

KONGRE VE KÜLTÜR MERKEZİ ÖRNEĞİNDE ÇOK AMAÇLI SALON AKUSTİĞİ İNCELEMESİ

MULTI-PURPOSE HALL ACCOUNTING EXAMINATION FOR CONGRESS AND CULTURAL CENTER

Prof. Dr. Füsün DEMİREL

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, fusundgk@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Zuhâl ÖZÇETİN

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

Öğr. Gör. Mehmet EMİNEL

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



ÖZET

Milli kültürün tanıtılması çerçevesinde, toplantılar, sergiler, kurslar, gösteriler, yarışmalar, sesli ve görüntülü programlar düzenlenen kültür merkezleri ve bu merkezlerin bünyesinde bulunan çok amaçlı salonlarda mimari akustik oldukça önemlidir. Bu kapsamda, 2008 yılında yapımına başlanan ve 2013 yılında hizmete açılan, Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi'nde yer alan 828 kişilik salonun, yerinde ölçüm yöntemi aracılığı ile mevcut durum değerlendirmesi yapılarak, salonun akustik analizini yapmak bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Bu bağlamda çalışmada, akustik konfor koşullarını sağlamada kullanılan en önemli parametrelerden biri olan reverberasyon süresi (T30) parametresi yerinde ölçüm yöntemi kullanılarak, sözü edilen kültür merkezinin akustik performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kültür merkezi, akustik konfor, Hacim akustiği, Bozok Üniversitesi, Yozgat.

ABSTRACT

Architectural acoustics are very important in the cultural centers where there are meetings, exhibitions, courses, shows, competitions, audiovisual programs and multi-purpose halls in the center of these centers. In this context, the purpose of this study was to make the acoustical analysis of the auditorium by conducting the current situation evaluation through the in situ measurement method and the 828 person room which was started to be built in 2008 and opened to service in 2013 at the Bozok University Erdoğan Akdağ Congress and Culture Center. In this context, the acoustical performance evaluation of the mentioned culture center was carried out by using the on-site measurement method of the reverberation time (T30) parameter, which is one of the most important parameters used for achieving acoustic comfort conditions.

Keywords: Cultural center, acoustic comfort, volume acoustics, Bozok University, Yozgat.

1. GİRİŞ

Mimari akustikte birbirine zıt akustik koşullar gerektiren konuşma ve müzik etkinliklerinin bir arada kullanımı ve çözümü en zor mekân tipini oluşturmaktadır. Farklı kullanımlar için gerekli akustik konfor koşullarından taviz vermemek için değişken akustik alanların oluşturulması gerekmektedir. Örneğin; konuşmanın anlaşılabilirliği, reverberasyon süresinin düşük olduğu, daha kuru bir mekânda yüksek düzeyde sağlanabiliyorken, bu mekân opera ya da senfonik müzik için ölü ve doğal ses düzeyleri açısından yetersiz olacaktır. Senfonik müzikte, mekânın akustik açıdan canlı ve dinleyici alanlarında, homojen ses dağılımına sahip olması gerekmektedir. Bununla ilgili olarak sesin yakınlığı-oda izlenimi, canlılık, sıcaklık, berraklık, parlaklık, sahne ve orkestra alanında denge, karışım ve birliktelik, doku, tonal kalite ve dinamik aralık gibi bütün öznel parametreleri

uygun aralıklara getirmek için ilgili nesnel akustik parametreler üzerinden bir optimizasyon çalışması gereklidir.

2. YÖNTEM

2008 yılında yapımına başlanan ve 2013 yılında hizmete açılan, Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi'nde yer alan 828 kişilik salonun, yerinde ölçüm yöntemi aracılığı ile mevcut durum değerlendirmesi yapılarak, reverberasyon süresine yönelik akustik konfor koşulları değerlendirilmiştir.

3. BOZOK ÜNİVERSİTESİ ERDOĞAN AKDAĞ KONGRE VE KÜLTÜR MERKEZİ MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ

Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi, toplamda 8.100 m² olup; 3.460 m² alana kurulmuştur. Konferans salonu seyirci oturma alanı 774 kişilik olup, 6 adet loca ile birlikte, toplamda 828 kişiliktir. 174 kişilik 1 adet toplantı salonu mevcuttur. Bütün katlar 1000 m² alana sahiptir. Sergi ve açık faaliyet alanı yer almaktadır. Toplamda 8 adet salonu bulunan Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi, 4 adet 69 m² alanla 30 kişilik, 4 adet 96 m² alanla 48 kişiliktir. Kongre Merkezi'nde aynı anda gösteri, sergi ve uluslararası boyutta toplantı yapma imkânı bulunmaktadır.

Bu bildiri kapsamında Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi'nde yer alan 828 kişilik salonun, analizi ve değerlendirmesi yapılmıştır.

