapatılacağı bildirilmiştir.

I.3.2. Kabuller

. Hava sıcaklığı 20°C, bağıl nem % 50 kabul edilmiştir.

. Salon, yansısim süresi hesapları yapılırken, 3/4 dolu kabul edilmiştir.

. 6 m² % 50 açık havalandırma ağız boşluğu bırakılacağı kabul edilmiştir.

II. GEOMETRİK HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN SALONUN İNCELENMESİ

II.1. YANSIŞIM SÜRESİ HESAPLARI İÇİN KULLANILACAK FORMÜLÜN SAPTANMASI

Sabine formülünün doğru sonuç vermesi için, her iç yüzey parçasına, her zaman biriminde eşit erke gelmesi, yani ses alanının tam yayınık olması gerekir. Yutma çarpanının küçük olması durumunda, peşpeşe yansımalarla ses alanı da yeterince yayınık olacağından, Sabine formülünün doğru sonuç verebilmesi için gerekli koşul yerine getirilmiş olur.

Ortalama yutma çarpanının büyük olması durumunda Sabine formülü doğru sonuç vermez. Bu nedenle ortalama yutma çarpanının 0,1'den küçük olduğu iç mekanlar için Sabine, 0,1'den büyük olduğu iç mekânlar için ise Eyring formülünün kullanılması önerilmektedir. Büyük iç mekânların ortalama yutma çarpanının 0,1'den büyük olacağı, T_{opt} çizelgelerinden de anlaşılacağı için, yansışım süresi hesapları Eyring formülü ile yapılmıştır.

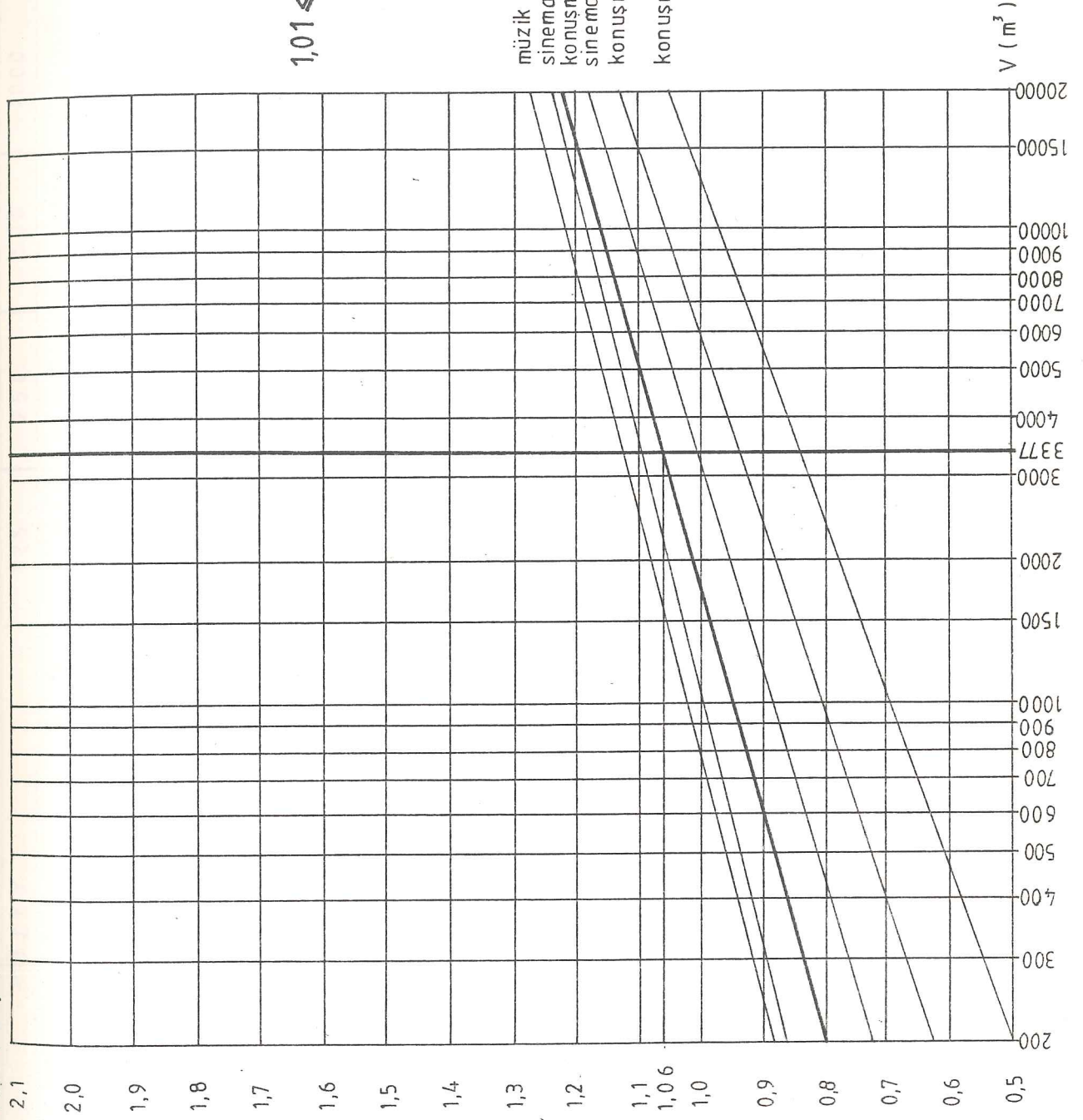
Eyring formülünün doğru sonuç vermesi için alınan önlemler 3.2'de verilmiştir.

II.2. EYRING FORMÜLÜ İLE YANSIŞIM SÜRESİNİN HESAPLANMASI

Eyring formülü ile yansışım süresi hesapları seslendirmesiz ve seslendirme durumu için ayrı ayrı yapılarak, salonun yansışım süresinin, optimum yansışım süresi sınırları içine girmesi gerekli tatonmanlar yapılarak sağlanmıştır.

OPTIMUM YANSIŞIM SÜRELERİ

T_{opt} (saniye)



