



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 9 Sayı: 44 Volume: 9 Issue: 44

Haziran 2016 June 2016

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

## İZMİR'DEKİ KONSER SALONLARININ AKUSTİK PERFORMANSLARI ACOUSTIC PERFORMANCES OF CONCERT HALLS IN IZMIR

Serhat DURMAZ\*

### Öz

Kültür ve sanat etkinlikleri için tasarlanan özel mekânlarda dinleyicilerin işitme konforu ve salonun akustik kalitesinin önemi büyüktür. İster konser salonu, opera-bale, tiyatro ister çok amaçlı salon olsun; bütün dinleyici konumlarına yeterli düzeyde ses enerjisinin ulaştırılması, konuşmaların net, müziğin yeterince dolgun tınlamasının sağlanması, yankı, ses bozulmaları, kontrolsüz frekans davranışları, akustik gölge gibi kusur sayılan bazı davranışların engellenmesi, çevresel gürültü seviyelerinin yeterince düşük olacak şekilde tasarlanmış olması kültüre, sanata ve bunları tüketen insana verilen önemin bir göstergesidir. Acaba konser salonlarının mimari projelerini hazırlarken gösterdiğimiz özeni akustik tasarım konusunda da sürdürüyor; projelerimizi sanat ve kültür düzeyimiz, yaratıcı çözümlerimiz ile yeteri kadar destekleyebiliyor muyuz? Peki, sahip olduğumuz mekânlarımızın kalitesi ve akustik performanslarının evrensel normlara ne kadar uygun olduğunu biliyor muyuz?

Bu çalışma İzmir Büyükşehir sınırları içinde yer alan yirmi beş salonun akustik ölçümlerine, mimari ve akustik bitiş özelliklerine, uluslar arası standartlara uygunluğunun araştırılmasına ve bunların sonuçlarına dayandırılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Konser Salonları, Tiyatro Akustiği, Hacim Akustiği, ISO 3382.

### Abstract

There is very important that audiences hearing quality and hall's acoustic quality on culture and art performance designed halls. Whether the concert hall, the opera, the theatre or multi-purpose hall; there are very important indicators for culture, art and human such as transmitting the same level of volume to all listeners position, speech intelligibility, fullness of tone, liveness, timbre of music, echo, undistorted sounds, prevention of acoustic defects such as acoustic shadows to appropriateness of the environment for sufficiently low level of noise. Will we give our attention for acoustic topics as we do for our concert hall architectural projects, and can we support our art and culture understanding with adequate creative solutions? Therefore, do we know our own venues quality and acoustic performances how much appropriate with universal standards?

This Project is based results on twenty-five Concert halls' acoustic measurements, architectural and acoustic finishing characteristics, to investigate whether there is compliance with the international standards, which are located in Izmir Metropolitan boundary.

**Keywords:** Concert Halls, Theatre Acoustics, Room Acoustics, ISO 3382.

### 1. Giriş

Son yetmiş yılda batıda konser salonları, tiyatrolar, operalar, sergi salonları vb. sanat-kültür mekânlarının akustik özellikleri hakkında çok sayıda kitap, bilimsel makale, rapor yayınlandı. Bu çalışmalarını kullanarak tanınmış, büyük salonların pek çoğu hakkında etkinlik türü/işlevsel uygunlukları, mimari özellikleri, akustik performansları, kusurları gibi konularda çok sayıda veriye ulaşmak mümkündür. Bu alandaki çalışmalar mevcut sorunları saptayıp çözümler üretebilmesi için araştırmacılara kapsamlı veri bankaları da oluşturur. Demek, gelecekteki olası sorunları öngörüp bugünden önlemini alabilmek adına, sahip olunanlar üzerinde sadece güzellikleri değil kusurları da inceleyip veri bankaları oluşturmak ve üzerinde bilimsel çalışmalar yapmak öncelikli ve devamlı tercihlerimiz arasında bulunmalıdır.

Konser salonlarının akustik performansları ve akustik durumları konusunda ülke genelinde araştırılmış ve yayınlanmış bir envanter çalışmamız yoktur. Bölge ya da iller bazında münferit çalışmalar, makaleler, sunumlar, lisansüstü bitirme çalışmaları, tezlerden oluşan sınırlı sayıda yayına sahibiz. Batıda olduğu gibi ülkemizdeki salonlarda da akustik kusurların bulunduğu hiç şüphe yoktur. Acaba sahip olduğumuz salonlarda akustik kusurlar hangi düzeydedir, onların neler olduklarını biliyor ve gerekli önlemleri alabiliyor muyuz? Mimari proje aşamasında akustik uzmanı, müzik, tiyatro adamı, yönetmen görüşlerine başvuruyor, olası sorunları ön görebiliyor muyuz?

Ülkemizde "Kültür Merkezi" ifadesi adeta bir markadır. Bu markanın içinde konferans salonu, kongre merkezi, sanat merkezi, kültür evi hatta opera-bale ve tiyatro kavramları bile kolayca yerini alır. Sanatı ekonomik düşünen toplumlardan olduğumuz pek söylenemez; Salonların tasarımlarındaki yaklaşımlarımız da bir o kadar cömerttir. Oysa sanat için yapılan mekânlar işlevleri ile bütünleştiklerinde anlam kazanırlar. Biz bu çalışmada batılı anlamda, çağdaş kültür ve sanat etkinliklerine ev sahipliği yapan özel salonları dikkate alıyoruz.

Kültür ve Turizm Bakanlığı'nun çevrimiçi anonslarına göre, Türkiye genelinde hizmet veren kültür merkezlerinin sayısı 105, yapımı sürenlerin sayısı ise 48'dir. Bu sayılara özel ve/veya tüzel işletmelerin

\* Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Teknolojisi AD. serhat.durmaz@deu.edu.tr

yönetiminde bulunan diğer salonlar dâhil değildir. Kültür Merkezi adıyla anılan salonlarda ortalama koltuk kapasitesi 300 civarındadır. Bu sayı genel toplamın yaklaşık %60'ını, 2000 sonrası hizmete giren salonlar sıralamasında ise mevcudun yaklaşık %50'sini oluşturur. Bu sayının 103'ü Ankara ve doğusunda yer alan illerimizin sınırları içinde olup, Türkiye genelinde %80'lik bir paya sahiptir. Başka bir deyişle salonların sadece %20'si batılı anlamda müzik, sahne ve plastik sanatlarla ilişkin etkinliklerin yoğun yaşandığı İstanbul, İzmir, Bursa, Antalya başta olmak üzere, batı bölgelerindeki illerimizde faaliyet göstermektedir. Etkinliklerde ağırlık hobi kursları, halk oyunları, çalgı toplulukları, el sanatları vb. çok amaçlı konulardır. Resmi kayıtlar, çağdaş kültür ve sanat etkinliklerine ev sahipliği yapan en yoğun il İstanbul'da son on yılda sadece üç adet konser amaçlı salonun, 100'e yakın da çok amaçlı salonun inşa edildiğini göstermektedir. İlginç olan şudur ki, İstanbul'da faaliyet gösteren 140 salon üzerinde yapılan bir araştırma, bu salonların %64'ünün çok amaçlı işlev üstlendiğini açıkça ortaya koymaktadır. Üstelik mimarların değerlendirmelerine göre, bu salonların büyük çoğunluğu da akustik açıdan uygun özelliklere sahip değildir (Türk vd., 2011: 10). Bugün İstanbul'da uluslararası etkinlikleri ağırlayabilecek kalitede, kapasitede ve teknolojik donanımlara sahip salon sayısı bir düzine kadardır. Öte yandan bu salonların gerçek ve/veya tüzel kişiler, kurumsal şirketler, vakıflar vb. destekleri sayesinde topluma kazandırılmış olması ise kültür ve sanat yaşamımız adına mutluluk verici bir tablodur.