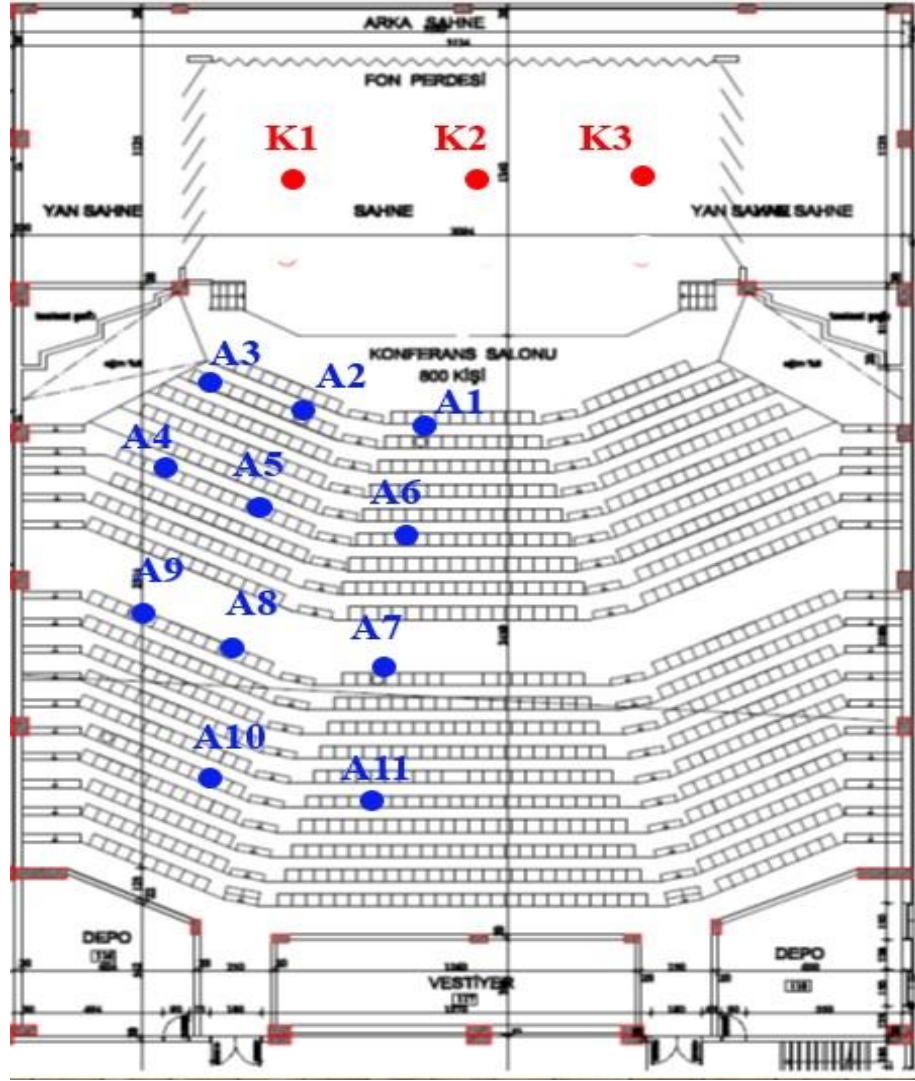


Resim 1. Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi iç mekân ve ölçüm fotoğrafları

3.1. Mevcut Durum Ölçümleri

Ölçümler; salon 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 [1] standardına uygun şekilde yapılmıştır.

TS EN ISO 3382-1 standardı doğrultusunda; 828 kişilik salonda, 11 adet mikrofon dinleyici alanının tek tarafına salonu temsil edecek şekilde yerleştirilmiştir. Yine TS EN ISO 3382-1 standardı ışığında; 3 adet kaynak noktası belirlenmiştir.



Şekil 1. Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi alıcı ve kaynak noktaları

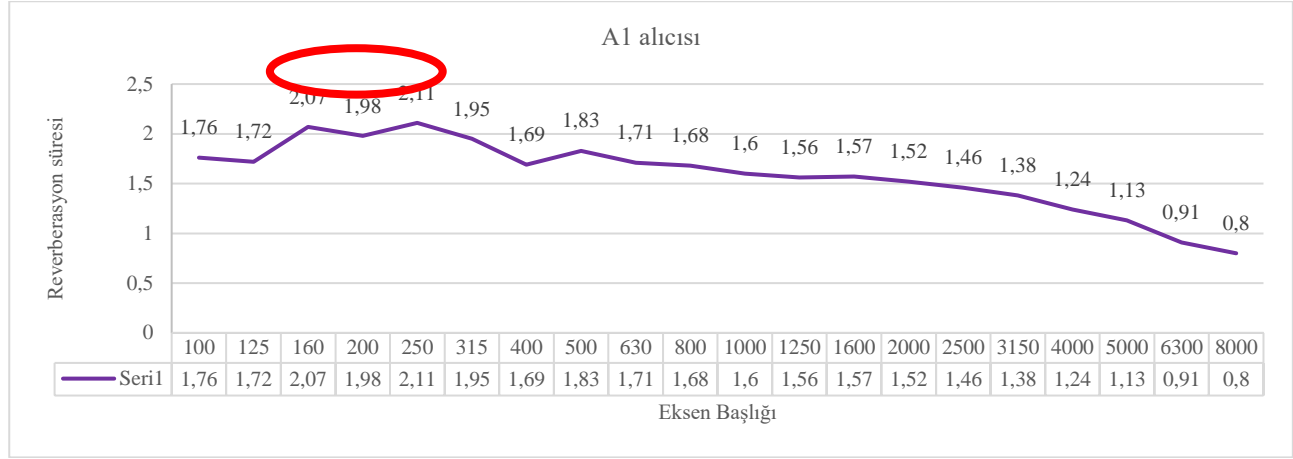
Salon konser, tiyatro ve konferans işlevi için aynı fiziksel şartlarda kullanıldığı için, bu koşulları belirlemek amacıyla kullanılacak 3 kaynak; sahne ortasında, yansıtıcı yüzeylerden yeterli mesafede olacak şekilde ve sahne zemininden 1.5 m yükseklikte konumlandırılmıştır. Ses kaynağı olarak, Omni-directional dodecahedron kaynak kullanılmış ve ortama pembe gürültü verilmiştir. Salon simetrik olduğu için, TS EN ISO 3382-1 [1] standardına göre; dinleyici alanının tek tarafına mikrofon yerleştirmek yeterli görülmüştür. Mikrofonlar; bu doğrultuda belirlenen 11 noktaya, dinleyici kulak hizası olan 1.2 m’de konumlandırılmıştır.

3.2. Reverberasyon süresi

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 [1,2,3,4,5,6].

Tablo 1. A1 alıcısı için T30 - 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
A1-K1	1,66	1,77	2,07	1,96	2,34	2,02	1,74	1,72	1,74	1,54
A1-K2	1,79	1,65	1,99	1,90	2,05	1,91	1,65	1,90	1,66	1,71
A1-K3	1,84	1,73	2,15	2,08	1,94	1,93	1,67	1,86	1,72	1,79
T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A1-K1	1,63	1,62	1,57	1,45	1,43	1,35	1,26	1,12	0,88	0,78
A1-K2	1,61	1,55	1,52	1,51	1,45	1,40	1,23	1,14	0,89	0,74
A1-K3	1,57	1,51	1,62	1,59	1,49	1,39	1,24	1,12	0,97	0,87



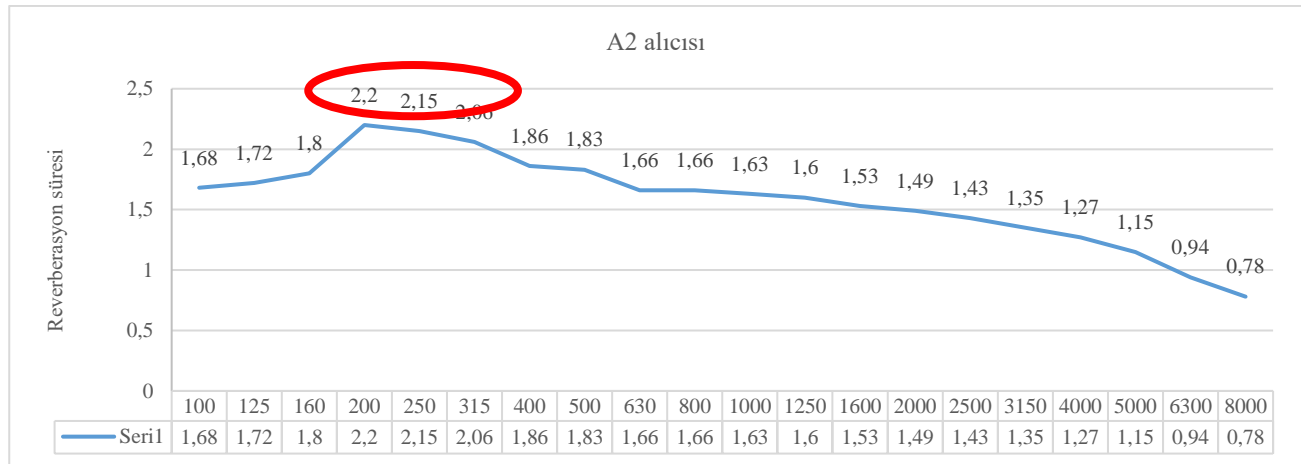
Şekil 2. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

