

## **EĞİTİM YAPILARI ÖZELİNDE AKUSTİK KONFORA YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ**

### **APPLICATION EXAMPLE FOR ACOUSTIC COMFORT IN EDUCATIONAL STRUCTURES**

**Dr. Öğr. Üyesi Zuhal ÖZÇETİN**

Siirt Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, zuhalozcetin@gmail.com, Siirt-Türkiye

**Prof. Dr. Füsun DEMİREL**

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, fusundgk@gmail.com, Ankara-Türkiye

**Öğr. Gör. Mehmet EMİNEL**

Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, mehmeteminel@gmail.com, Yozgat-Türkiye



#### **ÖZET**

Uygun olmayan bir akustik çevreye sahip okullar, pek çok öğrenci için negatif bir öğrenme çevresidir. Gürültü, öğrencilerin geçici veya kalıcı olarak sağlığını etkiler, okul başarısını düşürür. Okullar öğrenme ve öğretme etkinliğinin gerçekleştirildiği ortamlardır. Öğrenciler duymadıklarını öğrenemezler, öğretmenler çocukların öğrenme ile ilgili gereksinimlerini onları duyarak anlayabilirler. İnsanların ihtiyaç duyduğu, akustik konfora sahip mekânlar; çalışma ve yaşam için uygun yapı yaparak ve çalışma performansını etkileyecek akustik sorunlara çözüm bulunmasıyla sağlanabilmektedir. Bundan dolayı, akustik konfora sahip olması gereken mekânlar arasında, eğitim yapıları önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda çalışmada, eğitim yapıları özelinde Bozok Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde yer alan amfilerin akustik konfor koşulları yerinde yapılan ölçümlerle incelenmiş, mevcut koşulların yönetmeliklere uygunluğu değerlendirilmiştir. Yapılan iyileştirme çalışması ile önceki ve sonraki durum değerlendirmesi ölçüm yöntemi ile incelenmiş ve akustik konfor koşulları analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eğitim yapıları, sınıflar, akustik konfor, Bozok Üniversitesi.

#### **ABSTRACT**

Schools with an inappropriate acoustical environment are a negative learning environment for many students. Noise affects the health of students temporarily or permanently, reducing school success. Schools are environments where learning and teaching activities take place. Students can not learn that they do not hear, teachers can understand children's learning needs by listening to them. Places with acoustic comfort that people need; by making the structure suitable for work and life and by finding a solution to the acoustical problems that will affect the performance of the work. Therefore, educational facilities have an important place among the places that should have acoustic comfort. In this context, the acoustic comfort conditions of amphibiens in Bozok University Faculty of Economics and Administrative Sciences were investigated by means of in situ measurements and the compliance of the existing conditions with the regulations was evaluated. With the improvement work done, the previous and next case evaluations were examined by the measurement method and the acoustic comfort conditions were analyzed.

**Keywords:** Educational buildings, classes, acoustic comfort, Bozok University.

## 1. GİRİŞ

İç çevre kalitesinin altı bileşeninden biri akustik konfordur. Akustik konfor; konuşmanın anlaşılabilir olduğu, gerektiğinde konuşmanın kişiselleşebildiği, seslerden ötürü sıkıntı yaşatmayan ve zihni oyalamayan çevre özelliği olarak tanımlanabilir.

Bir yapının sağlıklı ve üretken bir çalışma ve yaşam alanı olabilmesi, tasarımından işletilmesine kadar olan tüm süreçlerinde akustik konfora önem verilmesi ile gerçekleşebilir. Okullar yetişkinlerin çalıştığı ofis alanlarına göre dört defa daha fazla yoğunluğa sahiptirler ve çok bakımlı değildirler. Okulların, akustik konfor farkındalığıyla yapılmadığı aşikârdır. Okulların yerinin belirlenmesi, yapımda kullanılan malzemelerin akustik özellikleri gibi akustik şartlar, yapım aşamasında göz önüne alınmamaktadır. Trafik yoğunluğunun fazla olduğu bir yerde yer alan bir sınıfın, havalandırma amacıyla pencerelerinin açılması, dış gürültünün sınıfa girmesine ve ortam gürültüsünün artmasına, öğrenme ve öğretme etkinliğinin azalmasına sebep olmaktadır [1].