Tablo 1: Salonların için örnek sayısal ortalamalar (Kasım 2015 itibarıyla)

Salon Koltuk Kapasiteleri	Adet	Salon Koltuk Kapasiteleri	Adet
Salonların ortalama koltuk kapasitesi	296	1000 kişiden büyük salonlar	2
250 kişiden büyük salonlar	58	2001 öncesi açılan salonlar	38
500 kişiden büyük salonlar	13	2000 sonrası açılan salonlar	83
250-500 arası kişi arası salonlar	45	2000-2010 arası açılan salonlar	49
750 kişiden büyük salonlar	2	2010 sonrası açılan salonlar	34

Bu çalışmanın gereği, İzmir Büyükşehir Belediye (İBB) sınırları içinde faaliyet gösteren ve 2000 yılından sonra hizmete giren salonlardır. İBB sınırları içinde elliye yakın salon bulunur. Konser, opera, tiyatro gibi etkinlikler için özel olarak tasarlanmış olanların sayısı beşi geçmez. İl genelinde ortalama koltuk kapasitesi 460 kadardır. Kültürel etkinliklerin arttığı son yıllardaki projelerde, daha yüksek koltuk kapasitesi ve teknolojik desteğe sahip konser, tiyatro vb. salonlar dikkatleri çekmektedir. Aslında kalite faktörü için koltuk adedi, teknoloji gibi bazı değerler çok da önemli olmayabilir; rakamlar yerine öz niteliklerin daha fazla öneme sahip olduğu bilinen bir gerçektir.

Salonlarda kullanılan bitiş malzemeleri, bunların salon akustik performansına olan etkileri, akustik adına bilinçli/bilinçsiz uygulamalar, plan ve proje aşamasında dikkate alınan ya da gözden kaçırılan kimi detaylar oldukça kritiktir. Bu tür detaylardaki titizliğimizin derecesi bu ülkede kullanışlı, amacına uygun, akustik ve işitsel kalitesi yüksek salonların planlandığının ve hayata geçirildiğinin de bir göstergesi olacaktır.

Bu çalışmanın temel amacı, İBB il sınırları içinde kültür ve sanat etkinliklerini ağırlayan farklı işlevleri üstlenmiş salonların akustik davranışlarını değerlendirmek; onların mimari özelliklerini, bitiş malzemeleri ve bunların salon akustiğine olan etkilerini incelemek, mevcut akustik kusurları oluşturan lokomotif nedenleri saptamaya çalışmak, küçük çözümler önerileri oluşturabilmek ve bu yolla kültür ve sanatımıza bir açıdan katkı sağlamaktır.

## 2. İzmir'deki Salonların Genel Özellikleri

İBB sınırları içinde yer alan ve bu çalışmaya konu olan yirmi beş salonun yaklaşık %61'i çok amaçlı salon olarak yapılmıştır. Sadece tek amaca yönelik bir proje pek ekonomik değildir. Kaldı ki il genelinde yıllık kültürel etkinliklerin sayısı da fazla sayılmaz. Etkinliklerin sıklığı arttıkça yeni projeler için daha yüksek nitelikli salonların planlanması da kaçınılmaz olacaktır.

Salonların mimari formları genel olarak dikdörtgendir. Salon içi zemin ortalamaları 575 m<sup>2</sup>, ortalama akustik oturma alanı 290 m<sup>2</sup>, ortalama koltuk kapasitesi 475, salon hacmi ortalaması 3780 m<sup>3</sup>, kişi başı için ayrılan hacim ortalaması ise 8 m<sup>3</sup> civarındadır. Bu sonuçlar bizim nezdimizde, kendimizi küçük hacimli dinletilere, korolara, tercihen toplantı ağırlıklı çok amaçlı kullanımlara daha yakın bulduğumuzun bir göstergesidir.

Tablo 2: Salonların yapılış amacı, hacim/k kişi ilişkisine göre uygun olduğu düşünülen kullanım tipleri.

Kısa adı	Salon adı	Yapım Yılı r (restore)	Tiyatro	Konser	Kongre	Opera	Çok amaçlı (toplantı vs)
AKM	S. Akçiçek Kültür Merkezi (KM)	2004	•	•			•
AKS	EÜ AKM A. Saygun Salonu	1980	•	•	•		•
AKT	EÜ AKM Tiyatro Salonu	1980	•				•
AKY	EÜ AKM Yunus Emre Salonu	1980	•	•	•		•
ASB	AASSM Büyük Salon	2008		•			
ASK	AASSM Küçük Salon	2008		•			
BAM	Bostanlı Açık hava Merkezi	1988	•	•			
DKM	Deniz Baykal KM	2015	•	•	•		•
DMF	DEÜ Mim. Fak. Konf. Salonu	2005		•	•		•

DOB	Dev. Opera ve Bale (Elhamra)	1912						
DTK	Dev. Tiy. Konak Sahnesi	1927	•					
GKM	Güzelyalı KM	2005	•	•				•
HKM	Hakan Çeken KM	2007		•				•
İSM	İsmet İnönü KSM	1999 r	•	•				•
İzS	İzmir Sanat	(?)	•	•				
NKM	Narlıdere Atatürk KM	2001	•	•				•
ÖNS	Özdemir Nutku Sahnesi	2003	•					
PKM	Ahmet Piriştina KM	2013	•	•				•
SKS	Sabancı Kültür Sarayı	1994	•	•	•			•
ŞKM	H. Şimşek Kültür-Sanat Merkezi	2011	•	•				
TKM	Tepekule Kongre Merkezi	2006		•	•			•
TSM	T. Saylan KM	2014 r	•	•				•
UKM	Urla Atatürk KM	2012	•	•				
YUK	Yaşar Üni. Konf. Salonu	2001	•	•	•			•
ZKM	Z. Gökalp KM	1998	•	•				•
			% 76	% 76	% 28	% 4		% 64

Halen düzenlenmekte olan etkinlik türleri (mevcut işlevi) •  
Hacim/kişi ilişkisine göre uygun olduğu düşünülen (Tablo 3) etkinlik türleri

### 3. Mimari Bitiş Malzemeleri

Tefrişte kullanılan bitiş malzemelerinin hacim akustiği üzerindeki önemi büyüktür. Bu çalışmada incelenen salonların zemininde genel olarak halıfleks, duvarlarda MDF plakalar, kumaş ve taş yünü ile oluşturulmuş (teknik özellikleri bilinmeyen) akustik amaçlı paneller, tavanlarda (özellikle küçük bütçeli salonlarda) ofis tarzı taş yünü asma tavan, koltuklarda ise PVC karkaslı ve %100 sentetik kumaşlı katlanır sinema koltuklarının kullanıldığı görülür. Bunlar akustik kaygısı bulunmayan, uygun fiyatlı ofis tipi çözümlerdir ve tüm yüklenici firmalar tarafından kolaylıkla uygulayabilir. Anılan bu malzemeler ASB ve ASK dışındaki tüm salonlar için geçerlidir. DKM, ŞKM, TKM, ÖNS, AKS salonlarının yan duvarlarında akustik amaçlı olduğu izlenimi veren, teknik özellikleri ise belli olmayan münferit "akustik destekler" bulunur. Diğer tüm salonlar için hiçbir akustik kaygının duyulmadığı rahatlıkla söylenebilir.

### 4. Ölçme Yöntemi ve Teknik

Çalışmanın kapsamında en yoğun kullanıma sahip yirmi beş salon, mimari ve fiziksel özellikleri ile akustik davranışları açısından incelendi. Evrensel akustik parametreler arasından bu çalışmada kabul edilecek sınır değerler seçildi (Tablo 3). Salonların farklı dinleme noktalarından alınan dürtü yanıtlarından (*impulse response*) yaklaşık 850 adet MLS (*maximum length sequence*) kaydı üzerinde DIRAC (V6.0) akustik yazılımı yardımı ile analizler tamamlandı. Tüm ölçümler ve değerlendirmeler standartlar (ISO 3382-1, 2013; ISO 3382-2, 2013) ve mevzuatlara uygun şekilde gerçekleştirildi (ÇGDYY, 2010; TS ISO 1996-2, 2009).

Akustik ölçümlerin tamamı ilgili standartları karşılayan Brüel & Kjaer Type 4292-L, Type 2734, Type 2250, Type 7841 (V6.0), Earthworks M23 (8 set), AKG B414 ULS, AKG Pro Wireless (8 set), Focusrite 2i2 ve 18i20 mikروفon ön yükseltici, Dawe akustik kalibratör, nem, ısı, basınç, uzaklıkölçer, MacBook Pro 13 ve Asus i7 ile yapıldı. Biri sekiz diğeri iki kanallı, iki ayrı sinyal yolu eşgüdümlü çalıştırıldı. Kaynak ve alıcı noktaları için *e-sweep*, *impulse*, *noise* ve *MLS* uyarıları tek-tek uygulandı. Her uyarı sinyali salonların 10 farklı alıcı noktasından aynı anda kaydedildi. Başka bir deyişle, salonlara uygulanan her uyarı sinyali için tek ölçümde, on bağımsız kanalın kaydı eşgüdümlü olacak şekilde gerçekleştirildi.

