



İbadet Mekânlarında Mevcut Akustik Durum Analizleri: Rize Büyük Gülbahar Camii Örneği

Bariş İLBAN, Mustafa KAVRAZ*

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Akustik,
Sesin nesnel
parametreleri,
Cami,
Bilgisayar
simülasyon

Özet

Sesin işitsel algısı açısından büyük önem taşıyan ibadet yapılarının ana mekânları, akustik açıdan optimum koşulların sağlanabileceği yaklaşımla tasarlanmalıdır. Uygulanmış mekânların akustik açıdan optimum düzeye getirilebilmesi için ise öncelikle mevcut akustik koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut mekânların akustik nitelikleri yerinde ölçüm, fiziksel model üzerinden ölçüm yada sayısal model üzerinden simülasyon yöntemleri ile tespit edilebilmektedir. Bu çalışma kapsamında Rize Büyük Gülbahar Camii'nin mevcut akustik özellikleri bilgisayar simülasyonu yöntemi ile belirlenip sesin nesnel parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir. Mevcut akustik koşulların belirlenmesinde ODEON version 10.1 simülasyon programı kullanılmış olup üç boyutlu modeller SketchUp8'de hazırlanmıştır. Değerlendirmelerde, reverberasyon süresi (T_{30}), erken gecikme süresi (EDT), belirginlik (D_{50}), netlik (C_{80}), konuşmanın anlaşılabilirlik indeksi (STI) nesnel parametreleri kullanılmıştır. Namaz ve vaaz faaliyetleri sırasında caminin farklı doluluk oranları değerlendirmelerde dikkate alınmıştır.

Acoustic Analyzes of the Current Situation in Worship Places: The Case of Rize Büyük Gülbahar Mosque

Keywords:

Acoustics,
Objective
parameters of
sound,
Mosque,
Computer
simulation

Abstract

The main places of worship buildings, which have great importance for the auditory perception of sound, should be designed with the approach to obtain acoustically optimum conditions. In order to acoustically optimize the existing spaces, it is necessary to determine the current acoustic conditions. The acoustic properties of the existing spaces can be determined by methods; on-site measurement, physical model measurement or simulation on numerical model. Within the scope of this study, the current acoustic properties of the Rize Büyük Gülbahar Mosque were determined by the computer simulation method and evaluated through the objective parameters of the sound. ODEON version 10.1 simulation program was used to determine the current acoustic conditions and three-dimensional models were prepared in SketchUp8. In the evaluations, objective parameters reverberation time (T_{30}), early delay time (EDT), clarity (D_{50}), clarity (C_{80}) and speech intelligibility index (STI) were used. During the prayer and preaching activities, different occupancy rates of the mosque were taken into consideration in the evaluations.

1. GİRİŞ

Form, fonksiyon, estetik, vb. gibi bir çok yaklaşımın değerlendirildiği mekânların tasarımlarında, en önemli parametrelerden biri de fiziksel çevre koşullarının ergonomik açıdan optimum sınırlar içerisinde sağlanmasıdır. Bu kapsamda, mekânların özellikle ısı, ışık ve ses açısından fonksiyonel özelliklerine de bağlı olarak standartlarda, yönetmeliklerde, vb. belirtilen koşullara uygun şekilde tasarlanmaları gerekmektedir. Mekânlarda ses ile ilgili yapılan tasarımlarda genel olarak iki temel yaklaşım söz konusudur. Bunlar, mekânların fonksiyonel özelliklerine de bağlı olarak; 1. Mekânlardaki gürültü düzeyinin azaltılması için yapılan tasarım yaklaşımları, 2. Mekânlardaki

sesin anlaşılabilirliğine ilişkin tasarım yaklaşımıdır. Mekânların hacimsel artışı ve mekânlardaki kişi kapasitesinin artışı ile birlikte ses ile ilgili çözümler de daha karmaşık hale gelmektedir. Bundan dolayı, özellikle bu mekânlarda akustik tasarımcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Mekânların tüm mimari özellikleri akustik tasarım kararlarını etkilediğinden dolayı akustik tasarımcıların bu mekânlarda mimari tasarım aşamasından itibaren tasarım sürecinde yer alması gerekmektedir.