$$T_{60} = 0,16 V/A$$

$$V = 3377 \text{ m}^3$$

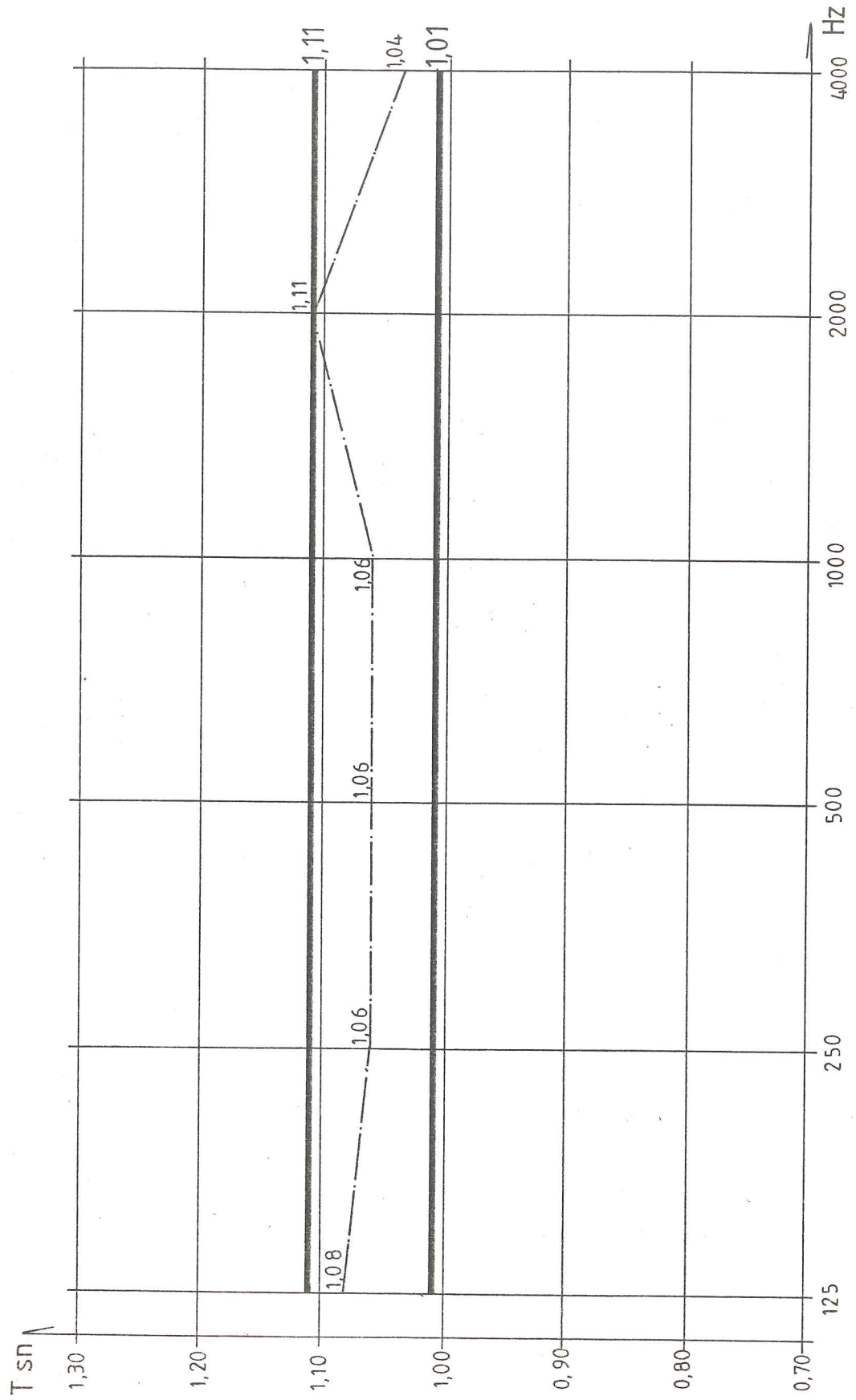
$$S = 1629,825 \text{ m}^2$$

F R E K A N S L A R (H z)

B Ö L Ü M	Y Ü Z E Y		125		250		500		1000		2000		4000	
	No	C insi	Alanı m ²	a	aS	a	aS	a	aS	a	aS	a	aS	a
Ah		hava 20°C, BN % 50												
Ab	1	Yetişkin dinleyici, oturmuş	356	0,28	99,68	0,37	131,72	0,42	149,52	0,45	160,2	0,48	170,88	0,48
	2	Otur ve yast. yeri kumaş koltuk	63	0,20	12,6	0,30	18,9	0,30	18,9	0,33	20,79	0,34	21,42	0,34
	3	Kumaş kaplı, dolgulu boş koltuk	56	0,28	15,68	0,28	15,68	0,28	15,68	0,28	15,68	0,34	19,04	0,34
Ay	1	8 mm kalınlıkta halı	196,65	0,04	7,866	0,12	23,6	0,26	51,13	0,49	96,36	0,28	55,06	0,29
	2	Kadron üzerinde parke döşeme	161,34	0,20	32,27	0,15	24,2	0,12	19,36	0,10	16,134	0,08	12,9	0,07
	3	Ahşap bölme	45,6	0,10	4,56	0,09	4,104	0,08	3,65	0,07	3,192	0,07	3,192	0,07
	4	Yapıştırma ahşap kaplama	61,2	0,04	2,45	0,04	2,45	0,07	4,28	0,07	4,28	0,07	4,28	0,07
	5	Alçı sıva + boya	144,82	0,01	1,448	0,01	1,448	0,02	2,9	0,02	2,9	0,02	2,9	0,03
	6	Briket üzerine düz alçı sıva	84,6	0,02	1,69	0,02	1,69	0,03	2,54	0,04	3,384	0,05	4,23	0,07
	7	21 mm kalınlığında ahşap levha	47,03	0,12	5,643	0,08	3,76	0,06	2,82	0,05	2,35	0,04	1,88	0,02
	8	13 mm kalınlığında ahş. k.+halifleks	78,73	0,40	31,5	0,40	31,5	0,40	31,5	0,50	39,36	0,50	39,36	0,50
	9	Kapalı çift pencere	8,905	0,10	0,89	0,04	0,356	0,03	0,27	0,02	0,18	0,02	0,18	0,02
	10	Ahşap kapı	22,36	0,25	5,59	0,22	4,92	0,17	3,8	0,09	2,01	0,09	2,01	0,08
	11	% 50 açık havalandırma ağız	6	0,30	1,8	0,40	2,4	0,50	3	0,50	3	0,50	3	0,50
	12	Aydınlatma aygıtları boşluğu	60,59	0,30	18,18	0,40	24,24	0,50	30,3	0,50	30,3	0,50	30,3	0,50
	13	20 mm kalınlığında ahşap levha	434,23	0,28	121,6	0,22	95,53	0,14	60,79	0,09	39,08	0,08	34,74	0,03
	14	25 mm kalınlığında ahşap elyafli lev	135,29	0,25	33,82	0,33	44,64	0,30	40,59	0,12	40,6	0,11	14,9	0,10
	15	6 mm kalınlığında kontrplak levha	79,69	0,63	50,2	0,42	33,47	0,35	27,89	0,12	9,56	0,08	6,37	0,03
	16	13 mm kalınlığında ahşap panolar	62,75	0,20	12,55	0,16	10,04	0,14	8,79	0,12	7,53	0,08	5,02	0,03
Ah + Ab				127,96		166,3		184,1		207,4764		249,1624		315,3516
a				0,20		0,19		0,18		0,17		0,14		0,12
Ay = -Sln(1-a)			371,3073			341,81603		323,715		302,228		236,7062		204,806
A = Ay + Ab + Ah			499,27			508,12		507,8		509,7		485,87		520,16
T60			1,08			1,06		1,06		1,06		1,11		1,04

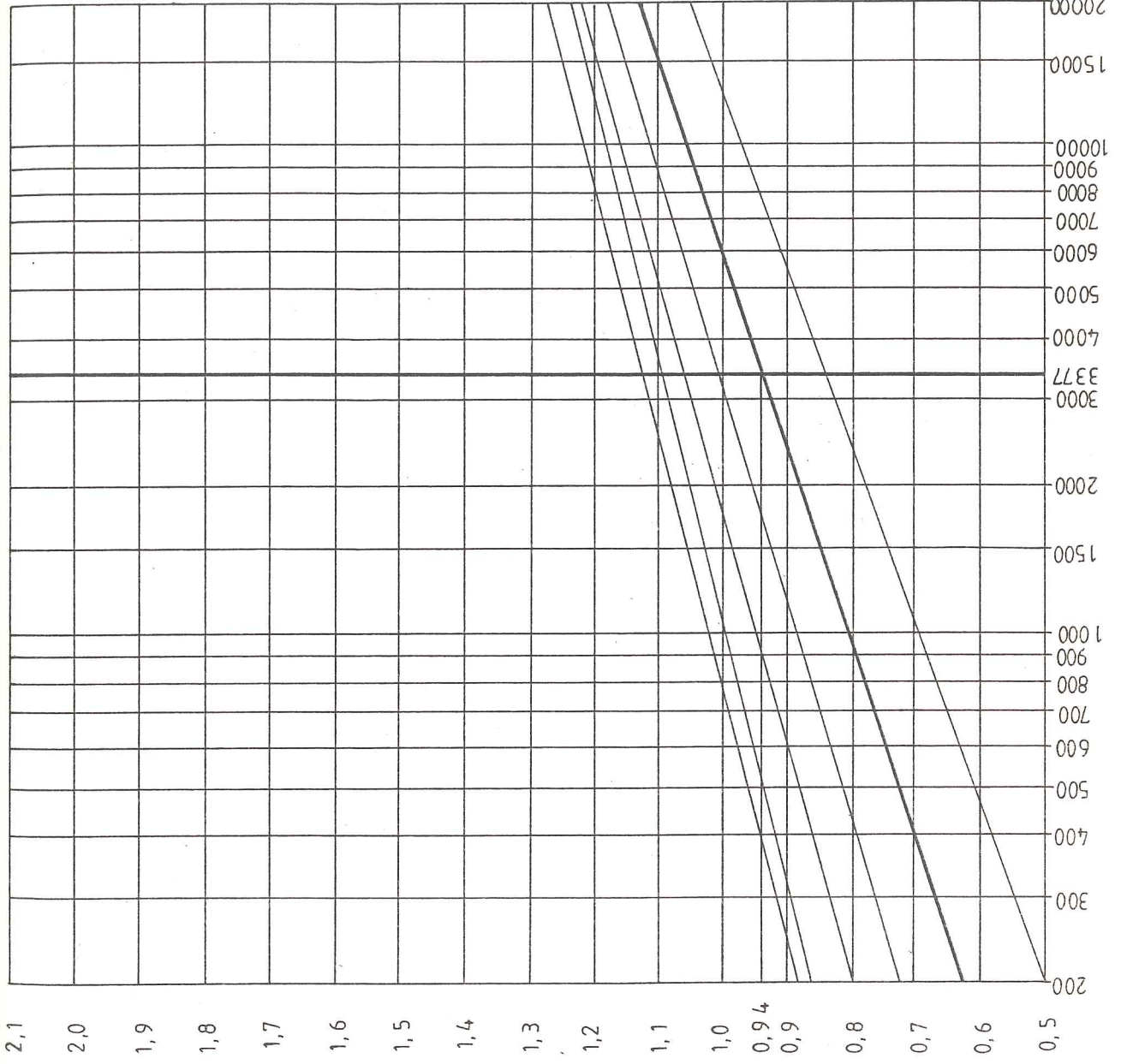
A. SESLENDİRMESİZ DURUM:

