



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ANADOLU SELÇUKLU DÖNEMİ MAHALLE
MESCİTLERİNİN AKUSTİK KONFOR
ANALİZİ:
KONYA ÖRNEĞİ

Rumeysa TUNA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Ağustos-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Rumeysa TUNA tarafından hazırlanan “Anadolu Selçuklu Dönemi Mahalle Mescitlerinin Akustik Konfor Analizi: Konya Örneği” adlı tez çalışması 26/08/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Fatih SEMERCİ

.....

Danışman

Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi İlhan KOÇ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Rumeysa TUNA

Tarih: 26.08.2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

ANADOLU SELÇUKLU DÖNEMİ MAHALLE MESCİTLERİNİN AKUSTİK KONFOR ANALİZİ: KONYA ÖRNEĞİ

Rumeysa TUNA

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

2020, 188 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR
Dr. Öğr. Üyesi İlhan KOÇ
Doç. Dr. Fatih SEMERCİ

Kültürel mirasın akustik açıdan belgelenmesi ve konfor analizi son yıllarda önemli bir çalışma konusu haline gelmiştir. Bu konu hakkında yapılan çalışmaların hedeflerinden birisi de toplumların işitsel mirası olarak tarihi yapılara ait akustik performansın koruma altına alınmasıdır ve bu durum mimari koruma alanında önemli bir yeniliktir.

Kültürel miras olarak kabul edilen Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitleri hem başkent Konya'daki plan tipolojileri hem de özgün mimari örnekleri ile farklı bir kategoride değerlendirilmektedir. Aynı zamanda Türk cami mimarisinin gelişimine öncü olarak mimarlık tarihi açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Literatür incelendiğinde söz konusu Konya mahalle mescitlerinin yapısal ve mimari özelliklerine dair araştırmaların bulunduğu görülmekte, ancak yapıların akustik konforlarına ait araştırmalara rastlanmamaktadır. Önemli bir kültürel miras olan tarihi mahalle mescitlerinin akustik performanslarının değerlendirilmesi, performansları olumsuz etkileyen müdahalelerin tespiti ve iyileştirme önerileri, söz konusu mirasın gelecek kuşaklara aktarılması açısından önem arz etmektedir. Tez kapsamında hem konuşma hem de dini musiki işlevini taşıyan Konya mahalle mescitlerinin arasından örnek alan olarak seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in akustik özelliklerinin belgelenmesi ve akustik konfor şartlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışması beş ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; çalışmanın amaç, kapsam ve yöntemi, hazırlık aşamasında yararlanılan literatür araştırmasından bahsedilmektedir. İkinci bölümde, tarihsel süreçte gelişen mescitlerin ve Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitlerinin mimari özelliklerinden bahsedilmiştir. Ayrıca akustik konfor kavramı, sesin fiziksel özellikleri, kapalı mekânlardaki davranışı ve hacim akustiğine etki eden akustik kusurlar açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde, tasarım parametreleri altında mescitlerde yer alan eylemler, kaynak ve alıcı nokta özellikleri ve akustik konfor gereksinimleri ortaya konulmuştur. Aynı zamanda hacim akustiği değerlendirmelerinde kullanılacak nesnel parametreler ve literatürden derlenen optimum kabul değerleri yer almaktadır. Dördüncü bölümde, alan çalışması olarak seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in yapısal ve mimari özellikleri anlatılmış, çalışmanın yöntemi olarak belirlenen akustik simülasyon programı (ODEON 14.05 Auditorium) ve kabulleri açıklanmıştır. Ayrıca yapılan kabuller ışığında, Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in akustik konfor analizi, belirlenen eylemler (Cuma hutbesi ve Cuma namazı) ile hacim akustiği parametreleri (RT, EDT, D50, C50, C80 ve STI) için simülasyon sonuçları incelenmiştir. Sonrasında her iki mescidin analiz sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Tezin beşinci bölümünde, elde edilen sayısal veriler doğrultusunda mescitlerde yer alan eylemler, kaynak noktalarının konumları ve

farklı yapı malzemeleri gibi özelliklerin akustik konfor üzerindeki etkileri ile ilgili çıkarımlar yapılmıştır. Genel olarak mahalle mescitlerinin akustik konfor koşulları için öneriler hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akustik Konfor, Hacim Akustiğı, Kültürel Miras, Mahalle Mescidi, Simülasyon



ABSTRACT

MS THESIS

ACOUSTIC COMFORT ANALYSIS OF NEIGHBORHOOD MASJIDS OF THE ANATOLIAN SELJUK PERIOD; THE CASE OF KONYA

Rumeysa TUNA

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture**

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Mehmet Emin BAŞAR

2020, 188 Pages

Jury

Assoc.Prof.Dr. Mehmet Emin BAŞAR

Asst.Prof.Dr. İlhan KOÇ

Assoc.Prof.Dr. Fatih SEMERCİ

Acoustic documentation and comfort analysis of cultural heritage has become an important study topic in recent years. The main goal of the studies on this subject is to preserve the acoustic performance of historical buildings as the acoustical heritage of societies, and this is an important innovation in the field of architectural conservation.

In this context, in the capital of Konya, Anatolian Seljuk-era neighborhood masjids are considered as cultural heritage with their plan typologies and original architectural examples. At the same time, it is of particular importance in terms of the history of architecture as a pioneer in the development of the architectural style of the Turkish mosque. In the written literature, it is seen that there are many studies on the structural and architectural features of the Konya neighborhood mosques, but there is no study on the acoustic comfort of the buildings. Evaluating the acoustic performances of these historical neighborhood masjids, which have both speaking and religious music functions, identifying interventions that negatively affect performance, and improving suggestions are important to hand this heritage on future generations. Within the scope of the thesis, it is aimed to document the acoustic characteristics of Hoca Hasan Masjid and Taş Masjid, which was chosen as an example among Konya neighborhood masjids that carry both speech and religious music function, and to evaluate acoustic comfort conditions.

The thesis study consists of five main chapters. In chapter one; the purpose, scope, method of the study and the literature research used in the preparation phase are discussed. In the second part, architectural features of the mosques that developed in the historical process in general, and the Anatolian Seljuk period neighborhood mosques, in particular, are discussed. Besides, the concept of acoustic comfort, physical characteristics of sound, its indoor behaviour and acoustic defects that affect room acoustics are explained. In the third chapter, the actions, sources and receivers characteristics and acoustic comfort requirements in mosques under the design parameters are presented. It also includes objective parameters to be used in room acoustics assessments and optimum acceptance values compiled from the literature. In the fourth chapter, the structural and architectural characteristics of Hoca Hasan Masjid and Taş Masjid, selected as fieldwork, are explained and the acoustic simulation program (ODEON 14.05 Auditorium) and its acceptances were described as the method of the study. In the light of the acceptances, the acoustic comfort analysis of Hoca Hasan Masjid and Taş Masjid, the determined actions (Friday sermon and Friday prayer) and simulation results for the room acoustics parameters (RT, EDT, D50, C50, C80 and STI) are examined. Afterwards, the results of the analysis for both masjids are compared to each other. By result of obtained data on acoustical comfort, in the fifth part of the thesis, the

effects of features such as different source and receiver locations as a result of the usage function and building materials are deduced. In general, recommendations for the acoustic comfort conditions of the neighborhood masjids are presented.

Keywords: Acoustic Comfort, Cultural Heritage, Neighborhood Masjid, Simulation, Room acoustics



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitim dönemimde ve tez çalışmamda desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR' a, çalışma konum ve gerekli materyallere ulaşmam konusunda yardımcı olan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi İlhan KOÇ ve Arş. Gör. Mustafa TAŞÇI' ya teşekkürlerimi arz ederim.

Tez yazım süreci boyunca, çalışmamı sabırla ve büyük titizlikle inceleyen ve bana daima yapıcı eleştirileriyle yol gösteren, bilgi birikimini, zamanını ve desteğini benden hiç esirgemeyen ayrıca simülasyon çalışmalarında bana yardımcı olan kıymetli hocam Doç. Dr. Fatih SEMERCİ ve Yüksek Mimar Ali KAYGISIZ' a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Lisansüstü eğitim dönemim boyunca ve özellikle tez yazım sürecinde beni destekleyen, cesaretlendiren ve her konuda yardımına koşan arkadaşlarım Melike Sıla ACAR, Elif Nur KUZ ve Merve AYDOĞDU' ya, son olarak hayatım boyunca benden sevgilerini ve desteklerini hiç esirgemeyen, her daim yanında olan, verdiğim kararlarda arkamda duran sevgili annem Ayşe TUNA' ya ve canım babam Mustafa TUNA' ya sonsuz teşekkür ederim.

Rumeysa TUNA
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
1.2.Materyal ve Metot.....	3
1.3.Kaynak Araştırması	5
2. MESCİT MİMARİSİ VE AKUSTİK KONFOR.....	9
2.1.Tarihsel Süreçte Mescit Mimarisi.....	10
2.2. Anadolu Selçuklu Dönemi Konya Mahalle Mescitleri.....	13
2.3. Akustik Bilimi.....	16
2.4. Ses İle İlgili Fiziksel Kavramlar	18
2.5. Sesin Kapalı Mekânlarda Yayılması.....	22
2.5.1. Direkt sesler	22
2.5.2. Sesin yansıması.....	24
2.5.3. Sesin yutulması	26
2.5.4. Sesin kırılması.....	26
2.6. Akustik Kusurlar.....	27
2.6.1. Eko	28
2.6.2. Tekrarlayan yansıma.....	30
2.6.3. Fısıldayan galeri.....	31
2.6.4. Odaklanma	33
2.6.5. Akustik gölgeler.....	35
2.6.6. Arka plan gürültüsü	37
3. MAHALLE MESCİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN AKUSTİK KONFOR VE TASARIM PARAMETRELERİ	38
3.1. Tasarım Parametreleri.....	39
3.1.1. Mescitlerde yer alan eylemler	39
3.1.2. Kişi başına düşen alan ve hacim	42
3.1.3. Mescitlerde kaynak ve alıcı noktaları	43
3.1.4. Mescitlerin akustik konfor gereksinimleri	45
3.2. Nesnel (Objektif) Parametreler	47
3.2.1. Çınlama (reverberasyon) süresi (RT)	48
3.2.2. Erken düşme süresi (EDT).....	53
3.2.3. Ayırt edilebilirlik (D50).....	55
3.2.4. Netlik parametresi (C80-C50)	56

3.2.5. Erken yanal enerji oranı (LF80).....	58
3.2.6. Ses basınç seviyesi (SPL)	59
3.2.7. Toplam ses düzeyi / güç (G)	59
3.2.8. İlk yansıma aralığı (ITDG)	61
3.2.9. Bas oranı (BR)	62
3.2.10. Konuşma anlaşılabilirliği parametreleri.....	63
3.3. Hacim Akustiği Parametreleri İle İlgili Optimum Kabuller	65
4. ANADOLU SELÇUKLU DÖNEMİ MAHALLE MESCİTLERİNİN AKUSTİK KONFOR ANALİZİ.....	68
4.1. Alan Çalışması Olarak Seçilen Mescitlerin Yapısal ve Mimari Özellikleri	68
4.1.1. Hoca Hasan Mescidi	68
4.1.2. Taş (Hacı Ferruh, Akçe Gizlenmez) Mescit	75
4.2. ODEON Programında Simülasyon Yöntemi	82
4.3. Analiz Çalışmasının Kabulleri.....	83
4.3.1. Kaynak ve alıcı noktaları ile ilgili kabuller	83
4.3.2. ODEON programı ile ilgili kabuller	88
4.3.3. Malzemeler ile ilgili kabuller.....	89
4.3.4. Hacim akustiği parametreleri ile ilgili kabuller	90
4.4. Genel Değerlendirme ve Bulgular	91
4.4.1. Hoca Hasan Mescidi'nin akustik simülasyon kapsamında incelenmesi	91
4.4.1.1. Cuma hutbesi eylemi	91
4.4.1.2. Cuma namazı eylemi	111
4.4.2. Taş Mescit' in akustik simülasyon kapsamında incelenmesi	127
4.4.2.1. Cuma hutbesi eylemi	127
4.4.2.2. Cuma namazı eylemi	146
4.4.3. Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in akustik açıdan karşılaştırılması	161
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	173
5.1 Sonuçlar	173
5.2 Öneriler	177
KAYNAKLAR	179
EKLER	184
ÖZGEÇMİŞ	188

SİMGELER VE KISALTMALAR

RT: Çınlama Süresi

T15: Çınlama Süresi (15 dB)

T20: Çınlama Süresi (20 dB)

T30: Çınlama Süresi (30 dB)

EDT: Erken Düşme Süresi

D50: Tanım

C80: Müzik İçin Netlik

C50: Konuşma İçin Netlik

LF80: Erken Yanal Enerji Bölümü

SPL: Ses Basınç Seviyesi

G: Güç

BR: Bass Seslerin Oranı

AI: Anlaşılabilirlik İndeksi

AL_{CONS}: Sessiz Harflerin Anlaşılabilirlik Kaybı İndeksi

RASTI: Hızlı Konuşma İletim İndeksi

STI: Konuşma İletim İndeksi

1. GİRİŞ

Kültürel miras olarak kabul edilen tarihi yapıların koruma çalışmalarında genellikle görsel algılamaya dayalı olarak yapısal ve mimari özellikler ön planda tutulmaktadır. Ancak son zamanlarda tarihi yapıların koruma çalışmalarına ek olarak, insanın mekân algısını oluşturan temel elemanlardan hacmin akustik ortamı, işitsel miras kavramı içinde yer almaya başlamıştır. Ayrıca tarihi yapılarda gerçekleştirilen akustik belgeleme çalışmaları, mimari koruma alanına yenilik getirmiştir. Bu anlamda yapılan çoğu çalışma, tarihi yapıların akustik konfor analizini inceleme ve akustik açıdan kusurlu olduğu düşünülenlere iyileştirme çalışmaları gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır.

Kültürel mirasın bir parçası olarak tanımlanan, Müslümanların ibadet mekânı cami ve mescit yapılarında da akustik algı görsel algılamaya kadar önemli kabul edilmektedir. Önde gelen İslam sanat tarihçilerinden biri olan Oleg Grabar (1983), İslam kültürünün, kendini temsil aracı olarak, "görsellik" ten çok "işitsellik" i benimsediğini ve biçimden ziyade ses, tarih ve yaşanmışlığın daha önemli olduğunu söylemektedir.

Hz. Muhammet (sav) döneminden itibaren, İslam coğrafyasındaki yapıları çevrenin en önemli öğelerinden biri olan mescitler, toplumsallığın (cemaat ile namaz kılmak), aynı zamanda da birlik hissinin (Kur'an-ı Kerim'in okunması; mevlit, ilahiler vb.) önem kazandığı yapılardır. Farklı dönem ve coğrafyalarda ibadetin yanı sıra eğitim-öğretim, toplanma gibi işlevler de üstlenebilen bu yapılar akustik açıdan bakıldığında hem konuşma hem de dini musiki işlevini taşıyan mekânlardır. Cemaatle kılınan namazdaki emirler ile Cuma ve bayram günleri verilen hutbe ya da vaaz konuşma işlevini; bazı dini özel günlerde söylenen ilahiler dini musiki işlevini oluşturmaktadır. Bu bağlamda mescitlerin içerisinde gerçekleşecek işleve göre farklı akustik gereksinimleri karşılamaları beklenmektedir ve akustik açıdan değerlendirilmeleri de önem taşımaktadır.

Tarihte birçok medeniyete ev sahipliği yapmış ve o medeniyetlerin izlerini, mimari ürünlerle zamanımıza taşıyan Konya, en ihtişamlı günlerini Selçuklulara başkentlik yaptığı dönemde yaşamıştır. Anadolu Selçuklularından günümüze ulaşabilmiş olan Konya mahalle mescitleri, bulundukları alanların kimliğini değiştiren ve kentsel mekân kalitesini yükselten yapılardır. Ayrıca tarihi ve mimari özellikleri ile Türk Camii mimarisinin gelişimi açısından ayrıcalıklı bir öneme sahiptir.

Literatür incelendiğinde söz konusu Konya mahalle mescitlerinin yapısal ve mimari özelliklerine dair araştırmaların bulunduğu görülmüştür. Ancak yapıların akustik performanslarına ve akustik konfor şartlarına ait araştırmalara rastlanmamaktadır. Önemli bir kültürel miras olan tarihi mahalle mescitlerinin akustik performanslarının değerlendirilmesi, performansları olumsuz etkileyen müdahalelerin tespiti ve iyileştirme önerileri, aynı zamanda bu mirasın gelecek kuşaklara aktarılması kültürel mirasın korunması bağlamında önem arz etmektedir.

Bu nedenle tez çalışmasında Konya mahalle mescitlerinin mimari özelliklerinin akustik konfor ile etkileşimini araştırmak adına seçilen örneklemeler üzerinden araştırma yapılmıştır. Konya Kent Merkezinde yer alan mahalle mescitlerinden; plan şeması, hacim, yapı malzemesi ve kubbeye geçiş elemanları bağlamında birbirinden farklı olan Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit seçilmiştir. Seçilmiş olan bu iki mescidin diğer mescitleri temsil değerlerinin yüksek olması seçimlerinde tercih sebebi olmuştur. Bu yapıların söz konusu akustik performanslarını belirlenmek ve karşılaştırmalı değerlendirmeler yapmak bu tezin konusunu oluşturmaktadır.

1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Konya kent ölçeğinde, Selçuklu Dönemi mahalle mescitleri boyutları, süslemeleri, minare, kubbe gibi boyut ve biçimleniş olarak sivil mimarlık örneklerinden farklılaşan mimari elemanlarıyla bulundukları yere zenginlik katmaktadır. Bu yüzden mahalle mescitlerinin yapıldıkları döneme ait mimari özelliklerinin tespiti ve korunması geleceğe taşınması açısından önem taşımaktadır. Ancak görsel anlamda olduğu kadar, işitsel anlamda da insanlar üzerindeki etkisi büyük olan bu yapıların akustik performanslarını belgeleyen çalışmalara rastlanmamaktadır.

Bu tez çalışmasında Konya kültürel mirası için önemli olan tarihi mahalle mescitlerinin mimari özelliklerinin koruma çalışmalarına ek olarak, akustik özelliklerinin olumlu ve olumsuz yönlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda farklı yapı malzemelerinin ve kubbeye geçiş elemanlarının akustik performans üzerindeki etkisini görmek hedeflenmiştir. Bu bağlamda da örnek çalışma alanı olarak seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in akustik konfor analizlerinin yapılması ve birbirleriyle karşılaştırmalı değerlendirilmesi çalışmasının asıl amacını oluşturmaktadır.

Bu doğrultuda hazırlanan tez çalışması 5 ana bölüm ve eklerden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde araştırmanın gerekliliği hakkında giriş bölümü

oluşturulmuştur. Yapılan çalışmanın amaç, kapsam ve yöntemi açıklanmış, çalışmada yararlanılan literatür ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

İkinci bölümde, mescitlerin tarihsel süreçte gelişiminden ve Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitlerinin özelliklerinden bahsedilmiştir. Ayrıca sesin fiziksel özellikleri, kapalı mekânlardaki davranışı ve hacim akustiğine etki eden akustik kusurlar şekil ve grafiklerle anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, mescit tasarımında ve akustik konfor değerlendirmesinde kullanılan nesnel öğeler ve tasarım parametreleri ele alınmıştır. Bu kapsamda mescitlerde gerçekleşen eylemler ve hacim özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca kaynak ve alıcı nokta özellikleri ile mescitlerin akustik konfor gereksinimleri açıklanmıştır. Bu bölümün ikinci kısmında, mescitler için nesnel akustik performans değerlendirme parametreleri incelenmiştir. Son kısımda ise literatürde yer alan cami ve mescitler için ortaya konulmuş, akustik yaklaşımlar ve optimum değer aralıkları derlenmiştir.

Dördüncü bölümde, örneklem olarak seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in seçilme nedenleri, yapısal ve mimari özellikleri anlatılmıştır. Bu bölümün ikinci kısmında, tez yönteminde önemli bir yere sahip olan ODEON programında simülasyon metodu açıklanmış, her iki mescit için kullanılan malzemeler, kaynak-alıcı noktası konumları ve hacim akustiği parametreleri ile ilgili kabuller ortaya koyulmuştur. Bu bölümün son kısmında, yapılan kabuller ışığında Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in akustik konfor analizleri yapılmıştır. Belirlenen eylemler (Cuma hutbesi ve Cuma namazı) ile hacim akustiği parametreleri (RT, EDT, D50, C50, C80 ve STI) için ayrı ayrı simülasyon sonuçları incelenmiştir. Daha sonra iki mescidin analiz sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölümde, yapılan tüm değerlendirmeler bir araya getirilmiş, kaynak noktalarının konumları, mescitlerin birbirinden farklı olan yapı malzemesi ve kubbeye geçiş elemanı gibi özelliklerin akustik performans üzerindeki etkileri ile ilgili çıkarımlar yapılmıştır. Mescitlerin birbiriyle karşılaştırmalı değerlendirme sonuçları ortaya koyulmuştur. Genel olarak mahalle mescitlerinin akustik konfor koşulları için önerilere yer verilmiştir.

1.2. Materyal ve Metot

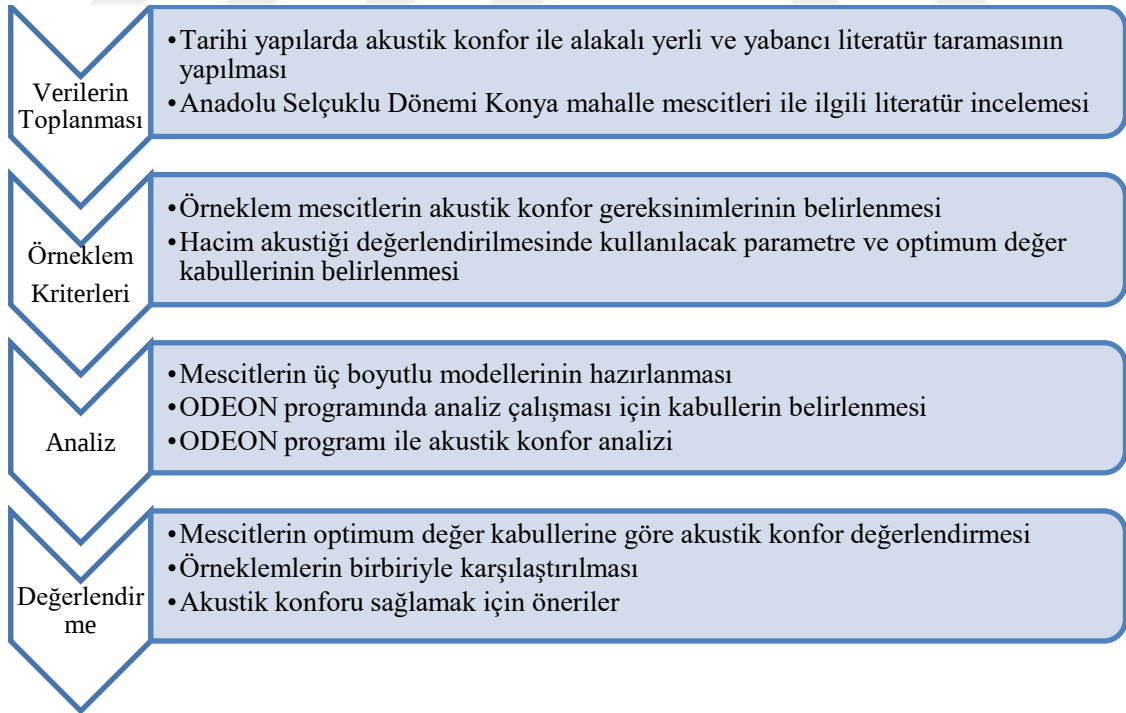
Bu çalışmada öncelikle akustik konfor olgusu ile tarihi yapılar ve özellikle camiler üzerine yapılmış hacim akustiği araştırmaları yerli ve yabancı kaynaklar olarak

literatür taraması kapsamında detaylı olarak irdelenmiştir. Ayrıca mescitlerin tarihsel süreçteki gelişimi incelenmiş, Anadolu Selçuklu Dönemi mahalle mescitlerinin mimari özellikleri ve akustik konfor gereksinimlerinden bahsedilmiştir. Mescitler için akustik performans parametreleri ve optimum kabul değerleri araştırılmıştır.

Araştırmanın amacı ve kapsamına uygun, örneklem olarak belirlenmiş olan Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in konumu, cephe ve mekân özellikleri, geçirdiği değişimler fotoğraf ve yazılı belgelere dayanarak incelenmiştir. Çizimler ve eski fotoğraflar Konya Vakıflar Genel Müdürlüğü'nden alınmış, son halinin fotoğrafları güncel olarak belgelenmiştir.

Çalışmada seçilen mahalle mescitlerinin akustik konfor analizi matematiksel veri metodu kullanılarak akustik simülasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Mescitlerin Sketch Up programıyla üç boyutlu modellemeleri yapılarak, akustik simülasyon programına (ODEON 14.05 Auditorium) aktarılmıştır. Belirlenen eylemler ve parametreler ışığında elde edilen sonuçlar; grafik, şekil ve çizelgeler üzerinden açıklanmış, mescitlerin mevcut durum tespiti yapılmış ve korelasyon (karşılaştırma, değerlendirme ve yorumlama) yöntemleri kullanılmıştır.

Çizelge 1.1. Tez çalışmasının Akış Şeması



1.3.Kaynak Araştırması

Tez kapsamında öncelikle akustik konfor kavramı, hacim akustiği araştırmalarında kullanılan parametreler ve analiz yöntemleri, optimum kabul değerleri; mahalle mescidi kavramı, Konya'daki Anadolu Selçuklu Dönemi mahalle mescitleri, Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in yapısal ve mimari özellikleri hakkında incelemeler ile literatür taraması yapılmıştır. Bu uzmanlık alanları ulusal ve uluslararası olarak; kitap, makale, bildiri, yüksek lisans ve doktora tezi kapsamında araştırılmıştır. Özellikle camilerin akustik performansının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar örnek olarak incelenmiştir. Bu çalışmalardan araştırmaya örnek teşkil edecek düzeyde olanların bir kısmından söz edilmiştir.

Öncelikle Erol (2006)' un "İç Mekânda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri" ile Ökten (2010)' un "Mimari Form ve Yüzey Saçıcılığının Akustik Parametreler Üzerindeki Etkisi" yüksek lisans tezleri, Abdülrahimov (2005)' un "Salonların Akustiği ve Tasarımı" ve Karabiber (1991)' in "Mimari Akustikle İlgili Başlıca Tanım, Terim, Formül ve Büyüklükler" kitapları akustiğin temelini oluşturan sesin ve sesin fiziksel özelliklerinin anlatıldığı kaynaklardır. Demirkale (2007)' nin "Çevre ve Yapı Akustiği" kitabı ise önemli kaynaklardan olup, sesin özellikleri, kapalı mekanlardaki davranışı ve hacimde oluşabilecek akustik kusurlar konularında yararlanılmıştır.

Hacim akustiği alanındaki çalışmaların dayandığı temel ilkelerin ve konuların açıklandığı önemli kaynaklar vardır. Mehta, Johnson ve Rocafort' un (1999)' un "Architectural Acoustics: Principles and Design", Long (2006)' nin "Architectural Acoustics" ile Barron (2009)' un "Auditorium Acoustics and Architectural Design" kitapları çınlama süresi başta olmak üzere hacim akustiği parametrelerini açıklamada tez çalışması sırasında en çok yararlanılan kaynaklardır. Ayrıca Moore (1978)'un "Design for Good Acoustics and Noise Control", Beranek (1996) "Concert and Opera Halls: How They Sound" ile Rossing (2007)' nin "Springer Handbook of Acoustics" kitaplarına da akustik alanındaki temel konuların açıklanmasında başvurulmuştur.

Literatür taramasında hem kültürel mirasın parçası tarihi camilerin hem de yakın dönem modern camilerin akustik performansları ile ilgili yapılan çalışmalar yer almaktadır. En önemli çalışmalardan biri Zerhan Yüksel Can'ın koordinatörlüğünde gerçekleştirilen CAHRISMA (Sinan Camilerinin Akustik Özelliklerinin Tanımlanması ve Yeniden Canlandırılması Yolu ile Akustik Mirasın Korunması) Araştırma Projesi

(2000-2003) tarihi yapıların akustiğinin kültürel mirasın bir parçası olduğunu vurgulaması açısından önem taşımaktadır. Bu proje kapsamında Sinan Camileri ve Bizans Kiliseleri alan çalışması olarak seçilmiş, alan ölçümleri, simülasyon çalışmaları ve hacimlerin kullanıcıları ile anket çalışmaları yapılarak akustik performansları değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında mahalle mescitlerinin akustik konfor değerlendirilmesinde kullanılacak tasarım ve nesnel parametreler, birbirinden farklı optimum değer kabulleri araştırılmıştır. Hacim akustiği değerlendirme yöntemleri ve uygulanış biçimleri konularında çalışmaya örnek teşkil eden ve yararlanılan önemli kaynaklar sıralanmıştır.

Abdou (2003); "Measurements of Acoustical Characteristics of Mosques in Saudi Arabia" isimli makalesinde Suudi Arabistan'daki farklı boyut ve mimari özellikteki 21 adet caminin akustik özelliklerini boş ve dolu olduğu senaryolara göre incelemiştir. Vakit namazlarında 1/3 doluluk oranı ve Cuma namazlarında tam dolu olarak kabul etmiştir. Sonuç olarak dolu caminin boş camiye oranla akustik koşullarının daha iyi olduğu ortaya çıkmış ve bilgisayar simülasyonları yardımıyla daha tasarım aşamasındayken camilerin akustik performansının belirlenerek tasarlanması önerilmiştir.

Elkhateeb, Adas, Attia ve Balila (2015); "The Acoustics of Masjids, Why They Differ From The Classical Speech Rooms" camiler ile konuşma amaçlı hacimleri biçim, ses kaynağı ve kullanıcıların davranışları açısından farklılıkları ortaya koymuştur.

Gül ve Çalışkan (2013); "Impact of Design Decisions on Acoustical Comfort Parameters: Case Study of Doğramacızade Ali Paşa Mosque" isimli makalede Doğramacızade Ali Paşa Camii üzerine yaptıkları çalışmada caminin akustik özelliklerini yerinde ölçüm ve bilgisayar simülasyonu yöntemleriyle incelemişlerdir. İncelemede caminin akustik performansının ideal olduğu sonucuna varılmıştır.

Gül, Çalışkan ve Tavukçuoğlu (2014); "Geçmişten Günümüze Süleymaniye Camii Akustiği" isimli makalelerinde Süleymaniye Camii'nin mimari elemanlarının, iç mekânda kullanılan malzemelerinin ve geçmişten günümüze camiinin geçirdiği onarımlarının mekanın akustiğine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada son dönemde yapılan onarımların camiinin orta ve yüksek frekanslarda akustik konforu arttırdığını göstermektedir.

İlban (2015); "Bilgisayar Simülasyonu Yöntemi ile Camilerin Akustik Açından Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi: Trabzon ve Rize Örneği" isimli yüksek lisans tez çalışmasında Trabzon ve Rize İllerinde bulunan altı adet cami akustik simülasyon

yöntemi (ODEON) ile incelenmiştir. Her cami için optimum koşulların sağlanabilmesi amacıyla iç mekân yüzey malzemelerinde düzenlemeler yapılması yönünde önerilerde bulunulmuştur. Düzenleme sonrası oluşan akustik koşullar yeniden değerlendirilmiştir.

Orfalı (2007); "Room Acoustic and Modern Electro-Acoustic Sound System Design during Constructing and Reconstructing Mosques" isimli kitabında camilerin tarihsel gelişim sürecinden, akustik değerlendirilmesinde kullanılacak kriterler ve optimum kabul değerlerine kadar camilerde hacim akustiği konusunda önemli bilgiler başlık yer almaktadır.

Kaygısız (2019); "Mimar Sinan Camilerinden Şemsi Ahmet Paşa Camii (Üsküdar) ile T.C. Diyanet İşleri Başkanlığı Tip 3 Camii'nin Akustik Açından Karşılaştırılması" isimli yüksek lisans tezinde iki caminin akustik konfor koşulları ölçüm ve simülasyon yöntemleri ile irdelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Değerlendirme sonucunda camilerin tasarımında akustik koşulları etkileyen hususlar belirtilerek öneriler hazırlanmıştır.

Kayılı (2005); "Acoustic Solutions in Classic Ottoman Architecture" isimli makalesinde Osmanlı cami mimarisinde yapılan akustik çözümlerden ve hacim içinde önerilen optimum parametre değerlerinden bahsedilmektedir.

Uysal (2015); "Camilerde Mimari Akustik Tasarım Kriterleri ve Bir Örnek Çalışma: Hasan Tanık Camii" isimli yüksek lisans tezinde Hasan Tanık Camii'nde alan ölçümü ve simülasyon yöntemleri kullanılarak akustik performansı incelenmiş ve camiler için akustik tasarım kriterleri ortaya konulmuştur.

Literatürde Konya tarihi, Anadolu Selçuklu Dönemi mahalle mescitleri ile alan çalışması için seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in yapısal ve mimari özellikleri hakkında bugüne kadar pek çok çalışma yapılmıştır.

Öncelikle tez kapsamında Orfalı (2007)' nin kitabı ile Uzun (2010)' un "Günümüz Cami Mimarisinin İşlev-Biçim ve Teknoloji İlişkisi Açısından İncelenmesi" yüksek lisans tezinde tarihsel süreçte mescit mimarisinin gelişimi ve mimari elemanları hakkında; Aktaş Yasa (2016)' nın "Anadolu Selçuklu ve Beylikler Dönemi Konya Yapılarında Malzeme Kullanımı ve Yapım Teknikleri" makalesinden ve Demirkıran (2009)' un "Selçuklu Dönemi Akşehir Mescitlerinin Restorasyon Sorunlarının Dört Örnekte İncelenmesi" yüksek lisans tezinden Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitlerinin mimari özellikleri konularında yararlanılmıştır.

Örnekleme olarak seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in konumları, yapısal ve mimari özellikleri ile ilgili Baş (2008)' in "Anadolu Selçuklu Dönemi Konya

Mahalle Mescitlerinin Restorasyon Sorunları" ile Turan (2018)'ın "Türk Mimarisinde Kullanılan Kubbeye Geçiş Elemanları; 13.yy. Anadolu Selçuklu Dönemi Konya Mahalle Mescitleri Örneği" yüksek lisans tezlerine ve Konyalı (2007)'nin "Abideleri ve Kitabeleriyle Konya Tarihi" kitabına başvurulmuştur.



2. MESCİT MİMARİSİ VE AKUSTİK KONFOR

Akustik konfor istenmeyen seslerin yokluğu, istenen seslerin doğru seviye ve kalitede olması ile başka insanları rahatsız etmeden aktivite yapma imkânı olarak tanımlanmaktadır (Rasmussen, 2010). Günümüzde kullanıcıların ihtiyaç duyduğu konfor düzeyi giderek yükselmekte ve hacimlerin akustik konfor değerlendirmesi, toplumdan topluma değişebileceği gibi bir toplumda farklı zamanlarda da değişkenlik göstermektedir.

Akustik konfor, genel çerçevede iki farklı işlev üzerinden değerlendirilmektedir. Bu ayrımın sebebi asıl işlevi konuşma olan hacimlerde konuşma anlaşılabilirliği, işlevi müzik olan hacimlerde ise müziğin işitilmesi ve güzel olarak algılanması hedeflenmektedir. Temelde her iki işlev için de ortak olan; öncelikle her dinleyiciye yeterli düzeyde sesin ulaşması, hacim içerisinde sesin düzgün dağılması ve dinleyicilerin sesi eşit kalitede işitebilmesi gibi genel ölçütlerdir. İşitsel etkinliğin birinci derecede önemli olduğu mekânlarda akustik konfor; yüksek dinleyici memnuniyetinin sağlandığı dinleme koşulları ile oluşmaktadır (Özkartal, 2011).

Toplumsal mekânlar olan dini yapılarda akustik algı, görsel algılama kadar önemli kabul edilmektedir. Dini yapıların çoğunda, kimi zaman bireysellik, kimi zaman ise birlik ve beraberlik hissi ön planda tutulmaktadır. Bu anlamda, dini yapıların içerisinde gerçekleşecek işleve göre farklı akustik gereksinimleri karşılamaları beklenmektedir. Gerekli hissi istenilen zamanda, mekânda yaratabilmek için, hacmin akustik açıdan değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Yelkenci Sert, 2015).

İslam dini Müslümanlara, diğer tek tanrılı dinlere benzer şekilde cami veya mescitlerde bazı ibadetlerin toplu yapılmasını şart koymuş, çoğu ibadetin de toplu olarak cemaatle yapılmasının daha doğru olacağını önermiştir. Bu nedenle ibadetlerin yapılabilmesi için kalabalık insan topluluklarını barındırabilecek mekânlara ihtiyaç duyulmuştur. Mescitler hem konuşma hem de dini musiki işlevi taşıyan mekânlardır. Faaliyet olarak namaz kıldırın imamın emirleri, hutbe, vaaz konuşmaları ve yüksek sesle okunan mevlit ve ilahiler bulunmaktadır. Faaliyetler göz önüne alındığında, asıl amacın konuşma anlaşılabilirliği olduğu görülmektedir. Bu nedenle mescitlerde akustik konfor için konuşma anlaşılabilirliğinin çok yüksek olması gerekmektedir.

Akustik konforun değerlendirilmesinde kullanılan parametreler, sesin mekân içerisindeki davranışı, dinleyiciye ulaşma şekli, süresi ve bunların oranları ile ilgilidir. Akustik konforun sağlanması bu parametrelerden önce konforun sağlanacağı ortamın

özelliklerinin, ortamdaki sesin davranış prensiplerinin, dinleyici üzerindeki etkisinin ve karşılaşılabilecek akustik sorunların anlaşılmasına dayanmaktadır. Mescitlerde akustik konforun ve hacimdeki akustik durumun tespitini doğru yapabilmek için bu yapıları iyi tanımak ve mimari özelliklerine hâkim olmak gerekmektedir.

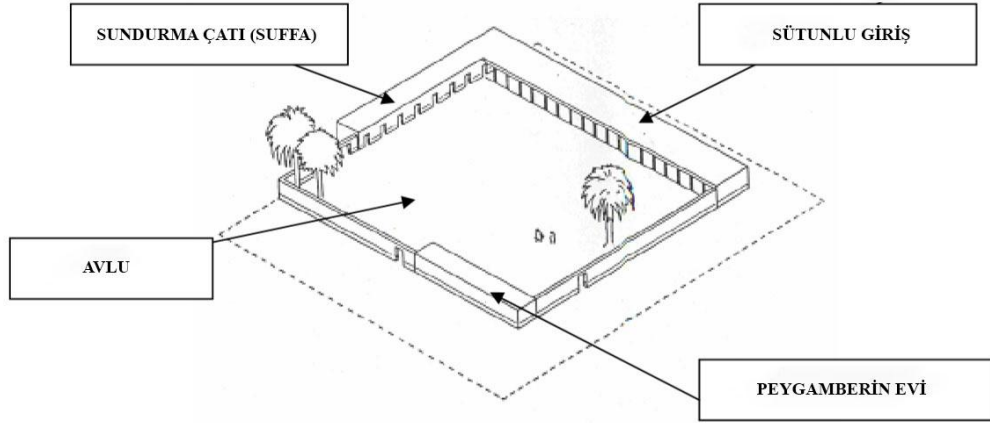
2.1.Tarihsel Süreçte Mescit Mimarisi

İslam dininin ibadet mekânlarından olan cami ve mescitler Müslümanların cemaat olarak namaz kıldıkları mekân olarak kullanılmaktadır. Secde edilen, namaz kılınan yer anlamına gelen mescit kelimesi Arapçada; dik durmak, eğilmek, baş eğmek, alnını yere koymak gibi manalara gelen sücud (secde) kökünden türemiştir. Mescit, bir eylem isminin kökeninden gelmesine rağmen, İslamiyet'te ibadet yapılan mekânı tanımlamaktadır. Cami kelimesi ise “bir araya getirme, yığma, toplama”, “topluluk, kalabalık, yığın” anlamına gelen “cem” kelimesinin kökeninden gelmektedir (Aydın ve Büyükhahin Sıramkaya, 2016).

İslam dünyasının ibadethanelerinin geçmişi İslam Dininin ilk yıllarına, kökenleri ise Kâbe'nin temellerinin Hz. Âdem tarafından atılmış olmasına kadar uzanmaktadır ve tarihsel süreklilik göstermektedir (İlban, 2016).

Tarihte namaz kılmak için inşa edilen ilk mescit 622 yılında Peygamber Efendimizin Mekke'den Medine'ye hicreti esnasında Medine girişine yapılan Kuba Mescidi'dir. Medine'de ise mescit olmadığından beş vakit namaz kılmak ve toplanmak amacıyla, Peygamber evinin yanına 623 yılında Mescid-i Nebevi inşa edilmiştir. Mescid-i Nebevi, “Mescit” konseptinin tarihsel gelişim sürecindeki ilk örneğidir (Orfalı, 2007).

Basit bir plan şemasına sahip olan bu mescit, dört tarafı duvarla çevrili bir avlu ve bu avluya bakan doğu cephesindeki duvarda yan yana dizilmiş 9 adet küçük odadan oluşmuştur. İlk mescitler Mescid-i Nebevî örneğinde görüldüğü gibi sütunlu revakların çevrelediği bir avludan ibarettir. Avluya ulaşım, kibleye bakan duvarı hariç her yönden geçiş boşluklarından sağlanmıştır. Peygamber efendimizin vefatından sonra Mescidi Nebevi yıllar içinde genişletilmiş ve büyütülmüştür (Uzun, 2010).



Şekil 2.1. Medine'deki Peygamber Camii'nin eski mimari yapısı (Orfalı, 2007)

Mescitler bir yapı olarak ele alındığında, temel tasarım etkeni Kâbe-i Muazzama'ya yönelmeden yola çıkmaktadır. Kible yönüne dik olarak yönelmiş (kıbleye bakan) basit bir duvar dahi cami işlevini yerine getirmeye yeterlidir. Hz. Muhammed, yeryüzünün bütün Müslümanlar için bir mescit olduğunu ve Allah nazarında her yerin bir olduğunu belirtmiştir (Buhârî, Salât/56). Bu hadisten İslam dininde mescit yapımına dair herhangi bir kural, şart ve özel bir tanım bulunmadığı anlaşılmaktadır (Uzun, 2010).

İslamiyet' in ilk yıllarında toplu olarak ibadet edenlerin sayısı oldukça azdır ve küçük bir yapı içerisinde toplanma kolaylığı bulunmaktadır. İslam inancının zamanla yayılmasıyla birlikte ibadethanelerin sayısı artmış, farklı toplumların ve kültürlerin İslam kültürü ile bütünleşmesi, var olan imkanlar, toplumsal bilgi birikimi ve teknoloji gibi etkenler mescit/cami mimarisini şekillendirmiştir (Baş, 2008).

Anadolu'da Cuma ve Bayram namazlarının kılındığı, minberli yapılara cami; içinde minberi olmayan, Cuma ve Bayram namazlarının kılınmadığı, çoğu minaresiz küçük yapılara mescit denilmiştir. Mescitlerin Türk mimarisinde ilk örnekleri Karahanlılar zamanında görülmüş ve giderek yaygınlaşmıştır (Baş, 2008). Ancak günümüzde, her mescit ve camide, Cuma ve Bayram namazı kılınmakta, içerisinde minber bulunmaktadır.

Mescitler genellikle cemaatin toplu halde namaz kıldığı harim (kapalı kısım), medhal (son cemaat mahalli, hazırlık mekânı) ve minare şeklinde üç kısımdan meydana gelmektedir. Harim bütün mescitlerde bulunurken, medhal ve minare bazı mescitlerde yer almaktadır (Baş, 2008). Mahfil de özel olarak yer almayıp ya medhal bölümünün ya

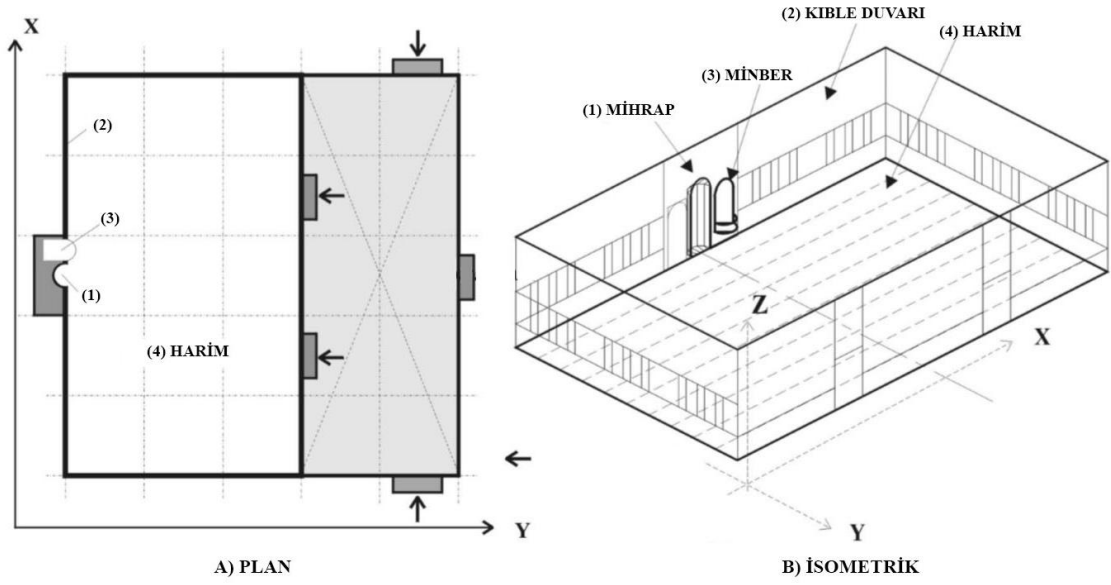
da harim kısmının bir bölümünde bulunmaktadır. Harim içerisinde ise mimari öğelerden mihrap ve minber bulunurken, vaaz kürsüsü bazı mescitlerde yer almaktadır.

Harim: Mescitlerde cemaatin yan yana saflar halinde toplandığı ve kible yönüne dönerek namaz kıldığı alandır. Namaz kılmak için saf oluşturulurken ön safların fazileti Hz Muhammed tarafından “Ön saftaki olan; (hayrı) bilseydiniz veya bilselerdi. Kur'a atmak zaruri olurdu.” şeklinde belirtilmiştir (Buhâri 721). Bu yüzden ön safların geniş tutulması amacıyla camiler derinlemesine değil enlemesine büyümüştür ve mekân olarak tek parça olması amaçlanmıştır (Uzun, 2010).

Mihrap: Mescitlerin kible duvarının ortasında bulunan, yarım daire şeklinde, öne doğru eğik ve imamın namaz kıldırırken durması için ayrılmış olan girintili yere mihrap denir. Ayrıca mihrap, mescit harimlerinde, Müslümanların namaz kılacakları kible yönünü de belirlemektedir (Turan, 2018).

Mescidin önemli elemanlarından biri olan mihrabın gelişimi uzun bir döneme yayılmaktadır. İslam'ın ilk yıllarında Mescid-i Nebevi'nin bir mihrabının bulunmadığı ama Peygamberimizin namaz kıldırıldığı yerin belli olduğu bilinmektedir. Kible, mihrap ile değil, renkli bir çizgi veya üzerinde belirli işaretler bulunan bir taş levha gibi herhangi bir işaret ile gösterilmiştir. Mihrabın mescitlere günümüzdeki şekliyle girmesi Emeviler devrine kadar dayanmaktadır (Uzun, 2010).

Minber: Arapça, "yükselme, yükseltme", anlamındaki “nebr” kökünden gelen minber, camide imam tarafından Cuma hutbelerinin okunduğu merdivenli bölüm olarak tanımlanmaktadır. Minberler fazla geniş olmayıp bir kişinin çıkabileceği yaklaşık 1 m eninde olmaktadır. Hz. Muhammed'in Medine'de inşa ettirdiği Mescid-i Nebevi'de önceleri bir minber olmayıp, cemaatin çoğalması nedeniyle Hicretten yedi yıl kadar sonra ilk minber yapılmıştır. Bu ilk minberde iki basamak ve üst tarafında bir oturma yeri bulunmaktadır. İlerleyen yıllarda ise arkalarındaki cemaatin hutbe sırasında imamı görebilmesi için basamak sayısı arttırılmıştır (Uzun, 2010).



Şekil 2.2. Bir mescidin mimari öğeleri A) Plan ve B) İsoometrik (Abdou, 2003b)

2.2. Anadolu Selçuklu Dönemi Konya Mahalle Mescitleri

Tarihi M.Ö. 7000'lere dayanan ve birçok kültüre tarih boyunca ev sahipliği yapmış Konya, hem sosyal ve siyasi yapı hem de fiziki doku değişimi bakımından en görkemli dönemini Selçuklu Devleti'ne başkentlik yaptığı dönemde yaşamıştır. Günümüzde de şehrin bu özelliklerinin çoğunu kaybetmesine rağmen "Selçuklu Uygarlıkları Merkezi, Başkenti" olarak anılmasını sağlayacak her tür faaliyet ve onların mekânsal yansımaları gerçekleşmektedir (Alkan, 1999).

Anadolu Selçukluları; XIII. Yüzyıl'da yapı tiplerinin çeşitliliği, mimari ürünlerin biçimlenişleri ve mekân etkisini zenginleştiren bezemeleri ile mimariye büyük katkı sağlamıştır. Bu dönemde yapılan tek kubbeli mahalle mescitleri Selçukluların diğer anıtsal yapıları arasında küçük ölçekli ve daha sade planlanan mimari ürünler olarak nitelendirilmektedir (Özakın, 1998; Turan, 2018).

Cami ve mescitler Selçuklu Dönemi Anadolu kentinde fiziki yapıyı belirleyen, fethedilen Anadolu topraklarının İslâmlaşması için önemli bir etken olmaktadır. Selçuklular Anadolu'nun belli başlı büyük şehirlerinin merkezine, saraya yakın birer büyük cami inşa edip, kenti idari ve dinî açıdan etkileyen iki unsurun birlikteliğini sağlamıştır. Merkezin etrafında gelişen yeni yerleşimlere ise mahalle mescitleri inşa ederek İslamiyet'in yayılmasını ve güçlenmesini sağlayan hizmetler yerine getirmiştir.

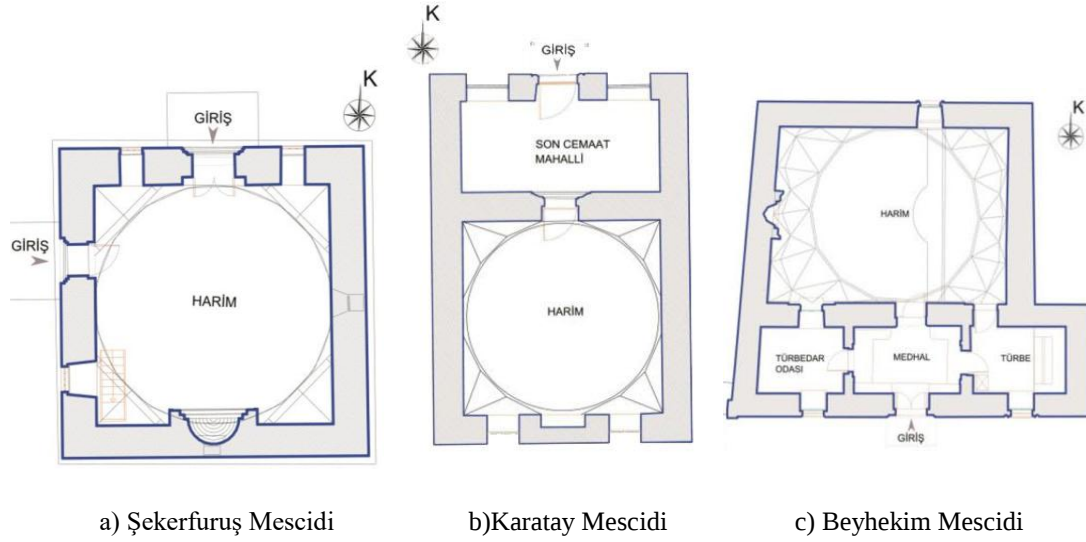
Selçuklu kentinde cami/mescit, imar veya iskânı arzu edilen kentin ya da mahallenin çekirdeğini oluşturmuştur (Kemaloğlu, 2013).

Özellikle Konya'da bulunan Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitleri Türk Camii mimarisinin gelişimi açısından ayrı bir öneme taşımaktadır. Bu mescitler kare bir plan ve tromp, pandantif veya Türk Üçgenleriyle çokgene oradan da kubbeye geçişli ilkel bir sisteme sahiptir. Bu sistem Mimar Sinan da zirveye çıkan Türk mimari anlayışının temelini oluşturmuştur (Eğdir, 1987; Demirkıran, 2009).

Sınırlı sayıda bulunan mahalle mescitlerini yüksek makamlı devlet memurları ve zengin tüccar sınıfı toplum statüsünü vurgulamak ve isimlerini yaşatmak amacıyla görkemli bir cami yerine yaptırmıştır. Kaynak isimlerinden de anlaşılacağı üzere mahallenin zenginleri hem yaptırdıkları mescide hem de oturdukları mahalleye kendi adlarını vermiştir (Turan, 2018).

Konya'da tamamı ayakta veya bir kısmı ayakta kalmış, özgün biçimi ve yapı karakterlerini halen sürdüren 21 tane XIII. Yüzyıl Anadolu Selçuklu Dönemi mahalle mescitleri bulunmaktadır. Tek kubbeli olan bu mescitler mahalle aralarında inşa edilmiş boyutları 4.70 m. ile 8.25 m. arasında değişen, kare veya kareye yakın planlı, üzeri kubbe ile örtülü kagir yapılardan oluşmuştur. Birçok araştırmacı mahalle mescitlerini plan yapılarına göre değerlendirmiştir. En güncel değerlendirmeyi yapan Turan (2018)'e göre;

- I. Tek mekanlı mescitler (Harimden oluşanlar): Abdülaziz Mescidi, Abdülmümin Mescidi, Zevle Sultan Mescidi, Tercüman Mescidi, Sakahane Mescidi, İç Karaaslan Mescidi, Şekerfuruş Mescidi, Halka Begüş Mescidi.
- II. İki mekânlı mescitler:
 - A. Harim ve medhalden oluşanlar: Karatay Mescidi, Taş (Hacı Ferruh) Mescit, Aksinne Mescidi, Başarabey (Ferhuniye) Mescidi, Erdemşah Mescidi
 - B. Harim ve türbeden oluşanlar: Cemel Ali Dede Mescidi
- III. Üç mekanlı mescitler:
 - A. Harim, türbe ve medhalden oluşanlar: Beyhekim Mescidi, Hoca Ahmet Fakih Mescidi, Tahir ile Zühre Mescidi,
 - B. Harim, minare ve medhalden oluşanlar: Hoca Hasan Mescidi, Sırçalı Mescit, Zenburi Mescidi
 - C. Harim, medhal ve harim bölümüne ek ikinci bir mekândan oluşanlar: Bulgur Dede Mescidi



Şekil 2.3. Sırasıyla tek, iki ve üç mekanlı mescit örnekleri

Selçuklu mahalle mescitlerinde, mihrabın yer aldığı, tek kubbeli harim ve çoğunun önünde olan düz çatılı veya tonozlu medhal bulunmaktadır. Medhal XIV. yüzyıl Beylikler dönemi camilerinde görmeye başladığımız son cemaat yerlerinin öncüleri olmuştur (Boran ve ark., 2015).

Anadolu Selçuklu ve Beylikler dönemlerinde başkent Konya'da yapılarda malzeme olarak kesme taş, moloz taş, devşirme malzeme, mermer, tuğla, kerpiç ve ahşap kullanımı gibi çeşitlilik söz konusudur. Mahalle mescitleri genel olarak kesme taş, moloz taş veya tuğladan yapılmış, yalnız Konya'da tuğlanın diğer çevrelere oranla daha yoğun olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Kesme taşın kullanım yerleri; tüm cephelerde, cephelerin alt kısmından belirli bir yüksekliğe kadar olan bölümlerinde, sadece giriş cephelerinde veya giriş cephelerinin belirli bir yüksekliğe kadar olan bölümlerinde olmak üzere dört farklı şekilde görülmüştür. Hem yapı hem süsleme malzemesi olarak tümüyle kesme taştan inşa edilmiş tek örnek Taş (Hacı Ferruh) Mescit' dir. Tuğla ise mescitlerde tek tür malzeme türünün en yoğun olduğu yapılardır. Yapının tümünde ve minarelerde, cephelerde belirli bir yükseklikten sonra ve örtü sisteminde, giriş cephesinin belirli bir bölümünde ve örtü sisteminde, belirli mimari öğeler ve örtü sisteminde olmak üzere dört farklı şekilde kullanıldığı belirlenmiştir. Beşarebey, Zevle Sultan, Zemburi ve Hoca Hasan mescitleri tümüyle tuğla ile inşa edilmiş yapılardır. (Aktaş Yasa, 2016).

Çoğunluğunda duvarlar üzerine oturan tuğla kubbeler içte balıksırtı veya düz veya çarkı felek tuğla örgüsüyle dikkat çekicidir ve sonradan kubbelerin birçoğu

kurşunla kaplanmıştır. Duvarlar taşıyıcı özelliğinde olduğundan az boşlukludur ve bu cephelerde sağır yüzeylerin çok olmasına neden olmuştur (Baş, 2008).

Mermer son cemaat mahallinde genellikle taşıyıcılarda, kapı ve pencere sövelerinde, mihraplarda ve kitabelerde; ahşap ise hatıllarda, mihrap, minber, pencere ve kapılarda karşımıza çıkmaktadır. Süslemede ise mozaik çini ve alçı malzeme kullanıldığı görülmektedir (Boran ve ark., 2015).



Şekil 2.4. Sırçalı Mescit çini mihrap ve süslemeleri

Günümüzde Selçuklu dönemi mahalle mescitlerinin hepsinde ibadetin yapıldığı harim, mihrap, minber ve bazı mescitlerde olmak üzere medhal ve minare yer almaktadır. Mahfil özel olarak yer almayıp ya medhalin ya da harim kısmının bir bölümünde yer almaktadır.

2.3. Akustik Bilimi

Ses, hareket halindeki bir kaynaktan ortaya çıkarak titreşime dönüşmüş molekül hareketlerinin belirli bir frekans ve şiddet sınırları içinde belirgin hale gelen ve insan kulağında işitsel duyulanma uyandırabilen dalga hareketidir (Çetinkaya, 2010; Gökçek, 2019). Diğer bir ifadeyle; akciğerlerden gelen havanın ses tellerince biçimlendirilmesiyle oluşan, kulakla veya hassas aletlerle algılanabilen titreşim olarak tanımlanmaktadır.

Sesin fiziksel ortam içerisindeki davranışlarını ve etkilerini inceleyen bilim dalı olan “akustik”; sesin ortaya çıkışı, farklı ortamlar içerisinde davranış biçimi, ortam içinde yayılması, iletimi, çarptığı yüzeyler tarafından yutulması ya da yansıtılması ile bu

eylemlerin insan kulağı ya da diğer objelerdeki etkileri gibi araştırma konularıyla ilgilenmektedir (İlban, 2016).

Bilinen kaynaklara göre geçmişi Antik Yunan ve Roma dönemlerine kadar uzanan akustik bilimi ile ilk olarak Aristoteles yakından ilgilenerek, ses ve fiziksel kavramları işitme ile birleştirmektedir. Pisagor'un (M.Ö 580-500) üflemeli çalgılarda ses tonuyla boru uzunluğu arasındaki ilişkiyi keşfetmesi ile beraber sayısal gözlemlerle ilk somut adımları atılmış olan akustiğe, Newton'un (1686) sesin hızını tanımlaması ile teorik açıdan başlangıç yapılmaktadır. Yüzyıllar boyunca müzik ve mimari üzerinde yoğunlaşan akustik bilimi, modern çağda gelişip farklı disiplinler arasında yayılmış, kullanım alanları olarak çeşitlenmiştir.

Mimari akustik alanında yapılan modern çalışmalar yaklaşık olarak 100 yıl öncesinde ilk olarak, sesin mekân içerisindeki davranışını inceleyen Wallace Clement Sabine adlı bir bilim adamı tarafından incelenmeye başlanmıştır. Genel anlamıyla "ses bilim" olarak adlandırabileceğimiz akustik bilimi ile birçok bilim adamı ilgilenmiş ve Wallace Clement Sabine' in ortaya koyduğu "reverberasyon süresi" parametresinin keşfinden sonra bu bilim büyük bir ivme ile devam ederek günümüzde mimarinin akustik sorunlarını aydınlatılabilir duruma gelmiştir. "Mimari akustik" kavramı çok geniş bir tanım olmakla birlikte farklı mekân, kullanım ve amaca göre bu tanımın gerektirdiği kriterler de farklılaşmaktadır. Dolayısıyla bir mekânın mimari anlamda akustiğini incelerken bu mekânın hangi fonksiyon ile kullanıldığını bilerek değerlendirmeye başlamamız gerekmektedir (Ökten, 2010).

Mimari Akustik; Bina Akustiği ve Hacim Akustiği olarak iki ana başlıkta incelenmektedir. Bina Akustiği; mekânların iç akustiği ve yapı elemanları ile her türlü mekanik ve elektriksel sistemlerin meydana getirdiği zararlı seslerin engellenmesini amaçlarken (ÇŞB, 2017), Hacim Akustiği ise; bir mekânın içerisindeki işitsel konforu arttıracak koşulları sağlamak için ses hareketlerini ve davranışını istenilen özelliklere göre şekillendirmeyi amaçlamaktadır (Karabiber, 1991). Hacim akustiği, işlevi konuşma ve müzik olan hacimlerde yalnız tasarım aşamasında kullanılacak yöntemleri değil, mevcut hacimlerin değerlendirilmesinde kullanılacak yöntemleri de kapsamaktadır.

Hacimlerde daha iyi akustik performansla ulaşmak için iki temel şartın gerçekleşmesi gereklidir:

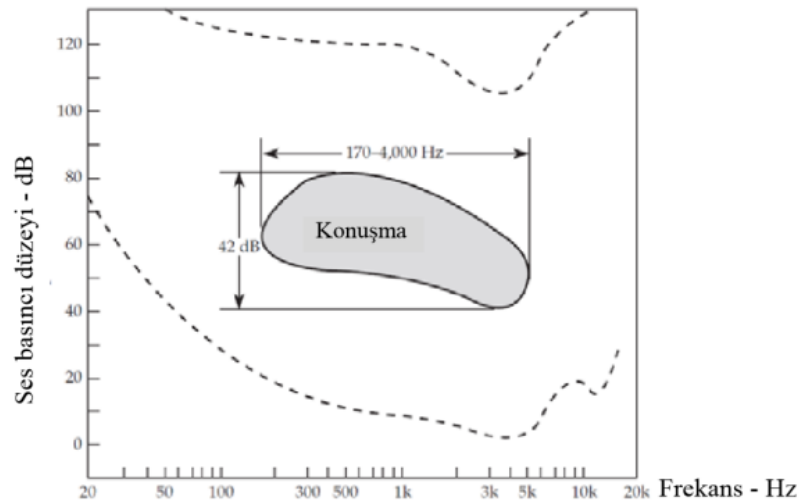
- Hacimdeki ses enerjisinin homojen dağılması,
- Ses enerji düşüşünün (çınlama süresi) uygun değerde olması (Kaygısız, 2019).

Mescitlerde hem istenmeyen seslerin kontrolü hem de ibadetin uhrevi bir şekilde gerçekleşebilmesi için hacim akustiği büyük önem taşımaktadır. Farklı fonksiyonların kullanımlarına yönelik (dini okumalar, vaazlar, ilahiler vb.) olacak şekilde hacim akustiği performans analizinin yapılması beklenmektedir.

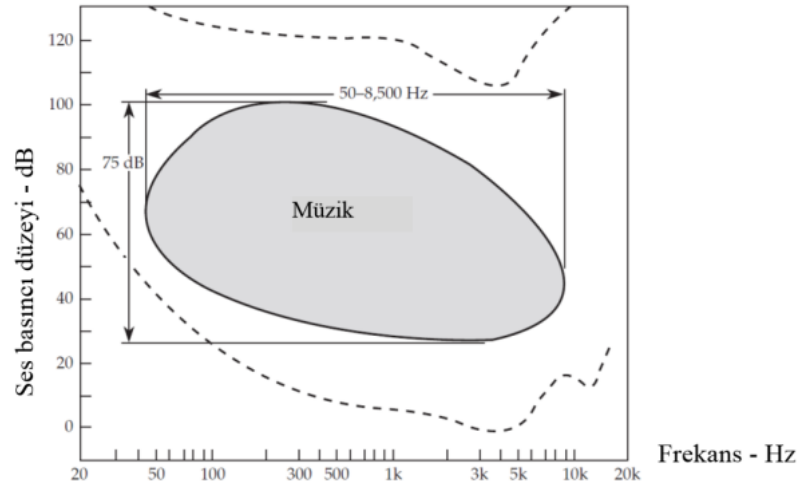
2.4. Ses İle İlgili Fiziksel Kavramlar

Sesin oluşabilmesi için ses kaynağına, ses kaynağının ortaya çıkardığı basınç değişiminin oluşturduğu dalgaları taşıyacak elastik bir ortama ve bu ses dalgalarını algılayacak bir alıcıya ihtiyaç duyulmaktadır (Çetinkaya, 2010;Gökçek, 2019). Maddesel görüşe göre, fiziksel ve fizyolojik bir kavram olan sesi tanımlanabilir kılan özellikler; sesin ortamdaki yayılma hızı, frekansı, dalga boyu ve şiddetidir (Erol, 2006).

Frekans: Ses kaynağı tarafından oluşturulan titreşimin bir saniyedeki yer değiştirme ve salınımına, diğer bir ifadeyle birim zamanda tekrarlanan dalga sayısına verilen addır. Frekans “f” harfi ile gösterilmektedir ve birimi Hertz (Hz)’dir (Erol, 2006). İnsan kulağının ses duyma hassasiyet aralığı 16 Hz. ile 20000 Hz. (20 kHz) aralığındadır. Bu aralık dışındaki sesler insan kulağı tarafından işitsel olarak algılanamamaktadır. Şekil 2.5’de akustik açıdan yapılan çalışmalar kapsamında dikkate alınan frekans aralıkları genel olarak belirtilmiştir (Özer, 1979).



(a)



(b)

Şekil 2.5. Konuşma (a) ve müzik (b) sesi için kullanılan işitme aralığı (Everest ve Pohlmann, 2009)

Devir süresi (Periyot): Bir ses dalgasının oluşması için geçen süredir. Devir süresi “T” harfi ile gösterilir. Devir süresinin birimi saniyedir.

$$T = 1/f \quad (2.1)$$

T = Devir süresi (sn)

f = Frekans (Hz)

Dalga boyu: Ses dalgasının bir devir süresi boyunca aldığı, iki basınç veya iki gevşeme bölgesi arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır. "λ" harfi ile gösterilir ve birimi metre (m)'dir. Dalga boyu hem iletim sağlayan ortamın özelliklerine hem de titreşim hareketinin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

$$\lambda = c \cdot T = c/f \quad (2.2)$$

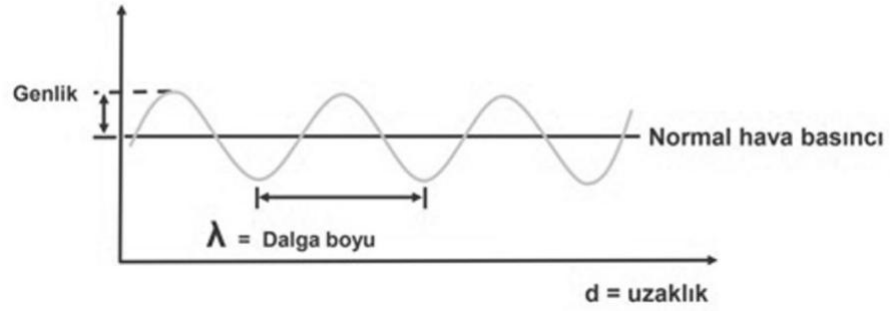
formülü ile elde edilmektedir. Burada;

λ: Dalga boyu (m)

c: Sesin yayılma hızı (m/sn)

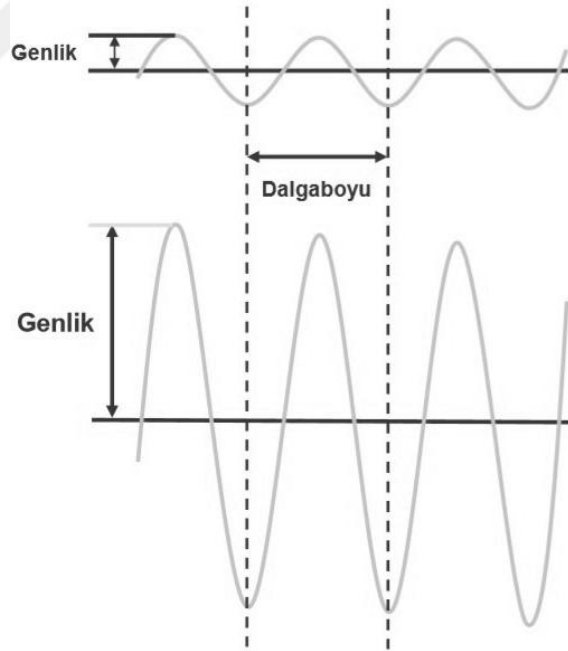
f: Frekans (Hz)

T = Devir süresi (sn) 'dır (Abdülrahimov, 2005).



Şekil 2.6. Dalga boyu (Çakır, 2013)

Genlik: Titreşen bir taneciğin maksimum ayrılması, ses dalgalarının sıkışması ve gevşemesiyle oluşan dikey yüksekliğin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Genlik “a” harfi ile ifade edilmekte olup birimi metre (m)’dir. Genliğin, insan kulağının algılayabildiği alt sınırı 0,1 μm , üst sınırı ise kulağın zarar görme sınırı olan 100 μm ’ dir (Erol, 2006). Aynı dalga boyuna ve aynı frekansa sahip sesler farklı genliklerde olabilir ve genlik büyüdükçe ses düzeyi de artmaktadır.



Şekil 2.7. Genlik (Çakır, 2013)

Ses Hızı: Ses dalgalarının ortam içerisindeki iletirme hızı olarak ifade edilmektedir. Ses hızı “c” harfi ile gösterilmektedir ve birimi m/sn.’ dir. Mimari akustikte sesin mekân içerisindeki yani havadaki hızı önemlidir ve ortalama oda

sıcaklığında (+20 C⁰) 344 m/sn' dir. Sesin yayılma hızı sıcaklık, basınç ve neme bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Karabiber, 1991).

Ses Şiddeti (Yeğinlik): Yayılma doğrultusundaki birim alandan belirli bir yönde birim zamanda geçen ses enerjisi olarak tanımlanan sesin şiddeti; titreşimlerin enerjisine, genliklerine, ortamın yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. "I" harfi ile gösterilen yeğinliğin birimi W/m²'dir.

$$I = p^2 / \rho c, \text{ W/m}^2 \quad (2.3)$$

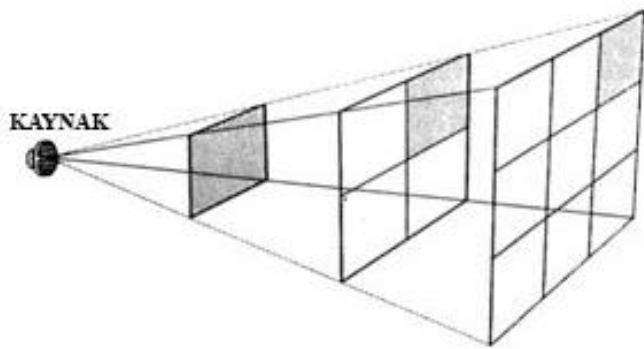
formülü ile elde edilmektedir. Burada;

I: Sesin şiddeti (W/m²)

p: Sesin basıncı (Pa= N/m²)

ρ : Özgöl ağırlık (kg/m³)

c: Sesin yayılma hızı (m/sn), dir (Karabiber, 1991).



Şekil 2.8. Sesin şiddeti (Çakır, 2013)

Ses Basıncı: Bir ses kaynağından çıkan ses dalgalarının yayılması esnasında ortam içerisindeki herhangi bir noktadaki hava basıncının atmosferin normal basıncından farkı olarak tanımlanmaktadır. Ses basıncı "p" ile gösterilmekte olup birimi N/m²'dir.

$$P = c^2 \times p \quad (2.4)$$

P: Ses basıncı (N/m²)

p: Ortamın yoğunluğu (kg/m³)

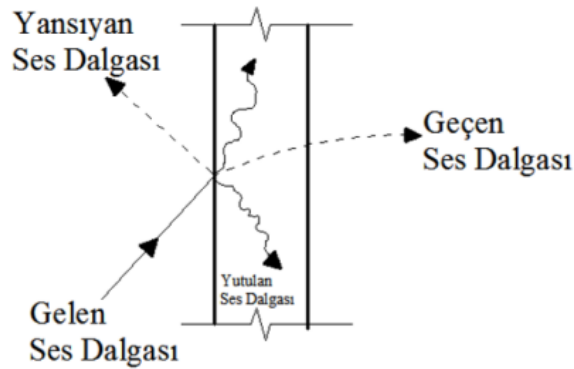
c: Sesin hızı (m/sn), dir (Abdülrahimov, 2005).

Ses Gücü: Bir ses kaynağının birim zamanda ortama yaydığı toplam ses enerjisi olan ses gücü, “W” harfi ile gösterilmekte olup birimi Watt (W)’dır (Abdülrahimov, 2005). Duyduğumuz şey, kaynağın yayımladığı ses gücünün yol açtığı ses basıncıdır.

2.5. Sesin Kapalı Mekânlarda Yayılması

Ses dalgaları boşlukta yayılamaz, esnek ve iletken bir ortama ihtiyaç duymaktadır. Sesin davranışı, hacmin açık veya kapalı olmasından, ortamın sınırlarından, alıcı ve kaynağın özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Mekânların akustiğinin değerlendirilebilmesi için ortamın, ortamdaki sesin davranışlarının ve nasıl yayıldığına anlaşılmaları gerekmektedir.

Optik alanında ışığın davranışı gibi ses dalgaları maddesel ortamda yayılırken bir engelle karşılaştığında enerjinin bir bölümü bu engelin yüzeyinde yansımaktadır. Bir bölümü kırılmaya uğrayarak engeli geçmekte; bir bölümü de engelde yutulmaktadır. Engel yüzeyinden yansıyan, kırılan ve engelde yutulan enerjilerin hareket biçimleri, oranları ve bununla ilgili fiziksel özellikler sesin yansıması, yutulması ve kırılması konularında incelenmiştir. Aynı zamanda hacim akustiği parametrelerinin daha iyi anlaşılması adına direkt ses, erken yansıma ve gecikmiş yansıma tanımlarının da bilinmesi önem taşımaktadır.



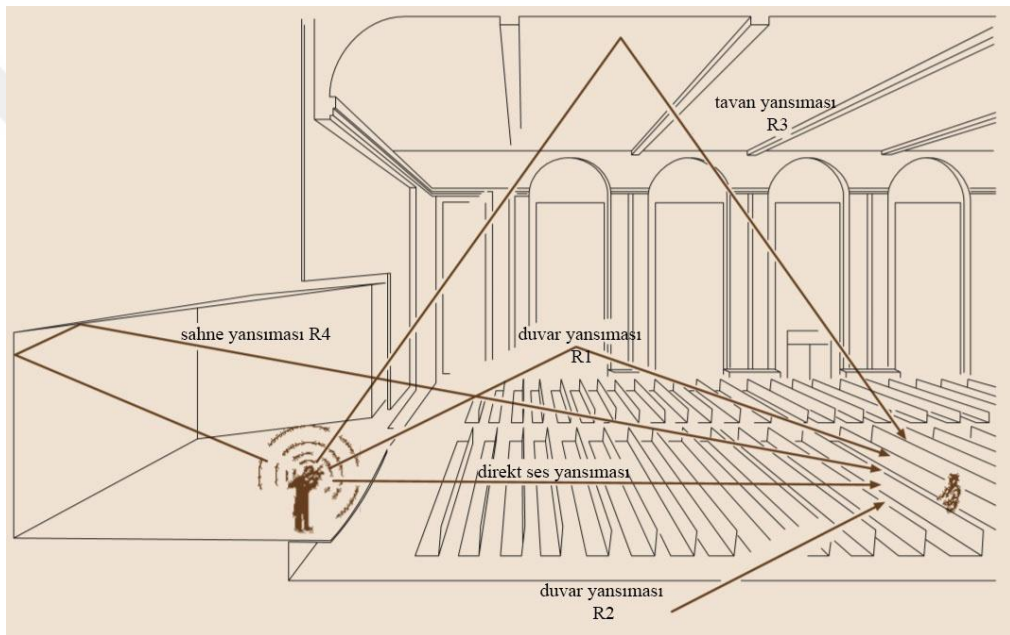
Şekil 2.9. Yüzeyden yansıyan, yutulan ve geçen ses dalgası (Cowan, 2000)

2.5.1. Direkt sesler

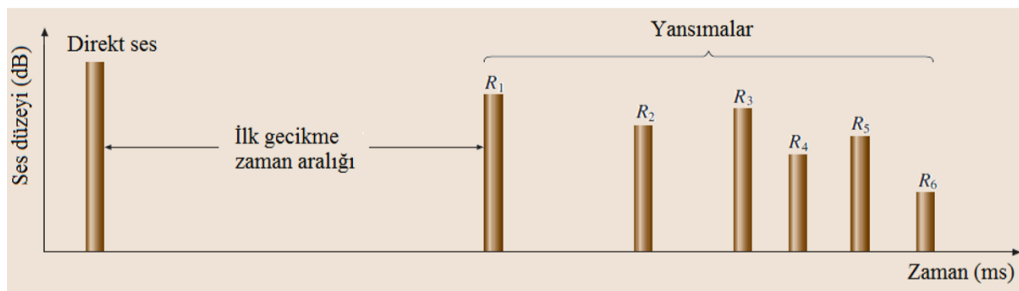
Ses kaynağından çıkan küresel dalgalar bütün yönlerde doğru bir yayılım göstermektedir. Kaynaktan direkt olarak alıcıya ulaşan ve alıcıya göre ilk işitilen ses dalgalarına direkt ses, direkt sestten sonra hacmin duvarlarından ve içerisindeki diğer

objelerden yansıyan seslere erken yansıma denir. Erken yansımalar daha fazla hareket etmek zorunda ve dolayısıyla alıcıya geç ulaşmaktadır. Bu yansımaların enerjisi kaynaktan uzaklaştıkça zayıflamakta, ses şiddeti azalmaktadır (Barron, 2009). Dinleyiciler bu yansımaları ayrı ses olarak algılamaz, kulak ve beyin tarafından direkt sesle birleştirilmektedir.