Sınıflarda ve dersliklerde yapılacak akustik tasarımın, konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisi oldukça önemlidir. Akustiği düşünülmüş ve doğru şekilde tasarlanmış bir sınıf, öğrencinin bilgi alımını kolaylaştırması, verimliliğin artması anlamına gelmektedir. İngiltere’de yapılmış olan araştırmalar, oldukça etkili mevzuatların (BB93) [2] hazırlanmasına olanak sunmuştur. Bu standartlar, eğitim amaçlı binalarda bulunan tüm oda ve diğer mekânların uygun akustik şartlarını ve kullanım amacını yerine getirecek unsurları ele alarak tasarlama zorunluluğunu gündeme getirmektedir.

Ülkemizin eğitim sorununun çözülmesinde; eğitimcilerin kalitesinin ve sayılarının artırılmasının yanı sıra, düzgün okul yapılarının da yapılmasının önemi göz ardı edilmemelidir. Okulların mimari tasarım ilkeleri ile birlikte akustik parametrelerin detaylı ve titizlikle ele alınması ile eğitim ve öğretimin tam verimle gerçekleşeceği okul binalarına kavuşulabilecektir [3]. Bu amaçla; eğitim yapılarının akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir örnek çalışma ele alınarak, değerlendirme yapılmıştır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmanın yöntemi; Bozok Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nde yer alan amfilerin akustik konfor koşullarının yerinde yapılan ölçümlerle incelenmesi, mevcut koşulların yönetmeliklere uygunluğunun değerlendirilmesidir. Bu kapsamda; yapılan iyileştirme çalışması önceki ve sonraki durum karşılaştırması ile akustik konfor koşulları analiz edilmiştir.

## 3. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Reverberasyon süresi	120 < V ≤ 300 m <sup>3</sup> sınıflar için 0,4 < T ≤ 0,6 (Brezilya) [4]
	150 ≤ V < 300 m <sup>3</sup> , 0,5 ≤ T ≤ 0,7 (500-1000-2000 Hz) (Brezilya) [5]
	V ≤ 250 m <sup>3</sup> sınıflar için 0,4 < T < 0,8 (Fransa) [4,5]
	V > 250 m <sup>3</sup> sınıflar için 0,6 < T < 1,2 (Fransa) [4,5]
	250 m <sup>3</sup> sınıflar için T 0,8 ve 1,0 arasında (Almanya) [4]
	500 m <sup>3</sup> sınıflar için T 0,9 ve 1,1 arasında (Almanya) [4]
	750 m <sup>3</sup> sınıflar için T 1,1 ve 1,2 arasında (Almanya) [4]
	0,8 < T < 1,0 (500-1000-2000 Hz) (Almanya) [5]
	V ≈ 200 m <sup>3</sup> sınıflar için T = 0,6 [4]
	V ≈ 300 m <sup>3</sup> sınıflar için T = 0,7 (Japonya) [4]
RT = Tmf a < 0,6 (a, sınıflar, genel öğrenme alanları, küçük grup odaları)	
RT = Tmf b < 0,8 (b, sınıflar, genel öğrenme alanları, seminer odaları, dil laboratuvarları, eğitim odaları) (UK) [4]	
V < 283 m <sup>3</sup> sınıflar için T = 0,6 [4,5]	
283 m <sup>3</sup> < V ≤ 566 m <sup>3</sup> sınıflar için T = 0,7 (USA) [4,5]	
55 dBA'' yı aşmamalıdır (Polonya) [6]	
0,6 sn (maksimum) (CHPS (Relocatable Classrooms Now Available)) [7]	
Küçük ve orta büyüklükteki sınıflarda 0,6 sn ya da daha altındaki reverberasyon süreleri ve daha büyük sınıflarda ise 0,7 ve altındaki reverberasyon sürelerinin	

		sinyal-gürültü oranı +15 desibel oranında olduğu zaman konuşma anlaşılabilirliğini düşürmediği varsayılmıştır [8].
Öğrenme ve çalışma mekânlarında reverberasyon süresi	Müzik sınıfları < 1,0 [2]	
	Küçük çalışma / grup odası < 0,8 [2]	
	Topluluk odası: 0,6 – 1,2 [2]	
	Performans / resital odası: 1,0 – 1,5 [2]	
	Kayıt stüdyosu: 0,6 – 1,2 [2]	
	Kayıt için kontrol odası < 0,5 [2]	
	Kapalı hacimli temel öğrenme alanı < 283 m <sup>3</sup> 500, 1000, 2000 Hz’ de: 0,6 sn [8]	
	Kapalı hacimli temel öğrenme alanı > 283 m <sup>3</sup> ve ≤ 566 m <sup>3</sup> 500, 1000, 2000 Hz’ de: 0,7 sn [8]	
	Kapalı hacimli temel öğrenme alanı > 566 m <sup>3</sup> ve tüm yardımcı öğrenme alanları 500, 1000, 2000 Hz’ de --- [8]	