Tüm salonlarda sahne üzerinde en az iki, bazı salonlarda sekiz kaynak noktası belirlendi. Toplamda 2800'e yakın dürtü yanıtı kayıt altına alındı. Erken azalım süresi (*EDT*), Çınlama süresi (*RT*), Merkezi zaman (*Ts*), Ses Gücü (*G*), Belirginlik (*D50*), Netlik (*C80*), Erken ve geç yanal enerji (*LF80*), Konuşmanın iletim indeksi (*STI*) parametreleri incelendi. Mimari planlar, kesitler ve ölçüler etüt edildi, salon akustiği hacim/kişi oranları ve salon işlevlerinin uygunlukları araştırıldı, bazı salonlar için ODEON (V13.0) benzeşim yazılımı yardımı ile karşılaştırmalar yapılarak detaylar izlendi.

Havalandırma ve iklimlendirme (*HVAC*) sistemlerinin açık ve kapalı durumları için arka plan gürültü düzeyleri ölçümlendi. Sonuçlar DIRAC (V6.0) ve MATLAB (2015b) ile analiz edildi, yönetmelikler ile belirlenen değerler arandı, akustik kusurlar saptandı ve olası nedenleri araştırıldı.

### 5. Akustik Parametreler ve Çalışmanın Kabul Değerleri

W. C. Sabine'den bugüne hacim akustiğinin en önemli parametrelerinden biri olarak kabul edilen Çınlama Süresi (*RT*) odanın hacmi ve onun yüzeylerindeki toplam emicilik özelliğinin bir fonksiyonudur (Sabine, 1923: 3-68; Sabine 1932: 47-65). Yüzeylerin yansıtıcı özellikte olması, emicilik değerlerinin 2'den büyük olmaması, pek çok akustik fonksiyonu tanımlamakta yetersiz kalması gibi sınırlamaları bulunsa da Sabine'in eşitliği, ardılları C. Eyring-R. F. Norris, Hopkins & Stryker, Millington gibi araştırmacıların değişiklik önerileri ile hâlen gündemdedir (Long, 2006: 300-302).

Çınlama süresi  $RT'$ 'nin, salonun tüm dinleme noktalarında birbirine yakın değerlerde gerçekleşmesi beklenir. Geçen yüzyıldaki araştırmalar, mekânların akustik kalitesini belirlerken ideal dinleme koşullarının oluşup oluşmadığına sadece  $RT'$ 'ye bakılarak değil, sesin hacim içindeki başka davranışlarının incelenerek karar verilmesinin gerektiğini ortaya koyar. Özellikle kaynaktaki sesin susmasından sonra ilk 10 milisaniyelik süre içinde odada oluşan düşüş değeri Erken Azalım Süresi ( $EDT$ ), akustik kalite adına daha iyi bir gösterge olarak kabul edilir (Beranek, 2004: 23-24).  $EDT$ , bu çalışmamızda incelenen parametrelerden ilkidir.

Belirginlik ( $D_{50}$ : *Deutlichkeit*) (Thiele, 1953: 293) ve Netlik ( $C_{80}$ : *clarity*) (Barron, 2010: 38-74; Beranek, 2004: 24), sesin 50 ve 80 milisaniyedeki düzeyleri ile geç ulaşanlar arasındaki oranları belirten iki önemli parametredir. Bunlar, konuşulanların ( $D_{50}$  ile) ve müzikal performansların ( $C_{80}$  ile) dinleyicilerin algısındaki başarı düzeylerini anlamamızda yardımcı olurlar. Netlik özelliğini olumlu yönde etkileyen, kısa sürelerle sahip bir merkezi zaman ( $T_s$ ) (Cremer&Müller, 1982; Barron, 2010: 462-472) değeri, müzikal algılamadaki başarının da ölçütlerinden birini oluşturur.

Ses gücünün düzeyi ( $G$ ), salonun frekans içeriği ile bir bütün olarak değerlendirilir (Lehmann, 1976; Barron, 2010: 461).  $G$ , yüzey yansımalarında bir gösterge olan  $LF$  (Bradley&Soulodre, 1995; Barron, 2010: 462-463) ile birlikte, algılanan sesin frekans içerikleri, düzeyleri, algılanış sıraları, mimari yüzeylerin tasarım özellikleri, tasarımın bileşke frekanslar üzerindeki etkileri, sesin yayılım açıları/yönü ve algılandığı noktadaki enerji büyüklükleri vb. açısından önem taşıyan iki parametredir. Bunların sonuçları, konuşma boğumlamalarının farklılaşması, müzikal frekans bileşenlerinde karakter farklılıklarının ortaya çıkması, algılanan "şey" in giderek başka bir "şey" olarak ifade bulup bulmadığı konusunda bizlere yol gösterir. Sonuçlar öznel yargılar ile "iyi" ya da "kötü akustik" şeklinde dile getirilebilir.

Hedef her zaman insanın kulağı, algı fizyolojisi, sosyokültürel ve bilişsel değerlendirme ölçütleridir. Bu çalışmada incelenen parametreler öznel değil nesnel'dir. Nesnellikteki uzamın aslında *edimden kurama* doğru olduğu ve döngüsel bir ilişki içinde buldukları bilinir. Başka bir deyişle algılara dayalı nesnel büyüklüklerimiz, bilişsel yargılarımızın bilimsel büyüklüklere uyarlanmış sayısal karşılıklarıdır. Öznel algılar ve beğeniler zamana, toplumlara, kültürlere, mekânlara, olaylara göre farklılıklar gösterse de, evrensel kabullerde alt ve üst limitler ile ifade edilen bazı sayısal sınırlar bulunur. Bu çalışmanın kapsamında kabul ettiğimiz akustik sınır değerlerimiz, yüz yılı aşkın bir süreçte bilim adamları tarafından test edilip netleştirilmiş, ortak görüşte birleştirilmiş sınır değerlerine dayanmaktadır.

Tablo 3: ISO 3382'de tanımlanmış ana parametreler doğrultusunda seçilen ve bu çalışmaya temel olan genel kabul değerlerinden örnekler [koyu punto ile yazılanlar, bu çalışma için uygun değerler olarak kabul edilmiştir].

Parametre	Kaynak	Belirtilmemiş	Oda müziği	Konç./Senf.	Opera
G (dB)	ISO 3382-1, 2013	(-2 - 10			
	Barron, 2010	> 0			
	Ahnert&Tennhardt, 2008	4 - 5,5			
	Gade, 2007		10,0	3,0	
	<b>Beranek, 2004</b>	<b>4,0 - 5,5</b>	<b>9 - 13</b>	<b>1,5 - 5,5</b>	<b>(-1 - 2</b>
	Fasold&Veres, 1998	1 - 10			
	Lehmann, 1976	> 3			
EDT <sub>500-1000</sub> (sn)	ISO 3382-1, 2013	<b>1,0 - 3,0</b>			
	Odeon, 2013	1,7 - 2,3			
	Barron, 2010	1,8 - 2,2			
	<b>Beranek, 2004</b>	<b>2,0 - 2,3</b>	<b>1,9 - 2,6</b>	<b>2,2 - 2,6</b>	<b>1,5 - 1,9</b>
	Mehta vd, 1999	$EDT > T_{mid}$			
	Jordan, 1981	1,8 - 2,6			
D50 <sub>500-1000</sub>	ISO 3382-1, 2013	<b>0,3 - 0,7</b>			
	Ahnert&Tennhardt, 2008	> 0,39			
	Gottlob, 1973	0,34			
	Beranek&Schultz, 1965	0,26 - 0,32			
	<b>Meyer&amp;Thiele, 1956</b>	<b>0,38 - 0,76</b>			
	Thiele, 1953	> 0,50			
C80 <sub>500-1000</sub> (dB)	ISO 3382-1, 2013	(-5 - 5			
	Barron, 2010	(-2 - 2			
	Gade, 2007	(-1 - 3,0			
	Long, 2006	(-4 - 0			
	Hidaka&Beranek, 2000			1 - 3 sahne	>0 çukur
	<b>Beranek, 1996</b>	<b>(-4 - 4 [-1]</b>	<b>(-2 - 2</b>	<b>(-3 - 0</b>	<b>1 - 3</b>
	Meyer, 1995	(-2 - 4			
	Jordan, 1981	(-2 - 2			
	Reichardt&Lehmann, 1981	-3 - 8	(-5 - 0; 5 - 9	> 0	> 2
Reichardt, 1979[Barron 2010'dan]	0 - 4				
	Alim, 1973	(-1,6 - 1,6 (klasik)	(-3,6 - 0,4 (modern)	(-4,6 - (-)1,4	
Ts <sub>500-1000</sub> (ms)	ISO 3382-1, 2013	<b>60 - 260</b>			
	Ahnert&Tennhardt, 2008	70 - 150			

