



İzmir Sefarad sinagoglarının akustik özellikleri

Özgül Yılmaz Karaman*^{ID}, Fatma Yelkenci Sert^{ID}, Mine Tanaç Zeren^{ID}

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir, 35160, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- Dini yapılarda akustik tasarım
- Sinagogların akustik özellikleri
- Akustik mirasın belgelenmesi

Makale Bilgileri

Geliş: 27.06.2016

Kabul: 23.08.2017

DOI:

10.17341/gazimmfd.406782

Anahtar Kelimeler:

Akustik miras,
akustik belgeleme,
dini yapılar,
sinagog yapıları

ÖZET

Tarihi yapıların korunması ve geleceğe aktarılması sürecinde değerlendirilmesi gereken temel unsurlardan birisi de “hacmin akustik ortamı”, bir başka deyişle mekanın işitsel algısıdır. Bu bağlamda, çalışma kapsamında İzmir’de varlık gösteren Yahudi Cemaatine ait sinagogların akustik koşullarının belgelenmesi ve verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Makale kapsamında benzer dönem özelliklerine (Sefarad Kültürünün üretmiş olduğu yapılar olmaları) ve benzer mimari boyutlara sahip olmaları nedeni ile İzmir Kemeraltı Bölgesi’nde bulunan ve halen ibadet amaçlı kullanımda olan dört sinagogda yapılan ölçümlerde elde edilen, RT, T30, EDT, D50, STI ve RASTI parametrelerine ait değerler karşılaştırmalı olarak aktarılmakta ve işleve uygunlukları ortaya konulmaktadır.

Acoustical characteristics of Izmir Sephardic synagogues

H I G H L I G H T S

- Acoustic design in religious buildings
- Acoustical features of synagogues
- Documentation of acoustical heritage

Article Info

Received: 27.06.2016

Accepted: 23.08.2017

DOI:

10.17341/gazimmfd.406782

Keywords:

Acoustical heritage,
acoustic documentation,
religious buildings,
synagogues

ABSTRACT

Acoustical environment, which is one of the basic elements of human perception of architectural spaces, is one of the most important issues of conserving and sustaining the architectural heritage. In this context, acoustical performance of the four synagogue buildings of Izmir, having the same space characteristics, are aimed to be documented, the documentation data is synthesized in the research. As the case studies, Shalom, Sinyora Giveret, Algaze and Bikur Holim Synagogues, which are in use at Kemeraltı, İzmir, are chosen. RT, T30, EDT, D50, STI and RASTI parameters are measured and the results are evaluated by comparing each other.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ozgul.yilmaz@deu.edu.tr / Tel: +90 232 301 8442

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Tarihi yapıların sahip olduğu akustik niteliklerin belirlenmesine yönelik çalışmalar, İtalyan tiyatro ve opera binalarının akustik özelliklerinin onarılabilecek ya da yeni üretilecek yapılara aktarılması ihtiyacı ile ortaya çıkmış ve ilerleyen süreçte, tarihi yapıların akustik karakteri somut olmayan kültürel miras bağlamında değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu sürecin “akustik miras” kavramını ortaya çıkardığı kabul edilmektedir [1, 2]. Söz konusu anlayışın farklı işlevlere sahip tarihi yapılar, özellikle de dini yapıların akustik açıdan değerlendirildiği çalışmalarda sürdürüldüğü görülmektedir. Bu kapsamda, anıtsal nitelikteki dini yapıların akustik özelliklerinin tekil örnekler üzerinden okunduğu çalışmaların yanı sıra [3, 4], farklı yapıların karşılaştırılmalı olarak değerlendirildiği [2, 5] ya da söz konusu yapılarda ölçüm koşullarının tartışıldığı [6, 7] ve zarar görmüş/yok olmuş yapılar için ise akustik benzetim yazılımlarının kullanıldığı çalışmalar [8, 9] literatürde yerini almıştır. Kilise yapıları çalışmalara daha sık konu olmakta, ülkemizde ise özellikle Mimar Sinan Camilerinin akustik özelliklerini ortaya koymaya yönelik olarak projeler [10] ve hacim akustiği koşullarını değerlendiren çeşitli çalışmalar üretildiği görülmektedir [11, 12]. Sinagog yapılarına ilişkin akustik değerlendirmelerin ise boyutlarının elverdiği ölçüde daha çok kiliseler ve/veya camiler ile karşılaştırmalar üzerinden yapıldığı görülmektedir [13]. Literatür incelendiğinde, özellikle de ülkemizde yer alan tarihi sinagog yapıları için yeterli akustik belgeleme çalışmasının yapılmadığı tespit edilebilmektedir. Bu noktadan hareketle, İzmir’de günümüzde varlıklarını sürdüren, benzer mimari özellikler ile aynı dönemde üretilen ve halen ibadethane işlevi ile kullanımda olan dört “Sefarad Sinagogu’nun” akustik belgelemesi ve değerlendirilmesi, çalışmanın konusu olarak belirlenmiştir.

Makale kapsamında, öncelikle sinagoglarda beklenen akustik ortam ve gereksinimler ile bu ortamı etkileyen faktörler aktarılmakta, çalışma alanı olarak belirlenen dört sinagog yapısı akustik ortamı etkileyen özellikleri ile tanımlanmaktadır. Mekanların akustik kalitesini değerlendirmek amacı ile de belirlenen yapılarda akustik belgeleme çalışması gerçekleştirilmiş ve değerlendirme aşamasında ölçümler ile elde edilen veriler kullanılmıştır.

2. SİNAGOGLARDA AKUSTİK TASARIM VE DEĞERLENDİRİLMESİ (ACOUSTICAL DESIGN AND ITS EVALUATION IN SYNAGOGUES)

Solomon’un Kutsal Tapınağının yıkılmasıyla ülkelerini terk eden Yahudiler, dünyanın farklı yerlerine göç ederek dağılmışlardır. Tek bir kitaba inanmalarına rağmen, farklı ekonomik, sosyal ve kültürel değerlere sahip yerlerde yaşayan Yahudiler zamanla kendi içlerinde gruplara ayrılarak birbirlerinden farklılaşmışlardır. Bunun sonucu olarak da sinagog yapıları üretildikleri dönem ve bölgeye bağlı olarak farklı mimari özelliklerde (plan kurgusu, cephe

özellikleri vb.) ve boyutlarda inşa edilmişlerdir [14]. Ana ibadet hacminin boyutu ve yüzeylerdeki malzemelerin yanı sıra, bimanın yani ses kaynağının konumunun değişimi, hacim içerisindeki akustik ortamın değişimini de beraberinde getirmektedir. Öte yandan cemaatin inancına bağlı olarak elektronik seslendirmenin kullanıldığı ya da kullanımına izin verilmediği yapılar varlık göstermektedirler. Bu anlamda, farklı coğrafyalarda, benzer ritüellerin gerçekleştirildiği ancak farklı akustik ortama sahip sinagog yapılarından söz etmek mümkün olmaktadır.