Bu kapsamda; A1 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına baktığımızda; düşük frekanslarda artış olduğunu, özellikle 160 Hz ve 250 Hz frekanslarında reverberasyon süresinin 2 sn'nin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

Tablo 2. A2 alıcısı için T30 - 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
A2-K1	1,66	1,76	1,84	2,01	2,02	1,88	1,72	1,86	1,64	1,60
A2-K2	1,91	1,90	1,92	2,31	2,41	2,15	1,99	1,85	1,67	1,66
A2-K3	1,46	1,49	1,64	2,27	2,02	2,15	1,87	1,77	1,67	1,73

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A2-K1	1,57	1,62	1,55	1,49	1,40	1,34	1,28	1,15	0,88	0,81
A2-K2	1,70	1,54	1,45	1,50	1,40	1,36	1,27	1,16	0,91	0,76
A2-K3	1,62	1,63	1,59	1,49	1,48	1,35	1,26	1,13	1,03	0,78



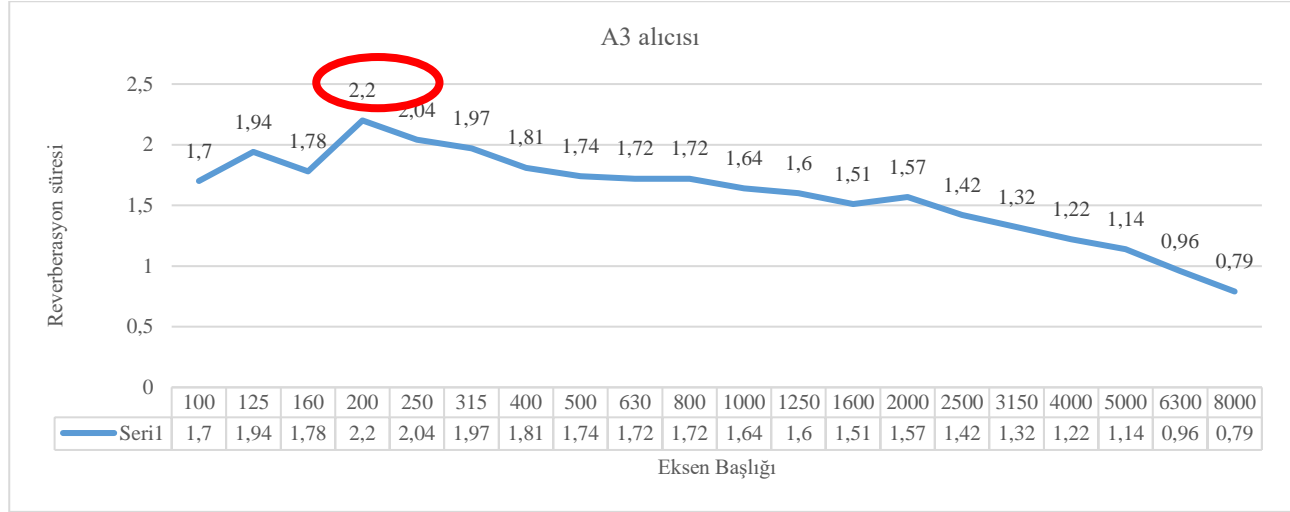
Şekil 3. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A2 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımında; düşük frekanslarda artış olduğu, özellikle 200, 250 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde yer aldığı görülmektedir.

Tablo 3. A3 alıcısı için T30 - 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
A3-K1	2,05	2,28	1,94	2,49	2,20	2,05	1,84	1,77	1,66	1,62
A3-K2	1,55	1,66	1,68	2,03	1,92	2,09	1,74	1,66	1,76	1,74
A3-K3	1,51	1,87	1,73	2,08	1,99	1,77	1,86	1,80	1,75	1,79

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A3-K1	1,64	1,52	1,50	1,51	1,38	1,29	1,20	1,16	0,89	0,76
A3-K2	1,56	1,57	1,51	1,62	1,42	1,30	1,26	1,13	0,97	0,79
A3-K3	1,72	1,70	1,53	1,58	1,45	1,38	1,20	1,14	1,03	0,81



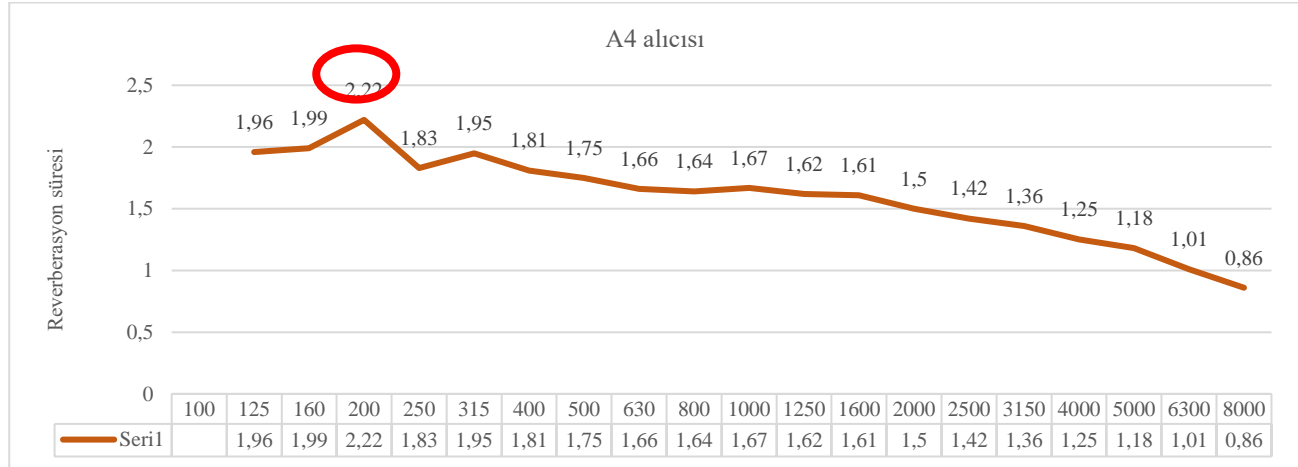
Şekil 4. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A3 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına baktığımızda; düşük frekanslarda artışın olduğunu, özellikle 200 ve 250 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerine çıktığı görülmektedir.