	Fasold&Veres, 1998	100 - 150			
	Makrinenko, 1994	120 - 140			
	<b>Schmidt&amp;Reichardt, 1984</b>		<b>80 - 100</b>	<b>100 - 150</b>	<b>70 - 90</b>
	Alim, 1973	97 - 131			
	<b>ISO 3382-1, 2013</b>	<b>0,05 - 0,35</b>			
	Barron, 2010	0,1 - 0,35 (ort. 0,15)			
	<b>Gade, 2007</b>	<b>0,20 - 0,25</b>	<b>0,15 - 0,20</b>		
<b>LF 125-1000</b>	Beranek, 2004	0,17 - 0,24 (eniyiler)			
	Fasold&Veres, 1998	0,25 - 0,40	0,25 - 0,30		
	Templeton, 1997	0,30			
	Fasold&Stephenson, 1993	0,20			
	Jordan, 1981	0,26			
		<b>0,00 - 0,30</b>	Kötü		
		<b>0,30 - 0,45</b>	Zayıf		
<b>STI</b>	<b>IEC-60268-16, 2003</b>	<b>0,45 - 0,60</b>	Orta		
		<b>0,60 - 0,75</b>	İyi		
		<b>0,75 - 1,00</b>	Mükemmel		
<b>BG Noise</b>	<b>ÇGDYY, 2010 (iç ortam, dBA)</b>	<b>&lt; 30</b>	<b>&lt; 25</b>	<b>&lt; 25</b>	<b>&lt; 25</b>
	Peters, 2013	- - 4,9	40 - 5,7 (tiyatro)	6,5 - 9,9	
	Gade, 2007		8,3	12,5	
<b>Hacim/kişi</b>	Templeton, 1997	< 5 (konuşma)	2,5 - 4,0 (tiyatro)	8,0 - 12,0	4,0 - 6,0
<b>(m<sup>3</sup>)</b>	Maekawa&Lord, 1994	6,0 - 8,0		8,0 - 10,0	6,0 - 8,0
	<b>Doelle, 1972 [Long, 2006:817den]</b>	<b>5,1 - 8,5</b>	<b>2,3 - 4,3</b>	<b>6,2 - 10,8</b>	<b>4,5 - 7,4</b>

Genlik modülasyonu özelliğine sahip bir sinyal olan konuşma, seçilen modülasyon frekansları ve özgün sinyal oranlarının sayısal karşılığı ile değerlendirildiğinde, bize konuşmanın iletim indeksi (STI) dediğimiz bir büyüklüğü gösterir (Gade, 2007: 311). Sonuç "1" e yakınlığı oranında başarılı kabul edilir. Değerler 0-1 arasında ölçeklenir ve iyi bir salonda en az %60 sonuç alınması beklenir (IEC-60268-16, 2003).

Mekânda havalandırma ve iklimlendirme sistemleri aktif iken yaydıkları ses ve dış kaynaklı titreşimler, birer arka plan gürültü (BG noise) kaynağı olarak değerlendirilir. Eğer bu gürültülerin düzeyi öngörülen değerleri aşarsa, işitme mekanizması üzerinde frekans maskeleye özelliği ile anlaşılabilirliği olumsuz yönde etkiler, yorgunluk, algılama eksikliği, dikkat dağılımı gibi bir dizi fizyolojik ve/veya psikolojik sonuçlar doğurur. Konuşmalardaki detaylar, sahnelenen sanat yapıtının iletmeye çalıştığı mesajlar izleyicilere yeteri kadar aktarılamayabilir. Arka plan gürültüsü ile ilgili sınır değerlerin ne olması gerektiği, uluslar arası standartlar ve bakanlık tarafından yayınlanan mevzuatlar (ÇGDYY, 2010) ve kılavuzlar ile belirlenir.

## 6. Teknik Analizler

Hacim akustiğinde evrensel kabul değerlerinin birden fazla değışkene bağılı olduğu açıktır: Salonun mimari durumu, toplam ve kişi başı hacimsel büyüklükler, bitiş malzemeleri ve bunların uygulanış biçimleri, etkinliklerdeki doluluk oranları, mekânın hangi etkinlik için kullanıldığı, zaman-frekans-seviye büyüklüklerinin karmaşık fonksiyonu olan bir dizi akustik parametrenin salonda ne düzeyde gerçekleştiği, akustik kusurların olup olmadığı vb.

Örneğin, opera etkinlikleri için ölçümlenen en yüksek ses gücü (G) değerinin 2 seviyelerini aşmaması istenirken bu değer senfoni orkestrası için 5,5 düzeylerine kadar normal kabul edilebilir. Benzer şekilde, senfoni orkestrası için öngörülen 100-150 milisaniyelik orta frekans için merkezi zaman (Ts) değeri konuşmanın da ağırlıklı biçimde yer aldığı bir opera etkinliğinde 90 milisaniyeyi geçmemesi beklenir. Konuşmanın anlaşılabilirlik değerlerinin konuşma ağırlıklı salonlarda 0,3-0,7 arası olması istenirken, 0,8 ve üzerinde seslerin kuru ya da çok yakın algılandığı yönünde yorumlar yapılabilir. Diğer yandan, arka plan gürültü seviyelerinin 25-30 dB aralığından daha büyük çıkması ise bir şeylerin de yanlış gittiğinin habercisidir.

Temel amaç, yeterli düzeyde ses gücüne sahip, doğalına en uygun ve dolgun tınlayan (ki bu frekansın içeriği ile doğrudan ilgilidir), hacim duygusu tatmin edici düzeylerde olan, müzik ve konuşmanın yeteri kadar net algılandığı bir salon olup olmadığının belirlenmesidir.

Tablo 4: Salonlara ait fiziksel büyüklükler, salonların temel akustik parametrelere ilişkin ortalama sonuçları.