EYRİNG' E GÖRE T60 DEĞERLERİNİN GRAFİK GÖSTERİMİ



OPTİMUM YANSIŞIM SÜRELERİ

$T_{opt.} (s_n)$



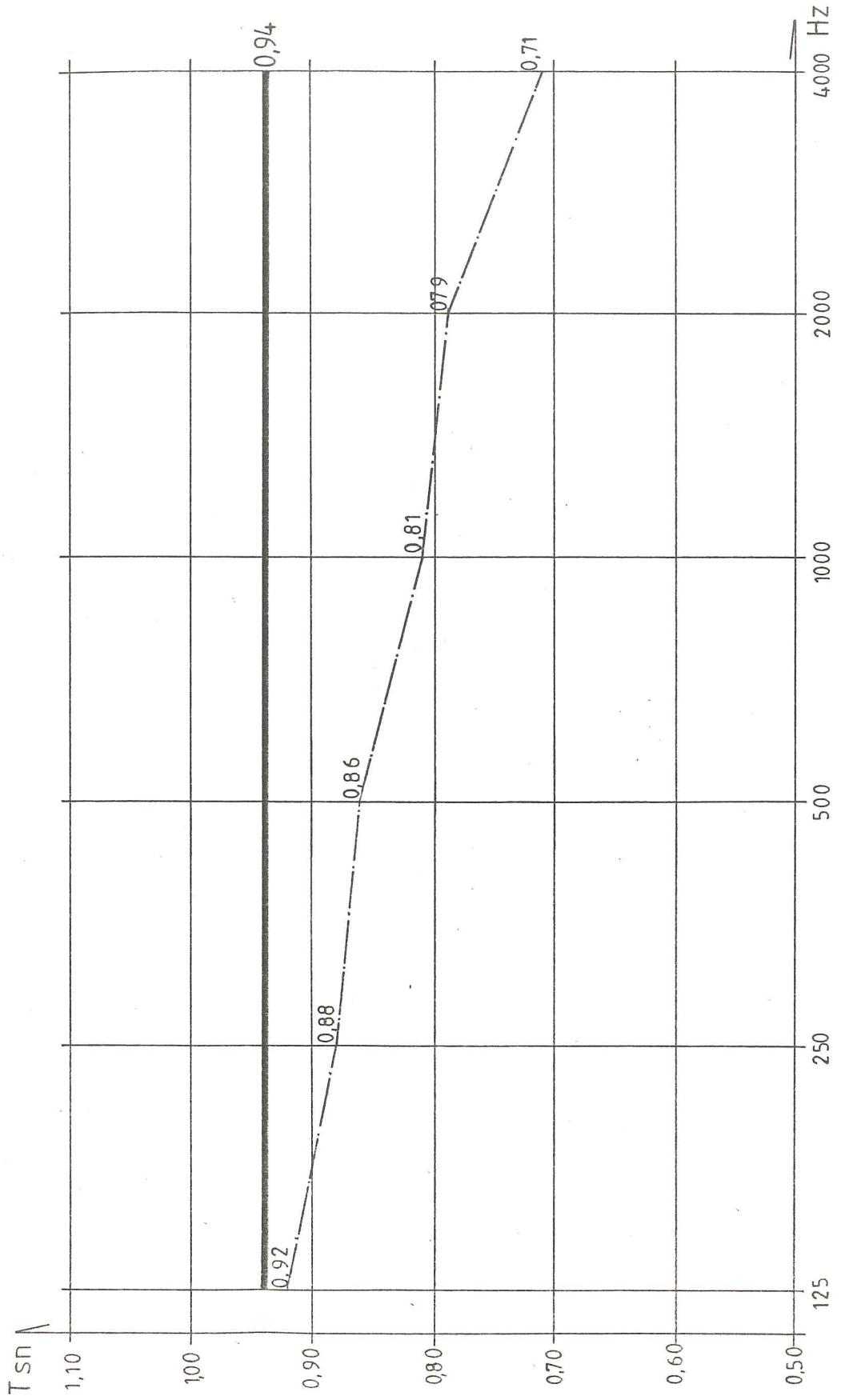
$T_{opt.} \leq 0,94$

müzik için minimum
sinema için maksimum
konuşma için maksimum
sinema için minimum
konuşma için ortalama
konuşma için minimum

T = 0,16 V/A			V = 3377 m³		S = 1679,825 m²		F R E K A N S L A R (H z)											
B Ö L Ü M	Y Ü Z E Y			125		250		500		1000		2000		4000				
	No	Cinsi	Alanı m²	a	a S	a	a S	a	a S	a	a S	a	a S	a	a S			
A h		hava 20° C, BN% 50									0,0008		0,0028		0,0077			
	1	Yetişkin dinleyici, oturmuş	356	0,28	99,68	0,37	131,72	0,42	149,52	0,45	160,2	0,48	170,88	0,48	170,88			
	2	Otur. ve yaslı yeri kumaş koltuk	63	0,20	12,6	0,30	18,9	0,30	18,9	0,33	20,79	0,34	21,42	0,34	21,42			
A b	3	Kumaş kaplı, dolgulu boş koltuk	56	0,28	15,68	0,28	15,68	0,28	15,68	0,28	15,68	0,34	19,04	0,34	19,04			
	1	8 mm kalınlıkta halı	196,65	0,04	7,866	0,12	23,6	0,26	51,13	0,49	96,36	0,28	55,06	0,29	57,03			
	2	Kadron üzerinde parke döşeme	161,34	0,20	32,27	0,15	24,2	0,12	19,36	0,10	16,134	0,08	12,9	0,07	11,29			
A y	3	Kalın ve çok plili kumaş perde	56,6	0,10	5,66	0,30	16,98	0,50	28,3	0,65	36,79	0,80	45,28	0,90	50,94			
	4	12 mm kalınlıkta delikli veya çizik	1271,29	0,30	81,39	0,30	81,39	0,30	81,39	0,40	108,5	0,50	135,6	0,60	162,8			
	5	Alçı sıva + boya	144,82	0,01	1,448	0,01	1,448	0,02	2,9	0,02	2,9	0,02	2,9	0,03	4,34			
	6	21 mm kalınlığında ahşap levha	47,03	0,12	5,643	0,08	3,76	0,06	2,82	0,05	2,35	0,04	1,88	0,02	0,94			
	7	13 mm kalınlığında ahş. k.+halıfleks	78,73	0,40	31,5	0,40	31,5	0,40	31,5	0,50	39,36	0,50	39,36	0,50	39,36			
	8	Kapalı çift pencere	8,905	0,10	0,89	0,04	0,356	0,03	0,27	0,02	0,18	0,02	0,18	0,02	0,18			
	9	Ahşap kapı	11,36	0,25	2,84	0,22	2,45	0,17	1,93	0,09	1,02	0,09	1,02	0,08	0,9			
	10	%50 acık havalandırma ağızı	6	0,30	1,8	0,40	2,4	0,50	3	0,50	3	0,50	3	0,50	3			
	11	Aydınlatma aygıtları boşluğu	60,59	0,30	18,18	0,40	24,24	0,50	30,3	0,50	30,3	0,50	30,3	0,50	30,3			
	12	20 mm kalınlığında ahşap levha	371,54	0,28	104,3	0,22	81,74	0,14	52,02	0,09	33,44	0,08	29,7	0,03	11,15			
	13	25 mm kalınlığında ahşap elyaf.l.	13529	0,25	40,59	0,33	44,6	0,30	40,59	0,12	16,2	0,11	14,9	0,10	13,5			
	14	6 mm kalınlığında kontrplak levha	77,19	0,63	48,63	0,42	32,42	0,35	27,02	0,12	9,26	0,08	6,17	0,03	2,32			
	15	Dekoratif ahşap panolar	50	0,55	27,5	0,42	21	0,35	17,5	0,12	6	0,06	3	0,05	2,5			
	A h + A b			127,96		166,3		184,1		207,4764		249,1624		315,3516				
	ā			0,24		0,23		0,23		0,24		0,23		0,23				
A y = - S ln (1 - ā)			461,72327		447,578		445,404		461,4102		435,0901		447,4405					
A = A y + A b + A h			589,683		613,878		629,504		668,887		684,253		762,79211					
T60			0,92		0,88		0,86		0,81		0,79		0,71					