Ses dalgası tamamen sönümlenene kadar yansıma yapmaya ve alıcılara iletmeye devam etmektedir. Sonraki gerçekleşen yansımaların yoğunluğu geçen zaman ile doğru orantılıdır ve bu süreye çınlama denir. Yansımalar artıkça çınlama süresi de artıyor demektir (Rossing, 2007).



Şekil 2.10. Akustik çevreyi oluşturan direkt ses ve yansıyan sesler (Rossing, 2007)



Şekil 2.11. Sinyal tepkisi oluşumunun ilustrasyon diyagramı (Rossing, 2007)

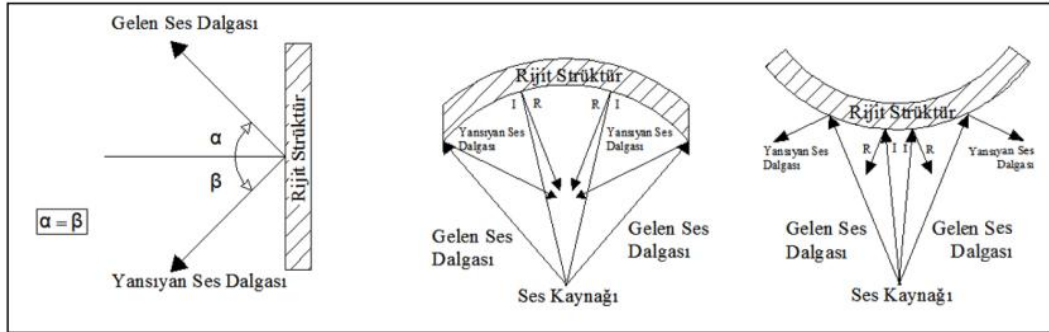
Direkt sesin seviyesi, alıcı ile ses kaynağı arasındaki mesafe arttıkça ve havanın sürtünme etkisiyle beraber önemli ölçüde azalmaktadır. Havanın yutuculuğu yüksek frekanslı seslerde, alçak frekanslı sesler göre daha fazladır ve küçük hacimli yerlerde

problem olmasa da büyük hacimli (oditoryum, ibadethane gibi) yerlerde kesin olarak hissedilmektedir (Brooks, 2003). Yutuculuk miktarı düşük nem seviyelerinde artmakta, dolayısıyla kuru, çöl tipi iklimlerde havayı nemlendirerek daha iyi akustik sonuçlar elde edilmektedir.

2.5.2. Sesin yansımaları

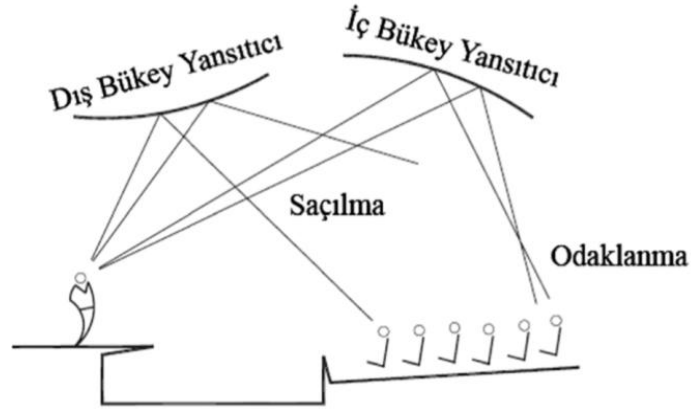
Fiziksel ortamda yayılan ses dalgası, ani bir yoğunluk artışıyla karşılaşınca yansımaya uğramaktadır. Sesin yansımaları çoğunlukla ışığın yansımalarına benzetilir, yüzeyler üzerine gelen ses, yüzeyin geometrik formuna bağlı olarak farklı şekillerde yansımaktadır. Yansıtıcı yüzeyin girinti, çıkıntı ve pürüzleri yüzeye çarpan ses dalgasının dalga boyundan küçükse yansıma düzgün, eşit veya büyükse yansıma yayınlı olmaktadır (Sirel, 1974).

Düzlemsel yüzey üzerine gelen ses ışını yüzeyin normali ile eşit açı yaparak yansımaya uğramaktadır. İçbükey ve dışbükey formlarda ise yüzey üzerine gelen ses ışını, yüzeye çarptığı noktanın teğetinin normaline eşit açı yaparak yansımaya uğramaktadır. İçbükey formda ses bir noktada odaklanırken dışbükey formda ses etrafa yayılmaktadır (Çalışkan, 2008; Kabil, 2018).



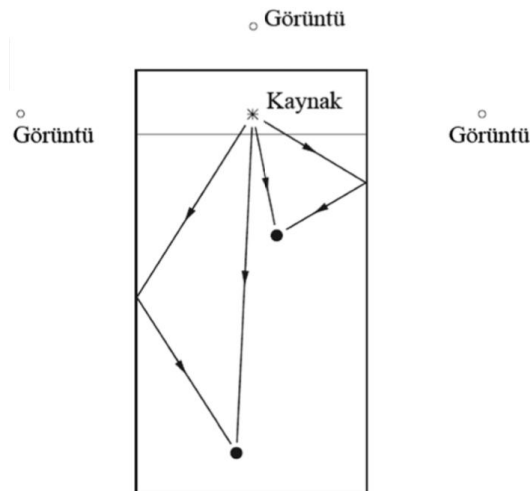
Şekil 2.12. Sesin düzlemsel, iç bükey ve dış bükey yüzeylerden yansımaları (Çalışkan, 2008; Kabil, 2018)

Dışbükey yansıtıcılar gelen sesi dağıttığı için salonlar tarafından tercih edilmektedir. İçbükey yansıtıcılar ise sesi odakladığı için tehlikelidir. Özellikle içbükey yüzeyin odak noktası dinleyici yakınında yer alıyorsa bu yansıma eko gibi algılanmaktadır (Barron, 2009). Mescitlerin üst örtüsünde tercih edilen kubbe gibi içbükey yüzeylerin sorunlara neden olup olmadığı yüzey yarıçapına, kaynakların ve alıcıların konumlarına bağlı olmaktadır.



Şekil 2.13. Yansıtıcı tavan panelleri (Long, 2006)

Erken gelen yansımalar direkt ses geldikten sonra hacmin yüzeylerinden yansıyarak gelmekte ve ayrı ses gibi algılanmamaktadır. Bu tür yansımalar sesin kalitesini arttırdığından hacmin akustik kalitesinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadırlar. Bir yansımanın erken olabilmesi için kulağın işitme süreci ve mekânın işlevine göre değişen kesin bir zaman sınırlaması vardır. Konuşmanın anlaşılabilirliği için 50 msn, müzikte açıklık için 80 msn değeri yaygın olarak kullanılmaktadır. Konuşmaya yönelik hacimlerde yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabilmesi erken gelen yansımaların, gelen tüm ses enerjisine oranının yüksek olmasına bağlıdır ve bu mekânlarda güçlü erken yansımalar istenmektedir. Bu yüzden alıcı noktasının kaynağa olan mesafesinin önemi büyüktür. Direkt sestən 100 msn kadar sonra ulaşan sesler ise çınlayan ses olarak tanımlanmakta ve çok önemli bir hacim akustiği verisi olan çınlama süresini belirlemektedirler. (Barron, 2009).



Şekil 2.14. Bir salonda oluşan yansımalar (Barron, 2009)

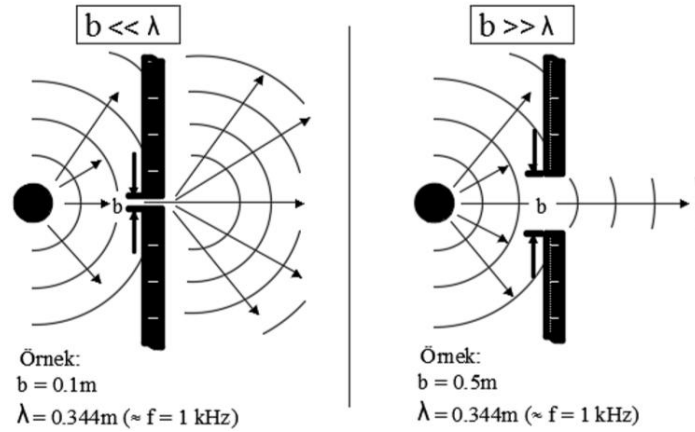
2.5.3. Sesin yutulması

Maddesel bir ortamda ilerlerken bir yüzeye çarpan ses dalgasının emilerek ısı enerjisine veya titreşerek hareket enerjisine dönüşmesi olayı sesin yutulması olarak ifade edilmektedir. Ses gerçekte hiçbir malzemenin yüzeyinden tam bir yansıma gerçekleştiremez ve enerjinin bir miktarı malzemenin oluşum niteliğine göre emilme suretiyle kaybolmaktadır. Bir yüzeyin ses yutuculuk katsayısı, o yüzeye gelen ses enerjisinin yutulan ya da yansıtılmayan oranıdır ve α ile gösterilir. Bu değer; 0 ile 1 arasında değişebilmektedir. Örneğin, akustik bir malzeme, 500 Hz frekansta üzerine gelen ses enerjisinin % 65 'ini yutup, % 35'ini yansıtıyorsa, o malzemenin 500 Hz frekanstaki yutuculuk katsayısı 0.65' tir. Ses yutma katsayısı, malzemenin özelliklerinin yanı sıra ses dalgasının geliş açısına ve frekansa göre değişmektedir. Bir yüzeyin ses yutuculuğu, sahip olduğu ses yutma katsayısı ile yüzey alanının çarpımı sonucu elde edilmektedir (Erol, 2006).

Ses yutucu malzemeler, başta çınlama kontrolü olmak üzere hacimlerde gürültü azalımı ve eko kontrolünde kullanılmaktadır. Mekân içindeki malzeme seçimi, farklı ses yutma alanlarının oluşturulmasında etkili olmaktadır. Mescitlerde özellikle orta-yüksek frekanslarda döşeme kaplama malzemesi olan halılar ve cemaati oluşturan insanlar ses yutma alanını arttırmaktadır (Sü Gül ve ark., 2014).

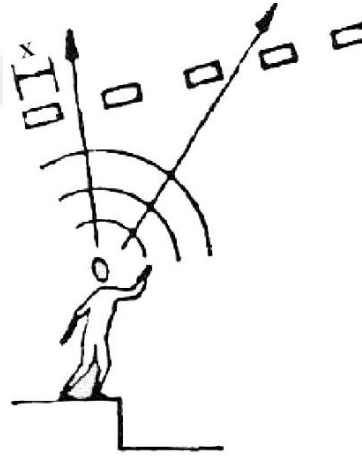
2.5.4. Sesin kırılması

Ses dalgalarının bir engel ile karşılaştığında ya da herhangi bir aralıktan geçerken yön değiştirmesi olayıdır. Ses kırılması, ışıktaki kırılma gibi engelin boyutları ve dalga boyuna göre farklılık göstermektedir. Sesin dalga boyu geçeceği aralığın genişliğinden küçükse, ses bu aralığın çıkışında kırılmaya uğramaktadır. Ancak dalga boyu aralığın genişliğinden büyükse, ses herhangi bir etkiye uğramadan yoluna devam etmektedir (Demirkale, 2007).



Şekil 2.15. Ses dalgasının bir yüzey üzerindeki boşluktan geçişi esnasında kırılması (Çakır, 2013)

Kırılma genellikle düşük frekanslarda söz konusu olup, köşeler, kolonlar, kirişler ve duvarlar gibi engellerde bükülerek uzaklaşmakta ya da saçılmaktadır. Yansıtıcı özelliğe sahip, küçük, üniform ve düzgün yüzeylerde ise istenmeyen kırılma etkileri oluşabilmektedir (Demirkale, 2007).



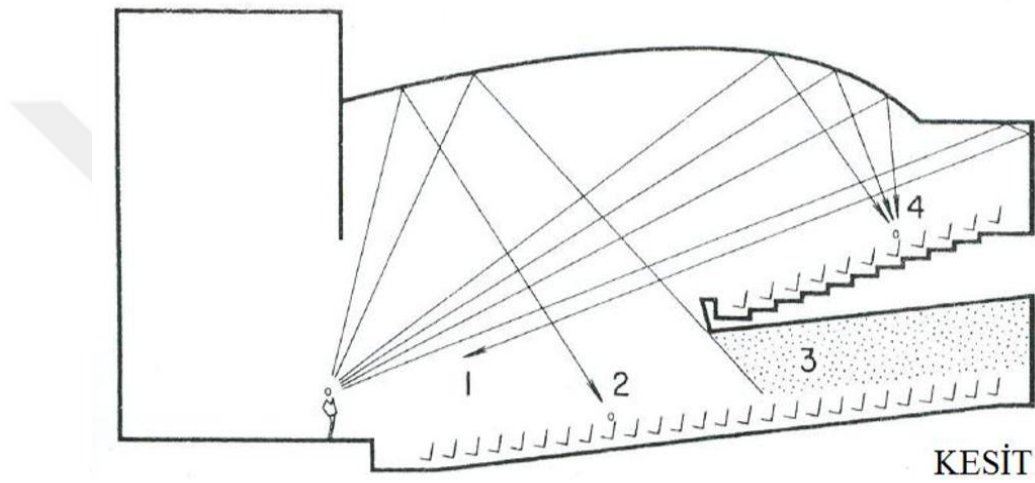
Şekil 2.16. Ses dalgasının engel karşısında kırılması (Çakır, 2013)

2.6. Akustik Kusurlar

Akustik kusurlar, genel olarak işlevi konuşmaya yönelik hacimlerde düşük anlaşılabilirliğe ve genel konforsuzluğa sebep olan durumlar olarak tanımlanmaktadır. Ses kaynağı-alıcı konumu, sesin mekân içerisindeki frekans düzensizlikleri, sesli/sessiz harflerin algılanamaması, hecelerin birbirini örtmesi, sinyal-gürültü oranı ilişkisinin

uygun olmaması gibi etkenler konuşma anlaşılabilirliğini olumsuz etkilemektedir (Özçevik, 2005).

Gecikmiş yansımalar, odaklanma, renklenme gibi alçak frekansların oluşturduğu sorunlar, birbiriyle uyumsuz çınlama karakteristiği gösteren birleştirilmiş alanlar ve cami, oditoryum gibi büyük hacimli mekanlarda bulunan mahfil veya balkonların altlarındaki gölgelenmiş alanlar akustik kusurlara neden olmaktadır. Bu akustik kusurların tamamı aynı anda bir hacim için önemli değildir ve hacimlerin öncelikli işlevini etkilemediği durumlarda kabul edilebilmektedir (Kaygısız, 2019).



Şekil 2.17. (1) eko, (2) uzun gecikmeli yansıma, (3) akustik gölge, (4) odaklanma (Doelle, 1972)

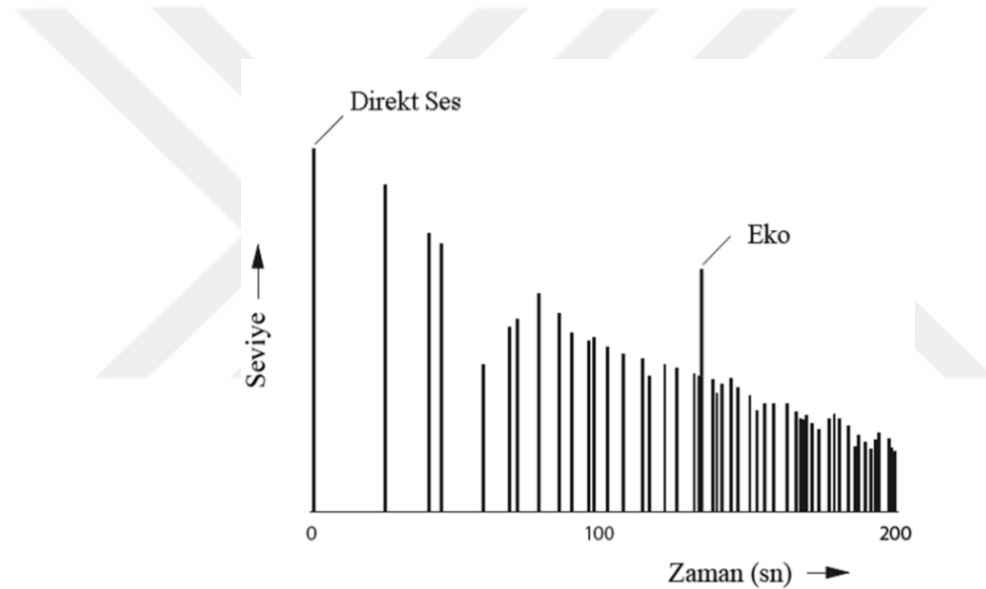
Cami ve mescitlerde karşılaşılabilecek akustik kusurlar eko, tekrarlayan eko, odaklanma, akustik gölge, fısıldayan galeri ve arka plan gürültüsü gibi sorunlardır. Hacimde yeterli ses düzeyi, homojen ses dağılımı ve çınlama kontrolü gibi akustik konfor koşullarının sağlanmasının yanında akustik kusurların oluşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu bölümde bahsedilecek olanlar en yaygın ve zarar veren akustik kusurlardır.

2.6.1. Eko

Eko, gelen sesin bütünü işitildikten sonra alıcıları rahatsız edecek derecede çok yüksek düzeyde ve çok uzun süreli gelen orijinal sesin tekrarıdır. Mekanın arka duvarının saçıcı veya yutucu malzeme ile kaplanması durumunda eko sorunu önlenmektedir (Demirkale, 2007).

Konuşma hacimli bir hacimde, bir yansımanın eko olarak algılanabilmesi için direkt sestən en az 50 msn daha geç gelen yansımanın, benzer yolu olan diğer komşu yansılardan daha belirgin olması gerekmektedir (Barron, 2009). Ekonun oluşması için gerekli olan direkt ses ve yansıyan ses arasındaki zaman farkı; ses kaynağı ve dinleyicinin konumuna, hacmin formuna, kaynak ve yansıtıcı yüzey arasındaki mesafeye, yansıtıcı yüzeyin özelliklerine ve dinleyici kulağının hassasiyetine bağlı olarak değişmektedir.

Eko oluşturan yüzeyler içbükey oldukları zaman eko daha şiddetli olmaktadır. Mescit ve camilerde kullanılan kubbe formu içbükey formu nedeniyle, kubbeye gelen ses enerjisi birçok yansıma yaparak, belli bir gecikmeyle geri dönmektedir. Dolayısıyla hacimde eko ya da gürültü oluşmakta ve anlaşılabilirlik azalmaktadır (Kaygısız, 2019).

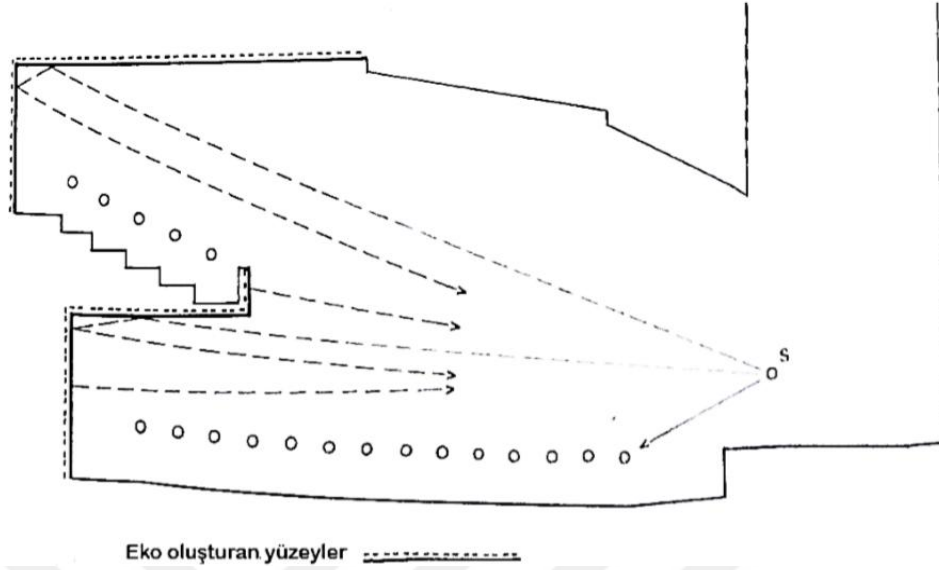


Şekil 2.18. Bir eko ile birlikte yanıt etkisi (Barron, 2009)

Eko ve çınlama aynı şeyler olmayıp eko belirgin bir şekilde duyulabilir orijinal sesin tekrarıdır. Çınlama ise yararlı yansılardan dolayı sesin uzamasıdır ve müzik için genelde yararlı bir etkisi vardır. Uzun gecikmiş yansımalar ekoya benzer ancak gecikme zamanları daha kısadır ve ayrı sesler olarak algılanmazlar, ama orijinal sesin anlaşılmasında bulanıklığa yol açarlar. Direkt ses ile yansıyan sesin izlediği yol arasındaki farkın, konuşma amaçlı hacimlerde 14 m' den, müzik amaçlı hacimlerde 34 m' den büyük veya eşit olduğu durumlarda eko meydana gelmektedir (Demirkale, 2007).

Büyük hacimli salonların bir ucunda bulunan ses kaynağından çıkan ışınların arka duvardan, arka duvar-tavan birleşim noktasından ya da balkon çıkmasından

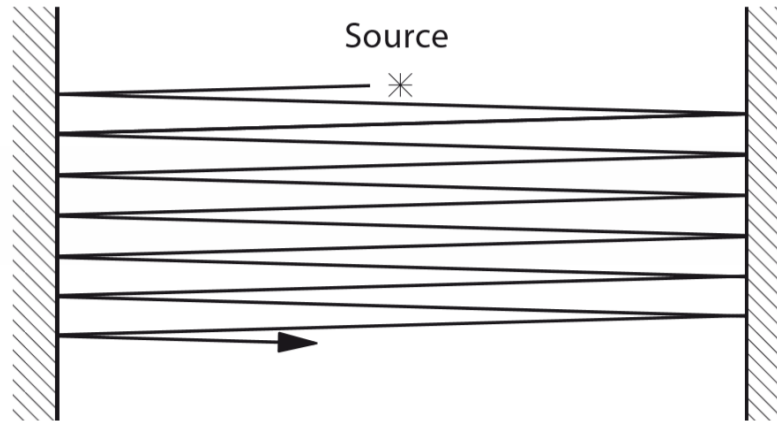
yansıması sonucu, ilk dinleyici sırasında eko duyulmaktadır. Bu durumlarda eko oluşturan yüzeyler ses yutucu malzeme ile kaplanmalıdır. (Moore, 1978).



Şekil 2.19. Salondaki eko olayı (Moore, 1978)

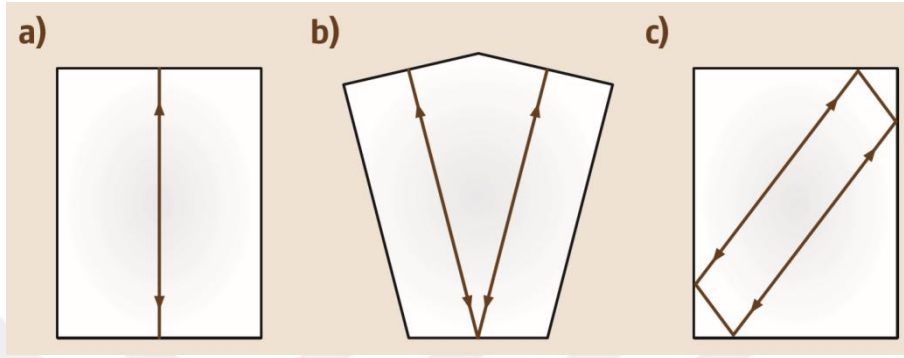
2.6.2. Tekrarlayan yansıma

Birbirine paralel yansıtıcı duvarlar arasında bir sesin tekrar tekrar yansıması sonucu meydana gelmektedir. Kısa ses patlaması yüzeyler arasında gider gelir ve yüzeyler birbirinden uzaklaştıkça ekolar serisinin şiddeti azalmaktadır. Bununla birlikte tekrarlayan eko, ses kaynağı paralel yansıtıcı yüzeyler arasında ise aralarında en az 15 m. olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Ses kaynağının başka bir yerde olması durumunda tekrarlayan yansıma ya çok fazla azalacak ya da kaybolacaktır.

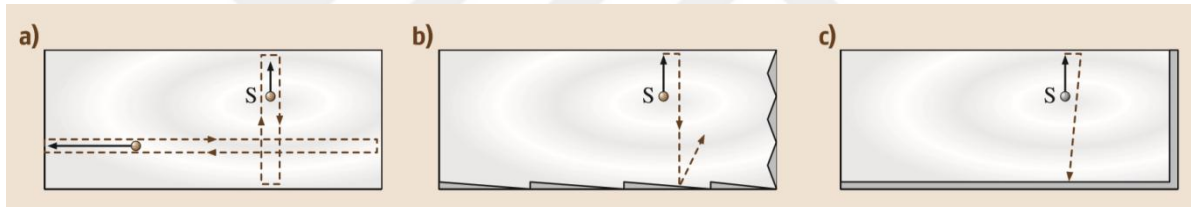


Şekil 2.20. Paralel duvarlar arasında tekrarlayan yansıma oluşumu (Barron, 2009)

Küçük hacimli mekânlarda tekrarlayan yansımalar sesin güçlenmesine neden olabilirken, büyük hacimlerde zamana yayılan uzun bir eko serisi olarak algılanabilirler (Rossing, 2007). Karşılıklı yüzeylerin arasındaki paralelliği bozmak, yüzeylerin en az birini yutucu malzeme ile kaplamak ya da üzerlerinde dışbükey elemanlar kullanmak ile önlenabilir (Yüksel Can, 2008).



Şekil 2.21. Tekrarlayan yansıma neden olan oda şekilleri (Rossing, 2007)



Şekil 2.22. (a) Tekrarlayan yansımalı salon, (b) saçıcı veya (c) yutucu malzeme aracılığıyla alınan önlemler (Rossing, 2007)

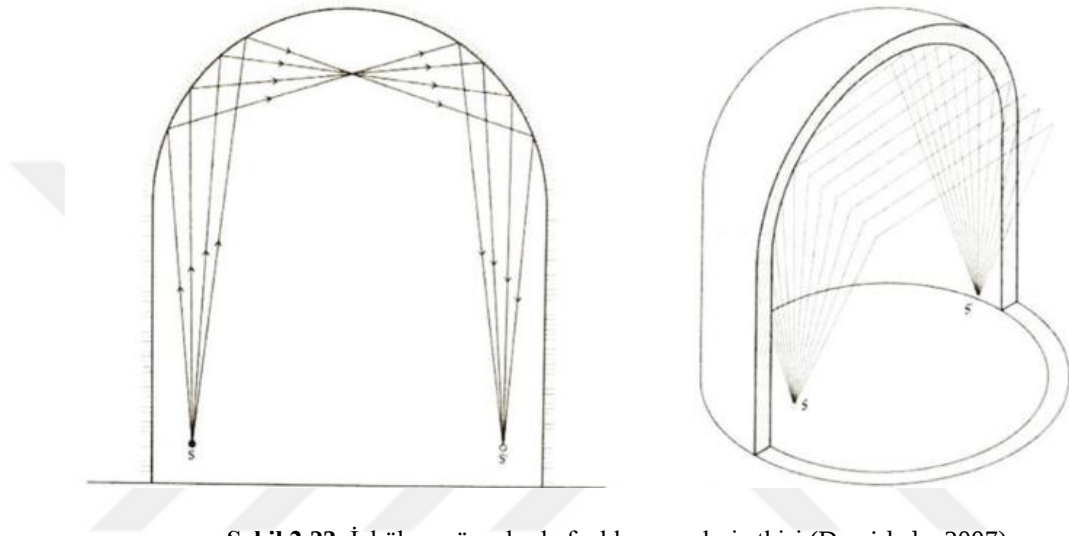
Mescitlerde tekrarlayan yansımayı önlemek için paralel duvarlarda saçıcı elemanlar bulunabilir. Aynı zamanda mahfil olan asma katın varlığı, pencerelerin girintili ya da çıkıntılı olması ve hem geçiş hem süs elemanı olan Türk üçgeni, mukarnas gibi elemanlar sesin saçılmasına yardımcı olmaktadır (Uysal, 2015).

2.6.3. Fısıldayan galeri

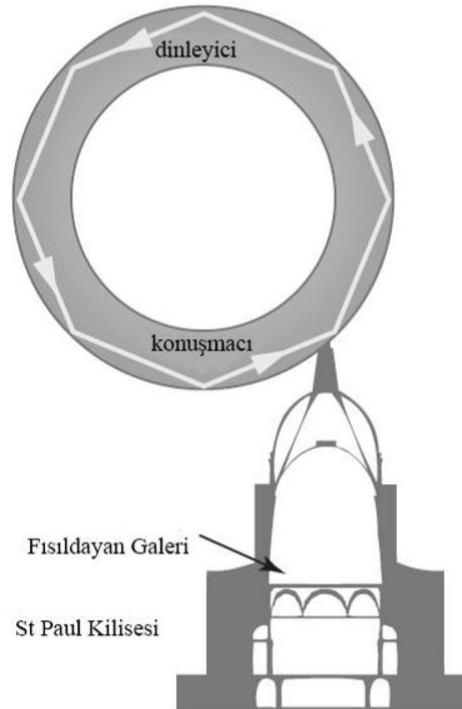
Dairesel bir alanda dış duvara çok yakın ses kaynağı bulunuyorsa, sesin bir kısmı çok dar bir açı ile ilerleyerek defalarca yansıyıp bütün oda boyunca yayılmaktadır. Odanın ters tarafında oturan bir dinleyici bile kaynaktan çıkan sesi rahatlıkla duyabilecektir. Fısıltılı konuşmaların bile duyulabilmesinden dolayı fısıldayan

galeri olarak adlandırılan bu durum, dairesel veya kubbeli alanlarda ortaya çıkmaktadır (Long, 2006).

Mescitlerin tasarımına göre dinleyici alanı, bazen kubbe eteğinin üzerinde, bazen kubbe eteği hizasında yer almaktadır. Dinleyici alanının kubbe eteği hizasında olduğu durumlarda sesin homojen dağılmamasından ötürü, ses kubbe eteklerinde net, orta kısımlarda hiç duyulmamaktadır. Ses kubbe eteğinde bir uçtan başka bir bölgeye istenmeyen bir şekilde ulaşmakta ve akustik bir sorun oluşmaktadır.



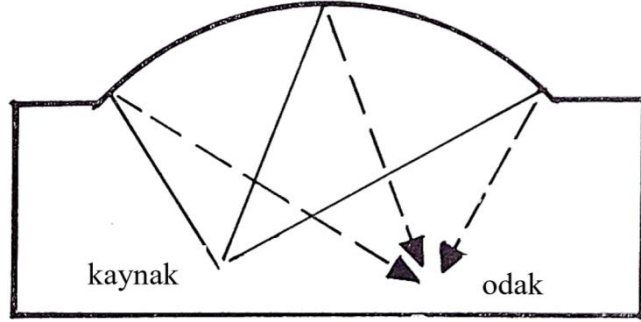
Şekil 2.23. İbüküey yüzeylerde fııldayan galeri etkisi (Demirkale, 2007)



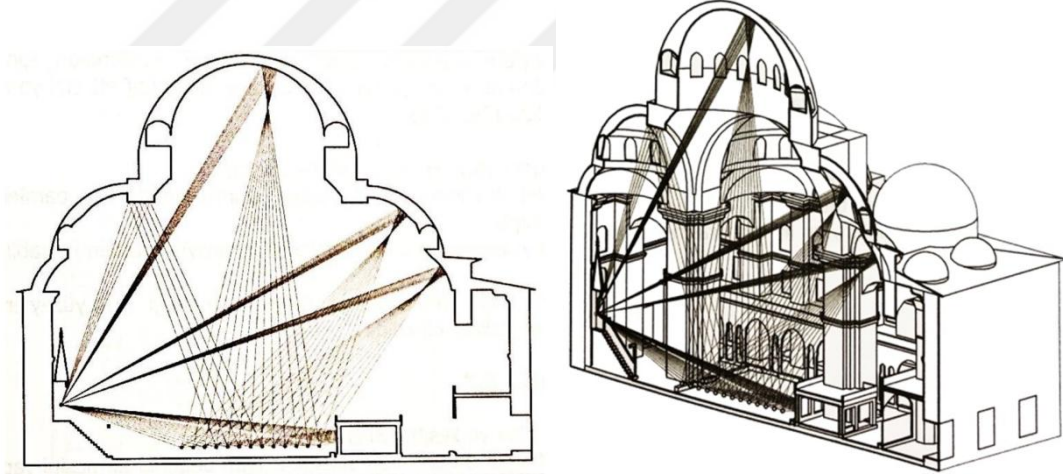
Şekil 2.24. Fııldayan galeri örneği: St. Paul Kilisesi (Uysal, 2015)

6.4. Odaklanma

İçbükey yüzeylerden yansıyan ses ışınları bir noktada odaklanma eğilimindedir. Böylece sesin odaklandığı noktadaki bir dinleyici çok yüksek şiddetli bir sese ya da odak noktasından uzaktaki dinleyici çok az sese maruz kalmaktadır. Beşik tonoz, kubbe ya da kabuk tavan odaklanma probleminin sebebi olabilir (Lawrence, 1970).

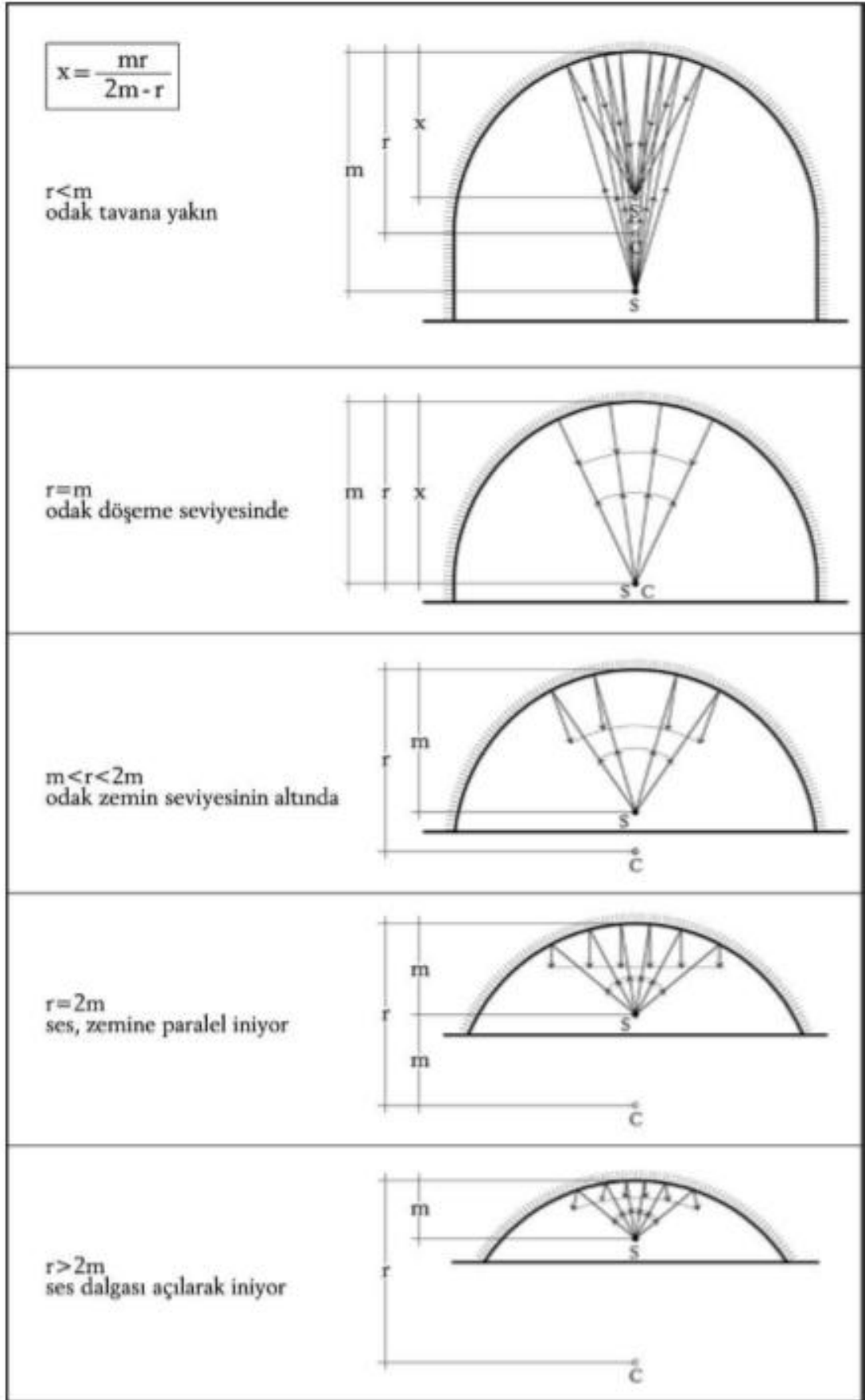


Şekil 2.25. Kubbe ya da kabuk tavan nedeniyle oluşan odaklanma (Lawrence, 1970)



Şekil 2.26. Kubbeli bir camide konuşma eylemi sırasında oluşabilecek odaklanmalar ve yansımalar (Demirkale, 2007)

Mescitlerde kubbe boyutları, odak noktası ve odak noktasının mescit zemininden yüksekliği gibi etkenlerin uygun değer aralığında olmaması odaklanma sorununa neden olmaktadır. Kubbe eğriselliğinin yarıçapı, mescit yüksekliğinin yarısından ($r < h/2$) küçük olursa, odaklanma akustik açıdan olumsuz etkilememektedir. Şekil 2.27, kubbe yarıçapı ve odak noktası arasındaki ilişkiyi şema halinde göstermektedir.

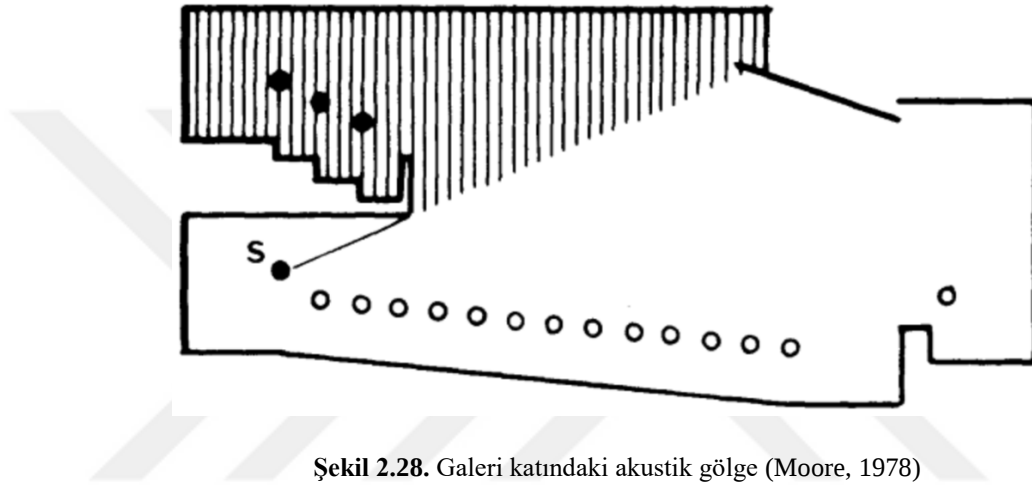


Şekil 2.27. Ses kaynağı- kubbe uzaklığının, odak noktası ile ilişkisi (Demirkale, 2007)

2.6.5. Akustik gölgeler

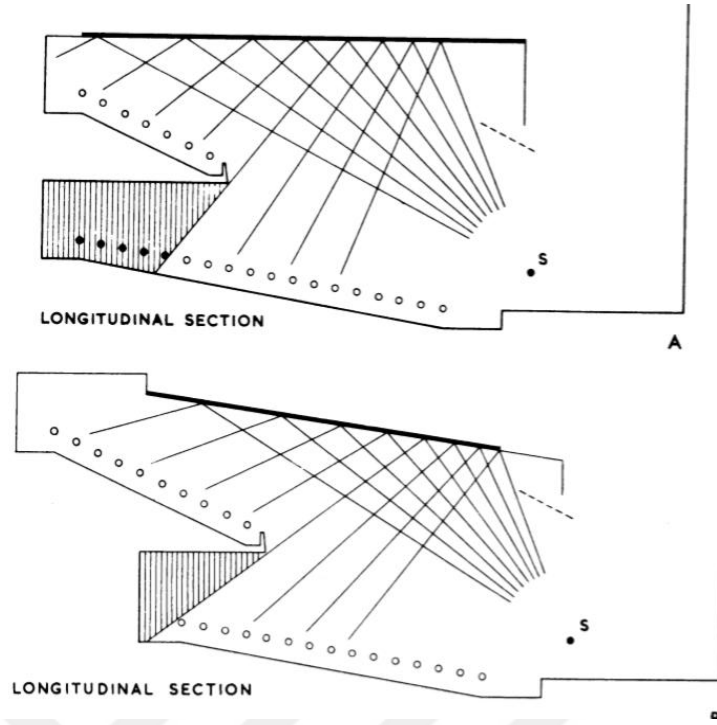
Direkt sesin ya da faydalı ilk yansımaların herhangi bir nedenle dinleyiciye ulaşamaması durumu akustik gölge, başka bir deyişle ölü alan olarak ifade edilmektedir.

Galeri katı olan bir salonda ses kaynağının galeri altında bulunması ile galeride yer alan dinleyiciler direkt sesi alamamaktadır (Moore, 1978). Bazı mescitlerde ses kaynağı olan imamın, mahfilin altında yer alması, ses kaynağından yayılan direkt sesin mahfile ulaşamamasına ve sesin zayıf olmasına neden olmaktadır (Uysal, 2015).



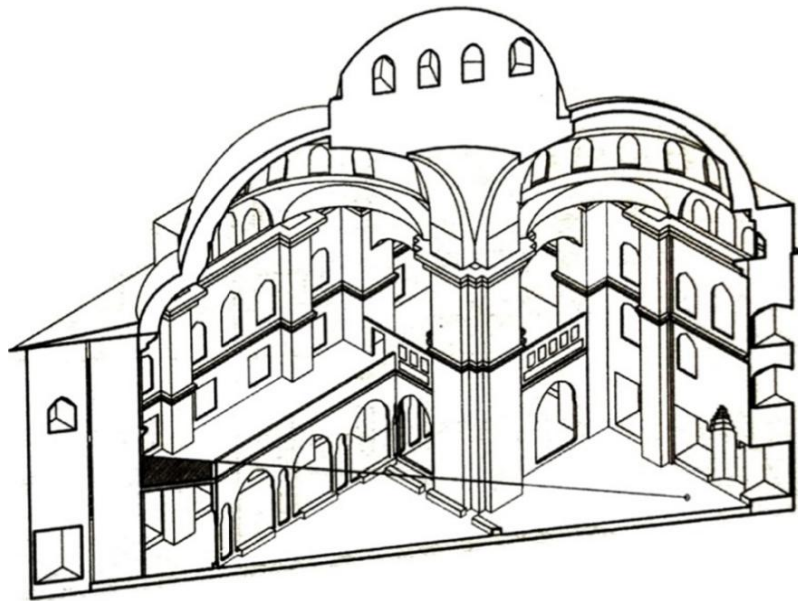
Şekil 2.28. Galeri katındaki akustik gölge (Moore, 1978)

Diğer bir sorun ise salonun galeri katının alt kısımlarına özellikle tavandan gelen yararlı yansımaların iletilememesi ve sesin akustik gölge nedeniyle buralarda zayıf kalmasıdır. Tavanın eğimli hale getirilmesi ve kaynak üstüne yerleşecek yansıtıcı yüzey ile bu sorun iyileştirilebilir (Moore, 1978). Mescitlerde mahfilin altında saf tutan cemaat, tavandan gelen yararlı yansımalarından faydalanamamaktadır (Uysal, 2015).

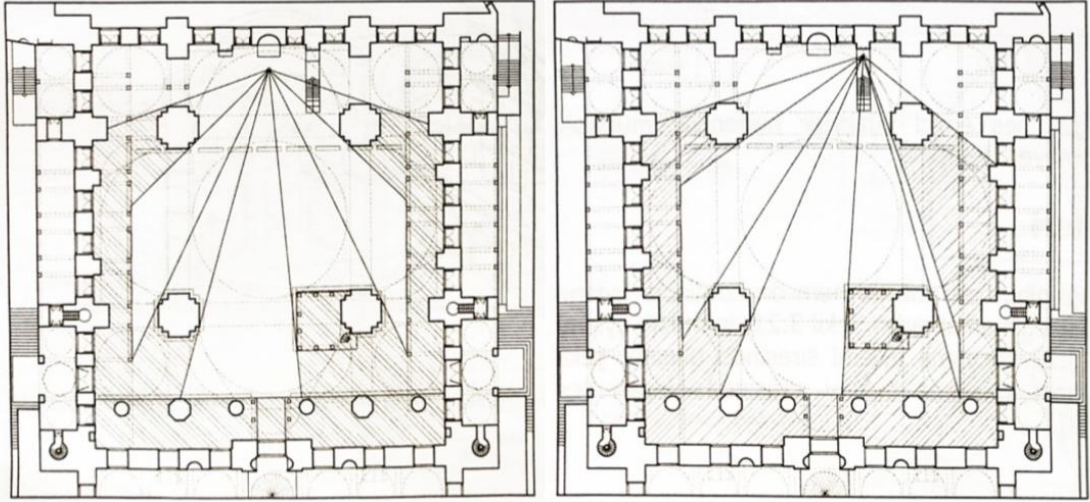


Şekil 2.29. Galeri katından kaynaklı akustik gölge (Moore, 1978)

Mescitlerde mahfilde yer alan cemaat, korkuluklar nedeniyle minber, mihrap ya da kürsüde bulunan ses kaynağından (imam) direkt sesi doğrudan alamamaktadır. Yine kubbeyi taşıyan ayakların ya da tavanı taşıyan kolonların direkt sesi engellemesi nedeniyle bu taşıyıcı elemanlar arkasında kalan alanlar da akustik gölgeye maruz kalmaktadır (Uysal, 2015).



Şekil 2.30. Akustik gölge örneği - kesit perspektif (Demirkale, 2007)



Şekil 2.31. Farklı konumdaki ses kaynaklarının oluşturduğu ses gölgeleri (Demirkale, 2007)

2.6.6. Arka plan gürültüsü

Hacim içinde akustik konforun sağlanabilmesi için en önemli ölçütlerden biri olan arka plan gürültüsü; Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde “bir çevrede incelenen sesler bastırıldığında, verilen konumdaki ve verilen durumdaki geriye kalan toplam ses” şeklinde ifade edilmektedir (ÇŞB, 2010).

Bu gürültü düzeyinin karar verilmesinde genel prensip, hacim içindeki normal aktivitenin yapıldığı esnada, hacim dışındaki bir kaynaktan gelen sesin fark edilebilir olmamasına bakılmaktadır (Lawrence, 1970; Uysal, 2015).

Dini yapılarda özellikle cami ve mescitlerde cemaatin dış dünyadan kopması istenmektedir. Yüksek arka plan gürültüsünü oluşturan izinsiz sesler dini yapılardaki konuşma anlaşılabilirliğini azaltmakta ve sesin maskelenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle dış kaynaklardan oluşan seslerin içeriye girmesi engellenmelidir.

Ülkemiz mevzuatında dini mekanlar için arka plan gürültüsüne yönelik bir sınır değeri bulunmakla birlikte, mescitler için arka plan gürültü seviyesi 34 dBA veya gürültü kriteri NC-25'i aşmamalıdır (Demirkale, 2007).

3. MAHALLE MESCİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN AKUSTİK KONFOR VE TASARIM PARAMETRELERİ

Bir mekânın akustik performansının değerlendirilmesi için hacimdeki temel işlevler, bunları etkileyen faktörler ve oluşumları incelenmelidir. Akustik konfor için ilk olarak istenen ses mümkün olan en iyi koşullar altında duyulmalıdır ve ikinci olarak istenmeyen ses ya da gürültünün (konuşma ya da müzik) mekâna girmesi ya da çıkması önlenmelidir (Ateş, 2007).

Hz. Muhammet (sav) döneminden itibaren, İslam coğrafyasındaki yapılı çevrenin en önemli öğelerinden biri olan camiler, hem toplumsallığın (cemaat ile namaz kılmak) hem de birlik hissinin (Kur'an-ı Kerim'in okunması; mevlit, ilahiler vb.) önem kazandığı yapılardır. Tez kapsamında incelenmiş olan Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitleri ise mahalle arasında inşa edilmiş, genellikle tek kubbeli, camilere göre daha küçük ölçekli ve daha sade planlanan mimari ürünler olarak nitelendirilmektedir. Geçmişte üstlendiği fonksiyon ve içinde yer alan mimari öğeler bakımından camilerden ayrıldığı noktalar bulunmaktadır. Ancak günümüzde barındırdığı mimari öğeler ve işlev bakımından camilere benzemektedir.

Mahalle mescitlerinde konuşmanın anlaşılabilirliği işlev olarak birinci öncelik olmasına rağmen, klasik bir konuşma eyleminin gerçekleştiği bir salon değildir. Aynı zamanda dini musikinin icrası sırasında uhrevi duygunun hissedilebilmesi istenmektedir. Bu yüzden mescitlerde hem konuşma hem dini musiki eylemleri için düşünülmesi gereken genel gereksinimlerin ortaya konulması önem taşımaktadır (Uysal, 2015).

Optimum akustik performans için gerekli olan işitsel gereksinimler şunlardır:

- Sesin işitilebilirliği: Kaynağın sesini, yeterli düzeyde olup bütün dinleyiciler işitebilmelidir.
- Konuşma anlaşılabilirliği: Dinleyicinin konumundan bağımsız olarak bütün konuşma sesleri anlaşılabilir olmalıdır.
- Harf vurgularının algılanması: Kur'an-ı Kerim ayetleri okunurken bazı sesli ve sessiz harflerin vurgusu tam olarak algılanmalıdır.
- Konuşmacı sesinin doğallığı: Dinleyiciler ses kaynağının yerini belirleyebilmeli ve böylece doğallık duygusu korunmalıdır (Othman ve Muhamed, 2012).

- Arka plan gürültü seviyeleri: Küçük ibadethanelerde NC 30 (35dBA), büyük ibadethanelerde NC 25 (30 dBA)'ya göre tasarlanmalıdır (Long, 2006).

Bu bölümde, mahalle mescitlerinin akustik konfor değerlendirilmesinde kullanılacak tasarım prensipleri, hacim akustiği nesnel parametreleri ve literatürden derlenen optimum değer aralıkları açıklanmıştır.

3.1. Tasarım Parametreleri

Mahalle mescitlerinin hacim akustiğinin değerlendirilebilmesi için, öncelikle hacim içerisinde gerçekleşen eylemlerin, kaynak-alıcı noktası konumlarının ve mescitlerin ihtiyacı olan işitsel konfor gereksinimlerinin anlaşılması gerekmektedir.

3.1.1. Mescitlerde yer alan eylemler

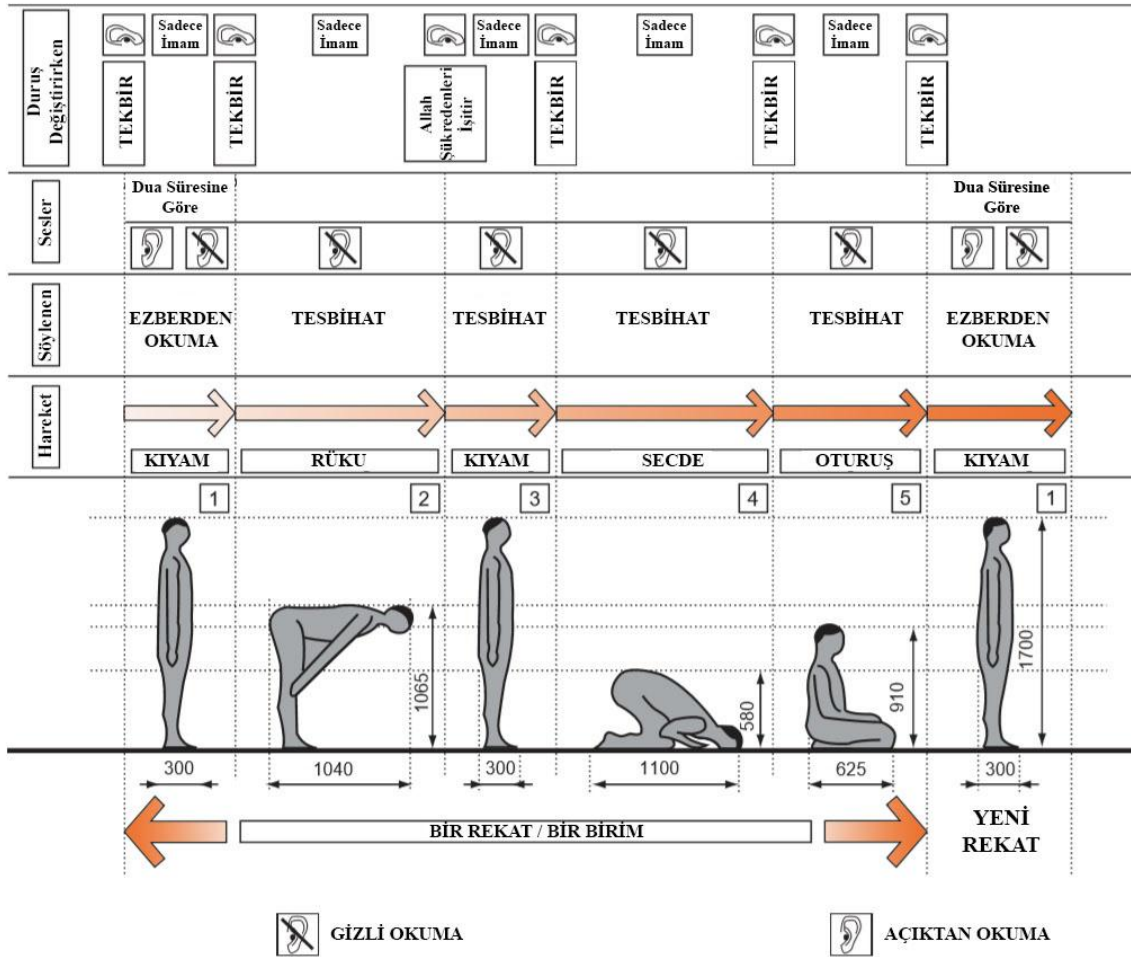
İslam coğrafyasının ibadet yapılarından olan mahalle mescitleri Müslümanların hem bireysel hem de cemaat olarak ibadet edebileceği toplanma mekanıdır. Mescit tasarımı esas olarak ibadetlerin nasıl yapıldığına göre şekillenmektedir. Mescitte yer alan eylemler;

- Günlük Namaz Eylemi
- Cuma Namazı Eylemi
- Cuma Hutbesi Eylemi
- Vaaz Eylemi
- Kur'an-ı Kerim, İlahi veya Mevlid-i Şerif Okunması Eylemi.

Hem konuşma hem dini musiki işlevlerini bir arada bulunduran mescitlerde konuşmanın duyulabilirliği ve anlaşılabilirliği önemli olup, yapılan ibadetin de ruhani yönüyle tatmin edici olması sağlanmalıdır.

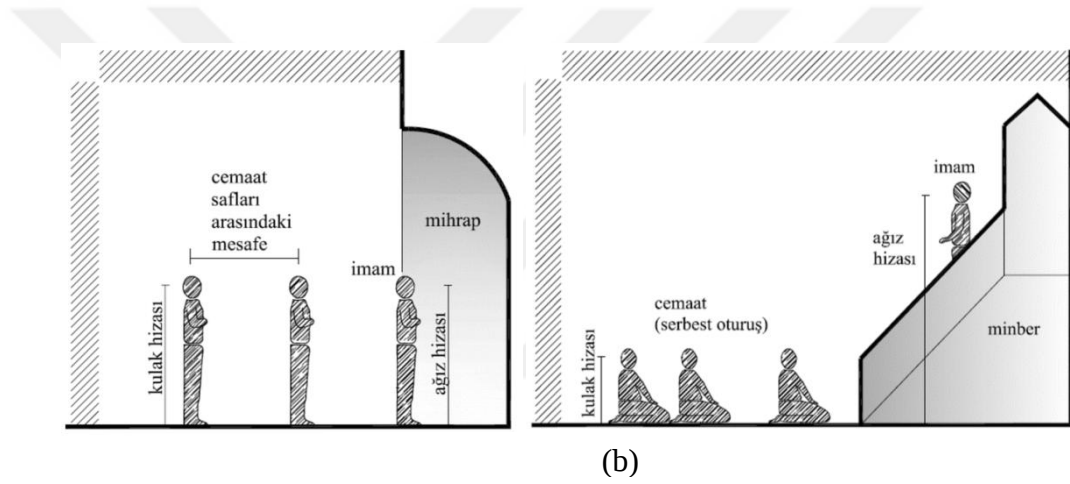
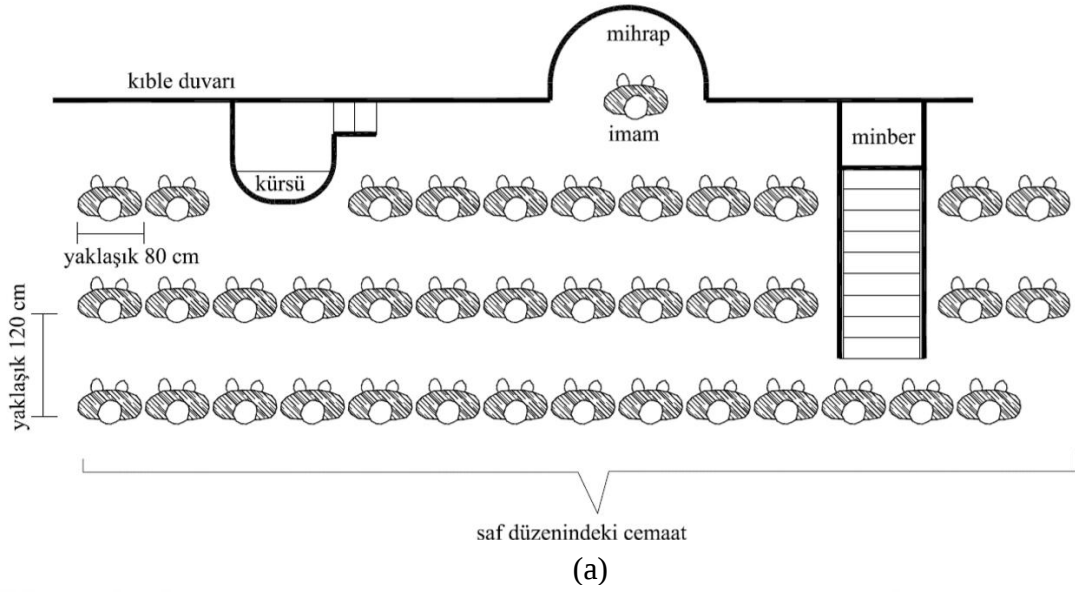
Namaz eylemi kişinin bireysel ya da cemaat içinde namaz kılarken alması gereken pozisyonudur. Cemaat mihraba paralel yaklaşık 1.20 m aralıklarla imamın arkasında saflar oluşturur ve sırasıyla kıyam (ayakta durma), rüku (öne eğilme), secde (yüz üstü yere kapanma) ve kade-i ahire (oturuş) namaz hareketlerini gerçekleştirmektedir. Bireysel namaz da aynı hareketler kişisel olarak yerine getirilmektedir.

Kılınan namazın vaktine göre; günlük vakit namazları (sabah, öğle, ikindi, akşam ve yatsı namazları) ile Cuma namazı ve bayram namazı olarak isimlendirilmekte ve vaktine göre rekat sayıları farklılık göstermektedir. Mescitler genellikle günlük vakit namazlarında tamamen dolmazken, Cuma ve bayram namazlarından tamamen dolmaktadır. İmam bütün namazlarda bir hareketten diğerine geçerken duaları açıktan okuyup, bazı namazlarda kıyamda Kuran-ı Kerim'i gizli okumaktadır. Şekil 3.1 bir rekatta yapılan ibadet pozisyonlarını ve ölçülerini göstermektedir.



Şekil 3.1. Namaz esnasındaki eylemler (Ölçüler mm' dir.) (Elkhateeb ve İsmail, 2007)

Vaaz eylemi de kişilerin imamın vaaz verdiği veya Cuma ve bayram günleri minber üzerinde hutbe okuduğu sırada mescit zeminine rastgele oturdukları pozisyonudur. Şekil 3.2-a cemaatin ve imamın ibadet esnasındaki plan görünüşünü, Şekil 3.2-b ise kesit düzleminde cemaat ve imamın Cuma namazı ve Cuma hutbesi esnasındaki duruşunu göstermektedir.



Şekil 3.2. Cuma namazı ve Cuma hutbesi esnasında imam ve cemaatin yerleşimi

a) Cuma Namazı Plan görünümü b) Cuma namazı ve hutbesi kesiti

(Uysal, 2015)

Dalgalar halinde yayılan ses enerjisi, konuşma esnasında konuşmacının etrafında eşit olarak yayılmamaktadır. Bu yüzden konuşmacının arkasına ya da yanına oturan dinleyici konuşmayı anlamakta zorlanmaktadır, çünkü önemli yüksek frekans bileşenleri direkt ses olarak dar bir açıyla yayılma eğilimindedir. Düşük frekanslı sesler ise daha eşit yayılmaktadır. Ses kaynağı etrafında yansıtıcı yüzey bulunması konuşmanın anlaşılabilirliğine yardımcı olmaktadır. Ancak yüksek frekans sesler düşük frekans seslere oranla, malzemeler ya da hava ile kolayca emilmektedir (Lawrence, 1970; Uysal, 2015).



Şekil 3.3. Yatay düzlemde konuşmanın yayılması (Lawrence, 1970; Uysal, 2015).

Mescitlerde cemaatle kılınan namaz esnasında da benzer bir durum ortaya çıkmaktadır. İmam cemaate sırtı dönük namazı kıldırıldığı için, mihrabın yansıtıcı yüzeylerden oluşması, sesin yansyarak arka tarafa ulaşması açısından önem taşımaktadır.

3.1.2. Kişi başına düşen alan ve hacim

Hacim büyüklüğü tasarımda ilk olarak ele alınması gereken konudur ve mekanın işlevi ile kişi başına düşen hacim baz alınarak belirlenmektedir. Genel olarak mekânların hacminin artması, yansıyan seslerin yolunu uzatmakta ve ses düzeyinde azalmaya neden olmaktadır. Bu nedenle kişi başına düşen hacim azaldıkça, her dinleyiciye gelen ses enerjisi artmaktadır (Doelle, 1972; Balcı, 2007).

Konuşma işlevinde çınlama süresi düşük olduğundan, kişi başına düşen ideal hacim küçük olup, 2.3-4.3 m³ arasında değişmektedir. Müzik işlevi için bu değer 4.5-11.3 m³, karma kullanımlar için 5.1-8.5 m³ değerleri arasında farklılaşmaktadır (Kaygısız, 2019).

Çizelge 3.1. Farklı işlevli hacimler için tavsiye edilen kişi başına düşen hacim miktarı (m³)
(Long, 2006; Kaygısız, 2019)

Mekan İşlevi	Minimum	Ortalama	Maksimum
Konuşma Odası	2,3	3,1	4,3
Konser Salonu	6,2	7,8	10,8
Opera Salonu	4,5	5,7	7,4
Kilise/Sinegog	5,1	7,2	9,1
Oditoryum	5,1	7,1	8,5
Sinema	2,8	3,5	5,1
Mescitler (Abdou, 2003a)	3,0	4,0	5,0
Mescitler (Elkhateeb ve ark., 2015)	6,0	8,0	10,0

Mescitlerde geleneksel olarak kullanılan kubbenin tavan yüksekliğini arttırması ya da mescitlerde estetik olarak yüksek tavan istenmesi çınlama süresinin ve kişi başına düşen hacmin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle optimum parametre değerlerini sağlamak için dikkat etmek gerekmektedir (Uysal, 2015).

Namaz esnasında bir kişinin ihtiyacı olan alan yaklaşık 0,80 m x 1,2 m = 0,96 m²'dir ve mescitlerin cemaat kapasitesi, ibadet alanının kişi başı ibadet alanına bölünmesi ile elde edilmektedir (Abdou, 2003b).

3.1.3. Mescitlerde kaynak ve alıcı noktaları

Tüm mekânlarda olduğu gibi mescitlerde de yer alan ses kaynağı ve dinleyicilerin bulunduğu yerler akustik açıdan önem taşımaktadır. Mescitlerde ses kaynağı konumunda, namaz kıldırان veya konuşmaları yapan erkektir. Erkek konuşmacılar için yumuşak bir konuşma seviyesi 55 dB, normal bir konuşma seviyesi 65-70 dB, yüksek sesli bir konuşma seviyesi yaklaşık 75 dB seviye öngörülmektedir. Bu seviyeler, konuşmacının 1m uzağında ve önünde yapılan ölçümlerdir (Utami, 2005; Kaygısız, 2019).

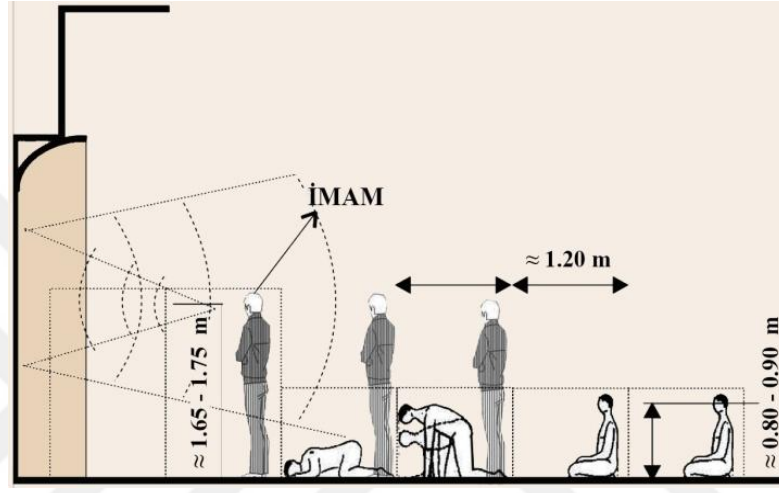
İmam genellikle yüksek seviyede konuşma eğiliminde olup, namaz esnasında ibadet edenlerin en önünde durarak namazı yönettiği, mihrap ve hutbe esnasında üzerine çıkıp cemaate konuşma yaptığı minber olmak üzere iki konumda yer almaktadır. İmanın yerden yüksekliği ise iki konumda da bulunduğu zeminden 150-160 cm yüksekliğindedir (İlban, 2016).

Mescidin cemaatini oluşturan her insanın kapladığı hacim; mekanın toplam hacmini azaltıp, toplam ses yutuculuğunu arttırmaktadır. Dolayısıyla çınlama süresi üzerinde azaltıcı bir etki yapmaktadır. Mescitlerin doluluk oranı Cuma ve bayram

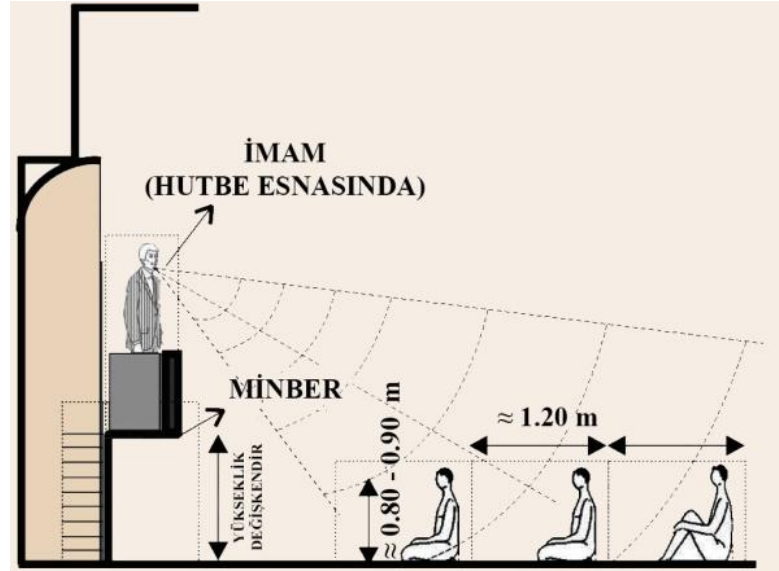
namazlarında tamamen dolu, günlük vakit namazlarında ise 1/3'ü dolu olarak kabul edilmektedir (Abdou, 2003b).

Hacim içerisinde alıcıların yerini belirlerken, herhangi iki dinleyici arasında en az 2 metre ve bir dinleyici ile ses yansıtıcı yüzey arasında ise en az 1 metre mesafe olmasına dikkat edilmelidir (Kaygısız, 2019).

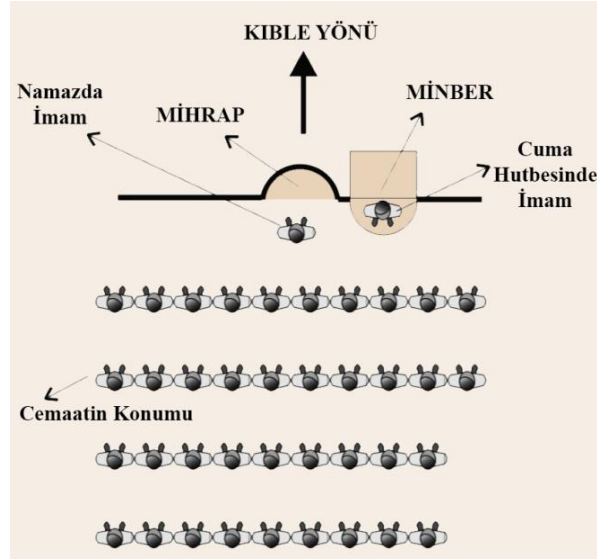
Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 mescitte iki farklı dini ibadeti gerçekleştirirken cemaatin duruşlarını ve imamla ilişkili yönelimlerini göstermektedir.



Şekil 3.4. Cemaat bireysel ya da toplu namaz kılarırken- Kesit (Orfalı, 2007)



Şekil 3.5. Cemaat cuma hutbesi dinlerken- Kesit (Orfalı, 2007)



Şekil 3.6. Cemaat bireysel ya da toplu namaz kılariken- Plan (Orfalı, 2007)

Çizelge 3.2, mescitlerde yer alan eylemlerde bir dinleyicinin plan düzleminde kapladığı alanı ve kulak seviyesinin düşey mesafesini göstermektedir.

Çizelge 3.2. Harimde farklı eylem türleri için dinleyici alanı açıklamaları (Kaygısız, 2019)

Eylem Türü	Dinleyici Konumu	Kulak Seviyesi (Düşey Mesafe)	Bir Dinleyici Alanı (Yatay Mesafe)
Namaz	Secde	20-25 cm	80x120 cm ²
Namaz	Rükû (Eğilme)	110-120 cm	80x120 cm ²
Namaz	Kıyam (Ayakta Durma)	165-175 cm	80x120 cm ²
Hutbe	Oturma	80-90 cm	80x120 cm ²

3.1.4. Mescitlerin akustik konfor gereksinimleri

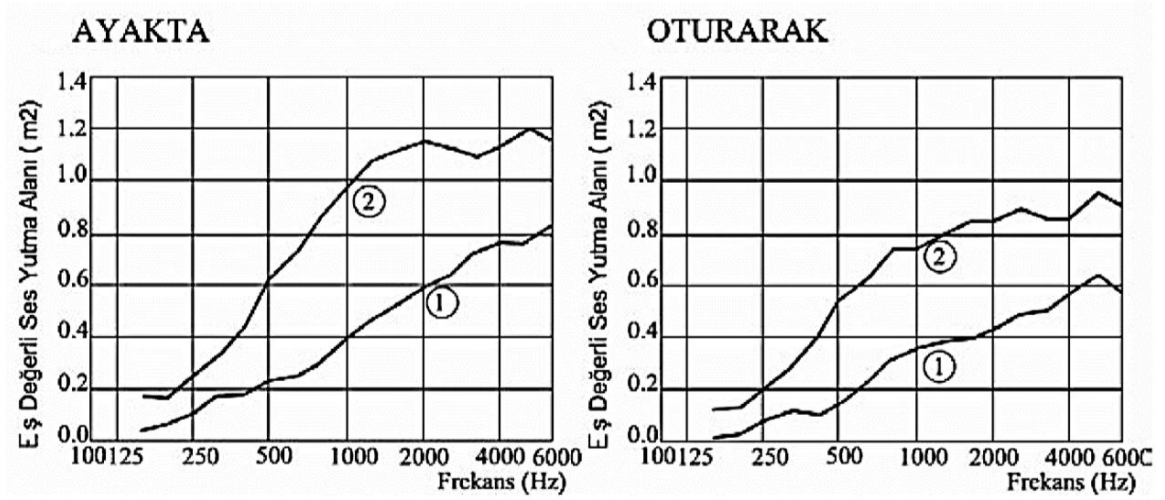
Mahalle mescitleri hem konuşma hem de dini musiki eylemlerini bir arada barındıran mekânlardır. Mescitlerin akustiği için gerekli temel hususlar; imamın namazdaki emirlerinin, hutbede verdiği dua ve konuşmanın, okuduğu Kur'an-ı Kerim'in anlaşılabilirliği ve işitilebilirliğidir. Başka bir husus ise dini musikinin icrası sırasında anlaşılması ve uhrevi duygunun hissedilebilmesidir (Mohammad, 2017).

Temel olarak ana faaliyetlerin amacı konuşma anlaşılabilirliği olarak görülmektedir. Konuşma anlaşılabilirliği, konuşmanın farklı konumlardaki dinleyiciler tarafından ne kadar iyi anlaşılabilirdiğinin ve sesin açık bir şekilde ulaşmasının bir ölçüsüdür. Sesin işitilebilirliği, sesin bütün dinleyicilere eşit bir şekilde ulaşması anlamına gelmektedir (Kaygısız, 2019).

Mescitleri diğer konuşma amaçlı hacimlerden ayıran özellikler; mescitlerin biçimi, kullanılan ses kaynaklarının doğası ve dinleyicilerin eylemlerinin etkisidir. Mahalle mescitleri genelde kare ya da dikdörtgen formunda olup, içerisi cemaatin dikkatinin dağılmasını önlemek amacıyla daha sade planlanmıştır. Kible duvarının merkezinde mihrap, hemen sağında minber, zemininde de halı bulunur. Klasik konuşma amaçlı salonlar ise genellikle hem plan şeması hem de üst örtü olarak farklı formlarda yapılabilir. Çınlama süresini kontrol edebilmek amacıyla da duvar ve tavanlar ses yutucu malzeme ile kaplanır, zeminleri basamaklı veya eğimlidir.