Konferans, konser, opera, tiyatro, sinema gibi etkinliklerin gerçekleştirildiği mekânlarda hacimsel ve kişi kapasitesi açısından özel akustik tasarıma ihtiyaç duyulmaktadır. Benzer şekilde ibadet yapılarının özellikle ibadet mekânları da fonksiyonel, hacimsel ve kişi kapasitesi açısından akustik tasarımın önem taşıdığı yapılardır. Yeni tasarlanan ibadet yapılarının akustik tasarımlarının yapılmasının gerekliliğinin yanı sıra uygulanmış yapıların da akustik açıdan incelenmesi ve düzenlenmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda günümüzde konu ile ilgili araştırmalar da güncelliğini korumaktadır.

Carvalho 2011 yılında yapmış olduğu çalışmada, Lizbon Merkez Camii'nin akustik karakteristiğini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, reverberasyon süresi, RASTI ve trafiğe bağlı arka plan gürültüsü ile ilgili yerinde ölçümler yapılmıştır. Sonuçların analizi, benzer hacme sahip olan diğer camiler ve kiliselerdeki sonuçlarla karşılaştırılmıştır [1]. İsmail 2013 yılında yapmış olduğu çalışmada boyut, şekil ve kaplama malzemeleri bakımından farklı olan camilerin üç genel tasarım topolojisini incelemiştir. Çalışma kapsamında geometri ve malzeme ile ilgili parametrik bir analiz yapılmıştır. Geometrik akustik için ışın izleme teorisine dayalı bir bilgisayar modeli kullanılmıştır [2]. Putra ve diğ. 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada tavanı piramit şekilli geleneksel Malay evini andıran Malayca'daki (Malezya) Sayyidina Abu Bakar Camii'nin caminin akustik özellikleri ele alınmıştır. Mekan içinde reverberasyon süresinin ölçümü yapılmış ve sonuçlar CATT oda akustiği simülasyon programında elde edilen değerlerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Ayrıca, reverberasyon süresi, erken düşme süresi, netlik, belirginlik, yanıl yansıma, ses iletim indeksi sesin nesnel parametreleri de değerlendirilmiştir [3]. Kassim ve diğ. 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada piramidal kubbeli bir caminin akustik özelliklerini incelemişler ve değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında CATT iç mekan akustik programı kullanılmış olup değerlendirmeler reverberasyon süresi ve netlik parametreleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kubbe açısının ve yüksekliğinin akustik parametreler üzerindeki etkisi tartışılmıştır. Çalışma sonucuna göre, daha dik açılı bir piramidal kubbenin zayıf akustik netliğe katkıda bulunduğu ortaya çıkmıştır [4].

Bu çalışmada, Rize Büyük Gülbahar Camii'nin mevcut akustik koşulları ODEON version 10.1 Bilgisayar Simülasyon Programı aracılığıyla incelenmiştir. Cami için SketchUp8'de hazırlanan üç boyutlu modeller ODEON version 10.1'e aktarılmıştır. Akustik değerlendirmelerde; reverberasyon süresi (T_{30}), erken düşme süresi (EDT), belirginlik (D_{50}), netlik (C_{80}), sesin anlaşılabilirlik indeksi (STI) nesnel parametrelerine yer verilmiştir.

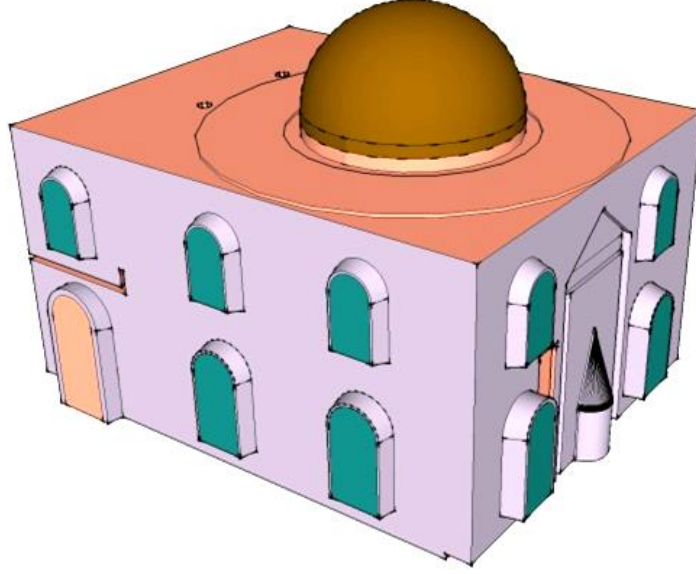
2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında incelenen Rize büyük Gülbahar Camii, Rize şehrinin Gülbahar Mahallesi'nde bulunmaktadır. Cami'nin yapım tarihi kesinlik olarak bilinmemektedir. Çeşitli dönemlerde yapılan onarımlar sırasında giriş kapısı üzerine H.1324 (M. 1906) tarihli bir kitabe yerleştirilmiştir. Bunun yanı sıra Cami'nin bir kenarına bırakılmış bir başka kitabede ise "Süleyman Camii Şerifi" ismi ve Hicri 1070 (M. 1659) tarihi yazılmaktadır [5].