B. SESLENDİRMELİ DURUM:

EYRING 'E GÖRE T60 DEĞERLERİNİN GRAFİK GÖSTERİMİ



II.3. HESAP SONUÇLARI VE SEÇİLEN FORMÜLÜN DOĞRULUĞUNU SAĞLAYACAK ÖNLEMLER

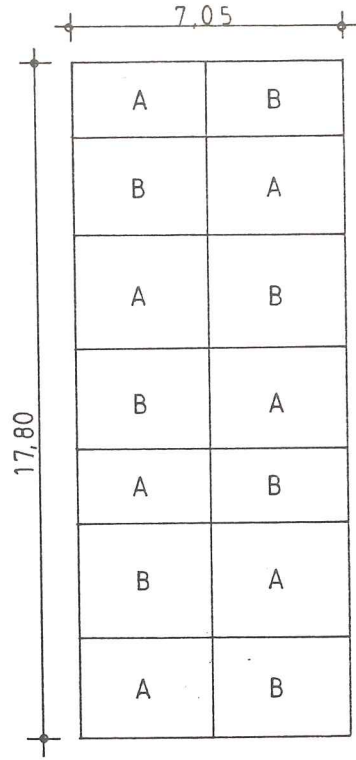
II.3.1. Hesap Sonuçları

İstenilen sonucun elde edilebilmesi için aşağıdaki önlemlerin alınması gereklidir.

- . Salon zemin kat ve balkonunun 8 mm kalınlığındaki halı ile kaplanması gerekmektedir.
- . Sahnenin döşemesi kadron üzerinde ahşap parke olarak düşünülmüştür.
- . Ahşap levhaların salona bakan yüzleri cilâlanmak sureti ile düzgün olmalıdır.
- . Zemin kat ve balkonun arka duvarları, 5 cm kalınlığındaki latalar üzerinde, üzeri halıflex kaplı 13 mm kalınlığındaki levhalarla kaplanmalıdır.
- . Arka duvardaki pencerelerin çift cam olması ve iki cam arasında 10 cm boşluk bırakılması gerekmektedir.

A. Seslendirmesiz Durum

- . Sahne iç yüzeylerinin az yutucu gereçlerle kaplanması gerektiğinden sahne arkasındaki açıklığın yüzeyi düz ve cilâlı ahşap malzeme ile kapatılması gerekmektedir. Sahne tavanının iki ayrı ahşap levhayla kapatılması düşünülmüştür. Sesin faz farkı ile yayınmasını sağlamak amacıyla farklı iki malzemeyi Şekil 1'de görüldüğü gibi küçük parçalar halinde olabildiğince karışık kullanmak doğru olur.



ŞEKİL 1

B. Seslendirmeli Durum

- . Sahne iç yüzeylerinin çok yutucu gereçlerle kaplanması gerektiği için sahne arkasındaki açıklığın kalın ve çok plili kumaş perde ile kapatılması düşünülmüştür. Sahnenin diğer iç yüzeyleri 12 mm kalınlığında, duvardan 5 cm uzaklıkta delikli veya çizik levhalarla kaplanmalıdır. Sahne iç yüzeylerinin kalın ve çok plili kumaş perdelerle kaplanması da olumlu sonuç vermektedir.
- . Salonun yan duvarlarında, kalın seslerin yutulmasında etkili olan, 50 m² titreşen levha özelliği gösteren panolar kullanılmıştır. Sesin yayılmasını da sağlayan bu panoların boyutlarında, tesbit şekillerinde ve duvardan uzaklıklarında farklılıklar yapılmıştır.

II.3.2. Seçilen Formülün Doğruluğunu Sağlayacak Önlemler

Yansıma süresi hesaplarında kullanılan Eyring formülünün doğru sonuç

vermesi için aşağıdaki önlemlerin alınması gereklidir:

- . Dinleyici sayısının, iç mekânın hacmine oranla, belli bir sınırın altında tutulması gerekmektedir.

$$N = 1,54 \cdot v^{0,75}$$

$$N = 1,54 \cdot 337^{0,75}$$

$$N = 1,54 \cdot 442,99446$$

$$N = 682,21147$$

$$475 < 682$$

İç mekânın hacmine oranla olabilecek maksimum dinleyici sayısı 682 olduğundan, 475 kişi bu sınırın altında kalmaktadır.

- . Yutma çarpanları birbirinden uzak gereçlerden tek parçalı büyük yüzeyler oluşturmamak için kalınlıkları ve yutuculuk değerleri birbirinden farklı ahşap levhalar kullanılmalıdır. Bu ahşap levhaların özellikleri ve kullanılması öngörülen yerler projede belirtilmiştir.
- . Ahşap levhaların arkasına yer yer 2 cm kalınlığında cam yünü koyulması frekans seçiciliğini önlemek açısından yararlı olur.
- . Ahşap levhalar, birbirinin tam sayı ve basit katı olmayacak şekilde, birkaç ayrı büyüklükte olmalıdır. Lataların da birbirinden uzaklığı eşit aralıklarla olmamalı, birbirinin tam sayı ve basit katı olmayan uzaklıklarda yerleştirilmelidirler. Ahşap levhaların tesbit biçimlerinin de farklı olması olumlu sonuç verir.
- . Salonda kullanılan malzemelerin çeşidini artırmak, aynı tipteki malzemeleri farklı boyut ve kalınlıklarda, ufak parçalar halinde kullanmak yolu ile faz farkından ötürü sesin bütün doğrultulara yayılmasının sağlanmasına çalışılmıştır.

Salondaki ses düzeyi 75 dB, 80 dB ve 85 dB kabul edilerek seslendirmenin yapılmadığı ve yapıldığı durumlarda sesin yayınlık olup olmadığı araştırılmıştır. Fon gürültüsü olarak 40 dB alınıp, işitilebilen yansıma süresi ve işitilebilen yansıma süresi içindeki yansıma sayısı hesaplanmıştır.

A. Seslendirmesiz Durum

$$K \text{ (ortalama serbest yol)} = \frac{4V}{S} = \frac{4.3377}{1806,125} = 7,4789951 \approx 7,48 \text{ m}$$

$$n \text{ (yansıma sayısı)} = \frac{C \cdot T60}{K} = \frac{345.1,06}{7,4789951} = 48,896943 \approx 48,9$$

Ses Düzeyi (dB)	İşitilebilen Yansıma Süresi (Sn)	İşitilebilen Yansıma Süresi İçindeki Yansıma Sayısı
75	0,62	28,6
80	0,71	32,75
85	0,80	36,91

B. Seslendirmeli Durum

$$K \text{ (ortalama serbest yol)} = \frac{4V}{S} = \frac{4.3377}{1856,125} = 7,2775271 \approx 7,28 \text{ m}$$

$$n \text{ (yansıma sayısı)} = \frac{C \cdot T 60}{K} = \frac{345 \cdot 0,94}{7,2775271} = 44,56184 \approx 44,56$$

Ses Düzeyi (dB)	İşitilebilen Yansıma Süresi (Sn)	İşitilebilen Yansıma Süresi İçindeki Yansıma Sayısı
75	0,55	26,07
80	0,63	29,86
85	0,71	33,66

Her iki durum için de sesin yayınlık olduğu görülmüştür.

III. FİZİK HACİM AKUSTİĞİ AÇISINDAN SALONUN İNCELENMESİ

III.1. FİZİK HACİM AKUSTİĞİ KRİTERLERİ

III.1.1. Bolt Kriteri

Akustik açıdan iyi bir salonun yanıt eğrisinin düz olması istenir. Eğer yansışım süresi tüm frekanslar için aynı ise, salonun yanıt eğrisi düzdür. Fakat yansışım süresi tüm frekanslarda aynı olan salonlarda dahi ölçülen yanıt eğrisinin düzgün olmadığı görülebilir.