Mescitlerdeki tek ses kaynağı olan imam erkektir ve kaynak olarak iki farklı konumda yer almaktadır. Birincisi namaz sırasında cemaati arkasına alarak kibleye dönük ya Kuran'ın bazı ayetlerini okumaktadır ya da duruşta değişiklik bildiren emirleri söylemektedir. İkincisi ise minbere çıkıp cemaate dönerek hutbesini gerçekleştirmektedir. Kur'an-ı Kerim okunmasının iki metodu vardır. Bunlar Mojawad denilen çok yavaş ve Moratal denilen yavaş hızda okuma yollarıdır. Arapça çok karmaşık ünsüzlere sahip olmasına rağmen normal bir konuşmaya göre kıyaslanırsa, çınlama süresi uzun olan mescitlerde bile Kuran'ın anlaşılabilirdiği ortaya çıkmıştır. Çünkü her ibadet eden kişi Kuran'ı tamamen ya da kısmen bildiği için, zor akustik durumlarda dahi imam tarafından okunanı takip etmesi kolaydır. Bu yönüyle dinleyicilerin konuşmacının neyi ifade etmek istediğini bilmediği klasik konuşma odalarından farklılık göstermektedir (Elkhateeb ve ark., 2015).

Mescitlerde cemaati oluşturan kişiler en önemli yutucu yüzeydir. Hatta cemaatin namazdayken ayakta durma eyleminin yutuculuk değeri, secde eylemindeki yutuculuk değerinden daha fazladır. Bu, dinleyicilerin oturduğu ve sabit bir yutuculuk değeri gösterdiği konuşma amaçlı salonlar ile mescitlerin ayrıldığı diğer bir özelliktir.



Şekil 3.7. İnsanların frekanslara göre yutuculuk katsayıları (Uysal, 2015)

Toplumsal bir hacim olan mescitlerin fonksiyonları göz önüne alındığında, mescitlerin akustiğinden beklenen nitelikler:

- hacim içinde yeterli düzeyde ses yüksekliği,
- mescit içinde farklı frekanslarda (oktav bantlarda) birbirine yakın ses yutma alanı değerleri,
- mescit içindeki dinleyici konumlarında homojen/ eşdeğer ses dağılımı,
- verilen vaaz ve hutbelerin anlaşılabilirliğini sağlayacak orta ve yüksek frekanslarda (tiz seslerde) düşük çınlama süreleri,
- mevlit ve ilahilerin okunmasında uhrevi duyguyu geliştirmeyi sağlayacak düşük frekanslarda (bas seslerde) daha uzun çınlama süreleri,
- yankı ve ölü noktalar gibi akustik kusurların en aza indirgenmesi,
- konuşmanın anlaşılabilirliğini bozmayacak düzeyde arka plan gürültüsü istenmektedir (Sü Gül ve ark., 2014).

3.2. Nesnel (Objektif) Parametreler

Mahalle mescitlerinde ideal akustik konfor şartlarının sağlanması, konuşmanın duyulabilirlik ve anlaşılabilirlik koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Hacim akustiği araştırmalarında bir mekânın akustik açıdan kalitesinin belirlenmesinde iki ana parametre dikkate alınmaktadır. Bunlar sesin nesnel parametreleri ve öznel parametreleri olarak iki grup altında incelenmektedir. Dinleyicinin işitsel algılama, hassasiyetine ve psikolojisine göre değişen öznel parametreler, fiziksel olarak

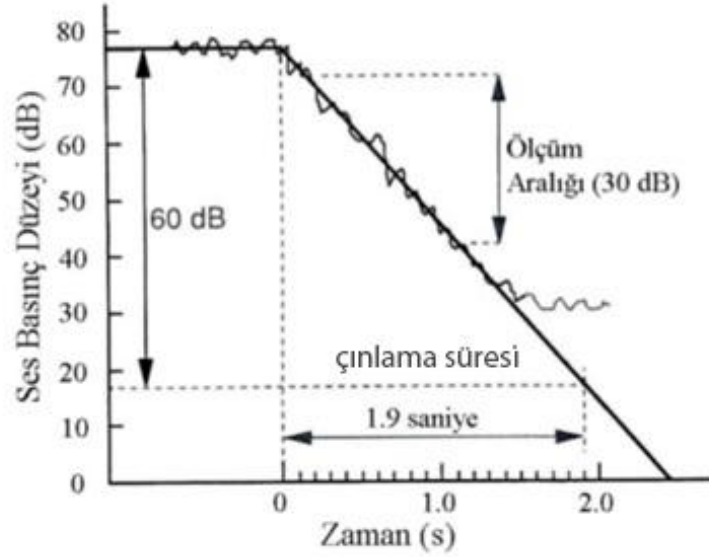
ölçülebilen sonuçlar veremediği için değişkenlik göstermektedir. Modern ölçüm teknikleri ve cihazların da gelişimiyle beraber mekânların akustik niteliklerinin pratik ve objektif olarak değerlendirilebilmesi amacıyla nesnel parametreler geliştirilmiştir. Nesnel parametreler, öznel parametreleri bilimsel olarak ölçmeye ve değerlendirmeye yardımcı olup kişisel beğeniler yerine matematiksel veriler elde edilmektedir (Kurtulan, 2009).

Bu çalışma kapsamında yalnızca hacimlerin nesnel değerlendirmesinde kullanılan parametreler olan; çınlama süresi (RT), erken düşme süresi (EDT), ayırt edilebilirlik (D50), netlik parametresi (C80-C50), erken yanal enerji oranı (LF80), ses basınç seviyesi (SPL), güç (G), ilk yansıma aralığı (ITDG), bas oranı (BR), konuşma anlaşılabilirliği parametreleri ayrıntılı olarak açıklanmış ve bu parametrelerin literatürdeki optimum değerlerine yer verilmiştir.

3.2.1. Çınlama (reverberasyon) süresi (RT)

Kapalı hacimlerde ses kaynağından çıkan direkt ses ile ardından gelen erken ve geç yansımalar hacmi doldurmaktadır. Mekânın iç yüzeylerinden yansıyan ve yutulan seslerin düzeylerinin eşitlenmesiyle denge konumuna ulaşılmaktadır. Ses kaynağı açık kaldığı sürece ses düzeyinin denge konumunda bir değişiklik gözlenmemektedir. Kaynağın kapatılmasıyla beraber hacimdeki ses varlığının ardışık yansımalarla devam etmesi çınlama, hacim içerisindeki ses seviyesinin 60 dB azalması için gerekli olan ve mekandaki sesin duyulmaz hale gelmesine kadar geçen süre çınlama (reverberasyon) süresi olarak tanımlanmaktadır (Mehta ve ark., 1999). Çınlama süresi "RT" ya da "T" olarak gösterilip, sn cinsinden ifade edilmektedir.

Günümüzde hacim içerisinde arka plan gürültüsünün üzerine çıkacak 60 dB'lik bir ses düzeyinin üretilmesi zor olduğu ve çınlama süresinin daha küçük bir aralığa göre değerlendirilmesi için ses kaynağının kapatılmasından sonraki ilk 5-35 dB arasındaki düşüş için geçen süre T30 olarak ölçülmekte ve 2 ile çarpılarak RT ile karşılaştırılabilir düzey getirmektedir. Aynı şekilde T20 için de ilk 5-25 dB arasındaki düşüş dikkate alınmakta ve 3 ile çarpılarak RT ile karşılaştırılmaktadır (Balcı, 2007).



Şekil 3.8. Ses düşüş eğrisi ve çınlama süresi (T60-T30) (Barron, 2009)

Çınlama süresini belirlemek amacıyla farklı akustikçiler tarafından yapılan çalışmalar sonucunda çeşitli hesaplama yöntemleri önerilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanları Wallace Clement Sabine ve Carl Eyring'in tarafından önerilen hesaplama yöntemleridir. Bu hesaplama yöntemlerinden hangisinin tercih edileceği bir takım koşullara bağlıdır. Eyring bağıntısının doğru sonuç vermesi için hacimdeki tüm yüzeylerin yutuculukları mekân içerisine eşit dağılmış olmalı ve malzemeler tek parçalı, büyük yüzeyler yerine; küçük yüzeyli, dağınık şekilde kullanılmalıdır. Sabine ise 20. yüzyılın başında çınlama süresi ile ilgili ilk araştırma yapan ve hesaplaması en çok kullanılan fizik profesörüdür. Sabine bağıntısının da doğru sonuç vermesi için her mekân iç yüzey parçacığına her zaman biriminde eşit ses gücünün gelmesi yani ses alanının tam yaygın olması gerekmektedir (Sirel, 1981; Kara, 2009). Yaygın olarak kullandığımız yutuculuk katsayıları, genellikle Sabine bağıntısına uygulanacak biçimde olmaktadır.

Sabine tarafından gerçekleştirilen akustik çalışmaların sonuçlarını özetlemek gerekirse; çınlama süresi, ses kaynağı kapatıldıktan sonra kuramsal olarak tüm hacimde eşittir ve ses kaynağının konumundan bağımsızdır. Çınlama süresinde bir yutucu yüzeyin etkisi kuramsal olarak hacimdeki yerinden bağımsızdır. Bu teorilerle çınlama süresi formülü hacim ve toplam yutuculuğa bağlı olarak şu şekilde geliştirilmiştir (Türk, 2011).

$$RT = \frac{0.16 V}{(S_A \cdot \alpha_A + \Delta A)} \quad (3.1)$$

RT : Çınlama Süresi (sn)

V : Hacim (m^3)

S_A : Toplam Yüzey Alanı

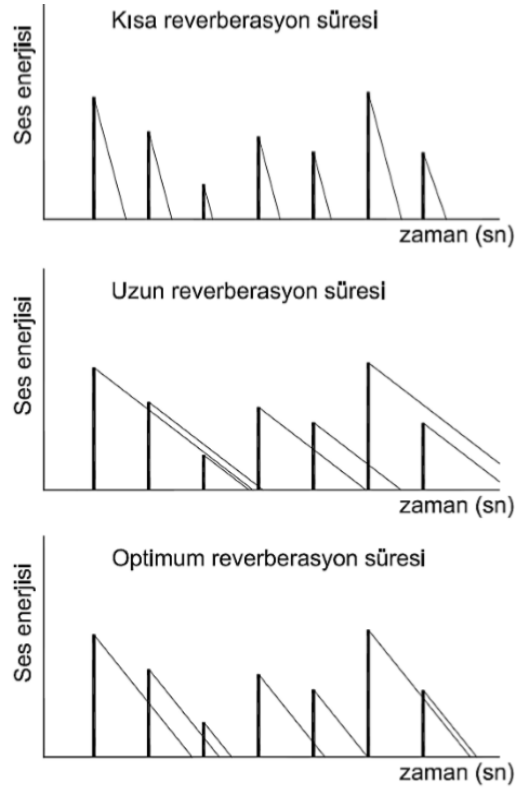
α_A : Ortalama Yutuculuk Katsayısı

ΔA : Havanın Toplam Yutuculuk Değeri

Sabine' nin formülüne göre çınlama süresi mekânın hacmi ile doğru, mekân içindeki ses yutma alanı ile ters orantılıdır. Malzemelerin ses yutma katsayıları sesin frekansına göre değiştiği için, mekânlardaki çınlama süreleri de ortamdaki sesin frekansına bağlı olarak değişmektedir (İlban, 2016).

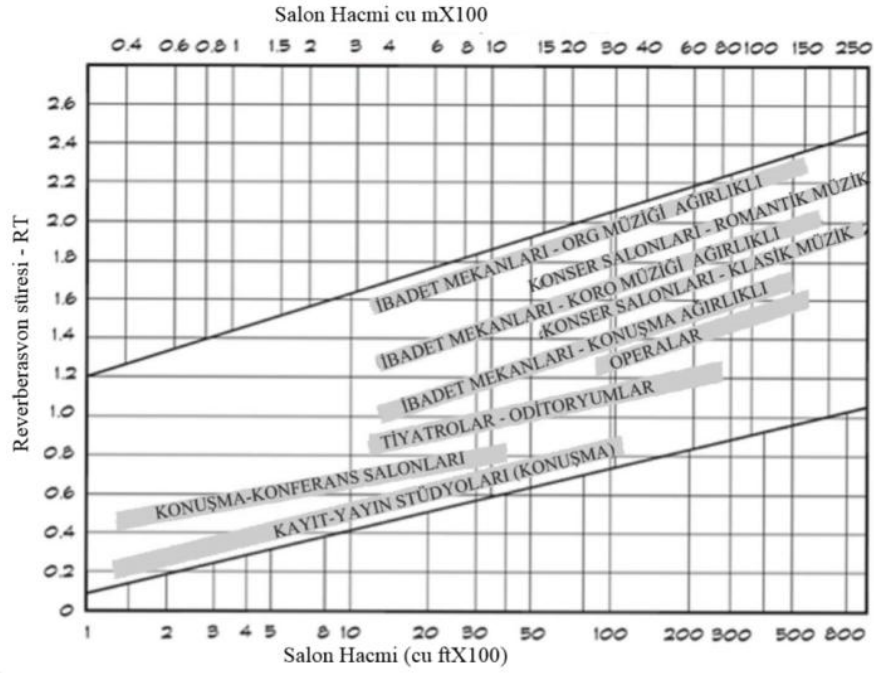
Çınlama süresi hesaplamaları genellikle düşük, orta ve yüksek frekans aralıkları için (125 Hz' den - 4000 Hz 'e kadar oktav bantlarında) ayrı ayrı belirlenmektedir. Genel olarak dinleyici kulağı orta ve yüksek frekanslara daha fazla duyarlıdır. Bir hacim için tek bir referans RT değeri veriliyorsa, bu değer 500 Hz. ve 1000 Hz. için veya ikisinin ortalaması içindir (Long, 2006). Akustik açıdan RT değeri uzun olan mekânlar canlı, RT değeri kısa olan mekânlar ise ölü-kuru olarak tanımlanmaktadır.

Mekânın işlevine uygun olan ve işitsel konforun oluşması için gereken çınlama süresi değerine optimum çınlama süresi denmektedir. Hacim akustiğinde çınlama süresinin kısa ya da uzun olması, konuşmanın anlaşılabilirliği için son derece önem taşımaktadır. Kısa bir çınlama süresi kulağa sesin yetersiz olduğuna dair his verirken; uzun bir çınlama süresi de hecelerin maskelenmesine neden olup düşük anlaşılabilirlikle sonuçlanmaktadır (Kayılı, 2005).



Şekil 3.9. Çınlama süresinin anlaşılabilirlik üzerindeki maskeleye etkisi (Kayılı, 2005)

Farklı işlevlere sahip hacimlerin büyüklükleri aynı olsa bile optimum çınlama sürelerinin değişiklik göstermesi beklenmektedir. Bunda etken olan konuşma ve müziğin yapısal olarak birbirinden farklılıklar göstermesi ve kullanıcının işlevlerden beklentisidir. Konuşma amaçlı hacimlerde akustik açıdan optimum çınlama süresinin olabildiğince kısa tutulması istenmektedir. Müzik amaçlı salonlarda ise çınlama aranan bir özelliktir fakat optimum çınlama süresi, mekânın hacmine ve icra edilen müziğin türüne bağlı olmaktadır (Long, 2006; Türk, 2011).



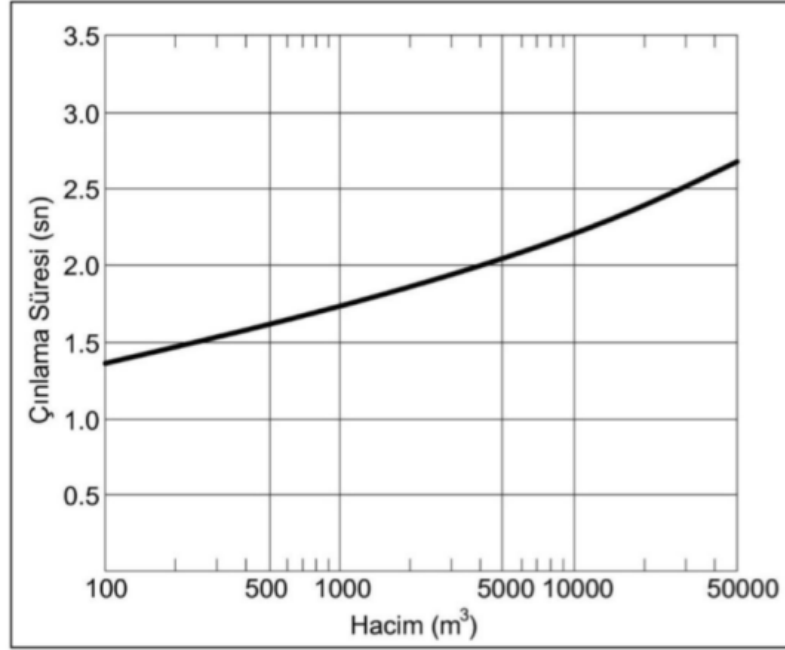
Şekil 3.10. Farklı işleve ve hacme sahip mekânların çınlama süreleri (Long, 2006)

Konuşma ve dini musiki eylemlerinin bir arada gerçekleştiği mescitlerin işitsel konfora ulaşması için yansımalar önem taşımaktadır. Bu yüzden düz konuşma için gerekli çınlama süresinden daha uzun süre istenmektedir (Kayılı, 2005).

Çınlama süresi frekansa bağlı bir parametre olduğu için malzeme ve hacmin nitelikleri oktav bantlarda farklı ses yutma alanları oluşturmaktadır. Hacim içinde malzeme seçimi, farklı ses yutma alanlarının oluşturulmasında etkilidir. Mescitlerde ses yutma alanı, temel olarak orta-yüksek frekanslarda ses yutucu malzeme olan halılar tarafından karşılanmaktadır. Buna ek olarak cemaatin yoğunluğu yine orta-yüksek frekanslarda ses yutma alanını arttıran bir etkidir (Sü Gül ve ark., 2014.)

Mescitler için V/RT oranı $800 \text{ m}^3/\text{sn}'$ den büyük olan mescitlerde ses sistemine ihtiyaç duyulurken, küçük olan mescitlerde ise sadece imamın sesi akustik konfor için yeterli olacaktır. Bu orana göre mescitlerin hacmi 1500 m^3 'den daha küçük olduğu için ses sistemine ihtiyaç duyulmadan anlaşılabilirlik sağlanmaktadır (Kaygısız, 2019).

Mescitler için istenen optimum çınlama eğrisi, hacim-zaman grafiği olarak Şekil 3.11 'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Mescitlerin hacimlerine göre optimum RT değerleri (Kayılı, 2005)

3.2.2. Erken düşme süresi (EDT)

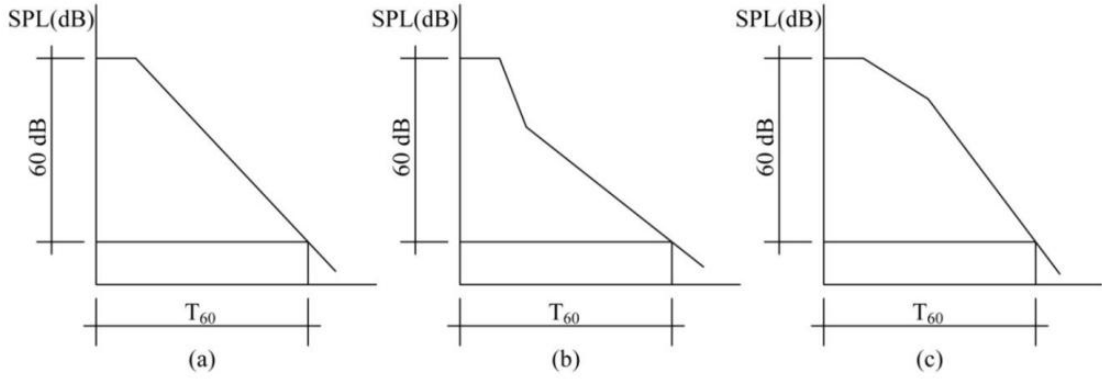
Bir hacimde ses kaynağı kapatıldıktan sonra ses düzeyinin 10 dB düşmesi için geçen sürenin 6 ile çarpılması sonucunda Erken Düşme Süresi elde edilmektedir. Bu sürenin 6 ile çarpılması çınlama süresi ile sn olarak direkt karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece aynı düzeyde enerji kaybeden sesin erken yansımalarındaki düşüşü ile çınlama süresi arasındaki farklılıklar ortaya çıkacaktır.

Parametrenin matematiksel ifadesi;

$$EDT = T_{10} \times 6 \quad (3.2)$$

Burada; EDT: Erken düşme süresi (sn) T10: Sesin ilk 10 dB'lık düşüşü için geçen süre (sn)' dir (Mehta ve ark., 1999).

Seslerin düzgün dağıldığı bir hacimde sesin sönme eğrisi düzgün ve doğrusal olup, RT ve EDT değerleri birbirine yakın veya eşit olmaktadır. Ancak düzgün ses dağılımının olmadığı hacimlerde RT değerleri aynı olsa bile sönme eğrisinde kırılmalar olabilmektedir. Şekil 3.12 'de aynı RT değerlerine sahip üç hacmin farklı şekillere sahip sönme grafikleri bulunmaktadır (Mehta ve ark., 1999).



Şekil 3.12. Basitleştirilmiş ses düşüş eğrileri. (a) Düzgün düşme. (b) Hızlı erken düşmeyi takip eden yavaş geç düşüş. (c) Yavaş erken düşmeyi takip eden hızlı geç düşüş (Mehta ve ark., 1999)

Grafik (a) düzgün ses dağılımının olduğu bir hacimdir ve sesteki sönme doğrusaldır, EDT ve RT değerleri aynıdır. Grafik (b)'de ise EDT' nin RT' den kısa olma durumu görülmektedir. Bu durumda erken yansıyan sesler hızlı düşmekte iken, geç yansıyan sesler yavaş düşmektedir. Kısa EDT değeri her bir hecenin net bir şekilde duyulmasını ve konuşmanın anlaşılabilirliğini (netliğini) arttırmaktadır. Uzun RT ise müziğe canlılık kazandırmaktadır. Grafik (c)' de ise EDT' nin RT' den uzun olma durumu gözlemlenmektedir. Uzun EDT konuşma anlaşılabilirliğinin azalmasına ve sesin netliğindeki düşüşe işaret etmektedir (Mehta ve ark. , 1999; Kurtulan, 2009).

EDT erken yansımalarla meydana gelirken, RT çok sayıdaki yansımadan oluşmaktadır. EDT hacmin yüzeylerinden gelen erken yansımalarla ilişkili olduğu için hacim geometrisinden etkilenmektedir. RT ise hacmin tüm yüzeylerinden yansıyan yansımalarla oluştuğu için hacim geometrisinden bağımsızdır. Bu yüzden EDT hacim geometrisinin hacim akustiği üzerindeki etkilerinin araştırılmasına olanak sağlamaktadır. RT değerleri fiziksel olarak önemliyken, EDT, mekân içerisinde çınlama süresinin öznel olarak algılanmasında rol oynamaktadır. İyi bir hacim akustiği için, EDT parametresi çınlama süresinden (RT) %10 daha büyük olmalıdır (Mehta ve ark., 1999).

$$EDT_{mid} = 1,1 RT_{mid} \quad RT_{mid} = \frac{(RT_{500} + RT_{1000})}{2} \quad (3.3)$$

Camilerde kaynak ve alıcıların bulunduğu konum, doluluğa göre kaynak etrafındaki yüzeylerin ve alıcıların yansıtıcılık ve yutuculuk değerleri değiştiği için EDT parametresi de etkilenmektedir (Uysal, 2015).

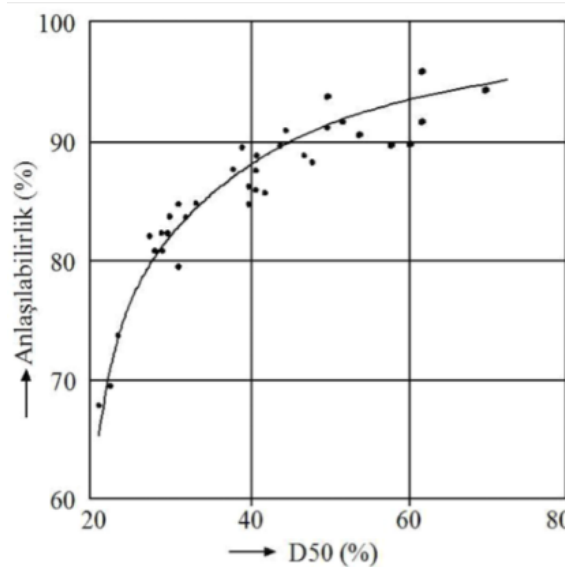
3.2.3. Ayırt edilebilirlik (D50)

Konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen önemli nesnel parametrelerden biri olan ayırt edilebilirlik (D50) parametresi, Thiele tarafından 1953 yılında ortaya koyulmuştur. Dinleyiciye direkt sestten sonra ilk 50 ms içinde ulaşan sesler, direkt gelen sesi pekiştirerek ve ses seviyesinin güçlendirilmesine katkıda bulunarak yararlı yansımaları oluşturmaktadır. Yararlı yansımaların toplam enerjisinin bütün yansımaların toplam enerjisine logaritmik oranı ayırt edilebilirlik (D50) olarak ifade edilmektedir. Özetle D50, ses kaynağı açıldıktan sonraki 0–50 ms ile 0–∞ ms zaman aralıklarında dinleyiciye ulaşan toplam ses enerjileri arasındaki orandır (Özçevik, 2005).

$$D_{50} = \frac{\int_0^{50} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad (3.4)$$

$p(t)$: Ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyi.

Konuşmanın anlaşılabilirliği ile D50 değerinin arasındaki ilişki incelendiğinde, D50 değeri arttıkça konuşmanın anlaşılabilirliği de doğru orantılı olarak artmaktadır (Şekil 3.13). İyi bir işitsel konforun oluşabilmesi için %50 ve üzerindeki D50 değerleri optimum olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3.13. D50- Anlaşılabilirlik ilişkisi (Kuttruff, 1991)

Kaynak ve alıcı arasındaki mesafe fazla olduğunda, dinleyiciye ulaşan geç yansımalar daha uzun sürede geleceği için sesin anlaşılabilirliğini olumsuz etkilemekte ve bu uzaklık arttıkça D50 değerini azaltmaktadır. Aynı zamanda D50 parametresi, hacimdeki çınlama süresi ile ters orantılı olup, malzemelerin yutuculuk katsayısından ve kaynağa yakın yansıtıcı yüzeylerden de etkilenmektedir (Özçevik, 2005).

3.2.4. Netlik parametresi (C80-C50)

Netlik; dinleyicilerin müzik işlevinde her bir sesin diğerinden ayırt edilebilmesi (C80), konuşma işlevinde ise heceleri tek tek seçebilmesi (C50) olarak tanımlanmaktadır. Netlik algısını ilk 50-80 ms'n' de dinleyiciye ulaşan erken yansımalar meydana getirmektedir.

Müzik için netlik (C80)

Netlik parametresi erken sesin geç sese oranı (early-to-late sound index) olarak tanımlanmış ve Thiele'nin 1953 yılında ortaya koyduğu yeni bir parametre olan tanım (D50) parametresinden türetilmiştir. Daha sonra Reichardt's müziğin net bir şekilde algılanabilmesi için alıcıya direkt sestten sonra ulaşan erken yansımaların direkt ses ile bütünleşme zamanının 80 ms'n olduğunu belirlemiş ve netlik (C80) parametresini ortaya koymuştur. C80 parametresi, kapalı bir hacimde ses kaynağı kapatıldıktan sonra ilk 80 ms'n'lik zaman diliminde dinleyiciye ulaşan erken ses enerjisinin geç ses enerjisine oranının indeksidir ve dB cinsinden ifade edilmektedir (Barron, 1993; Uysal, 2015). Özetle C80, ses kaynağı açıldıktan sonraki 0-80 ms'n ile 80-∞ ms'n zaman aralıklarında dinleyiciye ulaşan ses enerjileri arasındaki bir orandır.

$$C80 = (\text{Enerji } 0-80 / \text{Enerji } 80-\infty), \text{ dB}$$

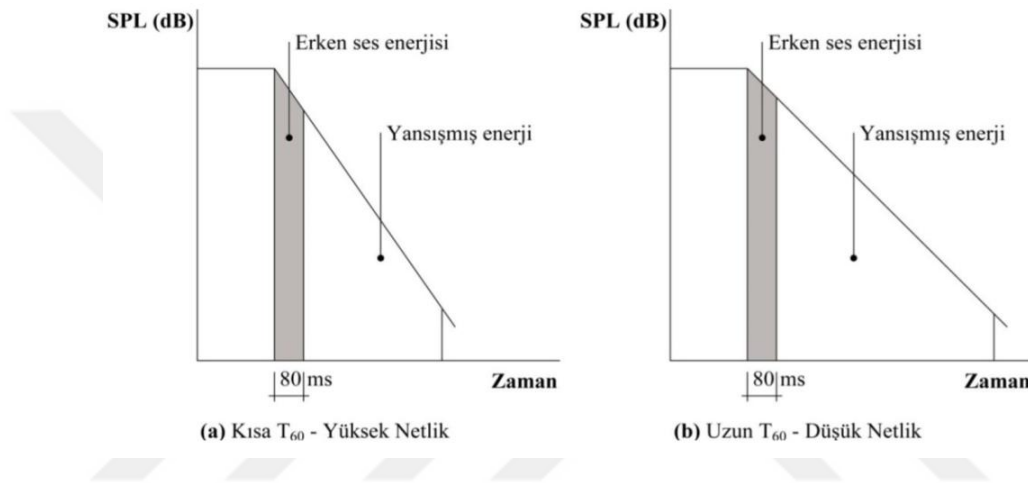
$$C_{80} = 10 \log \left(\frac{\int_0^{80} p^2(t) dt}{\int_{80}^{\infty} p^2(t) dt} \right) \quad (3.5)$$

$p(t)$: Ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyi.

C80 parametresi ile RT parametresi arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Çınlamanın olmadığı ölü bir hacimde müzik net olarak algılanacak ve dB cinsinden yüksek pozitif değerlerle ifade edilecektir. C80 parametresinin yüksek

olması erken yansımaların enerjisinin fazla olduğunu ve öznel olarak sesin net ve açık anlaşıldığını göstermektedir. Çınlamanın yüksek olduğu durumlarda ise düşük negatif değerler almaktadır (Balcı, 2007).

Şekil 3.14-a grafiğinde erken ses enerjisi toplam ses enerjisi içinde büyük bir alan kapladığından büyük netlik değeri, Şekil 3.14-b grafiğinde ise erken ses enerjisi toplam ses enerjisi içinde küçük yer kapladığından küçük netlik değeri oluşturmaktadır. Bu nedenle kısa RT süresine sahip olan a grafiği büyük C80 değeri, uzun RT süresine sahip olan b grafiği ise küçük C80 değeri vermektedir (Mehta ve ark., 1999).



Şekil 3.14. Çınlama süresi (T_{60})'nin Netlik (C_{80}) üzerindeki etkisi (Mehta ve ark., 1999)

C_{80} değerleri genel olarak ± 4 dB aralığındadır ama en çok tercih edilen C_{80} değerleri 0 ile -4 dB arasındadır. Bazı çalışmalarda müzikal netlik $C_{80}(3)$ olarak gösterilmiştir. Bunun anlamı 500 Hz., 1000 Hz. ve 2000 Hz. frekansları için C_{80} değerlerinin ortalamasıdır (Kaygısız, 2019). Camilerde ise dini musikinin hem anlaşılabilir olması hem de cemaat üzerinde ruhani bir etki bırakması istenmektedir.

Konuşma için netlik (C_{50})

Konuşma amaçlı hacimler için, netlik parametresinin formülünde kullanılan 80 msn yerine 50 msn kullanılmasıyla C_{50} parametresi elde edilmiş olur ve bu parametre D_{50} parametresi ile ilişkilidir. Yani C_{50} parametresi direkt ses enerjisinden sonra 50 msn içerisinde gelen toplam enerjinin daha sonra gelen seslerin toplam enerjisine oranıdır (Barron, 2009).

$$C_{50} = 10 \log \left(\frac{\int_0^{50} p^2(t) dt}{\int_{50}^{\infty} p^2(t) dt} \right) \quad (3.6)$$

$p(t)$: Ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyi

C50 ve D50 parametreleri birbiri ile ilişkili olduğu için akustik ölçümler sırasında sadece birinin ölçülmesi yeterlidir, diğeri hesaplanabilir (Kurtulan, 2009).

$$C_{50} = 10 \log \left(\frac{D_{50}}{1-D_{50}} \right) \quad (3.7)$$

C50: Netlik (dB), D50: Ayırt edilebilirlik

Konuşma anlaşılabilirliği için yüksek C50 değerleri, klasik müzik için düşük C50 değerleri tercih edilmektedir. C50 ve RT parametreleri arasında da ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. RT arttıkça netlik C50 değeri ve konuşma anlaşılabilirliği azalmaktadır.

3.2.5. Erken yanal enerji oranı (LF80)

Dinleyicilerin akustik çevrelenmesini belirleyen ve hacim etkisi bakımından yanal yansımaların etkili olduğu LF_{80} parametresi, mekânsal etkiyi sayısal olarak tanımlamaktadır (Balcı, 2007). Bir mekânda ses kaynağı kapatıldıktan sonra, sönümlenmesi esnasında, direkt sestten sonraki ilk 80 msn içinde alıcıya hacmin yan yüzeylerinden yansıyarak ulaşan toplam ses enerjisinin, ilk 80 msn içerisinde alıcıya ulaşan toplam ses enerjisine oranı olarak ifade edilmektedir (İlban, 2016). Erken yanal enerji oranı;

$$LF_{80} = \frac{\int_5^{80} p^2(t) \cos^2 \theta dt}{\int_0^{80} p^2(t) dt} \quad (3.8)$$

LF80: Erken yanal enerji oranı, dB Cos θ : gelen sesin yönü ile dinleyicinin kulak aksı arasındaki açı, p: ses basınç düzeyi.

Mescitlerde cemaatin Kur'an-ı Kerim okunması ya da imam tarafından verilen vaazı dinlerken kutsal anlam ve bağlılık hissetmeleri önemlidir. Bu bağlılığın, önemli bir kısmını yan yüzeylerden, direkt sestten sonraki 80 msn sonra gelen yansımalar oluşturmaktadır (Kaygısız, 2019).

3.2.6. Ses basınç seviyesi (SPL)

Kapalı bir hacimdeki toplam ses düzeyi, direkt ses düzeyi ile yansıyan ses düzeyi toplamı olarak tanımlanmaktadır ve birimi desibeldir. Mekân içerisindeki ses düzeyi tüm dinleyici konumlarında yeterli işitme seviyesini sağlayacak şekilde anlaşılabilir olmalıdır. Yeterli anlaşılabilirlik için ses kaynağından dinleyicilere direkt olarak gelen ses, yansıyan sese oranla belli bir değerin altına düşmemeli, direkt ses-yansıyan ses ayrımı 11dBA'yı aşmamalıdır. Toplam ses düzeyinin yeterliliği, hacimdeki arka plan gürültüsüne, insan kulağının duyarlılığından ötürü frekansa, sesin türüne bağlı olarak değişim göstermektedir (Türk, 2011).

Konuşma düzeyi ile anlaşılabilirlik arasındaki ilişki incelendiğinde, konuşma düzeyi arttıkça anlaşılabilirliğin de arttığı söylenmektedir. Yapılan araştırmalar sesin 50 dB ile 80 dB arasında olmasının anlaşılabilirlik açısından en uygun koşulları sağladığı ortaya çıkmıştır. Ancak konuşma düzeyi yaklaşık 80 dB ve daha yüksek düzeylere ulaşıncaya anlaşılabilirlikte az da olsa bir düşüş söz konusu olmaktadır. Bu durum, 80 dB' in üstündeki ses düzeylerinin, anlaşılabilirliği arttırmayacağı şekilde yorumlanabilir (Özçevik, 2005).

Konuşma esnasında ağırlıklı olarak sessiz harflerin algılanabilirliğini azaltan, maskelemeye neden olan fon gürültüsünün (arka plan gürültüsü) konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde olumsuz bir etkisi vardır. Bu yüzden direkt ses düzeyinin, arka plan gürültüsüne oranla, belli bir değerin altına düşmemesi, direkt ses-arka plan gürültüsü farkının minimum 5 dBA olması gerekmektedir (Özçevik, 2005).

3.2.7. Toplam ses düzeyi / güç (G)

Toplam ses düzeyi, bir hacmin içerisinde bir kaynağın oluşturduğu ses basınç düzeyinin, yansımaz bir hacimde eş değer kaynaktan 10 m uzaklıkta oluşturduğu ses basınç düzeyine oranı olarak ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle güç, mekânın orta noktasında ölçülen ses basınç düzeyi ile aynı kaynağın yansımaz mekânda 10 m uzaklıkta ölçülen ses basınç düzeyi arasındaki farktır, G ile gösterilip, birimi desibel (dB)'dir (Barron, 1993). Genellikle 6 oktav frekans bandında ölçülmektedir.

Buna göre; $G = \text{SPL mekân} - \text{SPL yansıma olmayan mekân}$

$$G = 10 \log \left(\frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_A^2(t) dt} \right) \quad (3.9)$$

$p(t)$: Direkt ses duyulduğunda dinleyicinin bulunduğu noktadaki ses basıncı

$p_A(t)$: Yansımasız bir odada kaynaktan 10 m uzaklıktaki ses basıncı

Sesin yüksekliği, günlük hayatta kullanıldığı anlamda, kişinin kulağına gelen sesin algıladığı yüksekliktir. Ses yüksekliğinin (G), 10 dB'lik artış veya düşüşünde kulakta algılanan ses yüksekliği iki katına çıkmakta veya yarıya düşmektedir. Yani G değerindeki 10 dB'lik değişim, kulaktaki ses yüksekliği algısını iki kat değiştirmektedir (Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Özkartal, 2011). Ses yüksekliği (G) parametresi direkt sesin ve çınlayan sesin gücünden oluşmaktadır. Aynı zamanda bu parametre üç tasarım faktöründen etkilenmektedir:

- Alıcının kaynağa olan uzaklığı
- Erken ses enerjisini alıcıya yansıtacak olan yüzeylerin varlığı
- Hacmin büyüklüğü ile orta frekanslardaki çınlama süresi (Balcı, 2007).

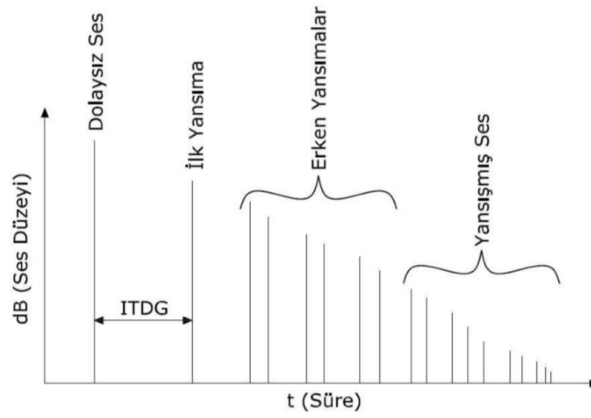
Ses yüksekliği mekân hacmiyle ters orantılı olup, mekân hacmi küçüldükçe sesin yüksekliği artmaktadır. Dinleyici alanının büyüklüğü, ses yüksekliğinde ayrıca etkili bir bileşendir. Bunun sebebi, kaynağın ürettiği ses enerjisi dinleyicilere eşit dağıtıldığında, dinleyici sayısı ne kadar fazla ise kişi başına düşen ses enerjisinin o kadar az olacağıdır. Algılanan ses yüksekliği kişi başına düşen hacim ile ters orantılıdır (Özkartal, 2011).

Direkt sesin gücü mekânın hacminden etkilenirken, çınlayan sesin gücü çınlama süresine ve EDT'ye bağlıdır. Hacim arttıkça direkt sesin enerjisi azaldığı için G parametresi EDT ile doğru orantılıdır. Ses basınç düzeyi frekansa bağlı olduğu için ses yüksekliği frekansın bir fonksiyonudur. Bir mekânı diğeriyle karşılaştırmak için 500 ve 1000 Hz' deki ortalama ses yüksekliği değerlerini ifade eden ort. G kullanılmaktadır (Mehta ve ark., 1999).

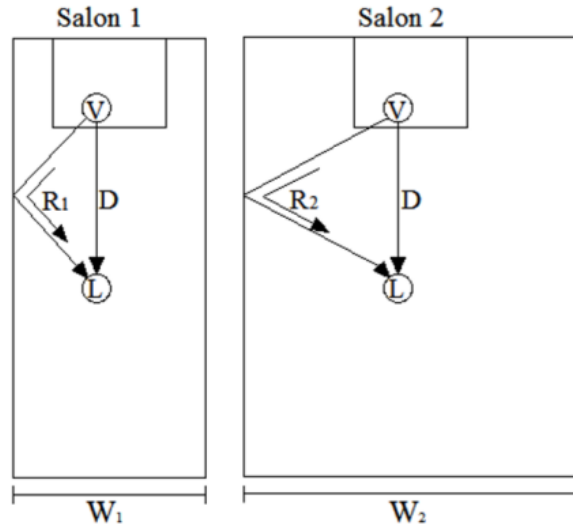
Konuşma amaçlı mekânlarda orta frekanslarda G değeri 0 dB 'den büyük, müzik amaçlı mekânlarda ise genellikle 0 ile +10 dB arasında değişmektedir (Barron, 1993). ODEON simülasyon programında ses kaynağının düzeyi 31 dB'e getirilip, SPL parametresi kullanılarak G değeri elde edilmektedir.

3.2.8. İlk yansıma aralığı (ITDG)

Kapalı bir hacimde ses kaynağının açılmasıyla beraber dinleyiciye ulaşan direkt ses ile direkt sestten sonraki ilk yansıma arasındaki zaman farkı “İlk Yansıma Aralığı” (ITDG) parametresi olarak tanımlanmaktadır. Bu parametre bir hacmin akustik samimiyet etkisinin ölçülmesi için kullanılan en önemli parametre olarak gösterilmektedir. Ando ve Beranek, samimiyet değerini sadece ITDG değeri ile ilişkilendirirken, Barron salonun hacmi ile de ilişki kurmaktadır. Küçük hacimlerde yüzeyler birbirine yakın olduğu için büyük hacimlere göre daha çok yansıma meydana gelmektedir. Barron’a göre küçük hacimlerde ITDG’nin düşük çıkmasına bağlı olarak samimiyet hissi artarken, büyük hacimlerde ise azalmaktadır. Dolayısıyla ITDG dinleyicinin hacim boyutu ile ilgili algılarını ciddi derecede etkilemektedir. ITDG aynı zamanda EDT parametresi ile doğru orantılıdır. İlk yansımaların alındığı noktaların yakın olması ITDG ve EDT parametrelerinin değerlerinin düşük çıkmasına neden olmaktadır (Long, 2006).



Şekil 3.15. Dolaysız sestten sonra gelen seslerin zaman içinde dağılımı (Kurtulan, 2009)



Şekil 3.16. Salonun boyutlarına göre ITDG Değişimi: $ITDG_1 > ITDG_2$ (Beranek, 1996)

Akustik ölçümler samimiyet derecesi beğenilen mekânların ITDG değerinin 20 msn veya daha az olduğunu, orta derecede beğenilen mekânlar için 35 ms civarında olduğunu, zayıf mekânların ise 60 ms ve daha fazla olduğunu göstermektedir (Kaygısız, 2019).

3.2.9. Bas oranı (BR)

Bas Oranı parametresi, 125 Hz ve 250 Hz frekanslardaki çınlama süresi değerleri toplamının 500 Hz ve 1000 Hz frekanslardaki çınlama süresi değerleri toplamına oranı olarak ifade edilmektedir.

$$BR_{RT} = \frac{(RT_{125} + RT_{250})}{(RT_{500} + RT_{1000})} \quad (3.10)$$

RT: gösterilen frekanslardaki çınlama süresi.

Bas oranı, camilerin manevi ortam etkisini arttıran sıcaklık ve çevrenme parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Alçak frekans çınlama sürelerinin biraz fazla olması tek ses kaynağı olan imamın sesinin daha kalın olduğu algısını oluşturur ve sıcaklık hissini artırır. Ancak çok fazla olması alçak frekanslı seslerin orta ve yüksek frekanslı sesleri maskeleyesine neden olarak konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltır (Kaygısız, 2019).

3.2.10. Konuşma anlaşılabilirliği parametreleri

Bir mekândaki konuşmanın dinleyici tarafından anlaşılabilirliğini ölçmek için zaman içinde farklı parametreler geliştirilmiştir. Günümüzde bu yöntemler arasında kullanılanlar Anlaşılabilirlik İndeksi (AI), Sessiz Harflerin Anlaşılabilirlik Kaybı İndeksi (AL_{CONS}), Konuşma İletim İndeksi (STI) ve Hızlandırılmış Konuşma İletim İndeksi (RASTI)' dir.

Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili ilk çalışmalar on dokuzuncu yüzyılda başlamış olup nicel ölçümlere dayanmaktadır. Bunlardan logatom adı verilen bir konuşmacı tarafından her biri sessiz-sesli-sessiz (CVC) harf dizisi şeklinde dile getirilen, dinleyiciler tarafından anlaşılabilirlik yüzdesini gösteren AI ve dinleyiciler tarafından yanlış anlaşılan sessiz harflerin yüzdesini ölçen AL_{CONS} gibi parametreler ilk kullanılan parametreler olmuştur (Kurtulan, 2009). AI hesaplamasının sonucu 0 ile 1 arasında değer alır ve değer 1'e yaklaştıkça konuşmanın anlaşılabilirliği artmaktadır. Buna göre, 0,7 ve üzerindeki değerler yaklaşık %90 oranında anlaşılabilirliğin sağlandığını göstermektedir (Özçevik, 2005).

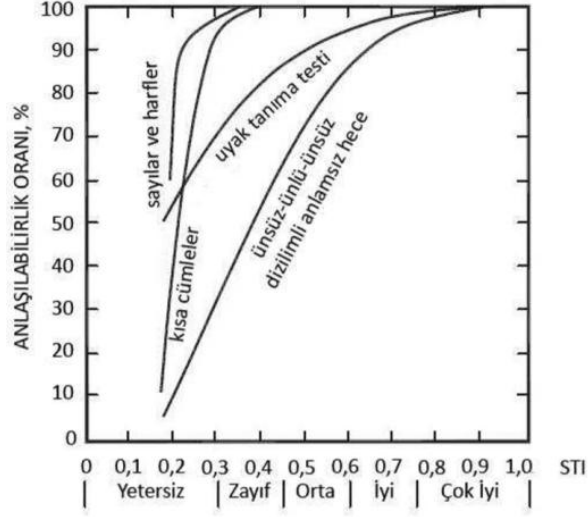
Kullanılan bu ölçüm yöntemleri dinleyiciden dinleyiciye değiştiği, yüksek sayıda katılımcı gerektirdiği ve öznel algıya dayandığı için nicel verilere dayanan nesnel ölçüm yollarına gerek duyulmuştur. (Kurtulan, 2009). Bu parametreler aynı zamanda ortamın arka plan gürültüsünden, kaynağın mekân içindeki konumlanmasından ve çınlama süresinden etkilenmektedir.

Çizelge 3.3. Harimde farklı eylem türleri için dinleyici alanı açıklamaları (Kaygısız,2019)

AI	Konuşmanın anlaşılabilirliği
>0.7	Çok İyi
0.5-0.7	İyi
0.3-0.5	Orta
>0.3	Zayıf

Konuşmanın iletim indeksi (STI) günümüzde geçerliliği kanıtlanmış ve standartlara geçmiş bir ölçme yöntemi olarak 1973 yılında Houtgast ve Steeneken'in çalışmalarını AI üzerinden geliştirdikleri bir parametredir. İki Hollandalı bilim adamı insan sesini taklit eden ve düzgün tasarlanmış bir cihazla fiziksel olarak ölçmeye yarayan modülasyon transfer fonksiyonu (MTF) isimli sistem üzerinden geliştirilmiştir. Tüm hesaplamalar elektronik ortamda gerçekleştiği için AI gibi kişisel

değerlendirmelerden etkilenmemektedir (Türk, 2011). STI değerleri 1-0.75 aralığında "mükemmel", 0.75-0.60 aralığında "iyi", 0.60-0.45 aralığında "orta" 0.45-0.30 aralığında "zayıf", 0.30-0 aralığında da "kötü" olarak değerlendirilmektedir. Çınlama süresi ve arka plan gürültüsü STI parametresi ile ters orantılıdır (Sü Gül ve Çalışkan, 2013).



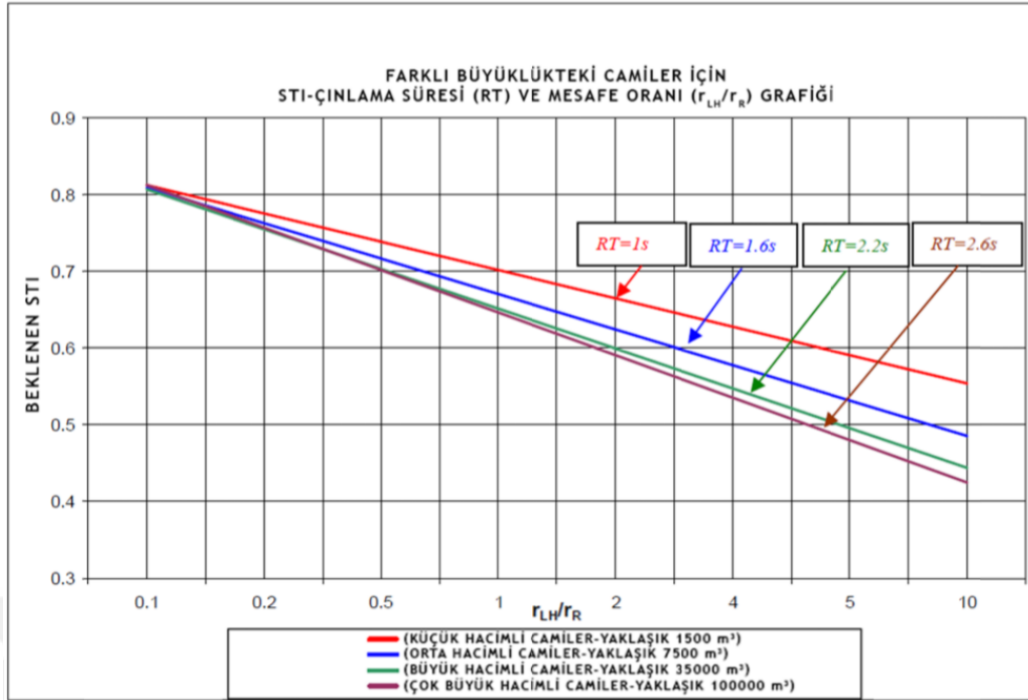
Şekil 3.17. Anlaşılabilirlik yüzdesi ile STI ilişkisi (Long, 2006)

Şekil 3.18' de farklı çınlama sürelerine sahip farklı büyüklükteki hacimler için beklenen STI değerleri verilmiştir.

Grafikte;

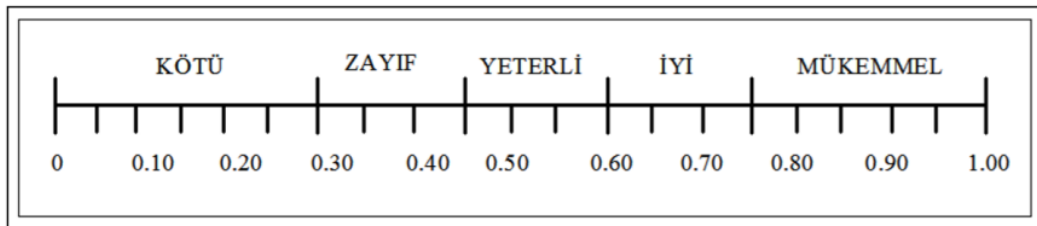
r_{LH} : Konuşmacı-dinleyici arasındaki mesafe

r_R : Kritik mesafe



Şekil 3.18. Farklı hacimlerdeki camilerin RT ve r_{LH}/r_R oranı ile STI ilişkisi (Orfalı, 2007)

Hızlandırılmış konuşma iletim indeksi (RASTI), STI parametresinin karmaşık ve ayrıntılı bir hesaplama yöntemi olmasında ötürü türetilmiştir. Hızlı STI anlamına gelen RASTI ölçümlerinde sadece 500 ve 2000 Hz arasındaki oktav bant seviyelerini göz önünde bulundurulurken, STI ölçümlerinde ise 125 ve 8000 Hz arasındaki oktav bant seviyeleri göz önünde bulundurulmaktadır (Rossing, 2007). RASTI için 0,45 ve üzerindeki değerler, konuşmaya yönelik bir hacmin anlaşılabilirliği için kabul edilebilir değerlerdir (Berber Üçkaya, 2014).



Şekil 3.19. RASTI yönteminde kabul edilen konuşmanın anlaşılabilirlik oranları (Berber Üçkaya, 2014).

3.3. Hacim Akustiği Parametreleri İle İlgili Optimum Kabuller

Mahalle mescitlerinin hacim akustiği değerlendirilmesinde kullanılacak nesnel parametreler; çınlama süresi (RT), erken düşme süresi (EDT), ayırt edilebilirlik (D50),

netlik parametresi (C80-C50), erken yanal enerji oranı (LF80), ses basınç seviyesi (SPL), güç (G), ilk yansıma aralığı (ITDG), bas oranı (BR), konuşma iletim indeksi (STI) Bölüm 3.2.' de anlatılmıştır.

Oditoryum, opera, tiyatro gibi salonlar ve kilise, sinagog gibi dini yapılar ile ilgili birçok hacim akustiği çalışması yapılmış ve yapılan çalışmalar sonucunda literatüre birçok optimum parametre değerleri kazandırılmıştır. Ancak son dönemlerde yapılan araştırmalarda popüler hale gelen, akustik açıdan önemli olan cami ya da mescitlerle ilgili sabit optimum parametre değerleri ortaya konulmamış ve bu değerler literatürdeki kaynaklarda değişkenlik göstermiştir.

Kaygısız (2009) yaptığı çalışmada, camilerin kabul değerleri ile ilgili literatürde dört farklı yaklaşım olduğunu tespit etmiştir. Birinci yaklaşım, genellikle ana dili Arapça olan Suudi Arabistan gibi ülkelerde yapılan araştırmalarda camiler konuşma işlevli bir hacim olarak görülmüş ve optimum kabulleri bu şekilde yapılmıştır. İkinci yaklaşımda, hakkında birçok çalışma yapılmış kilise gibi ibadethanelerden yola çıkılarak, camiler kiliselerde kabul gören parametreler üzerinden değerlendirilmiştir. Üçüncü yaklaşımda da camilerde yer alan eylemlerden namaz emirleri, vaaz ve Cuma hutbesi konuşma, Kuran ile Mevlid-i Şerif dinlenmesi müzik işlevi olarak kabul edilmiştir. Her işlev için ayrı değerlendirme yapılmış ve konuşma işlevi için konferans salonlarının, müzik işlevi için de konser salonlarının değerleri alınmıştır. Dördüncü yaklaşımda ise üçüncü yaklaşımda olduğu gibi camilerdeki işlevler, konuşma ve müzik olarak ele alınmıştır. Ama bu yaklaşımda, camilerde gerçekleştirilen konuşma işlevinin klasik konuşma amaçlı hacimlerden ayrıldığı savunulmuştur. Çünkü gerçekleştirilen vaaz ve hutbelerin, bazıları Arapça olmasına rağmen cemaat tarafından devamlı dinlenildiği için kulak aşinalığı olmuştur. Aynı zamanda camilerin içinde herhangi bir müzik aletinin olmaması nedeniyle kilise ve diğer müzik amaçlı hacimlerden ayrılmıştır. Üçüncü yaklaşım ile arasında optimum çınlama süreleri farklılık göstermekte, diğer parametreler için benzer kabuller yapılmaktadır. Camilerde genellikle daha uzun çınlama süreleri olmasına rağmen konuşma anlaşılabilirliğinin yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Tez kapsamında değerlendirilecek mescitler için elde edilen bilimsel verilerin başka bir referans değerle karşılaştırılması ihtiyacı doğmuştur. Bu yüzden literatürde camiler için ortaya konulan kabul edilebilir nesnel hacim akustiği parametre değerleri Çizelge 3.4' de derlenmiştir.

Çizelge 3.4. Mescitler için hacim akustiği parametrelerinin literatürdeki değer kabulleri

HACİM AKUSTİĞİ PARAMETRELERİ	İŞLEV / OPTİMUM DEĞER ARALIKLARI	KAYNAKLAR
Çınlama Süresi (RT)	Konuşma ağırlıklı ibadet mekanları (100-5000 m ³) için; 0.8 s - 2.0 s	Long, 2006 Kaygısız, 2019
	Müzik; 1.8-2.2 s, Konuşma; 1 s	Barron, 2009
	Camiler (100-5000 m ³) için; 1.4 s- 2.0 s	Kayılı, 2005
	Konuşma; 1.15 s, Dini müzik; 1.96 s	Sü Gül ve Çalışkan, 2013
	Camiler (5000 m ³) için; 2.7 s -3.2 s	Yüksel Karabiber, 2005
	Camiler (100-5000 m ³) için; 1.4 s- 2.05 s	Elkhateeb, 2015 Kaygısız, 2019
	Camiler (500-5000 m ³) için; 0.50 s - 1.40 s	Orfali, 2007 Kaygısız, 2019
	$RT = 0,822 \times V^{0,1080}$	Elkhateeb ve ark, 2015 Kaygısız, 2019
Erken Düşme Süresi (EDT)	EDT/RT=0.79-1.06	Barron, 2009
	EDT/RT=1.1 RT – (%10x RT) ≤ EDT ≤ RT + (%10x RT)	Mehta ve ark., 1999
Ayırt edilebilirlik (D50)	Konuşmanın anlaşılabilirliği için D50>0.50	Barron, 2009
	0.30-0.70	ISO 3382, 2010
Netlik (C80 - C50)	-5 dB<C80<+5 dB	ISO 3382, 2010
	-2dB<C80<+2dB	C50> 0dB Barron, 2009
	-1dB<C80<+3dB	Odeon
	-4dB<C80<+4dB	Long, 2006
Erken Yanal Enerji Oranı (LF80)	0.10< LF80 <0.35	Barron, 2009
	0.05< LF80 <0.35	ISO 3382, 2010
Güç (G)	+3.5dB<G<+5dB	Long, 2006
	G >3 dB	Odeon
	-2dB<G<+10dB	ISO 3382, 2010
	G (Konuşma) 0dB<G	G (Müzik) 0dB<G<+10dB Barron, 2009
Bas Oranı (BR)	1.1-1.25 (RT≥1.8 sn); 1.1-1.45 (RT<1.8 sn)	Mehta ve ark., 1999
	1.1-1.25 (RT=2.2 sn); 1.1-1.45 (RT=1.8 sn)	Long, 2006
Konuşma İletim İndeksi (STI)	0- 0,30 kötü 0,30-0,45 zayıf 0,45-0,60 tatmin edici	0,60-0,75 iyi 0,75-1,00 mükemmel Long, 2006, Odeon

4. ANADOLU SELÇUKLU DÖNEMİ MAHALLE MESCİTLERİNİN AKUSTİK KONFOR ANALİZİ

Kültürel miras olarak kabul edilen Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitleri hem başkent Konya'daki plan tipolojileri hem de özgün örnekleri ile Türk cami mimarisinin gelişimine öncü olarak mimarlık tarihi açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Konya mahalle mescitlerinin akustik performansını belgeleme amacıyla yapılan bu çalışmada örneklem olarak Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit seçilmiştir. Bu mescitlerin seçilmesinin sebebi;

- Anadolu Selçuklu dönemi mescit mimarisinin genel karakteristik özelliklerini taşımaları,
- Konya şehir merkezinde önemli bir konumda olmaları,
- Bulundukları konumdan dolayı belirli düzeyde arka plan gürültüsüne sahip olmaları,
- Tek kubbeli ve kare formlu harim bölümüne sahip olmaları,
- Karşılaştırma yapabilmek için plan şeması, yapı malzemesi ve kubbeye geçiş elemanı açısından birbirinden farklı olması nedenleri etkili olmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Mescitlerin birbirinden ayıran farklı özellikleri

Mescitlerin farklı özellikleri	Plan Şeması	Yapı Malzemesi	Sıva	Kubbeye Geçiş Elemanı
Hoca Hasan Mescidi	Üç mekanlı	Tuğla üzeri sıva+boya	Var	Üçlü tromp sistemi
Taş Mescit	İki mekanlı	Kesme taş	Yok	Tromp sistemi

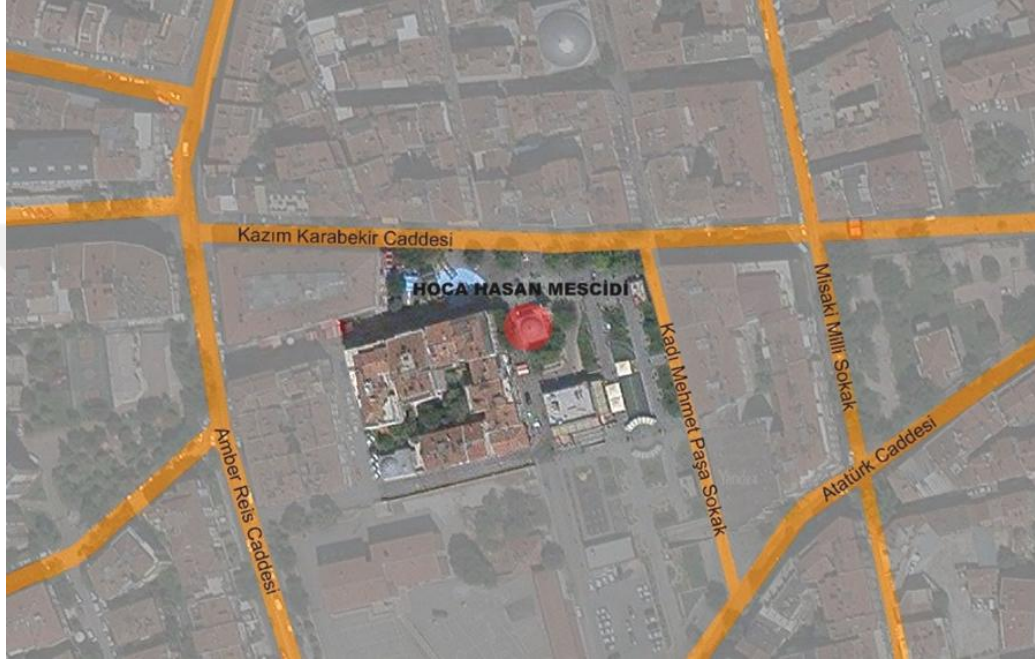
4.1. Alan Çalışması Olarak Seçilen Mescitlerin Yapısal ve Mimari Özellikleri

Bu bölümde çalışma alanı olarak seçilen Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in konumu, yapısal ve mimari özellikleri, iç mekân elemanları hakkında bilgi verilmiştir.

4.1.1. Hoca Hasan Mescidi

Hoca Hasan Mescidi, Konya İli Meram İlçesi Abdülaziz Mahallesi'nde Alaaddin Tepesi'nden Sadreddin Konevi Türbesi'ne giden aksta, Kazım Karabekir Caddesi ile

Hayat Sokağın kesiştiği köşede yer almaktadır. Günümüzde inşa kitabesi bulunmayan mescidin, tarihi kaynaklardan alınan bilgilere göre Selçuklu Sultanı II. Kılıçarslan'ın Veziri Hoca Hasan tarafından yaptırılmış olduğu bilinmektedir (Selçuklu Belediyesi, 2017b). İnşa tarihi kesin olarak belli olmayıp, mimari özelliklerine bakılarak XIII. Yüzyılın ortalarında yapılmış olduğu düşünülmektedir (Cantay, 1982). Mescit olarak inşa edilen yapı günümüzde de mescit olarak kullanılmaktadır.



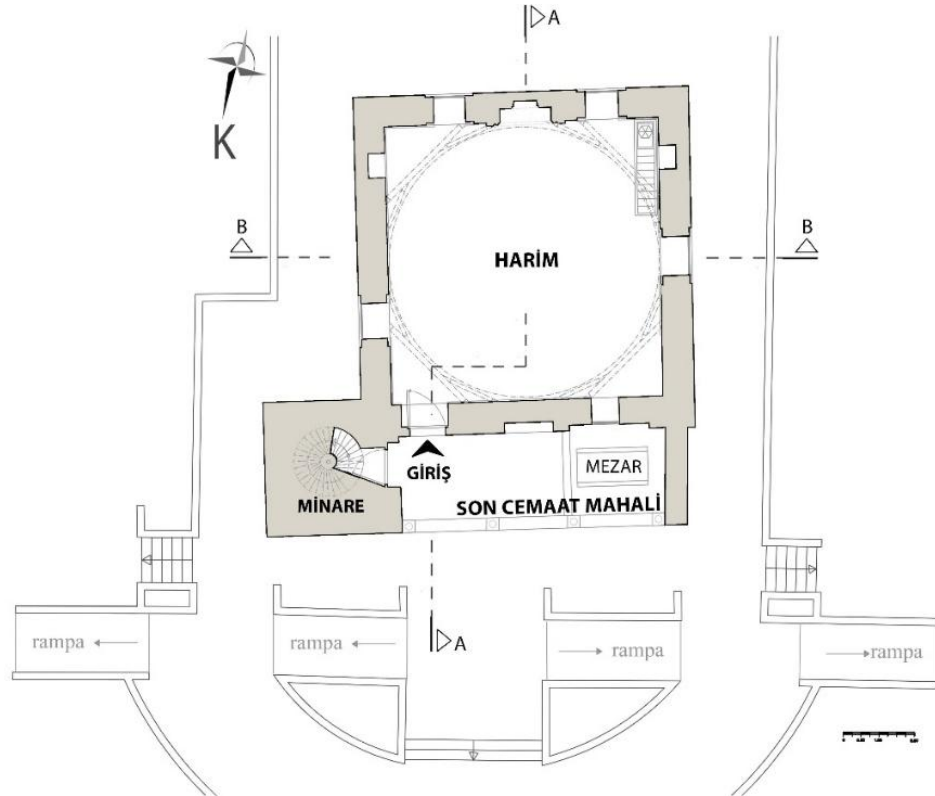
Şekil 4.1. Hoca Hasan Mescidinin konumu (Yandex Maps'den şematize edilmiştir.)



Şekil 4.2. Hoca Hasan Mescidi eski fotoğrafları (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivi)

Hoca Hasan Mescidi, kare planlı harim bölümü, yarı açık mekân olan son cemaat mahalli (medhal) ve minaresi ile Selçuklu devri üç mekânlı mescitler grubundandır. Yapıda malzeme olarak duvarların alt kısmında moloz ve kesme taş, üst

kısımında tuğla malzeme kullanılmıştır (Turan, 2008). Kare planlı harim bölümün üzeri tek kubbe ile son cemaat mahallinin üzeri ise sonradan eklenmiş tek yöne eğimli çatı ile örtülmüştür ve her ikisi de kurşunla kaplanmıştır.



Şekil 4.3. Hoca Hasan Mescidi planı (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir).



Şekil 4.4. Hoca Hasan Mescidi kuzey cephesi



Şekil 4.5. Hoca Hasan Mescidi batı cephesi



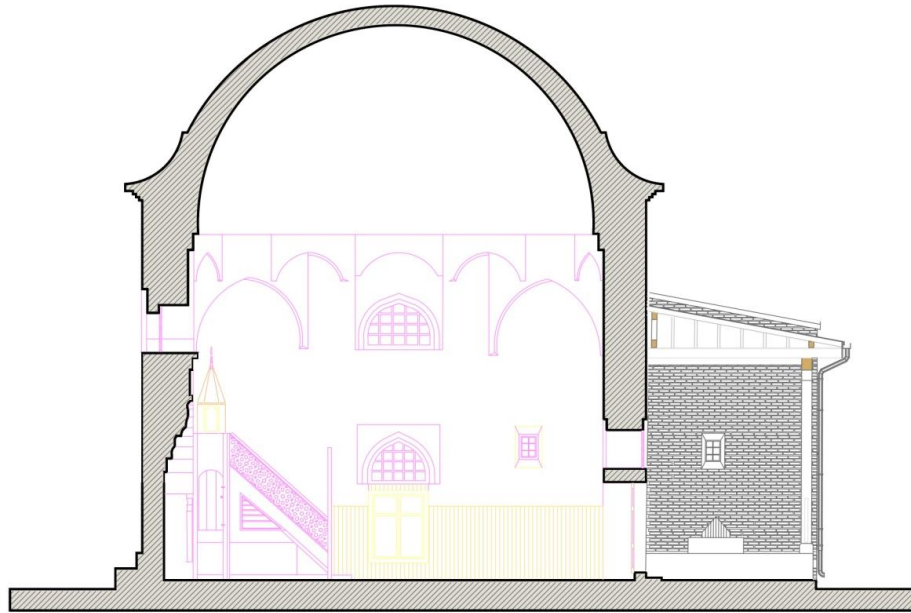
Şekil 4.6. Hoca Hasan Mescidi güney cephesi



Şekil 4.7. Hoca Hasan Mescidi doğu cephesi

Mescide giriş ve son cemaat mahalli, kuzey cephesindedir. Batı cephesi duvarının devamı ile minare kaidesi arasında kalan son cemaat mahalli dikdörtgen planlı, su basman üzerinde yükseltilmiş, üç bölmeli yarı açık bir mekândır. Günümüzde ahşap hasır paravanlarla kapatılarak hanımlar bölümü olarak kullanılmaktadır. Geçmişte üst örtüsünün kubbeli olduğu düşünülen bu bölümün üzerine, günümüzde ahşap dikmelerin taşıdığı muhdes, eğimli bir çatı yapılmıştır (Baş, 2008).

Son cemaat mahalli içerisinde sırlı ve sırsız tuğladan inşa edilen sivri kemerli bir mihrap mevcuttur. Ayrıca bu bölümde mescidin bânisinin yattığı söylenen, fakat o mezardan ve taşından hiçbir eser kalmamış ahşap sandukalı bir mezar da mevcuttur (Konyalı, 2007).

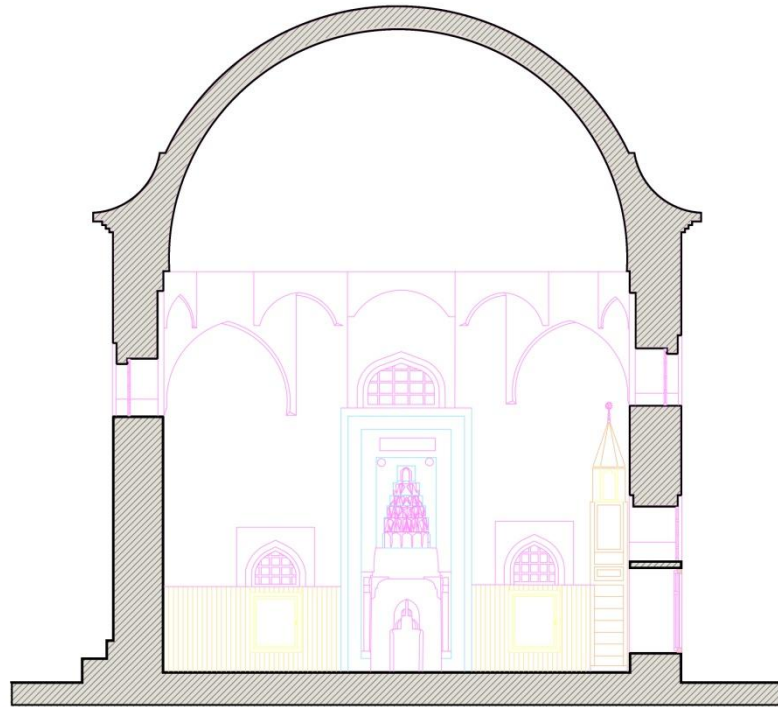


Şekil 4.8. Hoca Hasan Mescidi A-A kesiti (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)

Harim bölümüne mescidin kuzey cephesinde yer alan ahşap kapıdan girilmektedir. Harimin üzeri çift cidarlı tuğla kubbe ile örtülüdür ve hali hazırda sıva ile kaplanan kubbeye geçiş, üçlü tromp sistemi ile sağlanmıştır. Dört büyük tromp vasıtası ile kare plan önce sekizgene, ana trompların üstüne yerleştirilen iki küçük trompla on altıgene dönüştürülmüştür (Selçuk Belediyesi, 2017b). Kubbeye geçiş elemanında da malzeme olarak tuğla kullanıldığı belirlenmiştir.

Harimi oluşturan tüm duvarların iç yüzeyleri sıvalıdır. Doğu, batı ve güney cephe duvarlarının orta yerinde, trompların hizasında 1,71 m genişlik, 2,00 m yüksekliğinde üst kısımları sivri kemerle geçilmiş nişler bulunmakta ve bu nişler günümüzde pencere açıklığı olarak kullanılmaktadır (Yurdakul, 2007). Harim içerisinde üst nişlerden sekiz ve tüm cephelerde altı olmak üzere toplamda on dört adet pencere bulunmaktadır.

Kible duvarında kavsarası mukarnaslı, muhdes, alçıdan mihrap bulunmaktadır. Yapılan onarım çalışmalarında, özgün alçı mihrabın alt bölümü ile bunun yanlarında ve cephe boyunca uzanan üzeri ve kenarı çini kaplı sekiler ortaya çıkartılmış ve alçı mihrabın çini kakmalı olduğunu kanıtlayan bazı veriler de elde edilmiştir (Selçuklu Belediyesi, 2017b). Ayrıca bu bölümde güney ve batı duvarının birleştiği köşede sonradan eklenen muhdes ahşap bir minber mevcuttur.

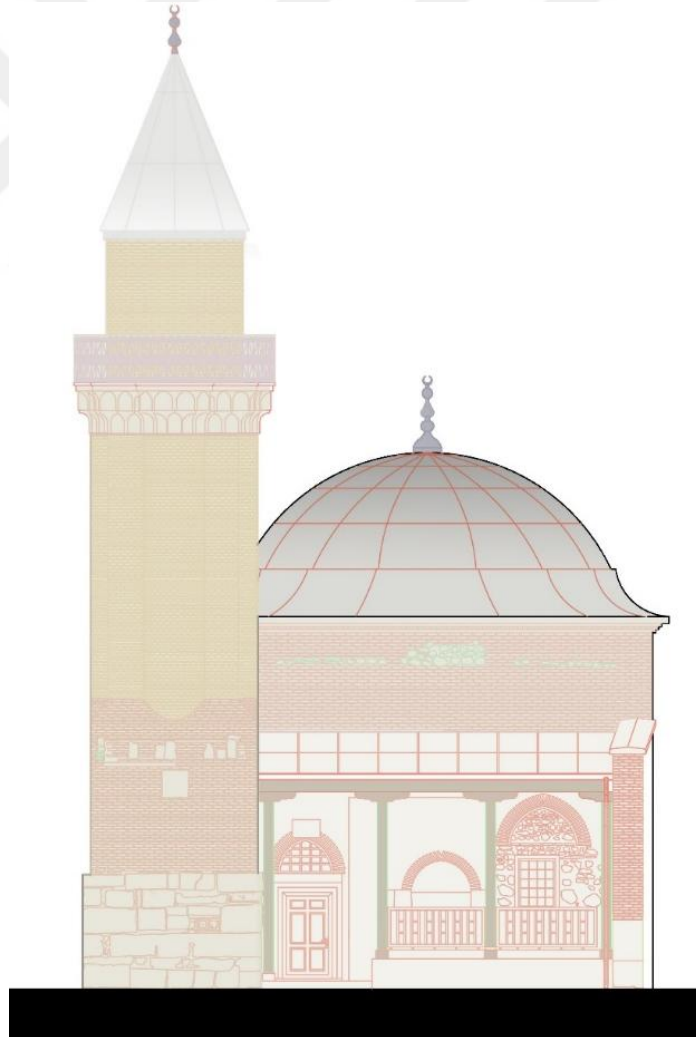


Şekil 4.9. Hoca Hasan Mescidi B-B kesiti (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)

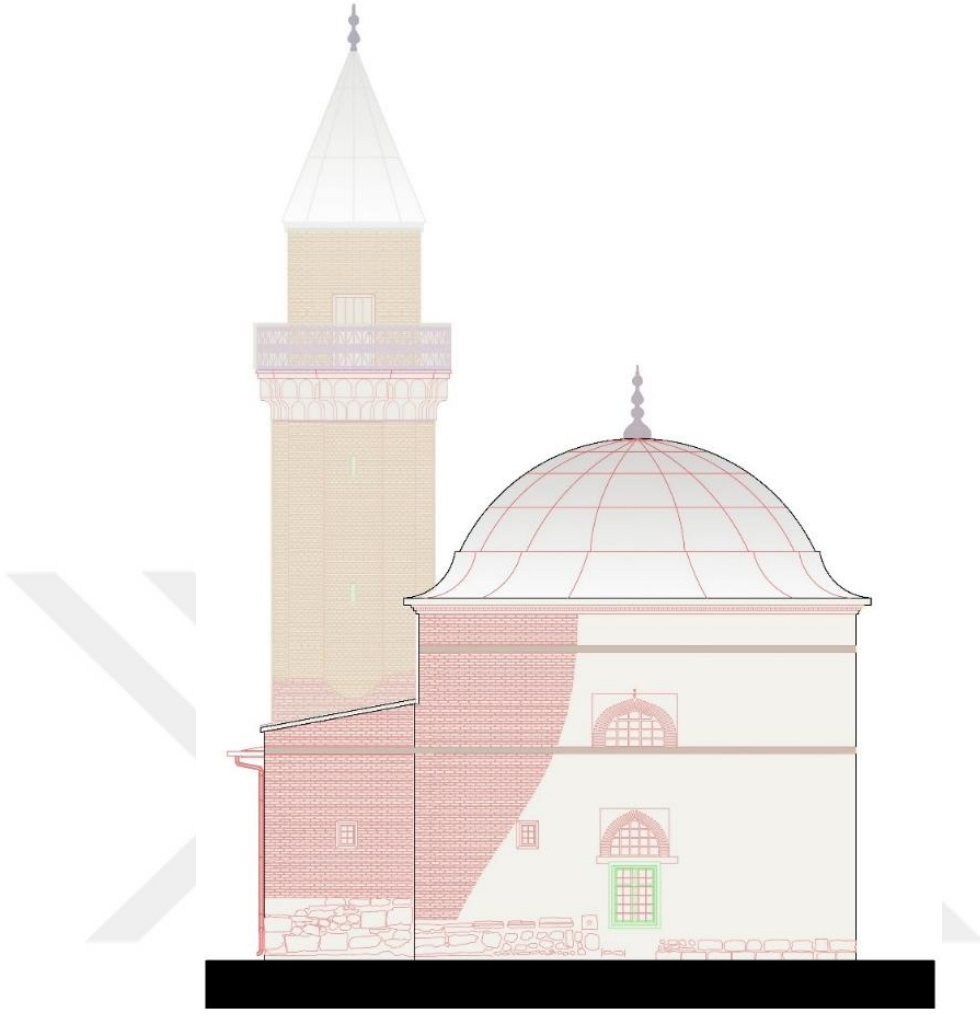
Geçmişte harim kısmında kadınlar mahfili ve bu mahfile ait merdiven olduğu bilinmektedir. Ancak yapılan onarım çalışmalarında yapının orijinal durumu düşünülerek bu mahfil kaldırılmıştır (Yurdakul, 2007).