Salonun kısa adı	Koltuk Sayısı (adet)	Salon Alanı (m <sup>2</sup> )	Akustik Alan/Kişi (m <sup>2</sup> )	Akustik Oturma Alanı (m <sup>2</sup> )	Salon Hacmi (sahne hariç) (≈ m <sup>3</sup> )	Hacim/kişi (≈ m <sup>3</sup> )	G	RT	EDT	Ts	D <sub>50</sub>	C <sub>80</sub>	LF <sub>80</sub>	STI	BG
							dB	sn	sn	ms					
AKM	280	401	0,66	184	1.586	5,7	-	0,97	1,01	74,6	0,51	3,22	0,64	0,57	27,6
AKS	624	773	0,79	496	3.892	6,2	2,8	1,33	1,25	107,2	0,31	0,21	2,89	0,47	27,9
AKT	340	299	0,48	162	1.215	3,6	11,3	0,96	0,84	107,3	0,22	3,64	0,41	0,63	30,2
AKY	652	773	0,76	496	3.889	6,0	-	1,08	1,03	66,4	0,46	2,79	-	0,68	29,0
ASB	1.126	1.628	0,43	481	10.095	9,0	5,0	1,74	1,52	100,4	0,51	3,52	0,33	0,53	28,1
ASK	243	329	0,52	126	2.002	8,2	11,4	1,65	1,51	149,1	0,45	-2,53	0,21	0,51	26,8
BAM	1.000	1.120	0,64	640	4.980	5,0	20,1	1,42	1,47	114,1	0,37	0,15	0,16	0,46	46,4
DKM	674	792	0,65	435	4.850	7,2	15,5	1,33	1,14	93,2	0,45	2,60	0,54	0,54	41,1
DMF	290	420	0,72	210	2.535	8,7	14,6	1,34	1,23	120,0	0,22	-9,00	1,15	0,54	31,2
DOB	416	566	0,63	264	4.110	9,9	7,9	1,15	1,12	129,6	0,44	-1,63	0,05	0,54	35,4
DTK	208	250	0,60	125	1.514	7,3	8,1	1,05	0,99	97,2	0,36	2,35	0,45	0,64	36,5
GKM	303	311	0,60	183	1.409	4,7	5,8	1,13	1,04	102,9	0,30	1,99	0,35	0,55	29,2
HKM	718	688	0,52	375	3.998	5,6	14,7	0,84	0,55	60,1	0,57	7,31	1,84	0,75	38,3
İSM	717	822	0,59	425	4.950	6,9	6,4	0,92	0,91	87,6	0,51	3,07	0,44	0,62	34,3
İzS	308	294	0,59	183	1.283	4,2	6,6	0,67	0,66	50,9	0,66	6,64	-	0,69	26,1
NKM	600	810	0,54	321	4.910	8,2	18,3	0,87	0,68	69,5	0,51	4,43	0,76	0,69	48,1
ÖNS	342	459	0,75	256	3.350	9,8	-	1,30	1,16	76,3	0,59	4,12	-	0,57	28,9
PKM	300	503	0,76	227	1.475	4,9	7,1	0,47	0,52	35,8	0,76	9,96	0,51	0,70	27,2
SKS	537	627	0,42	228	3.134	5,8	8,8	1,41	1,46	114,0	0,44	0,62	0,43	0,61	43,0
ŞKM	593	518	0,54	320	3.440	5,8	6,8	0,95	0,95	69,4	0,54	3,76	0,03	0,58	33,5
TKM	732	943	0,56	412	4.742	6,5	-1,8	0,92	0,79	164,5	0,81	1,88	0,26	0,63	47,9
TSM	108	128	0,56	61	381	3,5	4,4	0,71	0,72	74,7	0,48	3,73	1,37	0,65	31,2
UKM	287	345	0,67	191	1.155	4,0	15,9	1,46	1,18	99,6	0,37	2,00	2,16	0,58	27,2
YUK	285	303	0,95	272	1.545	5,4	10,8	0,66	0,59	55,1	0,65	7,39	0,14	0,70	38,9
ZKM	200	267	0,77	154	1.435	7,2	9,4	0,98	1,01	81,2	0,49	2,88	0,35	0,61	30,2

### 6.1 Ses Gücü Düzeyi

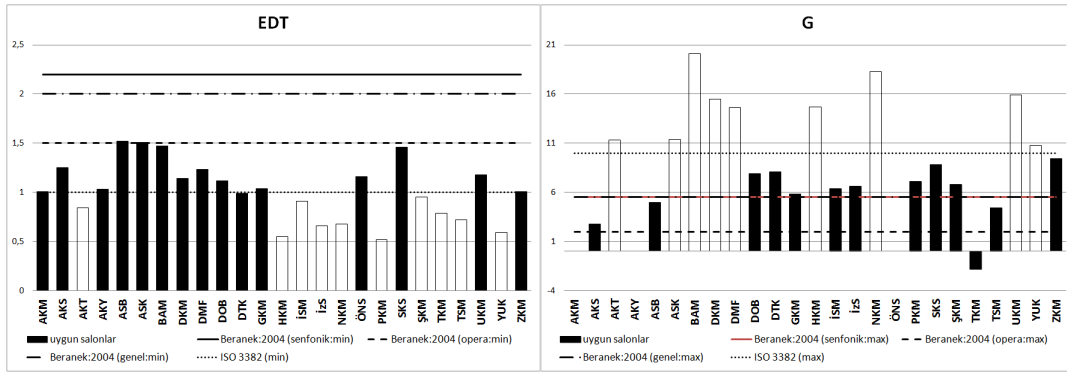
Ses gücü düzeyi seyirci sayısından etkilenir. İyi düzenlenmiş salonlarda sahnedeki gelen seslerin olabildiğince eşit dağılımı beklenir. Nesnel bir değer olan ses gücü indeksi, G ile ilişkilendirilir (Beranek, 1992: 36).

Yirmi beş salonun %52'si için ses gücü ortalamaları uygundur. Sonuçlar, tüm alıcı noktaları için hesaplanmış birer "salon ortalaması" olsa da, kaynağa 10m'den daha uzak konumlardaki alıcı noktalarının çoğunda ciddi ses gücü düşüşleri izlenmektedir. Konuşma ağırlıklı etkinliklerde, çok amaçlı kullanımların toplam sayının %64'ünü, tiyatro amaçlı kullanımların %76'sını oluşturduğu dikkate alınır, 10m den uzak koltuklardaki anlaşılabilirlik değerlerinin, frekans içeriğinin dolayısıyla frekans fonksiyonunun bir ifadesi olan "loudness" yapısının olumsuz yönde etkilendiği söylenebilir. Bazı salonlarda boğumlamalardaki düşüşler, loudness üzerinde olumsuz etkisi olan ve hacmin formundan beslenen bölgesel rezonanslar, düşük frekanslardaki düzey artışları, uğultulu etkiler ve düşük frekanslardaki anlaşılabilirlik, boğukluk hisleri bu şekilde açıklanabilir (BAM, DKM, DTK, SKS, UKM).

### 6.2 Erken Azalım Süresi

Erken azalım süresi, algıdaki sıcaklık hissini doğrudan etkileyen bir değişken olduğu için hacim yeterince büyük, etkinlik de konser ise değerlerin >2 sn olması tercih nedenidir. Konuşma, drama ve/veya resital etkinliklerinde >1<2 olması istenir (Beranek, 1992: 1-39).

EDT < 1,0 [ISO 3382'ye göre] değerlerindeki salonlarda eğer müzik yapılıyor ise "kuru", konuşma ve/veya drama etkinlikleri bulunuyor ise konuşmaların "net" ve sahnedeki (doğrudan) gelen bir etkiye sahip olacağı çok açıktır. Konser ağırlıklı kullanılan salonlarda analiz sonuçlarının 1,0-1,5 arasında dağıldığı görülmektedir.



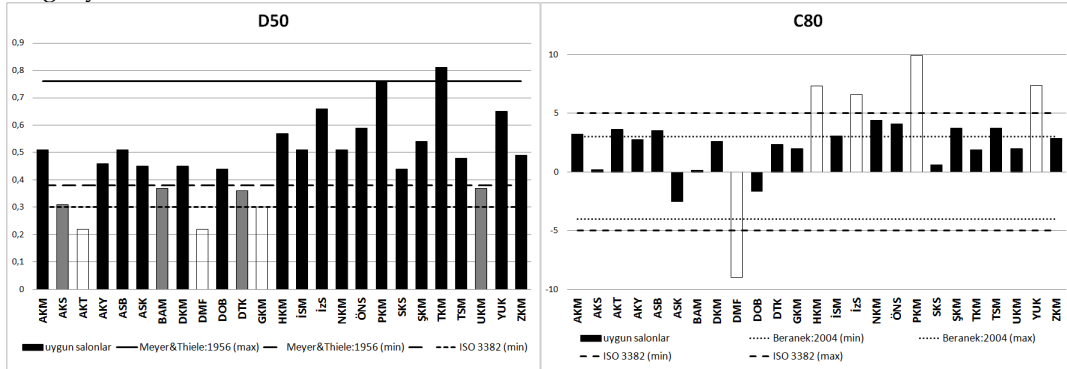
Şekil 1: Salonlarda tüm alıcı noktaları için EDT ve G ortalamaları [içi boş sütunlar, kabul değerlerinin dışında sonuç alınan salonları gösterir]

Konserlerde koltuk hacmini izleyicilerin talepleri belirler. ASB salonu hariç, il sınırları içindeki tüm mekânlarda ortalama izleyici sayısı 500–600 civarındadır. Bu da küçük çaplı bir konser olduğu anlamına gelmektedir ki batı standartları göz önüne alındığında bu salonları resital hatta oda müziği kategorisinde değerlendirmemiz yanlış olmayacaktır. Öyleyse EDT sınır değerleri de “1” e yakın olabilir ama daha küçük olmamalıdır. Ölçümlenen salonlardan elde edilen sonuçlar alt sınır değerlerine yakın bulunmakla birlikte, erken azalım sürelerinin (EDT) %60 oranında uygun değerler dâhilinde olduğu söylenebilir.