Tablo 4. A4 alıcısı için T30 - 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
A4-K1	-	1,59	1,84	2,10	1,68	1,90	1,84	1,64	1,63	1,67
A4-K2	-	2,04	2,15	2,42	1,99	1,85	1,68	1,75	1,59	1,64
A4-K3	-	2,26	1,97	2,13	1,82	2,11	1,92	1,87	1,76	1,62

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A4-K1	1,66	1,51	1,59	1,42	1,38	1,41	1,28	1,21	0,97	0,79
A4-K2	1,58	1,55	1,59	1,61	1,43	1,32	1,21	1,20	0,98	0,83
A4-K3	1,77	1,79	1,64	1,46	1,45	1,35	1,27	1,13	1,07	0,95



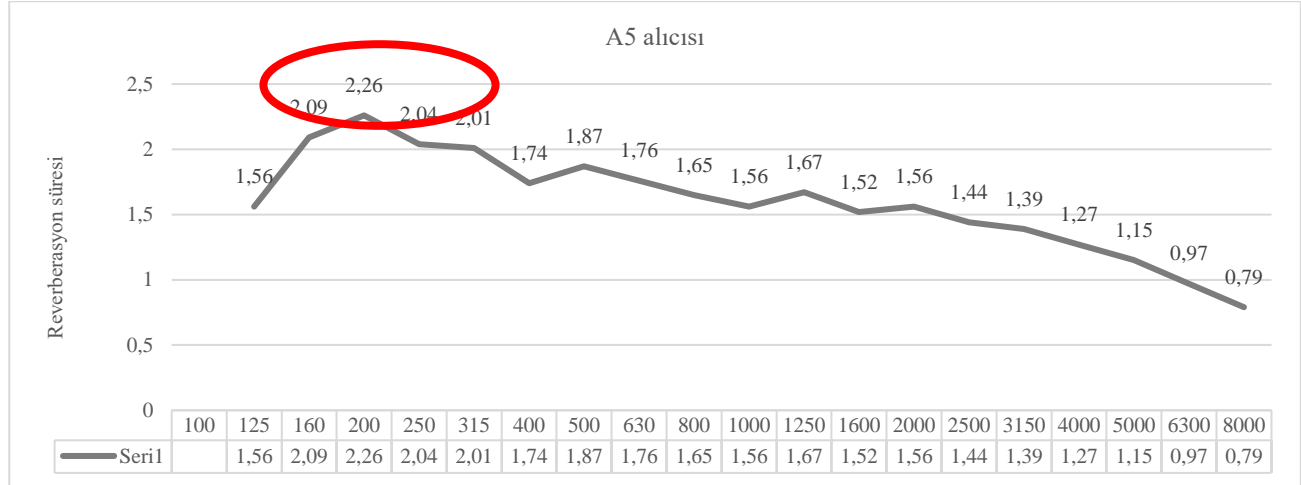
Şekil 5. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A4 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımında; özellikle 200 Hz frekansında 2 sn'nin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

Tablo 5. A5 alıcısı için T30 - 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
A5-K1	-	1,48	2,07	2,53	2,09	2,06	1,79	1,88	1,73	1,58
A5-K2	-	1,70	2,35	2,16	1,69	2,07	1,82	1,87	1,74	1,70
A5-K3	-	1,50	1,85	2,09	2,33	1,91	1,61	1,87	1,82	1,66

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A5-K1	1,57	1,69	1,57	1,59	1,42	1,45	1,30	1,11	0,94	0,79
A5-K2	1,57	1,68	1,53	1,49	1,45	1,33	1,25	1,16	0,99	0,77
A5-K3	1,54	1,64	1,47	1,59	1,45	1,40	1,25	1,19	0,98	0,82



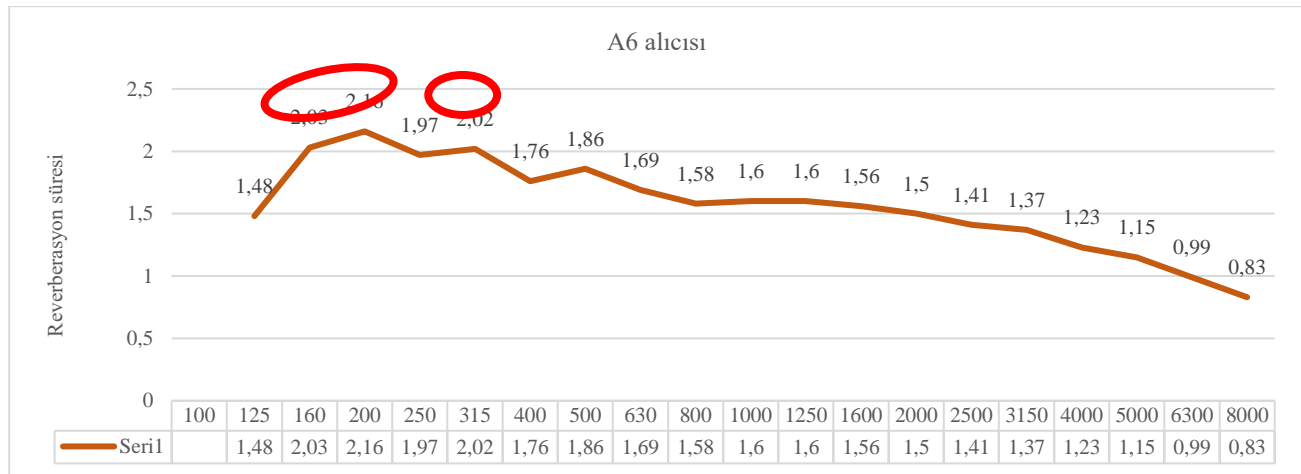
Şekil 6. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A5 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına baktığımızda; düşük frekanslarda artışın olduğu, 160, 200, 250 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6. A6 alıcısı için T30 - 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
A6-K1	-	1,46	2,13	1,96	1,98	1,82	1,80	1,82	1,67	1,54
A6-K2	-	1,56	1,80	2,49	1,92	2,36	1,67	1,87	1,70	1,60
A6-K3	-	1,41	2,16	2,04	2,02	1,88	1,80	1,89	1,70	1,59

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A6-K1	1,63	1,61	1,58	1,51	1,42	1,36	1,23	1,13	0,96	0,81
A6-K2	1,56	1,71	1,54	1,46	1,40	1,34	1,21	1,14	1,02	0,81
A6-K3	1,62	1,49	1,56	1,52	1,40	1,40	1,25	1,19	1,00	0,86