131 m² zemin alanına sahip Cami'nin 31 m²'lik ikinci katıyla birlikte toplam kullanım alanı 162 m²'dir. Toplam hacmi 1205 m³ olan caminin en büyük iç yüksekliği 10,6 m'dir. İkinci katıyla birlikte toplam kapasitesi 169 kişi olan camide tam dolu olduğu durumda kişi başına yaklaşık olarak 7,13 m³ hacim düşmektedir.

Dikdörtgen plana sahip olan Cami'nin duvarları taş üzeri sıva ile kaplanmıştır. Duvarları yığma, ara katı ve tavanı ahşap olarak yapılmıştır. Ana ibadet salonunun arka tarafında ahşaptan bir mahfil katı yer almaktadır. Tavanı ve harem kısmının olduğu bölüm ahşap, tavanın ortasındaki dekoratif kubbe ise bağdadi sıva olarak, caminin minberi ahşap, mihrabı işlemeli taş, pencere denizlikleri ise kesme taştan yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle caminin iç mekan ibadet bölümünün SketchUp8'de üç boyutlu modeli hazırlanmıştır (Şekil 1). ODEON version 10.1 Bilgisayar Simülasyon Programına aktarılan model için malzeme ile ses kaynağı ve alıcı konumları başta olmak üzere tüm gerekli diğer atamalar gerçekleştirildikten sonra program çalıştırılarak sesin nesnel parametre değerlerine ait sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 1. Rize Büyük Gülbahar Camii'nin ibadet mekânı için hazırlanmış modeli

Camilerde iki farklı kaynak noktası konumu (namaz modu ve vaaz modu), üç farklı doluluk oranı (boş, %50 ve %100) ve ibadet edenlerin iki farklı pozisyonuna (oturma pozisyonu ve ayakta durma pozisyonu) göre oluşturulmuştur.

Elde edilen sesin nesnel parametrelerine ait değerlerin incelenmesi doluluk oranlarının ve ses kaynağı noktalarının konumlarının değişimine göre karşılaştırılarak yapılmıştır.

Sesin nesnel parametre sonuçlarının doluluk oranlarına göre karşılaştırılmalarına ilişkin durumlar ve grafikte kullanılan kısaltılmış ifadeler;

- a.** 1 numaralı ses kaynağı aktif, ibadet edenler oturur pozisyonda, farklı doluluk oranları;
- Namaz modunda, caminin boş olduğu durum - 1(boş),
 - Namaz modunda, %50 dolulukta ibadet edenlerin oturur pozisyonda oldukları durum - 1(O)(%50),
 - Namaz modunda %100 dolulukta ibadet edenlerin oturur pozisyonda oldukları durum - 1(O)(%100),
- b.** 1 numaralı ses kaynağı aktif, ibadet edenler ayakta durma pozisyonunda, farklı doluluk oranları;
- Namaz modunda, ibadet edenlerin ayakta olduğu %50 dolulukta durum - 1(A)(%50),
 - Namaz modunda, ibadet edenlerin ayakta olduğu %100 dolulukta durum - 1(A)(%100),
- c.** 2 numaralı ses kaynağı aktif, ibadet edenler oturur pozisyonda, farklı doluluk oranları
- Vaaz modunda, caminin boş olduğu durum - 2(boş),
 - Vaaz modunda, %50 dolulukta ibadet edenlerin oturur pozisyonda oldukları durum - 2(O)(%50),
 - Vaaz modunda, %100 dolulukta ibadet edenlerin oturur pozisyonda oldukları durum - 2(O)(%100),
- Olmak üzere üç farklı grafik halinde düzenlenmiştir.