Kare plana sahip olan minare, mescidin kuzeydoğu köşesinde, devşirme taşlarında bulunduğu prizma bir su basman üzerinde yükselmiştir. Kare prizma bir kaide, köşeleri meyilli bir pabuç, pabuç üzeri sonradan eklenen petek ve külahtan oluşmaktadır. Petekte gövdenin devam ettiğini gösteren tuğla örgülü silindirik elemanlar mevcuttur (Selçuklu Belediyesi, 2017b).

Minarenin kaide kısmının devşirme malzeme ile kesme taştan oluştuğu, üst kısmının ve şerefe altının çinilerle süslendiği kalan izlerden anlaşılmaktadır. Girişi harim kapısının hemen yanında medhal bölümünün doğusundan sağlanmaktadır (Turan, 2008).



Şekil 4.10. Hoca Hasan Mescidi Kuzey Cephesi (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)



Şekil 4.11. Hoca Hasan Mescidi Batı Cephesi (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)



Şekil 4.12. Hoca Hasan Mescidi iç mekânı



Şekil 4.13. Hoca Hasan Mescidi üçlü tromp sistemi

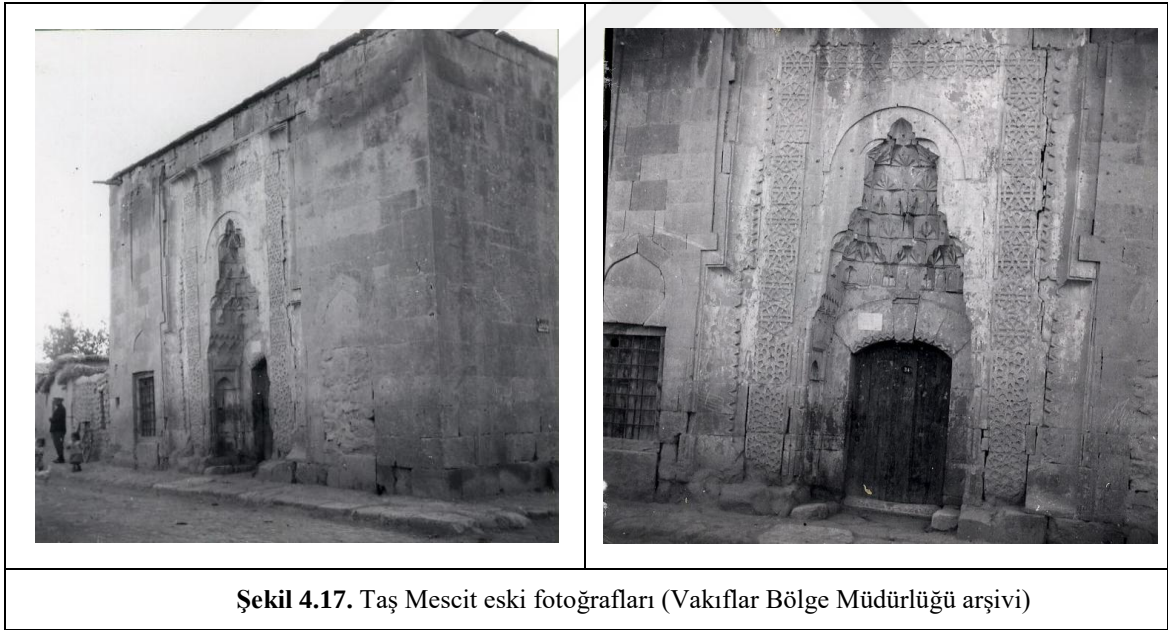


4.1.2. Taş (Hacı Ferruh, Akçe Gizlenmez) Mescit

Taş Mescit, Konya ili Meram ilçesi Aksinne Mahallesi'nde Sahip Ata Külliyesi'nin yakınında inşa edilmiştir. Yapı üzerinde bulunan 5 satırlık kitabeye göre 612 H/1215 yılında İzzeddin Keykavus döneminde Hacı Ferruh bin Abdullah tarafından Mimar Ramazan Bin Güneş'e yaptırılmıştır (Konyalı, 2007). Hacı Ferruh Mescidi, yapıyı oluşturan iç ve dış tüm duvarların tamamının kesme taş, yüzey ve birleşimlerinin düzgün olması ile Akçe Gizlenmez Mescidi olarak da adlandırılmaktadır (Baş, 2008). Mescit olarak inşa edilen yapı günümüzde de mescit olarak kullanılmaktadır.

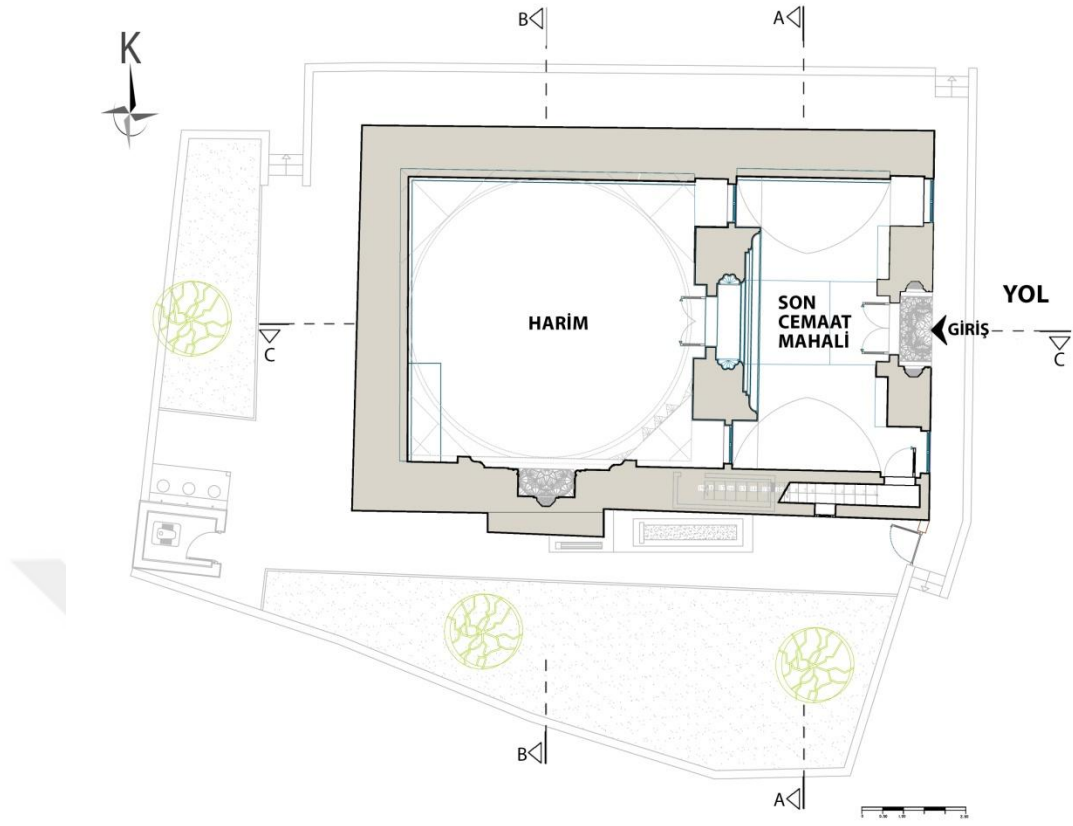


Şekil 4.16. Taş Mescidin konumu (Yandex Maps'den şematize edilmiştir.)



Şekil 4.17. Taş Mescit eski fotoğrafları (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivi)

Konya ve çevresindeki mescitler içinde çok önemli özelliklere sahip olan Taş Mescit, Selçuklu devri iki mekanlı mescit tipolojisindedir. Dikdörtgen plan şemalı olan yapı, 6.80 X 6.80 m çapında kare harim bölümü ve 6.80 X 3.57 m. ölçülü kapalı medhal bölümünden oluşmaktadır (Baş, 2008). Kare plana sahip olan harim kısmı tek kubbe ile medhal bölümü ise tonozla örtülmüştür (Turan,2008).



Şekil 4.18. Taş Mescit planı (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)



Şekil 4.19. Taş Mescit perspektif görünüşü



Şekil 4.20. Taş Mescit doğu cephesi



Şekil 4.21. Taş Mescit kuzeybatı cephesi

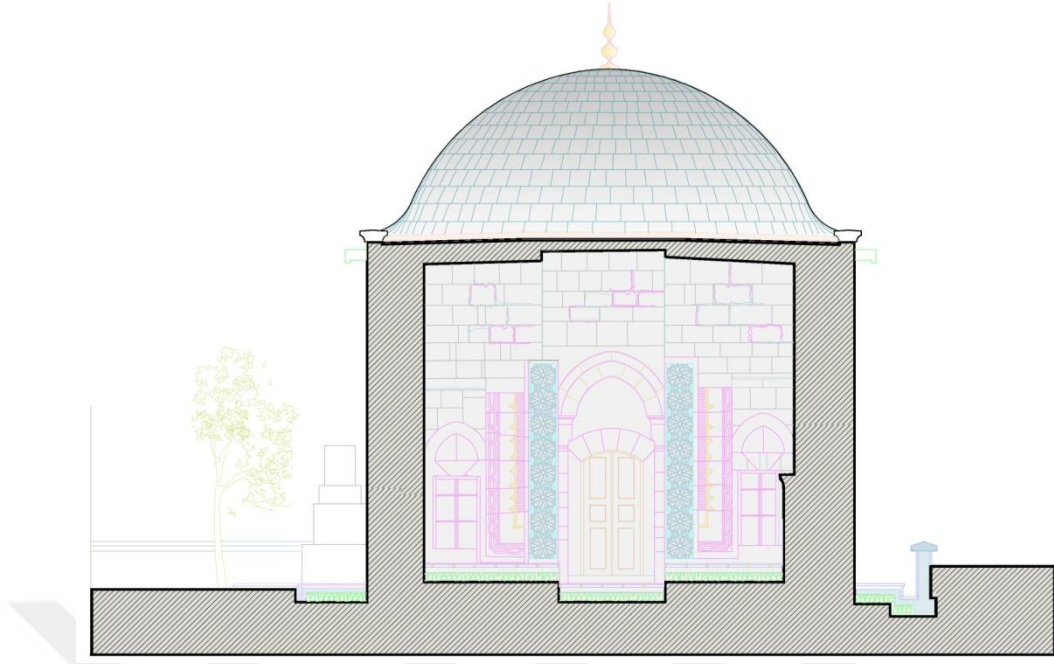


Şekil 4.22. Taş Mescit güneybatı cephesi

Taş Mescit, XIII. Yüzyıl Konya mescitleri içinde, kubbe ve kubbeye geçiş elemanları da dahil olmak üzere tamamen kesme taştan inşa edilmiş tek örnektir (Turan, 2008).

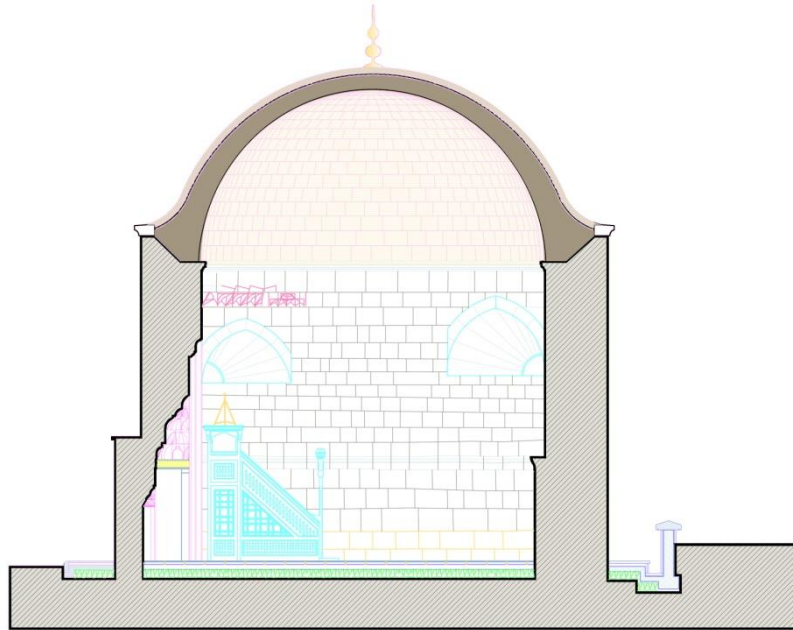
Mescide giriş, yol kotundan aşağıda, doğu cephesindeki mukarnaslı taç kapı tarafından sağlanmaktadır. Son cemaat mahalline açılan bu cephede taç kapının yanında iki adet pencere bulunmaktadır. Son cemaat mahallinin kuzey duvarı sağırdır, güney duvarı içinde ise taş bir merdiven vardır. Her ne kadar günümüzde mevcut olmayan minarenin merdiveni olarak düşünülse de Fatih Sultan Mehmet zamanı evkâf defterinde, mescidin, "mescit ve kütüphane" olarak kaydedilmiş olması, merdivenin, kütüphane işlevi gören üst katla bağlantı oluşturduğu da düşünülmektedir (Selçuklu Belediyesi, 2017a).

Bu cephede merdiveni aydınlatan bir pencere de mevcuttur. Son cemaat mahallinin batı duvarı bu bölüm ile harim bölümünü ayıran duvardır. Bu duvarda harime açılan bir taç kapı ve yanlarında birer sivri kemerli dikdörtgen pencere mevcuttur. Ayrıca taç kapı nişinin yan duvarlarında karşılıklı bulunan iki sivri kemerli mihrabiye de vardır.



Şekil 4.23. Taş Mescit A-A kesiti (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)

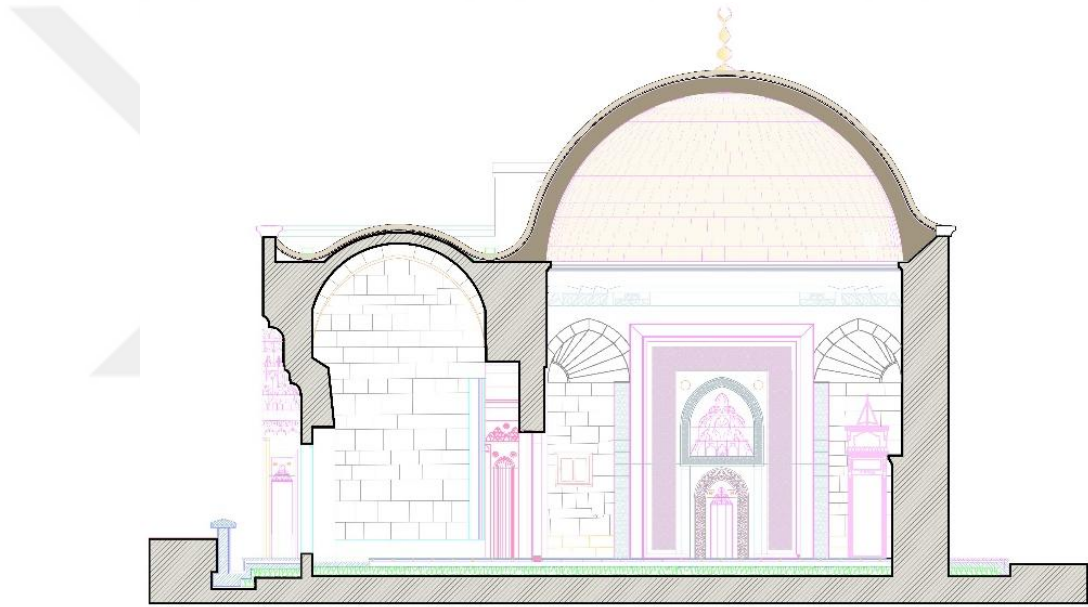
Harim bölümüne geçişi sağlayan bu kapı üstlerine geometrik kompozisyonların işlendiği silme ve bordürlerle çevrilidir ve bu kapı nişi kemerli bir eyvan görünümündedir (Selçuklu Belediyesi, 2017a). Taş kapının açıldığı harim bölümü, kare planlı ve kubbe ile örtülüdür. Orijinal kubbenin yok olduğu mevcut kubbenin ise son onarımlarda eklendiği bilinmektedir. Kubbeye geçiş, tekli tromp sistemiyle yapılan dört trompla alt yapı sekizgene dönüştürülerek sağlanmıştır (Turan, 2008).



Şekil 4.24. Taş Mescit B-B kesiti (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)

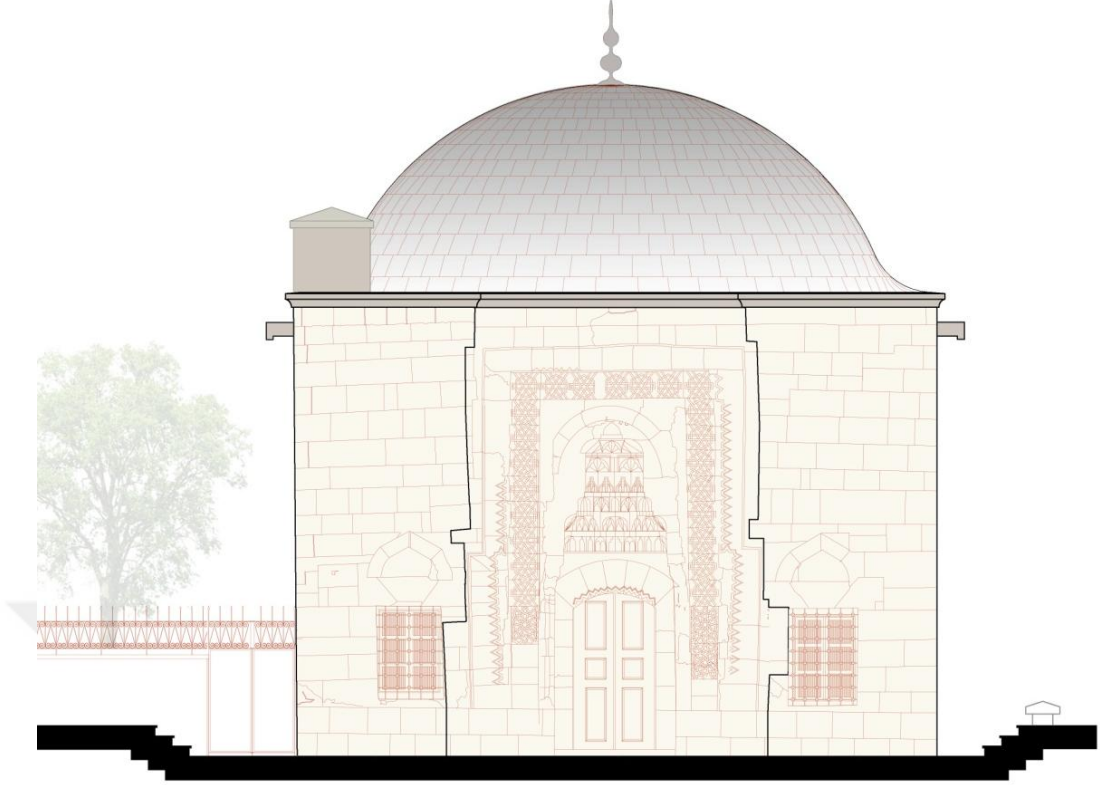
Kuzey ve batı duvarları sağır olan harim bölümünün güney (kıble) duvarında dış çerçevesi kubbe eteğine kadar yükselen mihrap nişi bulunmaktadır. Mihrap nişi, duvarla hem yüz olarak yerleştirilmiş dikdörtgen planlı ilk niş ve içinde üç sıra mukarnas kavsaralı yerleştirilmiş ikinci nişten meydana gelir (Selçuklu Belediyesi, 2017a). Ayrıca bu bölümde güney ve batı duvarının birleştiği köşede sonradan eklenen muhdes ahşap bir minber mevcuttur.

Geçmişte kadınlar mahfili ve bu mahfile ait merdivenin harim kısmında olduğu bilinmektedir. Ancak yapılan onarım çalışmalarında yapının orijinal durumu düşünülerek bu mahfil kaldırılmış ve son cemaat mahallinin bir bölümü kadınlar için ayrılmıştır.

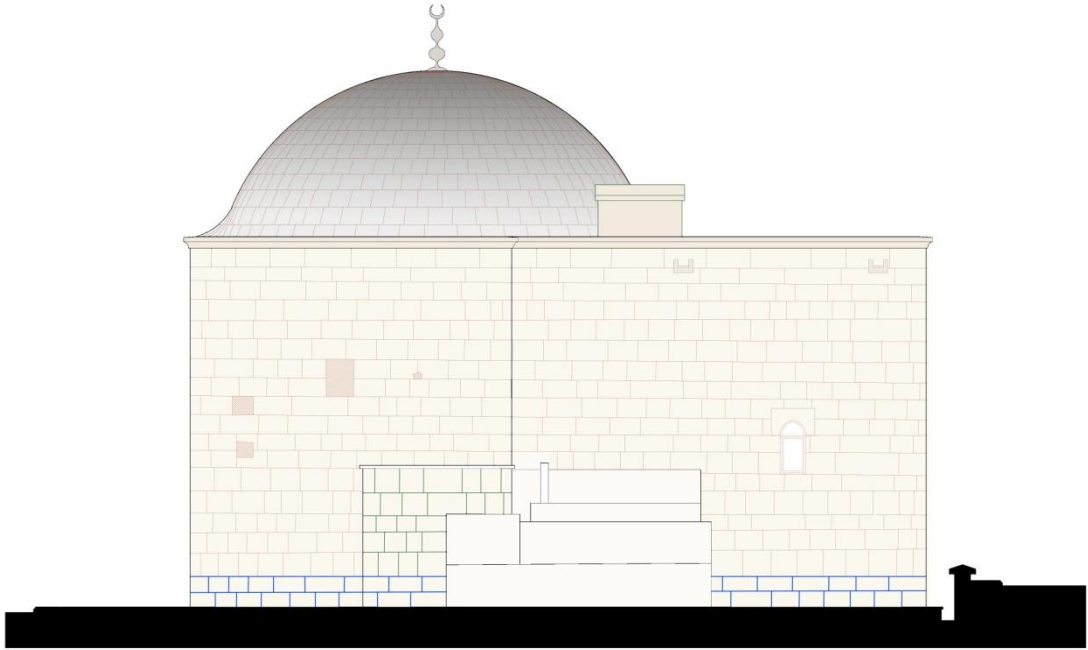


Şekil 4.25. Taş Mescit A-A kesiti (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)

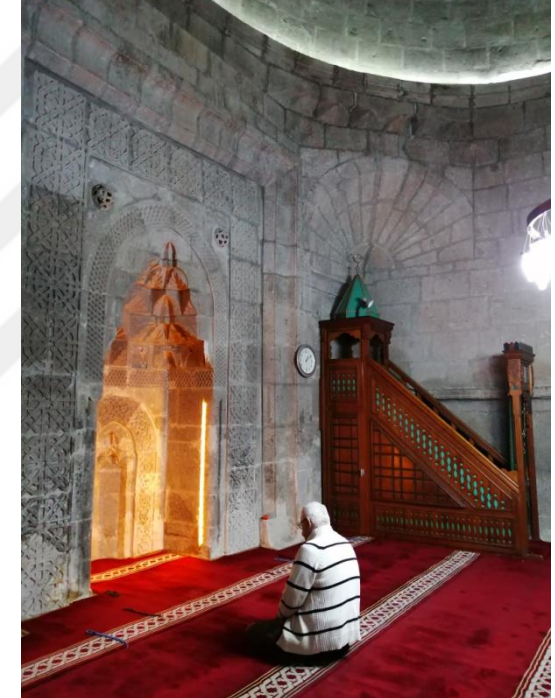
Mescidin giriş cephesi taç kapısı ve bu kapının iki kenarında 1.00 x 1.60 m. ölçülerinde iki pencereden oluşmaktadır. Taç kapısı, dikdörtgen yüksek bir çerçeve içerisine yerleştirilmiş derin bir nişten oluşmaktadır ve cephe duvarında çıkıntı yapmamaktadır. Ancak yan duvardan ince bir silme ile ayrılmıştır. Cephede var olan iki pencerenin etrafında taştan söveler ve sivri kemerli alınlıklar bulunmaktadır (Konyalı, 2007). Mescidin güney cephesinde, biri batı köşesine yakın diğeri de son cemaat mahalline açılan sivri kemerli dikdörtgen formda iki pencere mevcuttur (Selçuklu Belediyesi, 2017a). Kuzey ve batı cepheleri ise sağırdır. Mescidin güney duvarı tarafında günümüzde mermerden yeniden yapılmış bir mezar bulunmaktadır.



Şekil 4.26. Taş Mescit Doğu Cephesi (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)



Şekil 4.27. Taş Mescit Güney Cephesi (Vakıflar Bölge Müdürlüğü arşivinden şematize edilmiştir.)

	
Şekil 4.28. Taş Mescit iç mekânı	Şekil 4.29. Taş Mescit tromp sistemi
	
Şekil 4.30. Taş Mescit mihrabı	Şekil 4.31. Taş Mescit minberi

4.2. ODEON Programında Simülasyon Yöntemi

Hacim akustiği analiz çalışmalarında nesnel akustik parametrelerin hesaplanması için günümüze kadar kullanılan geleneksel yöntemler ya da ölçekli modeller yerini akustik simülasyon programlarına bırakmaya başlamıştır. Bu değişimin başlıca nedenleri; ekonomik olması, tekrarlanabilir ve detaylı incelemelerin yapılması, daha kısa sürede sonuca ulaşılabilmesi ve sonuçların daha rahat görülebilmesidir (Ateş, 2007).

Akustik simülasyon programlarının oluşturulmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır ve hem sanal kaynak hem de ışın tarama yöntemlerini birlikte kullanan bileşik hesap yöntemlerine dayanan programlar daha çok tercih edilmektedir. Genel anlatımı ile bu programlarda, hacmin üç boyutlu olarak incelenmesi ve ses kaynağından çıkan ışınların zaman içindeki değişimlerinin izlenmesi hedeflenmektedir (Ateş, 2007).

Bu çalışmada, Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitlerinden Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in akustik performansı, Danimarka Teknik Üniversitesi Akustik Bölümü uzmanları tarafından hazırlanan, bileşik hesap yöntemine dayalı çalışan, bilimsel olarak doğruluğu ve hassasiyeti kanıtlanmış ODEON simülasyon yazılımı yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar üzerinden değerlendirmeler yapılarak hacim akustiği performansları karşılaştırılmıştır.

4.3. Analiz Çalışmasının Kabulleri

Çalışma kapsamında SketchUp modelleme programı yardımıyla mescitlerin üç boyutlu modelleri hazırlanmış ve ODEON simülasyon programına aktarılmıştır. Mescitlerin nesnel akustik parametrelerinin hesaplanabilmesi için, ses kaynağı-alıcı noktası özellikleri ve konumları, malzeme, simülasyon ayarları ve parametrelerin optimum değer aralıkları ile ilgili kabuller yapılmıştır.

4.3.1. Kaynak ve alıcı noktaları ile ilgili kabuller

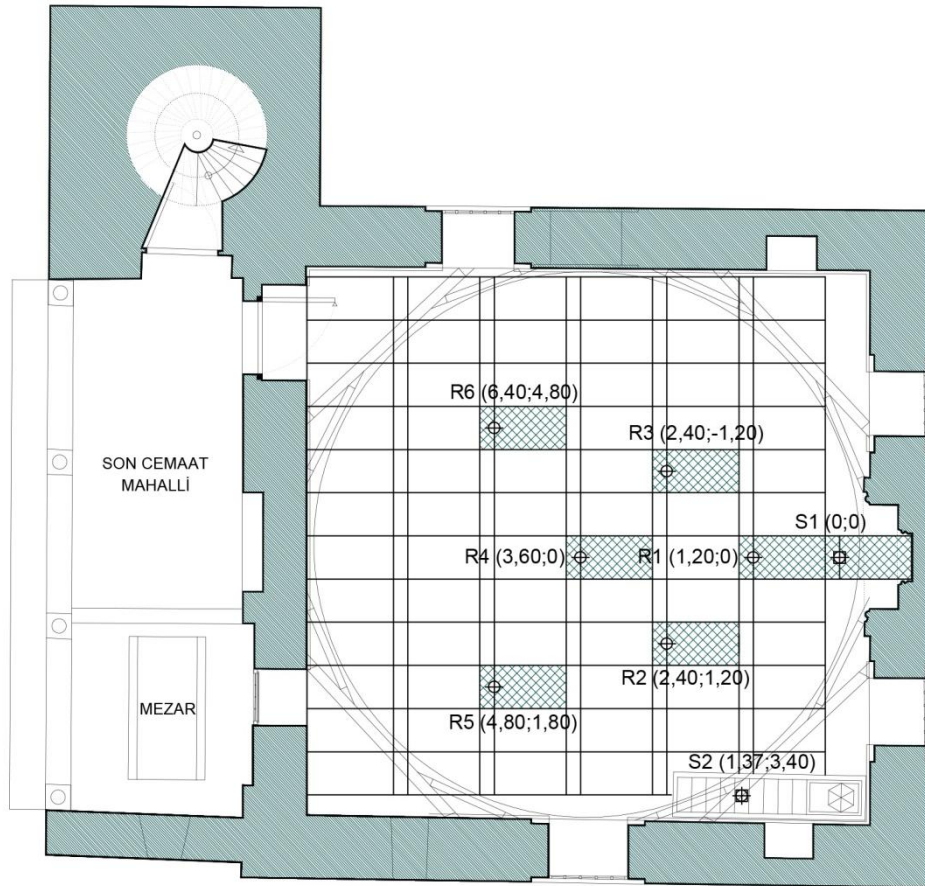
Bu çalışmada mescitlerde yer alan eylemler arasından cemaatin tamamen dolu olduğu Cuma namazı ve Cuma hutbesi eylemleri ele alınmış ve eylemlere göre değişen ses kaynağı ve alıcı noktaları belirlemiştir. Günlük namaz eylemi, cemaatin az olmasından kaynaklanan düşük yutuculukla, Cuma namazı eylemine göre çınlama süresinin daha yüksek olması beklenmektedir. Bu nedenle Günlük namaz eyleminde mescitler akustik açıdan daha olumsuz etkilenmektedir. Vaaz eylemi, incelenecek mescitlerde günümüzde kürsü bulunmadığı için, Kur'an-ı Kerim, ilahi veya Mevlid-i Şerif okunması eylemi ise mescidin küçük hacimli olmasından dolayı değerlendirme dışı tutulmuştur.

Mescitlerde yer alan eylemlerde imamlar erkek olduğu için, simülasyonda erkek konuşmacı ve yüksek sesli konuşma seviyesi sağlayan "Tlkraise_NATURAL.SO8" ses kaynağı tanımlanmıştır. Literatürden edinilen bilgiler doğrultusunda ses kaynağı (imam)

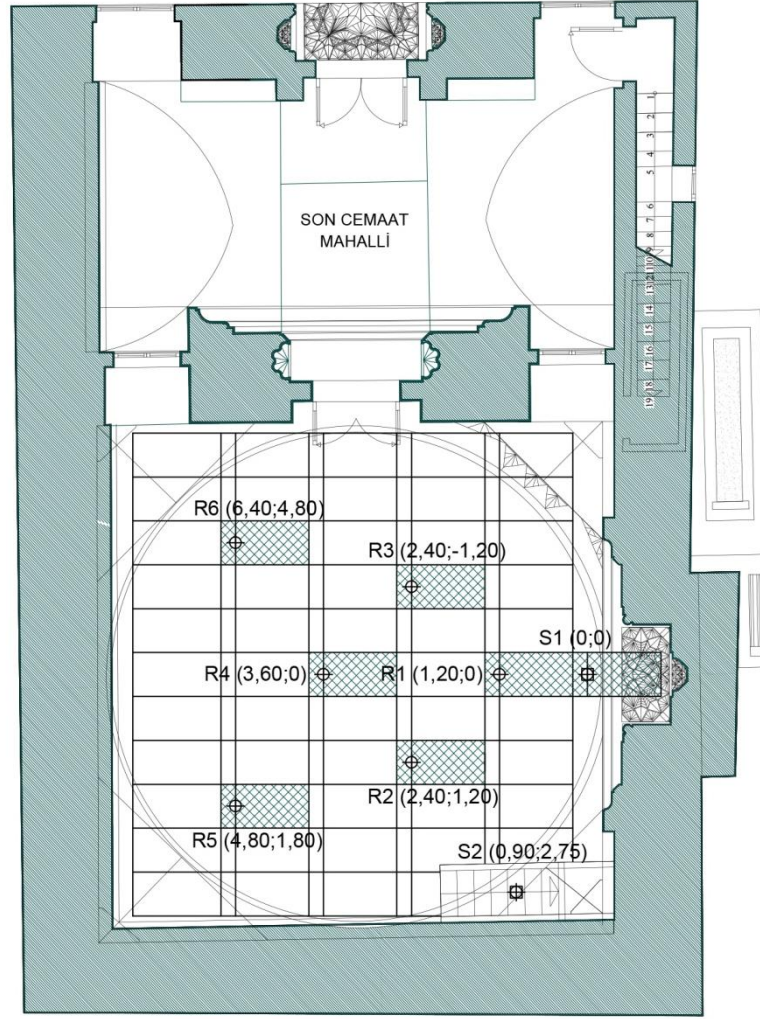
ile alıcı noktalarının konum ve yerden yükseklikleri belirlenmiştir. Alıcı noktaları için mescitlerde 0,60x1,20 m' lik birimler ayrılarak saf düzeni oluşturulmuş ve kişi başına 0,72 m² alan ayrılmıştır. Aynı zamanda en yakın yansıtıcı yüzey ile arasının 1 m olmasına dikkat edilmiştir.

Her iki mescitte de hacim içerisinde yer alan elemanlar aynı konumda yer almaktadır. Böylece karşılaştırma yapabilmek için alıcı noktaları kubbe merkezine göre aynı konuma yerleştirilmiştir. Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit için 6'şar tane alıcı noktaları belirlenmiştir. Bu noktalar R1-R6 olarak kodlanmıştır. Değerlendirilen eylemler için alıcı noktalarının mescitlerdeki konumları sabit, yerden yükseklikleri ise değişkenlik göstermektedir.

ODEON simülasyon programında parametrelerle ilgili alıcı noktalarının hizasında hesaplama yapabilmek için grid hesabı seçeneği bulunmaktadır. Bu çalışma için saf düzeni boyutları olan 0,60 ve 1,20 m'nin ortak böleni olan 0,30 m. birim olarak belirlenmiş ve her bir dinleyici alanı kare bölümlere ayrılarak incelenmiştir. Şekil 4.32 ve 4.33' de Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in kaynak ve alıcı nokta konumlarını plan düzleminde göstermektedir. Burada kaynak ise S1 olarak kodlanmıştır.

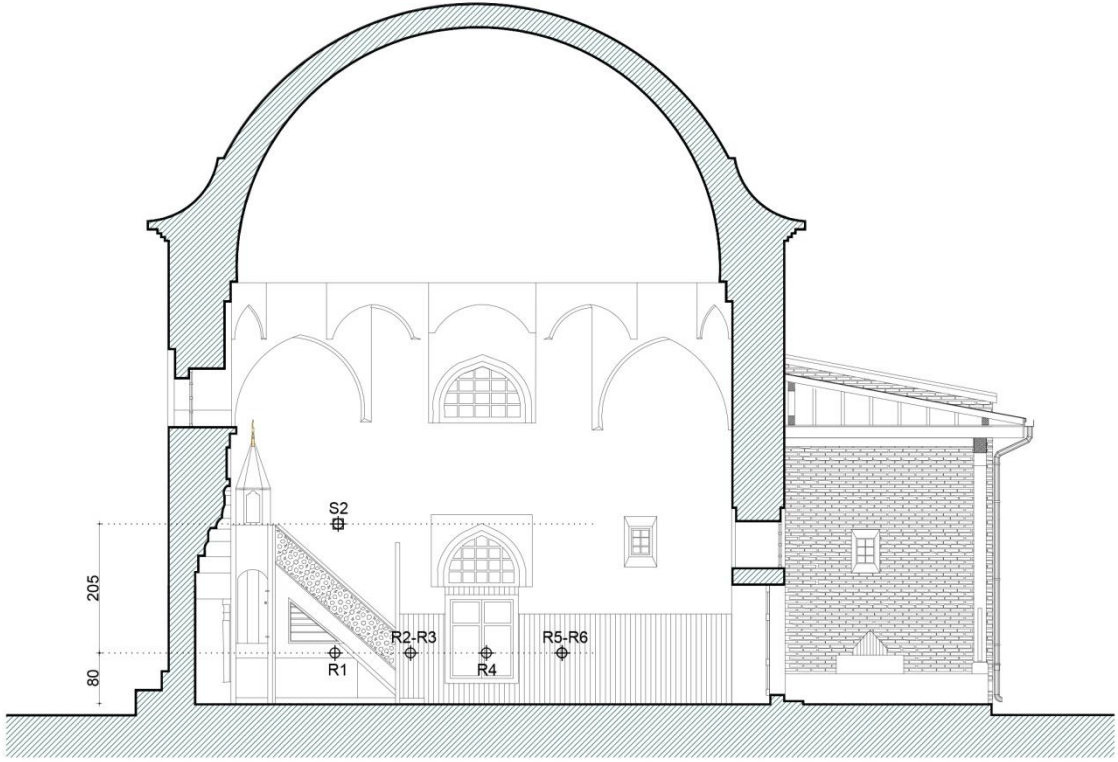


Şekil 4.32. Hoca Hasan Mescidi' nin plan düzleminde kaynak-alıcı nokta konumları

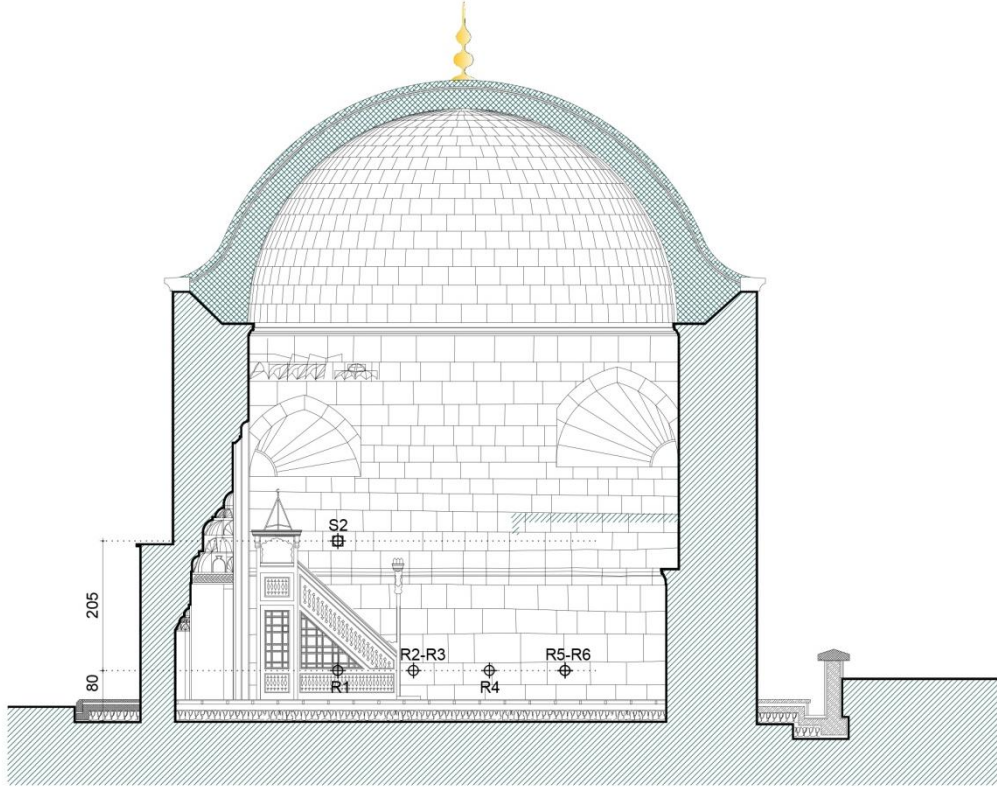


Şekil 4.33. Taş Mescit' in plan düzleminde kaynak-alıcı nokta konumları

Cuma hutbesi eyleminde mescitlerin tamamen dolu olduğu kabul edilerek, ses kaynağı olan imam minberin üzerinde ve ayakta ve S2 ile kodlanmıştır. Her iki mescitte de kaynağın, minberin 5. basamağında, zeminden 2,85 m yüksekliğinde ve cemaatin orta noktasında yer alan R4 alıcı noktasına dönük olduğu kabul edilmiştir. Alıcı noktalarının yerden yüksekliği ise mescit zemininden 0,80 m yükseklikte tanımlanmıştır. Şekil 4.34 ve 4.35 Cuma hutbesi eylemi için sırasıyla Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in kaynak ve alıcı nokta konumlarını kesit düzleminde göstermektedir.

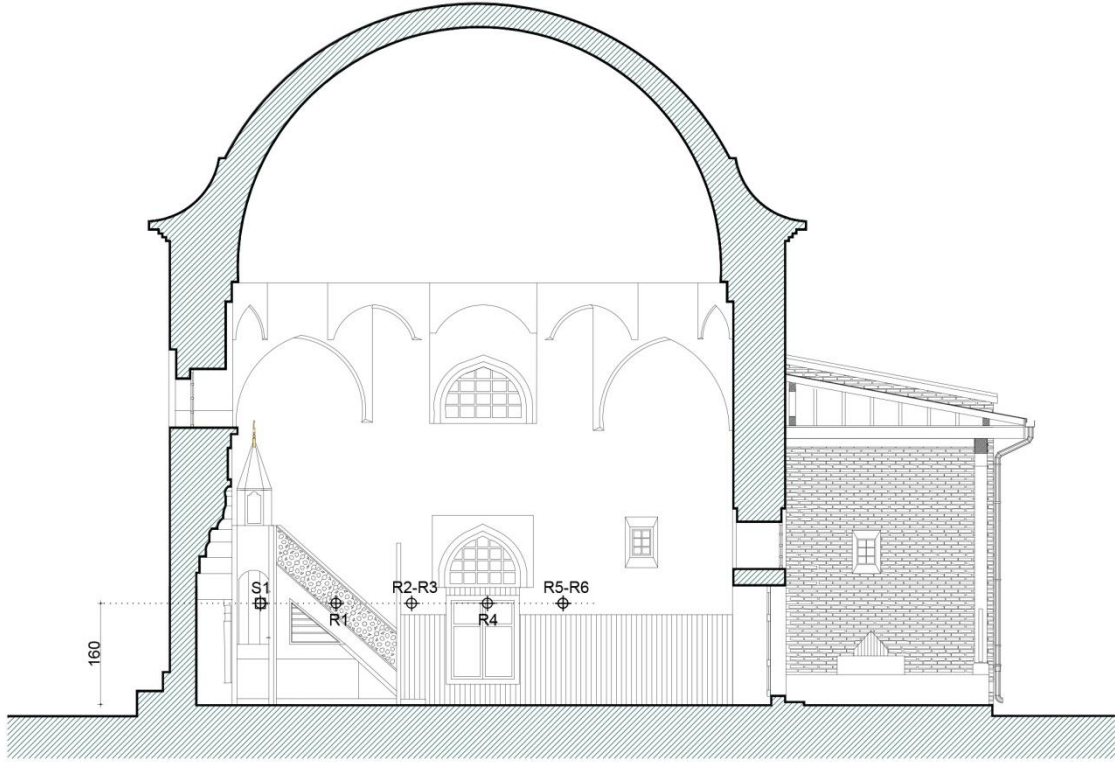


Şekil 4.34. Hoca Hasan Mescidi'nin Cuma hutbesi eylemi için kaynak-alıcı noktaları konumları

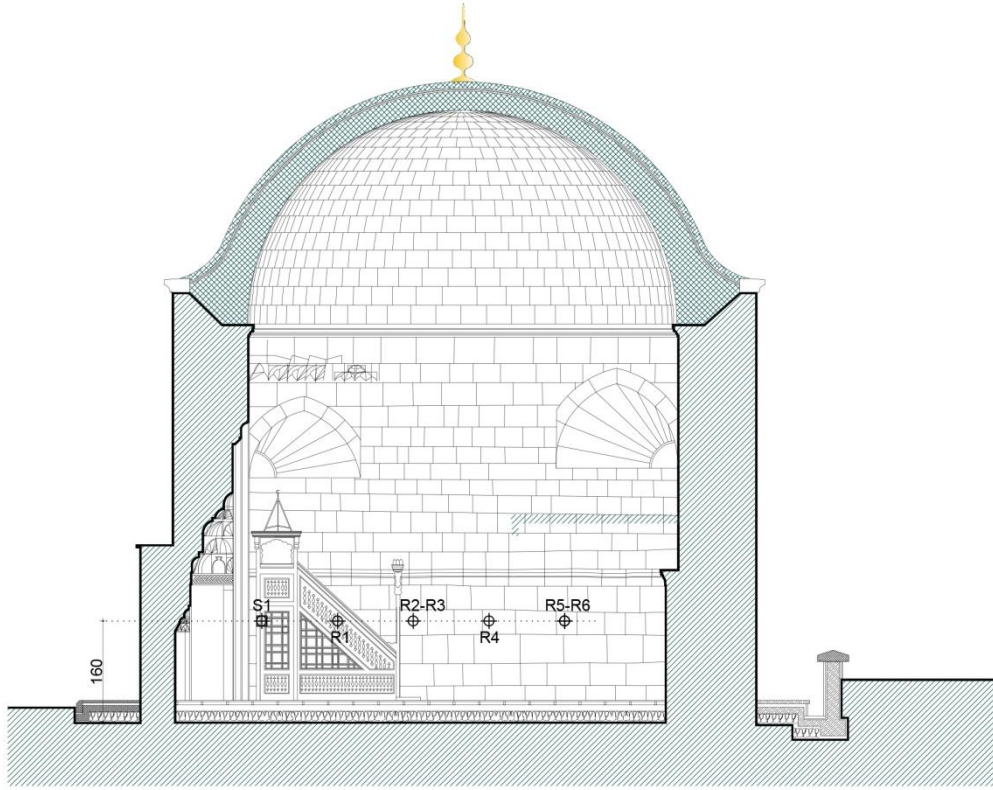


Şekil 4.35. Taş Mescit'in Cuma hutbesi eylemi için kaynak-alıcı noktaları konumları

Cuma namazı eyleminde ise kaynak noktası olan imam, mihrap önünde, yönü kibleye dönük ve zeminden yüksekliği 1,60 m kabul edilmiştir. Her iki mescitte de alıcı noktalarının yönü kible yönünde ve yerden yüksekliği ayakta duran insan seviyesi olan 1,60 m' dir. Şekil 4.36 ve 4.37 Cuma namazı eylemi için sırasıyla Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in kaynak ve alıcı nokta konumlarını kesit düzleminde göstermektedir.



Şekil 4.36. Hoca Hasan Mescidi'nin Cuma namazı eylemi için kaynak-alıcı noktaları konumları



Şekil 4.37. Taş Mescit'in Cuma namazı eylemi için kaynak-alıcı noktaları konumları

4.3.2. ODEON programı ile ilgili kabuller

Bu çalışmada mescitlerin üç boyutlu modelleri SketchUp 8.0 modelleme programı yardımıyla hazırlanarak ODEON 14.05 Auditorium versiyonuna aktarılmıştır. Hazırlanan modeller öncelikle program tarafından kontrol edilmiş (3D Geometry Debugger), üst üste binen ya da birleşmeyen yüzey olmadığı tespit edilmiştir. Daha sonra programın tanımlanmış yüzeylerine %20 emicilik verilip, mekânın herhangi bir yerine noktasal kaynak atanarak üç boyutlu ışın taraması (3D Investigating Ray-tracing) komutuyla modelin ışın sızdırmazlık doğrulaması yapılmıştır. Modellerin uygunluğu kontrol edildikten sonra hesap parametreleri belirlenmiştir.

Bir ışının maksimum yansıma süresi (impulse response length) 7000 msn, geç ışın sayısı (number of late rays) 20000, bir ışının maksimum yansıma sayısı (maximum reflection order) 10000, sanal kaynakların yansıma derecesi (transition order) 2, erken ışın sayısı (number of early rays) 10000, arka plan gürültü seviyesi NC 25, ortam sıcaklığı 20 °C ve nem %50 olarak tanımlanmıştır.

4.3.3. Malzemeler ile ilgili kabuller

ODEON programında malzeme atamasını kolaylaştırmak için mescit modelleri aynı malzeme aynı katmanda olacak şekilde ayarlanmıştır. Malzeme seçimleri için ODEON malzeme kütüphanesinden ya da kütüphanede olmaması durumunda literatürden yararlanılmıştır. Malzemenin formuna ve detaylarına uygun saçıcılık değerleri tanımlanmıştır. Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3 Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit için atanan malzemelerin yutuculuk katsayılarını göstermektedir.

Çizelge 4.2. Hoca Hasan Mescidi akustik modelinde yüzeylere atanan malzemelerin " α " yutuculuk katsayıları

Hoca Hasan Mescidi	Frekanslar (Hz.)							
Malzemeler	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Masif Ahşap Kapı (Odeon, 2016; Kaygısız, 2019)	0.14	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10
50 mm Ahşap (Kaygısız, 2019)	0.01	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
Arkası Boşluklu Ahşap Panel (Odeon, 2016)	0.15	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	0.07
Oyma Ahşap Panel (Kaygısız, 2019)	0.92	0.92	0.92	0.90	0.55	0.76	0.47	0.47
Tek Cam, 3 mm (Long, 2006)	0.08	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
Çift Cam, 2-3 mm (Long, 2006)	0.10	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
Tuğla Üzeri Sıva (Konuk, 2010)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
Altlık Üzeri Yün Halı (Long, 2006; Kaygısız, 2019)	0.20	0.20	0.25	0.35	0.40	0.50	0.75	0.75
Camilerde Dinleyici Alanı (Namaz Eylemi) (Kaygısız, 2019)	0.26	0.26	0.46	0.87	0.99	0.99	0.99	0.99
Camilerde Dinleyici Alanı (Hutbe Eylemi) (Kaygısız, 2019)	0.22	0.22	0.38	0.71	0.95	0.99	0.99	0.99

Çizelge 4.3. Taş Mescit akustik modelinde yüzeylere atanan malzemelerin " α " yutuculuk katsayıları

Taş Mescit	Frekanslar (Hz.)							
Malzemeler	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Masif Ahşap Kapı (Odeon, 2016; Kaygısız, 2019)	0.14	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10
50 mm Ahşap (Kaygısız, 2019)	0.01	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
Tek Cam, 3 mm (Long, 2006)	0.08	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
Kesme Taş (Topaktaş, 2003)	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
Altlık Üzeri Yün Halı (Long, 2006; Kaygısız, 2019)	0.20	0.20	0.25	0.35	0.40	0.50	0.75	0.75
Camilerde Dinleyici Alanı (Namaz Eylemi) (Kaygısız, 2019)	0.26	0.26	0.46	0.87	0.99	0.99	0.99	0.99
Camilerde Dinleyici Alanı (Hutbe Eylemi) (Kaygısız, 2019)	0.22	0.22	0.38	0.71	0.95	0.99	0.99	0.99

4.3.4. Hacim akustiği parametreleri ile ilgili kabuller

Çalışma kapsamında Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in değerlendirilmesinde kullanılan parametreler sırasıyla çınlama süresi (T30), erken düşme süresi (EDT), ayırt edilebilirlik (D50), netlik (C50-C80) ve konuşma iletim indeksi (STI_{Male}) parametresidir. Bahsedilen parametreler için kabul edilen optimum değer aralıkları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mescitler için hacim akustiği parametrelerinin optimum değer kabulleri

HACİM AKUSTİĞİ PARAMETRELERİ	MESCİTLER İÇİN OPTİMUM DEĞER KABULLERİ			KAYNAKLAR
Çınlama Süresi (RT)	$RT = 0,822 \times V^{0,1080}$	Hoca Hasan Mescidi V=550 m ³	Taş Mescit V=375 m ³	Elkhateeb ve ark., 2015
		RT= 1.61 sn	RT= 1.55 sn	Kaygısız, 2019
Erken Düşme Süresi (EDT)	EDT/RT=1.1 $RT - (\%10 \times RT) \leq EDT \leq RT + (\%10 \times RT)$			Mehta ve ark., 1999
Ayırt Edilebilirlik (D50)	Konuşmanın anlaşılabilirliği için D50>0.50			Barron, 2009
Netlik (C80 - C50)	C80 (Müzik)	-4dB<C80<+4dB		Long, 2006
	C50 (Konuşma)	C50> 0dB		Barron, 2009
Konuşma İletim İndeksi (STI)	0- 0,30 kötü 0,30-0,45 zayıf 0,45-0,60 tatmin edici 0,60-0,75 iyi 0,75-1,00 mükemmel			Long, 2006 Odeon

Çalışmamızda konuşma amaçlı eylemlerden olan Cuma hutbesi eyleminde alçak ve yüksek frekanslarda optimum çınlama sürelerinin orta frekanslarla eşit olduğu; dini musiki amaçlı eylemlerden olan Cuma namazı eyleminde ise orta ve yüksek frekanslarda eşit, alçak frekanslarda %20 artış olduğu kabul edilmiştir. Aynı zamanda optimum çınlama süreleri için alt ve üst sınır $\pm\%10$ ve parametrelerin minimum ve maksimum değerleri ile ilgili alıcı noktaları arasında karşılaştırma yapabilmek için konuşmada anlaşılabilirliğin en etkili olduğu 1000 Hz. frekansı kabul edilmiştir.

4.4. Genel Değerlendirme ve Bulgular

Çalışma alanı olarak seçilen mescitlere ait mimari özelliklerin özeti Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit’in mimari özellikleri

Mahalle mescitlerinin mimari özellikleri	Mescit Ebatları			Zemin Alanı (m ²)	Kapasite (Kişi)
	En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)		
Hoca Hasan Mescidi	7,60	7,80	10,71	60	75
Taş Mescit	6,80	6,80	9,35	48	54

Mahalle mescitlerinin mimari özellikleri	Hacim (m ³)	Kişi Başına Düşen Hacim (m ³)	Kişi Başına Düşen Alan (m ²)	Toplam Yüzey Alanı
Hoca Hasan Mescidi	550	7,33	0,80	417
Taş Mescit	375	7	0,88	355

Cuma hutbesi ve Cuma namazı için eylemleri için hazırlanan modeller ODEON programına aktarılmış ve seçilen parametreler (RT, EDT, D50, C50, C80 ve STI) için detaylı inceleme gerçekleştirilmiştir. Her iki eylem için de mescitlerin tamamen dolu olduğu kabul edilmiştir.

4.4.1. Hoca Hasan Mescidi'nin akustik simülasyon kapsamında incelenmesi

4.4.1.1. Cuma hutbesi eylemi

Cuma hutbesi eyleminde, ses kaynağı (imam) minberde ve yönü mescidin orta noktasındaki alıcı noktasına dönük olduğu, alıcı noktalarının (cemaat) yerde oturduğu ve yönlerinin kibleye dönük olduğu kabul edilmiştir.

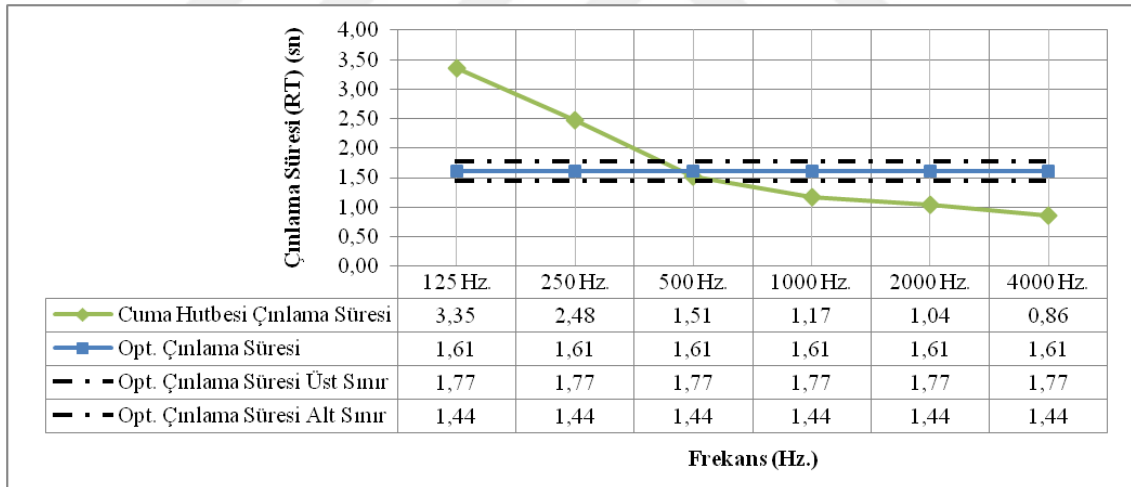
Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT)

Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT) bir hacmin akustik özelliklerini belirlemek için kullanılan en önemli parametrelerdendir. Bölüm 3.2.1 ve Bölüm 3.2.2' de detaylı olarak anlatıldığı üzere EDT mekân yüzeyinden gelen erken yansılardan ve mekânın geometrisinden; RT ise gelen tüm yansılardan

etkilenmektedir. Akustik açıdan RT değeri uzun olan hacimler canlı, RT değeri kısa olan hacimler ise ölü-kuru olarak tanımlanmaktadır. Kısa EDT değerleri sesin açıklığını artırırken, uzun EDT değerleri ise sesin maskelenmesine neden olarak konuşma anlaşılabilirliğini azaltmaktadır.

550 m³ hacme sahip Hoca Hasan Mescidi için Elkhateeb ve ark. (2015)' nın yaptıkları çalışmada camiler için yer alan hesaplama yöntemi ile optimum çınlama süresi orta frekanslar için 1,61 sn' dir. Cuma hutbesi eylemi, konuşma eylemlerinden olduğu için alçak ve yüksek frekanslarda optimum çınlama sürelerinin orta frekanslara eşit olduğu ve değer aralığı için alt ile üst sınır $\pm\%10$ olarak kabul edilmiştir. Çınlama süresi parametresinde mescitle ilgili genel değerlendirme için ODEON programındaki RT değerleri, öznel çınlamanın değerlendirilmesi için alıcı noktalarının 1000 Hz. frekansındaki T30 değerleri kullanılmıştır.

Şekil 4.38' de Cuma hutbesi eylemi için simülasyon sonucunda 125-4000 Hz. arasındaki 6 oktav bandı için elde edilen çınlama süreleri, optimum çınlama süreleri ve çınlama süreleri için belirlenen alt ve üst sınır değerler verilmiştir.

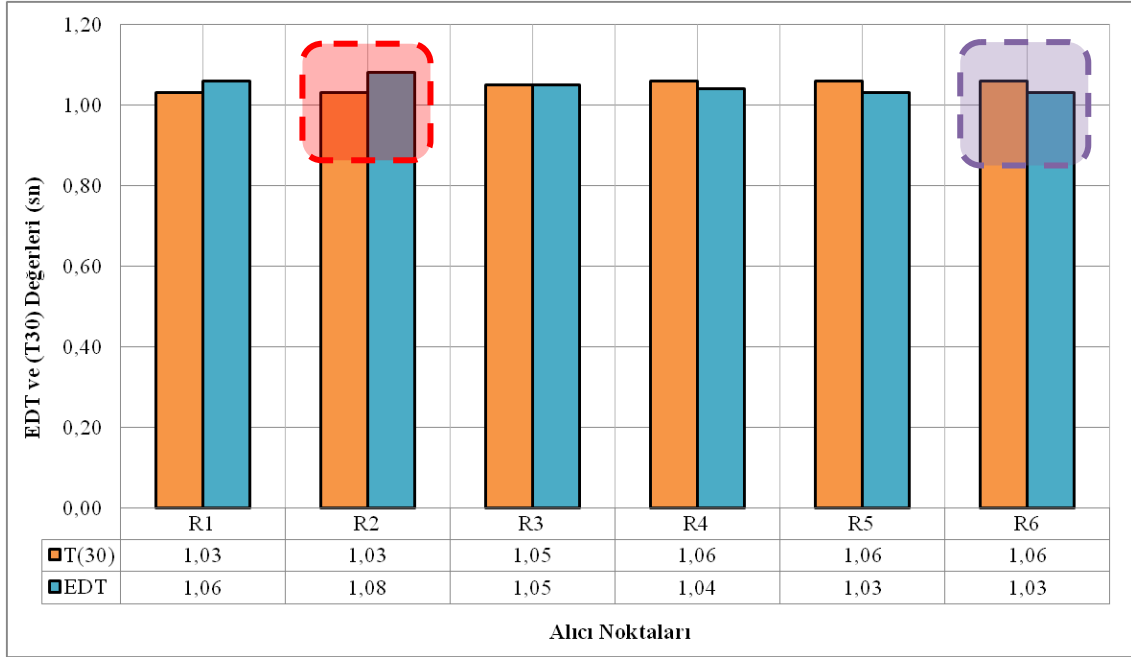


Şekil 4.38. Hoca Hasan Mescidi Cuma hutbesi eylemi çınlama süresi

Grafik incelediğinde, sadece 500 Hz.' de optimum değer aralığında çınlama süresine sahip olduğu görülmüştür. Alçak frekanslarda kabul edilebilir değer aralığının üzerinde değerler elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda düşük değerler elde edilmiştir. Hoca Hasan Mescidi 7,60 x 7,80 boyutları ve 75 kişi kapasitesi olan küçük ölçekli bir mescit olup, en önemli yutucu yüzeyler halı kaplama ve cemaat iken, bunların dışındaki yüzeyler yansıtıcı özelliğe sahiptir. Cuma hutbesi eyleminde mescidin tamamen dolu olması ve yüksek frekanslara gidildikçe özellikle cemaatin ve

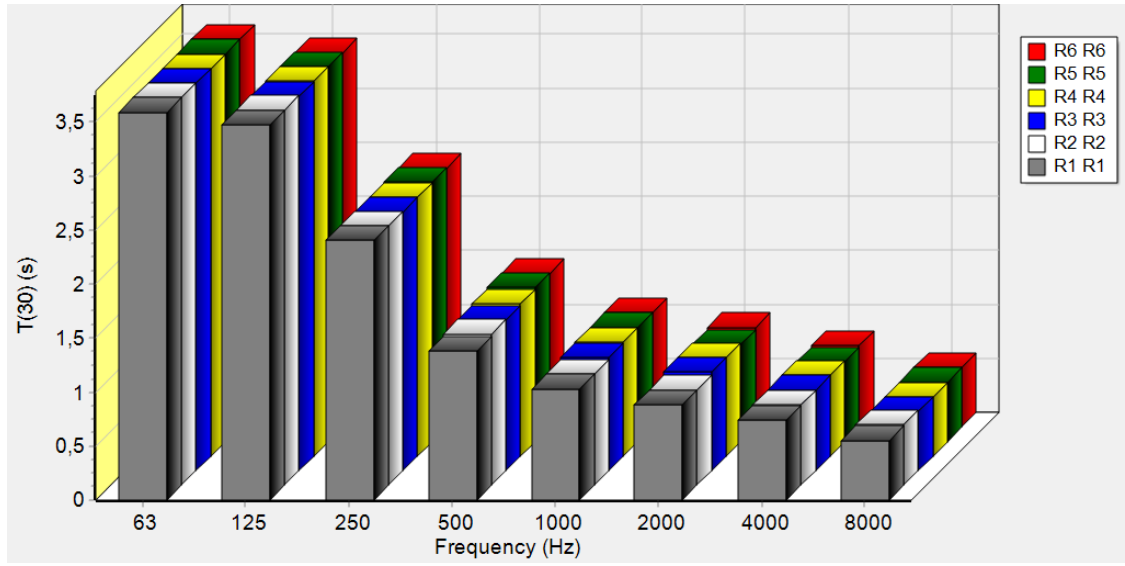
havanın yutuculuk değerlerinin oldukça artması sebebiyle çınlama sürelerinde azalma gözlemlenmiştir. Alçak frekanslarda ise cemaatin, havanın ve diğer yüzey malzemelerinin daha düşük yutuculuğa sahip olmasından dolayı optimum değerlerin üzerinde çınlama süreleri elde edilmiştir.

Cuma hutbesi eylemi için alıcı noktalarından elde edilen T30 ve EDT değerleri Şekil 4.39' da verilmiştir.

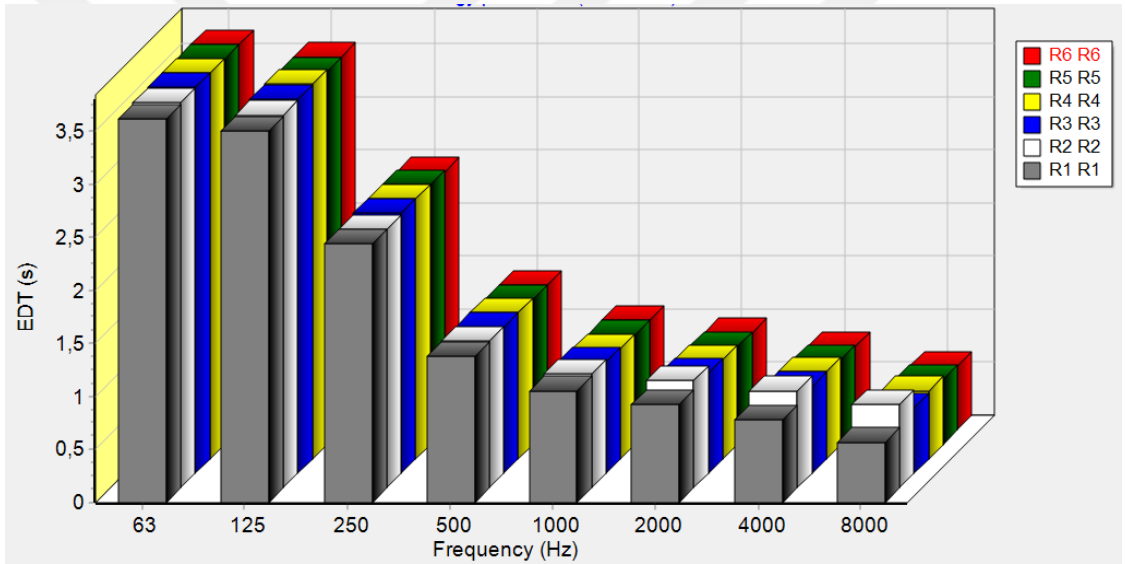


Şekil 4.39. Hoca Hasan Mescidi Cuma hutbesi eylemi T30 ve EDT değerleri (1000 Hz.)

Hoca Hasan Mescidi'nin Cuma hutbesi eyleminde 1000 Hz. frekanstaki T30 ve EDT değerleri incelendiğinde tüm alıcı noktalarında birbirine yakın değerler elde edildiği görülmektedir. T30 değerleri 1,03-1,06 sn aralığında iken EDT değerleri 1,03-1,08 sn aralığındadır. EDT sesin ilk bölümünün düşüşünü incelemektedir ve bu değer yüksek olması erken ses enerjisinin daha uzun sürede sönümlendiği anlamına gelmektedir. Şekil 4.40' da Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen T30 ve EDT verilmiştir. Bütün frekanslardaki genel değerlere bakıldığında diğer alıcı noktalarına oranla en yüksek EDT değerleri R2 alıcı noktasında ve EDT>T30 durumu, en düşük EDT değerleri ise R6 alıcı noktasında ve T30>EDT durumu görülmektedir.



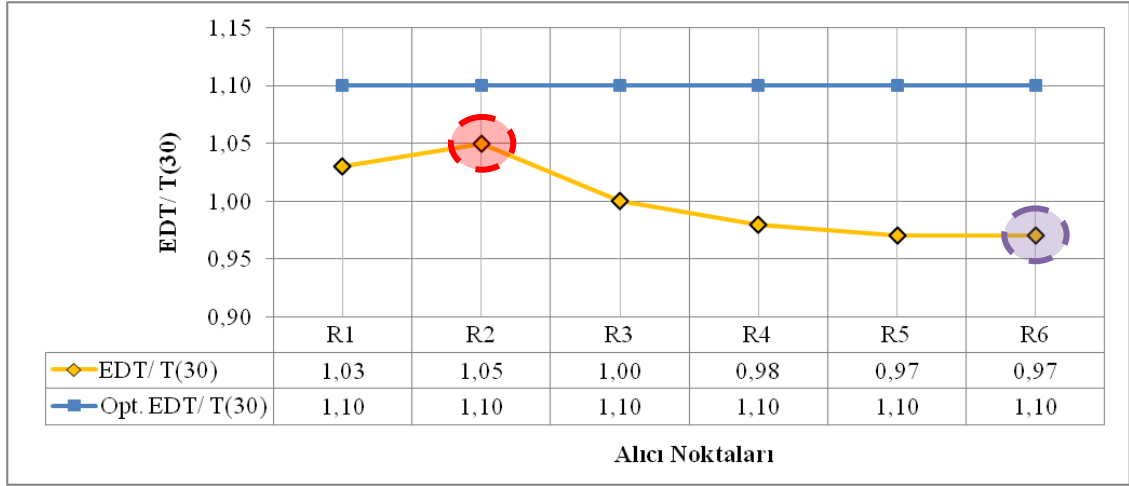
(a)



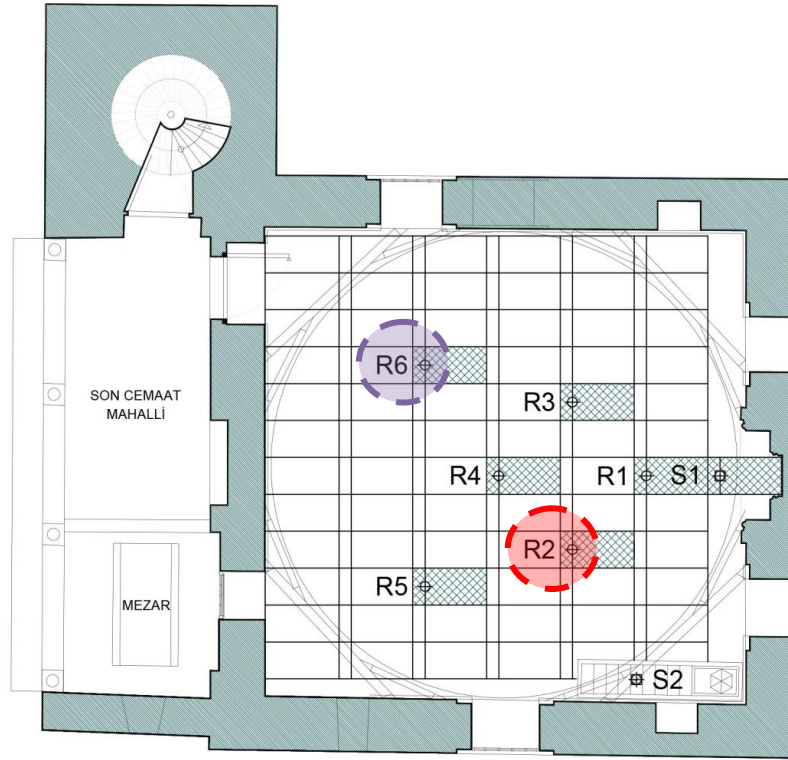
(b)

Şekil 4.40. Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen T30 ve EDT değerleri

Şekil 4.41' da Cuma hutbesi eylemi için bütün alıcı noktalarında 1000 Hz. frekans değerlerinden belirlenen EDT/T30 oranları verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde tüm alıcı noktalarında EDT/T30 oranının optimum değer olan 1,1' den düşük değerler elde edildiği görülmektedir. T30 değerleri birbirine yakın değerler aldığı için alıcı noktaları arasındaki EDT/T30 oranı farkını EDT parametresi belirlemektedir. En yüksek değer R2 alıcı noktasında elde edilirken, en düşük değer ise R6 alıcı noktasında elde edilmiştir.



Şekil 4.41. Hoca Hasan Mescidi Cuma hutbesi eylemi EDT/T30 değerleri (1000 Hz.)