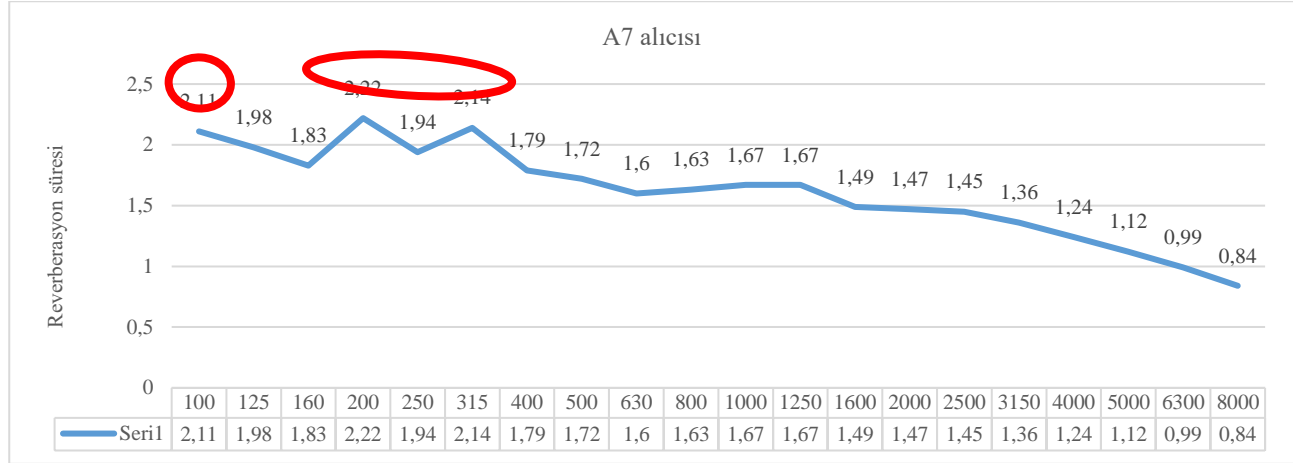
Şekil 7. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A6 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına baktığımızda; düşük frekanslarda artışın olduğunu, özellikle 160, 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 7. A7 alıcısı için T30 - 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
A7-K1	2,00	2,24	1,88	2,03	1,85	2,11	1,83	1,75	1,52	1,74
A7-K2	2,22	1,91	1,67	2,21	1,93	2,25	1,72	1,62	1,58	1,61
A7-K3		1,80	1,93	2,42	2,05	2,36	1,83	1,79	1,69	1,53

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A7-K1	1,66	1,74	1,53	1,52	1,39	1,37	1,23	1,09	1,02	0,86
A7-K2	1,69	1,74	1,42	1,47	1,48	1,32	1,24	1,13	0,94	0,82
A7-K3	1,65	1,54	1,51	1,42	1,48	1,40	1,25	1,13	1,01	0,83



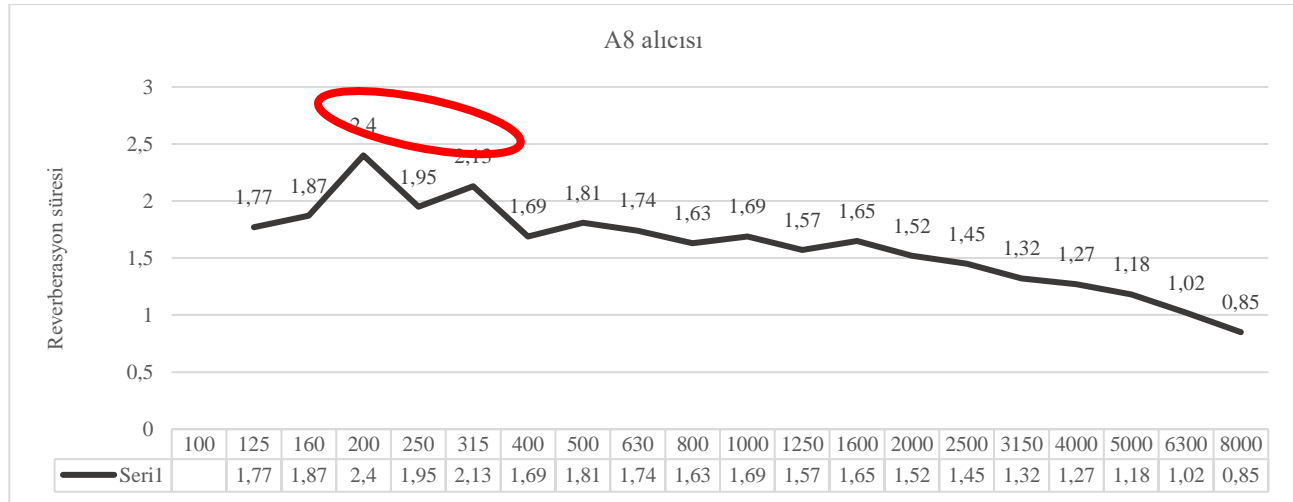
Şekil 8. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A7 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımında; özellikle 100, 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

Tablo 8. A8 alıcısı için T30 - 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
A8-K1		1,93	1,77	2,41	2,20	2,05	1,70	1,81	1,75	1,60
A8-K2		1,68	2,06	2,84	1,82	2,35	1,73	1,75	1,87	1,54
A8-K3		1,69	1,78	1,95	1,84	1,98	1,63	1,87	1,61	1,75

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A8-K1	1,75	1,54	1,62	1,49	1,39	1,34	1,29	1,16	1,02	0,86
A8-K2	1,75	1,54	1,59	1,50	1,42	1,23	1,20	1,17	0,99	0,79
A8-K3	1,57	1,63	1,75	1,58	1,53	1,39	1,32	1,21	1,05	0,89