Hacmi aktif olarak ele aldığımızda, hacmin öz frekansları olduğu ve bu öz frekanslara eşit titreşimlerin genliklerinin artmasıyla rezonans olayının olduğu görülür. Hacmin öz frekanslarına eşit frekanstaki seslerin yenginliğinin artması, o ses için yansışım süresinin uzaması ve hacmin yanıt eğrisinin bozulması demektir.

Öz frekansların üstüste binmesinin, salonun rezonansa girmesini artırdığı, yanıt eğrisinde yüksek tepelerin ve hacimde sağır bölümlerin oluşmasına neden olduğu için, önlenmesi gerekir.

Bir hacimde teğetsel, eksensel ve eğik olmak üzere 3 tip öz frekans vardır. Değişik öz frekansların üstüste binmesini önlemek için teğetsel ve eksensel öz frekansları ortadan kaldırmak ya da teğetsel ve eksensel öz frekansların ötekilerin arasına girmesini sağlayacak tedbirler almak gerekir.

A,B- Seslendirmesiz + Seslendirmeli Durum

Teğetsel ve eksensel öz frekanslar sadece dikdörtgenler prizması şeklin-

deki hacimlerde oluştuğu ve mevcut hacim de dikdörtgenler prizması şeklin-
de olmadığı için teğetsel ve eksensel öz frekanslar ortadan kalkmış olmak-
tadır.

Bir başka önlem, salondaki öz frekansların hepsinin birden titreşime gi-
rebilmesi için, sesin salonda bütün doğrultulara yayılmasının sağlanması-
dır. Yutucu malzemeleri ufak parçalar halinde kullanarak, faz farkından
sesin değişik doğrultulara yayılmasını sağlayarak yayınık ses alanı elde
edilebilir. Salonda kullanılan ahşap malzemeleri farklı boyut ve kalın-
lıklarda kullanmak yolu ile faz farkından dolayı sesin değişik doğru-
lulara yayılması sağlanmıştır.

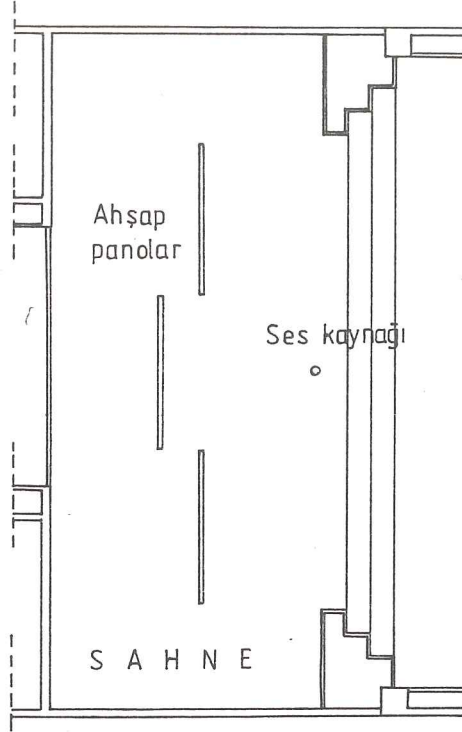
Ayrıca seslendirmenin yapılması durumunda yansıım süresinin kısa olması
Bolt kriteri açısından olumludur. Çünkü yutuculuk arttıkça, öz frekansla-
rın etkisi de azalır.

III.1.2. Haas Kriteri

Gecikerek gelen seslerin, dolaysız gelen seslere göre yeğliliklerinin
oranı önemlidir. Ses erkesinin sıçramalar yaparak yükselmesi, yani dolay-
sız gelen sesle yansıyarak gelen sesin birbirinden ayrı iki ses gibi al-
gılanması, sakıncalıdır.

A. Seslendirmesiz Durum

Konuşma söz konusu ise, konuşmacıya daha yakın bir takım sert yüzeylerin
oluşturulması yararlı olur. Konuşmacının 3-4 m arkasındaki sert ve kalın
panolar (Şekil 2) dolaysız gelen ses ile ilk yansımış ses arasındaki za-
man farkının 35 milisaniyeden aşağı olmasını ve dinleyicilerin birinci
derecede yansımış ses dalgalarından yararlanmalarını sağlar.



ŞEKİL 2

B. Seslendirmeli Durum

Yansıma süresinin kısa olması Haas kriteri açısından olumludur.

III.1.3. Varlık Kriteri

İnsanlar, bir sesin frekansını, yeğinliğini, tınısını algıladıkları gibi, ses kaynağının yerini de algılayıp, algılamayı bütünleştirmek isterler. Sesin nereden geldiğinin algılanamaması insanlara rahatsızlık verir.

Sesin doğrultusu, alçak frekanslarda faz farkından, yüksek frekanslarda ise başın gölgesinden ötürü oluşan yeğinlik farkından bulunur. Ses kaynağının doğrultusunu algılamada ses alanının belli oranda doğrultulu olması gerekir, aksi takdirde ne faz farkı ne de başın gölgesi oluşur.

Ses kaynağının uzaklığı, kaynaktan gelen dolaysız ses ile yansımış sesin oranına göre algılanır.

$Q = \frac{E_R}{E_D} \leq 15$ olduğu zaman varlık kriteri gerçekleşir. Bu oranın aşılması varlık kriterini zedeler.

A. Seslendirmesiz Durum

$$d = \sqrt{\frac{v}{21 \cdot T_{60}}} = \sqrt{\frac{3377}{21 \cdot 1,06}} = \sqrt{\frac{3377}{22,26}} = \sqrt{151,7071} = 12,316944 \text{ m}$$

Ses kaynağından 12,3 metre uzaklığa kadar olan bölge için varlık kriteri sağlanmıştır. 213 dinleyici varlık kriterinin sağlandığı bölge içinde, 262 dinleyici ise dışında kalmaktadır.

$$\frac{213}{262} = 0,448$$

Varlık kriterinin sağlandığı bölge, tüm salona oranla küçük bir bölgedir. Ses kaynağının yakınındaki yansıtıcı bir yüzeyden yansıyan ses, ses kaynağından geliyormuş gibi algılanmaktadır. Bu nedenle daha önce Haas kriterini olumlu yönde etkileyeceği belirtilen yansıtma çarpanı büyük, sert ahşap panoların ses kaynağının yakınına yerleştirilmesi varlık kriterini de güçlendirir.

B. Seslendirmeli Durum

Varlık kriterinin sağlanması hoparlörlerin yerleştiriliş biçimine bağlıdır. Doğrultulu hoparlörler kesinlikle hacmin her tarafına dağıtılmamalı, ses kaynağının yakınlarına yerleştirilmelidir.

III.1.4. Yankı

Bir ses kaynağından doğrudan kulağımıza gelen ses ile, yansıtıcı bir yü-

zeyden yansıyarak gelen sesin geçtikleri yollar arasındaki uzaklık farkı 34 metreden fazla ise yankı olayı olur. Yankı, hacim akustiğinde önlenmesi gereken büyük bir kusurdur.

A, B. Seslendirmesiz + Seslendirmeli Durum

Mevcut hacimde yankının oluşmasını önleyebilmek için zemin katın ve balkonun arka duvarlarının çok yutucu olması, ayrıca hacim içinde sesin çeşitli doğrultulara yayılmasını sağlayacak gereçlerin yer alması sağlanmıştır.

Hacim içinde odaklanma yolu ile bir ikincil kaynağın doğması, bir açık yankı durumu yaratabildiği gibi, varlık kriterini de zedeler. Odaklanma yolu ile ikincil bir ses kaynağının doğmaması için hacim içinde içbükey yüzeyler kullanılmamıştır.

B. Seslendirmeli Durum

Yukarıdaki önlemlerin dışında hoparlörlerle oluşan yalancı yankı olayının önlenmesi için hoparlörlerin hacim içinde dağıtılmayıp, ses kaynağı yakınında toplanmaları gerekmektedir.

IV. SONUÇ

IV.1. SESLENDİRMENİN GEREKLİLİĞİ

Konuşma, düzenli (sesli harfler) ve düzensiz (sessiz harfler) seslerin ardarda gelmesidir. Konuşmanın anlaşılması, sessiz harflerin, yani yüksek frekansların gerekli nicelik ve nitelikte kulağa gelmesine bağlıdır. Yüksek sesle konuşmak, sesli harflerin yeğinliğini artırmada etkili olur.