#### 4. EĞİTİM BİNALARINDA AKUSTİK KONFOR

Sınıflarda anlatılan konunun öğrencilerce kavranabilmesinin, öğretmenin konuşmasının anlaşılabilirliği ile doğru orantılı olduğu bir gerçektir. Eğitiminin anlaşılması için gerekli olan akustik faktörler; arka plan gürültü düzeyi, konuşmanın anlaşılabilirliği ve reverberasyon süresi parametreleridir [3]. Öğrencilerin gürültü içerisindeki anlayabilme yetenekleri, yetişkinliğe kadar gelişir. Bundan dolayı, akustik konfor koşulları öğrenciler için yetişkinlerden çok daha fazla önemlidir. Öğretmenin sınıfta sözlü olarak ifade ettiği bilgileri tümüyle duyamayan, anlayamayan öğrenci normal bir hızda öğrenemez. Öğrenmeye yönelik iyi bir akustik konfor için düşük derecede gürültüye ve ortam gürültüsünün artmaması için az yankıya gereksinim vardır. Yeterli derecede aydınlatmanın olmadığı sınıflarda aydınlatmanın artırılması gibi, yeterli akustik konforun olmadığı mekânlarda, akustik koşulların iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bir çalışmaya göre; fazla gürültü ve yankının olduğu sınıflarda konuşmaların anlaşılabilirliği %75’tir. Yani öğrencilerin öğretmenlerin söylediklerinin %75’ini anlamakta, %25’ini anlamamaktadır [1]. Bu gerçeği göz önünde bulundurarak, eğitim yapılarının akustik konfor koşullarının tasarım aşamasında dikkate alınması önem arz etmektedir.

##### 4.1. Amfilerin İyileştirme Öncesi Akustik Konfor Değerlendirmesi

Kapalı bir hacim içerisinde, ses kaynağı kapatıldıktan sonra, ses basınç seviyesinin, 60 dB azalması ya da sönümlenmesi için geçen süre olarak tanımlanan reverberasyon süresi; hacim akustiği için en önemli parametrelerden biridir [9,10,11].

Eğitim yapılarındaki sınıflarda tavsiye edilen orta frekanslardaki reverberasyon süresi değerleri 0,6-0,8 sn arasındadır [12,13,14,15].

Bu çalışmada Bozok Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nde yer alan amfilerin iyileştirme öncesi ve sonrasındaki performans analizi çalışması yapılmıştır. Yaklaşık 55 m<sup>2</sup> alana sahip bir sınıfta 6 alıcı ve 1 kaynak noktası belirlenmiştir (Şekil 1). Ölçümler; sınıf boş durumdayken ses kaynağı (122dB-re:1pW), 2734-A: güç yükselticisi (500W), 4192 1\2 inç Mikrofon, 2669-B mikrofon ön yükselticisi Brüel&Kjaer marka kullanılarak ve TS EN ISO 3382-1 [9] standardına uygun şekilde yapılmıştır.

K1 ses kaynağı sınıfın orta aksı üzerinde tahtanın bulunduğu duvara (yansıtıcı yüzey) 3,5 m mesafede, A1, A3, A7, A9 ve A11 alıcı noktaları yansıtıcı yüzeylere 2,5 m mesafede, A5 ve A11 alıcıları orta aks üzerinde konumlandırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Kaynak ve alıcı noktaları



Resim 1. İyileştirme öncesinde yapılan ölçümlerden fotoğraflar

Tablo 1.  $T_{30}$  - Reverberasyon süresi sonuçları

$T_{30}$ (sn)	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz
K1-A1	2,64	3,59	3,77	4,25	2,96	2,14	2,33	2,40	2,13	2,21
K1-A3	3,30	4,07	3,62	3,55	3,50	2,18	2,26	2,25	2,05	2,19
K1-A5	3,84	4,41	3,04	4,08	3,17	2,33	2,49	2,50	1,80	2,18
K1-A7	3,10	3,92	3,73	3,75	3,10	2,38	2,45	2,31	2,06	2,12
K1-A9	3,41	4,04	4,09	3,70	3,60	2,21	2,37	2,33	2,26	2,33
K1-A11	3,18	3,88	3,59	3,45	3,59	2,36	2,55	2,10	2,03	2,34