Sinagog içerisinde gerçekleşen ritüelin türüne göre, mekânda bireysellik/ Allah’a yakın olma ve/veya birlik – beraberlik hissi önem kazanmaktadır. Bu noktada yapının akustik işlev açısından hem konuşma hem de müzik içerikli ibadet/törenler için istenilen koşulları sağlanması beklenmektedir. Gerekli ortamın sağlanabilmesi, hacmin akustik karakterlerinin incelenmesini ve gerekli önlemlerin alınması gerektirmektedir [10, 15]. Mevcut yapılarda akustik ortamın değerlendirilmesi sürecinde kullanılan çeşitli öznel ve nesnel akustik parametreler ve optimum değer aralıkları mekânın işlev ve özelliklerine göre belirlenmektedir [16, 17]. Özellikle müzik ve konuşmanın yapısal olarak birbirinden farklı olması akustik parametrelerin de müzik ve konuşma açısından belirgin farklılıklar göstermesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır [17, 18].

Sinagogların, ana ibadet mekanlarının içerisinde, düğün, sünnet törenleri gibi müzik içeren ritüeller gerçekleştirilmekle birlikte, vaaz ve namaz gibi konuşma işlevinin baskın olduğu ritüeller ağırlıklı olarak yer almaktadır. Bu sırada, Tevrat, korunduğu ve Aron Kodeş adı verilen dolaplardan çıkarılıp dua kürsüsüne (bima) getirilmekte ve din görevlisi tarafından okunmaktadır. Okunan Tevrat’ın cemaat tarafından algılanabilmesi mekânın akustik açıdan konuşma işlevine uygun olarak tasarlanması gerekliliğini öne çıkarmaktadır [15, 19]. Bu nedenle sinagog yapılarında, kilise yapılarına kıyasla “konuşmanın anlaşılabilirliği” parametresi en önemli parametre olarak değerlendirilmekte [15] ve bu yapılar akustik açıdan “konuşma işlevinin baskın olduğu dini yapılar olarak” tanımlanmaktadır [17]. Sinagog ana ibadet mekanlarının akustik değerlendirmesi konusunda kilise ya da cami yapıları kadar çok sayıda araştırma bulunmamakla birlikte, mevcut çalışmalarda mekânın akustik değerlendirilmesinde genel olarak konuşma işlevli mekânlara ilişkin parametreler ve optimum değer aralıkları kullanılmakta [13, 19] konuşma işlevinin baskın olduğu sinagog yapıları için orta frekans yansıma süresi değer aralıkları hacme bağlı olarak belirlenmektedir [17]. Çalışmada incelenen sinagog yapıları için hacme bağlı olarak (800-1200 m³), yansıma süresi orta frekanslarda (konuşmada baskın olan frekans aralığı) yaklaşık 1,2 sn değerinde bulunmaktadır. Bu değer, benzer hacimdeki konuşma amaçlı oditoryumlar için belirlenen 0,6-0,8 sn aralığının [16, 17] üzerindedir. Değerlendirmede kullanılan diğer akustik parametreler ve belirlenen optimum değer aralıkları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Sinagoglarda incelenen akustik parametreler ve optimum değerleri
(Investigated acoustical parameters and optimum values for synagogues)

Parametre	Tanımı	Optimum değer aralığı
Yansıma Süresi (T60, T30) (sn)	Ses kaynağı kapatıldıktan sonra hacim içerisinde sesin 60 db düşmesi için gereken süredir. Pratikte ses düzeyinin ilk 30 db lik düşüşü için geçen süre (T30) kullanılmaktadır. Bu değer 2 katı T60 değerini vermektedir [16].	800-1500 m ³ hacim aralığında bulunan; konuşma amaçlı hacimler: 0,6-0,8 sn [16, 17] konuşma işlevi baskın dini yapılar; 1,15-1,3 sn @500-1000 Hz [17]
Erken Sönümleme Süresi (EDT) (sn)	Erken sönümleme süresi ses kaynağı kapatıldıktan itibaren mekan içerisindeki ses enerjisinin 10dB düşmesi için gereken sürenin altı katı uzunluğundaki süreyi ifade eder. Geçen bu süre çınlama süresi gibi salonu dolduran ses enerjisinin sönümlemesi ile ilgili olup çınlama süresinin özel olarak algılanmasında rol oynamaktadır. EDT ve RT değerinde bir paralellik var ise ortam ses enerjisi düzgün yayılmış olarak düşünülmektedir [16, 20].	$RT - (0,10 \times RT) \leq EDT \leq RT + (0,10 \times RT)$ [16] $EDT_{mid} = 1,1 RT_{mid}$ [16]
Ayırt Edilebilirlik (D50) (%)	Konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen önemli nesnel parametrelerden biridir. Daha çok sesin kalitesini değerlendirmektedir. Sağdaki grafikte, ayırt edilebilirlik değerinin %50'nin üzerinde olması durumunda konuşmanın anlaşılabilirliği %90 değerine ulaşmaktadır [21].	0,50 < D50 [21]
Konuşma İletim Katsayısı (STI)	Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili bir parametredir.	0,00 - 0,30 (Kötü) 0,30 - 0,45 (Zayıf) 0,45 - 0,60 (Orta) 0,60 - 0,75 (İyi) 0,75-1,00(Mükemmel) [17]
Arka Plan Gürültüsü (NC) dB(A)	Bir çevrede ya da hacimde ortamdaki ses kaynağı susturulduğunda, bulunulan konumda geriye kalan toplam sesi ifade eder.	≤ 30 [13] 25-30 dB(A) [19]

3. ÇALIŞMA ALANININ TANIMLANMASI (DEFINITION OF WORKING AREA)

İzmir kenti, tarihsel süreçte birçok medeniyet ve kültürü bünyesinde barındırmış ve farklı dinlere inanan insanlar burada bir arada yaşama fırsatı bulmuşlardır. İzmir, bir liman kenti olarak öne çıktığı 16.yüzyılda, Osmanlı İmparatorluğunun farklı bölgelerinde yaşayan Yahudi nüfus için çekim alanı haline dönüşmüştür [22]. Sefarad Yahudilerinin büyük bir kısmı İzmir'in önemli tarih ve ticaret merkezi olan Kemeraltı bölgesine yerleşmiş ve bunun sonucu olarak da bölgede ibadet mekânlarını inşa etmişlerdir [23]. Makale kapsamında incelenen yapılar "Yükseliş dönemi" olarak adlandırılan bu dönemde geleneksel yaşamın örgütlendiği mahallelerde inşa edilen ve günümüzde de varlıklarını sürdüren ibadethanelerdir.

Bu yapılar; Shalom, Sinyora Giveret, Algaze ve Bikur Holim Sinagoglarıdır. Bu dört Sinagog, tarihsel süreçleri [23] ve mimari ve yapısal özellikleri ile farklı araştırmalarda konu edilmiştir [14, 24]. Ancak çalışmanın bu bölümünde, akustik ortam açısından belirleyici olması bakımından, ana ibadet mekânlarının boyutları (Tablo 2, 3, 4 ve 5) ve iç mekanda kullanılan kaplama malzemeleri ile tanımlanmaktadır. Çünkü, özellikle kapalı mekânlarda, mekânı çevreleyen ve/veya sınırlayan tüm yüzeyler içeride oluşan ses alanına hem kaplama malzemelerinin hem de, oluşan hacmin boyutlarını ve biçimlenişini belirlemeleri nedeniyle olumlu ya da olumsuz katkı yapmaktadırlar.