### 6.3 Belirginlik ve Netlik

Dinleyiciye 50 veya 80 milisaniye sonra gelen enerjilerin yoğunluğu *belirginlik* ve *netlik* adına önemli bilgiler sunar. Erken gelen ile geç gelen arasındaki bu denge tatmin edici ise, doğrudan algılanan ses ile gecikmiş ilk yansıma arasındaki boşluk yeteri kadar açık olup, berrak bir sonucu beraberinde getirecektir.

50 milisaniyenin önem taşıdığı  $D_{50}$  değerleri, hemen tüm salonlar için (AKS, AKT, BAM, DMF, DTK (Durmaz, 2016: 141), GKM ve UKM hariç) uygun değer aralıklarında izlenmektedir. Çalışmamızın kabulleri kapsamında konuşma ve drama etkinliklerini ağırlayan salonların 0,50–0,70 civarında yanıt vermesi beklenmektedir. Sayı 1,0'e yaklaştıkça kuruluk etkisi artacağı ve hacim etkisi küçüleceği için pek tercih edilmemektedir. Bu nedenle salonların bu özellikler sayesinde biraz canlılık kazandığını söylemek çok da yanlış olmayacaktır. 80 milisaniye sonraki etkilerin önem kazandığı netlik ( $C_{80}$ ) parametresi açısından bakıldığında, salonların %80'inde uygun değerlerin oluştuğu söylenebilir. Kabul değerlerimizin dışında davranış sergileyen salonlar sadece DMF, HKM, İzS, PKM ve YUK dur.



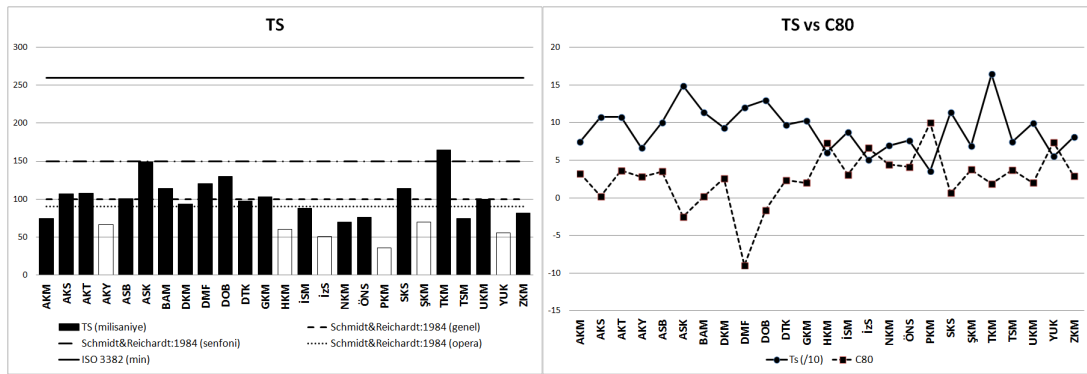
Şekil 2: Salonların tüm alıcı noktalarındaki  $D_{50}$  ve STI ortalamaları

### 6.4 Çınlama Süresi ve Merkezi Zaman

Çınlama süresi ortalamalarında erken azalım süresi ile bir paralellik dikkati çeker. EDT değerleri > 1,0 olan salonlarda (%60), çınlama sürelerinin de (%52) kısmen yüksek olması, müziğe canlılık katmak adına iyi bir sonuçtur. Bazı salonların çınlama süreleri yeteri kadar yüksek değildir. Tabii ki bu analizlerin boş salonlardan alınan dürtü yanıtlarının sonuçlarını gösterdiği unutulmamalıdır. Peki, salonlar dolu olduğunda bu sonuçlar ne kadar değişebilir?

Bazı salonların ortalama %80 dolu olduğu var sayılarak yapılan ODEON analizlerinde, çınlama sürelerinin düşük frekans (< 500Hz) bölgelerinde ortalama %8–12, orta frekanslarda (500Hz–4000Hz) %6–14 ve yüksek frekanslarda (> 4000Hz) %25'e varan oranlarda düşüş gösterdiği açıkça izlenmektedir. Bu sonuç müzik için daha “kuru” etkilerin ön plana çıktığı, konuşmalarda anlaşılabilirlik oranlarının da kısmen yükseldiğinin bir göstergesidir.

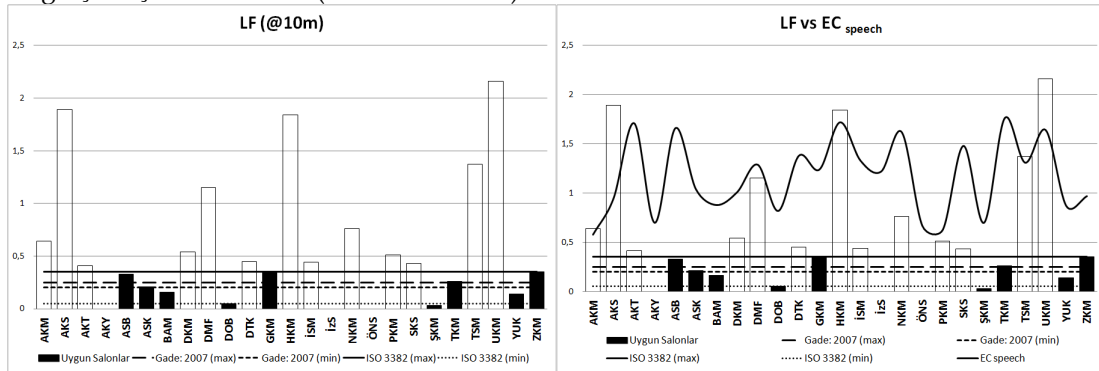
Merkezi zaman parametrelerine bakıldığında, salonların %76'sında ortalamaların tanımlanan sınır değerler arasında gerçekleştiği görülür. Öte yandan merkezi zaman seviyeleri yüksek olan salonlarda (örneğin ASK, DMF, ŞKS, UKM)  $C_{80}$  değerlerinde düşüşler izlenmektedir. Bu ilişki doğaldır ve hacim akustüğünde tipik bir davranıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Salonların Merkezi Zaman ortalamaları ve Netlik ilişkisi

## 6.5 Yanal Enerji Düzeyleri

Dinleyicilere ilk 80 milisaniye içinde ulaşan erken yanal enerjinin dağılımı, algıdaki *görünür kaynak genişliği*ni belirlemesi açısından önemlidir. Değerlerin tercihen 0,15–0,25 arasında olmaları yeğlenir. Öte yandan yanal enerjilerin bağlı düzeyleri, geç gelen yanal enerjiler, dinleyicilerin hacimdeki kuşatılmışlıklarını ve genişlik hislerini farklı algılamalarını sağlayacaktır. Bu değerlerin -14 ile +1 dB aralığında gerçekleşmesi beklenir (ISO 3382-1 2013).



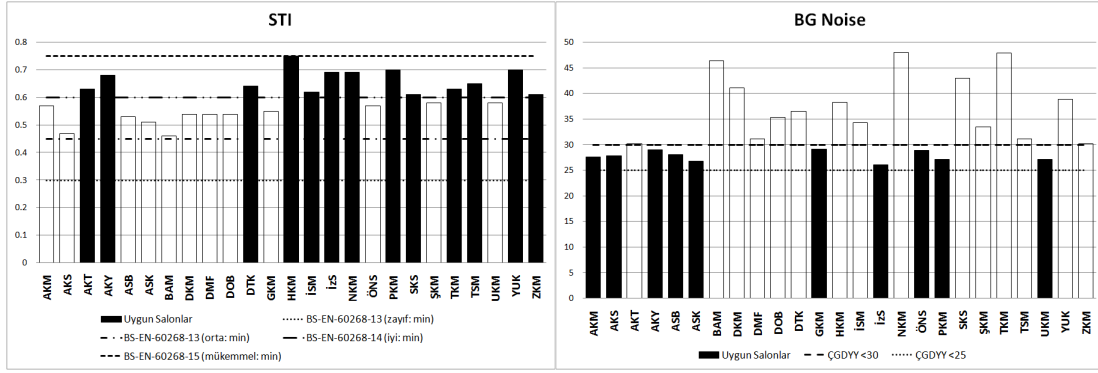
Şekil 4: Salonların Yanal Enerji düzeyleri ve eko kriteri açısından karşılaştırılması

Yanal enerji düzeyleri salonların %60 kadarında uygun sınırlar dâhilinde gerçekleşir (AKY, ASB, AKS, BAM, DOB, GKM, İZS, ÖNS, ŞKM, TKM, YUK, ZKM). Salonların % 40'ı oldukça yüksek sonuçlara sahiptir. Bu salonlarda, konuşma için eko kriterlerinin de yüksek değerlere sahip olduğu görülür. Neden ve sonuçları ile eko kriterleri bu çalışma kapsamı dışında tutulmaktadır. Ancak yüksek eko kriteri, salonların %40 gibi önemli bir bölümünde sahne genişlik etkisinin aşırı oranda büyük algılanmasına, daha önemlisi paralel yüzeylerden yansımaların algıda oluşturacağı olumsuz etkilerin varlığına işaretler. Yanal enerjilerin yüksek değerlerde olması bize tekrarlı yansımaların oluşabileceği yönünde ipuçları da verir (Öztaş & Durmaz 2015: 2).