Seslendirme düzeni ile ise sesli ve sessiz harflerin yeğinliğinin aynı oranda artması ve hacim içinde tüm dinleyicilere ulaşması sağlanabilir. Ayrıca seslendirmenin yapılmadığı durumda varlık kriterinin konuşmacıdan sadece 12 m uzaklığa kadar gerçekleştiği görülmüştür.

Bu hacimde, konuşmanın tüm hacimde anlaşılabilmesi ve varlık kriterinin yine tüm dinleyiciler için gerçekleşebilmesi için, seslendirme mutlaka gereklidir.

IV.1.1. Sahne ve Salonun Yansışım Sürelerinin Ayrı Ayrı Hesaplanması

Sahne ve salon birbirinden bağımsız ayrı ayrı hacimler olarak düşünülüp, seslendirmenin yapılmadığı ve yapıldığı durumlardaki yansışım süreleri hesaplanmıştır.

Sahnenin yansıma süresi hesaplanırken, salon iç yüzeylerinin ortalama yutma çarpanı sahne açıklığının yutma çarpanı olarak alınmıştır. Salonun yansıma süresi hesaplanırken, sahne iç yüzeylerinin ortalama yutma çarpanı sahne açıklığının yutma çarpanı olarak alınmıştır.

A. Seslendirmesiz Durum

Frekanslar (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Sahne iç yüzeylerinin ortalama a'sı	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
Salon iç yüzeylerinin ortalama a'sı	0.30	0.31	0.32	0.31	0.30	0.27
Sahnenin yansıma süresi (sn)	1.17	1.39	1.58	1.73	1.77	1.66
Salonun yansıma süresi (sn)	0.98	0.94	0.95	1.01	0.99	0.93
Sahne + salonun yansıma süresi (sn)	1.08	1.06	1.06	1.06	1.11	1.04

Sahnenin yansıma süresinin konuşmacının yorulmaması için 3-4 saniye arasında olması gerekmektedir. Yapılan hesaplar sonucunda sahenin 6 ayrı frekans için hesaplanan yansıma sürelerinin ortalaması 1.55 sn'dir. Bu durum sahenin yeteri kadar reverberan olmadığını gösterir ve konuşmacı açısından olumsuzdur.

B. Seslendirmeli Durum

Frekanslar (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Sahne iç yüzeylerinin ortalama a'sı	0.25	0.26	0.26	0.33	0.40	0.46
Salon iç yüzeylerinin ortalama a'sı	0.29	0.30	0.30	0.31	0.29	0.27
Sahnenin yansıma süresi (sn)	0.74	0.73	0.71	0.57	0.47	0.38
Salonun yansıma süresi (sn)	0.89	0.87	0.82	0.98	1.01	0.94
Sahne + salonun yansıma süresi (sn)	0.92	0.88	0.86	0.81	0.79	0.71

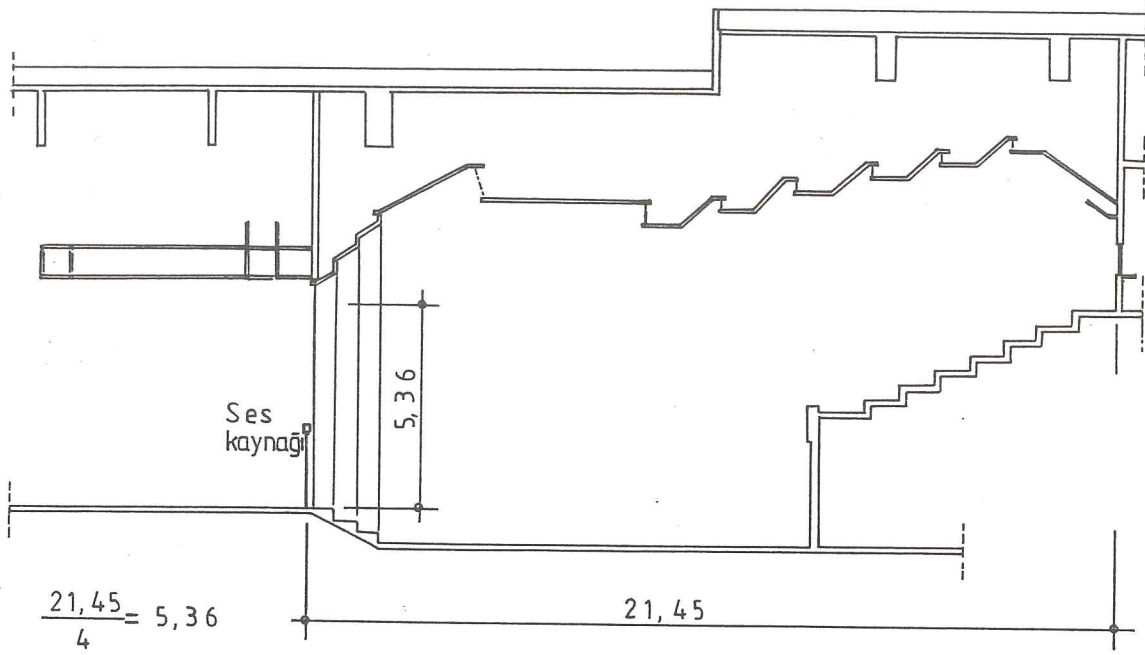
Sahnenin 6 ayrı frekans için hesaplanan yansıma sürelerinin ortalaması 0.60 sn'dir. Özellikle yüksek frekanslarda sahenin yansıma süresinin kısa olması olumludur.

IV.2. SESLENDİRME YAPILMASINDA DİKKAT EDİLECEK TEMEL İLKELER

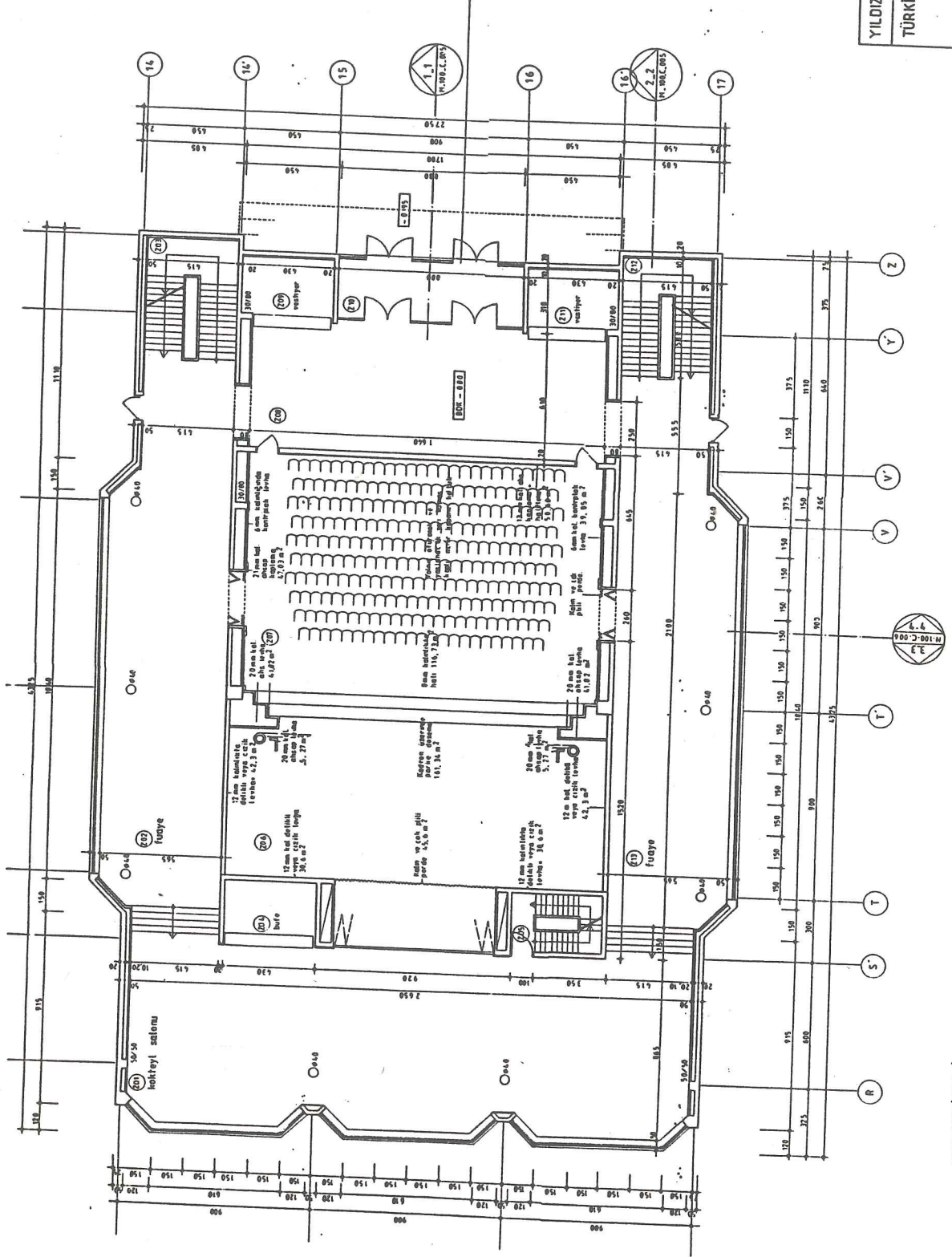
- . Hoparlör seçiminin tür, güç ve boyut bakımından doğru yapılması gerekmektedir.
- . Larsen olayının önlenmesi gerekir (hoparlörden çıkan sesin tekrar mikrofona girerek, büyüüp yayılması sonucu yüksek frekansların rezonansa girmesiyle oluşan vınlamalar)