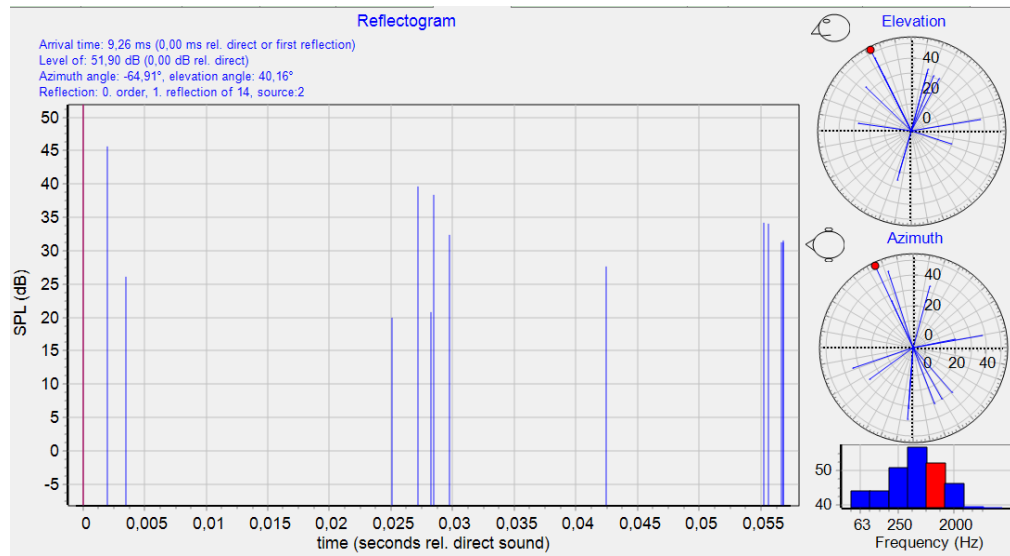
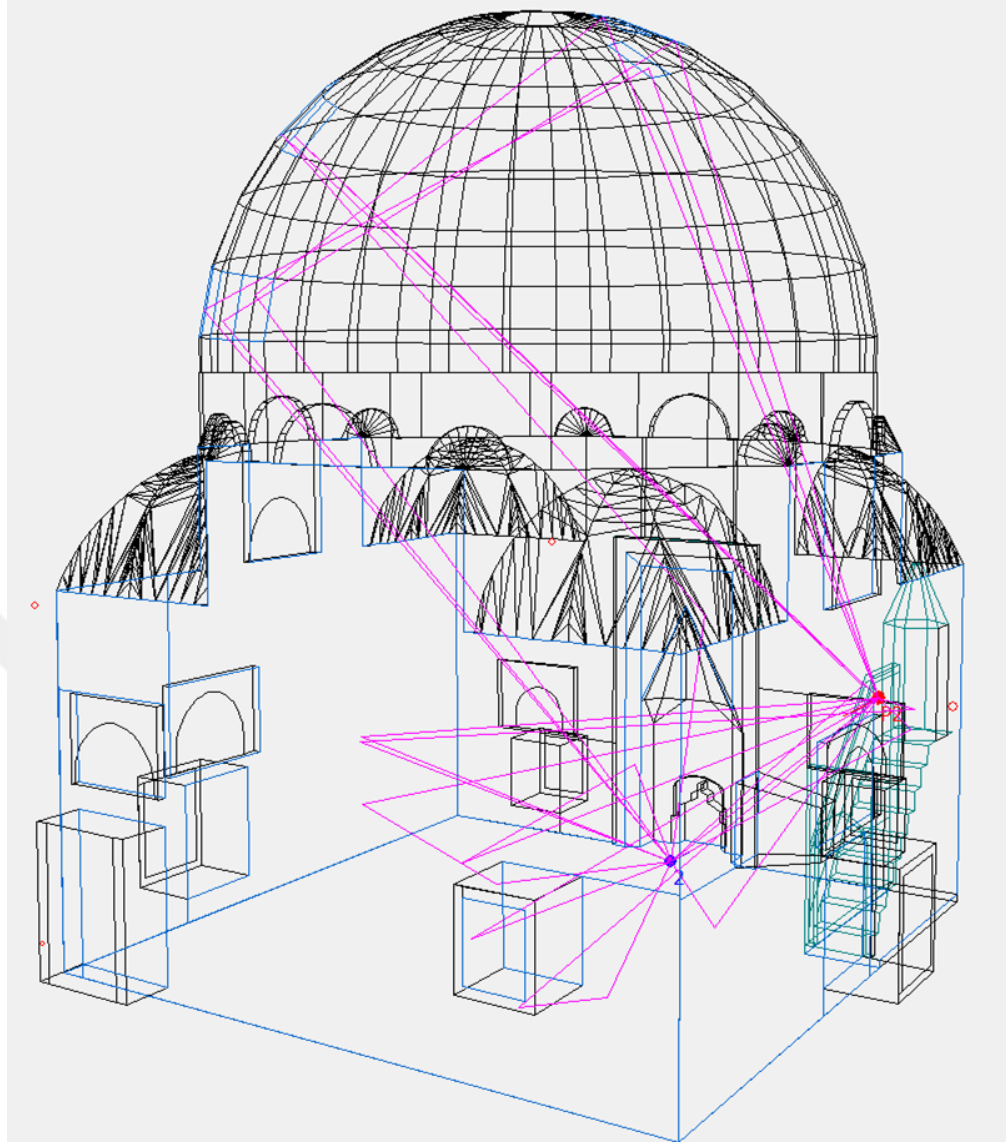


Şekil 4.42. En yüksek ve en düşük EDT/T30 değerlerine sahip alıcı noktalarının konumu

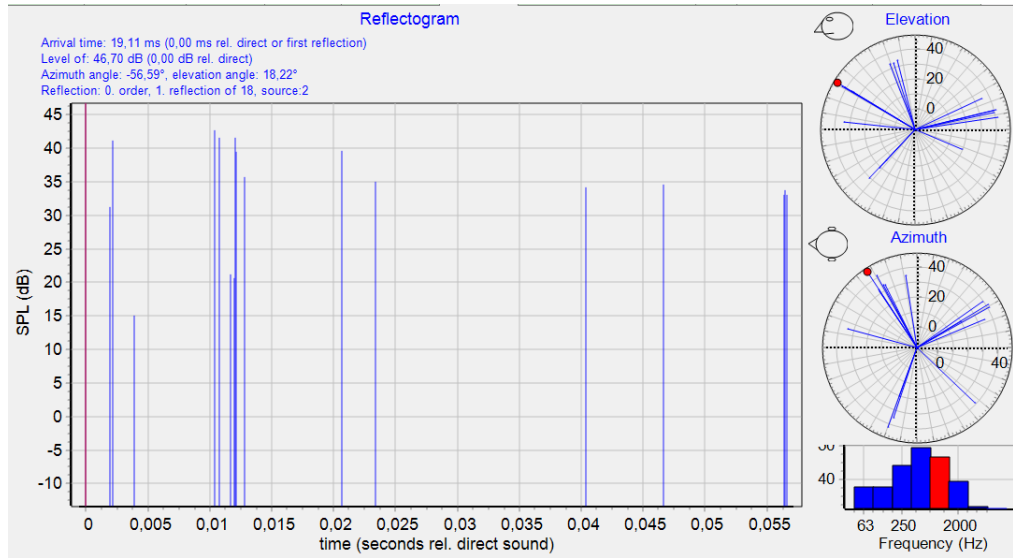
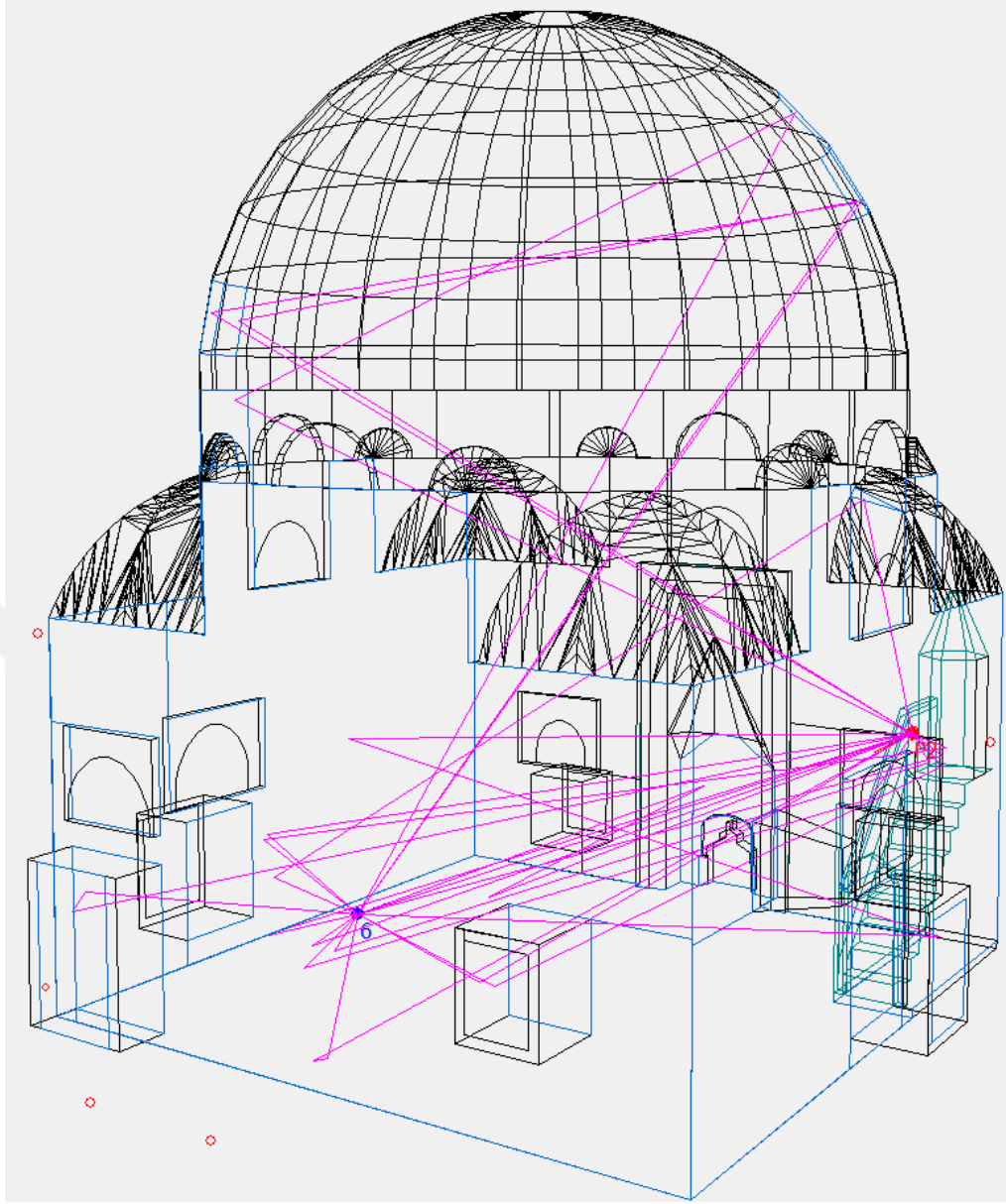
Şekil 4.43' de verilen R2 alıcı noktası ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, alıcının kaynak noktasına yakın konumda olması sonucunda minbere yakın yan duvardan erken yansımalar aldığı görülmektedir. Fakat alıcı noktasına arka ve uzak yan duvardan, çoğunlukla birden fazla yüzeyden yansıyarak gelen geç süreli erken yansımalar (25-45 msn) ile kubbeden gelen gecikmiş yansımalar EDT değerini yükseltmiş ve R2 alıcı noktasında yüksek EDT/T30 oranı elde edilmesine neden olmuştur.

R6 alıcısı mihrap ekseninin sol kısmında ve mescidin arka bölümünde bulunmaktadır. R6 alıcı noktası için Şekil 4.44' de verilen ışıın analizi ve enerji diyagramları incelendiğinde, minberin konumundan dolayı direkt sestten hemen sonra gelen yüksek enerjili yansımaları minberin yakınındaki yan duvardan aldığı görülmektedir. Aynı zamanda mescidin küçük hacimli olması nedeniyle arka duvardan ve mihrap eksenine göre sol yan duvardan erken ses yansımaları almaktadır. R6 alıcı noktasının direkt sestten sonra gelen erken yansımaların çoğunun 0-15 msn içerisinde ulaşması, EDT değeri ve EDT/T30 oranının düşük çıkmasına sebep olmuştur.





Şekil 4.43. R2 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

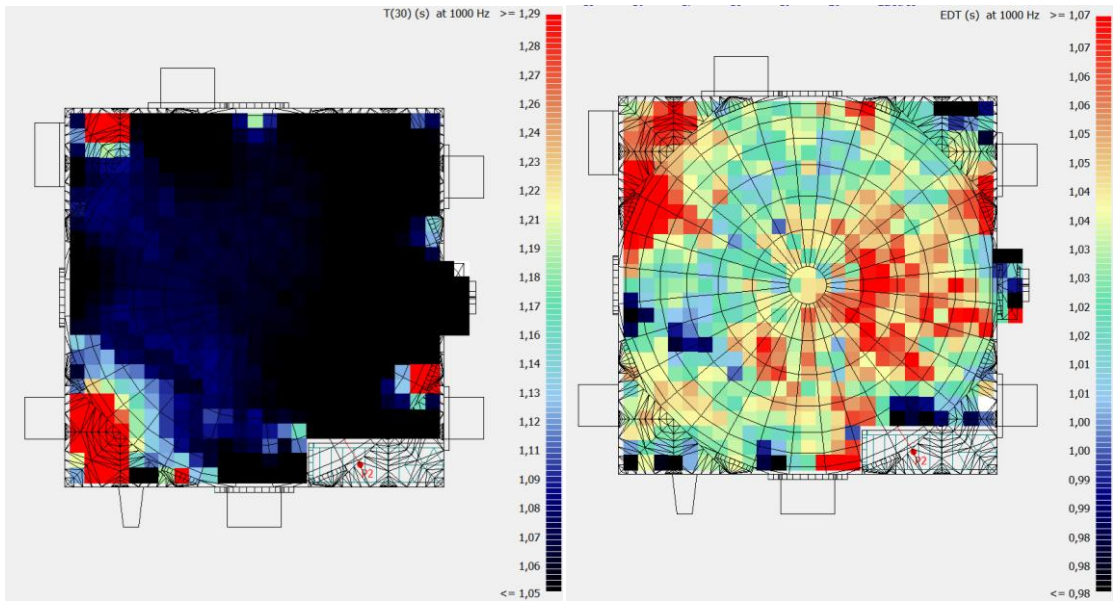


Şekil 4.44. R6 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

Cuma hutbesi eylemi için T30 ve EDT parametreleri 1000 Hz. frekansı grid hesabı Şekil 4.45’ de verilmiştir. T30 parametresi incelendiğinde mescitte genel olarak düşük değerler elde edilirken, mihrap eksenine göre mescidin sağ arka bölümlerinde, köşeye yakın alanda yüksek değerler olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, o bölüme gelen geç süreli erken yansımaların (25-35 msn) çok sayıda ve yüksek enerjili olmasından kaynaklı olarak gelen ses enerjisi daha geç sönümlenmektedir.

EDT grid hesabı incelendiğinde ise mescidin mihrap aksına göre sol arka kısmında ve mihrap aksı ile minber arasındaki kısımlarda yüksek değerler; minberin yan kısımlarında ve mihrap aksının arka-orta kısımlarında düşük değerler görülmektedir. Yüksek değerler alan kısımlara 0-15 msn içerisinde gelen erken yansımalar az sayıda ve düşük enerjili olmakla beraber minberin yanındaki duvardan, cemaat üzerinden ve mihrap yüzeyinden ulaşmaktadır. Düşük değerler alan kısımlara ise erken dönemde direkt ses enerjisine yakın çok sayıda yansımalar ulaşmakta ve bu durum erken ses enerjisinin hızlı bir şekilde sönümlenmesine neden olmaktadır.

T30 ve EDT grid hesaplarından yola çıkılarak, EDT/T30 oranı ile ilgili olarak T30 değerlerinin yüksek, EDT değerlerinin düşük olduğu mescidin sağ arka bölümlerinde en düşük EDT/T30 oranı ortaya çıkmıştır. T30 değerlerinin düşük, EDT değerlerinin yüksek olduğu mihrap aksı ile minber arasındaki kısımlarda ise en yüksek EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

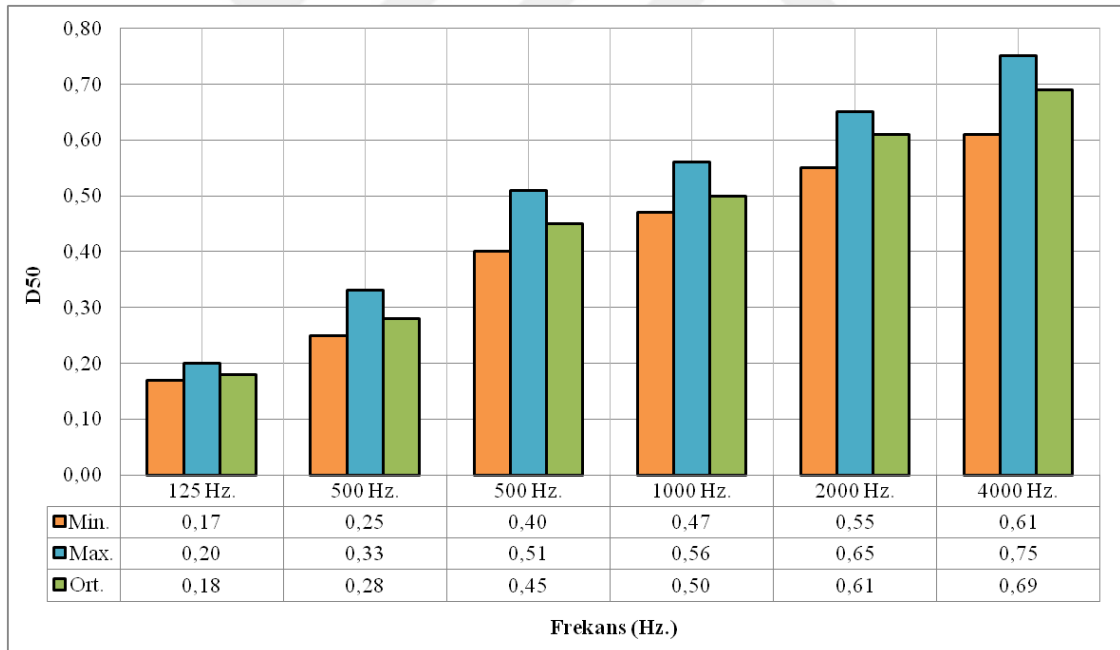


Şekil 4.45. Hoca Hasan Mescidi Cuma hutbesi eylemi T30 ve EDT grid hesabı (1000 Hz.)

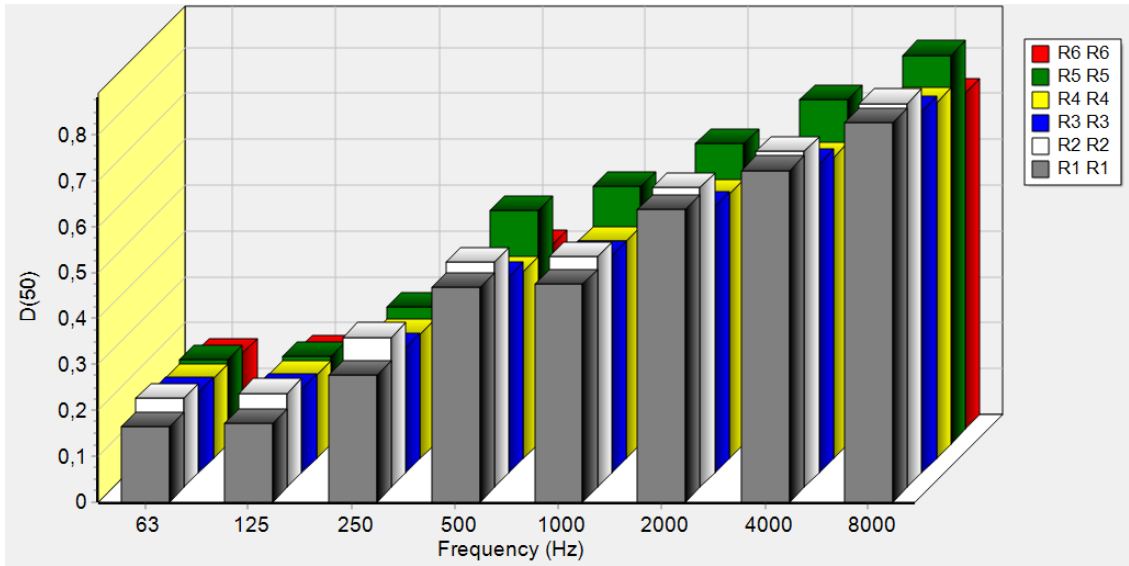
Ayırt edilebilirlik (D50)

Konuşma anlaşılabilirliği parametrelerinden olan D50 parametresi Bölüm 3.2.3' de detaylı açıklandığı üzere erken ses enerjisinin gelen toplam enerjiye oranı olarak tanımlanmaktadır. Mescitlerde konuşma anlaşılabilirliğinin yüksek olması için D50 parametresi optimum değerinin 0,50 ve üzeri kabul edilmektedir. Hoca Hasan Mescidi Cuma hutbesi eyleminde bütün frekanslarda elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler Şekil 4.46' da, alıcı noktalarından elde edilen D50 değerleri Şekil 4.47' de gösterilmiştir.

Elde edilen değerler incelendiğinde genel olarak alçak frekanslardan yüksek frekanslara gidildikçe D50 değerlerinin arttığı görülmektedir. Alçak frekanslarda tüm alıcı noktalarında optimum değer sınırı olan 0,50 değerinin altında, orta frekanslarda bazı alıcı noktalarında üzerinde, bazı noktalarda altında değerler elde edilmiştir. Yüksek frekanslarda ise bütün değerler optimum değerinin üzerinde elde edilmiştir.

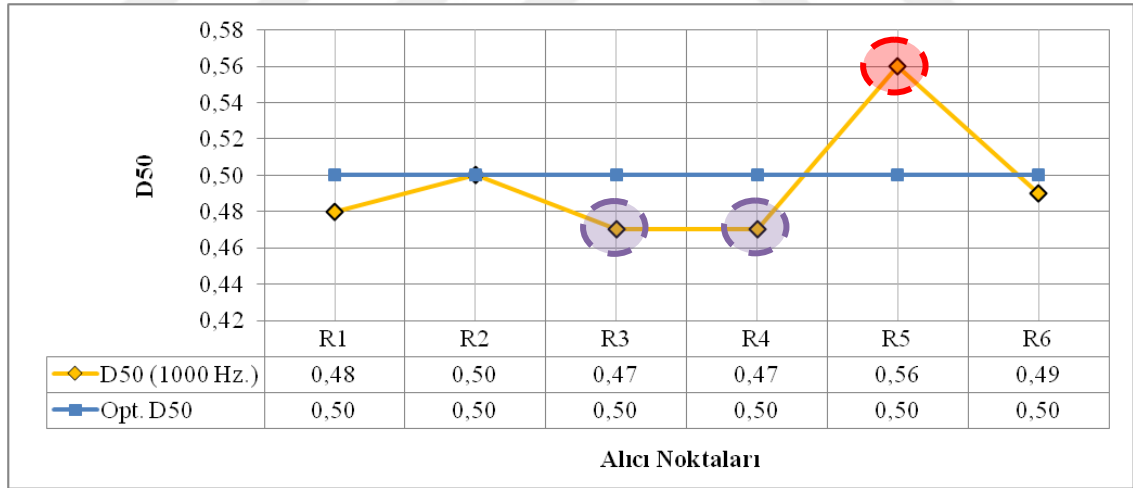


Şekil 4.46. Cuma hutbesi eylemi için tüm alıcılarda tespit edilen en düşük, en yüksek ve ortalama D50 değerleri



Şekil 4.47. Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen D50 değerleri

Şekil 4.48’ de 1000 Hz.’ de alıcı noktalarında elde edilen değerler verilmiştir. Genel olarak kaynak noktasına yakın ve yüksek enerjili erken yansımalar ulaştığı alıcı noktalarında daha yüksek değerler elde edilmiştir. En yüksek değerler R5 alıcı noktasında, en düşük değerler sırasıyla R3 ve R4 alıcı noktalarında görülmektedir.

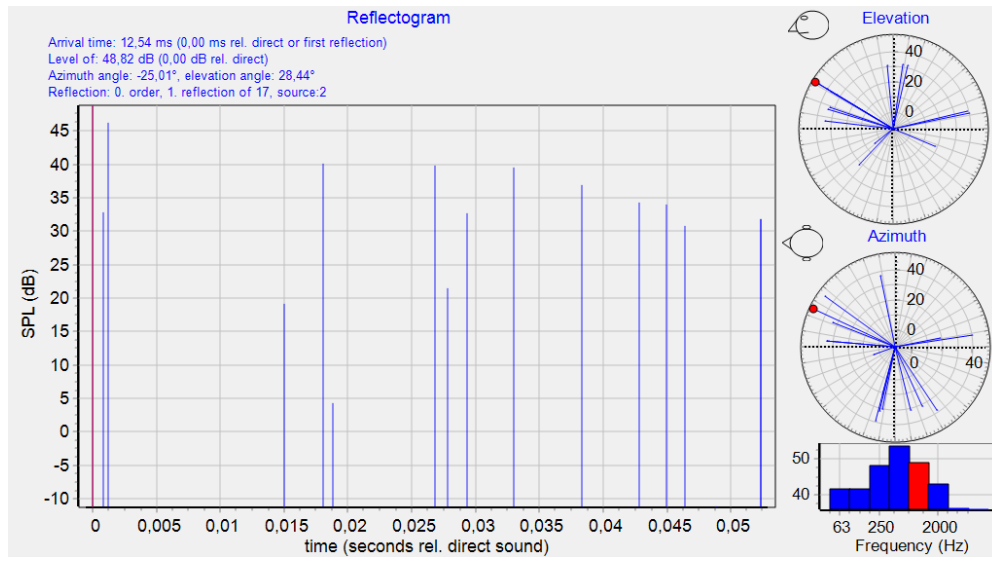
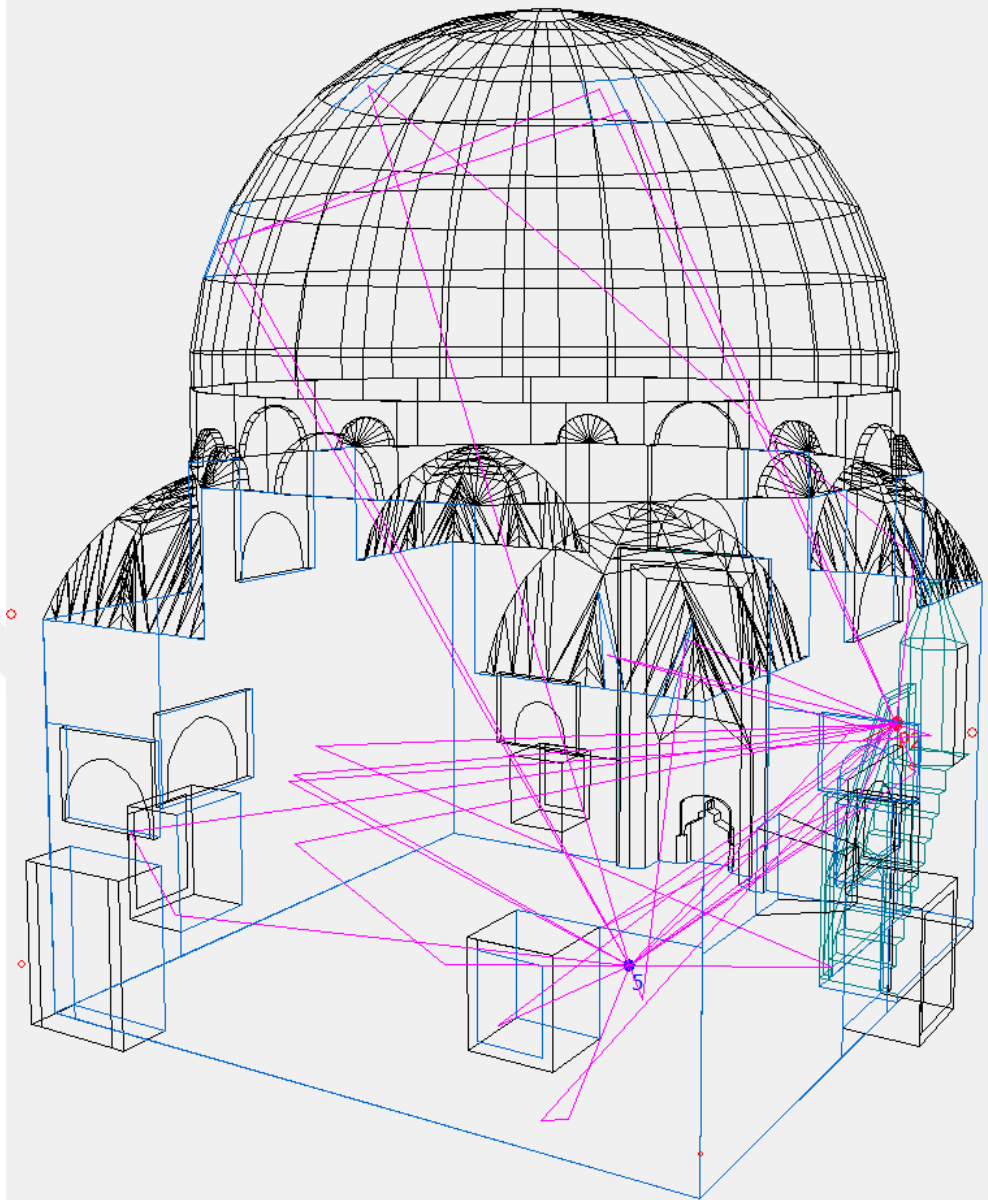


Şekil 4.48. Cuma hutbesi eylemi için elde edilen D50 değerleri (1000 Hz.)

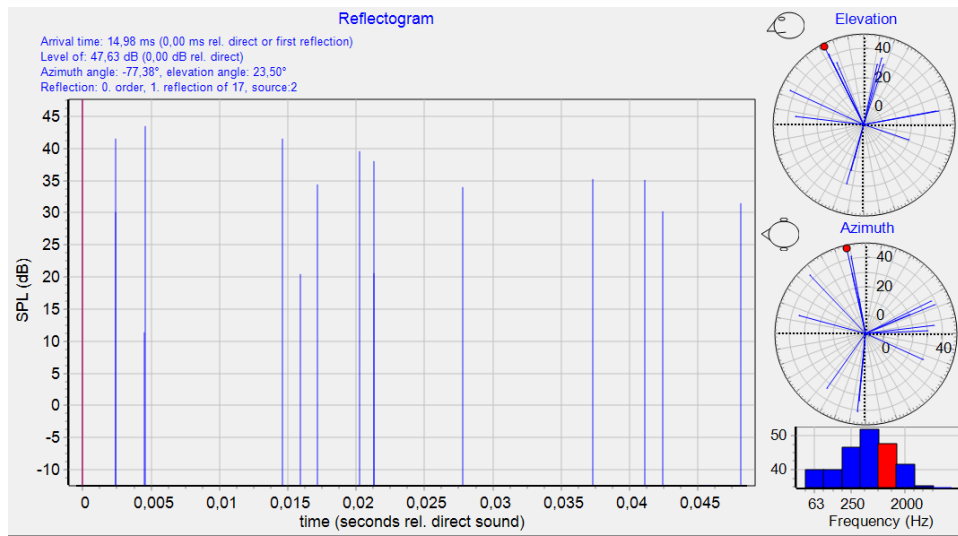
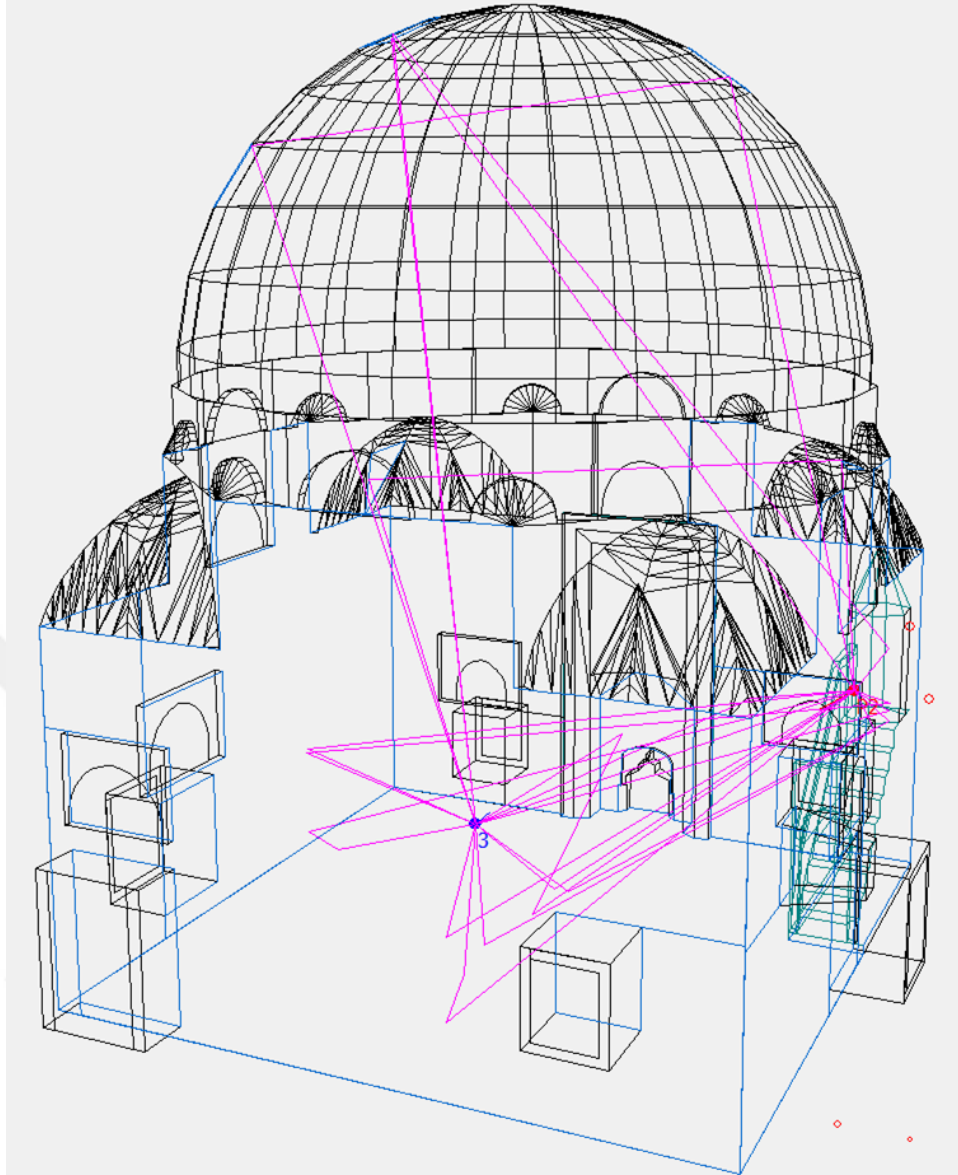
Şekil 4.49’ da verilen R5 alıcı noktasının ışın analizi incelendiğinde ses kaynağının ve alıcının konumu nedeniyle direkt sestten sonra hemen sonra (1 msn) minbere yakın yan duvardan yüksek enerjili erken yansıma almaktadır. Aynı zamanda mescit küçük hacimli olduğu için arka duvar üzerinden erken yansıma almaya devam etmektedir. Bunun sonucunda diğer alıcı noktalarına göre R5 alıcı noktasında D50 değerleri yüksek çıkmıştır.

R3 ve R4 alıcı noktalarının gelen ışın analiz ve enerji diyagramı incelendiğinde, kaynak noktasından biraz uzakta kalmaları sebebiyle direkt sesten sonra gelen erken yansımalar (0-5 msn) daha geç sürede ve düşük enerjili olarak gelmiştir. Aynı zamanda mihrap aksına göre sol yan ve arka duvarlar ile kubbeden çok sayıda yüksek enerjili geç süreli erken yansımalar ulaşmıştır. Bu sebepler D50 değerlerinin düşük elde edilmesine neden olmuştur. R3 ve R4 alıcı noktalarının gelen ışın analizi sırasıyla Şekil 4.50 ve Şekil 4.51' de verilmiştir.

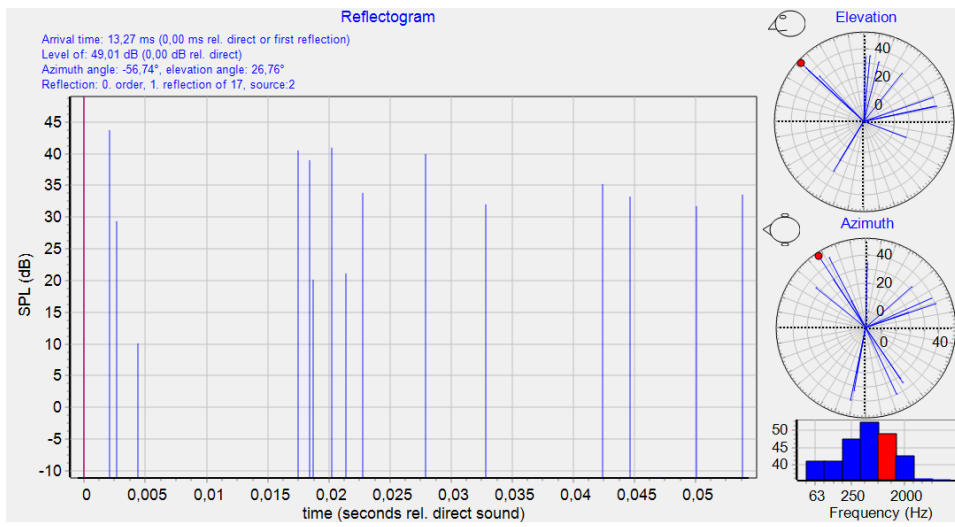
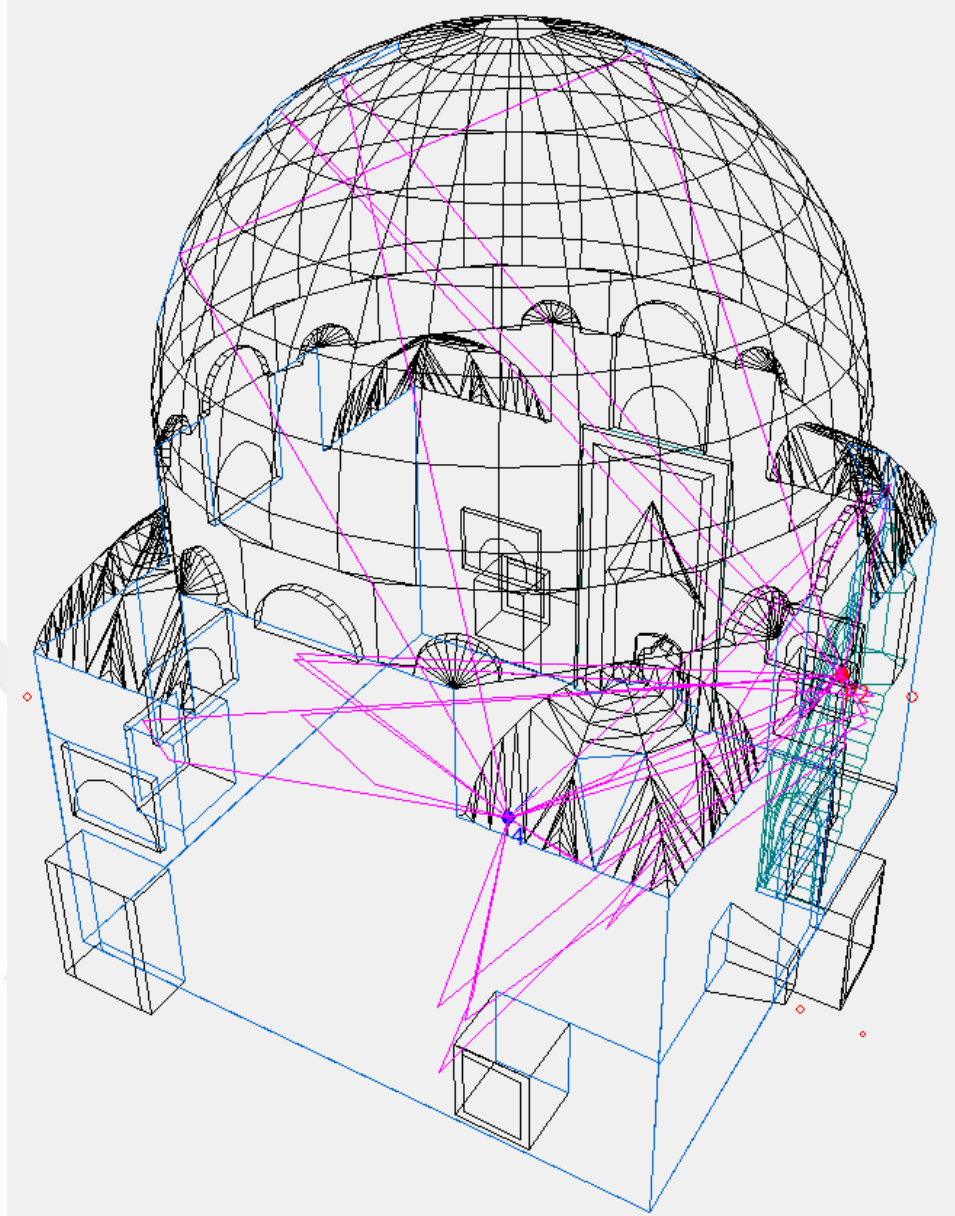




Şekil 4.49. R5 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

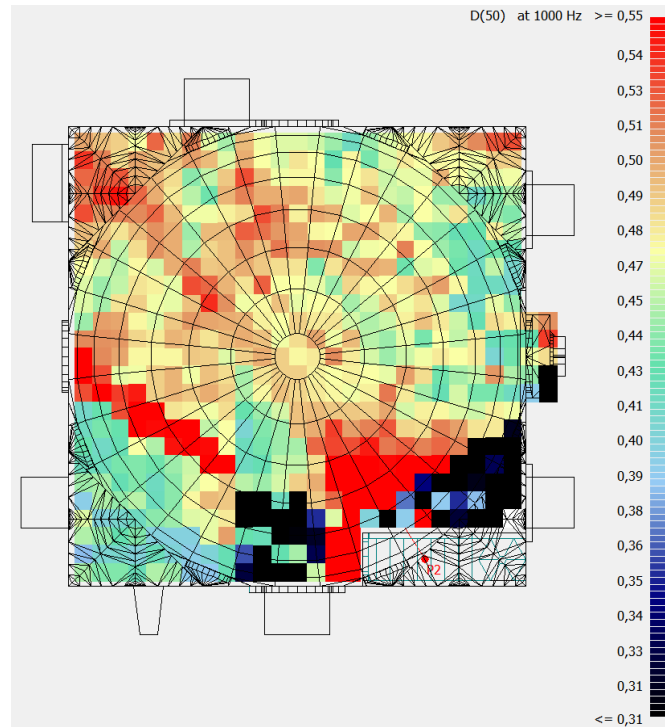


Şekil 4.50. R3 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı



Şekil 4.51. R4 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

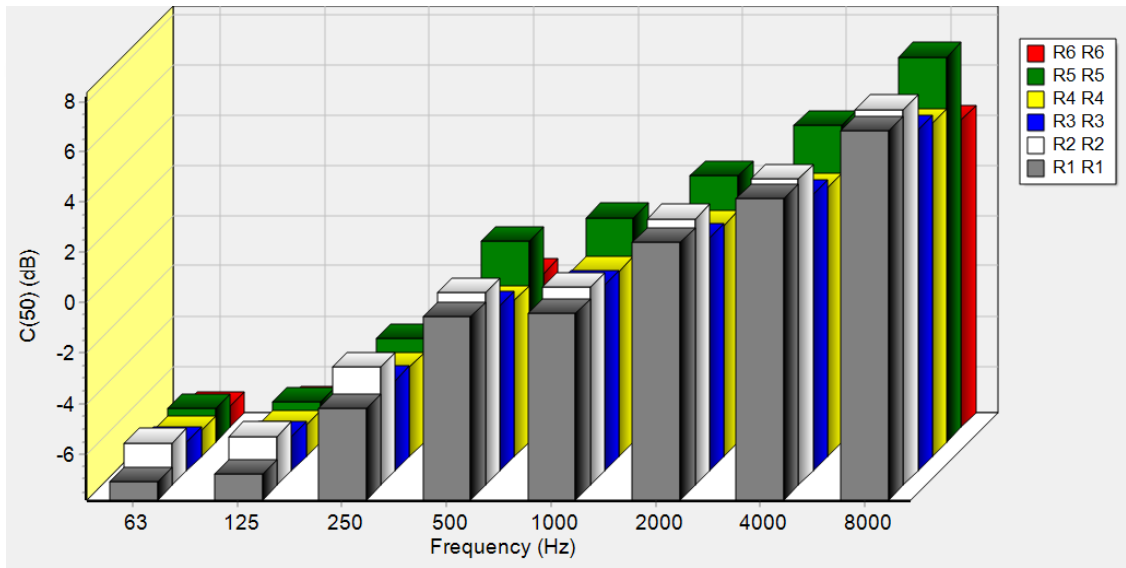
Cuma hutbesi eylemi için D50 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, konuşma yönü doğrultusu ve minbere yakın bölümler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölümlerinde D50 değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Minbere yakın bölümlerin direkt ses enerjisi yüksektir ve 0-15 msn içerisinde gelen erken yansıma direkt sese çok yakın olarak gelmektedir. Uzak yan ve arka duvardan gelen geç süreli erken yansımalar ise çok sayıda olmasına rağmen düşük enerjili ulaşmaktadır ve böylece D50 değerleri yükselmektedir. Yüksek çıkan diğer bölümlerde ise mescidin küçük olması, hem arka ve yan duvarlardan hem de tromp yüzeyinden gelen yüksek enerjili ve çok sayıda erken yansımalar alması, gecikmiş yansımaların az sayıda olması nedeniyle yüksek değerler elde edilmiştir. Minberin ön ve yan kısmının akustik gölge oluşturması nedeniyle direkt sesin engellendiği bölümlerde ve mihrap aksına göre mescidin sağ-arka köşesi ile sol ön bölümlerinde düşük değerler elde edilmiştir. Gölgede kalan bölümler direkt ses alamadığı için gelen ses enerjisinin erken bölümü düşüktür. Ayrıca bütün frekanslarda yutuculuk değeri düşük malzemeden oluşan kubbe nedeniyle gecikmiş yansımalar almaktadır. Diğer bölümler ise tüm yüzeylerden çok sayıda ve yüksek enerjili gecikmiş yansımalar almaktadır. Sonuç olarak D50 değerlerinin yüksek olduğu kısımlarda konuşma anlaşılabilirliği yüksek, düşük olan kısımlarda ise düşük olması beklenmektedir.



Şekil 4.52. Cuma hutbesi eylemi için D50 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

Konuşma için netlik (C50)

Konuşma için netlik (C50) parametresi Bölüm 3.2.4' de açıklandığı üzere erken ses enerjisinin geç ses enerjisine oranı olarak ifade edilmektedir. Bu parametre değeri yükseldikçe mescitler akustik açıdan kuru hale gelerek konuşma anlaşılabilirliği artmaktadır. Değerin düşük olması ise mekânın canlı hale gelmesine ve çınlamanın artmasına neden olmaktadır. Bu durumda bazı sesler maskelenerek konuşma anlaşılabilirliği azalmaktadır. Mescitlerde Cuma hutbesi eylemi için C50 parametresi değerlerinin 0 dB' den büyük olması beklenmektedir.



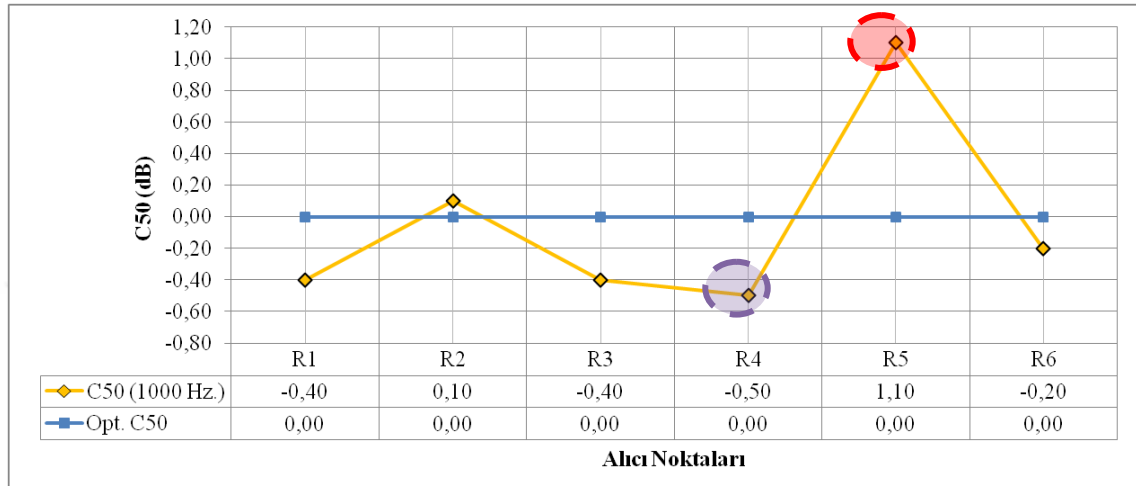
Şekil 4.53. Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen C50 değerleri

Alıcı noktalarında elde edilen C50 değerleri incelendiğinde, genel olarak bütün alıcı noktalarında alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru gidildikçe C50 değerlerinin arttığı gözlenmektedir. Bunun nedeni mescitlerde alçak frekanslarda oluşan çınlama sürelerinin, orta ve yüksek frekanslardaki çınlama sürelerine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Hem yüksek frekanslarda cemaatin ve havanın daha fazla yutucu olması hem de yüzeylerin alçak frekanslarda yansıtıcı olması nedeniyle çınlama süresi farklılık göstermektedir. Sonuç olarak çınlama süresi düştükçe netlik artmaktadır.

Cuma hutbesi eylemi için bütün alıcı noktalarında yüksek frekanslarda optimum değer üzerinde, pozitif değerler; alçak frekanslarda optimum değer altında, negatif

değerler elde edilmiştir. Orta frekanslarda ise R5 alıcı noktası dışında diğer tüm alıcı noktalarında negatif değerler elde edilmiştir.

Şekil 4.54' de verilen 1000 Hz. frekansında alıcı noktalarında elde edilen C50 değerleri incelendiğinde R5 alıcı noktasında en yüksek, R4 alıcısında da en düşük değerler görülmektedir.



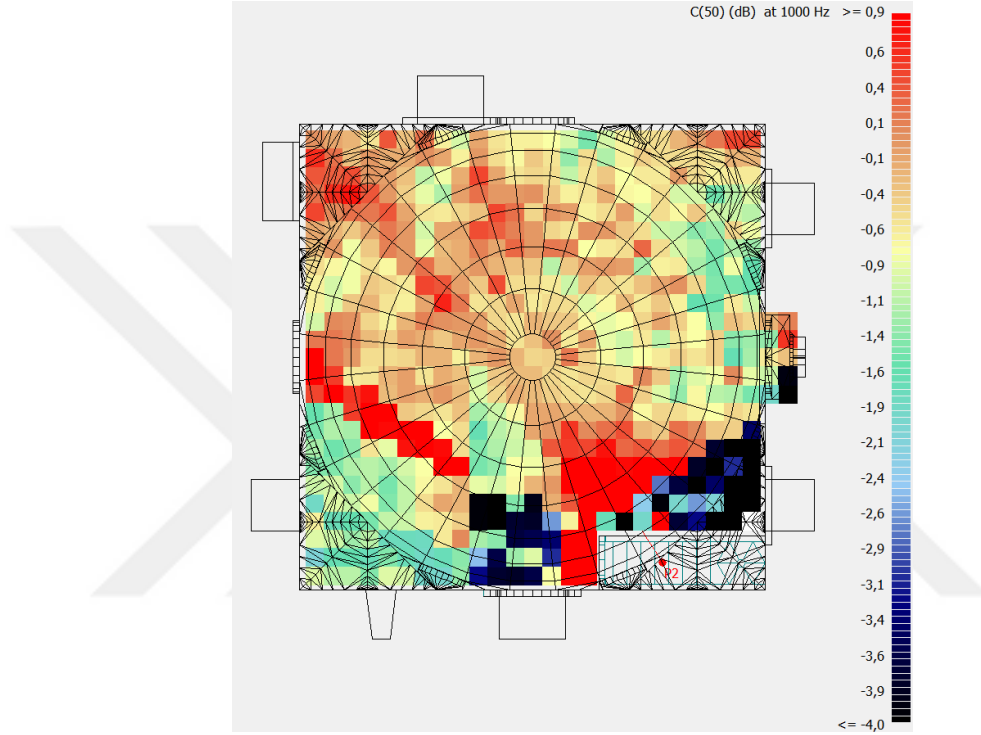
Şekil 4.54. Cuma hutbesi eylemi için elde edilen C50 değerleri (1000 Hz.)

R5 alıcı noktasının ışın analizleri incelendiğinde, kaynak noktasına yakın konumu ile direkt ses enerjisi yüksektir. Aynı zamanda direkt sestten oldukça kısa bir süre içerisinde minber ve yakın yan duvardan erken yansımalar ulaşmaktadır. Mescit ebatlarının küçük olması nedeniyle uzak yan duvar ve arka duvardan da 50 msn içerisinde gelen yansımalar diğer alıcı noktalarına göre çok sayıda ve yüksek enerjili olarak ulaşmaktadır. Sonuç olarak yüksek C50 değeri sayesinde netlik ve konuşma anlaşılabilirliğinin iyi olması beklenmektedir.

R4 alıcısı da konum olarak mescidin merkezinde yer almaktadır ve direkt sestten sonra gelen erken yansımalar birden fazla yüzeyden yansyarak ulaşmaktadır. Ayrıca 15-45 msn içerisinde gelen geç süreli erken yansımaların enerjisi yüksek ve çok sayıdadır. Ancak 15-45 msn içerisinde gelen geç süreli erken yansımaların enerjisi ilk yansılardan daha yüksek enerjili ve sayısı daha fazladır. Bu nedenle C50 değeri, netlik ve konuşma anlaşılabilirliği düşük elde edilmiştir.

Cuma hutbesi eylemi için C50 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, kaynak yöneliminin ve alıcı-kaynak arasındaki uzaklığın bu değerlerde etkili olduğu görülmüştür. Mescitte minber çevresinde direkt sesin ulaşmadığı veya düşük enerjiyle ulaştığı bölümlerde minberin akustik gölge oluşturması, arka ve yan

duvarlardan, tromp yüzeyinden yüksek enerjili gecikmiş erken yansımalar alması düşük C50 değerlerine neden olmuştur. Mescitte kaynağın konuşma yönü doğrultusu ve minbere yakın bölümler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölümlerinde C50 değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Mescidin küçük ebatlı olması, yan ve arka duvarlardan gelen yansımaların daha kısa sürede alıcı noktalarına ulaşmasını sağlayarak C50 değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur.



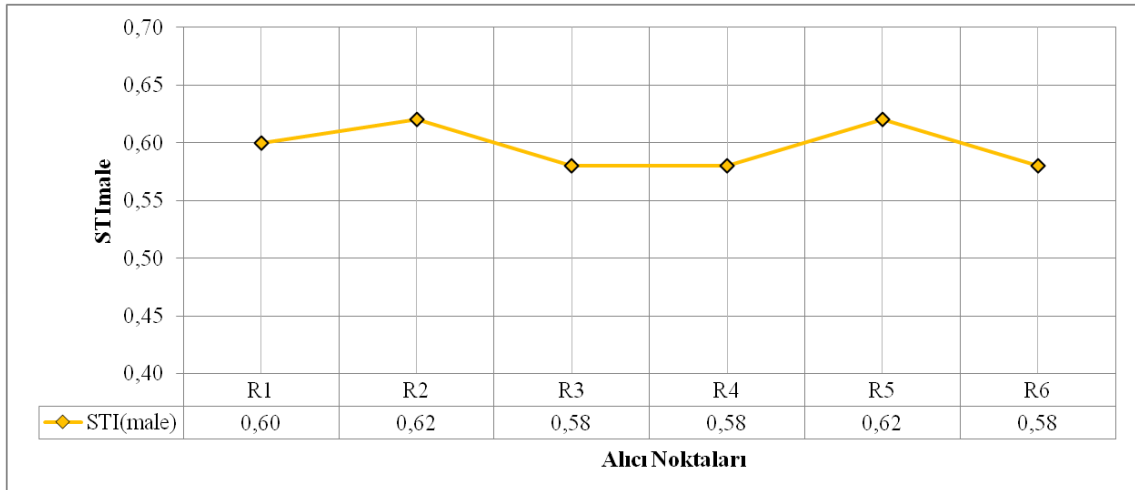
Şekil 4.55. Cuma Hutbesi eylemi için C50 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

Konuşma iletim indeksi (STI_{Male})

Bölüm 3.2.10'da detaylı olarak açıklanan, konuşma anlaşılabilirliği parametrelerinden STI parametresinde, mescitlerde ses kaynağı olan imamın erkek olması nedeniyle STI_{male} değerleri incelenmiştir. Bu parametre 0-1 arasında değer almaktadır ve optimum değerleri sırasıyla 0,30'dan küçük değerler kötü, 0,30-0,45 arası zayıf, 0,45-0,60 arası tatmin edici, 0,60-0,75 arası iyi, 0,75'den büyük değerler ise mükemmel olarak nitelendirilmektedir. Bu parametre değerleri yükseldikçe konuşma anlaşılabilirliği de artmaktadır.

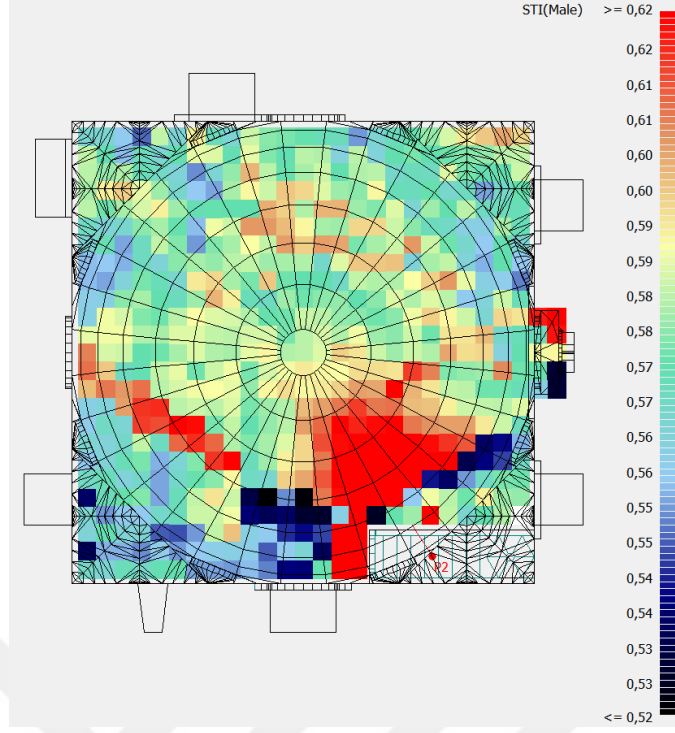
Şekil 4.56' da bütün alıcı noktalarında elde edilen STI_{male} değerleri verilmiştir. Grafik incelendiğinde, 0,58-0,62 aralığında birbirine yakın değerler elde edildiği

görülmüştür. Mescidin Cuma hutbesi eyleminde genel olarak konuşma anlaşılabilirlik seviyesinin tatmin edici olduğu görülmektedir. En yüksek değerler D50 parametresinde olduğu gibi kaynağa yakın olmaları ve güçlü erken yansımaların ulaşması nedeniyle R2 ve R5 alıcı noktalarında 0,62 değeri ile iyi seviye; en düşük değerler ise R3, R4 ve R6 alıcı noktalarında 0,58 değeri ile tatmin edici seviye elde edilmiştir.



Şekil 4.56. Cuma hutbesi eylemi için elde edilen STI_{male} değerleri

Cuma hutbesi eylemi için STI_{male} parametresinin grid hesabı incelendiğinde, D50 ve C50 parametrelerinde olduğu gibi kaynak yöneliminin ve alıcı-kaynak arasındaki uzaklığın bu değerlerde etkili olduğu görülmüştür. Mescitte minberin akustik gölge oluşturduğu ve direkt sesin ulaşmadığı minber çevresindeki bölgelerde düşük STI_{male} değerleri elde edilmiştir. Aynı zamanda bu bölgelerin kubbeden gecikmiş yansımalar alması konuşma anlaşılabilirliğinin düşük olmasına neden olmuştur. İmamın konuşma yönü doğrultusundaki minbere yakın bölgeler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölgelerinde yüksek STI_{male} değerleri görülmektedir. Minbere yakın bölgelerde yüksek enerjili direkt sesin ulaşması; sağ-arka bölgelerde ise mescidin küçük ebatlı olmasından kaynaklanan yakın yan ve arka duvar üzerinden erken yansımaların (0-15 msn) ulaşması yüksek değerlerin elde edilmesine neden olmuştur. Hoca Hasan Mescidi'nin Cuma hutbesi eylemi için alıcı noktalarında yüksek STI_{male} değerlerinde konuşma anlaşılabilirliği iyi; düşük STI_{male} değerlerinde ise tatmin edici seviye elde edilmiştir.



Şekil 4.57. Cuma hutbesi eylemi için STI_{male} parametresi grid hesabı

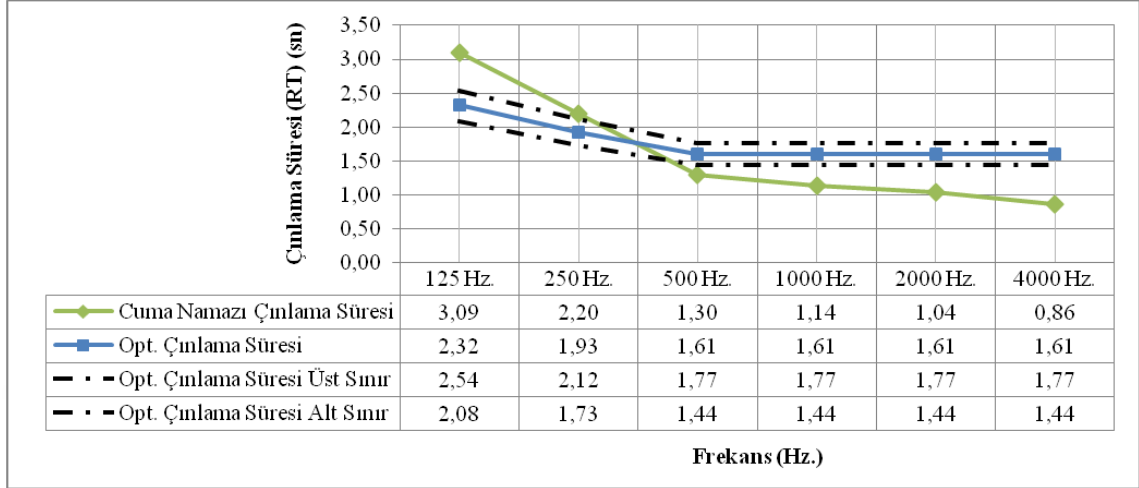
4.4.1.2. Cuma namazı eylemi

Cuma namazı eyleminde, mescidin tamamen dolu olduğu, ses kaynağının (imam) mihrap önünde, alıcı noktalarının ise (cemaat) arkasında bulunduğu, her ikisinin de yönlerinin kibleye dönük olduğu ve yerden yükseklikleri aynı kabul edilmiştir.

Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT)

Hoca Hasan Mescidi için orta frekanslarda optimum çınlama süresi 1,61 sn olarak hesaplanmıştır. Cuma namazı eylemi ise mescitlerde yer alan dini musiki amaçlı eylemlerdendir. Dini musiki eylemlerinde, yüksek frekansların orta frekanslarla aynı olması beklenirken, alçak frekanslarda ise %20 artış beklenmektedir. Çınlama süresi parametresinde mescitle ilgili genel değerlendirme için ODEON programındaki RT değerleri, öznel çınlamanın değerlendirilmesi için alıcı noktalarının 1000 Hz. frekansındaki T30 değerleri kullanılmaktadır.

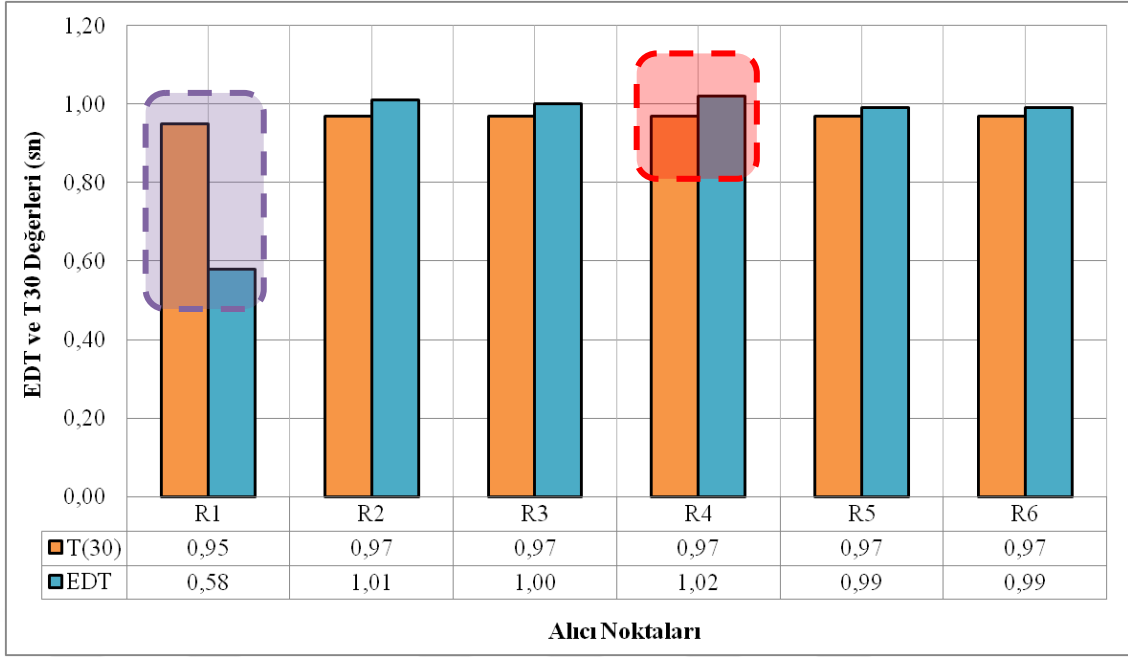
Şekil 4.58' de Cuma namazı eylemi için simülasyon sonucunda elde edilen çınlama süreleri, optimum çınlama süreleri ve çınlama süreleri için belirlenen alt ve üst sınır değerler verilmiştir.



Şekil 4.58. Hoca Hasan Mescidi Cuma namazı eylemi çınlama süresi

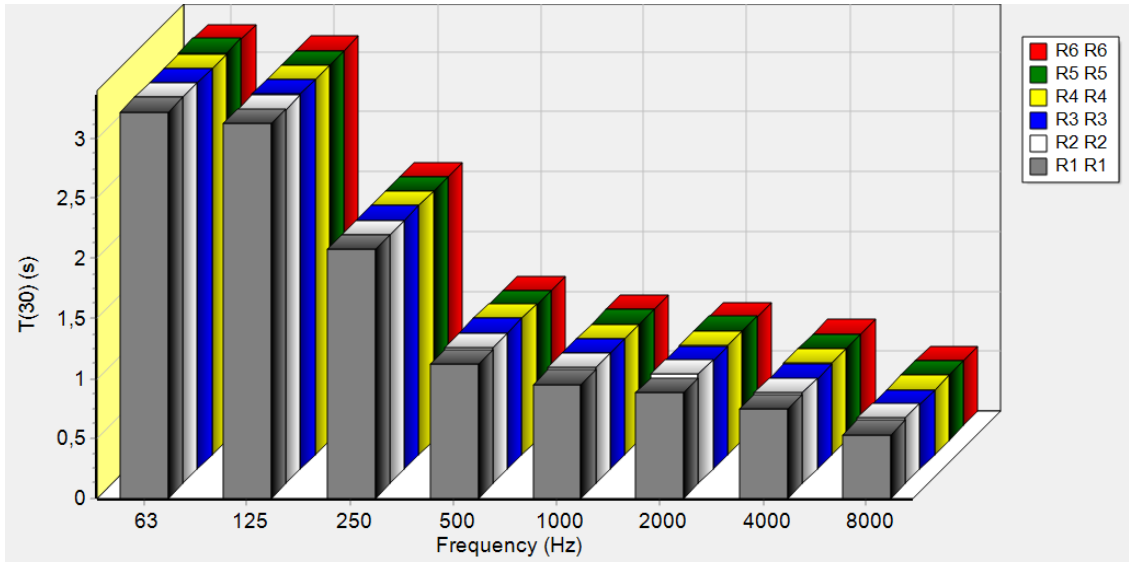
Grafik incelediğinde, sadece 250 Hz. ve 500 Hz. frekanslarındaki değerler optimum değer aralığına yaklaşmıştır. Mescitte alçak frekanslarda optimum değer aralığının üzerinde çınlama süresi elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda ise optimum aralığın altında değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni alçak frekanslarda yansıtıcı malzemelerin fazla olması ile cemaatin orta ve yüksek frekanslarda yutuculuğunun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda mekân içindeki havanın yutuculuğu da yüksek frekanslarda etkili olmaktadır.

Cuma namazı eylemi için alıcı noktalarından elde edilen T30 ve EDT değerleri Şekil 4.59' da verilmiştir.

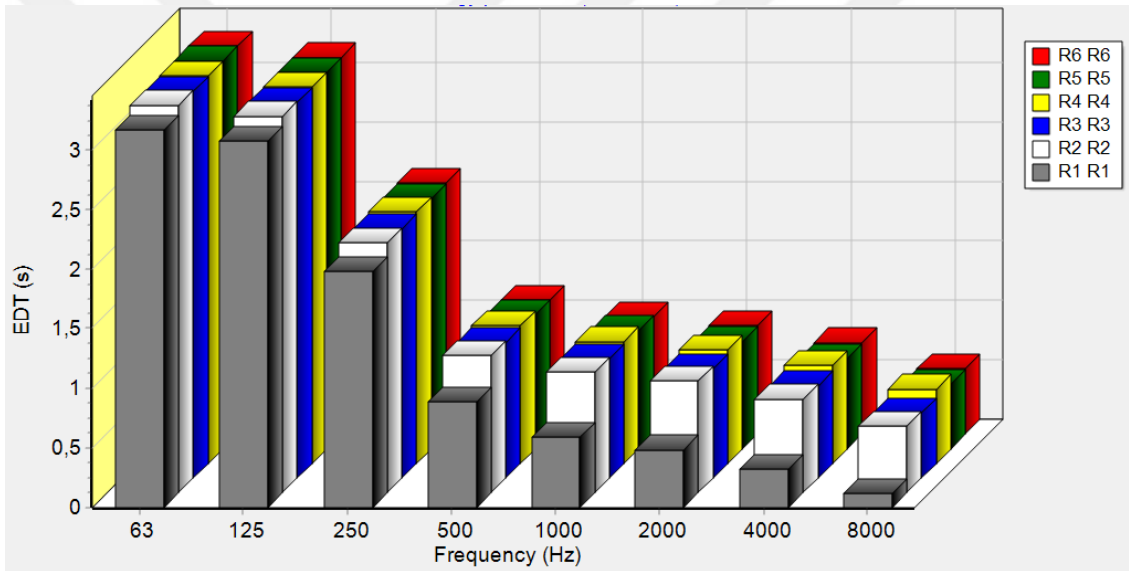


Şekil 4.59. Hoca Hasan Mescidi Cuma namazı eylemi T30 ve EDT değerleri (1000 Hz.)

Hoca Hasan Mescidi'nin Cuma namazı eyleminde 1000 Hz. frekanstaki T30 ve EDT değerleri incelendiğinde, alıcı noktalarından elde edilen T30 değerlerinin birbirine yakın değerler aldığı ancak EDT değerlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. T30 değerleri 0,95-0,97 sn aralığında iken EDT değerleri 0,58-1,02 sn aralığındadır. Bu durum alıcı noktalarına ulaşan erken yansımalarındaki farklılıklar nedeniyle ortaya çıkmıştır. Şekil 4.60' da Cuma namazı eylemi için bütün frekanslarda elde edilen T30 ve EDT verilmiştir. Grafikteki genel değerlere bakıldığında EDT değerinin T30'dan yüksek olduğu alıcı noktası R4 iken, T30 değerinin EDT değerinden yüksek olduğu tek alıcı noktası R1 noktasıdır.



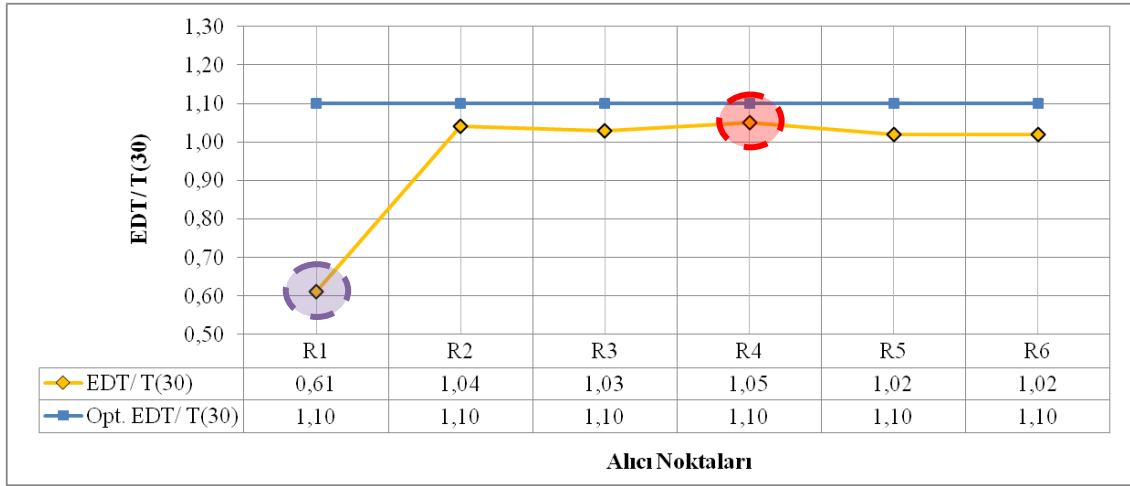
(a)



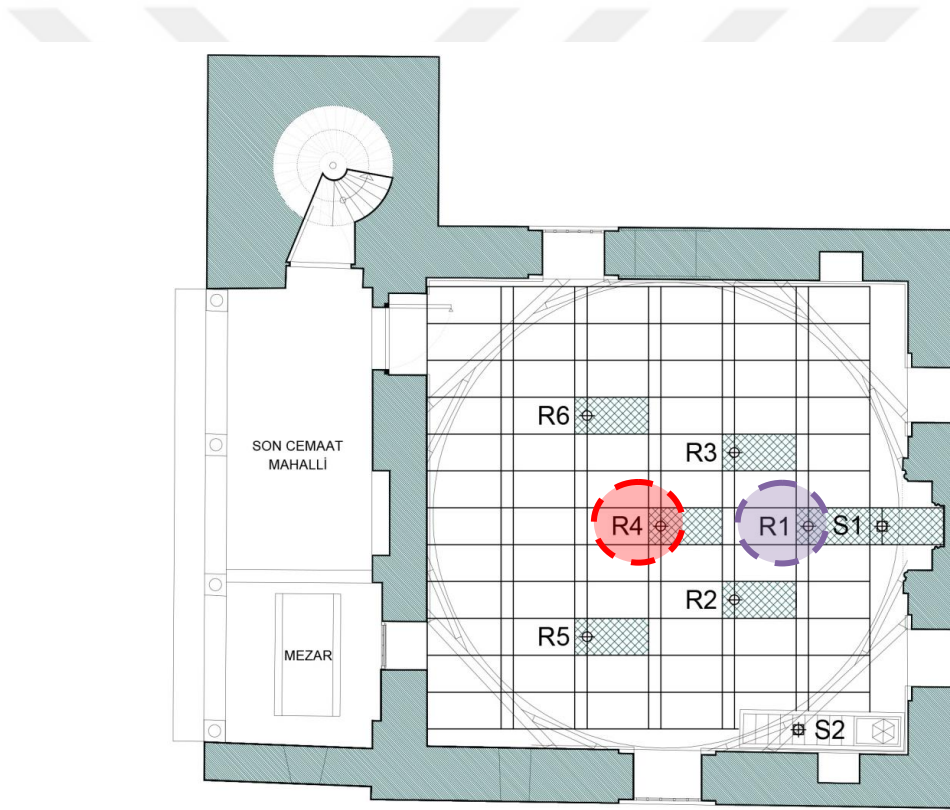
(b)

Şekil 4.60. Cuma namazı eylemi için bütün frekanslarda elde edilen T30 ve EDT değerleri

Şekil 4.61’de Cuma namazı eylemi için bütün alıcı noktalarında 1000 Hz. üzerinden belirlenen EDT/T30 oranları verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde alıcı noktalarının genelinde EDT/T30 oranının optimum değer olan 1,1’den düşük değerler elde edildiği görülmektedir. En yüksek değer R4 alıcı noktasında elde edilirken, en düşük değer ise R1 alıcı noktasında elde edilmiştir.



Şekil 4.61. Hoca Hasan Mescidi Cuma namazı eylemi EDT/T30 değerleri (1000 Hz.)