Grafiklerde yer alan; O: ibadet edenlerin oturma pozisyonunda oldukları durum, A: ibadet edenlerin ayakta durma pozisyonunda oldukları durum, 1: 1 no'lu ses kaynağının aktif olduğu "namaz modu", 2: 2 no'lu ses kaynağının aktif olduğu "vaaz modu" nu ifade etmektedir.

Literatürde çınlama süresi ve diğer nesnel parametreler için önerilen optimum düzeylerde, nesnel parametrelerin orta frekanslardaki değerleri belirtilmektedir. Bu sebeple simülasyonlarda elde edilen sesin nesnel parametrelerine ait değerlerin optimum değerlerle karşılaştırılmasında, orta frekanslardaki değerlerin ortalaması esas alınmıştır. Rize Gülbahar Hatun Camii için orta frekanslardaki optimum nesnel parametre değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları

Parametre	Optimum değer aralığı	Kaynak
T30	1.61sn – 1.97sn	[6, 7]
EDT	1,75sn – 2,15sn	[8]
D50	%30 – %70	[9]
C80	-4dB +4dB	[10]
STI	>0.45	[11]

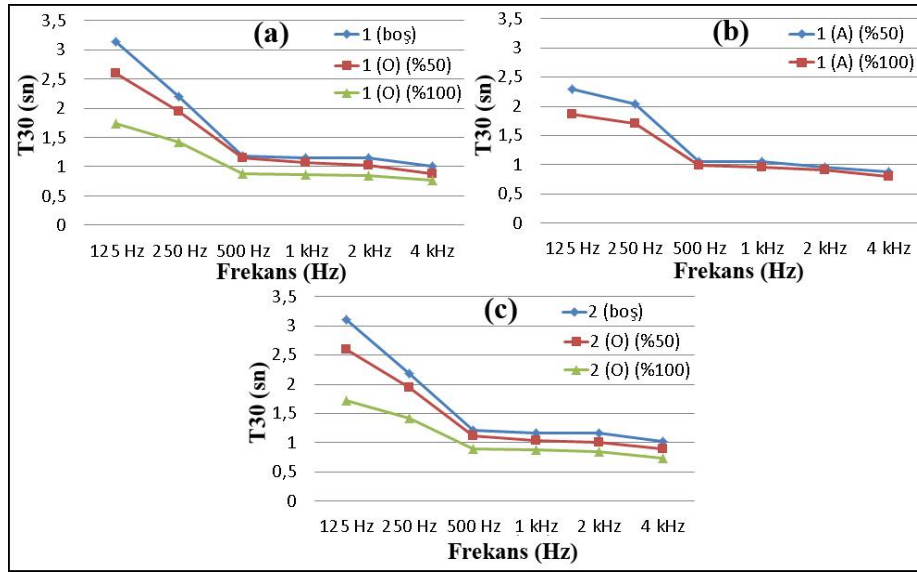
3. BULGULAR

Rize Büyük Gülbahar Camii'nin akustik koşullarının değerlendirildiği çalışma kapsamında, ODEON version 10.1 ile yapılan simülasyon işlemleri sonucunda T_{30} , EDT, D_{50} ve C_{80} değerleri elde edilmiştir. Sesin belirtilen nesnel parametrelerine ait değerler, önceki bölümde belirtilen farklı faaliyetlere (namaz, vaaz) ve doluluk oranlarına göre (boş, %50, %100) oluşturulan senaryo durumları için; birbirleriyle ve optimum sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Büyük Gülbahar Camii için elde edilen T_{30} değerlerinin doluluk oranlarına göre grafikleri Şekil 2'de yer almaktadır. Rize Büyük Gülbahar Camii için orta frekanslarda optimum T_{30} değerleri 1.61sn – 1.97sn arasındadır (Tablo 1). Orta frekanslarda tüm farklı doluluk oranı durumları için camideki T_{30} değerleri optimum değerlerin altında kalmıştır. Mahfil katı ile caminin kapasitesinin artırılması sonucu kişi başına düşen iç hacmin azalması T_{30} değerlerinin düşük çıkmasına sebep olmuştur. Ayrıca ana ibadet salonu ve mahfil katında zemin yüzeylerinin halı kaplı olması ve orta frekanslarda halının ses yutuculuğunun yüksek bir malzeme olması da T_{30} değerlerinin düşük çıkmasında etkili olmuştur.