Larsen olayının önlenmesi için alınması gereken önlemler:

- .. Doğrultulu mikrofonlar ve doğrultulu hoparlörlerin kullanılması gerekmektedir,
- .. Hoparlörden çıkan sesin yansıyıp tekrar mikrofona girmesini önlemek için, sahne iç yüzeylerinin çok yutucu olması gerekmektedir.
- . Varlık kriterinin sağlanması için mikrofonla alınan sesin değişik yerlerde sıralanmış hoparlörlerle değil, doğrultulu hoparlörlerle ses kaynağının yakınından bütün hacme yayılması gerekir.
- . Sesin salondaki tüm dinleyicilere eşit yayılması için doğrultulu hoparlörler yerden, ses kaynağından salon derinliğine kadar olan uzaklığın dörtte biri kadar olan, yüksekliğe yerleştirilmelidirler.

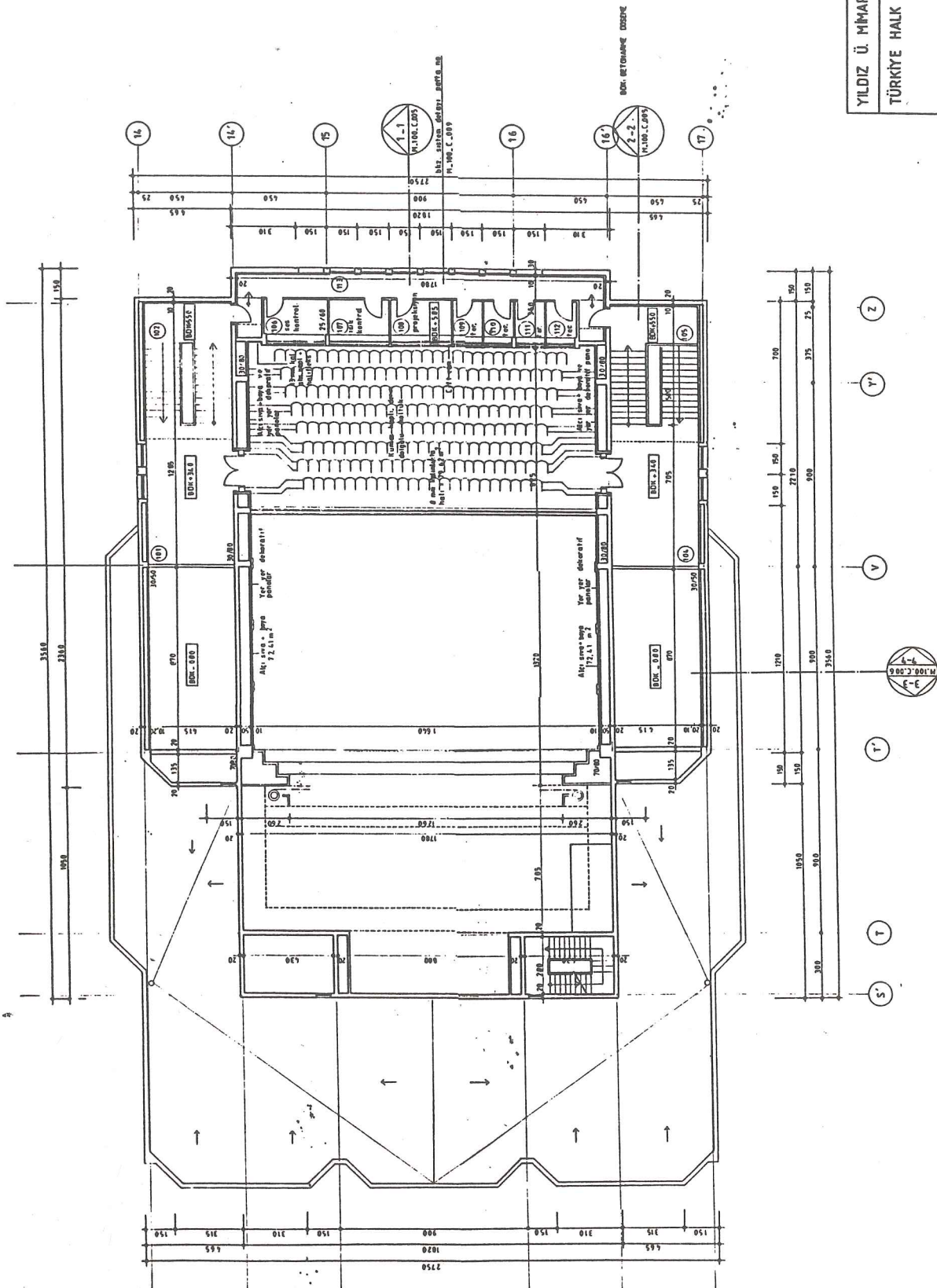


ŞEKİL 3



YILDIZ ÜMİMARLIK FAK. YL. YAPI FİZİĞİ BİLİM DALI			
TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI			
AKUSTİK PROJESİ			
C BLOKU	ÖLÇEK	PAFTA	
ZEMİN KAT PLANI	1/100	5	
HAZIRLAYAN: LETLA DOKUZER			

SESLENDİRMELİ DURUM



YILDIZ Ü. MİMARLIK FAK. Y.L. YAPI FİZİĞİ BİLİM DALI	
TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI	
AKUSTİK PROJESİ	
C BLOKLU	ÖLÇEK
BİRİNCİ KAT PLANI	1/100
6	
HAZIRLAYAN : LEYLA DOKUZER	

TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI

AKUSTİK PROJESİ

C BLOKU

C BLOKU

C BLOKU

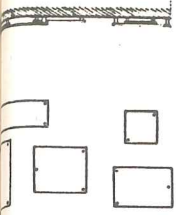
WCI KAT PL

WCI KAT PL

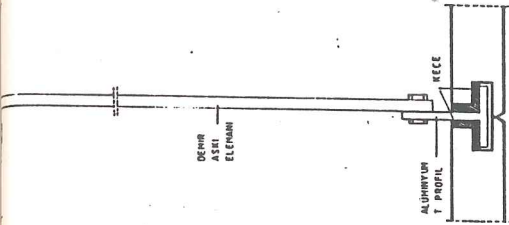
WCI KAT PL

HAZIRLAYAN: LEYLA DOKUZER

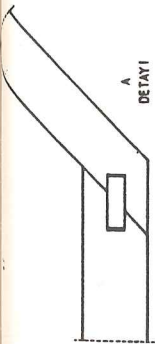
SESLİNDİRMELİ DURUM



BÖYÜTLER, KALINLIKLAR, (10-15cm)
TİTİRESE BİLİMLERİNİ SAĞLAYAN
ANSAJ LATALARININ ESNEK
BAĞLANTI ÇİN TÜRÜTİ
BİRLİKLERİNE BAĞLANTI
DA PUL VETİ SONHODAN
YARARLANMAK GEREKİR.