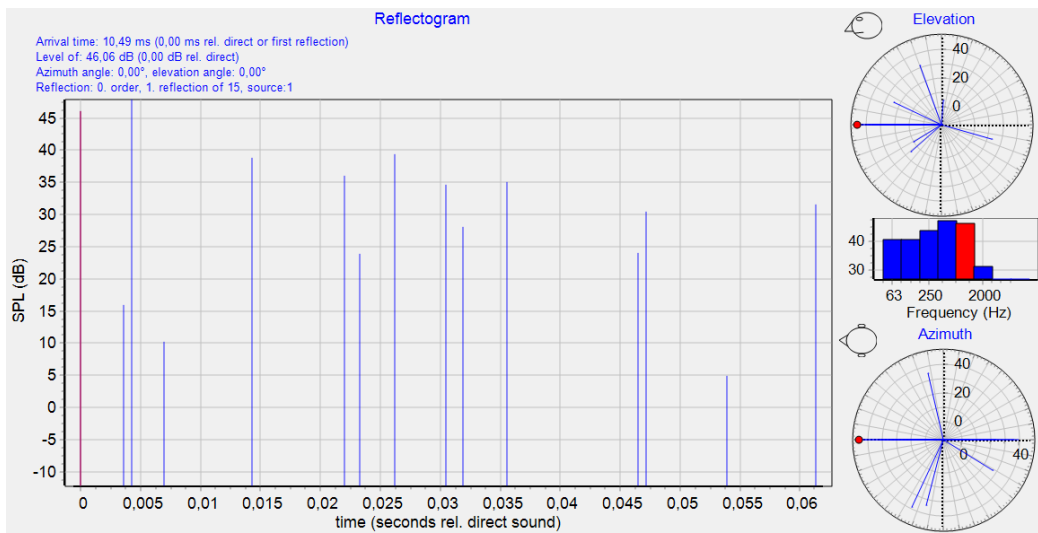
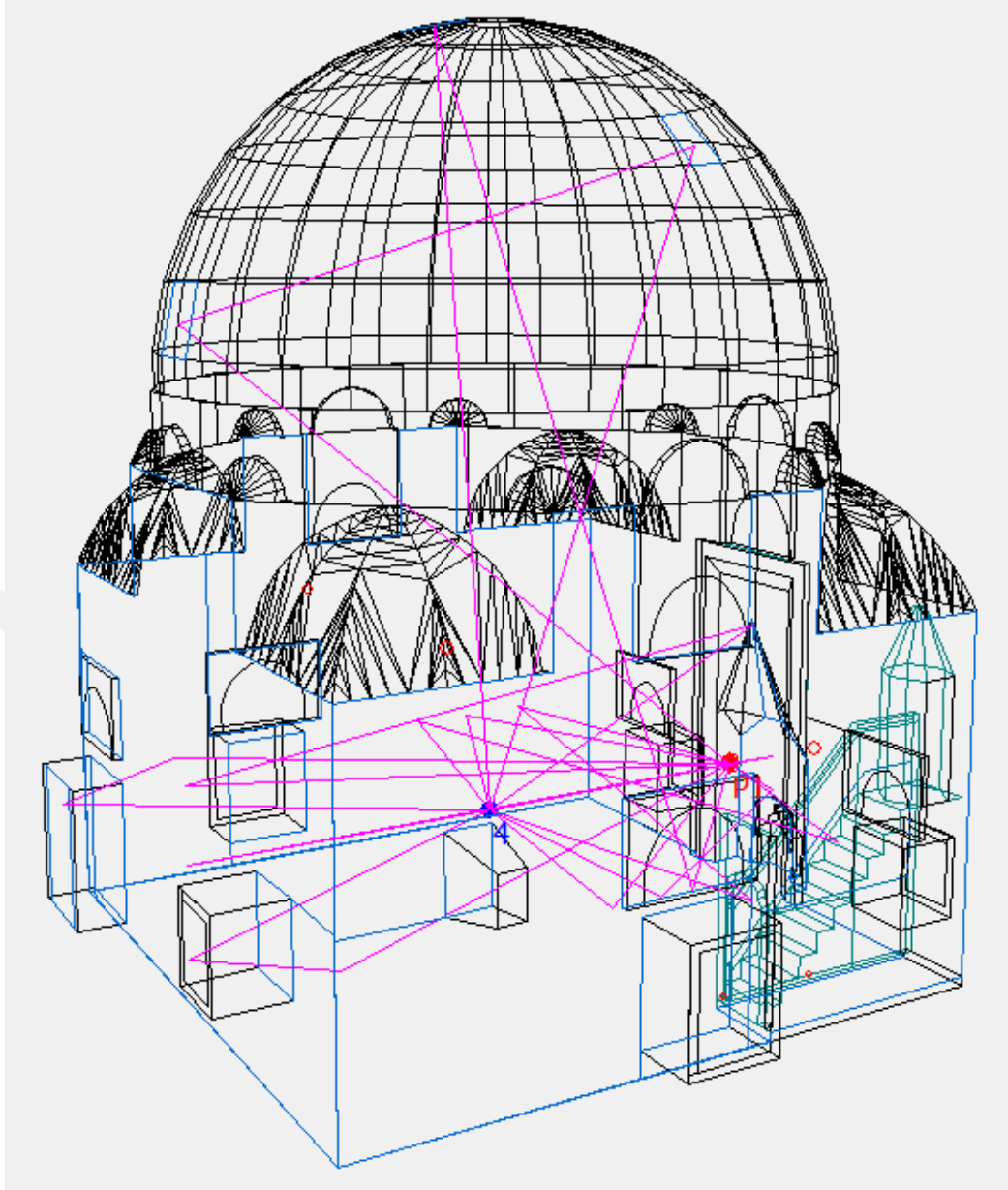
Şekil 4.62. En yüksek ve en düşük EDT/T30 değerlerine sahip alıcı noktalarının konumu

R4 ve R1 alıcı noktalarının gelen ışın analizleri ve enerji diyagramları sırasıyla Şekil 4.63 ve Şekil 4.64’ de verilmiştir.

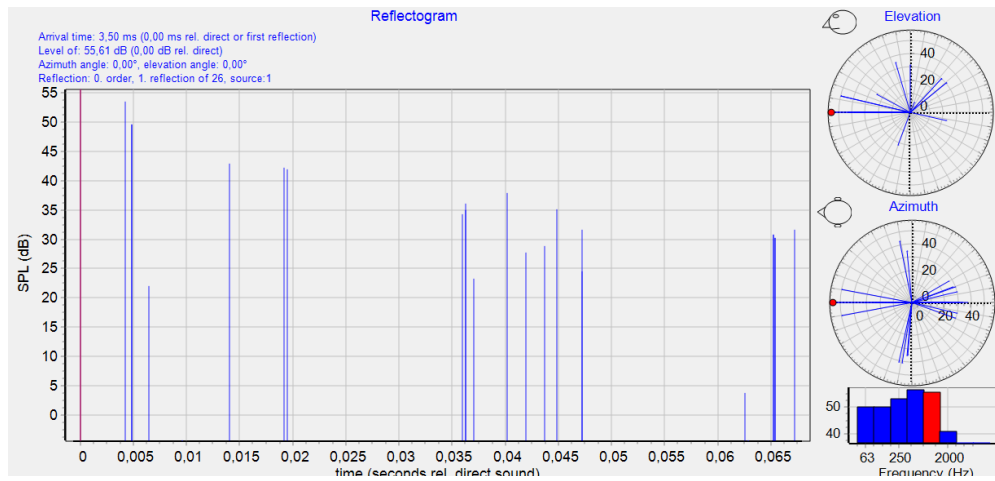
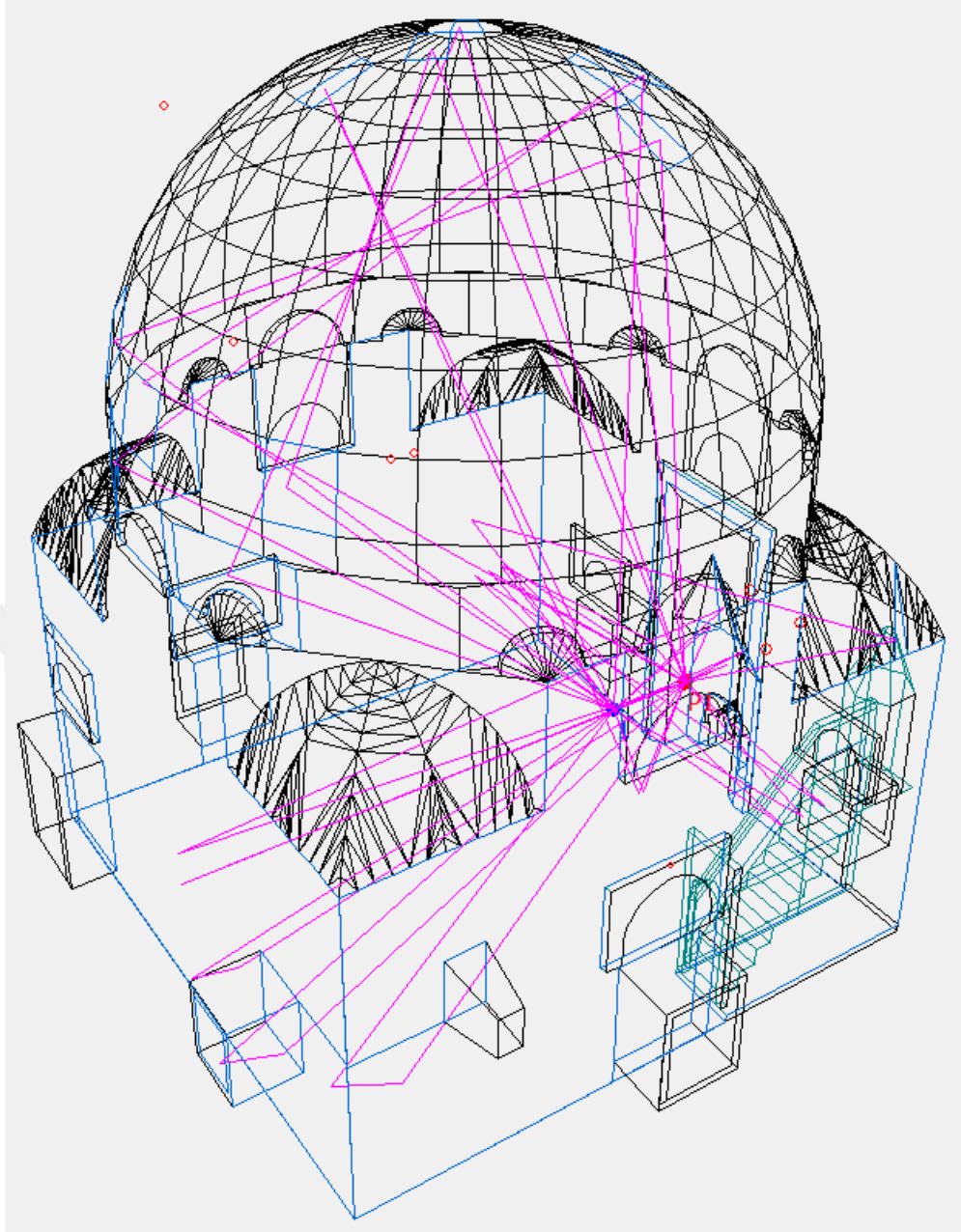
R4 alıcı noktası ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, alıcı noktası direkt sesten sonraki gelen erken yansımalarını (0-15 msn) mihrap ve cemaat üzerinden, 15- 45 msn aralığındaki geç süreli gelen erken yansımaların minber yüzeyi ile yan ve arka duvardan, 45 msn sonrasındaki yansımaları da kubbeden almaktadır. Erken

yansımaların enerjisinin direkt ses enerjisinden yüksek olması ve aynı zamanda 15-50 msn aralığındaki geç süreli erken yansımaların enerjisinin düşmemesi EDT değerini yükseltmiş ve diğer alıcı noktalarına göre kısmen yüksek EDT/T30 oranı ortaya çıkmıştır.

R1 alıcı noktası kaynağa ve mihraba en yakın, mihrap aksı konumunda yer almaktadır. R1 alıcı noktası incelendiğinde, alıcının konumu ve mihrabın içbükey saçıcı yüzey olması nedeniyle direkt ses enerjisi diğer alıcı noktalarına göre yüksektir. Direkt sestten sonra mihrap ve minber yüzeyinden gelen erken yansımalar (0-15 msn), direkt ses enerjisinden daha düşük ulaşmaktadır. R1 noktasının arka ve yan duvarlara diğer alıcı noktalarına göre uzak olması nedeniyle diğer erken yansımalarını daha gecikmeli süreyle almaktadır ancak enerjileri düşük olduğu için EDT' ye etkisi bulunmamaktadır. Bu nedenlerle düşük EDT değeri ve EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

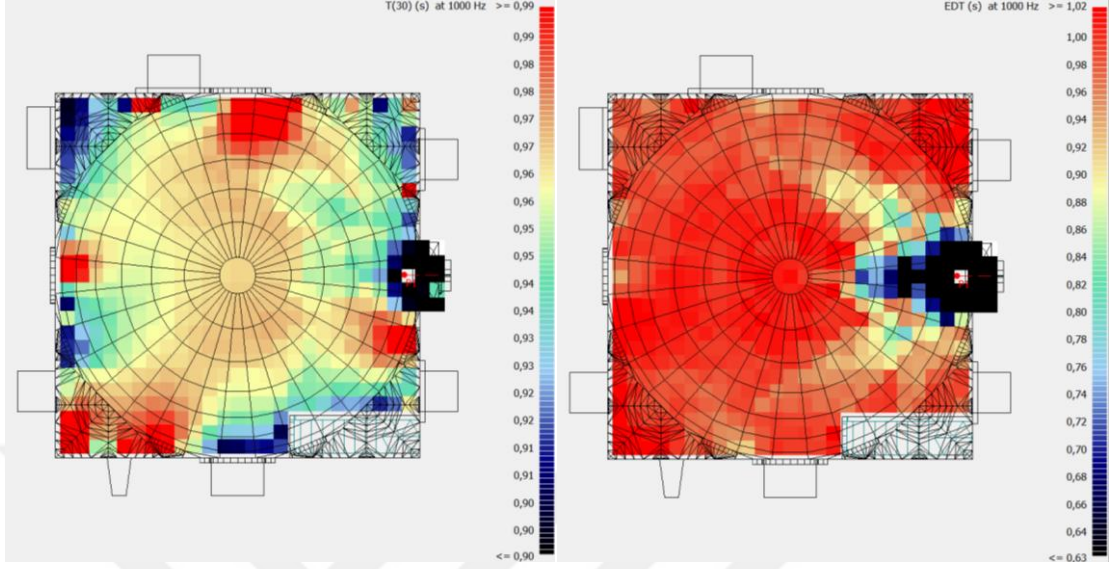


Şekil 4.63. R4 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı



Şekil 4.64. R1 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

Cuma namazı eylemi için T30 ve EDT parametreleri 1000 Hz. frekansı grid hesabı Şekil 4.65’ de verilmiştir.



Şekil 4.65. Hoca Hasan Mescidi Cuma namazı eylemi T30 ve EDT grid hesabı (1000 Hz.)

T30 parametresi grid hesabı incelendiğinde, mescitte T30 değerlerinin birbirine yakın, ortalama değerler aldığı, nispeten mihrap aksına göre sol yan, sağ arka köşe ve mihrabın sağ yan bölümlerinde biraz yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Bunun nedeni yakın yan duvar ve mihrap yüzeyinden gelen erken yansımaların çok sayıda ve enerjilerinin direkt ses enerjisinden yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda uzak yan ile arka duvardan gelen yansımalar geç sürede ulaşmakta ve kubbeden gecikmiş yansımalar (50 msn sonrası) almaktadır. Düşük T30 değerleri de kaynağa yakın konumda bulunan mihrap bölgesinde ve arka duvara yakın bir bölgede yansımaların kısa sürede gelmesiyle ortaya çıkmaktadır.

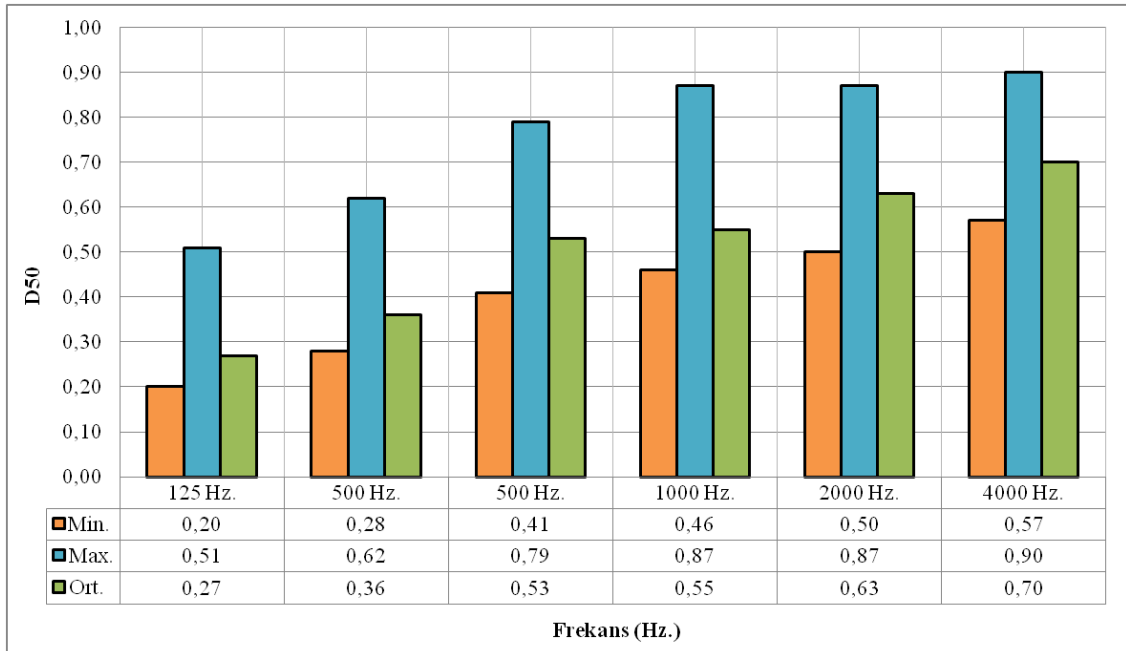
EDT parametresi grid hesabı incelendiğinde ise kaynağın bulunduğu mihrap bölgesinde en düşük, mihrap aksının kaynağına yakın sağ ve sol bölgelerinde düşük değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni mihrap ve minberden gelen, çok kısa gecikme süresine sahip, çok sayıda yüksek enerjili erken yansılardan ortaya çıkmıştır. Mescidin arkasına doğru, kaynaktan uzaklaştıkça EDT değerlerinde artış görülmektedir. Minberin önündeki bölge dışında mihrap aksı sağ ve solunda simetrik renk dokusu elde edilmiştir. Bu bölgenin oluşma nedeni yan duvarlardan gelebilecek erken yansımaların minber tarafından engellemesinden kaynaklanmaktadır. T30 ve EDT grid hesaplarından yola çıkılarak, T30 değerlerinin yüksek, EDT değerlerinin düşük olduğu mihraba yakın

bölgede en düşük EDT/T30 oranı ortaya çıkmıştır. T30 değerlerinin düşük ya da normal, EDT değerlerinin yüksek olduğu, mescidin kubbe altı merkezi ve arka duvara yakın bölgelerinde yüksek EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

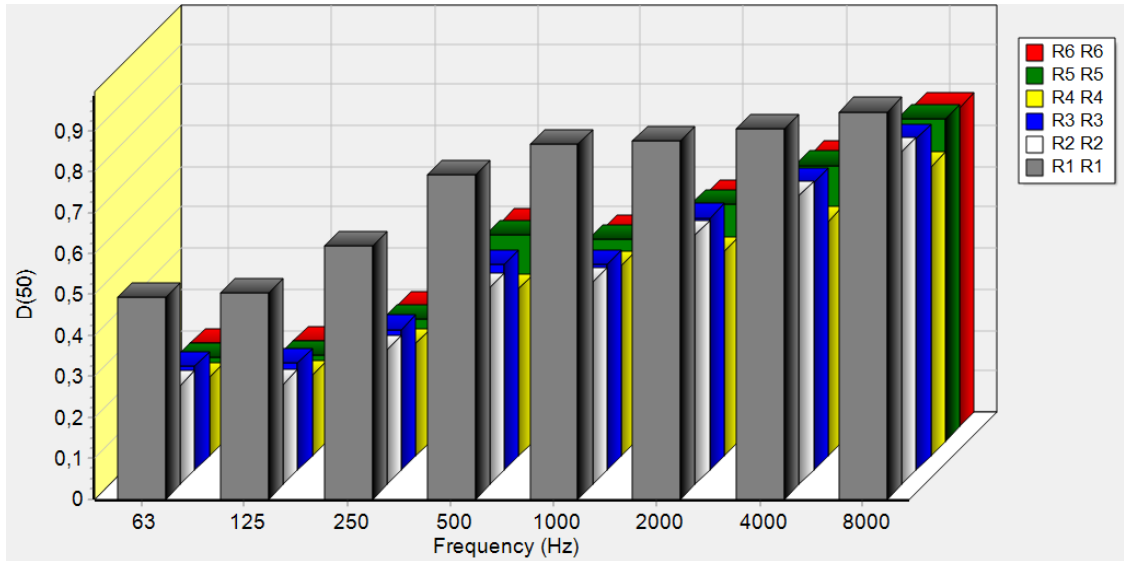
Ayırt edilebilirlik (D50)

Hoca Hasan Mescidi Cuma Namazı eyleminde D50 parametresi için tüm alıcı noktalarında elde edilen değerler incelendiğinde, alçak frekanslarda çınlama süreleri yüksek olduğu için D50 değerlerinin düşük olduğu ve çınlama sürelerinin azalmasına bağlı olarak D50 değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Bütün frekanslarda elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler Şekil 4.66’ da, alıcı noktalarından elde edilen D50 değerleri Şekil 4.67’ de verilmiştir.

Cuma namazı eyleminde farklı konumlarda 0,20-0,90 aralığında değişen farklı değerler elde edilmiştir. Genel olarak alçak frekanslardan yüksek frekanslara gidildikçe D50 değerinin arttığı görülmektedir. Ortalama olarak yüksek ve orta frekanslarda optimum değer olan 0,50 değerinin üzerinde, alçak frekanslarda ise 0,50 değerinin altında değerler almıştır.

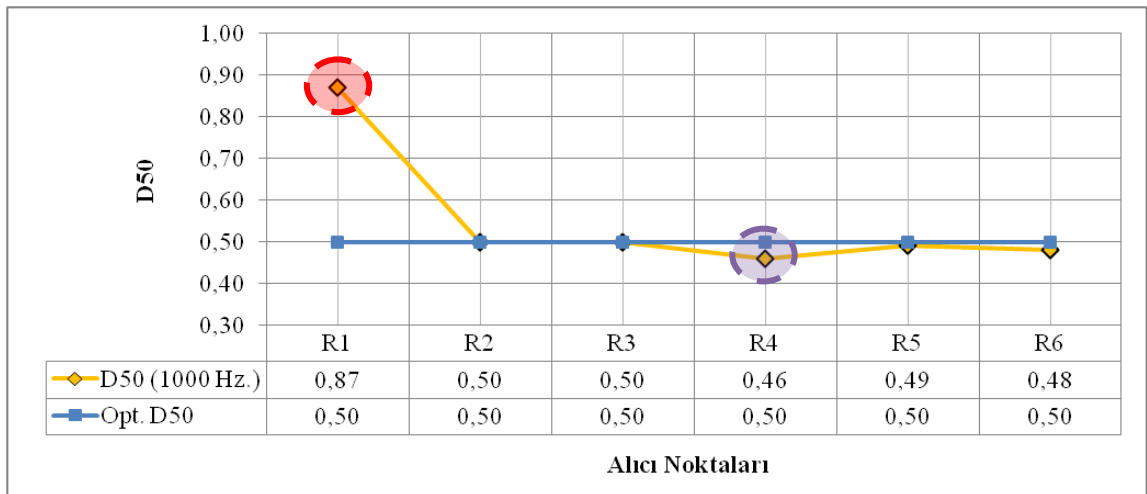


Şekil 4.66. Cuma namazı eylemi için tüm alıcılarda tespit edilen en düşük, en yüksek ve ortalama D50 değerleri



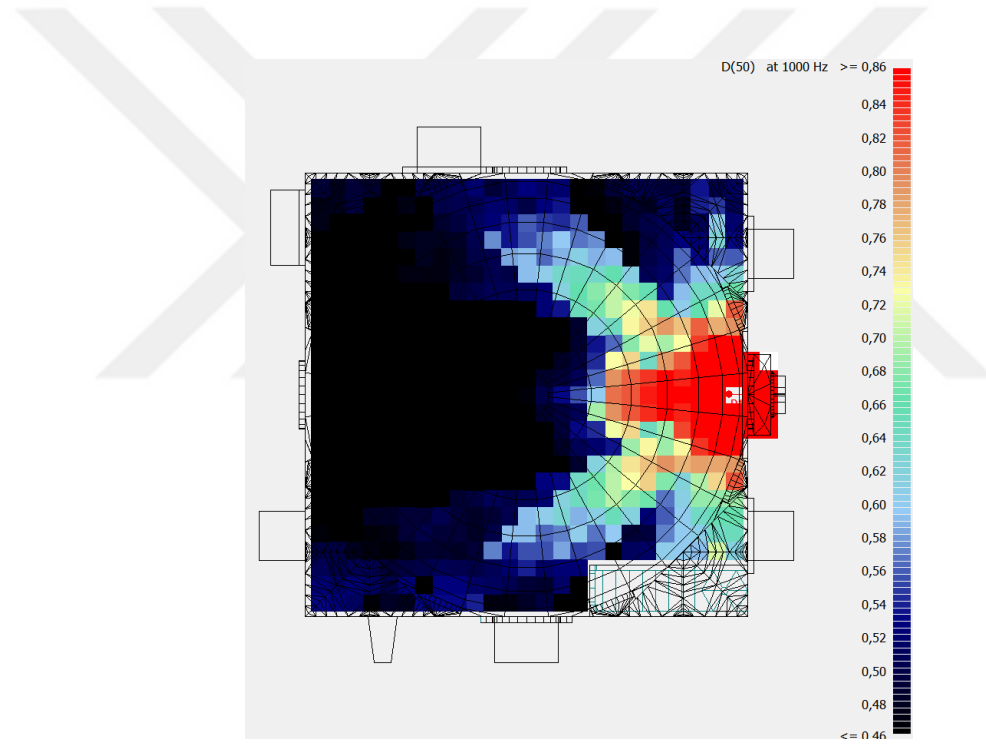
Şekil 4.67. Cuma namazı eyleminde bütün frekanslarda elde edilen D50 değerleri

Şekil 4.68’ de 1000 Hz.’ de alıcı noktalarında elde edilen D50 değerleri verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, en yüksek değer çınlama süreleri düşük, kaynağa yakın konumda ve mihrap aksında bulunan R1 alıcı noktasında görülmektedir. Diğer alıcı noktalarına göre yüksek direkt ses enerjisine sahip olması ve mihrap ile minber yüzeyinden güçlü erken yansımalar alması D50 değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. En düşük değer ise R4 alıcı noktasında, gelen erken yansıma enerjisinin direkt sesin enerjisinden daha yüksek olması ve geç süreli erken yansımaların arka duvar ile birden fazla yüzeyden yansıyarak ulaşması nedenleriyle elde edilmiştir.



Şekil 4.68. Cuma namazı eylemi için elde edilen D50 değerleri (1000 Hz.)

Cuma namazı eylemi için D50 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, mihrap çevresindeki bölümlerde kaynağa yakın konumu ve direkt ses enerjisinin yüksek olması nedeniyle en yüksek değerler elde edilmiştir. Mihrap aksının sağ ve sol bölümlerinde ise mihraptan ve yan duvar yüzeylerinden gelen kısa gecikme süresine sahip güçlü erken yansımalar yüksek değerler elde edilmesine neden olmuştur. Ses kaynağından uzaklaştıkça arka kısımlara doğru D50 değerlerinde azalma görülmüştür. Mescidin arka bölümlerine doğru yan ve arka duvardan gelen erken yansımaların enerjisinin direkt sesin enerjisinden yüksek olması ve kubbeden gelen gecikmiş yansımalar sebebiyle düşük D50 değerleri elde edilmiştir. Genel olarak D50 parametre değerlerinin optimum değer alt sınırına yakın değerler elde edildiği görülmektedir.

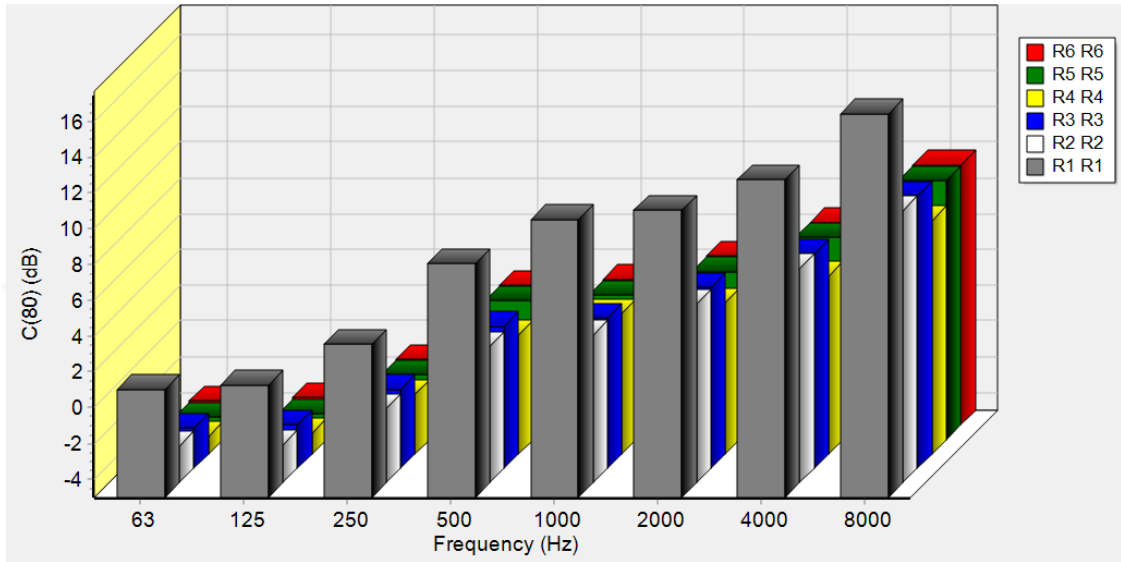


Şekil 4.69. Cuma namazı eylemi için D50 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

Dini musiki için netlik (C80)

Dini musiki için netlik (C80) parametresi, Bölüm 3.2.4' de detaylı açıklandığı üzere alıcı noktasına gelen ilk 80 ms içindeki erken ses enerjisinin, bu süreden sonra gelen geç ses enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu parametrenin negatif değerler alması, erken ses enerjisinin geç ses enerjisinden daha az; pozitif değerler alması erken ses enerjisinin geç ses enerjisinden fazla olduğunu ve erken yansımaların

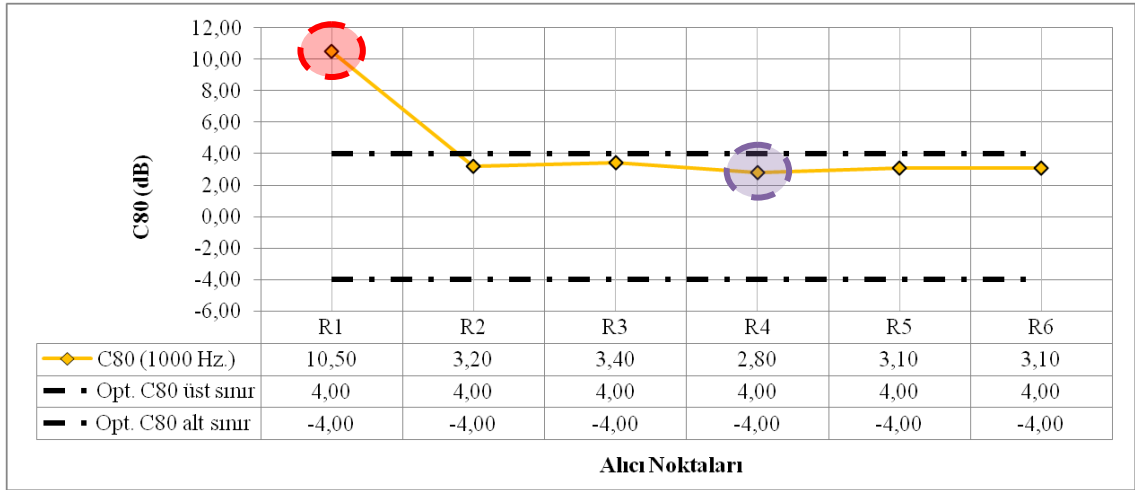
yüksekliğini göstermektedir. C80 parametresi T30 değerleri ile ters orantılıdır ve optimum değer aralığı -4 dB ile +4 dB aralığıdır. Bu değer aralığından fazla olması seslerin ahenginin bozulmasına, düşük olması ise seslerin maskelenmesine neden olmaktadır. Elde edilen değerler incelendiğinde, alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru gidildikçe C80 değerlerinde artış görülmektedir.



Şekil 4.70. Cuma namazı eyleminde bütün frekanslarda elde edilen C80 değerleri

Cuma namazı eylemi için tüm alıcı noktalarında yüksek frekanslarda optimum değer aralığının üzerinde, pozitif değerler; alçak frekanslarda optimum değer aralığı içinde, R1 alıcısı hariç negatif değerler elde edilmiştir. Orta frekanslarda ise kaynak noktasına yakın R1 alıcı noktası dışında tüm alıcı noktaları optimum değer aralığında pozitif değerler elde edilmiştir.

Şekil 4.71' de verilen 1000 Hz. frekansında alıcı noktalarında elde edilen C80 değerleri incelendiğinde R1 alıcı noktasında en yüksek, R4 alıcısında da en düşük değerler görülmektedir.



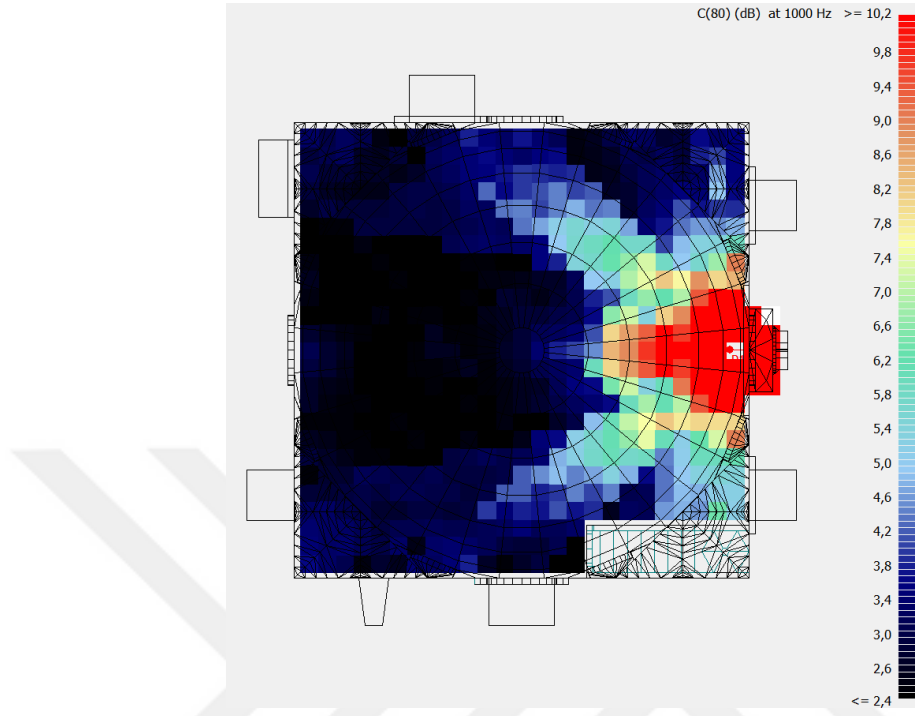
Şekil 4.71. Cuma namazı eylemi için elde edilen C80 değerleri (1000 Hz.)

R1 alıcı noktasının ışın analizleri incelendiğinde, kaynağa yakın konumda olduğu için direkt ses enerjisi yüksektir ve mihrabın içbükey formu ile minbere yakınlığı nedeniyle çok sayıda yüksek enerjili erken yansımalar almaktadır. Sonuç olarak mescidin ön bölümlerinde yüksek C80 değeri elde edilmiş ve akustik açıdan kuru olması beklenmektedir.

R4 alıcısı da mescidin merkezinde ve direkt sesi almaktadır. Ancak mihrap yüzeyinden aldığı erken yansımaların (0-15 msn) enerjisinin direkt sesin enerjisinden yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda minber yüzeyi ile yan ve arka duvardan gelen geç süreli erken yansımalar (20-50 msn) ve kubbeden gecikmiş yansımalar (60 msn) ulaşmaktadır. Diğer alıcı noktalarına göre C80 değerinin düşük elde edilmesine rağmen optimum değer aralığında yer almış ve konuşma anlaşılabilirliği iyi elde edilmiştir.

Cuma namazı eylemi için C80 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, D50 parametresine benzer bir grid hesabı görülmektedir. Ses kaynağına yakın mihrap çevresindeki bölümlerde direkt ses enerjisinin yüksek olmasından dolayı en yüksek değerler; mihrap aksının sağ ve sol bölümleri ile mihrap-minber arasındaki bölümde, mihraptan ve yan yüzeylerden gelen güçlü erken yansımalar sayesinde yüksek değerler elde edilmiştir. Ses kaynağından uzaklaştıkça arka kısımlara doğru C80 değerlerinde azalma olmuştur. Mescidin diğer bölümlerinde düşük değerler ortaya çıkmasına rağmen genel olarak optimum değer aralığında C80 sonuçları görülmektedir. Bu durum mescidin namaz eylemi için uygun olduğunu ve açıktan Kur'an-ı Kerim

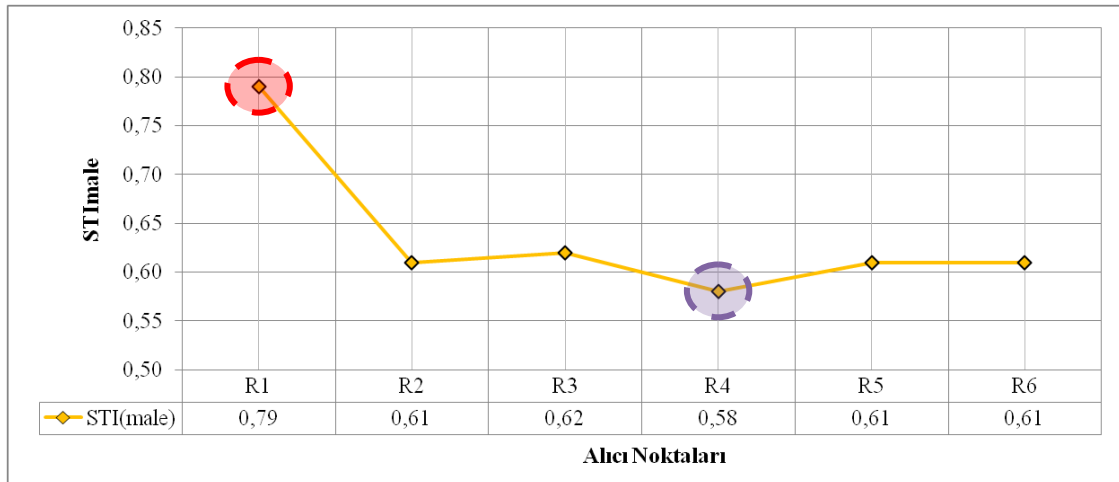
okunurken seslerin birbirini maskeleyeden, ahenk içerisinde işitileceğini göstermektedir.



Şekil 4.72. Cuma namazı eylemi için C80 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

Konuşma iletim indeksi (STI_{Male})

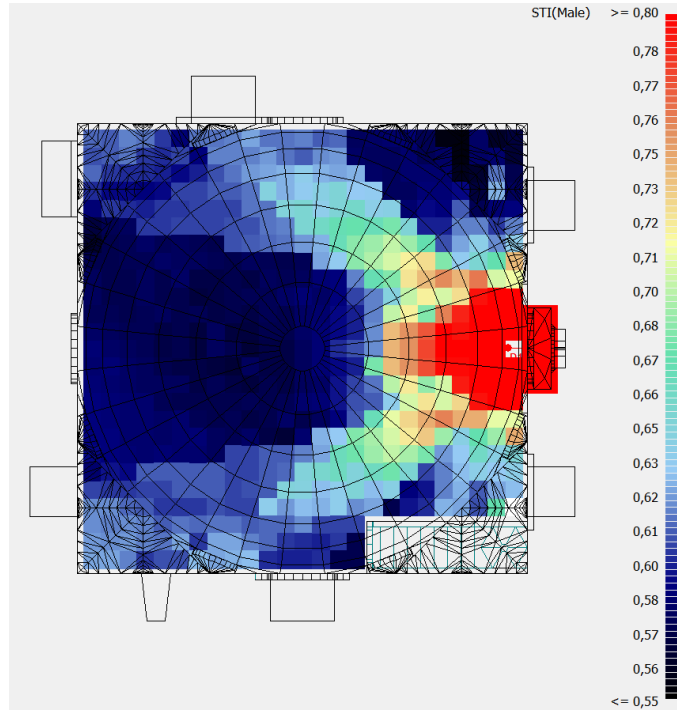
Hoca Hasan Mescidi Cuma namazı eylemi için elde edilen STI_{male} değerleri Şekil 4.73' de verilmiştir.



Şekil 4.73. Cuma namazı eylemi için elde edilen STI_{male} değerleri

Grafik incelendiğinde, 0,58-0,79 aralığında değerler elde edildiği görülmüştür. Mescidin Cuma namazı eyleminde genel olarak konuşma anlaşılabilirlik seviyesinin iyi olduğu görülmüştür. En yüksek değer kaynak noktasına yakın olması ve mihrap ile minberden yüksek enerjili erken yansımalar alması nedeniyle R1 alıcı noktasında mükemmel seviyede elde edilmiştir. En düşük değer kubbe merkezine yakın, gecikmiş yansımalar alan R4 alıcı noktasında tatmin edici seviyede görülmektedir. Diğer alıcı noktalarında ise birbirine yakın değerler iyi seviyede elde edilmiştir.

Cuma namazı eylemi için STI_{male} parametresinin grid hesabı incelendiğinde, D50 parametresi gibi kaynak noktasına yakın bölgelerde yüksek değerler, kaynaktan uzaklaştıkça düşük değerler ortaya çıkmıştır. Mescidin ön bölümlerinde kaynağa yakın konumda olması ve yüksek enerjili direkt ses almasından dolayı en yüksek değerler elde edilmiştir. Mihrap aksının sağ ve sol bölümleri ile mihrap- minber arasındaki bölümde, mihrap ile yan duvar yüzeylerinden çok kısa sürede gelen erken yansımalar nedeniyle yüksek değerler oluşmuştur. Mescidin sol ön köşesi ile kubbe merkezinden arka kısımlara doğru olan bölümlerde direkt sesin düşük enerjili olması ve gecikmiş yansımalar alması nedeniyle düşük değerler elde edilmiştir. En yüksek STI_{male} değerlerinde mükemmel, yüksek STI_{male} değerlerinde iyi, düşük STI_{male} değerlerinde ise tatmin edici seviyede konuşma anlaşılabilirliği görülmektedir.



Şekil 4.74. Cuma namazı eylemi için STI_{male} parametresi grid hesabı

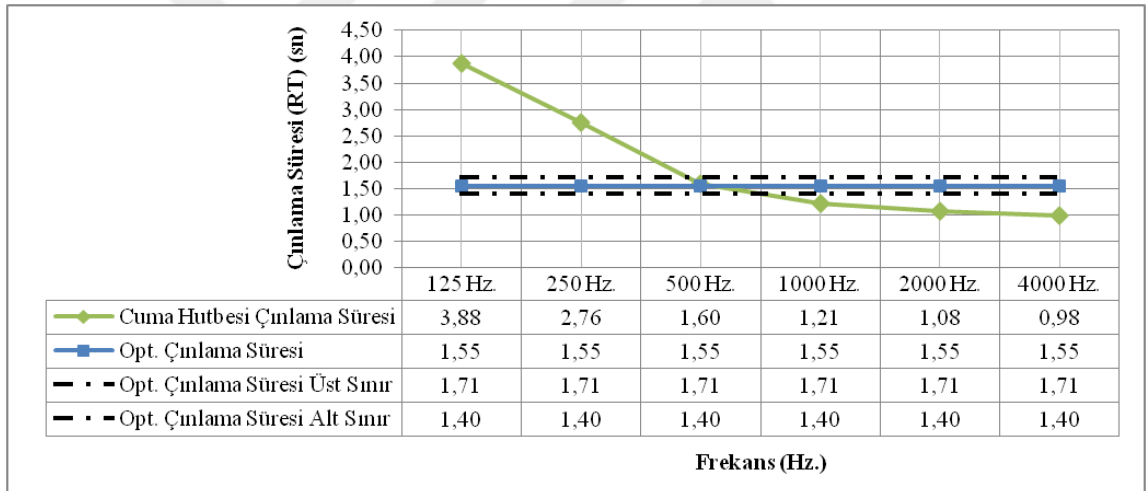
4.4.2. Taş Mescit' in akustik simülasyon kapsamında incelenmesi

4.4.2.1. Cuma hutbesi eylemi

Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT)

Mescitlerdeki konuşma eylemlerinden birisi olan Cuma hutbesinde 375 m^3 hacimli Taş Mescit için orta frekanslarda optimum çınlama süresi 1,55 sn' dir. Konuşma amaçlı eylemlerde tüm frekanslarda orta frekanslar için belirlenen optimum değer kullanılmaktadır.

Şekil 4.75'de Cuma hutbesi eylemi için simülasyon sonucunda bütün frekanslarda elde edilen çınlama süreleri, optimum çınlama süreleri ve çınlama süreleri için belirlenen alt ve üst sınır değerler verilmiştir.

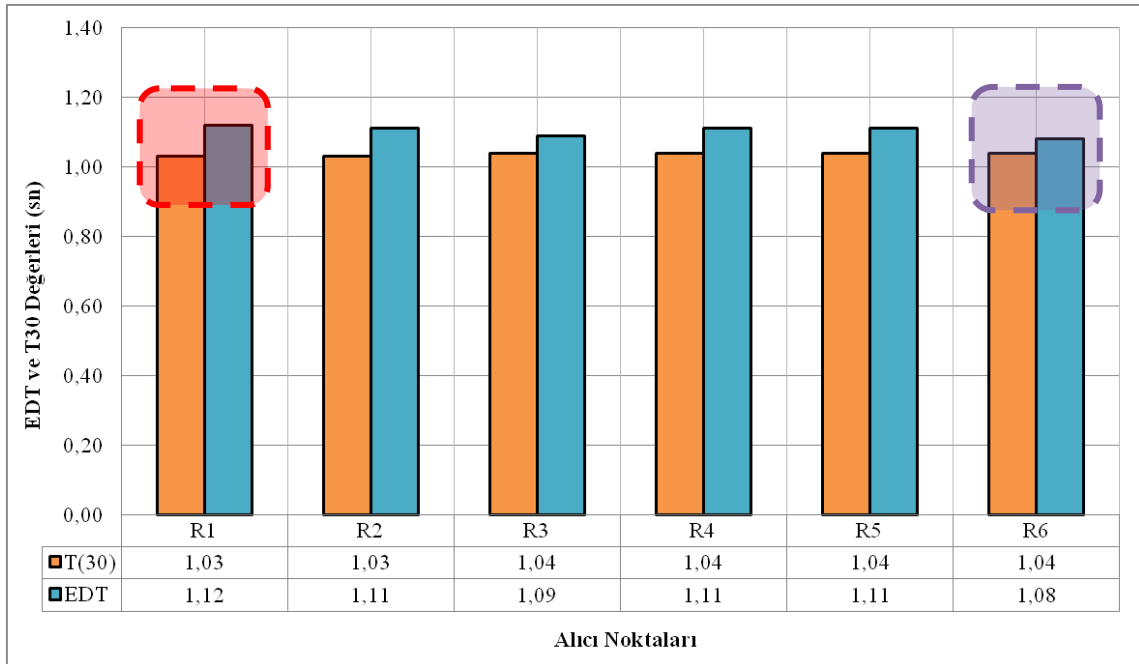


Şekil 4.75. Taş Mescit Cuma hutbesi eylemi çınlama süresi

Grafik incelediğinde, orta frekanslardan 500 Hz.' de optimum değer aralığında, 1000 Hz.' de alt sınırın hemen altında değerlere sahip olduğu görülmüştür. Alçak frekanslarda kabul edilebilir değer aralığının üzerinde değerler elde edilirken, yüksek frekanslarda ise düşük çınlama süresi değerleri elde edilmiştir. Taş Mescit 6,80 x 6,80 boyutları ve 54 kişi kapasitesi olan küçük ölçekli bir mescit olup, yansıtıcı özelliğe sahip kesme taş duvar yüzeyine sahiptir. Aynı zamanda Cuma hutbesi eyleminde mescidin tamamen dolu olması, cemaatin ve havanın yutuculuk değerinin yüksek frekanslarda artması nedeniyle çınlama sürelerinde azalma gerçekleşmektedir. Alçak

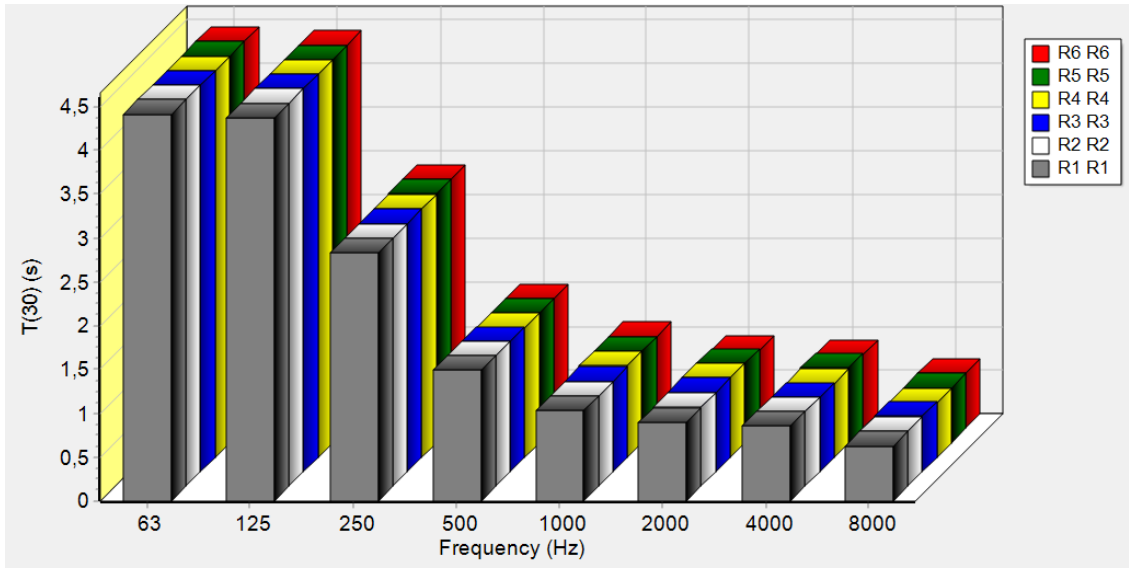
frekanslarda ise cemaatin ve havanın yutuculuğunun azalması ve yansıtıcı yüzeylerin etkisiyle optimum değerlerin üzerinde çınlama süreleri elde edilmiştir.

Alıcı noktalarındaki öznel çınlamayı değerlendirebilmek için 1000 Hz. frekansındaki T30 parametresi kullanılmıştır. Cuma hutbesi eylemi için alıcı noktalarından elde edilen ortalama T30 ve EDT değerleri Şekil 4.76' da verilmiştir.

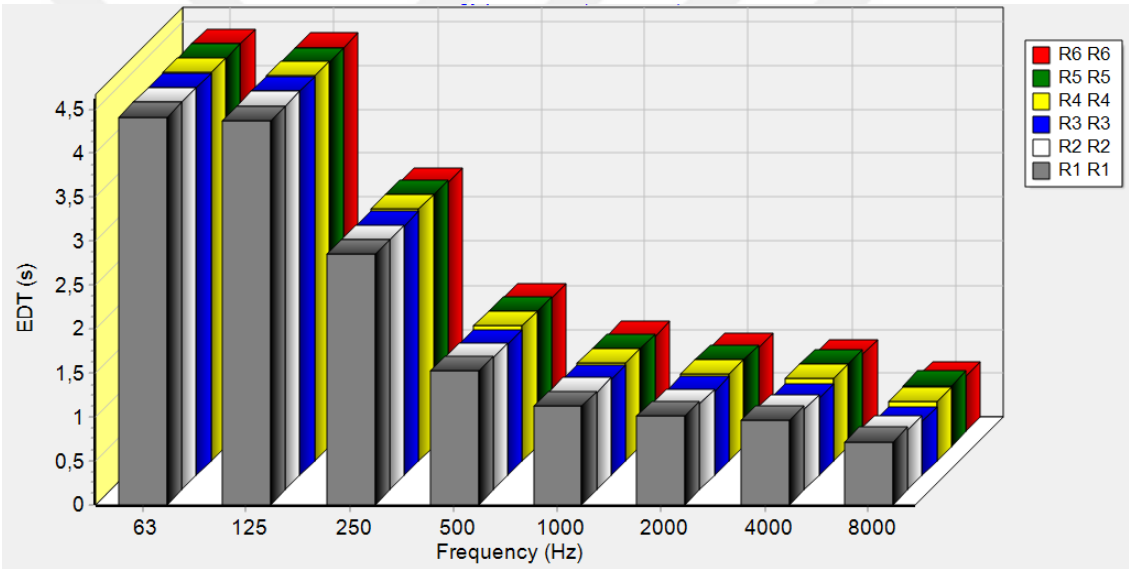


Şekil 4.76. Taş Mescit Cuma hutbesi eylemi ortalama T30 ve EDT değerleri (1000 Hz.)

Taş Mescit'in Cuma hutbesi eyleminde 1000 Hz. frekansındaki T30 değerleri 1,03 ve 1,04 sn değerleri alırken, EDT değerleri 1,08-1,12 sn aralığındadır. Grafik incelendiğinde, bu eylem için bütün alıcı noktalarında benzer T30 değerleri elde edilirken, EDT değerleri farklılık göstermekte ve alıcı noktalarının tamamında EDT>T30 durumunun sağlandığı görülmektedir. EDT-T30 arasındaki farkın en fazla olduğu alıcı noktası R1, en az olduğu alıcı noktası ise R6 noktasıdır. Şekil 4.77' de Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen T30 ve EDT verilmiştir. Taş Mescit'in yapı malzemesinin oldukça yansıtıcı bir yüzey olan kesme taş olması ve mescidin küçük hacimli olması nedeniyle bütün alıcı noktalarında birbirine yakın değerler elde edilmiştir.



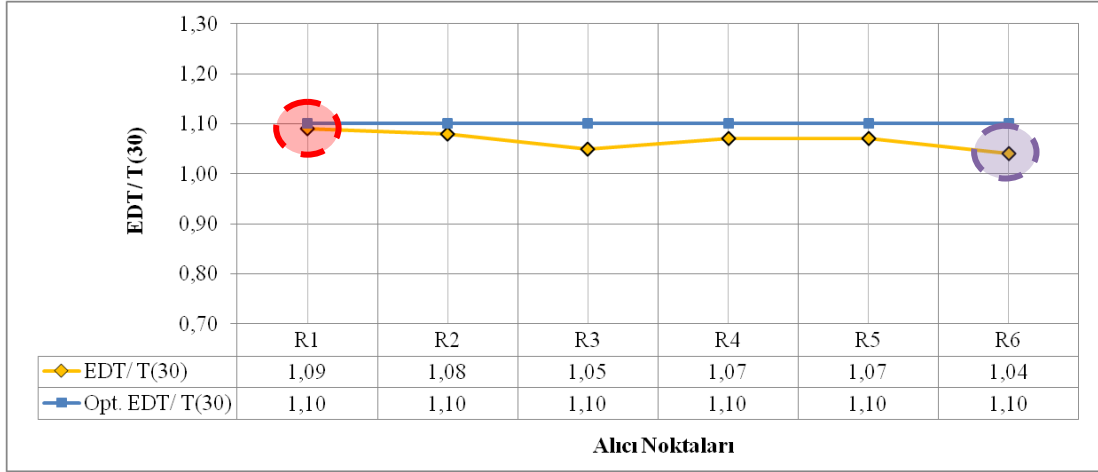
(a)



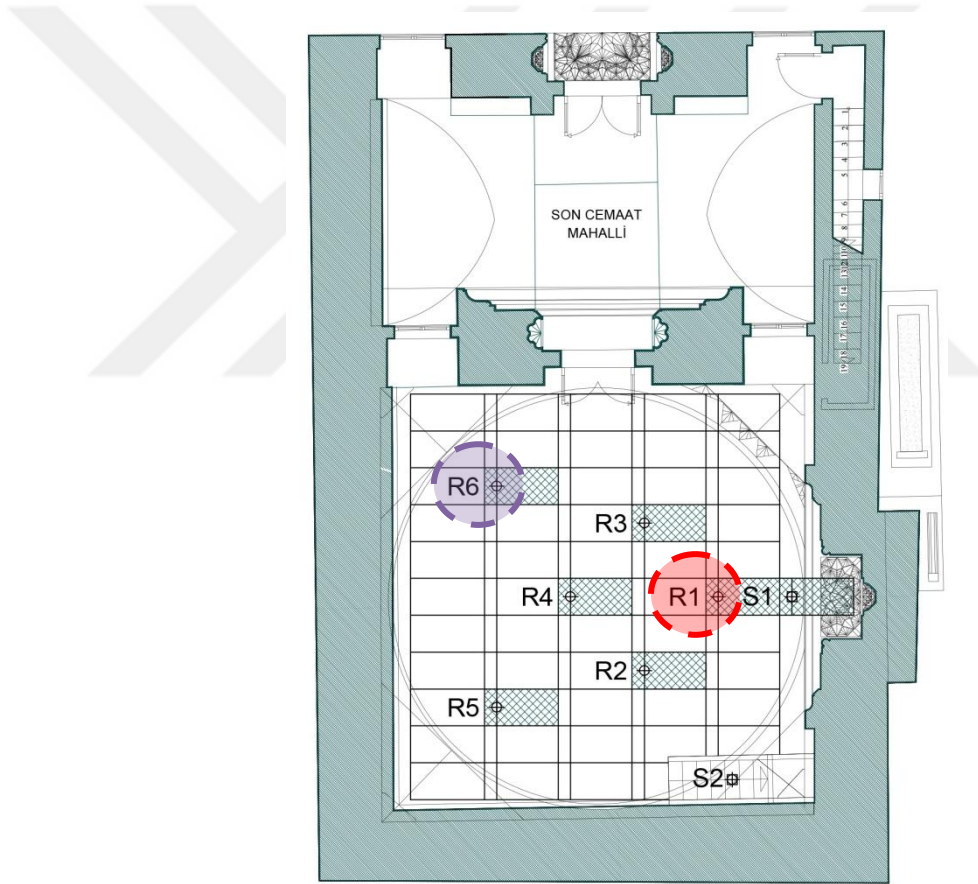
(b)

Şekil 4.77. Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen T30 ve EDT değerleri

Şekil 4.78' de Cuma hutbesi eylemi için bütün alıcı noktalarında 1000 Hz. üzerinden belirlenen EDT/T30 oranları verilmiştir. Grafik incelendiğinde bütün alıcı noktalarında EDT/T30 oranı birbirine yakın değerler almakta ve optimum değer olan 1,1'den düşük değerler elde edildiği görülmektedir. En yüksek değer R1 alıcı noktasında elde edilirken, en düşük değer ise R6 alıcı noktasında elde edilmiştir.



Şekil 4.78. Taş Mescit Cuma hutbesi eylemi EDT/T30 değerleri (1000 Hz.)

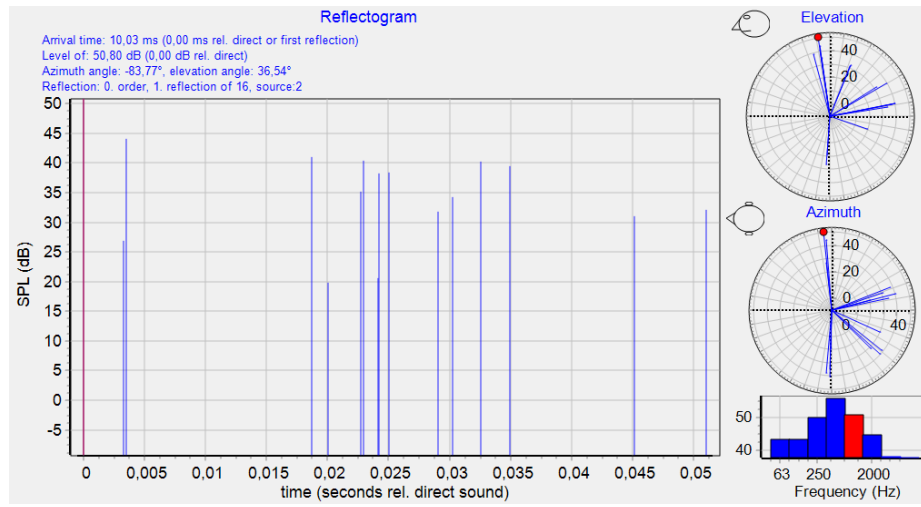
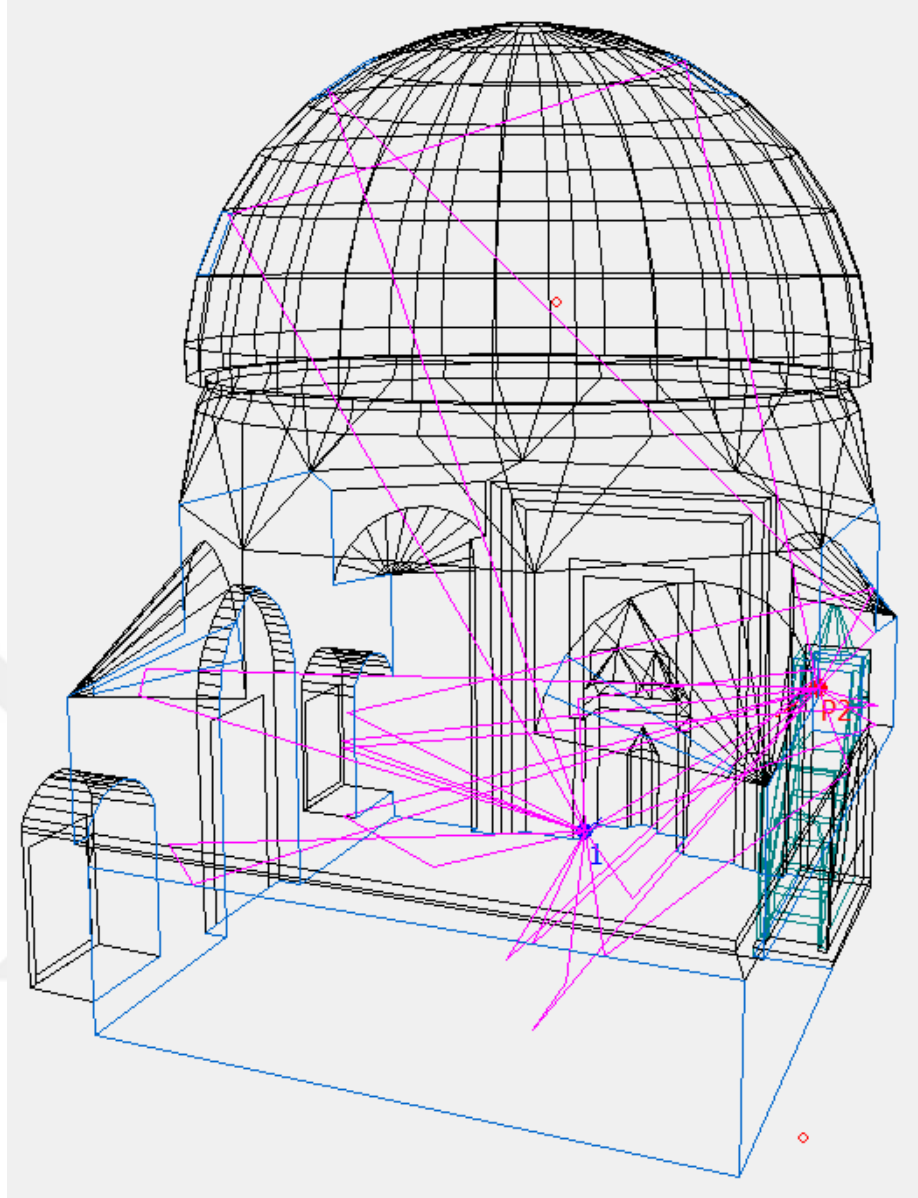


Şekil 4.79. En yüksek ve en düşük EDT/T30 değerlerine sahip alıcı noktalarının konumu

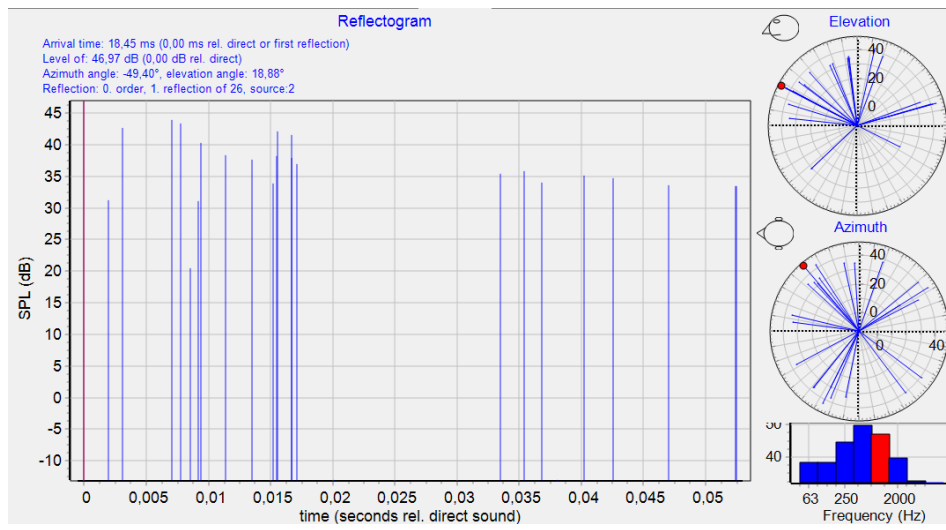
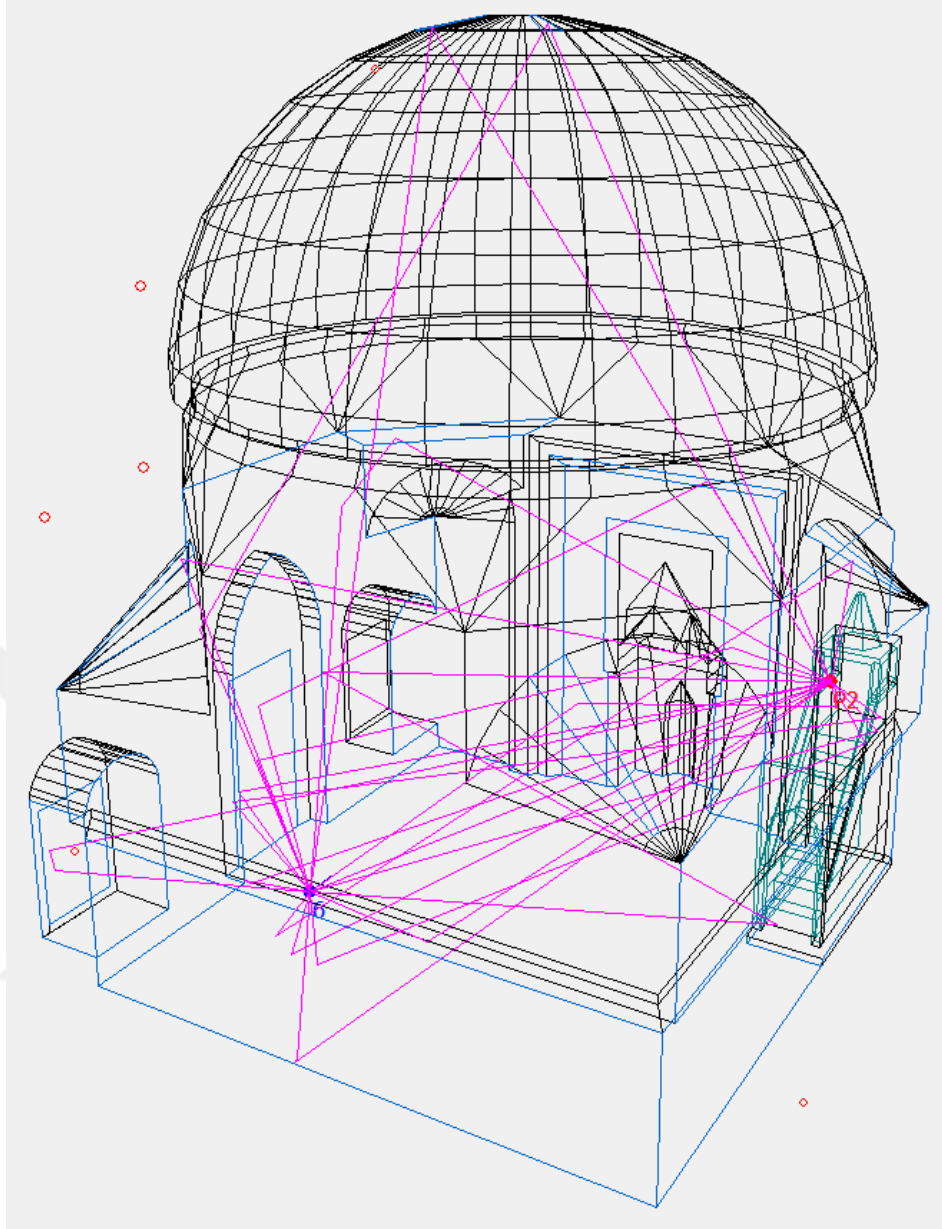
Şekil 4.80' de verilen R1 alıcı noktası ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, alıcının kaynak noktasına yakın bir konumda olması sonucu yüksek enerjili direkt sesi aldığı görülmektedir. Ancak R1 alıcısının mihrap ekseninde, ses kaynağının mescidin sağ yan duvarına yakın olması nedeniyle erken yansımalar (0-5

msn) az sayıda, düşük enerjili ve kaynağa yakın duvardan ulaşmaktadır. Geç süreli gelen erken yansımalar ise 15-35 msn aralığında tromp, sol yan ve arka duvar yüzeylerinden çok sayıda ve yüksek enerjili olarak gelmektedir. Bu yansımalar EDT değerinin yüksek elde edilmesine neden olarak R1 alıcı noktasında yüksek EDT/T30 oranı elde edilmesine neden olmuştur.

R6 alıcı noktası mihrap eksenine göre mescidin sol köşe kısmında, kaynak noktası ise mescidin sağ yan duvarında bulunmaktadır. R6 alıcı noktası için Şekil 4.81' de verilen ışın analizi ve enerji diyagramları incelendiğinde; alıcının arka ile yan duvara yakın ve konuşma yönü doğrultusunda olması, erken yansımaların (0-15 msn) hem duvarlar hem de tromplardan üzerinden çok sayıda yansımalar almasına neden olmuştur. Gecikmiş dönemde ise kubbe yüzeyinden az sayıda, düşük enerjili yansımalar almaktadır. Yansımaların önemli bir çoğunluğunun 0-15 msn içerisinde alıcı noktalarına ulaşması nedeniyle EDT değeri ve EDT/T30 oranı düşük çıkmıştır.



Şekil 4.80. R1 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

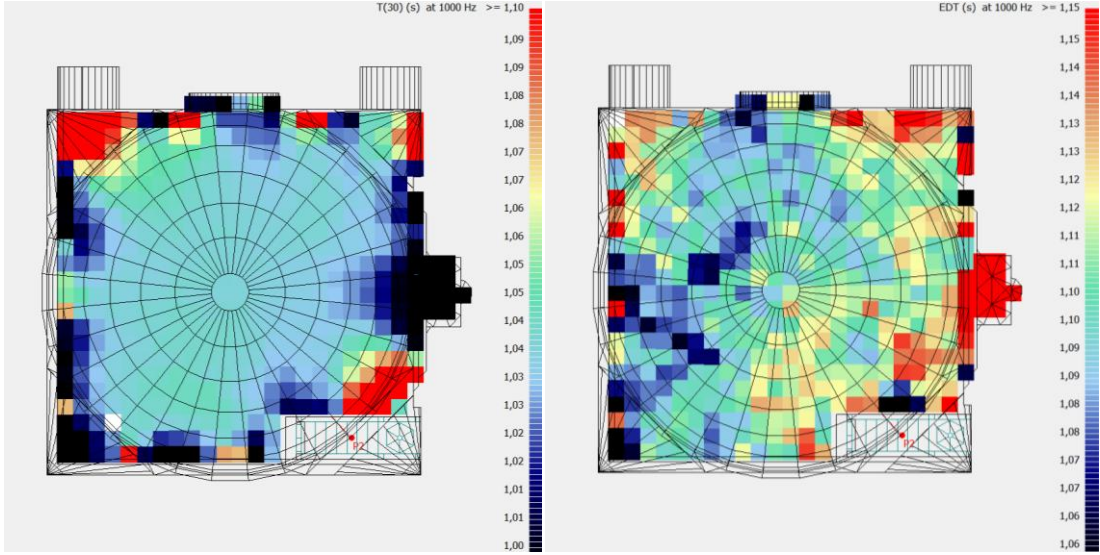


Şekil 4.81. R6 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

Cuma hutbesi eylemi için T30 ve EDT parametreleri 1000 Hz. frekansı grid hesabı Şekil 4.82' de verilmiştir. Alıcı noktalarında elde edilen değerler ile grid hesabı paralellik göstermektedir. T30 parametresi incelendiğinde mescitte genel olarak benzer T30 değerleri görülmektedir. Ancak mihrap çevresi, minberin ön ve yan kısımları ile arka duvara yakın kısımlarda düşük T30 değerleri elde edilmiştir. Minber çevresinin nedeni ses kaynağına çok yakın konumda olması ve direkt ses enerjisinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Arka kısımların nedeni ise arka ve yan duvara yakın olmasından dolayı erken yansımalar çok sayıda ve yüksek enerjili olarak ulaşmaktadır. Mescidin sol-arka köşesinde ve minber-mihrap arasındaki bölümde yüksek T30 değerleri elde edilmiştir. Köşedeki bölümün ses kaynağına uzak olması ve direkt ses enerjisinin düşük olması; diğer bölümün 25-35 msn aralığında uzak yan ve arka duvar yüzeyinden geç süreli erken yansımalar alması neden olmuştur.

EDT grid hesabı incelendiğinde ise mihrap aksına göre orta ve sağ arka kısımlarda, direkt sesin gelmediği minber yanında düşük değerler elde edilmiştir. Arka kısımlardaki neden arka ve yan duvardan kısa süreli, çok sayıda erken yansımaların ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Mescidin mihrap bölgesinde, minbere yakın olan ve mescidin ön kısımlarında yüksek EDT değerleri elde edilmiştir. Bunun nedeni ise yan ve arka duvara uzak olmasında dolayı 20-50 msn aralığında geç süreli erken yansımalar ile 50 msn sonrası kubbeden gecikmiş yansımalar almasından kaynaklanmaktadır.

T30 ve EDT grid hesaplarından yola çıkılarak, EDT/T30 oranı ile ilgili olarak T30 değerlerinin yüksek, EDT değerlerinin düşük olduğu mescidin sol arka bölgesinde en düşük EDT/T30 oranı ortaya çıkmıştır. T30 değerlerinin düşük, EDT değerlerinin yüksek olduğu mihrap bölgesi ile minber çevresindeki kısımlarda ise en yüksek EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

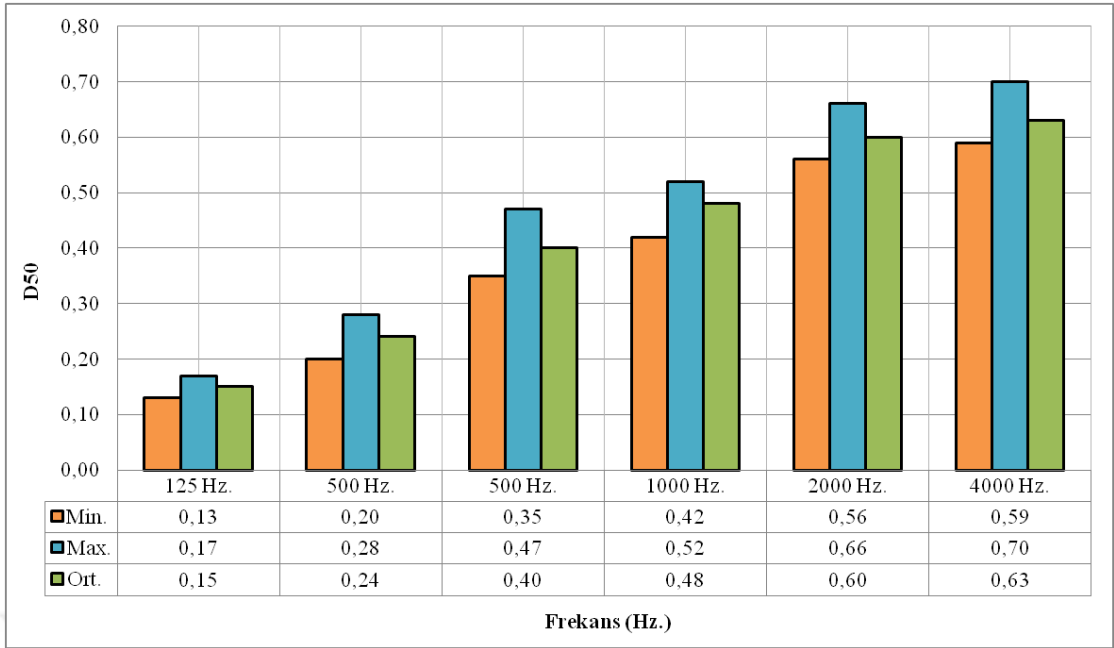


Şekil 4.82. Taş Mescit Cuma hutbesi eylemi T30 ve EDT grid hesabı (1000 Hz.)