$T_{30}$ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
K1-A1	2,27	2,60	2,38	2,44	2,30	2,01	1,86	1,65	1,42	1,01
K1-A3	2,37	2,49	2,59	2,48	2,25	2,01	1,90	1,64	1,41	1,05
K1-A5	2,10	2,52	2,55	2,50	2,22	2,00	1,87	1,58	1,40	1,10
K1-A7	2,15	2,53	2,77	2,42	2,40	2,21	1,82	1,64	1,35	1,12
K1-A9	2,28	2,37	2,57	2,33	2,18	2,14	1,91	1,72	1,43	1,10
K1-A11	2,63	2,35	2,46	2,44	2,18	2,06	1,89	1,67	1,44	1,17

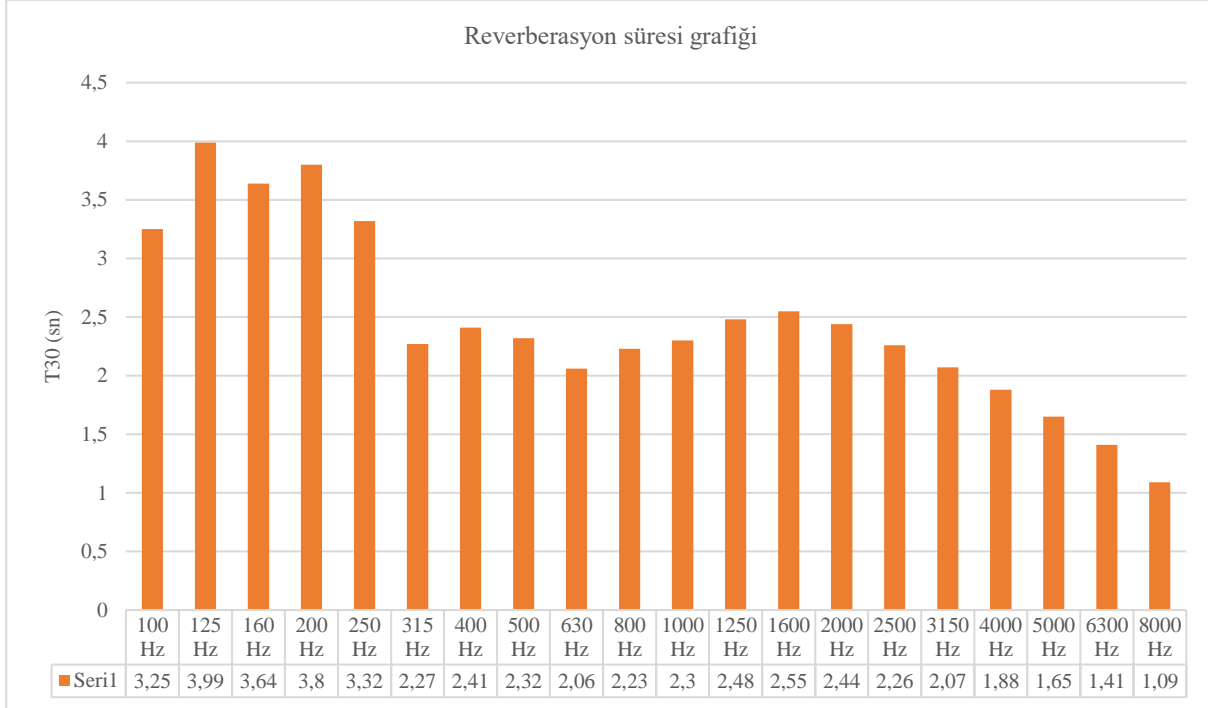


**Tablo 2.** T<sub>30</sub> – Ortalama reverberasyon süresi sonuçları

T <sub>30</sub> (sn)	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz
K1	3,25	3,99	3,64	3,80	3,32	2,27	2,41	2,32	2,06	2,23

T <sub>30</sub> (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
K1	2,30	2,48	2,55	2,44	2,26	2,07	1,88	1,65	1,41	1,09

**Şekil 2.** İyileştirme öncesi reverberasyon süresi grafiği

İyileştirme öncesi mevcut durum ölçüm sonucuna göre; 500 Hz ve 1000 Hz ortalaması 2,31 sn, ile mevzuatlarda yer alan eğitim mekânlarında olması gereken reverberasyon süresi sınır değeri (0,6-0,8 sn) aştığı belirlenmiştir.