Halı ve kumaş yüzeylerde frekans aralıklarındaki ses yutma katsayı değerlerinin değişim farklarının yüksek olmasından dolayı alçak frekanslarda yüksek olan T_{30} değerleri orta ve yüksek frekanslarda çok düşük düzeylerde elde edilmiştir.

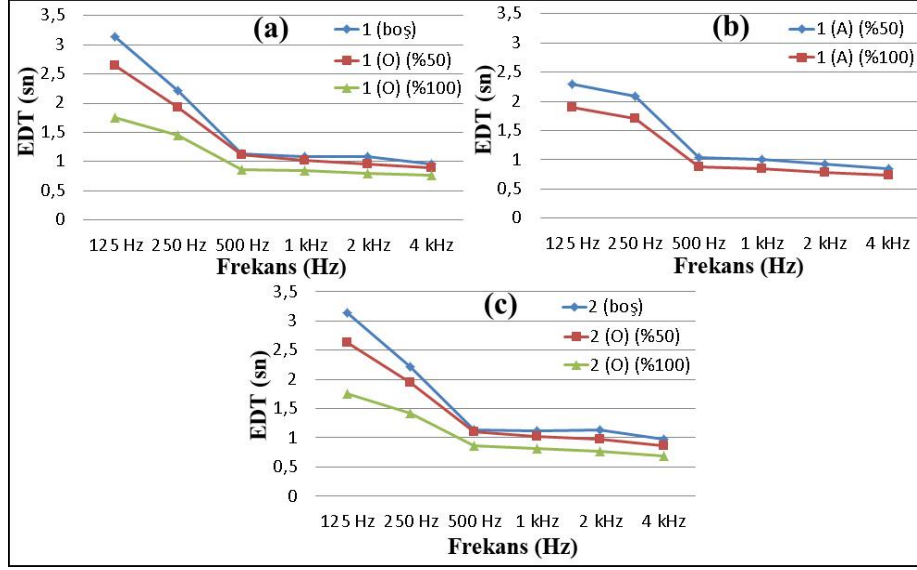
Doluluk oranı arttıkça T_{30} değerleri azalmıştır. Bu azalma alçak frekanslarda daha belirgin iken orta ve yüksek frekanslarda daha sınırlı düzeyde kalmıştır. Orta frekanslarda en yüksek T_{30} değeri 1,19 sn ile caminin boş olduğu vaaz modunda, en düşük T_{30} değeri ise 0,87sn ile caminin %100 dolulukta ve ibadet edenlerin oturma pozisyonunda olduğu namaz modunda elde edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Doluluk oranlarına göre Büyük Gülbahar Camii ortalama T_{30} değerleri

Rize Büyük Gülbahar Camii için elde edilen ortalama EDT değerlerinin doluluk oranlarına göre grafikleri Şekil 3'de yer almaktadır. Rize Büyük Gülbahar Camii için optimum EDT değerleri 1,75sn – 2,15sn arasındadır (Tablo 1). EDT değerleri aynı faaliyet modlarındaki T_{30} değerlerinden daha düşük düzeyde elde edilmiştir. EDT değerlerinin T_{30} değerlerinden daha düşük değerlerde elde edilmesi yansımaların çınlamanın geç aşamasında yoğunlaştığını göstermektedir. Mekânın ortalama değerleri dikkate alındığında hiçbir durumda ve frekans aralığında T_{30} değerlerinden daha yüksek düzeyde EDT değerleri elde edilememiştir. Doluluk oranı arttıkça EDT değerlerinde de, T_{30} değerinde olduğu gibi alçak frekanslarda daha belirgin olmak üzere azalma meydana gelmiştir.