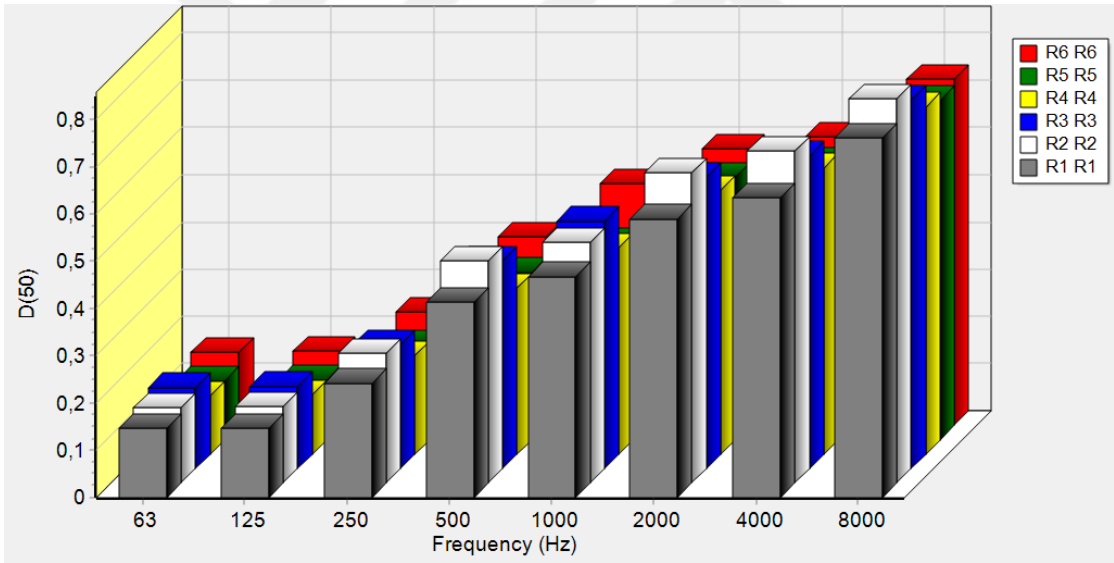
Ayırt edilebilirlik (D50)

Bölüm 3.2.3' de detaylı olarak açıklanan ve erken ses enerjisinin gelen toplam enerjiye oranı olarak tanımlanan D50 parametresi için optimum değer 0,50 ve üzeri kabul edilmektedir. Konuşma anlaşılabilirliği için optimum değer üzerinde değerler alması beklenmektedir. Taş Mescit Cuma hutbesi eyleminde bütün frekanslarda elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler Şekil 4.83' de, alıcı noktalarından elde edilen D50 değerleri Şekil 4.84' de gösterilmiştir.

Elde edilen değerler doğrultusunda alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru gidildikçe artan yutuculuk miktarı ile beraber çınlama azalarak D50 parametre değerleri artmaktadır. Alçak frekanslarda tüm alıcı noktaları optimum değer sınırı olan 0,50 değerinin altında, orta frekanslarda bazı alıcı noktalarında optimum değer üzerinde, bazı noktalarda altında değerler elde edilmiştir. Yüksek frekanslarda ise bütün değerler optimum alt sınırın üzerinde elde edilmiştir.

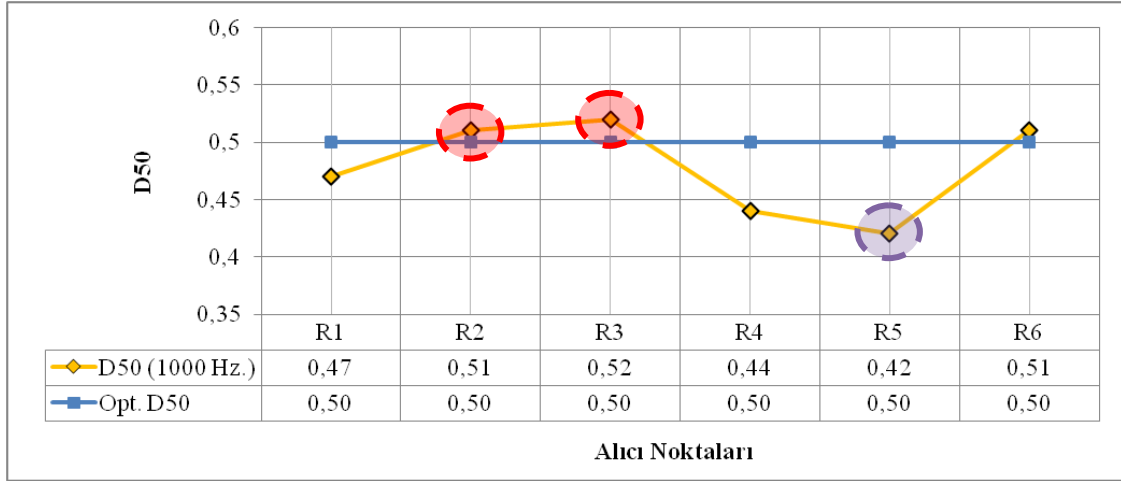


Şekil 4.83. Cuma hutbesi eylemi için tüm alıcılarda tespit edilen en düşük, en yüksek ve ortalama D50 değerleri



Şekil 4.84. Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen D50 değerleri

Şekil 4.85 de 1000 Hz.’ de alıcı noktalarında elde edilen değerler verilmiştir. Genel olarak kaynak noktasına yakın ve kısa sürede erken yansımalar alan alıcı noktalarında daha yüksek değerler elde edilmiştir. En yüksek değerler sırasıyla R3 ve R4 alıcı noktalarında, en düşük değer R5 alıcı noktasında görülmektedir.

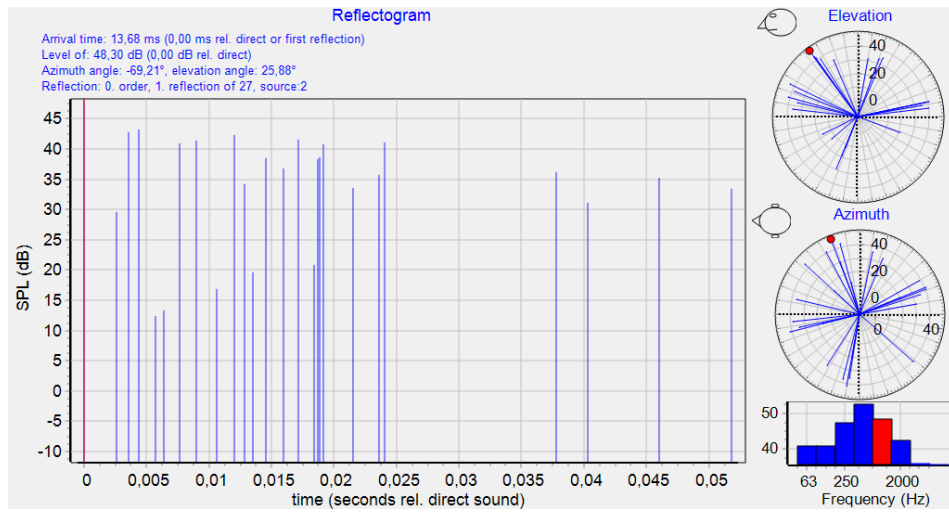
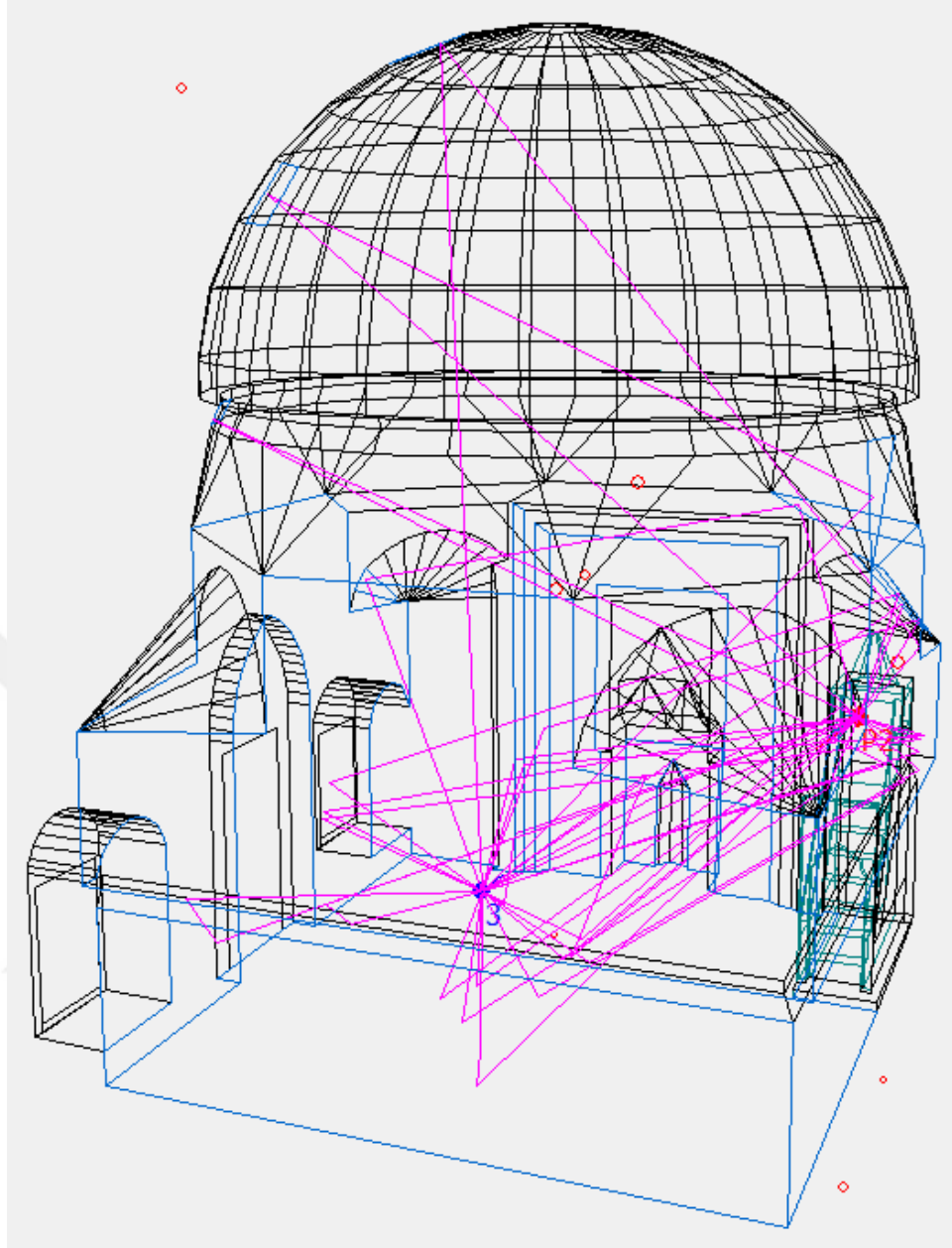


Şekil 4.85. Cuma hutbesi eylemi için elde edilen D50 değerleri (1000 Hz.)

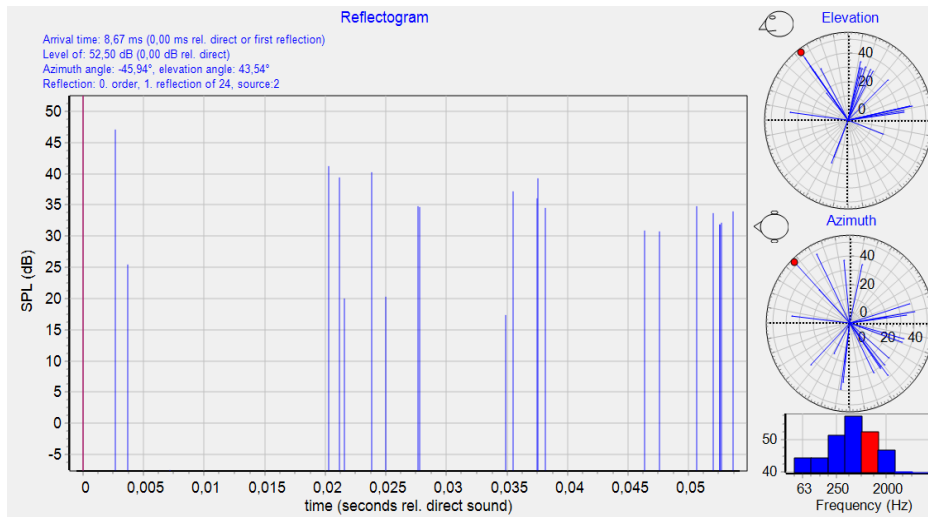
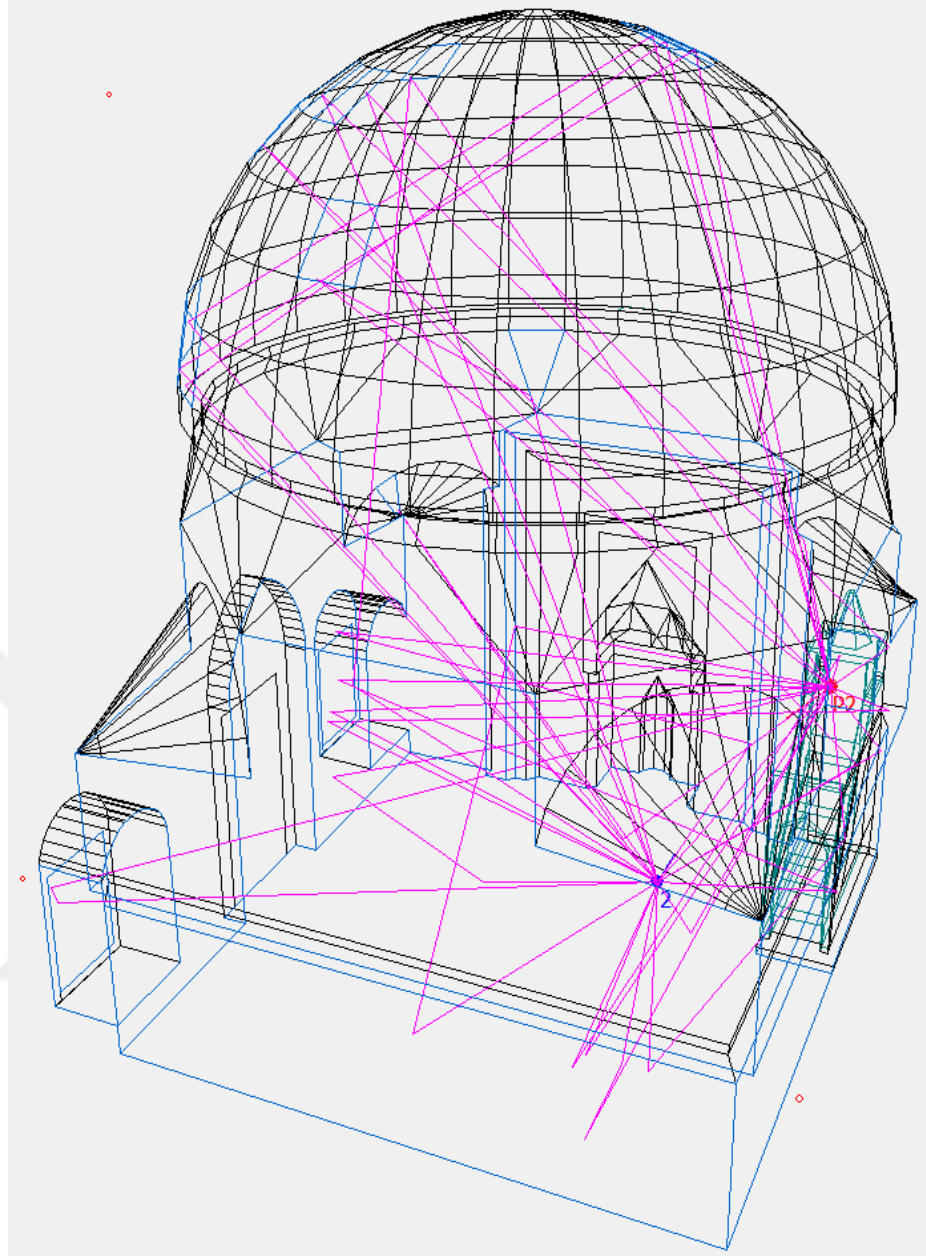
R3 alıcı noktası mescitte mihrap aksına göre sol ön bölümde konumlanmaktadır. Şekil 4.86’ da verilen R3 alıcı noktası ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, mescidin küçük ebatlı olması ve alıcının mihrap duvarına yakın konumda bulunması sebebiyle direkt sesten kısa süre sonra mihrap yüzeyi, tromp, yan ve arka duvarlar üzerinden çok sayıda ve yüksek enerjili erken yansımalar ulaşmaktadır. Ayrıca kubbeden gelen gecikmiş yansımaların sayısı ve enerjisi az olduğu için EDT değerleri düşüktür. Bu nedenle hem D50 değerleri hem konuşma anlaşılabilirliği yüksek elde edilmiştir.

Şekil 4.87’ de verilen R2 alıcı noktası ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, ses kaynağının ve alıcının konumu nedeniyle direkt ses enerjisi yüksektir ve minbere yakın duvardan kısa sürede erken yansıma ulaşmaktadır. Uzak yan ve arka duvardan geç süreli erken yansımalar, kubbeden gecikmiş yansımalar almasına rağmen kaynağa yakın konumundan ve yüksek enerjili direkt sesinden dolayı D50 değerleri ve konuşma anlaşılabilirliği yüksek çıkmıştır.

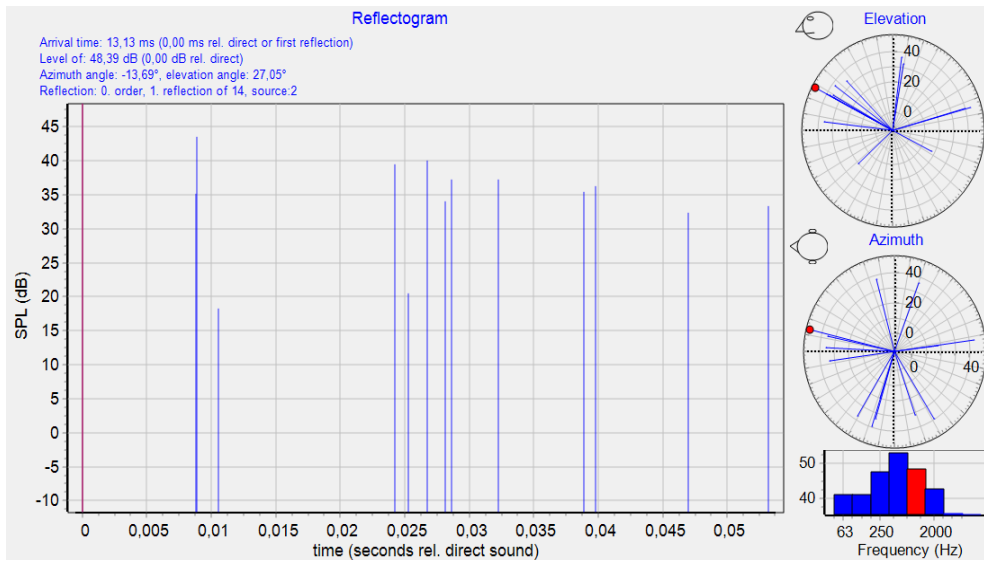
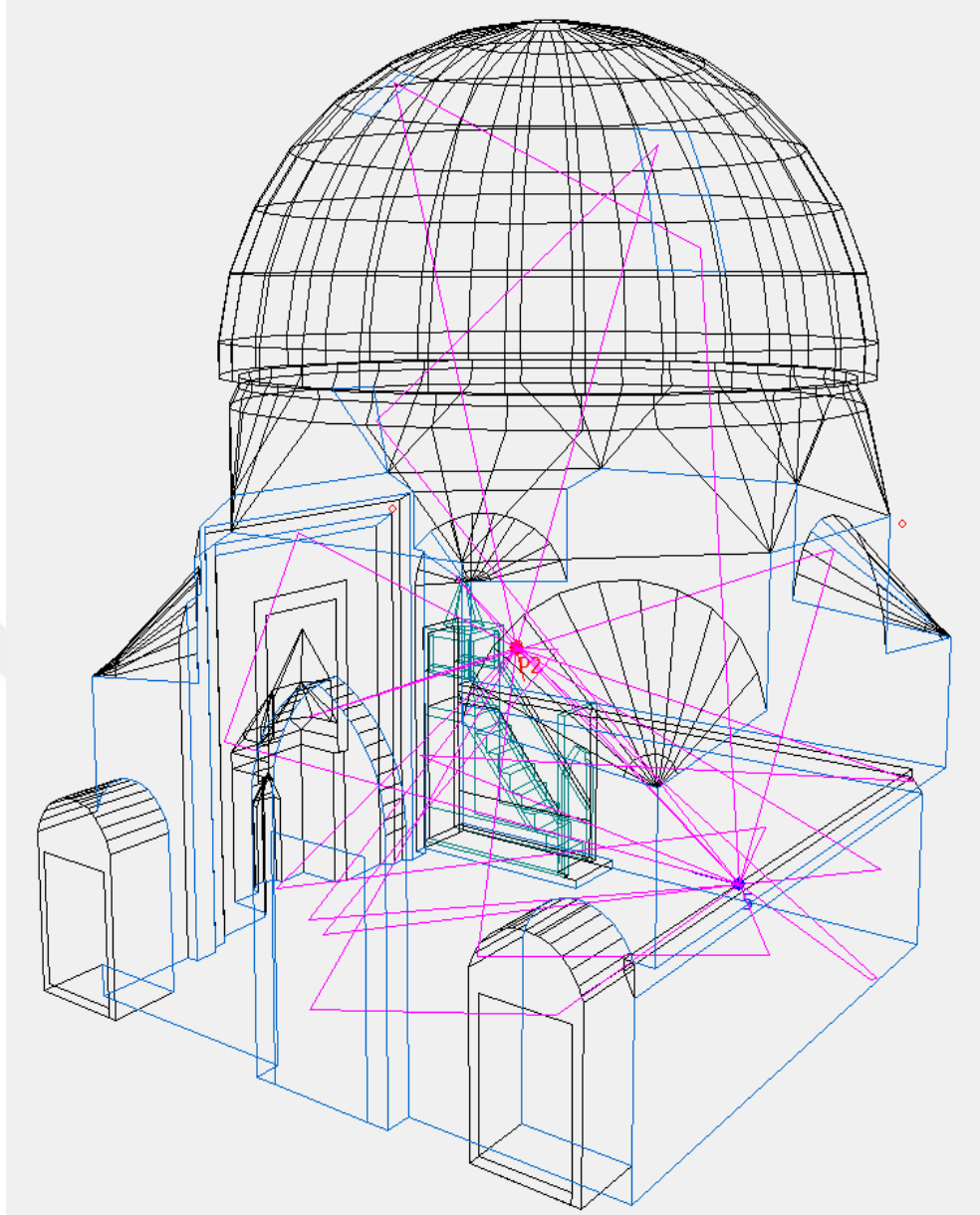
Şekil 4.88’ de verilen R5 alıcı noktasının ışın analiz ve enerji diyagramı incelendiğinde, alıcı noktasına ulaşacak erken yansımalar (0-10 msn) minber önünün akustik gölge oluşturması nedeniyle az sayıda ve düşük enerjili olarak ulaşmaktadır. Ayrıca arka ve yan duvardan çok sayıda geç süreli erken yansıma ulaştığı ve EDT değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun neticesinde D50 değerleri optimum sınır değerinin altında, konuşma anlaşılabilirliği düşük elde edilmiştir.



Şekil 4.86. R3 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

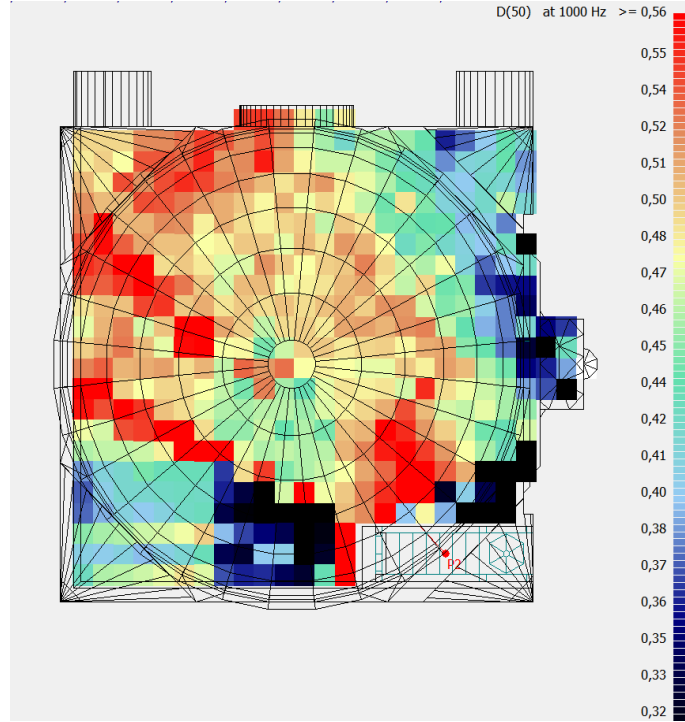


Şekil 4.87. R2 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı



Şekil 4.88. R5 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

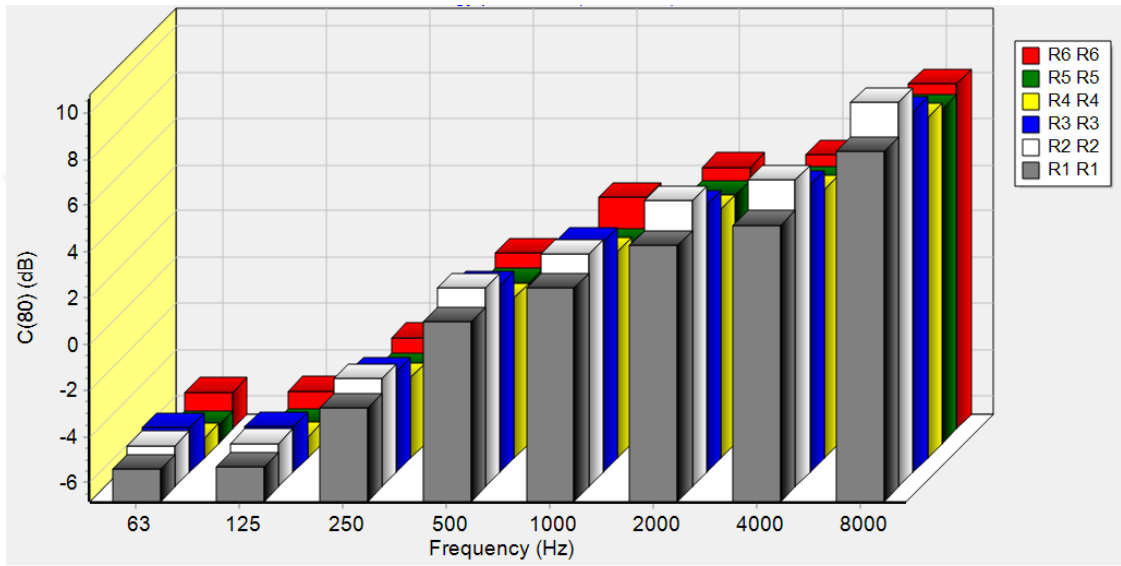
Cuma hutbesi eylemi için D50 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, konuşma yönü doğrultusu ve minbere yakın bölümler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölümlerinde D50 değerlerinin en yüksek; mescidin orta bölümlerinde kısmen yüksek değerler olduğu görülmektedir. Minbere yakın bölümlerin ses kaynağının konumundan dolayı direkt ses enerjisi yüksektir ve ilk 5 msn içerisinde direkt ses enerjisine yakın erken yansıma almaktadır. Uzak yan ve arka duvardan gelen geç süreli erken yansımalar ise çok sayıda olmasına rağmen düşük enerjili olduğu için D50 değerleri yükselmektedir. Diğer bölümlerin arka ve yan duvarlara yakın konumda bulunmasından dolayı kısa süre içerisinde erken yansımalar ulaşmaktadır. Bu nedenle yüksek D50 değerleri elde edilmiştir. Minberin ön ve yan kısmının akustik gölge oluşturması nedeniyle direkt sesin engellendiği bölümlerde ve mihrap aksına göre mescidin sağ-arka köşesi ile sol ön bölümlerinde düşük değerler elde edilmiştir. Gölgede kalan bölümlere direkt ses ulaşmadığı için gelen ses enerjisinin erken bölümü düşüktür. Ayrıca bütün frekanslarda yutuculuk değeri düşük malzemeden oluşan kubbe nedeniyle gecikmiş yansımalar almaktadır. Diğer bölümler ise tüm yüzeylerden çok sayıda ve yüksek enerjili gecikmiş yansımalar almaktadır. Sonuç olarak D50 değerlerinin yüksek olduğu kısımlarda konuşma anlaşılabilirliği yüksek, düşük olan kısımlarda ise düşük olması beklenmektedir.



Şekil 4.89. Cuma hutbesi eylemi için D50 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

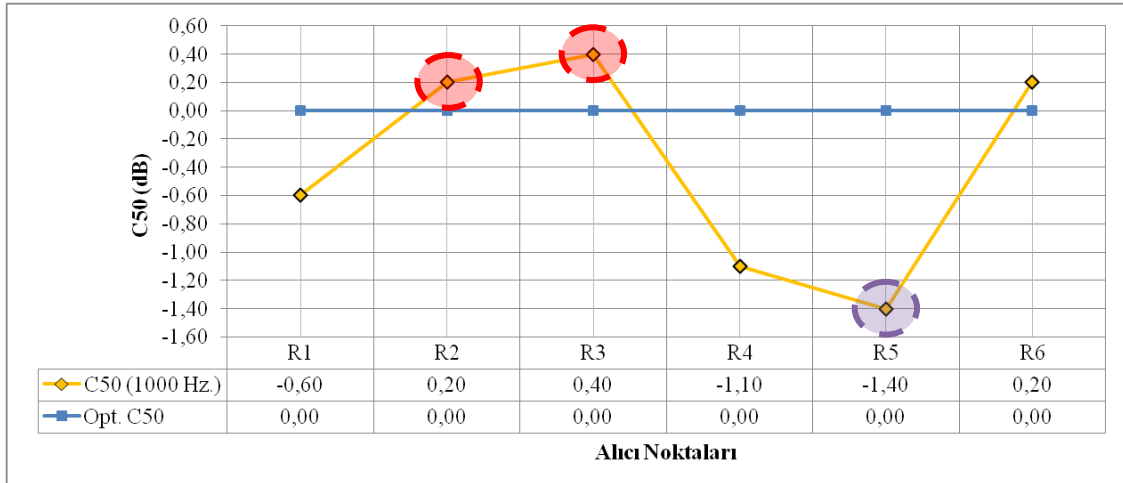
Konuşma için netlik (C50)

Taş Mescit Cuma hutbesi eyleminde, Bölüm 3.2.4' de detaylı bir şekilde açıklanan ve erken ses enerjisinin geç ses enerjisine oranı olan C50 parametresinde elde edilen değerler incelendiğinde, bütün alıcı noktalarında alçak frekanslarda optimum değer alt sınırı olan 0 dB' den daha düşük değerler elde edilmiştir. Yüksek frekanslara doğru gidildikçe, azalan çınlama sürelerine paralel olarak C50 değerleri yükselmiştir.



Şekil 4.90. Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen C50 değerleri

Şekil 4.91' de verilen 1000 Hz. frekansında alıcı noktalarında elde edilen C50 değerleri incelendiğinde, sırasıyla R3 ve R2 alıcı noktalarında en yüksek, R5 alıcısında da en düşük değerler görülmektedir. R2 alıcı noktası 1000 Hz. frekansında R3 alıcı noktasından düşük olsa da diğer frekans aralıklarında en yüksek değerlere sahiptir.



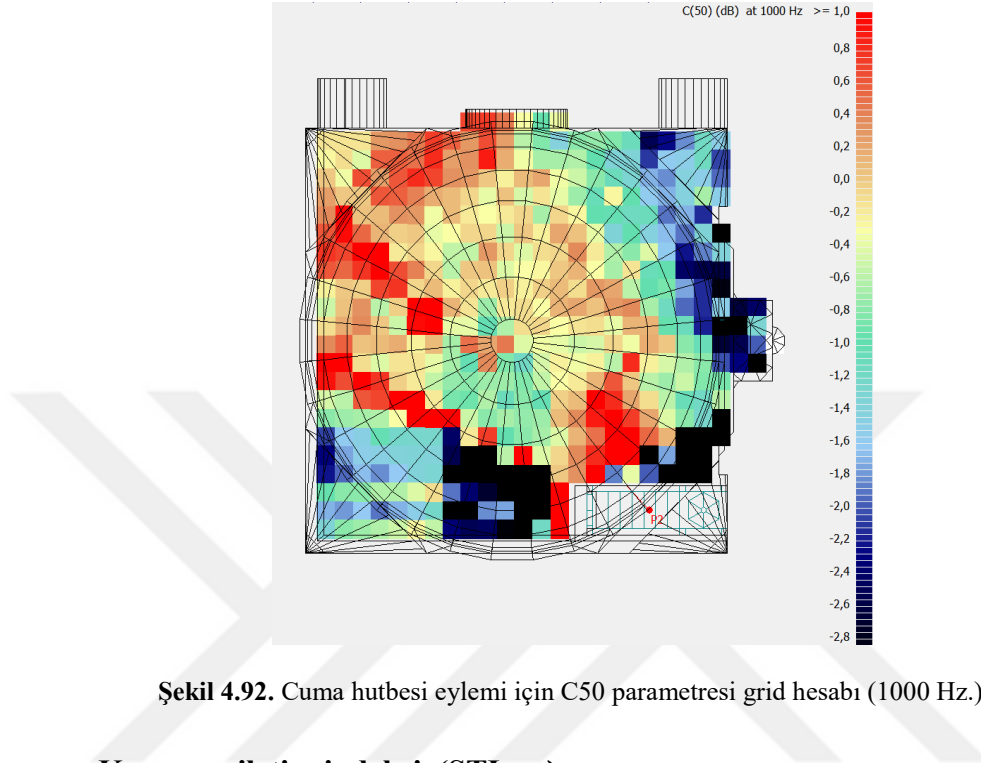
Şekil 4.91. Cuma hutbesi eylemi için elde edilen C50 değerleri (1000 Hz.)

Kaynak noktasına yakın ve mescidin sol bölümünde yer alan R3 alıcı noktasının direkt ses enerjisi yüksektir ve oldukça kısa sürede mihrap ve yan duvar yüzeylerinden erken yansımalar ulaşmaktadır. Mescidin küçük olması ve alıcının mihrap duvarına yakın konumda bulunması nedeniyle tüm yansımalar 50 msn içerisinde alıcı noktasına gelmektedir. Kubbeden ve diğer yüzeylerden ulaşan geç yansıyan sesler ise erken yansımalara göre daha düşük enerjilidir. Bunun sonucunda R3 alıcı noktasında C50 değerleri yüksektir ve buna bağlı olarak konuşma netliğinin yüksek olması beklenmektedir. R2 alıcı noktasının ise kaynağa yakın konumu nedeniyle direkt ses enerjisi yüksektir ve minbere yakın duvardan kısa sürede erken yansıma ulaşmaktadır. Yüksek enerjili direkt sesinden dolayı yüksek C50 değerleri ortaya çıkmıştır.

R5 alıcı noktasının ışın analizleri incelendiğinde, minber önünün engel oluşturması nedeniyle direkt ses enerjisi düşüktür ve az sayıda erken yansıma ulaşmaktadır. Uzak yan ve arka duvar yüzeyinden çok sayıda ancak geç süreli erken yansımalar (25-50 msn) gelmektedir. Sonuç olarak çınlayan sesin fazla olması, C50 değerlerinin ve konuşma netliğinin düşük olması beklenmektedir.

Cuma hutbesi eylemi için C50 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, D50 parametresinde olduğu gibi kaynak yönelim doğrultusunun ve alıcı-kaynak arasındaki uzaklığın bu değerlerde etkili olduğu görülmüştür. Mescitte minber çevresinde direkt sesin ulaşamadığı veya düşük enerjiyle ulaştığı bölümlerde ve tüm yüzeylerden çok sayıda, yüksek enerjili gecikmiş yansımalar alan bölümlerde düşük C50 değeri elde edilmiştir. Mescitte kaynağın konuşma yönü doğrultusu ve minbere yakın bölümler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölümlerinde C50 değerlerinin en yüksek; mescidin orta bölümlerinde ise kısmen yüksek değerler olduğu

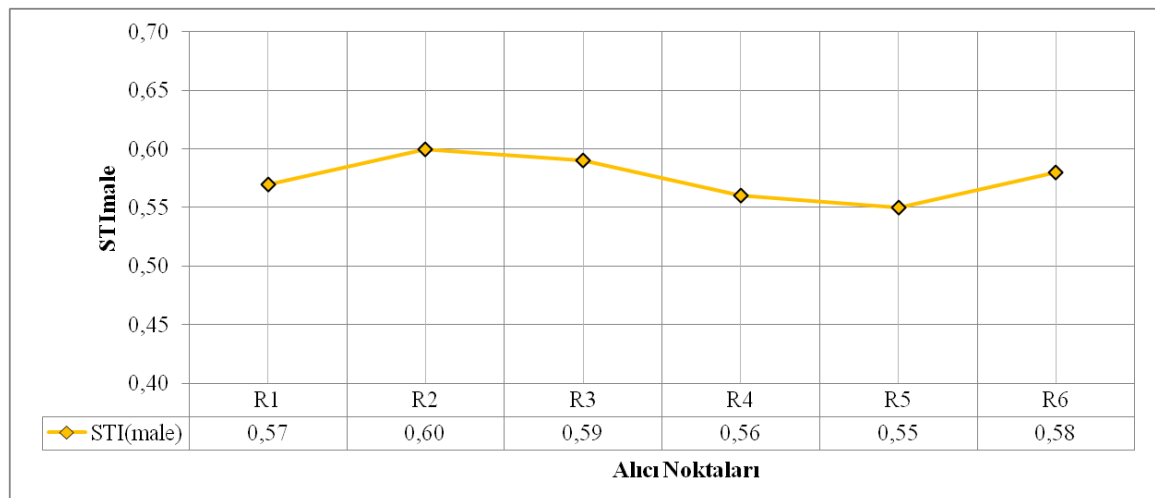
görülmektedir. Mescidin küçük ebatlı olması yan ve arka duvarlardan gelen yansımaların kısa süre içerisinde alıcı noktalarına ulaşmasını sağlayarak C50 değerlerinin yüksek elde edilmesine neden olmuştur.



Şekil 4.92. Cuma hutbesi eylemi için C50 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

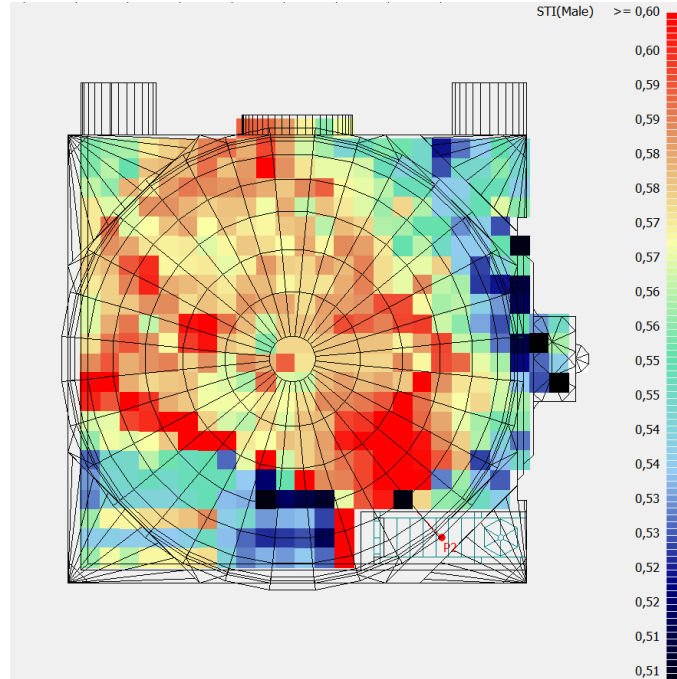
Konuşma iletim indeksi (STI_{Male})

Konuşma anlaşılabilirliği parametrelerinden olan ve Bölüm 3.2.10'da detaylı olarak açıklanan STI_{male} parametresi için Taş Mescit Cuma hutbesi eyleminde bütün alıcı noktalarında elde edilen değerler Şekil 4.93' de verilmiştir.



Şekil 4.93. Cuma hutbesi eylemi için elde edilen STI_{male} değerleri

Bu parametre 0-1 arasında değer almaktadır ve optimum kabul değerleri sırasıyla 0,30'dan küçük değerler kötü, 0,30-0,45 arası zayıf, 0,45-0,60 arası tatmin edici, 0,60-0,75 arası iyi, 0,75'den büyük değerler ise mükemmel olarak nitelendirilmektedir. Bu parametre değerleri yükseldikçe konuşma anlaşılabilirliği de artmaktadır. Elde edilen değerler incelendiğinde, 0,55-0,60 aralığında değerler elde edilmiştir. Cuma hutbesi eyleminde alıcı noktalarının birbirine yakın değerler aldığı ve konuşma anlaşılabilirliğinin tatmin edici seviyede olduğu görülmüştür. En yüksek değerler kaynağa yakın konumda bulunan, yüksek enerjili direkt ses ve erken yansımalar alan R2 alıcı noktasında, tatmin edici seviyede; en düşük değerler ise direkt seslerin düşük olduğu ve kubbe ile yan duvarlardan gecikmiş yansımalar alan R5 alıcı noktasında, tatmin edici seviyede elde edilmiştir. Cuma hutbesi eylemi için STI_{male} parametresinin grid hesabı incelendiğinde, mescitte minber önünün engel olduğu, direkt ses almayan bölgelerde ve kubbeden gecikmiş yansımalar alan bölgelerde düşük STI_{male} değerleri elde edilmiştir. Ses kaynağına yakın ve konuşma yönü doğrultusundaki minbere yakın bölgeler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölgelerinde yüksek STI_{male} değerleri görülmektedir. Minbere yakın bölgelerde yüksek enerjili direkt sesin ulaşması; sağ-arka bölgelerde ise mescidin küçük ebatlı olmasından kaynaklanan tromp, yakın yan ve arka duvar üzerinden erken yansımaların (0-15 msn) ulaşması yüksek değerlerin elde edilmesine neden olmuştur.



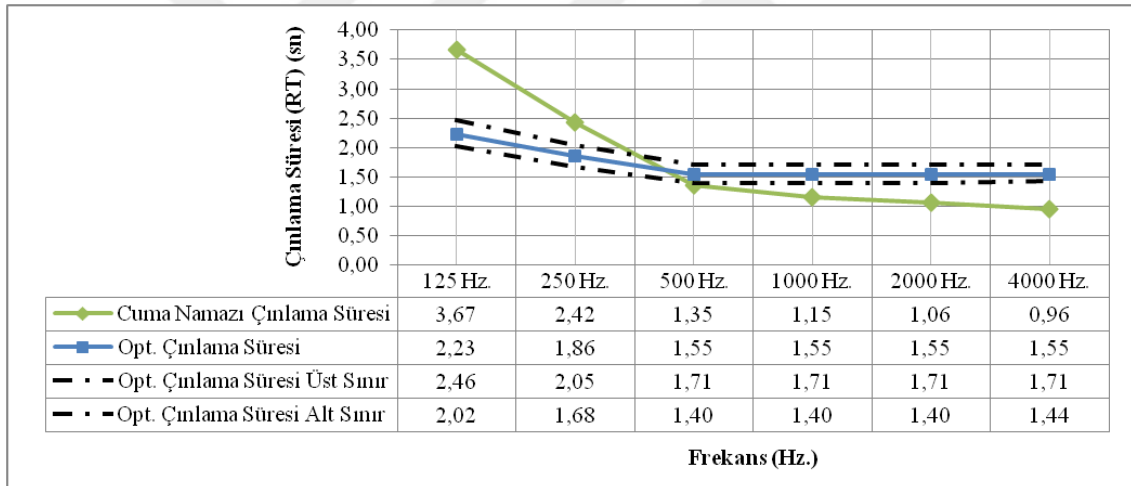
Şekil 4.94. Cuma hutbesi eylemi için STI_{male} parametresi grid hesabı

4.4.2.2. Cuma namazı eylemi

Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT)

Cuma namazı eylemi mescitlerde yer alan dini musiki amaçlı eylemlerdir. Taş Mescit için orta frekanslarda optimum çınlama süresi 1,55 olarak hesaplanmıştır. Dini musiki amaçlı eylemlerde, yüksek frekansların orta frekanslarla aynı olması beklenirken, alçak frekanslarda ise %20 artış beklenmektedir. Çınlama süresi parametresinde mescitle ilgili genel değerlendirme için ODEON programındaki RT değerleri kullanılmıştır.

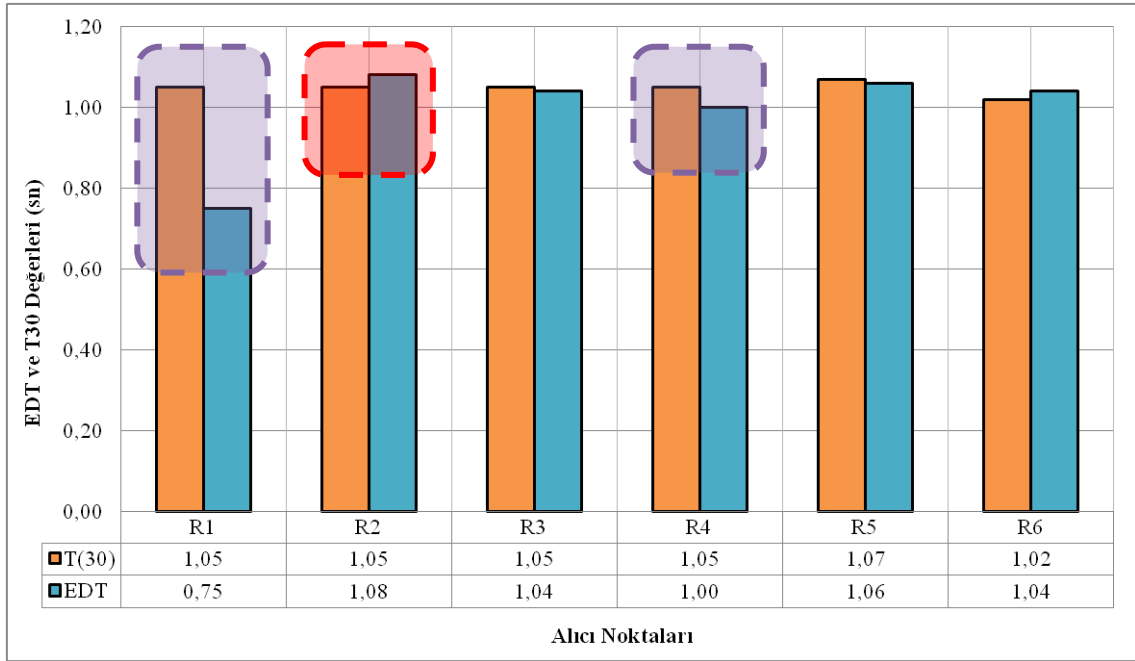
Şekil 4.95’de Cuma namazı eylemi için simülasyon sonucunda elde edilen çınlama süreleri, optimum çınlama süreleri ve çınlama süreleri için belirlenen alt ve üst sınır değerler verilmiştir.



Şekil 4.95. Taş Mescit Cuma namazı eylemi çınlama süresi

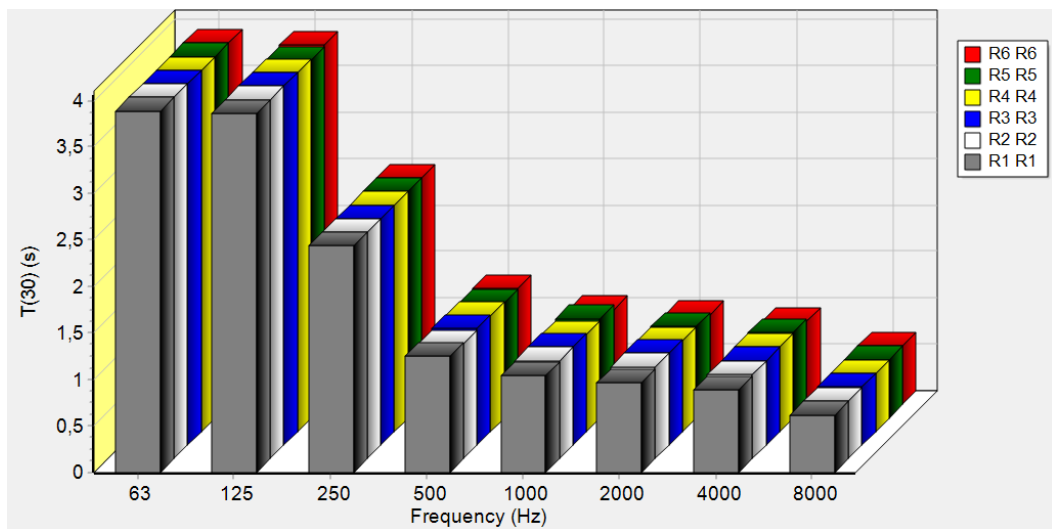
Elde edilen değerler incelendiğinde, sadece 500 Hz. frekansındaki değerler optimum değer aralığına yaklaşmıştır. Mescitte alçak frekanslarda optimum değer aralığının üzerinde çınlama süresi elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda ise optimum değer aralığının altında değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni hem malzemelerin hem de cemaat ve havanın yüksek frekanslara doğru yutuculuk değerinin artması çınlama sürelerini düşürmüştür.

Cuma namazı eylemi için alıcı noktalarından elde edilen T30 ve EDT değerleri Şekil 4.96' da verilmiştir. Öznel çınlamanın değerlendirilmesi için alıcı noktalarının 1000 Hz. frekansındaki T30 değerleri kullanılmıştır.

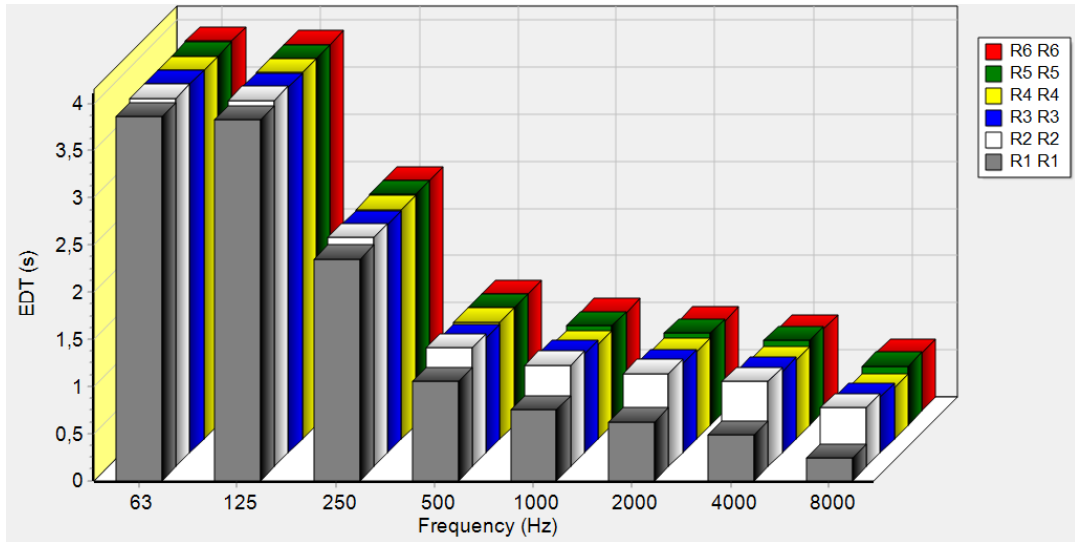


Şekil 4.96. Taş Mescit Cuma namazı eylemi T30 ve EDT değerleri (1000 Hz.)

Taş Mescit'in Cuma namazı eyleminde 1000 Hz. frekansındaki T30 ve EDT değerleri incelendiğinde, alıcı noktalarından elde edilen T30 değerlerinin birbirine yakın değerler aldığı ancak EDT değerlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. T30 değerleri 1,02-1,07 sn aralığında iken EDT değerleri 0,75-1,08 sn aralığındadır. Bu durum alıcı noktalarına ulaşan erken yansımalarındaki farklılıklar nedeniyle ortaya çıkmıştır. Şekil 4.97' de Cuma hutbesi eylemi için bütün frekanslarda elde edilen EDT ve T30 verilmiştir. Grafikteki genel değerlere bakıldığında EDT-T30 arasındaki farkın en fazla olduğu alıcı noktası R2 iken, en az olduğu alıcı noktaları ise R1 ve R4 noktalarıdır.



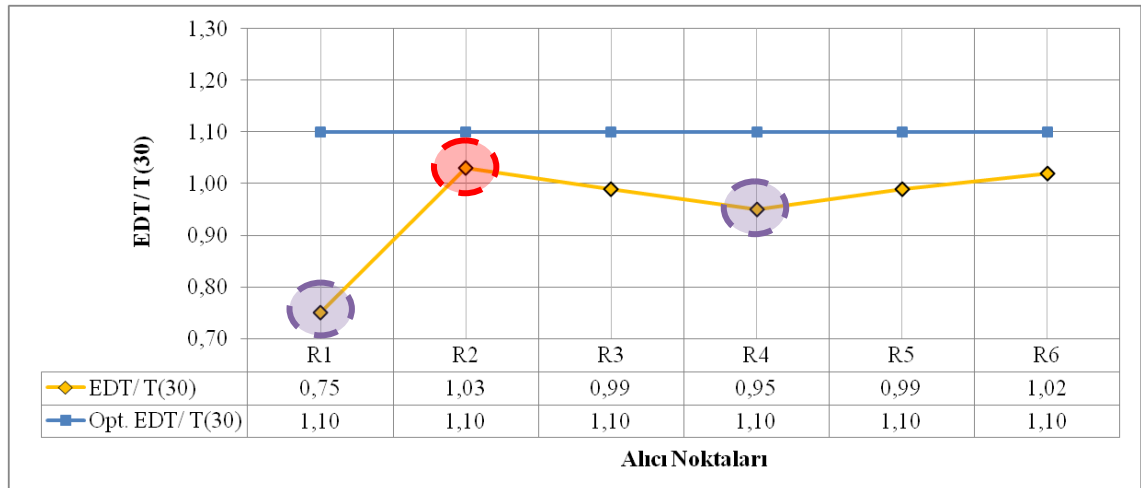
(a)



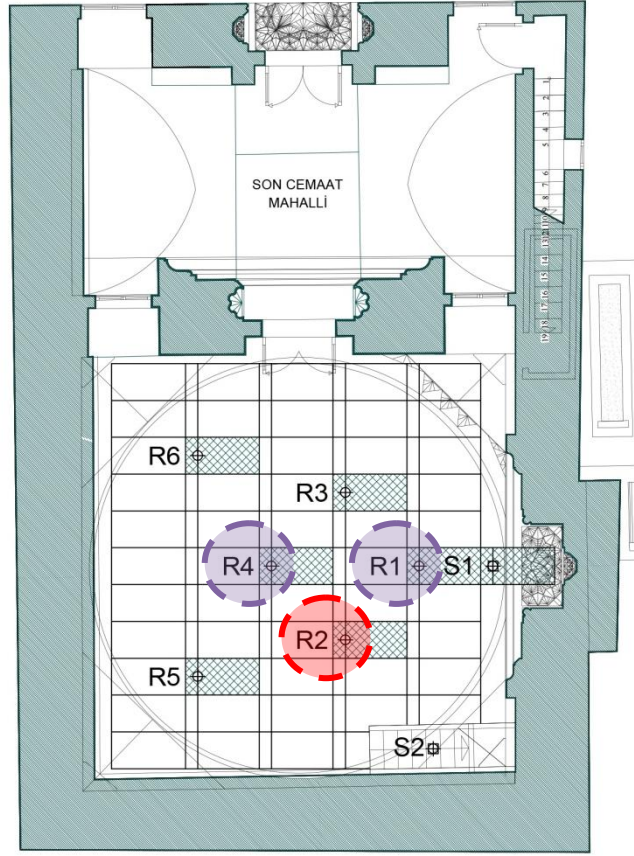
(b)

Şekil 4.97. Cuma namazı eylemi için bütün frekanslarda elde edilen EDT ve T30 değerleri

Şekil 4.98’ de Cuma namazı eylemi için bütün alıcı noktalarında, 1000 Hz. frekans değerlerinden belirlenen EDT/T30 oranları verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde alıcı noktalarının genelinde EDT/T30 oranının optimum değer olan 1,1’den düşük değerler elde edildiği görülmektedir. En yüksek değer R2 alıcı noktasında elde edilirken, en düşük değerler ise sırasıyla R1 ve R4 alıcı noktalarında elde edilmiştir.



Şekil 4.98. Taş Mescit Cuma namazı eylemi EDT/T30 değerleri (1000 Hz.)



Şekil 4.99. En yüksek ve en düşük EDT/T30 değerlerine sahip alıcı noktalarının konumu

R2, R1 ve R4 alıcı noktalarının gelen ışın analizleri ve enerji diyagramları sırasıyla Şekil 4.100, Şekil 4.101 ve Şekil 4.102’ de verilmiştir.

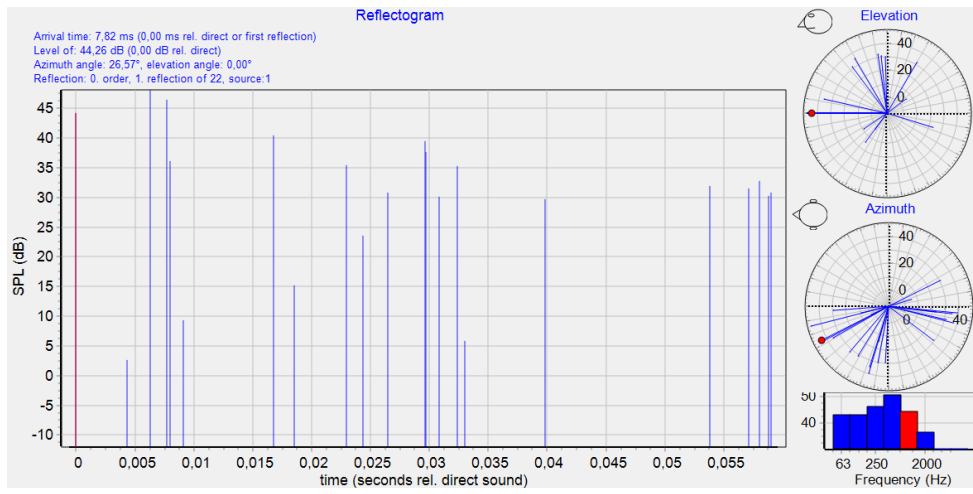
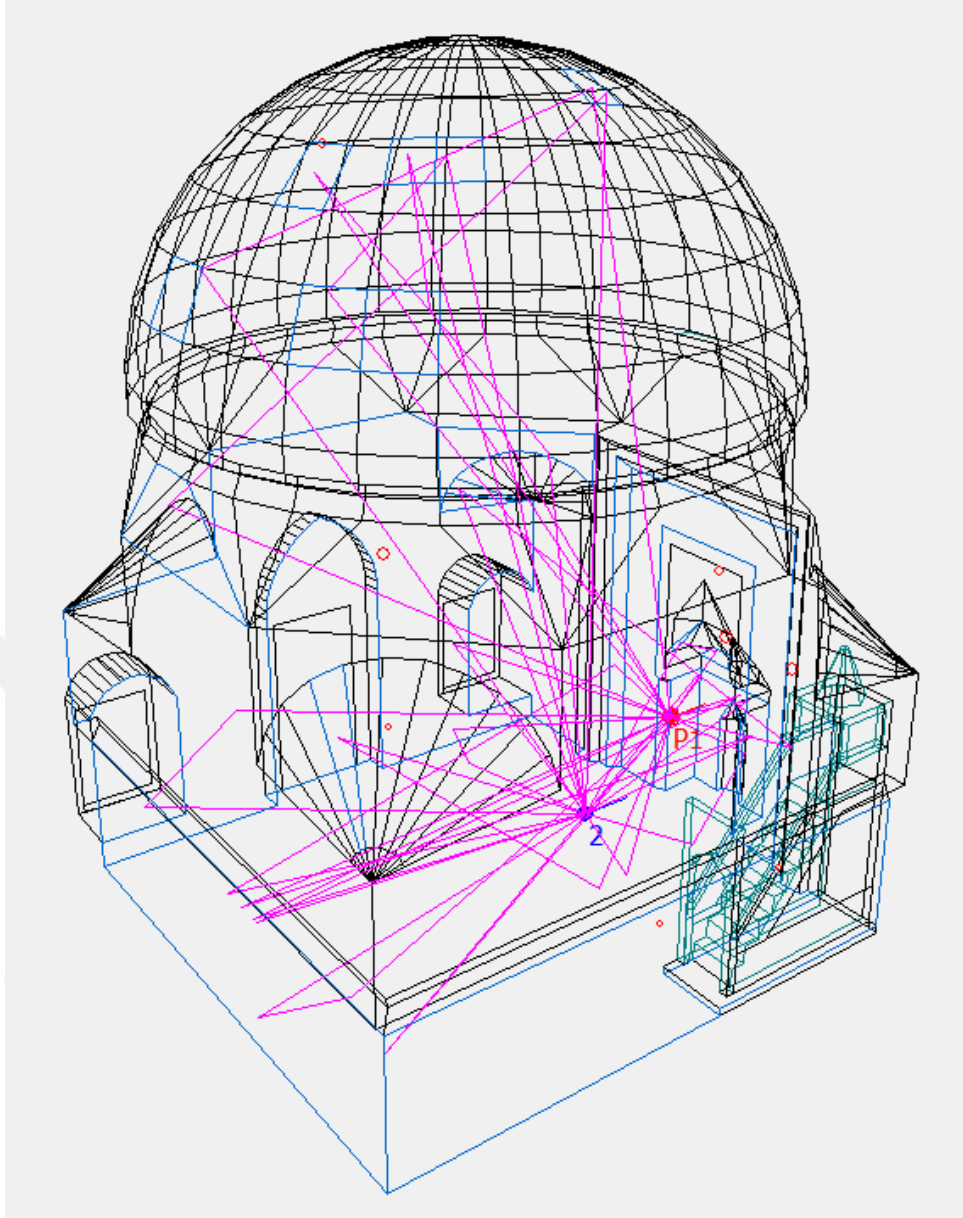
R2 alıcı noktası ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, direkt sestten sonra erken dönem yansımalarını 0-15 msn içerisinde mihrap yüzeyinden, 15- 40 msn aralığındaki yansımaları tromplar ile yan ve arka duvardan, 40 msn sonrasındaki geç süreli erken yansımaları da kubbeden almaktadır. Erken yansımaların enerjisinin direkt ses enerjisinden yüksek olması ve geç süreli gelen yansımaların enerjisinin düşmemesi EDT değerini yükseltmiş ve diğer alıcı noktalara göre kısmen yüksek EDT/T30 oranı ortaya çıkmıştır.

R1 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, kaynağa yakın ve mihrap aksı konumunda bulunması ve mihrabın içbükey saçıcı yüzey olması nedeniyle direkt ses enerjisi diğer alıcı noktalara göre yüksek gelmektedir. Direkt sestten sonra mihrap ve minber yüzeyinden gelen erken yansımalar (0-15 msn), direkt ses enerjisinden daha düşük ulaşmaktadır. R1 noktası diğer erken yansımalarını arka ve yan duvarlara uzak olması nedeniyle geç süreyle almaktadır. Ancak bu yansımaların

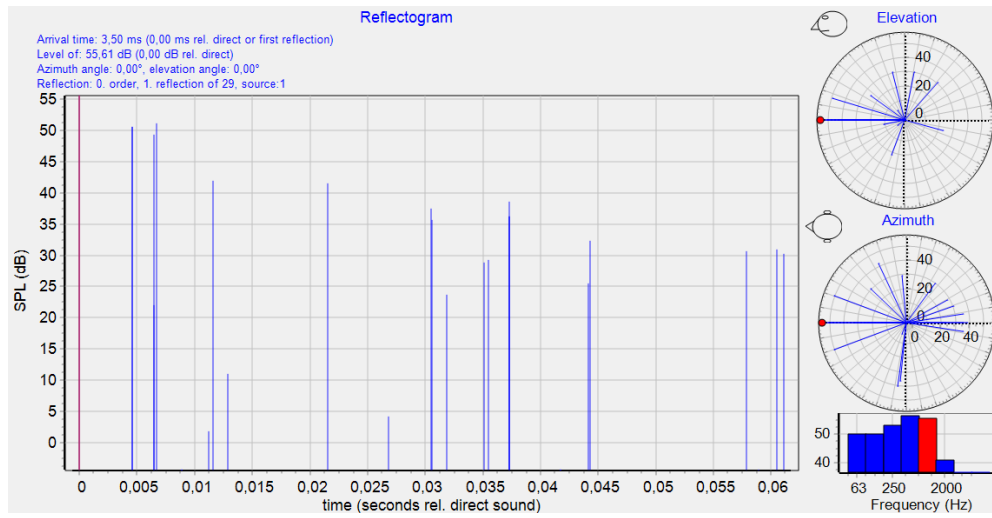
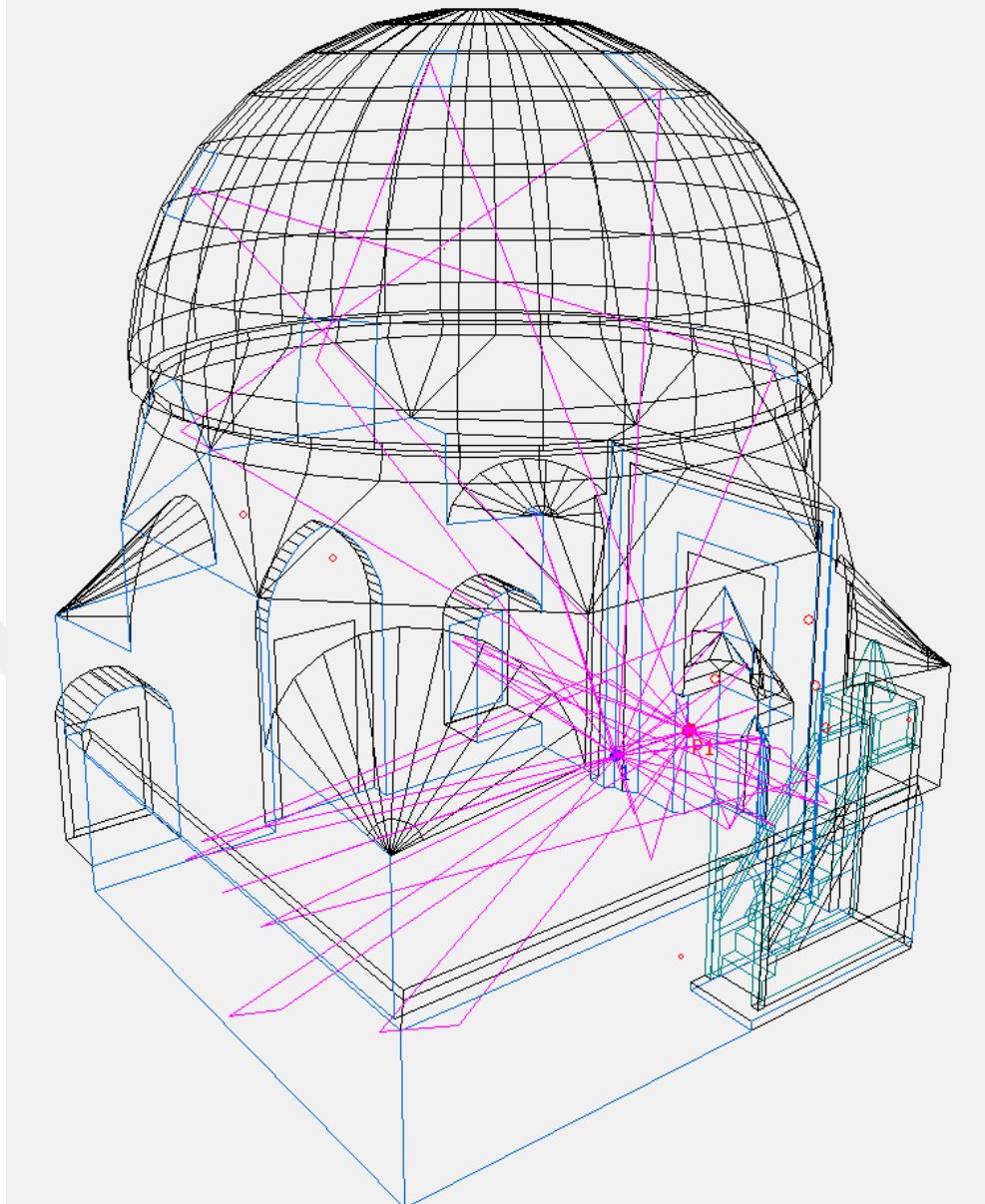
enerjileri düşük olduğu için EDT' ye etkisi bulunmamaktadır. Bu nedenlerle düşük EDT değeri ve EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

R4 alıcı noktası mihrap aksında ve mescidin merkezinde yer almaktadır. Gelen ışın analizi ve enerji diyagramı incelendiğinde, R1 alıcısı noktası gibi yüksek enerjili direkt ses ve mihrap yüzeyinden güçlü erken yansımalar almaktadır. Ayrıca yan ve arka duvarlardan kısa süre içerisinde çok sayıda erken yansımalar ulaşmaktadır. Bu yüzden düşük EDT değerleri ve buna bağlı olarak düşük EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

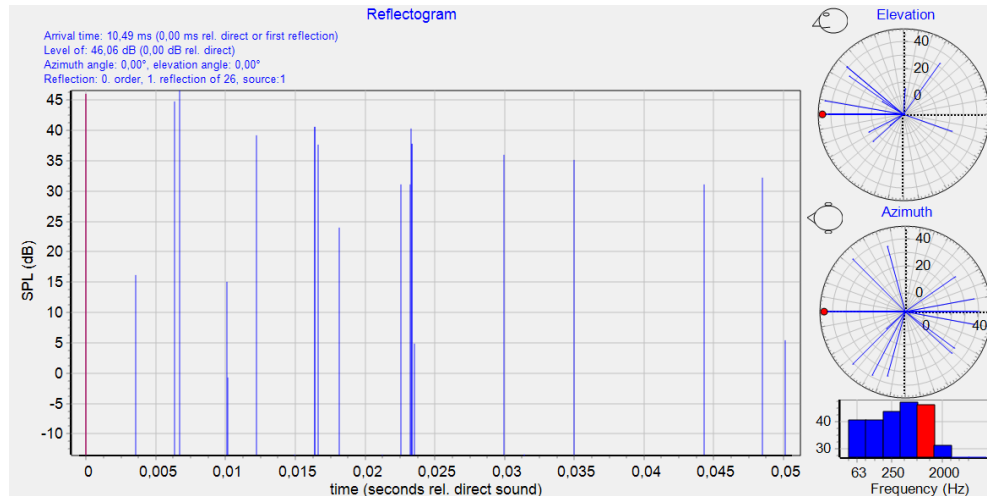
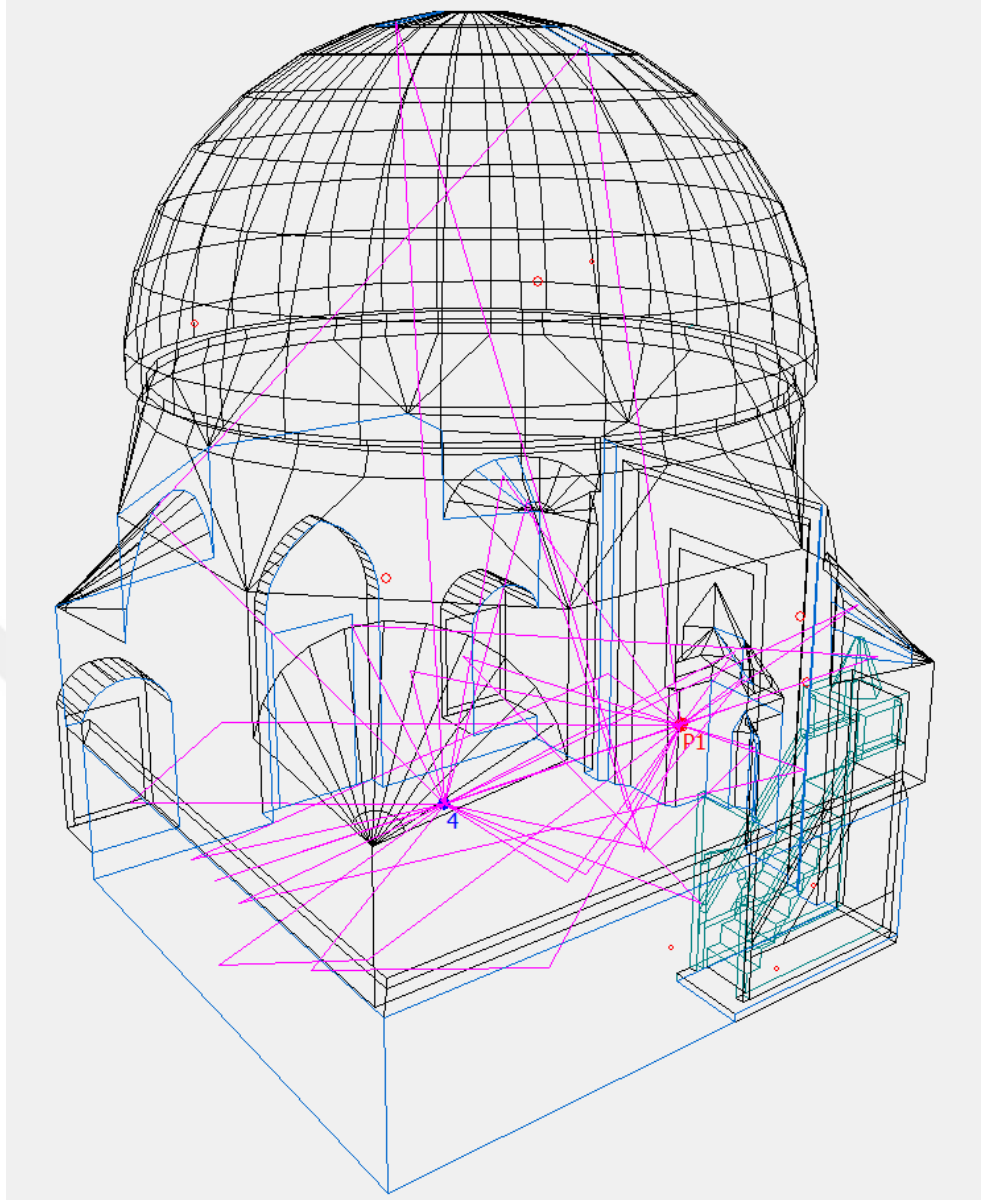




Şekil 4.100. R2 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

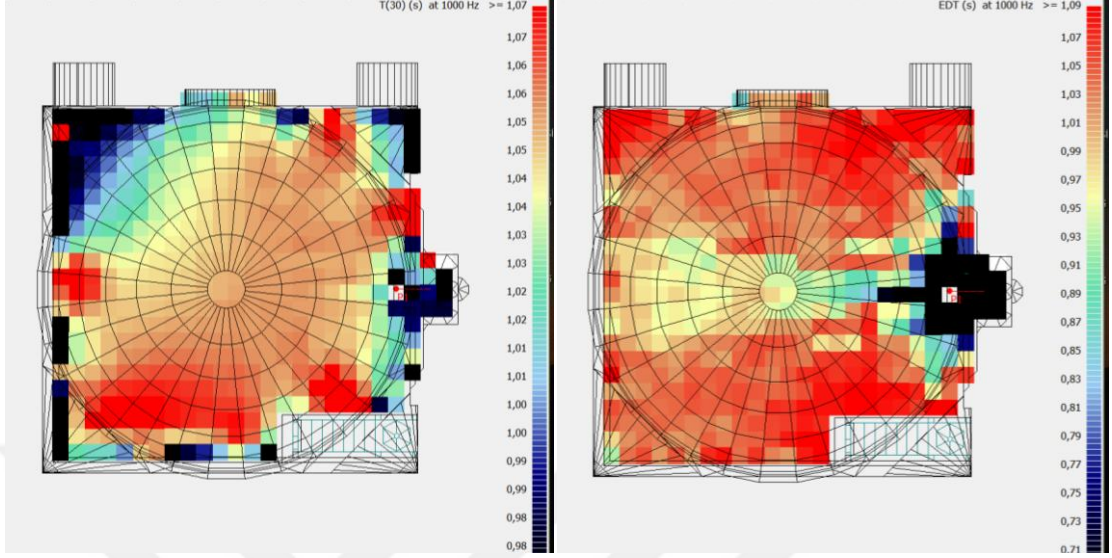


Şekil 4.101. R1 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı



Şekil 4.102. R4 alıcı noktası gelen ışın analizi ve enerji diyagramı

Cuma namazı eylemi için T30 ve EDT parametreleri 1000 Hz. frekansı grid hesabı Şekil 4.103’ de verilmiştir.



Şekil 4.103. Taş Mescit Cuma namazı eylemi T30 ve EDT grid hesabı (1000 Hz.)