#### 4.2. Amfilerin İyileştirme Sonrası Akustik Konfor Değerlendirmesi

İyileştirme öncesinde tuğla üzeri sıva şeklinde olan duvarlar iyileştirme sonrasında, ipek (canlı) sıva ile kaplanmıştır. Bu malzeme; yaklaşık 2-3 mm lik pamuk şeklindedir. İpek sıva doğal elyaflar, strafor, selüloz gibi maddelerden oluşan, ısı ve ses izolasyonu ile akustik etkiler sağlayan bir yapı malzemesidir. İpek sıva, boya ya da duvar kağıdına göre daha kolay uygulanmakta ve daha uzun ömürlüdür.

**Resim 2.** İyileştirme aşamasında yapılan canlı sıva detayı



Resim 3. İyileştirme sonrasında yapılan ölçümlerden fotoğraflar

Tablo 3.  $T_{30}$  - Reverberasyon süresi sonuçları

$T_{30}$ (sn)	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz
K1-A1	3,39	3,72	3,80	3,59	3,17	2,11	2,07	1,81	1,87	1,69
K1-A3	3,77	4,10	3,66	3,73	2,49	1,81	2,12	2,21	1,99	1,72
K1-A5	3,76	3,55	3,10	3,81	3,32	1,85	2,03	2,08	1,55	1,52
K1-A7	3,30	4,01	3,84	3,64	2,80	2,34	2,15	2,08	1,54	1,59
K1-A9	3,11	3,87	4,06	3,54	2,90	1,88	1,99	2,32	1,64	1,78
K1-A11	2,94	3,90	4,09	3,69	3,00	1,97	1,78	2,20	1,78	1,77

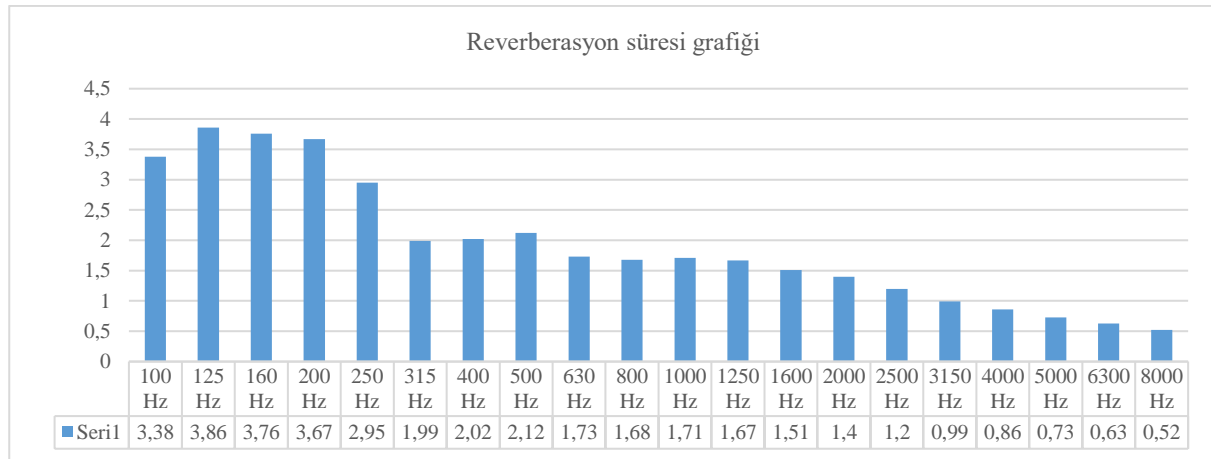
$T_{30}$ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
K1-A1	1,69	1,66	1,43	1,37	1,14	0,97	0,80	0,67	0,62	0,45
K1-A3	1,66	1,57	1,60	1,41	1,23	0,94	0,85	0,75	0,61	0,52
K1-A5	1,61	1,73	1,45	1,36	1,29	1,06	0,87	0,72	0,60	0,53
K1-A7	1,77	1,61	1,47	1,43	1,09	0,98	0,89	0,74	0,66	0,55
K1-A9	1,76	1,80	1,54	1,40	1,24	0,95	0,85	0,78	0,65	0,57
K1-A11	1,74	1,67	1,58	1,43	1,19	1,04	0,92	0,70	0,63	0,51