3.1. Shalom Sinagogu (Shalom Synagogue)

Shalom Sinagogu 16. yy'da inşa edilmiştir. Yapının plan şeması ilk dönemde merkezi iken (Bima merkezde), 17. yüzyılda Bima'nın Doğu duvarının karşısına taşınmasıyla bipolar plan şemasına dönüşmüştür [14]. Oturma birimleri Bima'nın eski konumunu çevreleyecek şekilde özgün halini korumuştur. Ahşap oturma birimleri, yerden bir basamak yükseltilmiştir ve mavi renkli yağlı boya kaplıdır. Üzerlerinde kumaş kaplı minderler bulunmaktadır. Yapının zemin kaplaması taş, tavan kaplaması ahşap, duvarları sıvalı ve üzeri boyalıdır. Zemin, kısmi olarak halı ile örtülmüştür. Kadınların ibadet mekânı Ezrat Nashim ana ibadet mekânından dolu yüzeyler ile ayrılmıştır. Doğu duvarında konumlanan üç adet Aron Kodeş nişi ahşap kapaklar ile kapatılmış olup üzerleri yeşil ve bordo renkli seccadeler ile örtülmüştür (Şekil 1).

3.2. Sinyora Giveret Sinagogu (Sinyora Giveret Synagogue)

Sinyora Giveret Sinagogu, 16. yy'da Portekiz'den İzmir'e yerleşmek için gelen Donna Gracia Mendes tarafından yapılmıştır [14]. Yapının inşa edildiği ilk dönemde merkezde bulunan Bima, 1841 yangını sonrası yenileme çalışmalarında taşınarak, doğu duvarı yüzeyinde simetrik biçimde iki adet olacak şekilde ahşap malzeme ile üretilmiştir. Bu değişikliğin devamında, mevcuttaki oturma sıraları varlıklarını korumuş, merkezin boşalması ve bazilikal kurguya geçilmesi ile de merkeze lineer düzende ahşap oturma sıraları ilave edilmiştir.

Tablo 2. Shalom Sinagogu ana ibadet mekanı boyutları (Dimensions of the main praying room of Shalom Synagogue)

Boyutlar (GxDxY) (m)	Alan(m ²)/ Hacim (m ³)	Akustik dinleme alanı (m ²)	Kapasite/ kişi başına düşen hacim (m ³)
10,6x13x5,8	138 / 800	76,04	120/ 6,67

Tablo 3. Sinyora Giveret Sinagogu ana ibadet mekanı boyutları (Dimensions of the main praying room of Sinyora Giveret Synagogue)

Boyutlar (GxDxY) (m)	Alan (m ²)/ Hacim (m ³)	Akustik dinleme alanı (m ²)	Kapasite/ kişi başına düşen hacim (m ³)
10x15x6,8	150 / 1020	77,66	110/ 9,27

Tablo 4. Algaze Sinagogu ana ibadet mekanı boyutları (Dimensions of the main praying room of Algaze Synagogue)

Boyutlar (GxDxY) (m)	Alan (m ²)/ Hacim (m ³) (ana mekan+giriş)	Akustik dinleme alanı (m ²)	Kapasite/ kişi başına düşen hacim (m ³)
14,5 (ort)x15x5,5	208+34 / 1144 +119	120	158 / 7,99

Tablo 5. Bikur Holim Sinagogu ana ibadet mekanı boyutları (Dimensions of the main praying room of Bikur Holim Synagogue)

Boyutlar (GxDxY) (m)	Alan (m ²)/ Hacim (m ³)(ana ibadet mekanı)	Akustik dinleme alanı (m ²)	Kapasite/ kişi başına düşen hacim (m ³)
12x14x5,3	168/ 890	117,86	150 / 7,3

**Şekil 1.** Shalom Sinagogu ana ibadet mekanı (Main praying room of Shalom Synagogue)

Ahşap oturma sıralarının üzerlerinde kumaş kaplı minderler yer almaktadır. Yapının taş zemini kısmi olarak halı ile örtülmüştür (Şekil 2). Tavan üzeri yağlı boya ile boyanmış ahşap rabita ile kaplıdır. Yapının doğu duvarında oymalı ahşap kapaklar ile kapatılmış üç adet Aron Kodeş nişi bulunmaktadır. Aron Kodeş'lerin üzeri renkli seccadeler ile örtülmüştür. Yapının giriş bölümü üzerinde yer alan ve iki sütunun desteklediği Ezrat Nashim, ana ibadet alanından ahşap kafesli yüzeyler ile ayrılmıştır.

3.3. Algaze Sinagogu (Algaze Synagogue)

Merkezi planlı olan yapı, 1724'te inşa edilmiştir ve günümüzde ilk dönemdeki düzeni korumaktadır [14]. Bima merkezde yer almaktadır ve oturma birimleri kutsal kürsüyü

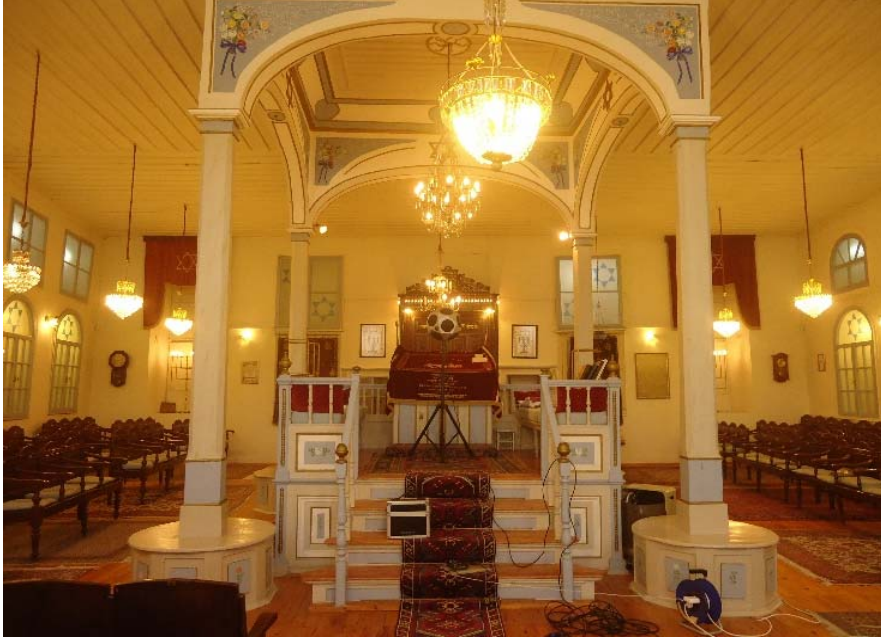
çevreleyecek şekilde konumlanmaktadır. Yapının tavanı ve zemininde ahşap kaplama kullanılmıştır. Tavan yüzeyini oluşturan rabitaların üzeri boyalıdır. Yapının zemini kısmi olarak halı ile örtülmüştür. Ahşap oturma birimlerinin üzerlerinde kumaş kaplı minderler bulunmaktadır. Ahşap Bima, zemin kotundan dört basamak yukarıda bulunmaktadır ve zemininde halı kullanılmıştır. Doğu duvarında konumlanan üç adet ahşap Aron Kodeş nişinin yüzeyleri seccadeler ile örtülmüştür (Şekil 3).