## 6.6 Konuşma İletim İndeksi

Salonlardaki çınlama süresi ve arka plan gürültü düzeylerinin uygun değerlerde bulunması, konuşmanın anlaşılabilirliği için büyük önem taşımaktadır. Erken yansımalar ve doğrudan gelen enerjiler ile oranı anlaşılabilirlik değerlerinin iyi ya da kötü olmasında rolü vardır. Konuşmaların iletilmesi ile ilgili STI değerlerinin salonların yaklaşık yarısında uygun sınırlarda olduğu iyi haberdir. Kötü haber ise şudur ki, kalan yarısı maalesef çok da uygun değerlere sahip değildir. Uygun olmayan salonların modülasyon iletim fonksiyonlarında önemli kayıplar izlenmektedir. Bu kayıplar, özellikle konuşma ağırlıklı etkinliklerde boğumlanma tanımlarında dinleyiciler üzerinde olumsuz etkilere neden olacağından, salonların %50 değil, daha yüksek başarılar sergilemesi beklenir.





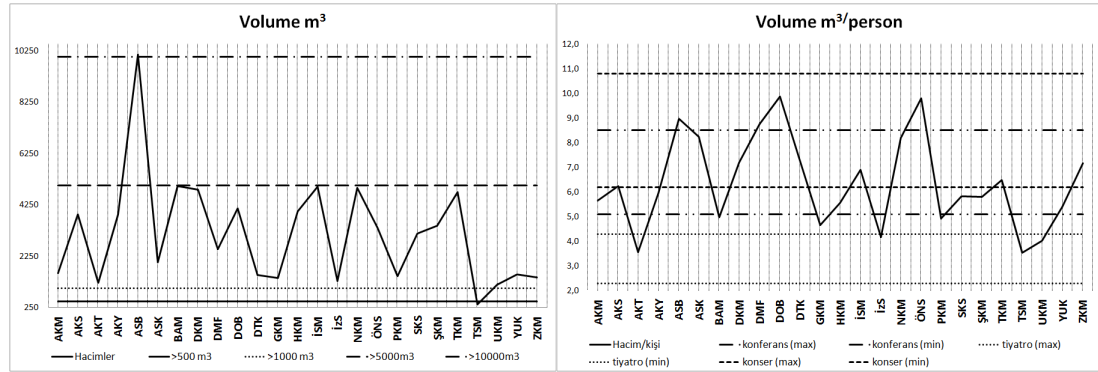
Şekil 5: Salonlardaki konuşma iletim indeksleri ve arka plan gürültü düzeyleri

### 6.7 Kişi Başı Hacim Oranları

Çınlama süresi, konuşmanın anlaşılabilirliği, hacim etkisi, yanal enerji seviyeleri gibi akustik parametreler salonların toplam hacmi ve kişi başına ayrılan hacimler ile doğrudan ilgilidir. Küçük hacimli salonların konuşma ve sahne sanatları için uygun olduğu söylenebilir. Hacmi büyük salonlar genellikle resital, opera, konser etkinlikleri için daha uygun ortamlar oluşturmaktadır.

Küçük hacimlerde akustik yutucuların kontrolsüz kullanımları, çınlama sürelerini düşürmekte, canlılığı azaltarak senfonik müzik için uygun olmayan bir ortam yaratmaktadır. Unutulmamalıdır ki yutucular arasında boğulmuş kuru, ölü, dolgun tınlamayan bir salon, izleyicilerde oluşturduğu akustik yargılar açısından iyi değildir. Grafiklerde *TKM*, *ASB* ve *BAM* gibi mekânlarda hacim etkisi ve insan üzerinde bıraktığı uzaysal ferahlık hislerinin diğerlerine göre daha güçlü olduğu kolayca tahmin edilebilir. Gönüller, tüm salonlarda bu hacim ilişkisinin kurulmasını ister. Bu arada 2,3–4,3 m<sup>3</sup> konuşma ve tiyatro, 4,5–7,4 m<sup>3</sup> opera, 6,2–10,8 m<sup>3</sup> arası hacim oranlarının konser amaçlı mekânlarda tercih edildiği de unutulmamalıdır.

Akustik oturma alanının salon alanına oranı, kişi başı hacim değerlerini de etkiler. Akustik oturma alanı küçüldükçe kişi başı hacim yükselir açıklık, genişlik etkisi artar. İzleyici açısından en sıkışık salon *TSM* ve *YUK* salonu, en ferah olanı ise *ASB* salondur.



Şekil 6: Salonların hacimleri, hacim-koltuk sayısı ilişkileri ve işlevsel uygunlukları

### 6.8 Arka Plan Gürültü Düzeyleri

Salonlardaki arka plan gürültü seviyesi ortalamalarının 34 dBA düzeylerinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu sonuçlar bakanlıkça belirlenen yasal sınırların üstündedir. Kaldı ki bazı salonlarda, etkinlik sırasında dış kaynaklı gürültüler çok açık biçimde algılanmaktadır. Dış mekândan gelen hava ve karayolu trafik gürültüsü (*TSM*, *UKM*, *HKM*, *NKM*, *ZKM*, *BAM*, *DTK*), yağmur sesi ve kumru ötüşü (*HKM*, *İSM*, *NKM*, *DTK*), kulis uğultuları (*DKM*, *TSM*, *HKM*, *AKM*, *İzS*, *DOB*) gibi amaç dışı titreşimler hayret uyandırmaktadır. Özellikle doğrudan dış etkilere açık salon kapıları ile *DTK* (Durmaz, 2016: 141–142), yalıtımsız uzay çatı uygulaması ile *O2* çevreyolu gürültüsü ve yağmur uğultusu gibi titreşimlerin etkisi altındaki *NKM*, denetimsiz kulis ve merdiven boşluklarına sahip, harika bir sahne arkası uğultusu ile *DKM* en çarpıcı örneklerini oluşturmaktadır. Daha açık bir deyişle, kültürel etkinlikleri ağırlayan bu tür yapılarda hiçbir özrü kabul edilmeyen bu türden titreşimler yeterli akustik yalıtımı bulunmayan, mimari strüktürü, çelik çatı konstrüksiyonları akustiğe uygun planlanmamış salonlarda çok net biçimde algılanmaktadır.

## 7 Sonuç

Akustik projesi mevcut birkaç salon hariç, doğru akustik bitiş malzemelerinin son derece az oluşu, bizlere adeta bir şeyleri anlatmaya çalışmaktadır. İzmir'deki salonların akustik projeleri açıdan şanslı olduklarını söylemek pek mümkün olmadığı gibi, karşımızda güçlü ve kronik bir sorun halinde durduğunu vurgulamak da hiç yanlış olmayacaktır.

Öne çıkan bir başka sorunun iç mekân gürültü seviyeleri olması ise tesadüf değildir. Gürültülerin genellikle HVAC ve dış ortam, çevresel gürültü emisyonlarından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Titreşimleri kontrol altında tutan strüktürel önlemler, mühendislik hesapları doğru yapılmış iklimlendirme sistemleri bu sorunları ortadan kaldırmaya yetecektir. Ömrünü tamamlamış ve/veya yeni inşa edilecek havalandırma/iklimlendirme sistemlerinin, konusunda uzman adreslere yönlendirilmesi gürültü sorunlarını kaynağında çözmemize yardımcı olabilir.