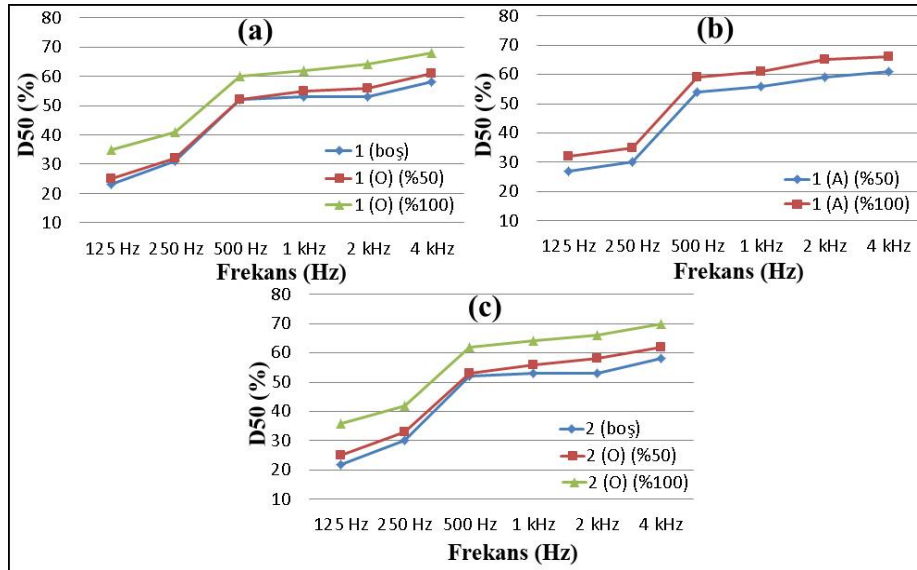
T_{30} değerinde olduğu gibi EDT değerlerinde de orta frekanslarda hiçbir senaryo durumu için optimum değerler elde edilememiş, her durumda değerler optimum değerlerden düşük düzeyde kalmıştır. Orta frekanslarda en yüksek EDT değeri 1,12 sn ile caminin boş olduğu vaaz modunda, en düşük EDT değeri ise 0,84 sn ile caminin %100 dolulukta olduğu ve ibadet edenlerin oturma pozisyonunda olduğu vaaz modunda elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Doluluk oranlarına göre Büyük Gülbahar Camii ortalama EDT değerleri

Rize Büyük Gülbahar Camii için elde edilen ortalama D50 değerlerinin doluluk oranlarına göre grafikleri Şekil 4'de yer almaktadır. Referans alınan optimum D50 değerleri %30 – %70 arasındadır (Tablo 1). T30 değerinin düşük olması nedeniyle geç yansımalara rağmen orta frekanslarda tüm farklı durumlar için D50 değerlerinin optimum aralıkta, ve optimum üst sınırına yakın düzeylerde elde edilmiştir.

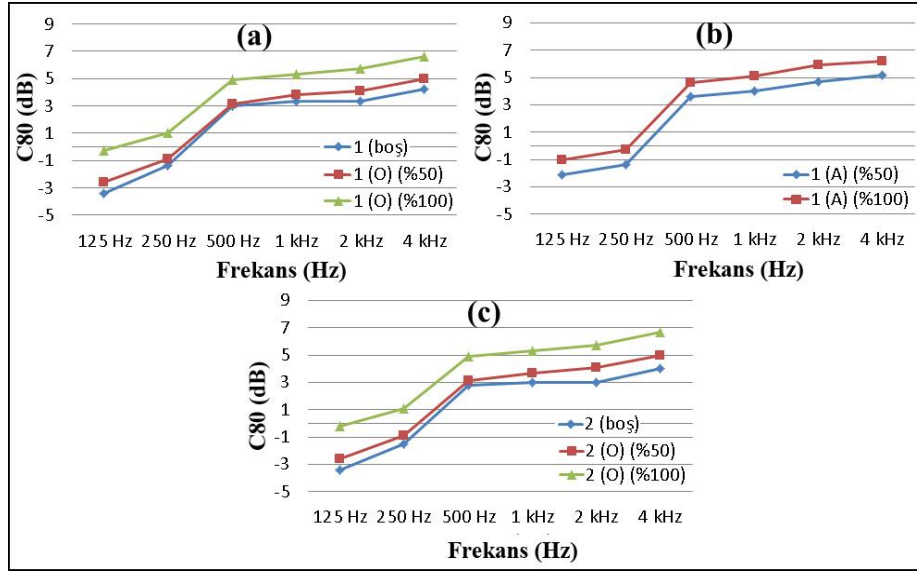
Doluluk oranının artmasıyla D50 parametresi değerleri de yükselmiştir. Orta frekanslarda en yüksek D50 değeri %63 ile caminin tam doluluk durumunda ve ibadet edenlerin oturma pozisyonunda olduğu vaaz modunda, en düşük D50 değeri ise %52,5 ile caminin boş olduğu namaz modunda elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Doluluk oranlarına göre Büyük Gülbahar Camii ortalama D50 değerleri