3.4. Bikur Holim Sinagogu (Bikur Holim Synagogue)

Bikur Holim Sinagogu, Hollanda asıllı İzmirli Yahudi Salomon de Ciaves tarafından 1724 yılında yaptırılmıştır [14]. Merkezi planlı bir sinagogdur. Merkezde konumlanan



Şekil 2. Sinyora Giveret Sinagogu ana ibadet mekanı (Main praying room of Shalom Synagogue)



Şekil 3. Algaze Sinagogu ana ibadet mekanı (Main praying room of Algaze Synagogue)

Bima'yı çevreleyen ahşap oturma birimleri üzerinde kumaş kaplı minderler bulunmaktadır. Yapının zemini taş kaplıdır ve üzerinde kısmi olarak halı bulunmaktadır. Yapının merkezinde bulunan dört sütun Bima bölümünü tanımlamaktadır. Sinagogun tavanı ahşap kaplıdır. Aron Kodeş nişleri üç adettir, ahşap elemanlar kullanılmıştır ve üzerleri seccadeler ile örtülüdür. Ezrat Nashim ana ibadet mekanından ahşap kafesli yüzeyler ile ayrılmıştır (Şekil 4).

4. AKUSTİK ÖLÇÜM ÇALIŞMALARI (ACOUSTICAL MEASUREMENTS)

Bu bölümde, sinagogların ana ibadet mekanlarında elde edilen veriler her sinagog yapısı için ayrı bir başlık altında aktarılmaktadır. Bima konumunun süreç içerisinde değiştiği

Shalom ve Sinyora Giveret Sinagogları için özgün ve mevcut kullanım durumuna ilişkin değerlendirmeler ile dört sinagog yapısının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ise bölüm sonunda yer almaktadır.

4.1. Ölçüm Koşulları ve Düzenegi (Measurement Conditions and Equipment)

Yapıların boş olduğu durumda, 3 kişilik ölçüm ekibi ile gerçekleştirilen çalışmada, Dirac 5.5 yazılımı, 1 adet preamplifikatör, 1 adet güç amplifikatörü, 1 adet dodekaedrik hoparlör, 1 adet mikrofon ve mikrofon tripodu kullanılmıştır (Şekil 5). Alıcı noktalarının (A) belirlenmesinde, Sinagogların içerisinde oturma birimlerinin yoğun olarak duvarlara bitişik yerleştirilmiş olması etkili



Şekil 4. Bikur Holim Sinagogu ana ibadet mekanı (Main praying room of Bikur Holim Synagogue)



Şekil 5. Ölçüm ekipmanı (Measurement tools)

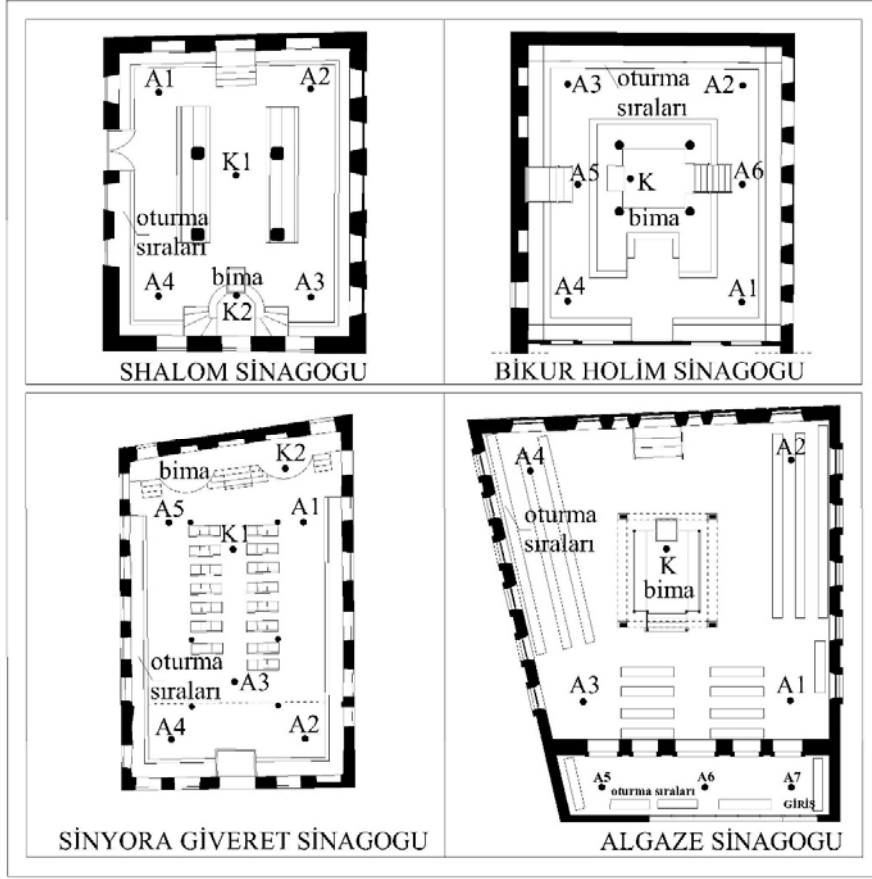
olmuştur. Noktalar, ISO 3382 standardına göre 1,20 m yükseklikte ve yansımaların etkisini azaltmak amacıyla duvar yüzeylerinden 1,80 – 2,00 m uzakta konumlanmıştır [25]. Ses kaynağı (K) Tevrat'ın okunduğu bima üzerinde konumlandırılmış ve yerden yüksekliği 1,50 m olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Ana ibadet mekanlarında arka plan gürültü düzeyleri ölçülerek, elde edilen sinyal üzerinden RT, T30, EDT, D50, STI ve RASTI parametreleri 125 Hz ile 8 kHz oktav bandı aralığında değerlendirilmiştir. Ayrıca, süreç içerisinde binanın konumunun değiştiği tespit edilen Shalom ve Sinyora Giveret Sinagogları'nda (Tevrat bimada okunduğu için) ses kaynağının konumu da değişmiş olduğundan, binanın orijinal konumu ve mevcut konumu için ayrı akustik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde kullanılan kaynak (K) ve alıcı pozisyonları (A) Şekil 6'da gösterilmektedir.

4.2 Sinagoglarda Ölçülen Akustik Parametre Değerleri (Measured Values of Acoustic Parameters in the Synagogues)

Her sinagog yapısı için ölçülen parametre değerleri bu bölümde yer almaktadır. Tablolarda, yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçların frekanslara bağlı ortalama değerleri, alıcı noktası (A) konumuna bağlı değişimi göstermesi bakımından elde edilen minimum ve maksimum değerler ile birlikte 125-8000 Hz frekans aralığında aktarılmaktadır. Ayrıca her yapı için elde edilen veriler, tablo 1'de belirlenen parametrelere ait optimum değerler ile karşılaştırılmaktadır.

4.2.1. Shalom sinagogu (Shalom synagogue)

Shalom Sinagogu, süreç içerisinde Bima'nın yeri değişen sinagoglardan birisidir. Mevcut kullanım durumu için



Şekil 6. Belirlenen kaynak- alıcı noktaları (Defined source and receiver points)

(Bima'nın Batı duvarında olduğu durum) elde edilen sonuçlar Tablo 6'da aktarılmaktadır. Shalom Sinagogu'nun hacim genelinde ölçümde elde edilen 500 ve 1000 Hz ortalama T30 değeri 0,97 sn. dir. Hacmin 500- 1000 Hz için ortalama EDT değeri de 0,98 sn olarak ölçülmüştür. Orta frekanslarda, EDT, T30 ve RT ortalama değerleri karşılaştırıldığında sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Buna göre, konuşma işlevinde önemli olan orta frekans aralığında mekan içerisinde düzgün ses dağılımı olmaktadır. D50 parametresi için 500-1000-2000 Hz ortalaması %50'nin üzerindedir ve konuşmanın anlaşılabilirliği açısından yeterli düzeydedir. Ölçüm sonucunda elde edilen verilere göre alıcı noktalarında ölçülen ortalama STI değeri 0,62'dir (Tablo 7) ve "iyi" değer aralığındadır.