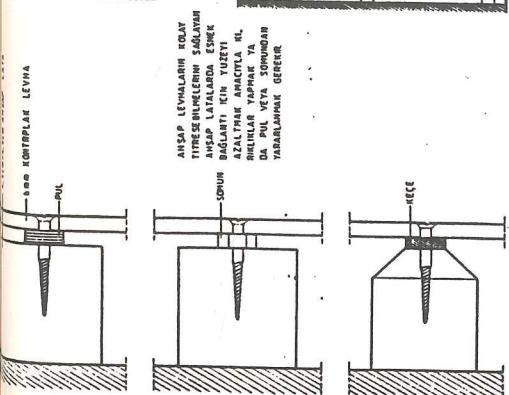
B PRENSP DETAYLARI



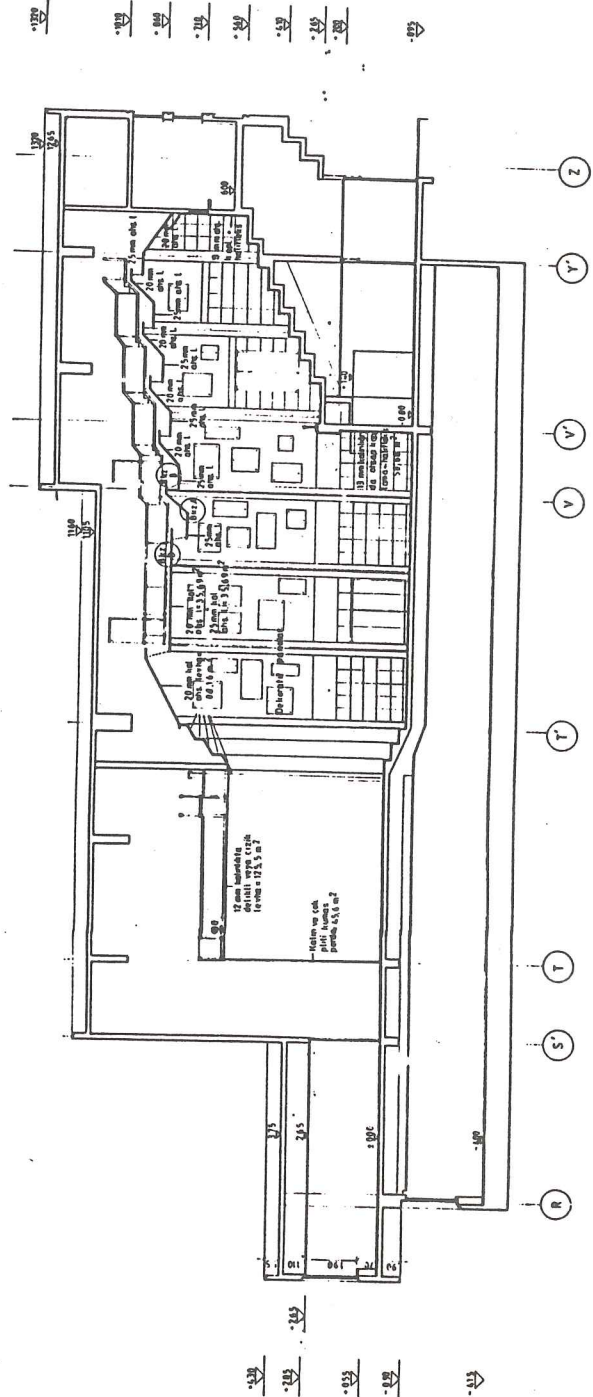
A DETAYI

ANSAJ LATALARIN
BİRİBİRİNE UZARLIĞI
ÇİN LATALARININ ESNEK
BAĞLANTI ÇİN TÜRÜTİ
BİRLİKLERİNE BAĞLANTI
DA PUL VETİ SONHODAN
YARARLANMAK GEREKİR.

ANSAJ LATALAR

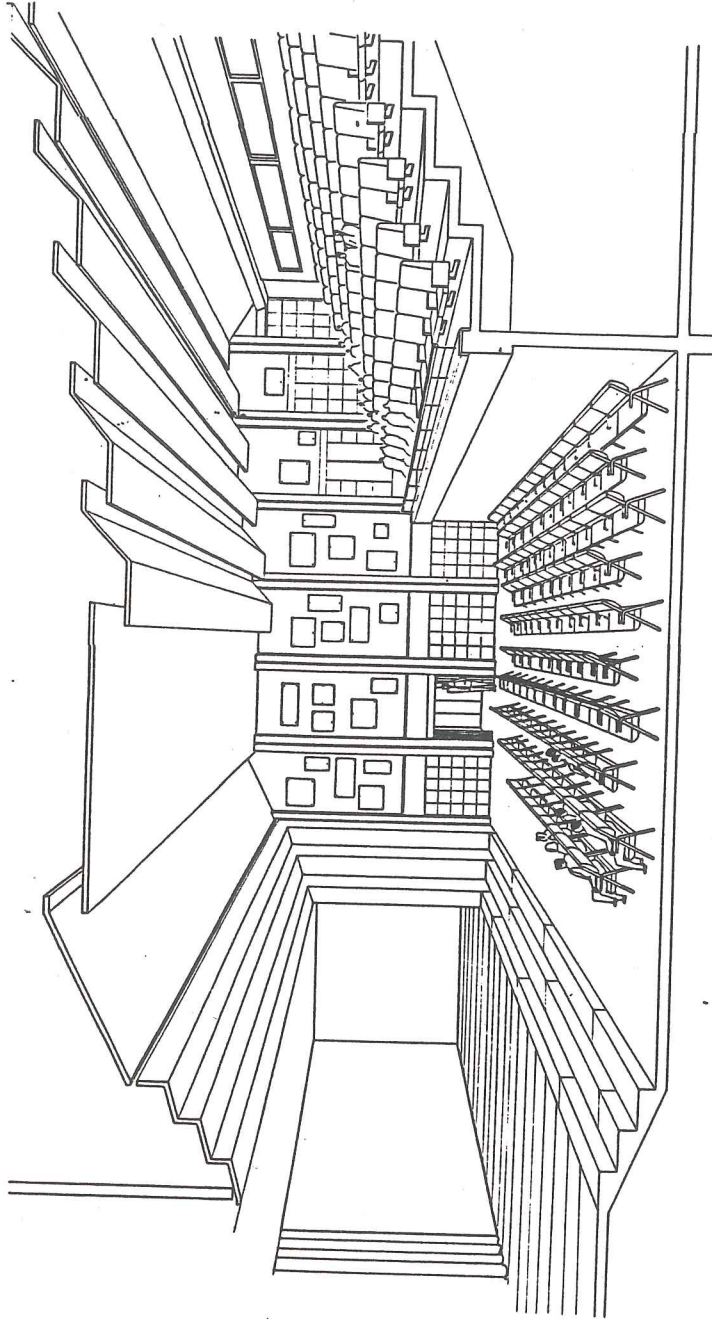


ANSAJ LATALARIN ESNEK
BAĞLANTI ÇİN TÜRÜTİ
BİRLİKLERİNE BAĞLANTI
DA PUL VETİ SONHODAN
YARARLANMAK GEREKİR.



SESLİNDİRME DURUM

YILDIZ Ü MİMARLIK FAK YL. YAPI FİZİĞİ BİLİM DALI			
TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI			
AKUSTİK PROJESİ			
C BLOKU	ÖLÇEK	PAFTA	
1-1 KESİTİ	1/100, 1/50, 1/10, 1/1	7	
HAZIRLAYAN: LETLA DOKUZER			



SESLENDİRMELİ DURUM

YILDIZ Ü. MİMARLIK FAK. Y.L. YAPI FİZİĞİ BİLİM DALI		
TÜRKİYE HALK BANKASI GENEL MÜDÜRLÜK BİNASI		
AKUSTİK PROJESİ		
C BLOK	PAFTA	0
ÇOK MAKSATLI SALONDAN İÇ GÖRÜMÜSÜ		
HAZIRLAYAN: LEYLA DOKUZER		

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- Conturie,L. L'acoustique dans les Batiments; 1955, Paris.
- 2- Sirel,Ş. Hacim Akustiğinde Yansışım Süresi; Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları, İDMMA Basımevi, 1981.
- 3- Sirel,Ş. İşitsel Algılama ve Varlık Kriteri; Yapı Fiziği Kürsüsü Yayınları, İDMMA Basımevi, 1981.
- 4- Sirel,Ş. Yapı Akustiği I; İDMMA Yayınları, 1980.