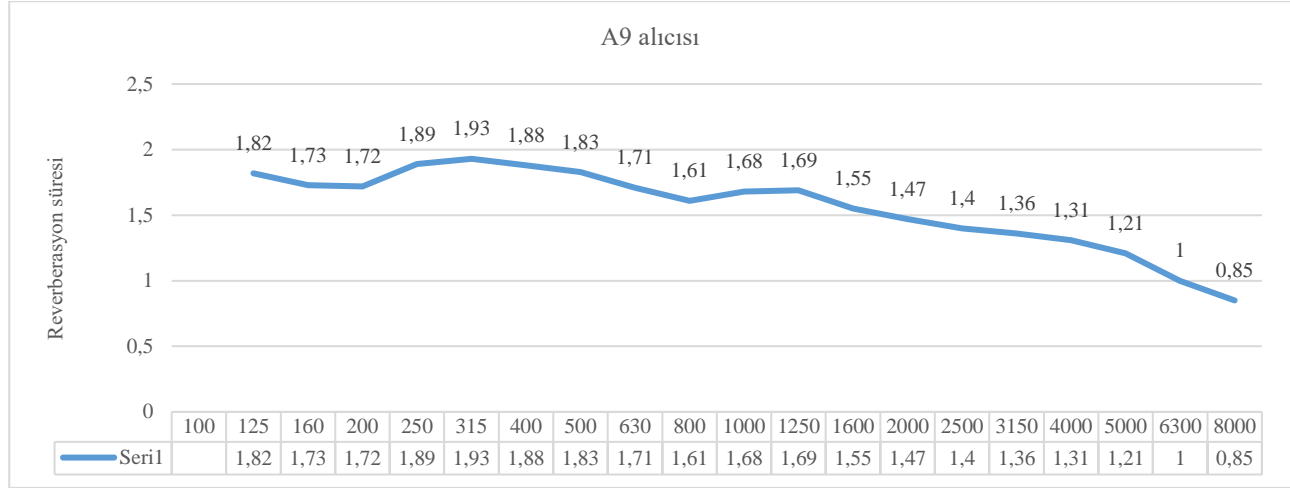
Şekil 9. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A8 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına baktığımızda; düşük frekanslarda artışın olduğunu, özellikle 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerine çıktığı görülmektedir.

Tablo 9. A9 alıcısı için T30 - 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
A9-K1	-	2,17	1,59	1,77	1,94	2,03	1,99	1,92	1,65	1,61
A9-K2	-	1,81	1,99	1,89	1,73	1,89	1,90	1,68	1,80	1,65
A9-K3	-	1,47	1,60	1,50	2,01	1,86	1,75	1,88	1,68	1,58

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A9-K1	1,67	1,72	1,53	1,44	1,42	1,33	1,36	1,21	0,97	0,83
A9-K2	1,67	1,56	1,49	1,45	1,36	1,39	1,27	1,21	1,00	0,79
A9-K3	1,70	1,78	1,62	1,53	1,43	1,35	1,29	1,20	1,02	0,93



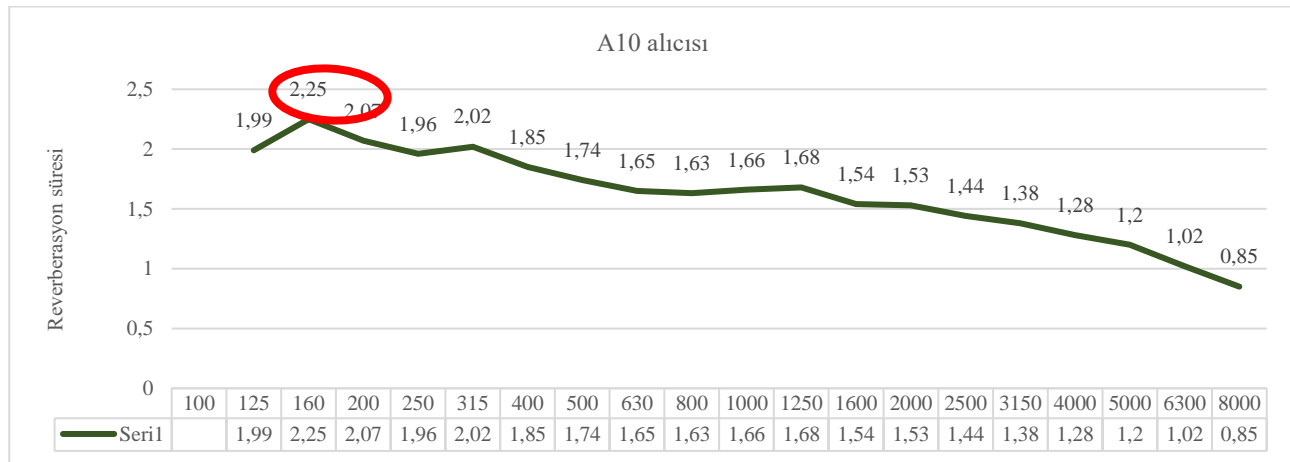
Şekil 10. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A9 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımında; diğer noktalara göre 2 sn üzerinde reverberasyon süresinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 10. A10 alıcısı için T30 - 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
A10-K1		1,84	2,17	1,89	2,33	2,03	1,89	1,71	1,77	1,69
A10-K2		2,11	2,28	2,14	1,71	2,05	1,79	1,73	1,63	1,66
A10-K3		2,03	2,29	2,17	1,84	1,99	1,88	1,79	1,56	1,54

T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A10-K1	1,64	1,63	1,52	1,43	1,39	1,30	1,26	1,17	0,98	0,87
A10-K2	1,69	1,64	1,52	1,60	1,45	1,38	1,25	1,23	1,03	0,88
A10-K3	1,64	1,78	1,58	1,56	1,47	1,46	1,32	1,19	1,05	0,81



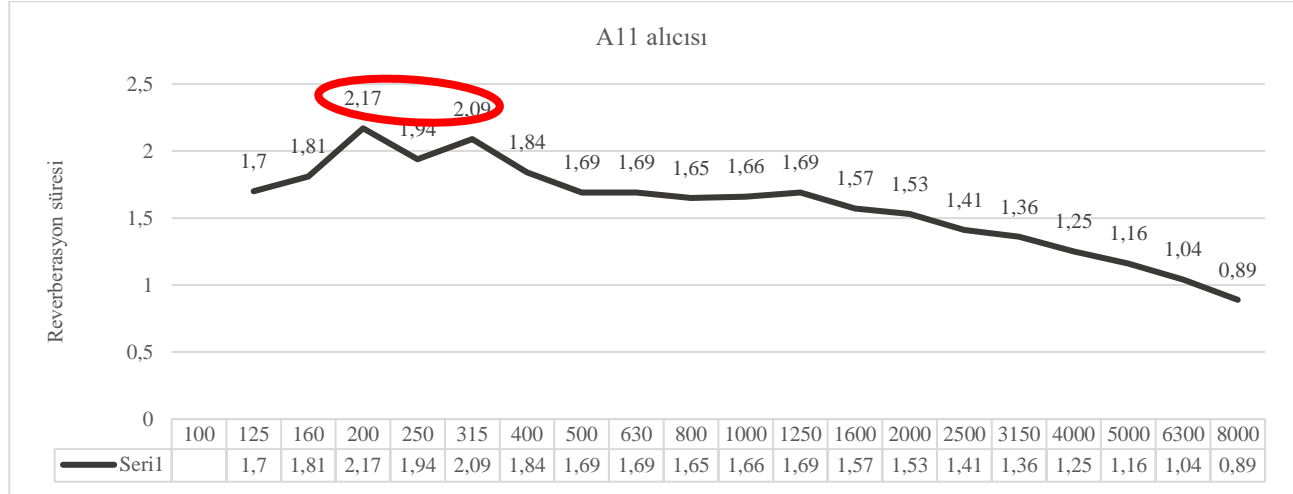
Şekil 11. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A10 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına baktığımızda; düşük frekanslarda artışın olduğunu, özellikle 160 ve 200 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