4.2.2. Sinyora giveret sinagogu (Sinyora giveret synagogue)

Tablo 8'de özetlenen ölçüm sonuçlarına göre, Sinyora Giveret Sinagogu'nda (Bima'nın Doğu duvarında olduğu mevcut kullanım durumu için) 500-1000Hz T30 ortalama değeri 0,92 sn olarak ölçülmüştür. T30 ve RT ortalama değerleri karşılaştırıldığında, her iki parametreye ait değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Hacmin ortalama EDT değerleri optimum aralıkta yer almaktadır. EDT değerleri ile yansımaların süreleri paralellik göstermektedir ve bu durum mekan içerisinde düzgün yayılmanın olduğunu

göstermektedir. D50 parametresine ait 500-1000-2000 Hz ortalama değerinin %50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Sinyora Giveret Sinagogu'nda STI ortalama değeri 0,65, RASTI ortalama değeri de benzer biçimde 0,63 bulunmuştur ve "iyi" değer aralığındadır (Tablo 9).

4.2.3. Algaze sinagogu (Algaze synagogue)

Tablo 10'da özetlenen ölçüm sonuçlarına göre, Algaze Sinagogu'nda elde edilen 500 ve 1000 Hz ortalama T30 değeri 1,05 sn. dir. T30 ve RT değerlerinin neredeyse aynı olduğu görülmektedir. Hacmin ortalama RT, T30 ve EDT değerleri optimum aralıkta yer almaktadır. EDT değerleri ile yansımaların süreleri 125 Hz frekansı hariç paralellik göstermektedir ve bu durum mekân içerisinde düzgün yayılma meydana gelmektedir. D50 parametresine ait 500-1000-2000 Hz ortalama değeri 0,49 ile sınır değerdedir. Yüksek frekanslarda D50 değerlerinin artması, kısa dalga boylu seslerin erken yansımalarının fazla olmasıyla açıklanmaktadır. Algaze Sinagogu'nda ortalama STI değeri 0,59, RASTI değeri 0,57 elde edilmiştir ve hacimde konuşmanın anlaşılabilirliği "orta" değer aralığındadır (Tablo 11).

4.2.4. Bikur holim sinagogu (Bikur holim synagogue)

Bikur Holim Sinagogu ana ibadet mekanında 500 ve 1000 Hz ortalama T30 değeri 0,77 sn. olarak ölçülmüştür ve

Tablo 6. Shalom Sinagogu mevcut durum ölçüm değerleri (Measured values of Shalom synagogue)

Parametre		125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (sn)	Minimum	1,02 (A1)	1,02 (A4)	0,87 (A1)	0,84 (A4)	0,83 (A3)	0,77 (A3)	0,67 (A3)
	Ortalama	1,04	1,05	0,98	0,95	0,92	0,79	0,72
	Maksimum	1,06 (A4)	1,09 (A2)	1,16 (A2)	1,02 (A2)	0,98 (A4)	0,80 (A1)	0,75 (A1)
RT (sn)	Ortalama	0,95	1,05	0,96	0,96	0,92	0,83	0,74
	Minimum	0,60 (A4)	0,84 (A2)	0,78 (A3)	0,88(A4)	0,88 (A4)	0,73 (A3)	0,64(A4)
EDT (sn)	Ortalama	0,74	0,93	1,00	0,95	0,93	0,79	0,72
	Maksimum	1,00 (A1)	1,11 (A1)	1,25 (A1)	1,06 (A1)	0,99 (A1)	0,83 (A1)	0,80 (A1)
D50 (%)	Minimum	0,25 (A1)	0,18 (A1)	0,24 (A1)	0,37(A1)	0,39(A1)	0,46(A2)	0,51(A1)
	Ortalama	0,48	0,46	0,49	0,50	0,54	0,60	0,61
	Maksimum	0,69 (A4)	0,71 (A3)	0,71(A3)	0,63(A3)	0,67(A3)	0,73(A3)	0,70(A3)

Tablo 7. Shalom Sinagogu mevcut durum STI ve RASTI değerleri (Measured STI and RASTI values of Shalom synagogue)

Parametre	A1	A2	A3	A4	Ortalama
STI	0,58	0,61	0,65	0,65	0,62
RASTI	0,55	0,58	0,65	0,64	0,61

Tablo 8. Sinyora Giveret Sinagogu mevcut durum ölçüm değerleri (Measured values of Sinyora Giveret synagogue)

Parametre		125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (sn)	Minimum	0,89(A5)	0,93(A3)	0,89(A2)	0,83(A3)	0,83(A5)	0,74(A5)	0,61(A1)
	Ortalama	0,96	1,02	0,95	0,89	0,86	0,79	0,66
	Maksimum	1,06(A2)	1,07(A5)	0,99(A5)	0,94(A5)	0,89(A2)	0,84(A4)	0,70(A3)
RT (sn)	Ortalama	1,03	1,02	0,98	0,88	0,86	0,79	0,68
	Minimum	0,76(A3)	0,77(A1)	0,76(A1)	0,60(A1)	0,59(A1)	0,53(A1)	0,44(A1)
EDT (sn)	Ortalama	0,94	1,00	0,91	0,81	0,79	0,71	0,59
	Maksimum	1,20(A5)	1,15(A3)	1,07(A4)	0,88(A5)	0,88(A4)	0,79(A2)	0,66(A2)
D50 (%)	Minimum	0,47(A2)	0,26(A2)	0,42(A4)	0,50(A4)	0,48(A4)	0,60(A3)	0,66(A4)
	Ortalama	0,57	0,47	0,56	0,60	0,61	0,68	0,75
	Maksimum	0,71(A1)	0,73(A1)	0,77(A1)	0,81(A1)	0,80(A1)	0,84(A1)	0,89(A1)

Tablo 9. Sinyora Giveret Sinagogu mevcut durum STI ve RASTI değerleri (Measured STI and RASTI values of Sinyora Giveret synagogue)

Parametre	A1	A2	A3	A4	A5	Ortalama
STI	0,74	0,62	0,63	0,62	0,66	0,65
RASTI	0,71	0,60	0,61	0,58	0,64	0,63

Tablo 10. Algaze Sinagogu mevcut durum ölçüm değerleri (Measured values of Algaze synagogue)