Tablo 4.  $T_{30}$  – Ortalama reverberasyon süresi sonuçları

$T_{30}$ (sn)	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz
K1	3,38	3,86	3,76	3,67	2,95	1,99	2,02	2,12	1,73	1,68

$T_{30}$ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
K1	1,71	1,67	1,51	1,40	1,20	0,99	0,86	0,73	0,63	0,52



Şekil 3. İyileştirme sonrası reverberasyon süresi grafiği

İyileştirme sonrasında yapılan mevcut durum ölçüm sonucunda; 500 Hz ve 1000 Hz ortalaması 1,91 sn, ile mevzuatlarda yer alan eğitim mekânlarında olması gereken reverberasyon süresi sınır değerini (0,6-0,8 sn); aştığı belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bozok Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi sınıflarında, konuşma işlevi için sağlanması gereken akustik konfor koşulları, iyileştirme öncesi ve sonrasında yapılan yerinde ölçüm yöntemi ile analiz edilmiş, ülkemizde yürürlükte olan yönetmelik, ulusal/uluslararası standartlarda ve literatürde önerilen hacim akustiği için önemli olan reverberasyon süresi parametresine göre değerlendirilmiştir.

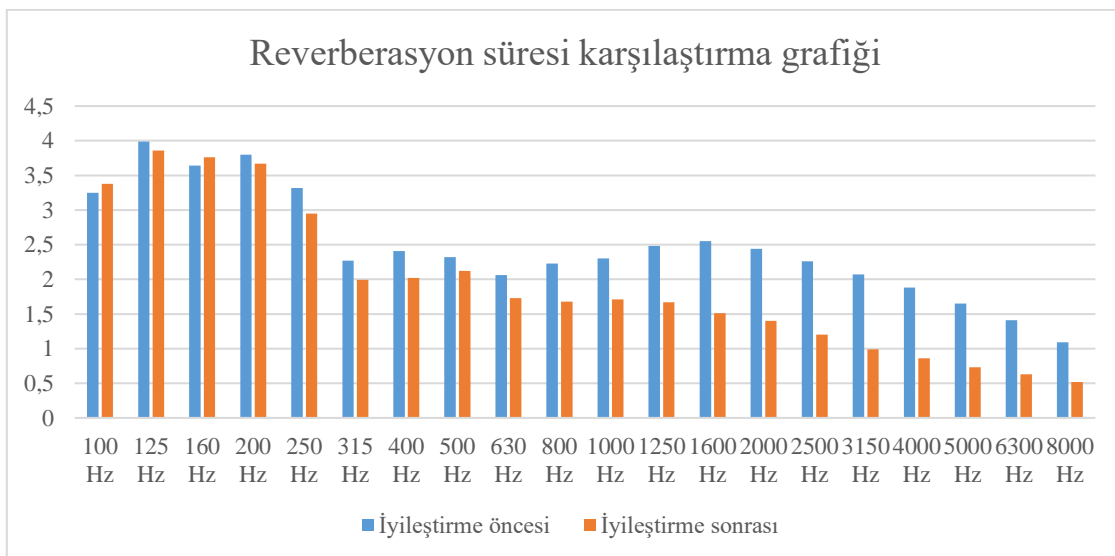
Yerinde ölçüm yöntemi ile belirlenen reverberasyon süresi sonuçlarına göre; sınıf mekânında frekans bazında düzgün bir dağılım olmadığı görülmektedir. Eğitim yapıları özelinde sınıflar için konuşmanın anlaşılabilirliğini de etkileyen reverberasyon süresinin **iyileştirme öncesinde; 2,31 sn ve iyileştirme sonrasında (ipek sıva kullanımı ile); 1,91 sn** olarak analiz edilmiş, uygun değerler (0,6-0,8 sn) içinde olmadığı, sınıflarda yankılanmanın fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum sınıflardaki yansıtıcı yüzeylerin fazla, yutucu yüzeylerin ise az olmasından kaynaklanmaktadır. Bu duruma göre; sınıf içerisinde yer alan pencerelerde yutuculuğu yüksek perdelerin, arka duvarda ve tavanda akustik koşulları sağlayacak oranda ses yutucu malzeme kullanılması önerilebilir.