Rize Büyük Gülbahar Camii için elde edilen ortalama C80 değerlerinin doluluk oranlarına göre grafikleri Şekil 5'de yer almaktadır. Referans alınan C80 değerleri -4dB +4dB arasındadır (Tablo 1). Orta frekanslarda, boş ve yarı doluluk durumlarında C80 değerleri optimum üst sınırına yakın, %100 doluluk durumlarında ise optimum üst sınırının üzerine çıkmıştır. T30 değerlerinin yüksek olması D50 parametresinde olduğu gibi C80 parametresinde de yüksek sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Fakat C80 değerleri optimum değer aralığının üst sınırını da aşarak kuru bir ses algısına sebep olmuştur. Bu durum konuşmanın anlaşılabilirliği açısından olumlu olsa da Kur'an-ı Kerim okumalarının ibadet edenler tarafından işitsel algısı açısından olumsuz bir durumdur.

Doluluk oranının artmasıyla C80 parametresi değerleri yükselmiştir. Orta frekanslarda en yüksek C80 değeri 5,1 dB ile caminin tam dolulukta ve ibadet edenlerin oturma pozisyonunda olduğu vaaz modunda, en düşük C80 değeri ise 2,9dB ile caminin boş olduğu vaaz modunda elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Doluluk oranlarına göre Büyük Gülbahar Camii ortalama C80 değerleri

Rize Büyük Gülbahar Camii için elde edilen STI değerleri Şekil 6'da yer almaktadır. Referans alınan optimum STI değerleri 0,45 ve üzeridir (Tablo 1). STI parametresi D50 paramesinde olduğu gibi, düşük T30 sebebiyle yüksek düzeylerde elde edilmiştir. STI her senaryodaki alıcı noktalarında optimum düzeydedir. En yüksek STI değerleri 0,69 ile Alıcı 1, en düşük STI değerleri ise 0,51 ile Alıcı 2'de elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Büyük Gülbahar Camii STI değerleri

1 (boş)	0,55
1 (O) (50)	0,57
1 (O) (100)	0,62
1 (A) (50)	0,58
1 (A) (100)	0,61
2 (boş)	0,55
2 (O) (50)	0,57
2 (O) (100)	0,63

4. SONUÇLAR

Camide akustik açıdan yapılan değerlendirmeye kapsamındaki sesin nesnel parametrelerinden T30 ve EDT değerleri optimum düzeylerin altında; D50 ve STI değerleri ise optimum düzeylerde elde edilmiştir. C80 parametresi ise optimum sınırın yer yer üzerinde elde edilmiştir. Bu durum caminin içerisinde konuşmanın anlaşılması ile ilgili bir sorun olmadığı, fakat sesin özellikle Kur'an- Kerim okumalarında yeterli dolgunlukta algılanmadığını göstermektedir. Kişi başına düşen iç mekân hacminin düşük olması (7,13 m³) ve halı kaplı yüzeylerin oranı bu durumun ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Gülbahar Hatun Camii'nin yüksek kapasiteli ve hacimli bir cuma camiinden çok bir mahalle mescidi hüviyetinde olmasından dolayı T30, EDT ve C80 değerlerinde optimum dışı sonuçlar kabul edilebilir olarak değerlendirilmektedir.

EDT değerleri, T30 değerlerinin de bir miktar altında elde edilmiştir. Bu durum sönümlenmenin erken aşamada yoğunlaştığı ve geç yansımaların toplam yansıyan sesler içerisindeki ağırlığının arttığını göstermektedir.

Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili olan D50 ve STI parametrelerinde optimum değerler rahatlıkla elde edilmektedir. Geç yansımaların sönümlenme sürecinde yoğun olması durumunda D50 ve STI değerleri düşük düzeylerde elde edilmektedir. Fakat T30 değerlerinin zaten düşük olmasından dolayı D50 ve STI parametrelerinin sonuçları beklendiği gibi düşmemiş, optimum düzeylerde elde edilmiştir. Hatta C80 değerinin optimum aralığın

üst sınırının bile üzerine çıkması, erken sönümlenme sürecinde erken yansımaların oranının yine de yüksek olduğunu göstermektedir.

Caminin tarihi niteliğe sahip olması, akustik performansı iyileştirmek için yapılacak müdahaleleri de sınırlamaktadır. Etkili bir akustik düzenleme, ancak caminin geometrisinde yapılacak düzenlemeler ile özellikle tavanın yükseltilip iç mekân hacminin artırılması ile sağlanabilecektir. Koruma altındaki bir kültür mirası olan bu camide ise geometrisinde değişiklik yapılması mümkün değildir. Küçük malzeme değişiklikleri ile sınırlı düzeyde iyileşme elde edilebilecektir. Fakat zaten küçük bir mescit hüviyetinde olan bu camiden akustik performans beklentisi yüksek hacimli camilere göre daha düşüktür ve caminin mevcut durumu bu açıdan bakıldığında kabul edilebilir düzeydedir. Günümüzde de betonarme olarak inşa edilen bu tipteki camilerin tasarımlarında tavan yüksekliğinin artırılıp daha fazla iç mekân hacmi sağlanması, akustik performans açısından olumlu sonuçlar verecektir.

NOT

Çalışma, “Bilgisayar Simülasyon Yöntemi ile Camilerin Akustik Açından Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi: Trabzon ve Rize Örneği” başlıklı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir

Kaynakça

- [1] A. P. O. Carvalho, “Acoustical characterization of the central mosque of Lisbon”, *Forum Acusticum 2011*, 27. June - 1. July, Aalborg, 2011
- [2] M. R. Ismail, “A parametric investigation of the acoustical performance of contemporary mosques”, *Frontiers of Architectural Research (2013) 2*, pp. 30–41, 2013.
- [3] A.Putra, D. H. Kassim, M. Y. Yaakob, , Y.Abdullah, N. S. Muhammad, R. Jenal, M. J. M. Nor, “Assessment of the Acoustical Performance in Malacca Mosque, Malaysia: A Case Study on the Sayyidina Abu Bakar Mosque”, *ICSV20*, Bangkok, Thailand, July 7-11, 2013.
- [4] D. H. Kassim, A. Putra, M.J.M. Nor, N.S. Muhammad, “Effect of Pyramidal Dome Geometry on The Acoustical Characteristics in a Mosque”, *Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES)*, Volume 7, pp. 1127-1133, 2014.
- [5] Rize Müftülüğü, “Gülbahar Merkez Camii” [Online]. Available: http://www.rizemuftulugu.gov.tr/haber_detay.asp?haberID=1781. [Accessed: 14-Feb-2019].
- [6] M. Kayılı, 2005. Acoustic Solutions in Classic Ottoman Architecture, *foundation for science technology and civilisation*, Publication ID: 4087.
- [7] R. Abdülrahimov, *Salonların Akustiği ve Tasarımı*, Trabzon, 2006.
- [8] A.C. Gade, 1989. “Acoustical Survey of Eleven European Concert Halls”, The Acoustics Laboratory, Technical University of Denmark, Report no:44.
- [9] ISO, 2009. Acoustics – Measurement of rooms acoustic parameters – Part 1:Performance spaces”, BS EN ISO-3382-1.
- [10] L. Beranek, 1996. *Concert and Opera Halls: How They Sound*, New York: Acoustical Society of America, USA.
- [11] H.J.M. Steeneken and T. Houtgast, “Basics of the STI Measuring method” in *Past, Present and Future of the Speech Transmission Index*, TNO Human Factors, 2002, pp. 13–44.