Parametre		125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30 (sn)	Minimum	0,74(A2)	0,84(A3)	1,03(A7)	0,86(A7)	0,96(A4)	0,83(A3)	0,75(A4)
	Ortalama	0,85	1,02	1,10	1,00	0,99	0,88	0,80
	Maksimum	0,93(A6)	1,11(A7)	1,15(A4)	1,06(A5)	1,07(A7)	0,97(A7)	0,89(A7)
RT (sn)	Ortalama	0,85	1,02	1,10	0,99	0,99	0,89	0,78
	Minimum	0,71(A4)	0,88(A7)	1,02(A4)	0,93(A4)	0,99(A4)	0,78(A2)	0,65(A3)
EDT (sn)	Ortalama	1,08	1,00	1,14	1,03	1,03	0,87	0,75
	Maksimum	1,29(A5)	1,21(A3)	1,28(A1)	1,12(A3)	1,10(A7)	0,96(A7)	0,81(A4)
D50 (%)	Minimum	0,39(A2)	0,28(A2)	0,33(A7)	0,34(A7)	0,40(A7)	0,40(A7)	0,46(A7)
	Ortalama	0,50	0,47	0,46	0,48	0,52	0,55	0,61
	Maksimum	0,60(A4)	0,56(A3)	0,52(A3)	0,61(A2)	0,62(A2)	0,68(A6)	0,78(A6)

incelenen yapılar arasında elde edilen en düşük değerdir. En küçük hacimli yapı olmamasına karşın, kullanılan kumaş ve halı yüzeylerinin fazla olması yansım süresinin azalmasına neden olmaktadır. Hacim genelinde elde edilen ortalama D50 değerleri, %50'nin üzerindedir (Tablo 12). Hacim genelinde ortalama STI değeri 0,65, RASTI değeri 0,64 elde edilmiştir ve hacimde konuşmanın anlaşılabilirliği "iyi" değer aralığındadır (Tablo 13).

4.3. Sinagoglarda Bima Konumunun Değişmesinin Akustik Koşullara Etkisi

(Effect of Bima Position on Acoustic Conditions in Synagogues)

Shalom Sinagogu'nda Bima'nın merkez konumundan, batı duvarına taşınmasının etkisi Tablo 14'de T30, EDT, D50 ve STI parametre verileri ile değerlendirilmektedir. Her iki ölçümde, T30 değeri konuşmada baskın olan orta

Tablo 11. Algaze Sinagogu mevcut durum STI ve RASTI değerleri (Measured STI and RASTI values of Algaze synagogue)

PARAMETRE	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Ortalama
STI	0,59	0,63	0,59	0,61	0,58	0,63	0,54	0,59
RASTI	0,56	0,60	0,56	0,60	0,56	0,59	0,51	0,57

Tablo 12. Bikur Holim Sinagogu mevcut durum ölçüm değerleri (Measured values of Bikur Holim synagogue)

Parametre	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
T30 (sn)	Minimum	0,78(A3)	0,80(A1)	0,75(A2)	0,74(A3)	0,73(A6)	0,66(A2)	0,60(A2)
	Ortalama	0,86	0,84	0,78	0,76	0,76	0,70	0,63
	Maksimum	0,99(A6)	0,88(A6)	0,83(A4)	0,78(A1)	0,80(A2)	0,72(A6)	0,65(A1)
RT (sn)	Ortalama	0,81	0,84	0,78	0,76	0,75	0,70	0,63
	Minimum	0,54(A2)	0,61(A1)	0,63(A1)	0,74(A6)	0,78(A3)	0,65(A6)	0,62(A6)
	Maksimum	1,14(A3)	0,91(A4)	0,86(A3)	0,87(A1)	0,86(A5)	0,73(A2)	0,63(A4)
D50 (%)	Minimum	0,31(A3)	0,47(A3)	0,50(A3)	0,49(A4)	0,48(A4)	0,53(A1)	0,58(A3)
	Ortalama	0,59	0,59	0,61	0,55	0,54	0,61	0,64
	Maksimum	0,82(A1)	0,78(A5)	0,70(A6)	0,65(A6)	0,62(A6)	0,68(A6)	0,65(A2)

Tablo 13. Bikur Holim Sinagogu mevcut durum STI ve RASTI değerleri (Measured STI and RASTI values of Bikur Holim synagogue)

Parametre	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Ortalama
STI	0,66	0,64	0,64	0,64	0,66	0,67	0,65
RASTI	0,65	0,63	0,62	0,62	0,65	0,66	0,64

frekanslarda 1,00 sn dolayında ölçülmüştür ve değerlerin frekanslara göre değişim hareketleri benzerdir. Ancak Bima doğu duvarındayken, D50 ve STI değerlerinin artması, hacmi konuşmanın anlaşılabilirliği açısından olumlu etkilemiştir. Sinyora Giveret Sinagogu'nda Bima'nın merkez konumundan, batı duvarına taşınmasının etkisi, benzer biçimde Tablo 15 ile değerlendirilmektedir. Her iki ölçümden elde edilen T30 ve EDT ortalama değerleri birbirine yakın bulunmuştur. D50 ve STI parametre değerleri de Shalom Sinagogu'na kıyasla daha belirgin bir artış göstermiştir. Bu da konuşma işlevi için olumlu bir katkı sağlamıştır.

4.4. Sinagogların Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi (Comparative Evaluation of Synagogues)

Yapılan akustik ölçümler sonucunda, sinagoga ait ana ibadet mekanlarında sesin genel olarak düzgün dağıldığı görülmektedir. Yansıma sürelerine bakıldığında dört sinagog yapısı arasında en düşük değer Bikur Holim Sinagogunda ölçülmüştür (Şekil 3). Ancak tüm yapılar için T30 değeri, belirlenmiş olan 1,15-1,3 sn optimum aralığından düşüktür. Bu durumda mekanlar müzik içerikli ritüeller için "kuru" olarak nitelendirilebilir. Konuşmanın kalitesi, bir başka deyişle D50 parametresi açısından bakıldığında, Sinyora Giveret Sinagogunda en yüksek değerler elde edilmiştir (Şekil 4). Tüm yapılarda D50 %50 sınır değerini sağlamıştır. Bunun sonucu olarak konuşmanın anlaşılabilirliği (STI) değeri de artmaktadır ve benzer aralıklarda bulunmuştur (Tablo 16). Algaze Sinagogunda ortalama STI değeri 0,5-0,6 değer aralığındadır. Shalom, Sinyora Giveret ve Bikur Holim Sinagogları için ise değerler 0,6-0,7 aralığındadır. Ana ibadet mekanlarında yapılan ölçümlerde; Shalom Sinagogunda 32,3 dBA (NC26), Sinyora Giveret Sinagogu'nda 27,1 dBA (NC21), Algaze