Tablo 11. A11 alıcısı için T30 - 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
A11-K1		1,70	1,89	2,08	1,83	2,18	1,82	1,70	1,87	1,71
A11-K2		1,56	1,91	2,31	1,99	2,39	1,88	1,70	1,52	1,70
A11-K3		1,84	1,62	2,11	1,99	1,71	1,81	1,66	1,67	1,53

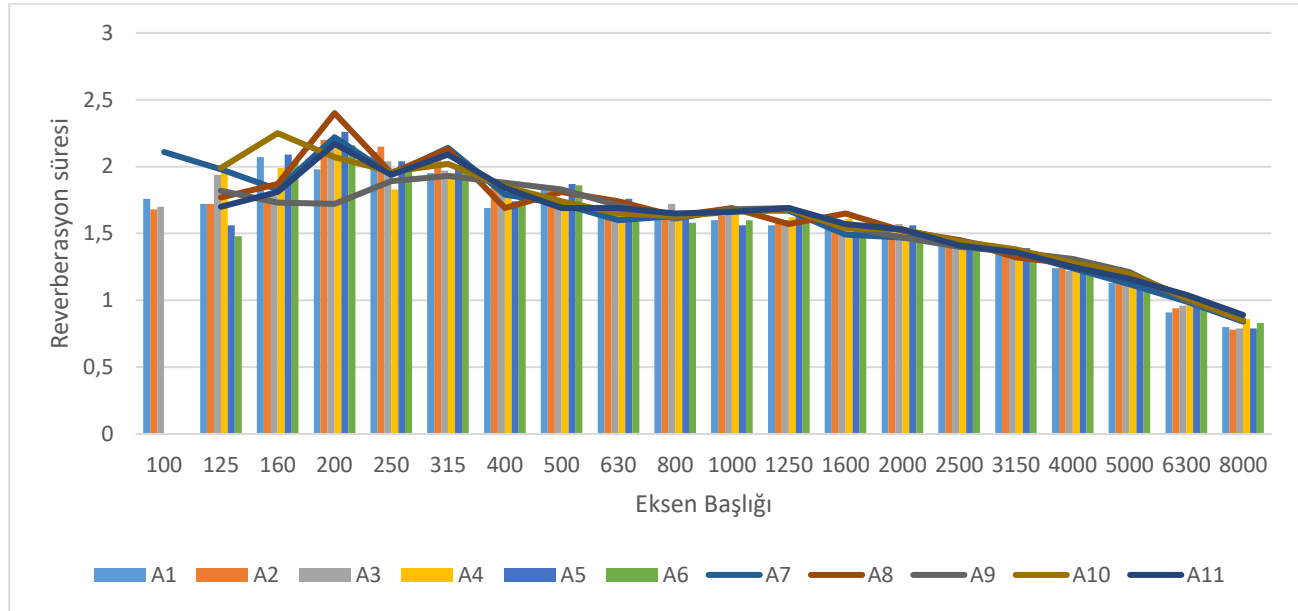
T ₃₀ (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
A11-K1	1,74	1,75	1,66	1,48	1,40	1,37	1,23	1,16	1,04	0,90
A11-K2	1,67	1,61	1,49	1,51	1,37	1,38	1,28	1,15	1,04	0,93
A11-K3	1,56	1,71	1,57	1,59	1,45	1,34	1,25	1,16	1,05	0,85



Şekil 12. Reverberasyon süresi dağılımı (frekans)

A11 alıcısı için reverberasyon süresi frekans dağılımına bakıldığında; düşük frekanslarda artışın olduğu, özellikle 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerine çıktığı görülmektedir.

Her bir alıcı noktasının frekans bazında değerlendirmesi Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Alıcı noktalarna göre farklı frekanslardaki reverberasyon süresi dağılımı

Salonun reverberasyon süresi, orta frekanslar olan 500 Hz ve 1000 Hz'in ortalaması alınarak 1,72 sn olarak analiz edilmiştir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

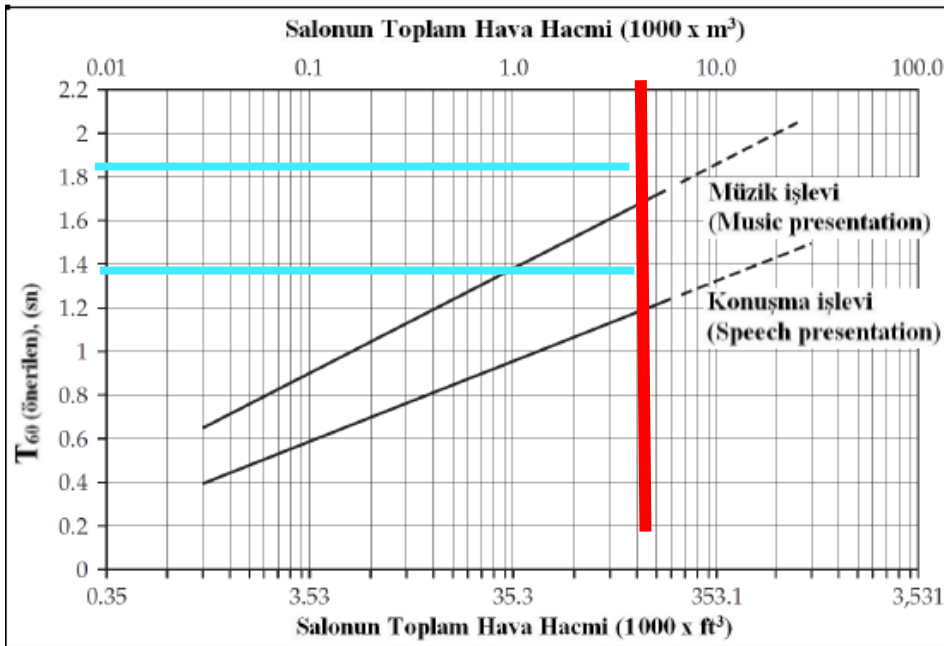
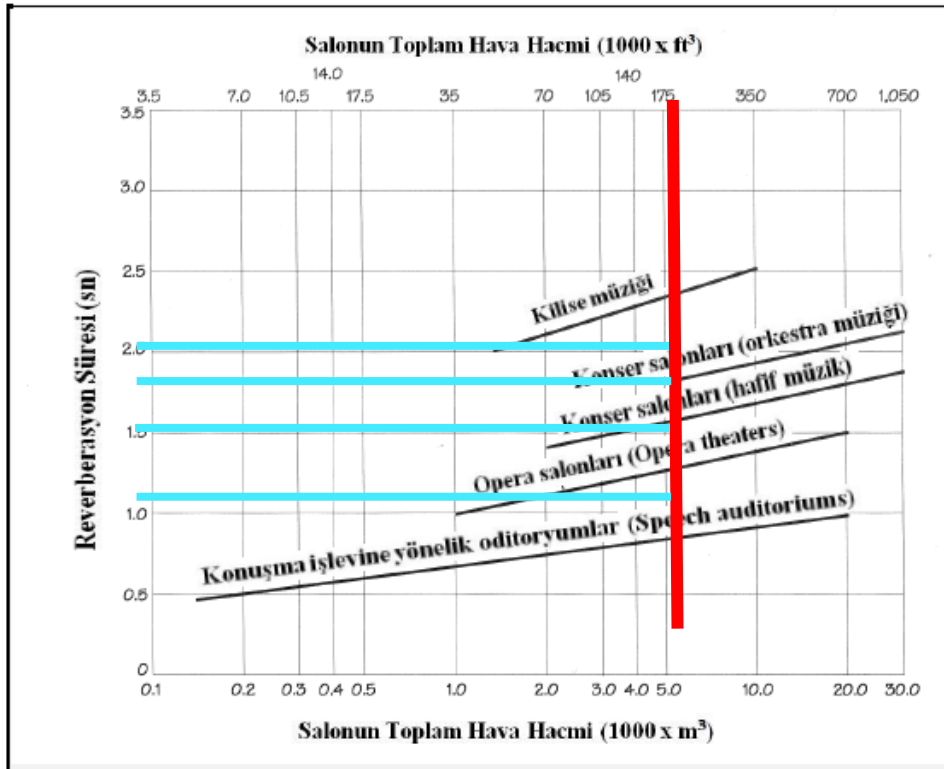
Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi 828 kişilik çok amaçlı salonunda yapılan ölçüm sonuçları Tablo 13'de verilmiştir. Bu işlevler için; 500 Hz ve 1000 Hz'in ortalaması alınarak hesaplanan reverberasyon süresi ($T_{30, mid}$) ölçüm sonucu **1,72 sn** olarak tespit edilmiştir.