Kültür ve sanat için bir mekân planlanıyor ise, hangi işlevde kullanılacağına da doğru tespiti gerekir. Eğer bir dizi zorunluluk salonun birden çok işlevi üstlenmesini gerektiriyor ise mimar ve mühendislerin uzman akustikçi ve müzisyenler ile bir araya gelmesi, henüz proje aşamasında iken işbirliği yapmaları, doğru çözümler üretmeleri büyük önem taşır. Sinerji sanat adına yakalanmalı, öncelikli olarak kültür, sanat ve insanın yararları gözetilmelidir. Akustik kusurlar için çözümler tedarikçi firmaların satış temsilcilerinde değil uzmanlarında aranmalı, doğru cevap veren, kusurlarından arındırılmış, uluslar arası standartlarına uygun çağdaş kültür mekânlarının oluşturulmasında toplumca daha yüksek duyarlılıklar gösterilmelidir.

#### Teşekkür

Bu çalışma; 2014-KB-SOS-6 nolu Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesinin bir bölümü olup, Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından desteklenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- AHNERT, W., & TENNHARDT, H. P. (2008). *Raumakustik*, In *Handbuch der Audiotechnik*, Berlin-Springer (s. 181-266).
- ALIM, O. Abdel. (1973). *Abhängigkeit der Zeit-und Registerdurchsichtigkeit von raumakustischen Parametern bei Musikdarbietungen*, Yayınlanmamış doktora tezi, Dresden: Technische Universität
- BARRON, Michael. (2010). *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, 2.nd ed., Spon Press
- BERANEK, L. Leo. (1992). "Concert Hall acoustics", *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1-39.
- BERANEK, L. Leo. (1996). *Concert Halls and Opera Houses: How they sound*, Acoust. Soc. Am., New York-Woodbury
- BERANEK, L. Leo. (2004). *Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics and Architecture*, Springer Science & Bus.
- BERANEK, L. Leo, & SCHULTZ, Theodore. J. (1965). "Some Recent Experiences in The Design And Testing Of Concert Halls With Suspended Panel Arrays", *Acta Acustica united with Acustica*, 15 (Supplement 1), s. 307-316.
- BRADLEY, John S, & SOULODRE, Gilbert A. (1995). "The Influence of Late Arriving Energy on Spatial Impression", *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97(4), s.2263-2271.
- CREMER, Lothar., & MÜLLER, H. A. (1982). *Principles and Applications of Room Acoustics* (Vol. 1), Chapman & Hall.
- ÇGDYY (2010). "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği", *Çevr. Şeh. Bak. Resmi Gaz*, no 27601
- DEMİREL, Fisun., & İLİSULU, S. Gül. (2013). "İstanbul Büyükşehir Belediyesi Beyoğlu Sahnesi Projesi ve Akustik Konfor Analizi", *Politeknik Dergisi*, S.16(1).
- DOELLE, L. Leslie. (1972). *Environmental Acoustics*. McGraw-Hill Companies.
- DURMAZ, Serhat. (2016). "Devlet Tiyatroları İzmir-Konak Sahnesi'nin Akustik Özellikleri", *Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi (Yedi)*, S.15, s.137-143.
- EGAN, M. David. (1988). *Architectural acoustics*. McGraw-Hill Custom Publishing.
- FASOLD, Wolfgang., & STEPHENSON, Uwe. (1993). "Gute Akustik von Auditorien Planung mittels Rechner-simulation und Modellmeßtechnik", *Bauphysik*, S.15(2), s.40-49.
- FASOLD, Wolfgang., & VERES, Eva. (1998). *Schallschutz und Raumakustik in der Baupraxis*, Berlin-Verlag für Bauwesen
- GADE, Anders. (2007). *Acoustics in Halls for Speech And Music*. NY-Springer handbook of acoustics (s 301-350). Springer
- GOTTLÖB, Dieter. (1973). *Vergleich objektiver akustischer Parameter mit Ergebnissen subjektiver Untersuchungen an Konzertsälen*. Göttingen-Georg August Universität.
- HIDAKA, Takayuki., & BERANEK, L. Leo. (2000). "Objective and Subjective Evaluations of Twenty-Three Opera Houses in Europe, Japan, And The Americas", *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(1), s.368-383.
- HOPKINS, H. F., & Stryker, N. R. (1948). "A Proposed Loudness-Efficiency Rating for Loud-Speakers and the Determination of System Power Requirements for Enclosures". *Proceedings of the IRE*, S.36(3), s.315-335.
- IEC 60268-16 (2003): "Sound System Equipment - Part 16: Objective Rating of Speech Intelligibility by Speech Transmission Index", Switzerland-Geneva.
- ISO 3382-1 (2013). TSE-EN-ISO 3382-1: "Akustik - Odaların akustik parametrelerinin ölçülmesi - Bölüm 1: Gösteri mekânları", Ankara-Türk Standartları Enstitüsü
- ISO 3382-2 (2013). TSE-EN-ISO 3382-2: "Akustik - Odaların akustik parametrelerinin ölçülmesi - Bölüm 2: Sıradan odalarda çnlama süresi, Ankara-Türk Standartları Enstitüsü
- JORDAN, V. L. (1981). "A Group of Objective Acoustical Criteria for Concert Halls", *Applied Acoustics*, S.14(4), 253-266.
- KAAK, Stephan. (2013). *Zur Standardisierung der Akustik musikalischer Aufführungsräume*, Yayınlanmamış master tezi, Deutschland-Institut für Sprache und Kommunikation, Technische Universität Berlin
- LEHMANN, Peter. (1976). "Über die Ermittlung raumakustischer Kriterien und deren Zusammenhang mit subjektiven Beurteilungen der Hørsamkeit", *Technische Universität Berlin*.
- LONG, Marshall. (2006). *Architectural Acoustics* 1st ed, Elsevier Academic Press, s. 300-302
- MAEKAWA, Zyun-iti. ve LORD. P. (1994). *Environmental and Architectural Acoustics* 1st ed., Londra-E&FN Spon
- MAKRINENKO, Leonid. (1994). *Acoustics of Auditoriums in Public Buildings*. J. S. Bradley (Ed.). Published for the Acoustical Society of America through the American Institute of Physics.
- MEHTA, Madan., JOHNSON, James., & ROCAFORT, Jorge. (1999). *Architectural Acoustics: Principles and Design*.
- MEYER, Jürgen. (1995). *Akustik und musikalische Aufführungspraxis*, Deutschland-E. Bochinsky.
- MEYER, Erwin, & THIELE, Rolf. (1956). "Raumakustische Untersuchungen in zahlreichen Konzertsälen und Rundfunkstudios unter Antoendung neuerer Meßverfahren", *Acta Acustica*, S. 6 (Supplement 2), s.425-444.
- ODEON (2013), *Odeon Room Acoustic Software Manual*, Auditorium, Ver. 13.02, Odeon A/S Denmark.

- ÖZTAN, Erdiñç. & DURMAZ, Serhat. (2015). "Mimari Akustik, Flutter Echo ve Müzisyen Algısı", Bildiri, 11. Ulusal Akustik Kongresi ve Sergisi. İstanbul-Türk Akustik Derneği
- PETERS, Robert. J. (2013). *Acoustics and Noise Control*, Routledge.
- REICHARDT, Walter. (1979). *Gute Akustik-aber wie*, Berlin: Vlg. Technik.
- REICHARDT, Walter., & LEHMANN, U. (1981). "Optimierung von raumeindruck und durchsichtigkeit von musik-dar-bietungen durch auswertung von impuls-schalltests", *Acta Acustica united with Acustica*, 48(3), s174-185.
- SABINE, Paul. E. (1932). *Acoustics and Architecture*. McGraw Hill Book Co. Inc.
- SABINE, W. Clement. (1923). *Collected Papers on Acoustics*. 2nd Ed., Cambridge Harvard University Press.
- SCHMIDT, Wolfgang., & REICHARDT, Walter. (1984). Raamakustische Kriterien für Sprache und Musik, *Taschenbuch Akustik*, 1188-1200
- TEMPLETON, Duncan. (1997). *Acoustics in the Built Environment: Advice for the Design Team*, Architectural Press.
- THIELE, Rolf. (1953). "Richtungsverteilung und zeitfolge der schallrückwürfe in räumen", *Acta Acustica*, 3 Supl. 2, s. 293-302
- TS ISO 1996-2, (2009). "Akustik-Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi-Bölüm 2, Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini", *Türk Standartlar Enstitüsü*
- TÜRK, Ezgi, Can, Z. Y., Özçevik, A., (2011)."İstanbul'daki Salonların Akustik Açından İncelenmesi", 9. Ulusal Akustik Kongresi, 26-27 Mayıs, s.10