Sinagogu'nda 34,7 dBA (NC29), Bikur Holim Sinagogu'nda 39,8 dBA (NC34) arka plan gürültü düzeyleri elde edilmiştir ve bu değerler, Sinyora Giveret dışında, literatürde sinagoglar için belirlenen 25-30 dBA sınır değerinin (Tablo 1) üzerindedir. Sinagogların ticaretin yoğun yaşandığı, taşıt ve yaya dolaşımının fazla olduğu bir bölgede konumlanmasının arka plan gürültü düzeylerinin yüksek çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Sinagogların yüksek bahçe duvarlarıyla örtülü olması, fazla pencere açıklığının bulunmaması veya var olan pencerelerin müdahalelerle kapatılmış olması da dışarıdan gelen seslerin hacim içerisine girmesini kısmen engellemektedir. Çevre sokaklarda (Havralar Bölgesi'nde) yapılacak yenileme/işlev değişikliği çalışmalarıyla bölgede kullanım yoğunluğunun artması ise çevre gürültüsünde artışa sebep olabilecek bir faktör olarak değerlendirilmelidir. Konuşma işlevi için belirleyici olan parametrelerin ortalama değerleri ile yapıların hacim ve kişi başına düşen hacim özellikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 16'da özetlenmektedir. Özetle, ana ibadet mekanlarının akustik açıdan benzer özellikler gösterdikleri görülmektedir. Hacimlerin içerisinde konuşma işlevi açısından "konforlu" olarak nitelendirilebilecek akustik ortamı oluşturan fiziksel etkenler ise; sinagog yapılarının kapasitelerine göre uygun hacimlere sahip olması, pencere açıklıklarının sınırlı boyutta olmasına bağlı olarak yutucu/yansıtıcı yüzeylerin dengeli olması, hacim içerisinde zeminde kısmi olarak kullanılan halı, aron kodeş'leri örtmek için kullanılan seccadeler, oturma birimlerinin üzerinde kullanılan kumaş kaplı minderler gibi yutucu yüzeyler kullanılması ile özellikle tavan yüzeylerinde, bima ve aron kodeş gibi dini tezyinatta kullanılan bezemelerin ses dağıtıcı özellikleri olarak sıralanabilir. Ayrıca, Tevrat'ın okunduğu bimanın zeminden yükseltilmiş bir platformda yer alması, sesin cemaate ulaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Tablo 14. Shalom Sinagogu'nun Bima'sı merkezde ve batı duvarında iken T30 ölçüm sonuçları
(Comparison of the T30 results depending on the two location of Bima.)

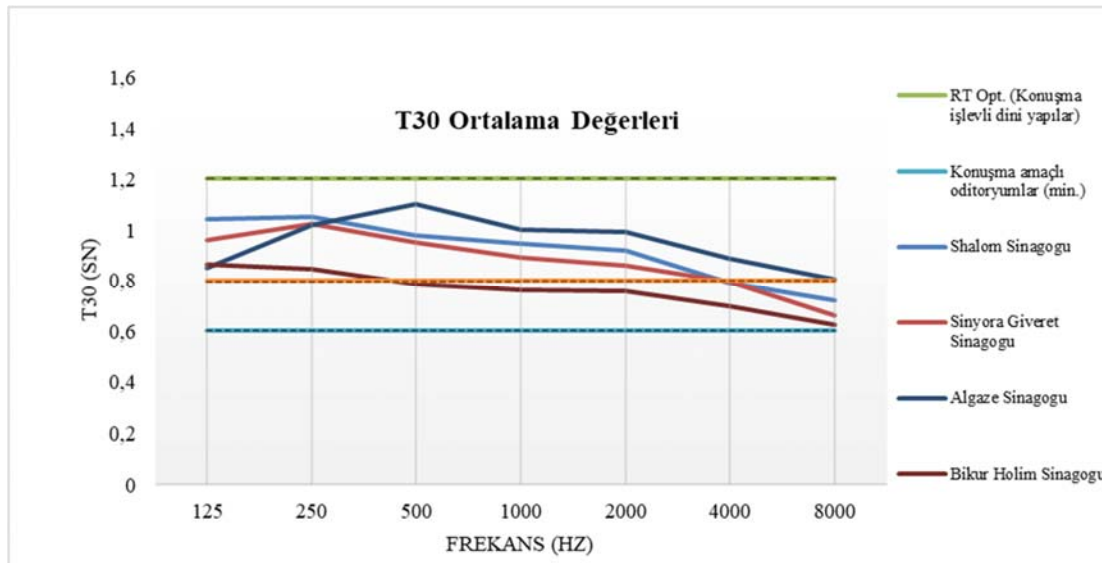
Parametre	T30		EDT		D50		STI		
Frekans aralığı	500	1000	500	1000	500	1000	2000	-	
BİMA KONUMU	Merkezde (orijinal konum)	1,04	0,94	1,01	0,97	0,40	0,48	0,53	0,61
	Batı duvarında (mevcut konum)	0,97	0,94	1,00	0,95	0,49	0,50	0,53	0,62

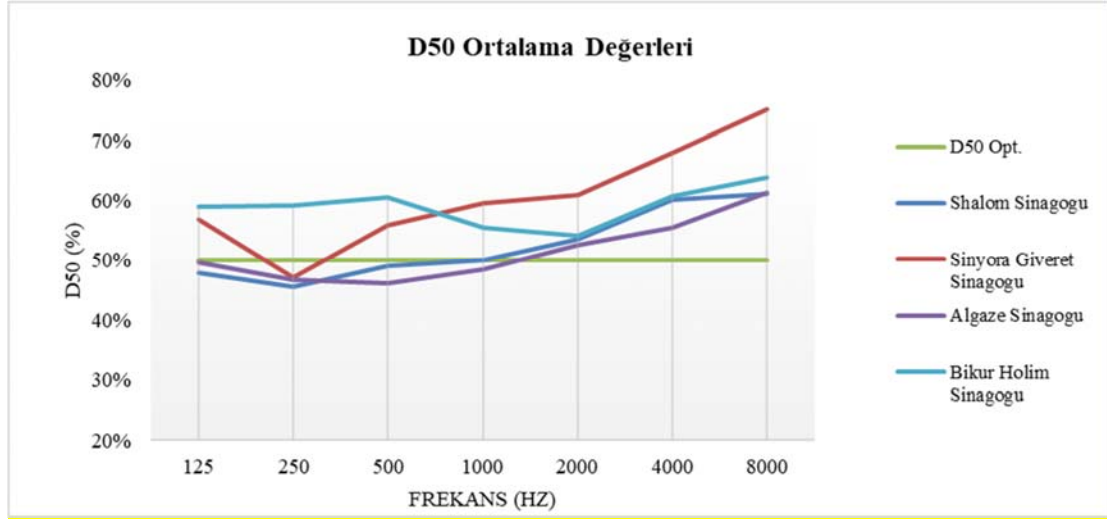
Tablo 15. Sinyora Giveret Sinagogu'nun Bima'sı merkezde ve Doğu duvarında iken T30 ölçüm sonuçları
(Comparison of the T30 results depending on the two location of Bima)

Parametre	T30		EDT		D50		STI		
Frekans aralığı	500	1000	500	1000	500	1000	2000	-	
BİMA KONUMU	Merkezde (orijinal konum)	0,90	0,87	1,00	0,87	0,49	0,57	0,52	0,62
	Doğu duvarında (mevcut konum)	0,95	0,88	0,91	0,81	0,55	0,59	0,60	0,66

Tablo 16. Sinagog yapılarında ölçülen ortalama değerler (Measured mean values of synagogues)

Değerlendirme Kriterleri	Parametre	Hacim m ³	Kişi Başına Düşen Hacim m ³ /kişi	Arka Plan Gürültü Düzeyi dBA	T30 (500- 1000Hz) sn	D ₅₀ (500- 1000- 2000 Hz)	STI
		Kabul Edilebilir Değer Aralığı	-	-	25-30	1,15-1,3	> 0,50
Sinagoglar	Shalom	800	6,67	32	0,97	0,51	0,62
	Sinyora Giveret	1020	9,27	27	0,92	0,59	0,65
	Algaze	1258	7,99	35	1,05	0,49	0,59
	Bikur Holim	890	7,30	40	0,77	0,57	0,65

**Şekil 3.** Dört sinagog yapılarında ölçülen ortalama T30 değerleri (Measured mean T30 values of the four synagogues)



Şekil 4. Dört sinagog yapısında ölçülen ortalama D50 değerleri (Measured mean D50 values of the four synagogues)

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Kentsel ve kültürel belleğin önemli bir parçası olan tarihi dini yapıların koruma çalışmalarında yapısal özellikleri (malzeme, yapım sistemleri, mimari biçim vb.) birçok çalışmada detaylı biçimde ele alınmakta ve değerlendirilmektedir. Oysa daha önce de belirtildiği gibi, bireysel ya da toplu ibadetlerin gerçekleştirildiği söz konusu yapılarda, hacmin işitsel ortamı, mekanın algısında fiziksel ve/veya görsel özellikleri kadar önemli rol oynamaktadır.