Tablo 13. T30 – 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
Ort.	1,81	1,79	1,93	2,15	1,98	2,02	1,79	1,79	1,69	1,64
T_{30} (sn)	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz
Ort.	1,64	1,63	1,55	1,51	1,43	1,36	1,26	1,16	0,99	0,83

Tablo 14. Değerlendirme sonuçları

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Analiz sonuçları	Değerlendirme
T_{30,mid} Reverberasyon Süresi, sn (Reverberation Time)	0,7 ≤ T _{30,mid} ≤ 1,6 (Konser, Konferans) (500 Hz - 1000 Hz) [3,5,7]	1,72	UYGUN DEĞİL
	1,1 ≤ T _{30,mid} ≤ 1,3 (Opera) (500 Hz - 1000 Hz) [3,5,7]		UYGUN DEĞİL



Şekil 14. Farklı işlevler için hacme bağlı optimum reverberasyon süreleri (V:8100 m³) [4,7]

A1 alıcısı için reverberasyon süresinin; özellikle 160 Hz ve 250 Hz frekanslarda 2 sn'nin üzerinde olduğu ve (500 Hz -1000 Hz ort) T_{30} : 1,72 sn,

A2 alıcısı için; 200, 250 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,73 sn,

A3 alıcısı için; 200 ve 250 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,69 sn,

A4 alıcısı için; 200 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,71 sn,

A5 alıcısı için; 160, 200, 250 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,72 sn,

A6 alıcısı için; 160, 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,73 sn,

A7 alıcısı için; 100, 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,70 sn,

A8 alıcısı için; 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,75 sn,

A10 alıcısı için; 160 ve 200 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,70 sn,

A11 alıcısı için; 200 ve 315 Hz frekanslarında 2 sn'nin üzerinde olduğu ve T_{30} : 1,68 sn,

A9 alıcısı için; 2 sn üzerinde olan frekans bulunmadığı ve T_{30} : 1,76 sn olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 15. Değerlendirme sonuçları

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Analiz sonuçları	Değerlendirme
$T_{30, \text{mid}}$ Reverberasyon Süresi, sn (Reverberation Time)	$0,7 \leq T_{30, \text{mid}} \leq 1,6$ (Konser, Konferans) (500 Hz - 1000 Hz) [3,5,7]	1,72	UYGUN DEĞİL
	$1,1 \leq T_{30, \text{mid}} \leq 1,3$ (Opera) (500 Hz - 1000 Hz) [3,5,7]		UYGUN DEĞİL

11 alıcı değerlendirildiğinde her bir noktanın uygun değerler içerisinde olmadığı fakat sınır değerlere yakın olduğu belirlenmiştir.

Tablo 16. Her alıcı noktası için değerlendirme sonuçları

Analiz sonuçları	$T_{30, \text{mid}}$ Reverberasyon Süresi, sn (Reverberation Time)	
	$0,7 \leq T_{30, \text{mid}} \leq 1,6$ (Konser, Konferans) (500 Hz - 1000 Hz) [3,5,7]	$1,1 \leq T_{30, \text{mid}} \leq 1,3$ (Opera) (500 Hz - 1000 Hz) [3,5,7]
A1 (ort 1,72 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A2 (ort 1,73 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A3 (ort 1,69 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A4 (ort 1,71 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A5 (ort 1,72 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A6 (ort 1,73 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A7 (ort 1,70 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A8 (ort 1,75 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A9 (ort 1,76 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A10 (ort 1,70 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL
A11 (ort 1,68 sn)	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL

KAYNAKLAR

- [1] Türk Standardları Enstitüsü, TS EN ISO 3382-1 (2010). “Akustik, Odaların Akustik Parametrelerinin Ölçülmesi- Bölüm 1: Performans Boşlukları”, TSE, Türkiye,1-38.
- [2] Beranek, L., (2004). “Concert Halls and Opera Houses Music Acoustics and Architecture, 2nd ed.”, Springer Verlag Inc., New York.
- [3] Türkmen, R., (2013). “Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [4] Mehta, M.; Johnson, J.; Rocafort, J., “Architectural Acoustics: Principles and Design, Prentice Hall”, New Jersey, 1999.

- [5] Demirel, F., (2018). “Mimari Akustik Yayınlanmamış Ders Notları”, Gazi Üni. Mim. Fakültesi, Ankara.
- [6] İslek, G. (2010). “Tiyatro Salonlarının Akustik Açısından Değerlendirilmesi ve Bir Örnek Çalışma: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Beyoğlu Sahnesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [7] Maekawa, Z. ve Lord. P.,(1993). “Environmental and Architectural Acoustics 1st ed.”,E&FN Spon, Londra.