Akustik düzenlemelerde yüksek frekansları kontrol altına almak her zaman daha kolaydır. Düşük frekanslı sesler dalga boyu fazla olduğu için denetlemek daha zordur. Yapılan iyileştirme çalışması öncesi ve sonrasında yapılan değerlendirmede; düşük frekanslı seslerin ipek (canlı) sıva yapılmadan öncesinde ve sonrasında yaklaşık değerlerde olduğu görülmektedir. Denetimi zor olan yüksek frekanslı seslerin ise; iyileştirme sonrasında daha uygun değerlere geldiği belirlenmiştir.

**Tablo 5.** İyileştirme öncesi ve sonrası T<sub>30</sub>- Reverberasyon süresi sonuçları

T <sub>30</sub> (sn)	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz
İyileştirme Öncesi	3,25	3,99	3,64	3,80	3,32	2,27	2,41	2,32	2,06	2,23
İyileştirme sonrası	3,38	3,86	3,76	3,67	2,95	1,99	2,02	2,12	1,73	1,68

T <sub>30</sub> (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
İyileştirme Öncesi	2,30	2,48	2,55	2,44	2,26	2,07	1,88	1,65	1,41	1,09
İyileştirme sonrası	1,71	1,67	1,51	1,40	1,20	0,99	0,86	0,73	0,63	0,52



**Şekil 4.** İyileştirme öncesi ve sonrasındaki reverberasyon süresi karşılaştırma grafiği

Tablo 6. Değerlendirme sonucu

Hacim Akustiği Parametresi	Optimum Değer	Analiz Sonuçları		Değerlendirme
		İyileştirme öncesi	İyileştirme sonrası	
T <sub>30,mid</sub> Reverberasyon Süresi, sn (Reverberation Time)	$0,6 \leq T_{30,mid} \leq 0,8$ (500 Hz - 1000 Hz) [12,13,14,15]	2,31 sn	1,91 sn	UYGUN DEĞİL

## KAYNAKLAR

- [1]. TMMOB Makine Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, (2015). “Okullarda Akustik Konfor”.
- [2]. Building Bulletin 93, (2003). “Acoustic Design of Schools; a Design Guide”, Architects and Building Branch, London, 8-75.
- [3]. Gökçora, B., (2003). “Okullarda Akustik ve Konuşmanın Anlaşılabilirliği”, İzolasyon Dünyası, 54.
- [4]. Zannin, P.H.T., Zwirter, D.P.Z., (2009). “Evaluation of the acoustic performance of classrooms in public schools”, Applied Acoustics, 70: 626-635.
- [5]. Zannin, P.H.T., Marcon, C.R., (2007). “Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms”, Applied Ergonomics, 38: 675-680.
- [6]. Wroblewska, D., (2010). “Acoustical standards used in design of school spaces”, Acoustic and Biomedical Engineering, 118: 186-189.
- [7]. Chiang, C., Lai, C., (2008). “Acoustical environment evaluation of classrooms for elementary schools in Taiwan”, Science Direct Building and Environment, 43: 1619-1632.
- [8]. ANSI S12.60-2002, (2002). “Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools”, American National Standard, Melville-ABD, 5-25.
- [9]. Türk Standardları Enstitüsü, (2010). “Akustik, Odaların Akustik Parametrelerinin Ölçülmesi, Bölüm 1: Performans Boşlukları”, TSE, TS EN ISO 3382-1, Türkiye, 1-26.
- [10]. Beranek, L., (2004). “Concert Halls and Opera Houses Music Acoustics and Architecture, 2<sup>nd</sup> ed.”, Springer Verlag Inc., New York.
- [11]. Türkmen, R., (2013). “Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi,
- [12]. Demirel, F., Özçetin, Z., (2014). “Ankara Musiki Muallim Mektebi Mamak Municipality Conservatory Building And Noise Control Analysis”, Journal Of The Faculty Of Engineering And Architecture Of Gazi University, (SCI), V:29, 4(835-845).
- [13]. Özçetin, Z., (2011). "Konservatuvar Binalarının Gürültü Kontrolü Açısından Analizi ve Bir Örnek Çalışma: Ankara Musiki Muallim Mektebi Konservatuvar Binası", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [14]. Özçetin, Z., (2015). “Gürültü Kontrolü Açısından Konservatuvar Binalarının Analizi”, Türkiye Alim Kitapları, Almanya.
- [15]. Demirel, F., (2018). “Mimari Akustik Yayınlanmamış Ders Notları”, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Ankara.