Bu bağlamda, çalışma ile uzun bir zamandır İzmir kentinin kültürel çeşitliliğinin bir parçası olan Sefarad Sinagogları işitsel ortamları açısından değerlendirilmiş ve aynı zamanda da yapıların mevcut akustik karakterleri belgelenmiştir. Akustik ölçüm çalışmaları ile elde edilen sonuçlara göre, incelenen sinagog yapılarının akustik ortamı konuşma işlevi açısından olumlu olarak değerlendirilmektedir. Bu sonuç da bir anlamda yapıların dönemsel özellikleri ve işlevlerini bozulmadan günümüze taşıyabilmiş olmalarının en önemli nedenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir. Daha net bir ifade ile, tarihsel süreç boyunca iç mekan, yapının işlevinin birincil gereksinimi olan akustik konfor koşullarını sağlamıştır ve günümüzde de ihtiyaca cevap verir niteliktedir. Ana ibadet mekanında akustik ortamın oluşumunda belirleyici olan, hacim boyutları ve biçimlenişi ile kullanılan malzeme özelliklerinin yanı sıra akustik karakterlerinin belgelenmesinin ve aynı işlevle yenilenecek/korunacak yapılar için istenilen akustik koşulları belirlemek konusunda kaynak oluşturması da bir diğer önemli noktadır. Öte yandan, tarihi yapılarda akustik mirasın belgelenmesi/değerlendirilmesinin üretilecek yeni dini yapıların akustik gereksinimleri hakkında bilgi sağlaması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda, gerek tarihi yapıların geleceğe aktarılmalarda sürecinde yapıların özgün akustik karakterini korumak, gerekse yeni üretilecek yapılar için yol gösterici olması amacıyla, tarihi yapıların akustik belgeleme çalışmalarını konu alan araştırmaların devamlılığı desteklenmelidir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu makale, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda tamamlanmış olan "Dini Yapılarda Akustik Koşulların İzmir Kemeraltı Havralar Bölgesi Sefarad Sinagogları Üzerinden İncelenmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında elde edilen verilerden üretilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Fausti P., Pompoli R., Prodi N., Acoustics of Opera Houses: A Cultural Heritage. *Journal of Acoustical Society of America*, 105 (2), 929, 1999.
2. Elicio L., Martellotta F., Acoustics as a cultural heritage: The case of Orthodox Churches and of the "Russian Church" in Bari, *Journal of Cultural Heritage*, 16, 912-917, 2015.
3. Suarez R., Alonso A., Sendra J.J., Intangible Cultural Heritage: The sound of the Romanesque Cathedral of Santiago de Compostela,» *Journal of Cultural Heritage*, 16, 239-243, 2015.
4. Alonso A., Sendra J.J., Suárez R., Zamarréno T., Acoustic Evaluation of the Cathedral of Seville as a Concert Hall and Proposals for Improving the Acoustic Quality Perceived by Listeners, *Journal of Building Performance Simulation*, 7 (5), 360-378, 2014.
5. Brezina P., Measurement of Intelligibility and Clarity of the Speech in Romanesque Churches,» *Journal of Cultural Heritage*, 16, 386-390, 2015.
6. Martellotta F., Cirillo E., Carbonari A., Ricciardi P., Guidelines for Acoustical Measurements in Churches, *Applied Acoustics*, 70 (2), 378-388, 2009.
7. Carvalho A.P.O., Relations Between Rapid Speech Transmission Index (RASTI) and other Acoustical and Architectural Measures in Churches, *Applied Acoustics*, 58 (1), 33-49, 1999
8. Suárez R., Alonso A., Sendra J.J., Archaeoacoustics of intangible cultural heritage: The sound of the the Maior

- Ecclesia of Cluny, Journal of Cultural Heritage,19,567-572, 2016.
9. Berardi U., Simulation of Acoustical Parameters in Rectangular Churches, Journal of Building Performance Simulation, 7 (1), 1-16, 2014.
 10. Karabiber Z., A New Approach to an Ancient Subject: Cahrisma Project, 7th International Congress on Sound and Vibration, Garmish-Partenkirchen -Almanya,1661-1668, 4-7 Temmuz, 2000.
 11. Kayılı M., Mimar Sinan'ın Camilerindeki Akustik Verilerin Değerlendirilmesi, Mimarbaşı Koca Sinan: Yaşadığı Çağ ve Eserleri, T.C. Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü, İstanbul, 545-555, 1988.
 12. Sü Gül Z., Çalışkan M., Tavukçuoğlu A., Geçmişten Günümüze Süleymaniye Camii Akustiği, Megaron, 9 (3), 201-216, 2014.
 13. Carvalho A.P., Amado J.D., The Acoustics of the Mekor Haim Synagogue Portugal, 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2011 (INTER-NOISE 2011), Osaka – Japonya, 2960-2966, 4-7 Eylül, 2011.
 14. Tanaç Zeren M., İzmir'de Seferad Mimarisi ve Sinagogları, Yalın Yayıncılık, İstanbul, 2010.
 15. Brooks C. N., Architectural Acoustics, McFarland and Company, Inc., A.B.D., 2003.
 16. Mehta M., Johnson J., ve Rocafort J., Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1999.
 17. M. Long, Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press, 2nd Edition, A.B.D., 2014.
 18. Şerefhanoglu Sözen M., Müzik-Akustik- Mimari Etkileşim, Mimarlıkta Malzeme, 10, 37-53, 2008.
 19. Kleiner M., Klepper D.L., Torres R.R, Worship Space Acoustics, Cengage, 1st Edition, India.,2014.
 20. Odabaş E., Sü Gül Z., Çalışkan M., Doğramacızade Ali Paşa Camii'nin Akustik Ölçümlerle Değerlendirilmesi, 9.Ulusal Akustik Kongresi, Ankara-Türkiye, 26-27 Mayıs, 2011.
 21. Kuttruff H., Room Acoustics, CRC Press- Taylor and Francis Group, LLC., 6th Edition, Boca Raton, 2017.
 22. Benbassa E., Rodrigue A., Türkiye ve Balkan Yahudileri Tarihi, İletişim, İstanbul, 2001.
 23. Barnai j., The Settlement of the Jewish Community in Izmir in the Ottoman Period, Pa'amin12, 1982.
 24. Tanaç Zeren M., Yelkenci Sert F., Yılmaz Karaman Ö., Somut Olmayan Kültürel Miras Olarak Mekanın Akustik Karakteri: İzmir Seferad Sinagogları Örneği, Yapı, 418, 132-139, 2016.
 25. International Organization for Standardization, ISO 3382 - (Part 1) Acoustics – Measurements of the Reverberation Time of Rooms with Reference to Other Parameters., International Organization for Standardization, Geneva, 2012.