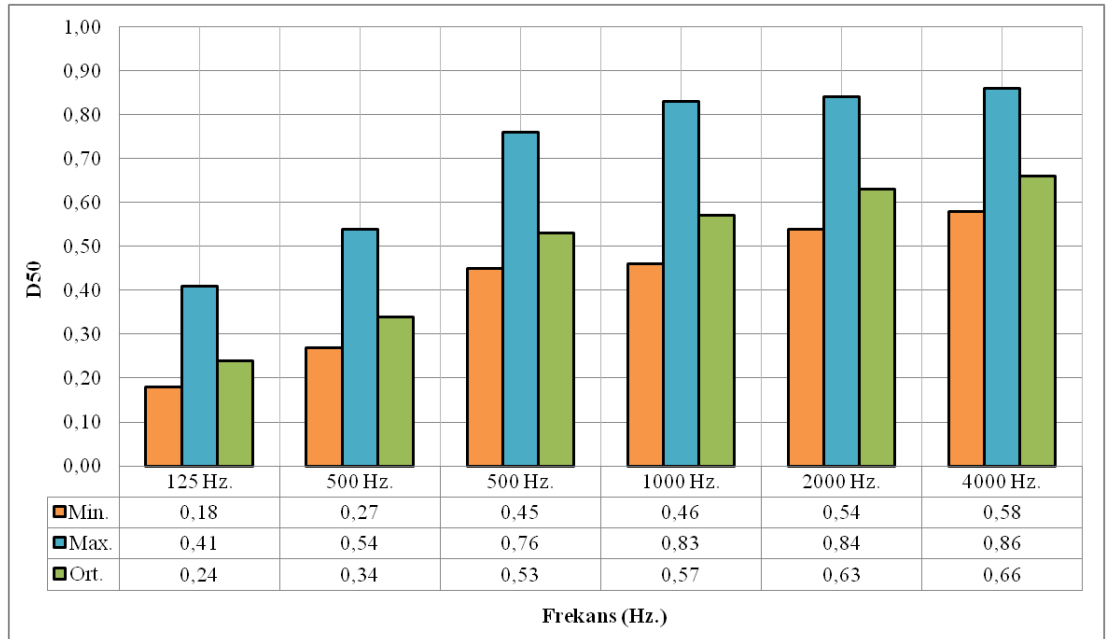
T30 parametresi grid hesabı incelendiğinde, mescidin mihrap aksına göre sağ yan bölümleri, mihrap doğrultusunda arka duvar önü ve mihrabın sol yan bölümlerinde yüksek T30 değerleri elde edildiği görülmektedir. Arka duvara yakın ve sağ yan bölümlerde T30 değerlerindeki artışın nedeni, 0-15 msn aralığında tüm duvar yüzeylerinden erken yansımalar almasına rağmen, bu yansımaların enerjisinin direkt ses enerjisinden yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Minber yanındaki bölümde ise direkt ses enerjisinin düşük olması ve minber nedeniyle yan duvardan gelebilecek yansımaların engellenmesi nedeniyle yüksek T30 değerleri görülmektedir. Düşük T30 değerleri de kaynağa yakın konumda bulunan mihrap bölümünde ve mihrap aksına göre sol arka köşede ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni mihrap çevresinin kaynağa yakın konumundan dolayı direkt ses enerjisinin yüksek olması; sol arka bölümün arka ve yan duvara yakın olmasından dolayı kısa süre içerisinde erken yansımaların ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Mescidin kubbe altı, merkez bölümünde ise ortalama T30 değerleri görülmektedir. EDT parametresi grid hesabı incelendiğinde, kaynağa yakın konumlarda ve mihrap aksında düşük değerler, kaynaktan uzaklaştıkça mihrap aksının sağ ve sol bölümlerinde yüksek değerler elde edilmiştir. Kaynaktan uzaklaştıkça mihrabın içbükey formu sayesinde mihrap aksında EDT değerlerinde kısmi artış görülmektedir. Mescitte genel olarak mihrap aksının sağ ve solunda simetrik renk dokusu ve birbirine benzer yüksek EDT değerleri görülmektedir. Bunun nedeni bölgelere gelen direkt ses

enerjisinin erken yansımaların enerjisinden düşük olmasından kaynaklanmaktadır. T30 ve EDT grid hesaplarından yola çıkılarak, T30 değerlerinin yüksek, EDT değerlerinin düşük olduğu mescidin sol ön bölümlerinde ve mihrap aksında düşük EDT/T30 oranı ortaya çıkmıştır. T30 değerlerinin düşük, EDT değerlerinin yüksek olduğu mescidin sağ arka bölümlerinde ise yüksek EDT/T30 oranı elde edilmiştir.

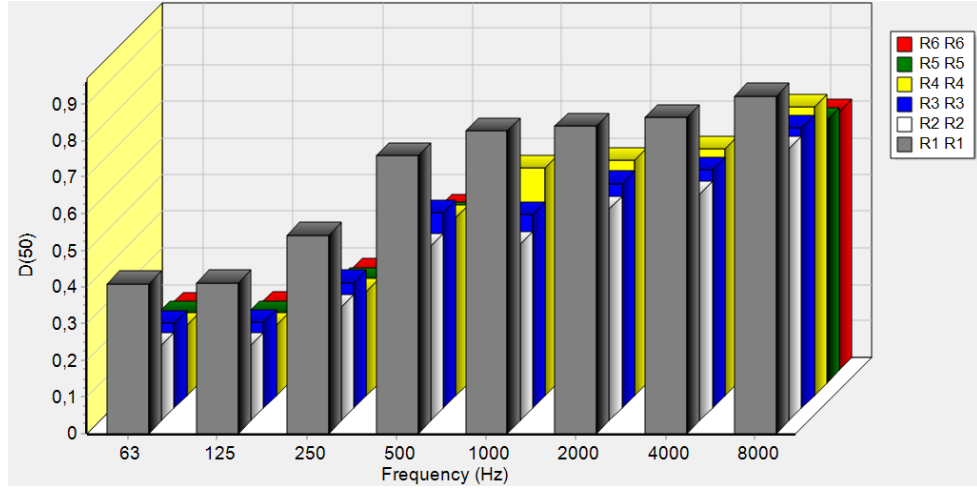
Ayırt edilebilirlik (D50)

Taş Mescit'in Cuma Namazı eyleminde D50 parametresi için tüm alıcı noktalarında elde edilen değerler incelendiğinde, çınlama sürelerinin yüksek olduğu alçak frekanslarda D50 değerlerinin düşük olduğu, yüksek frekanslara doğru çınlama sürelerinin azalmasıyla beraber D50 değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Bütün frekanslarda elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler Şekil 4.104' de, alıcı noktalarından elde edilen D50 değerleri Şekil 4.105' de verilmiştir.

Cuma namazı eyleminde farklı konumlardaki alıcı noktalarında 0,18-0,86 aralığında değişen farklı değerler elde edilmiştir. Şekil incelendiğinde alçak frekanslardan yüksek frekanslara gidildikçe D50 değerlerinin arttığı görülmektedir. Ortalama olarak orta ve yüksek frekanslarda optimum değer olan 0,50 değerinin üzerinde, alçak frekanslarda ise 0,50 değerinin altında değerler almıştır.

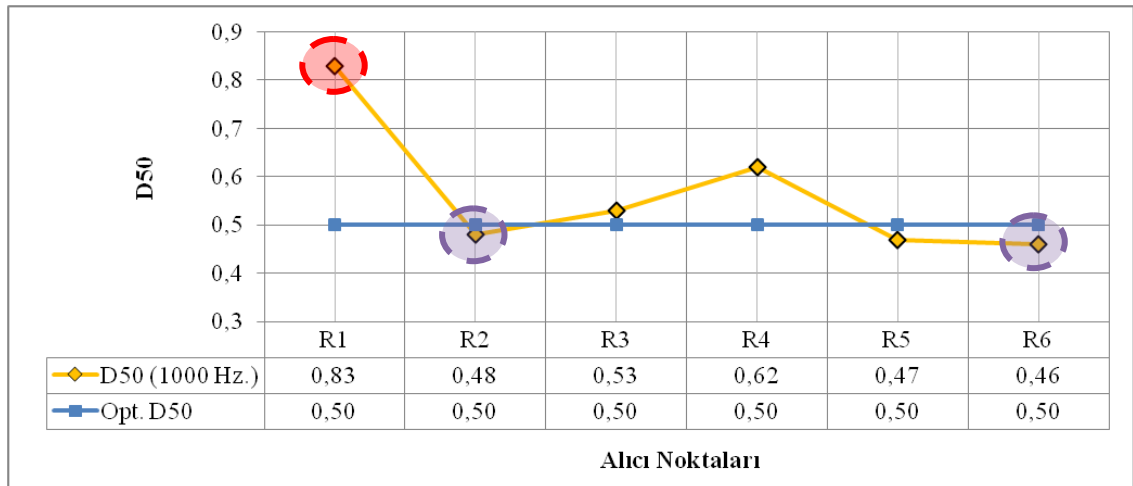


Şekil 4.104. Cuma namazı eylemi için tüm alıcılarda tespit edilen en düşük, en yüksek ve ortalama D50 değerleri



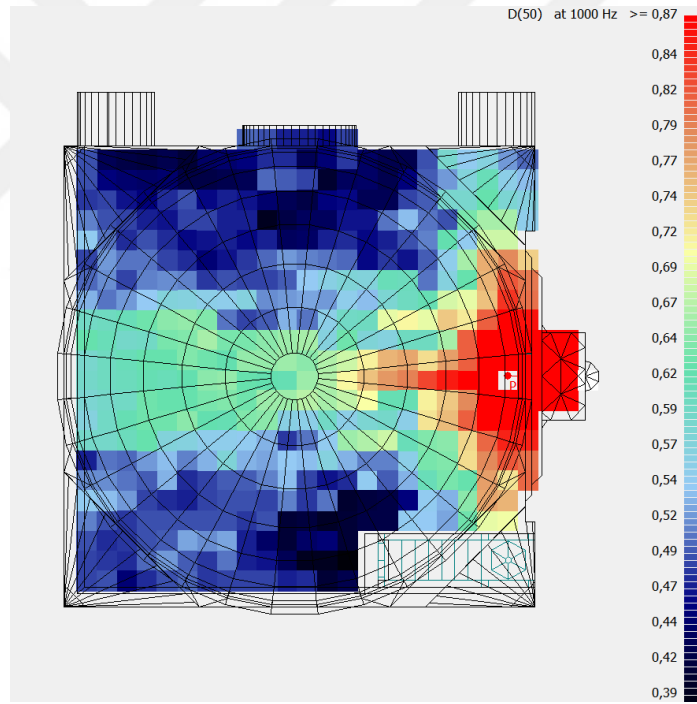
Şekil 4.105. Cuma namazı eyleminde bütün frekanslarda elde edilen D50 değerleri

Şekil 4.106’ da 1000 Hz.’ de alıcı noktalarında elde edilen D50 değerleri verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, en yüksek değerler mihrap aksında bulunan alıcı noktalarında elde edilmiştir. Mihrap sayesinde gelen kısa süreli, yüksek enerjili erken yansımalar D50 değerlerinin yükselmesine neden olmuştur. Alıcı noktaları arasında en yüksek değer kaynağa en yakın konumda, direkt ses enerjisi yüksek ve mihrap aksında bulunan R1 alıcı noktasında görülmektedir. En düşük değerler ise sırasıyla R6 ve R2 noktalarında elde edilmiştir. R6 ve R2 alıcı noktalarında 0-15 msn aralığında mihrap, yan ve arka duvar yüzeyinden gelen erken yansımaların enerjisinin direkt ses enerjisinden yüksek olması ve 15-50 msn aralığında çok sayıda geç süreli erken yansımaların ulaşması düşük D50 değerlerine neden olmaktadır. Ayrıca R2 alıcı noktasının yanında minberin olması yakınındaki duvardan gelebilecek erken yansımaları engellemektedir.



Şekil 4.106. Cuma namazı eylemi için elde edilen D50 değerleri (1000 Hz.)

Cuma namazı eylemi için D50 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, mescit genelinde homojen bir dağılım görülmediği, sırasıyla kaynağa yakın, mihrap çevresi ile mihrap aksında yer alan kısımlarda yüksek değerler elde edilmiştir. Bu duruma mihrap çevresinde direkt ses enerjisinin yüksek olması ve çokgen formu, yansıtıcı yüzeyli mihrap sayesinde aks doğrultusuna erken yansımalar gelmesi neden olmaktadır. Ses kaynağından uzaklaştıkça, mihrap aksının sağ ve sol kısımlarında düşük değerler görülmektedir. Bu bölümlerde direkt ses enerjisi düşüktür ve erken yansımaların enerjisi direkt sese göre yüksek olduğu için düşük D50 değerleri elde edilmiştir. Genel olarak D50 parametre değerleri, bazı alıcı noktalarında optimum kabulün altında değerler elde edilirken, bazılarında ise optimum kabulden yüksek değerler elde edilmiştir. D50 değerlerinin yüksek olduğu kısımlarda konuşma anlaşılabilirliği yüksek, düşük olan kısımlarda ise düşük olması beklenmektedir.

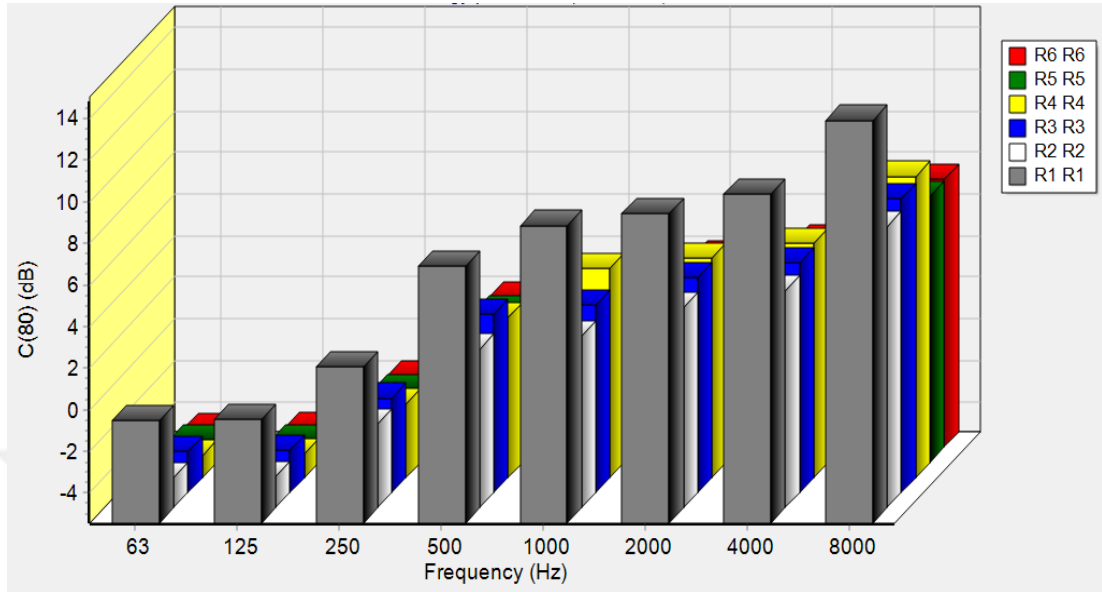


Şekil 4.107. Cuma namazı eylemi için D50 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

Dini musiki için netlik (C80)

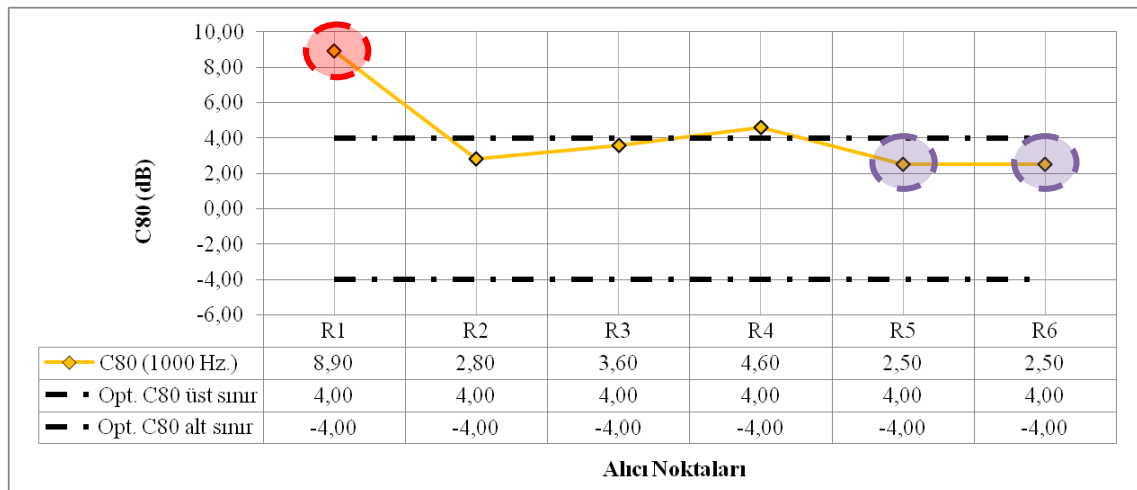
Dini musiki için netlik (C80) parametresi erken ses enerjisinin geç ses enerjisine oranıdır. Bu değer artması mescidin kuru olduğunu, azaldıkça artan çınlama ile beraber canlı olduğunu göstermektedir. C80 parametresi çınlama süreleri ile ters orantılıdır ve optimum değer aralığı -4 dB ile +4 dB aralığıdır. Tüm alıcı noktalarında

elde edilen değerler incelendiğinde, alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru gidildikçe C80 değerlerinde artış görülmektedir.



Şekil 4.108. Cuma namazı eyleminde bütün frekanslarda elde edilen C80 değerleri

Şekil 4.109' da verilen 1000 Hz. frekansında alıcı noktalarında elde edilen C80 değerleri incelendiğinde R1 alıcı noktasında en yüksek, R5 ve R6 alıcı noktalarında da en düşük değerler görülmektedir.



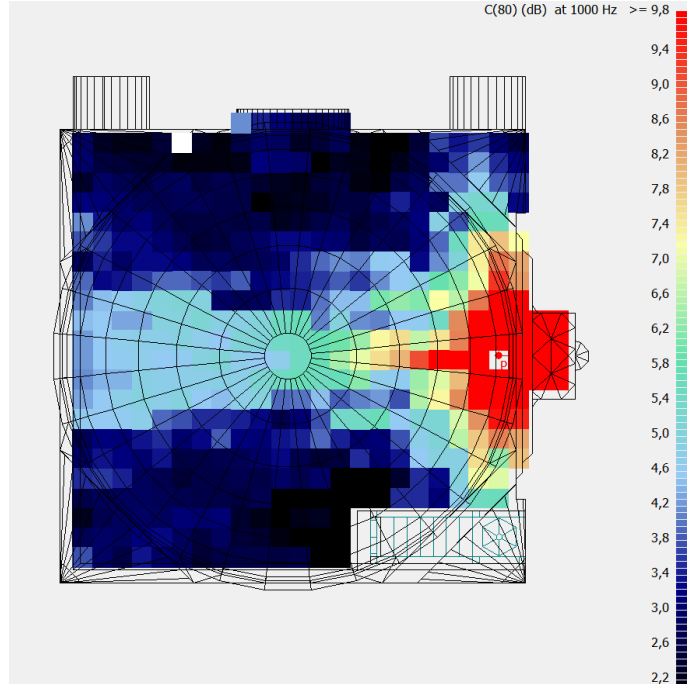
Şekil 4.109. Cuma namazı eylemi için elde edilen C80 değerleri (1000 Hz.)

R1 alıcı noktasının ışın analizleri incelendiğinde, kaynağa yakın konumda olduğu için diğer alıcı noktalarına göre direkt ses enerjisi yüksektir. Aynı zamanda çok sayıda yüksek enerjili erken yansımalar almaktadır. Sonuç olarak mescidin ön

bölümlerinde yüksek C80 değeri elde edilmiş ve akustik açıdan kuru olması beklenmektedir.

R5 ve R6 alıcı noktaları da mescidin arka bölümünde yer almaktadır. Alıcı noktalara gelen erken yansımaların enerjisi direkt ses enerjisinden daha yüksek olduğu için düşük C80 değerleri elde edilmiştir. Ancak C80 değeri optimum değer aralığında ve konuşma anlaşılabilirliği iyi elde edilmiştir.

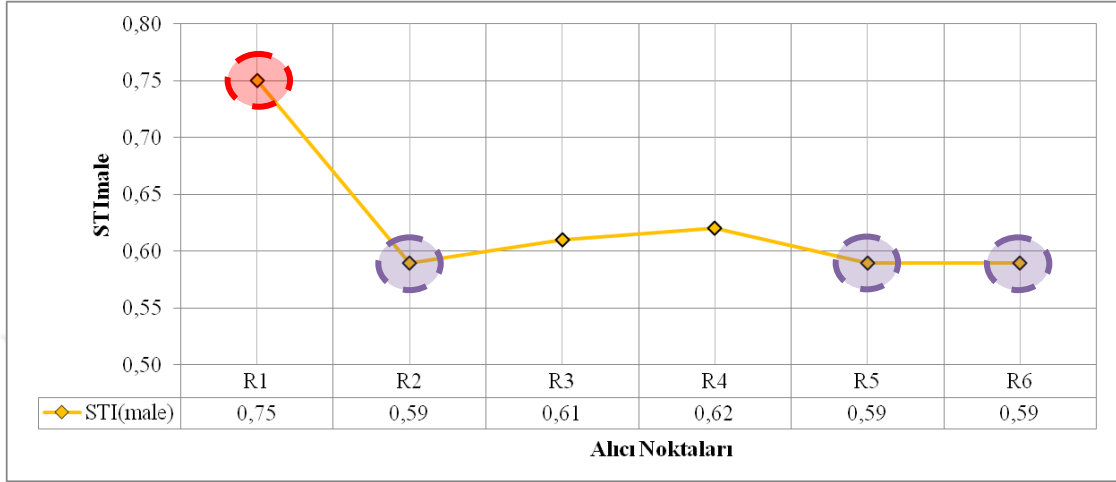
Cuma namazı eylemi için C80 parametresinin 1000 Hz. frekansında grid hesabı incelendiğinde, D50 parametresine benzer bir grid hesabı görülmektedir. Kaynağa yakın, mihrap çevresi ile mihrap aksında yer alan kısımlarda direkt ses enerjisinin yüksek olmasından dolayı yüksek C80 değerleri elde edilmiştir. Ses kaynağından uzaklaştıkça, mihrap aksının sağ ve sol kısımlarında düşük değerler görülmektedir. Bunun nedeni mihrap ve tüm duvar yüzeylerinden gelen erken yansımaların enerjisinin direkt ses enerjisine göre yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Mescitte genel olarak mihrap aksı dışındaki bölgelerde optimum değer aralığında C80 sonuçları elde edilmiştir. Bu durum mescidin bu eylemler için uygun olduğunu ve açıktan Kur'an-ı Kerim okunurken seslerin birbirini maskeleymeden, ahenk içerisinde işitileceğini göstermektedir. Yüksek değerler elde edilen mihrap aksında ise seslerin net olacağı ancak selerin ahenginde kopukluk hissedilebileceği öngörülmektedir.



Şekil 4.110. Cuma namazı eylemi için C80 parametresi grid hesabı (1000 Hz.)

Konuşma iletim indeksi (STI_{male})

Taş Mescit Cuma namazı eylemi için elde edilen STI_{male} değerleri Şekil 4.111' de verilmiştir.

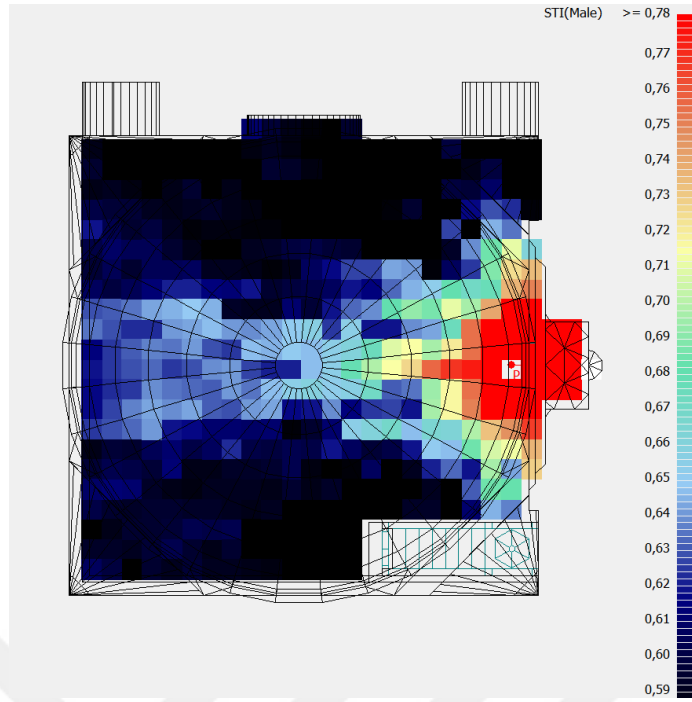


Şekil 4.111. Cuma namazı eylemi için elde edilen STI_{male} değerleri

Grafik incelendiğinde, 0,59-0,75 aralığında değerler elde edildiği görülmüştür. Mescidin Cuma namazı eyleminde genel olarak konuşma anlaşılabilirlik seviyesinin iyi olduğu görülmüştür. En yüksek değer kaynak noktasına yakın olması ve mihrap, minber, yan duvar yüzeylerinden yüksek enerjili erken yansımalar alması nedeniyle R1 alıcı noktasında mükemmel seviyede elde edilmiştir.

En düşük değerler ise, yansıtıcı, içbükey mihrap yüzeyinden gelen erken yansıma enerjilerinin direkt ses enerjisinden fazla olduğu R2, R5 ve R6 alıcı noktalarında tatmin edici seviyede görülmüştür. Diğer alıcı noktalarında ise birbirine yakın değerler ve iyi seviyede elde edilmiştir.

Cuma namazı eylemi için STI_{male} parametresinin grid hesabı incelendiğinde, D50 parametresi gibi kaynak noktasına yakın bölgelerde yüksek değerler, kaynaktan uzaklaştıkça düşük değerler elde edilmiştir. Mescidin ön bölümlerinde, mihrabın içbükey formu mescidin orta aksında yüksek değerler ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kaynağa yakın kısımlarda mükemmel, mihrap aksı doğrultusunda iyi, diğer bölümlerde ise tatmin edici seviyede konuşma anlaşılabilirliği görülmüştür.



Şekil 4.112. Cuma namazı eylemi için STI_{male} parametresi grid hesabı

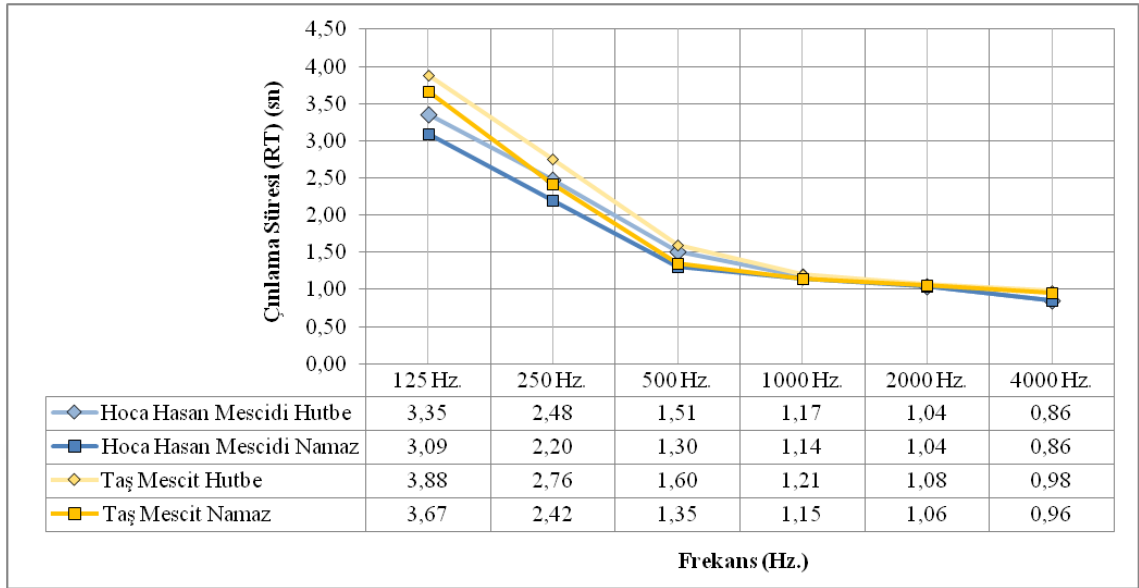
4.4.3. Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in akustik açıdan karşılaştırılması

Bu bölümde Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in Bölüm 4.4.1 ve Bölüm 4.4.2'de elde edilen akustik simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda, her iki mescit için incelenen Cuma hutbesi ve Cuma namazı eylemlerinde elde edilen parametre sonuçları (RT, EDT, D50, C50, C80 ve STI) gösterilmiştir. Her bir parametrenin farklı frekanslardaki ortalama değerleri ve 1000 Hz. frekansında alıcı noktalarında elde edilen değerleri karşılaştırılmıştır.

Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT)

Çınlama süresi (RT) ve erken düşme süresi (EDT) parametreleri hacim akustiği değerlendirmelerinde büyük önem taşımaktadır. Uzun RT değeri olan hacimler canlı, kısa RT değeri olan hacimler ise ölü-kuru olarak tanımlanmaktadır. EDT değerleri mekan yüzeyine gelen erken yansılardan etkilenmektedir ve düşük EDT değerleri sesin açıklığını artırırken, uzun EDT değerleri ise devam eden bir konuşmada sesin maskelenmesine neden olmaktadır.

Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in farklı eylemlerde elde edilen çınlama süreleri Şekil 4.113' de verilmiştir.

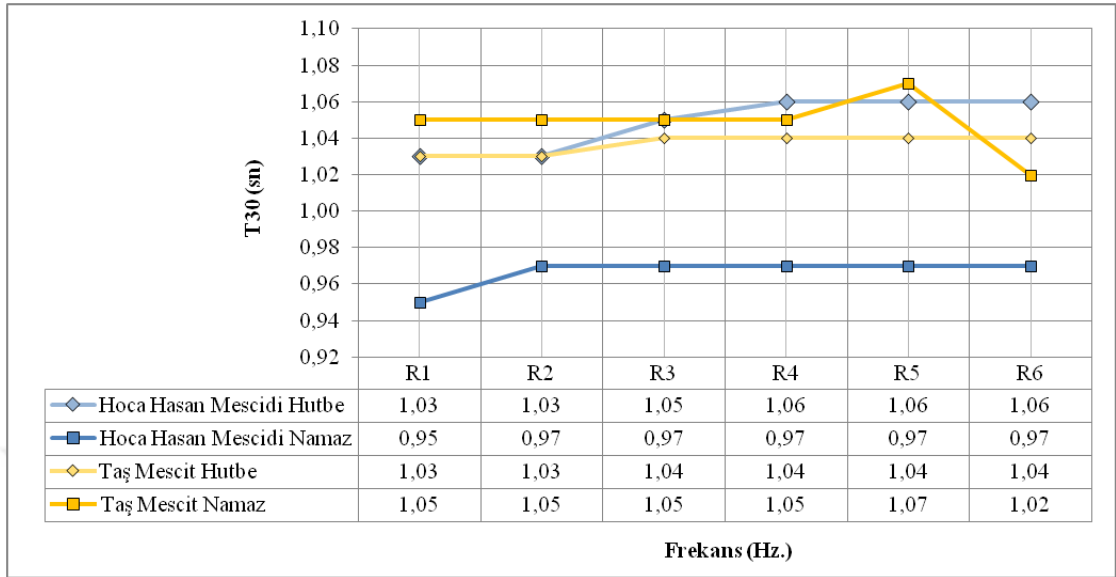


Şekil 4.113. Mescitlerde tüm eylemlerden elde edilen çınlama süreleri

Grafik incelendiğinde değerlendirilen eylemlerde Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit içerisinde 1000 Hz. ve üzerindeki frekanslarda birbirine benzer değerler görülmektedir. Diğer frekanslarda da Cuma namazı eyleminde, hutbe eylemine göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Bunun en önemli nedeni mescitlerde yutucu özelliği fazla olan cemaatin namaz eylemindeki pozisyonunun (ayakta), hutbe eylemindeki pozisyonuna (oturuş) göre daha yüksek yutuculuk değerlerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Mescitler hacimlerine göre hesaplanan optimum değer aralığına sadece 500 Hz. frekansında yaklaşmış, alçak frekanslarda yüksek değerler elde edilirken, yüksek frekanslarda ise düşük değerler elde edilmiştir. Taş Mescit' in alçak frekanslardaki çınlama süreleri, Hoca Hasan Mescidi'ne göre daha yüksektir. Bu yüzden orta ve yüksek frekanslı seslerin, alçak frekanslı sesler tarafından maskelenmesi beklenmektedir.

Ayrıca yüzey malzemelerindeki farklılıklar da çınlama süresi değerleri arasında farklılık çıkmasında etkili olmaktadır. Hoca Hasan Mescidi' nin hacim olarak daha büyük olmasına rağmen, Taş Mescit' in çınlama süreleri daha yüksektir. Bunun nedeni Taş Mescit' in yutuculuk özelliği az, yansıtıcı yüzey olan kesme taştan; Hoca Hasan Mescidi'nin ise tuğla üzeri sıva malzemeden yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.114' de alıcı noktalarında 1000 Hz. frekansında elde edilen T30 değerleri verilmiştir.

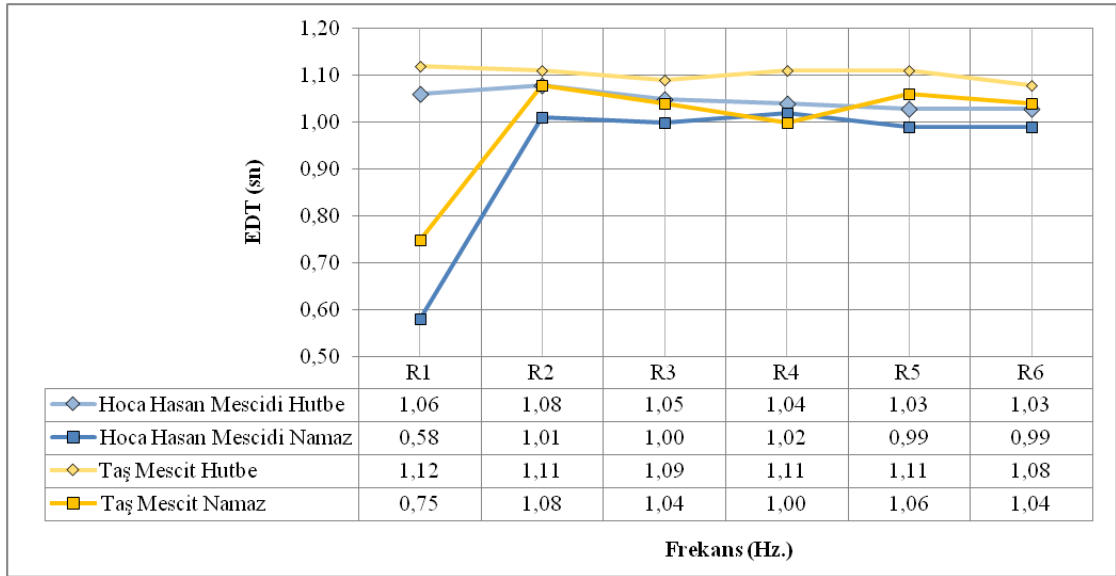


Şekil 4.114. Mescitlerde alıcı noktalarından elde edilen T30 değerleri (1000 Hz.)

Mescitlerde ses kaynağı ile alıcı noktalarının konumu, kaynağın konuşma yönelimi ve kubbeden gelen gecikmiş yansımalar T30 değerlerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Direkt ses enerjisinin yüksek olması, alıcı noktasının kaynağa yakın konumda bulunması ve kubbeden gelen yansımaların kısa sürede ulaşması T30 değerlerinin düşük olmasında etkili olmaktadır. Hoca Hasan Mescidi'nde namaz eylemi, hutbe eyleminden daha düşük değerler alırken; Taş Mescit' in namaz eylemi hutbe eyleminden daha yüksek T30 değerleri almaktadır. Bunun nedeni Taş Mescit'in içbükey formu, saçıcı mihrap yüzeyinin kesme taş, Hoca Hasan Mescidi 'nin ise kesme taşla göre daha yutucu bir malzeme olan alçı mihrap olmasından kaynaklanmaktadır.

Mescitlerin önemli bir elemanı olan minber her iki mescitte de aynı konumda, yan duvarın bitişiğinde bulunmaktadır. Bu durum yanındaki alıcı noktalara yan duvardan gelen erken yansımaları engelleyerek T30 değerlerini yükseltmektedir.

Şekil 4.115' de alıcı noktalarında 1000 Hz. frekansında elde edilen EDT değerleri verilmiştir.



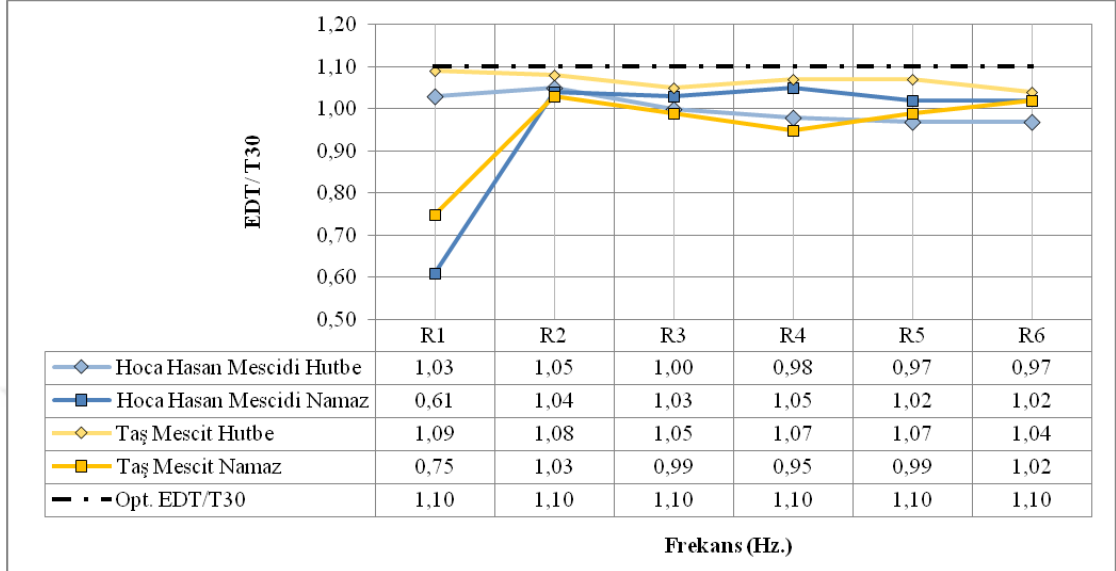
Şekil 4.115. Mescitlerde alıcı noktalarından elde edilen EDT değerleri (1000 Hz.)

T30 parametrelerinde olduğu gibi, EDT değerlerinde de Hoca Hasan Mescidi Taş Mescit' e göre daha düşük değerlere sahip olmaktadır. EDT değerleri incelendiğinde her iki mescitte de Cuma hutbesi eyleminde birbirine yakın değerler elde edildiği ve Cuma namazı eyleminde daha düşük EDT değerleri görülmektedir. Cuma hutbesi eyleminde ses kaynağının konuşma yönelimi cemaate doğru, Cuma namazı eyleminde ise kaynak mihrapta ve yönü kibleye dönük bulunmaktadır. Bu yüzden direkt ses enerjisi kaynağın yönelimi nedeniyle namaz eyleminde daha düşüktür. Ayrıca alıcı noktalarına kısa süre içerisinde yansıtıcı bir yüzey olan mihraptan güçlü erken yansımalar ulaşmaktadır. Bu nedenle Cuma namazı eyleminde elde edilen EDT değerleri hutbe eylemine göre daha düşük olmaktadır.

Cuma hutbesi eyleminde genel olarak minber üzerinde yer alan ses kaynağına yakın, direkt ses enerjisi yüksek ve yan ile arka duvarlardan kısa süre içerisinde erken yansımalar alan alıcı noktalarında düşük EDT değerleri görülmektedir. Minber nedeniyle direkt sesin ulaşmadığı ve arka ile yan duvarlarda geç süreli yansımalar alan alıcılarda yüksek EDT değerleri elde edilmiştir.

Cuma namazı eyleminde genel olarak kaynağa yakın, direkt ses enerjisinin erken yansımaların enerjilerinden yüksek olduğu mihrap çevresinde düşük EDT elde edilmiştir. Mescitlerin arkasına doğru, kaynaktan uzaklaştıkça EDT değerlerinde artış görülmektedir. Aynı zamanda mihrap aksının sağ ve sol bölümlerine gelen erken yansımaların enerjisinin direkt ses enerjisinden yüksek olması yüksek EDT değerlerine neden olmuştur.

Şekil 4.116 alıcı noktalarında 1000 Hz. frekansında elde edilen EDT/T30 oranlarını göstermektedir ve tüm alıcı noktalarındaki oranlar optimum değerin altında kalmaktadır.



Şekil 4.116. Mescitlerde elde edilen EDT/T30 değerleri (1000 Hz.)

Alıcı noktalarında elde edilen EDT/T30 oranları incelendiğinde, mescitlerde elde edilen EDT değerleri ile paralellik göstermektedir. Farklı eylemlerde elde edilen T30 değerlerinin birbirine yakın olması, EDT/T30 oranında EDT değerlerinin etkili olduğunu göstermektedir. Mescitlerin Cuma hutbesi eylemlerinde, Cuma namazı eylemlerine göre birbirine yakın ve daha yüksek EDT/T30 oranları elde edilmiştir. Cuma namazı eylemlerinde özellikle kaynağa yakın ve mihrap aksındaki alıcı noktalarına gelen direkt ses enerjisinin yüksek olması ve ardından gelen erken yansımaların enerjisinin düşük olması düşük EDT değeri ve buna bağlı olarak EDT/T30 oranına neden olmuştur.

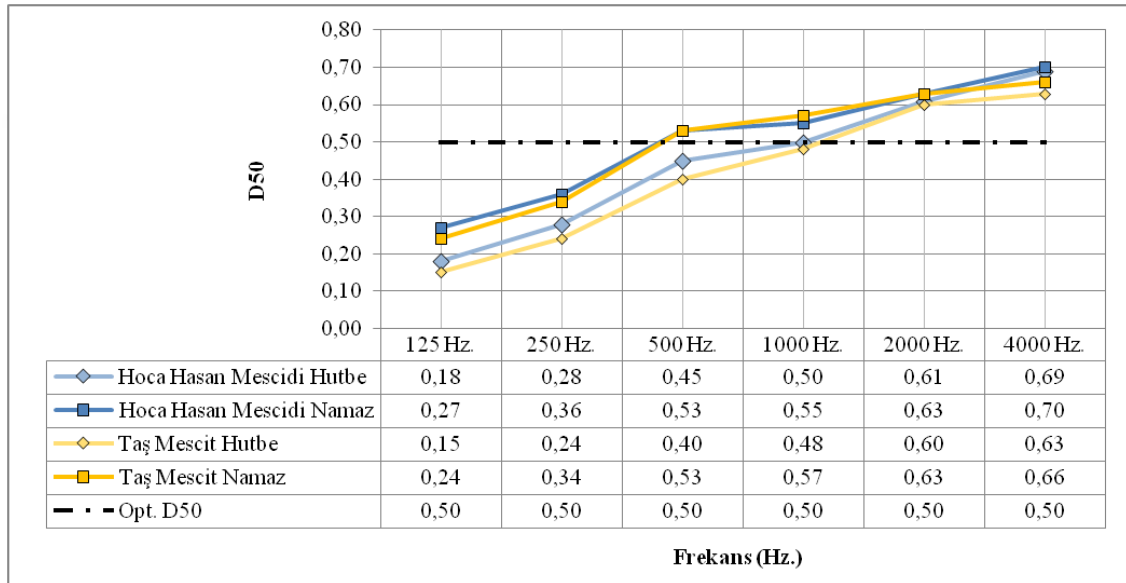
Genel olarak değerlendirildiğinde, Hoca Hasan Mescidi'nde Taş Mescit'e göre daha düşük EDT ve T30 değerleri elde edilmiş, buna bağlı olarak daha iyi akustiğe sahip olduğu görülmektedir.

Ayırt edilebilirlik (D50)

Konuşma anlaşılabilirliği parametrelerinden olan D50 parametresi erken ses enerjisinin gelen toplam enerjiye oranı olarak tanımlanmaktadır. Mescitlerde bu

parametre için optimum değer 0,50 ve üzeri kabul edilmektedir. Her iki mescitte tüm eylemlerden elde edilen ortalama D50 değerleri Şekil 4.117' de verilmiştir.

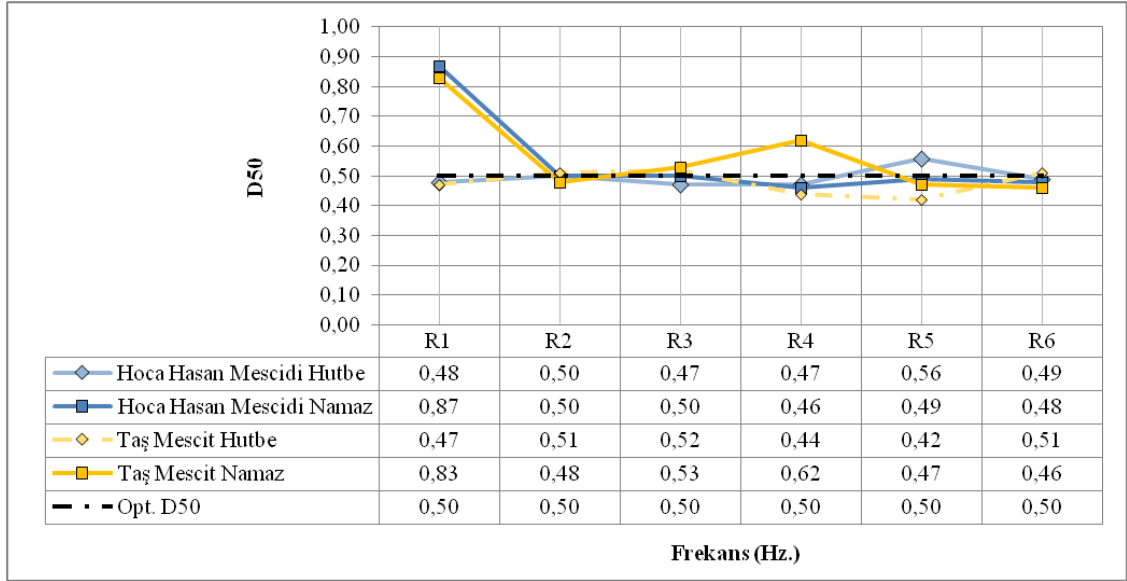
Elde edilen ortalama değerler incelendiğinde genel olarak alçak frekanslardan yüksek frekanslara gidildikçe D50 değerlerinin arttığı görülmektedir. Alçak frekanslarda çınlama süreleri yüksek olduğu için D50 değerlerinin düşük olduğu, yüksek frekanslarda çınlama sürelerinin azalmasına bağlı olarak D50 değerlerinin yükseldiği ortaya çıkmıştır. Bu durumda Taş Mescit' in Cuma hutbesi eyleminde diğer mescide göre düşük D50 değerleri ve konuşma anlaşılabilirliği elde edilmiştir.



Şekil 4.117. Mescitlerde tüm eylemlerden elde edilen D50 değerleri

Alıcı noktalarında 1000 Hz. frekansında elde edilen D50 değerleri Şekil 4.118'de verilmiştir. Alıcı noktalarında elde edilen değerler incelendiğinde, Cuma hutbesi eyleminde kaynağa yakın konumda, konuşma yönü doğrultusunda bulunan ve kısa süre içinde yüksek enerjili erken yansımalar ulaşan alıcı noktalarında yüksek; minberin akustik gölge oluşturduğu veya gecikmiş yansımalar ulaşan alıcı noktalarının düşük D50 değerleri aldığı görülmektedir.

Cuma Namazı eyleminde ise kaynağa yakın ve yüksek enerjili direkt ses ulaşan R1 noktasında en yüksek; kaynaktan uzaklaştıkça direkt ses enerjisinin azalması ve gelen yansımaların enerjisinin daha yüksek olmasından dolayı düşük D50 değerleri elde edilmiştir.

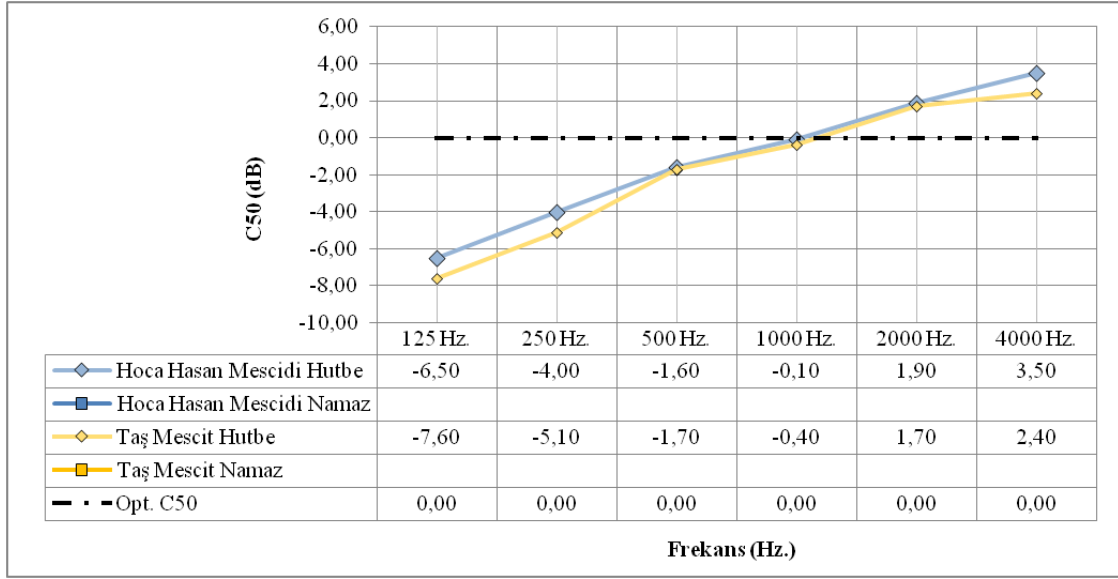


Şekil 4.118. Mescitlerde alıcı noktalarından elde edilen D50 değerleri (1000 Hz.)

Genel olarak değerlendirildiğinde, Cuma hutbesi eylemlerinde kaynağın bulunduğu minberin her iki mescitte de yan duvara bitişik olması bu eylemde aynı konuşma yönelim doğrultusunu göstermelerini sağlamış, Cuma namazı eyleminde ise aynı bölümlere direkt sesin ulaşmamasına neden olmuştur. Değerlendirilen iki eylem için de kaynağa yakın konumda bulunması, erken yansımaların kısa süre içerisinde, çok sayıda ulaşması ve gecikmiş yansımaların alınmaması büyük önem taşımaktadır. Genel olarak bakıldığında Hoca Hasan Mescidi'nin Taş Mescit'e göre daha yüksek D50 değerlerine ve daha iyi konuşma anlaşılabilirliğine sahip olduğu görülmektedir.

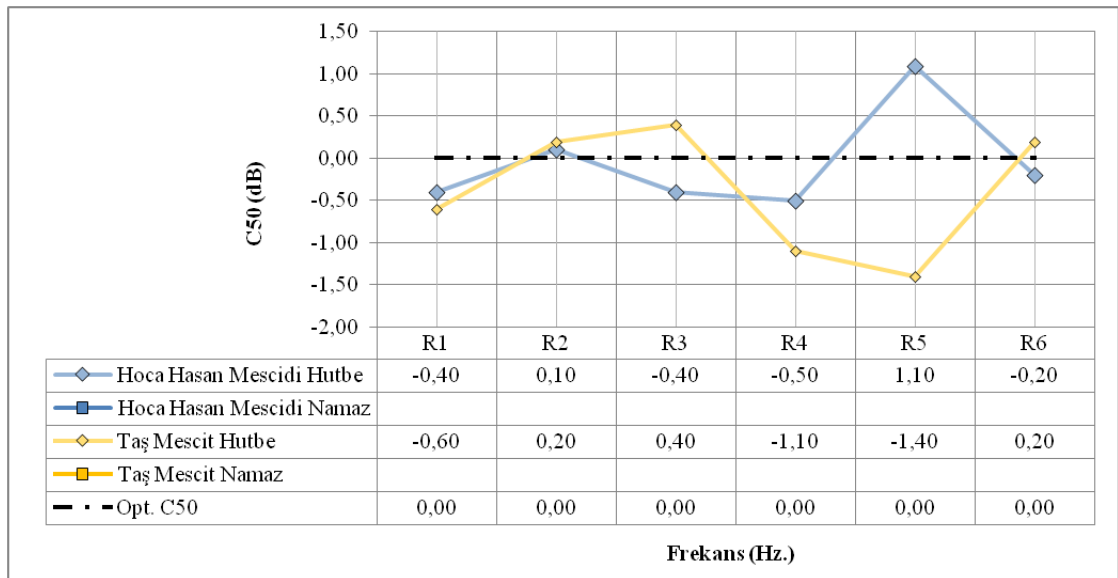
Konuşma için netlik (C50)

Konuşma için netlik (C50) parametresi erken ses enerjisinin geç ses enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu parametre değeri yükseldikçe mescitler akustik açıdan kuru hale gelerek konuşma anlaşılabilirliği artmaktadır. Değerin düşük olması ise çınlamanın artmasına ve buna bağlı olarak mekânın canlı hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durumda bazı sesler maskelenerek konuşma anlaşılabilirliği azalmaktadır. Mescitlerde Cuma hutbesi eylemi, konuşma amaçlı eylemlerden olduğu için C50 parametresi değerlerinin 0 dB' den büyük olması beklenmektedir. Şekil 4.119' da her iki mescitte yer alan Cuma hutbesi eylemi için elde edilen ortalama C50 değerleri verilmiştir.



Şekil 4.119. Mescitlerde Cuma hutbesi eylemlerinden elde edilen C50 değerleri

Elde edilen değerler incelendiğinde, genel olarak alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru gidildikçe C50 değerlerinin arttığı gözlenmektedir. Bunun nedeni mescitlerde yüzey malzemelerinin ve havanın yutuculuk değerlerinin genel olarak yüksek frekanslara gidildikçe artması ile birlikte alçak frekanslarda oluşan çınlama sürelerinin, orta ve yüksek frekanslardaki çınlama sürelerine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Her iki mescit karşılaştırıldığında, Hoca Hasan Mescidi için elde edilen C50 değerlerinin Taş Mescit'e göre daha yüksek olduğu, buna bağlı olarak çınlamanın daha az ve netliğin daha fazla olması beklenmektedir. Alıcı noktalarında 1000 Hz. frekansında elde edilen C50 değerleri Şekil 4.120'de verilmiştir.



Şekil 4.120. Mescitlerde alıcı noktalarından elde edilen C50 değerleri (1000 Hz.)

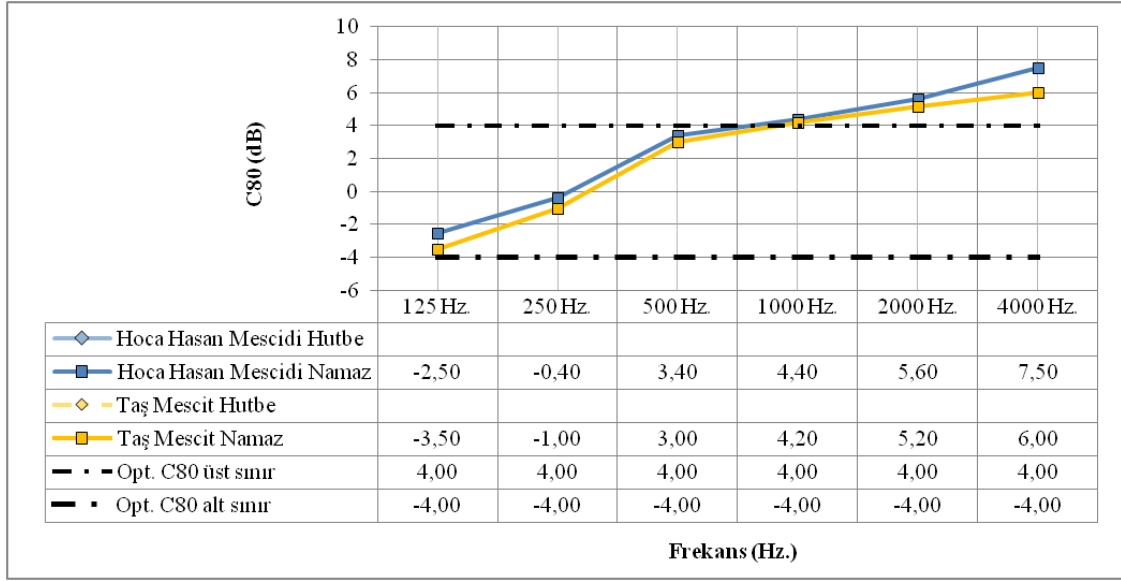
Alıcı noktalarında elde edilen değerler incelendiğinde, iki mescit arasında bazı alıcı noktalarında birbirine yakın değerler elde edildiği, bazı alıcı noktalarında farklı değerler elde edildiği görülmektedir. Bu farklılık özellikle R3 ve R5 alıcı noktalarında ortaya çıkmaktadır. R3 alıcı noktası ses kaynağına biraz uzak olmasına rağmen Taş Mescit' de yansıtıcı mihrap yüzeyinden gelen erken yansımalar C50 değerlerini yükseltmiştir. R5 alıcı noktası ise iki mescitte de kaynağa yakın konumda bulunmasına rağmen Hoca Hasan Mescit'inde kısa sürede minber ve yakın yan duvardan erken yansımalar gelirken; Taş Mescit' de minber formunun farklılığı nedeniyle düşük enerjili direkt ses ulaşmaktadır. Buna bağlı olarak C50 değeri ve netliği düşük elde edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Hoca Hasan Mescidi'nde Taş Mescit' e göre daha yüksek C50 değerleri elde edilmiş, dolayısıyla bu durum çınlamanın daha az, konuşma anlaşılabilirliği ve netliğin daha yüksek olacağını göstermektedir.

Dini musiki için netlik (C80)

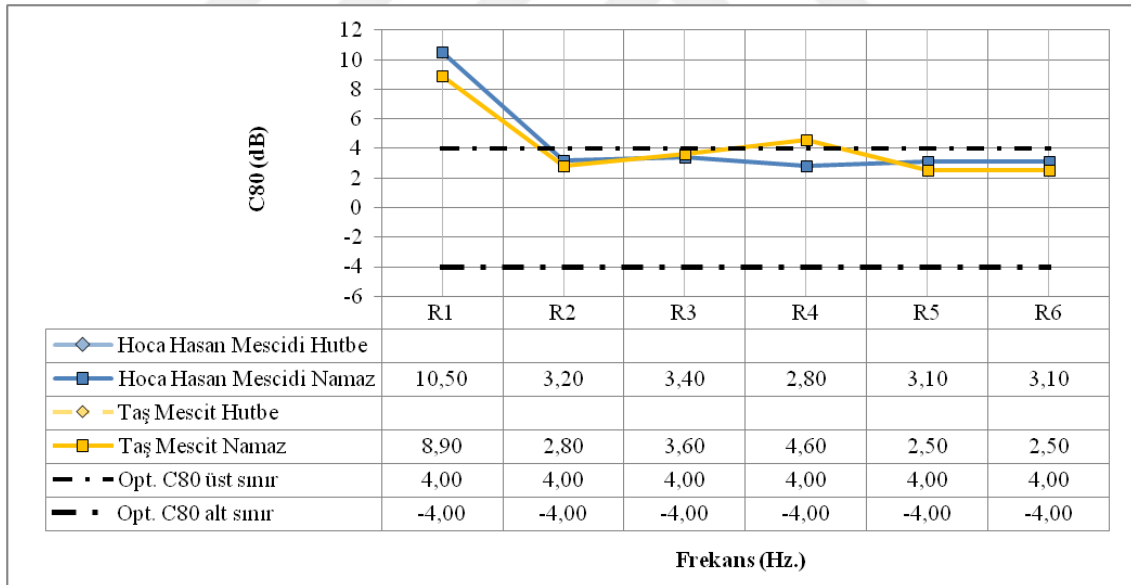
Dini musiki için netlik (C80) parametresi erken ses enerjisinin geç ses enerjisine oranı olarak ifade edilmektedir. Bu değer artması mescidin kuru olduğunu, azaldıkça artan çınlama ile beraber canlı olduğunu göstermektedir. C80 parametresi çınlama süreleri ile ters orantılıdır ve optimum değer aralığı -4 dB ile +4 dB aralığıdır. Bu değer aralığından fazla olması seslerin ahenginin bozulmasına, düşük olması ise seslerin maskelenmesine neden olmaktadır.

Mescitlerde yer alan Cuma namazı eylemi, dini musiki amaçlı eylemlerdendir ve Şekil 4.121' de her iki mescitte yer alan Cuma namazı eylemi için elde edilen ortalama C80 değerleri verilmiştir. Elde edilen değerlere bakıldığında C50 parametresine benzer sonuçlar görülmektedir. Her iki mescitte de alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru gidildikçe azalan çınlama sürelerine bağlı olarak C80 değerlerinin arttığı gözlenmektedir. Alçak ve orta frekanslarda optimum değer aralığında, yüksek frekanslarda optimum değer üstünde değerler elde edilmiştir. Bu durum, alçak ve orta frekanslarda istenen çınlama hissi ve netliğin sağlandığını ancak yüksek frekanslarda her iki camide de netliğin yüksek ancak çınlama hissini yetersiz olduğunu göstermektedir. Mescitler karşılaştırıldığında, Hoca Hasan Mescidi için elde edilen C80 değerlerinin Taş Mescit'e göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yüzey malzemelerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.121. Mescitlerde Cuma namazı eylemlerinden elde edilen C80 değerleri

Alıcı noktalarında 1000 Hz. frekansında elde edilen C80 değerleri Şekil 4.122'de verilmiştir.



Şekil 4.122. Mescitlerde alıcı noktalarından elde edilen C80 değerleri (1000 Hz.)

Alıcı noktalarından elde edilen değerler incelendiğinde, Cuma namazı eyleminde her iki mescitte de kaynağa yakın konumda ve mihrap aksında bulunan alıcı noktalarında yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Kaynağa en yakın konumda olan R1 alıcı noktası optimum değer aralığının üzerinde, diğer alıcı noktaları ise optimum değer aralığının üst sınırına yaklaşmıştır. Mihrap bölgesinde yüksek değerler

elde edilmesi çınlama hissinin düşük olacağını ve mescitlerin kuru olarak hissedileceğini, buna bağlı olarak da devam eden seslerin birbirinden kopuk işitilebileceğini göstermektedir. Diğer bölgelerde optimum aralıktadır değerler elde edilmesi, istenilen çınlama hissinin sağlanacağını göstermektedir.

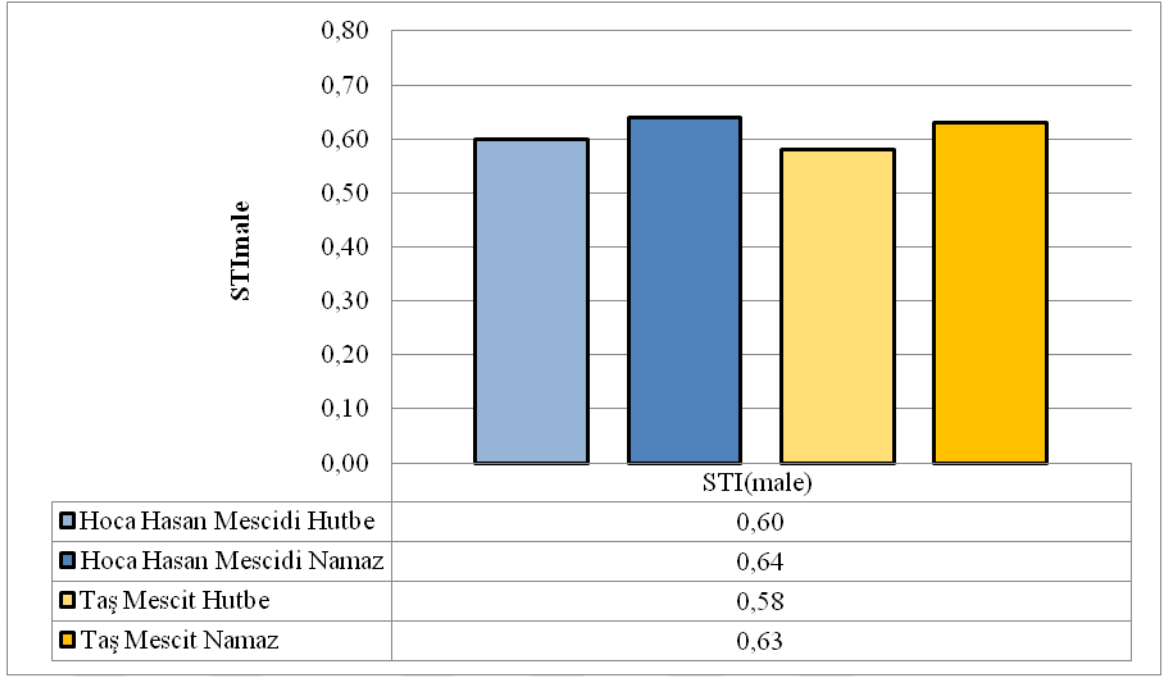
Genel olarak değerlendirildiğinde, Hoca Hasan Mescidi'nde Taş Mescit' e göre daha iyi C80 değerleri elde edilmiş, buna bağlı olarak istenilen çınlama hissi ve netlik sağlanmıştır.

Konuşma iletim indeksi (STI_{Male})

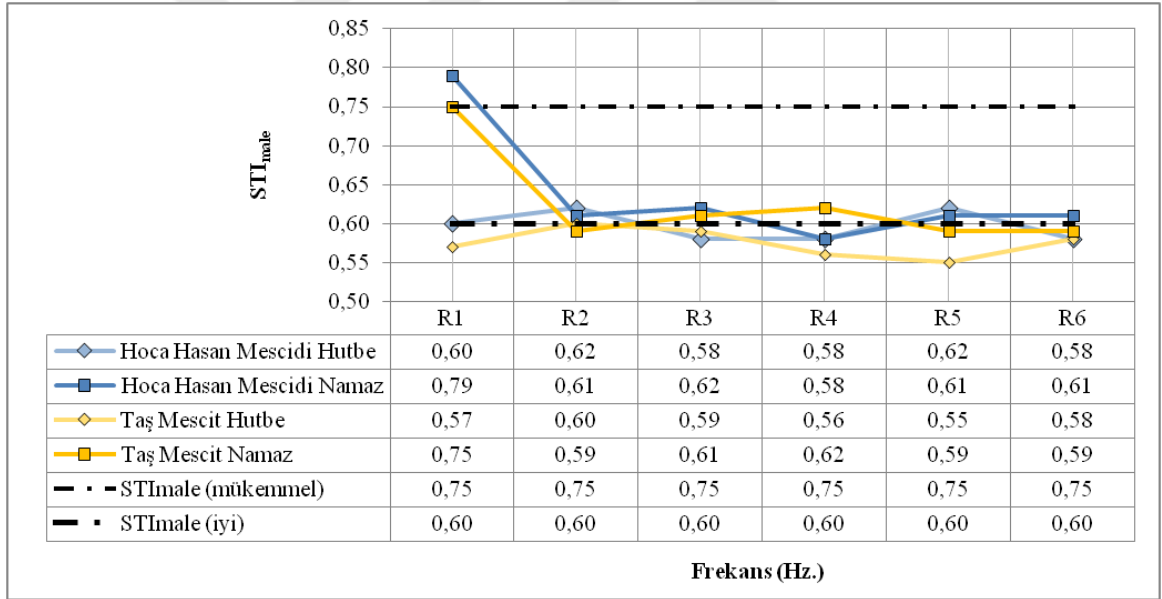
Konuşma anlaşılabilirliği parametrelerinden olan STI parametresinde, mescitlerde ses kaynağı olan imamın erkek olması nedeniyle STI_{male} değerleri incelenmiştir. Bu parametre 0-1 arasında değer almaktadır ve optimum değerleri sırasıyla 0,30'dan kk değerler kötü, 0,30-0,45 arası zayıf, 0,45-0,60 arası tatmin edici, 0,60-0,75 arası iyi, 0,75'den büyük değerler ise mükemmel olarak nitelendirilmektedir. Bu parametre değerleri yükseldikçe konuşma anlaşılabilirliği de artmaktadır.

Mescitlerden elde edilen ortalama STI_{male} değerleri şekil 4.123' de, alıcı noktalarından elde edilen değerler ise şekil 4.124' de verilmiştir. Elde edilen ortalama değerler incelendiğinde, her iki mescitte de yer alan eylemlerde birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Cuma hutbesi eylemindeki değerlerin tatmin edici seviyede, Cuma namazı eylemindeki değerlerin iyi seviyede olduğu görülmektedir. Hoca Hasan Mescidi Cuma namazı eyleminde görece daha yüksek değerler elde etmiştir.

Alıcı noktalarından elde edilen değerler incelendiğinde, mescitlerde homojen bir dağılım olmadığı, Cuma hutbesi eyleminde kaynağa yakın, konuşma yönü doğrultusunda yüksek değerler, minberin akustik gölge oluşturduğu noktalarda düşük değerler elde edilmiştir. Cuma Namazı eyleminde ise kaynağa yakın, direkt ses enerjisi yüksek noktalarda ve mihraptan yansiyarak gelen erken yansımalar sayesinde yüksek değerler; ses kaynağından uzaklaştıkça direkt ses enerjisinin düşük, erken yansımaların direkt ses enerjisine yakın veya daha yüksek enerjili ulaşması ve gelen gecikmiş yansımalar nedeniyle düşük değerler elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.123. Mescitlerde tüm eylemlerden elde edilen STI_{male} değerleri



Şekil 4.124. Mescitlerde alıcı noktalarından elde edilen STI_{male} değerleri

Genel olarak değerlendirildiğinde, iki mescidin anlaşılabilirlik düzeyinin iyi seviyede olduğu ancak Hoca Hasan Mescidi'nde Taş Mescit'e göre görece daha yüksek değerler aldığı ve daha iyi seviyede olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kültürel mirasın akustik açıdan belgelenmesi ve konfor analizi son zamanlarda önemli bir çalışma konusu haline gelmiştir. Bu konu hakkında yapılan çalışmalar, toplumların işitsel mirası olarak tarihi yapılara ait akustik performansın koruma altına alınmasını hedeflemektedir ve bu durum mimari koruma alanına da önemli bir yenilik kazandırmaktadır. Kültürel miras olarak kabul edilen ve işitsel anlamda etkisi büyük olan Anadolu Selçuklu dönemi mahalle mescitlerinin akustik performanslarının değerlendirilmesi ve özgün akustik konfor koşullarının ortaya konularak, yapılacak restorasyonlara ışık tutması, aynı zamanda bu mirasın gelecek kuşaklara aktarılması, kültürel mirasın korunması bağlamında önem arz etmektedir.

5.1 Sonuçlar

Bu tez çalışmasında; Konya mahalle mescitlerinden; plan şeması, hacim, yapı malzemesi ve kubbeye geçiş elemanları bağlamında birbirinden farklı olan, hem konuşma hem de dini musiki işlevini taşıyan Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit araştırma alanı olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında; Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in akustik performansları belirlenmiş, birbirleriyle karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmış ve oluşan farklılıkların sebepleri açıklanmıştır. Seçilen mescitlerin akustik konfor analizi matematiksel veri metodu kullanılarak akustik simülasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Mescitlerin Sketch Up programıyla üç boyutlu modellemeleri yapılarak, akustik simülasyon programına (ODEON 14.05 Auditorium) aktarılmıştır. Mescitler tamamen dolu kabul edilerek, belirlenen Cuma hutbesi ve Cuma namazı eylemlerine göre ses kaynağı (imam) ve alıcı noktaları yerleştirilmiştir. Cuma hutbesi eylemi konuşma amaçlı eylemlerden, Cuma namazı eylemi ise dini musiki amaçlı eylemlerdendir. Alıcı noktaları, iki mescit arasında karşılaştırma yapabilmek için kubbe merkezine göre aynı konuma yerleştirilmiştir.

Aynı zamanda alan çalışması esnasında gözlem yoluyla tespit edilen malzemelere benzer malzemeler, program kütüphanesinden ya da literatürden derlenen bilgilerle atanmıştır. Mescitlerde hacim akustiği parametrelerinden sırasıyla çınlama süresi (T30), erken düşme süresi (EDT), ayırt edilebilirlik (D50), netlik (C50-C80) ve konuşma iletim indeksi (STI_{Male}) parametreleri hesaplanmıştır. Parametrelerin

değerlendirilmesinde literatürden elde edilen optimum değerler kullanılmıştır. Karşılaştırmalar ve değerlendirmeler sırasında parametrelerin orta frekans (1000 Hz) değerleri kullanılmıştır. Sadece çınlama süresi parametresinde genel değerlendirme yapabilmek için RT değerleri, öznel çınlamanın değerlendirilmesi için alıcı noktalarının 1000 Hz. frekansındaki T30 değerleri incelenmiştir.

Hoca Hasan Mescidi Simülasyon Sonuçları

Hoca Hasan Mescidi Cuma hutbesi eyleminde mescidin tamamen dolu olması ve yüksek frekanslara gidildikçe özellikle cemaatin ve havanın yutuculuk değerlerinin oldukça artması, bu frekanslarda düşük çınlama süreleri elde edilmesine neden olmuştur. Ancak alçak frekanslarda toplam yutuculuğun düşük olması çınlama sürelerinin bu frekanslarda yüksek çıkmasına neden olmuştur. Çınlama sürelerinde alçak frekanslarda kabul edilebilir değer aralığının üzerinde değerler elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda düşük değerler elde edilmiştir. Sadece 500 Hz. frekansında optimum değer aralığında çınlama süresi elde edilmiştir. Cuma hutbesi eyleminde genel olarak T30 değerleri birbirine benzer, homojen bir dağılım gösterirken, EDT değerlerinde farklılıklar oluşmaktadır. EDT/T30 değerlerinde ise elde edilen EDT değerlerinin etkili olduğu görülmüştür. Bu durum mescidin oldukça yayınlık bir ses alanına sahip olduğunu göstermektedir.

D50 ve C50 parametre değerleri incelendiğinde genel olarak alçak frekanslardan yüksek frekanslara gidildikçe çınlamanın azalmasıyla beraber değerlerin arttığı görülmektedir. Mescit içinde ses kaynağına yakın konumda, konuşma yönü doğrultusunda ve mihrap aksının sağ-arka bölümlerinde direkt ses enerjisinin yüksek olması ve yan ile arka duvarlardan yüksek enerjili erken yansımalar ulaşması konuşma anlaşılabilirliğinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Mescidin küçük ebatlı olması, alıcı noktalarına kısa süre içinde yüksek erken yansıma ulaşmasını sağlamaktadır. Minberin çevresine akustik gölge oluşturmasıyla direkt sesin ulaşmadığı bölümlerde ve kubbeden gecikmiş yansımalar gelen alıcı noktalarında düşük konuşma anlaşılabilirliği görülmektedir. Mescit küçük hacimli olmasına rağmen, bu eylemde konuşma anlaşılabilirliği tatmin edici seviyede elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen değerler, Cuma Hutbesi eyleminde ses gücünün yeterli olduğunu ve gelen seslerin arka plan gürültüsü tarafından maskelenmediğini göstermektedir.

Cuma namazı eyleminde alçak frekanslarda optimum değer aralığının üzerinde çınlama süresi elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda ise cemaatin yutuculuğunun fazla olmasından dolayı optimum aralığın altında değerler elde edilmiştir. Sadece 250 Hz. ve 500 Hz. frekanslarındaki değerler optimum değer aralığına yaklaşmıştır.

Kaynağın mihrabın hemen önünde bulunması ve yönünün kıbleye dönük olması, mihrabın içbükey, saçıcı formunun da etkisiyle mihrap bölgesinde düşük çınlama süreleri, yüksek konuşma anlaşılabilirliği ortaya çıkmıştır. Kaynaktan uzaklaştıkça, mihrap aksında çınlama sürelerinin yükseldiği, konuşma anlaşılabilirliğinin azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni alıcı noktalarının kaynağın arkasında kalması ve konuşma yönelim etkisiyle mihrap aksına ulaşan direkt sesin, mihraptan gelen erken yansımalarla göre daha düşük enerjili olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca arka duvar, tromp ve kubbeden gelen geç süreli erken yansımalar da yüksek çınlamaya neden olmaktadır. Mescitte bu eylemde konuşma anlaşılabilirliği iyi seviyede elde edilmiştir. Cuma Namazı eyleminde de ses gücü yeterli ve gelen sesler arka plan gürültüsü tarafından maskelenmemektedir.

Taş Mescit Simülasyon Sonuçları

Cuma hutbesi eyleminde alçak frekanslarda optimum değer aralığının üzerinde çınlama süresi elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda ise cemaatin yutuculuğunun fazla olmasından dolayı optimum aralığın altında değerler elde edilmiştir. Sadece 250 Hz. ve 500 Hz. frekanslarındaki değerler optimum değer aralığına yaklaşmıştır.

D50 ve C50 parametre değerlerinde yüksek frekanslara doğru gidildikçe, azalan çınlama sürelerine paralel olarak değerleri artmıştır. Mescitte konuşma yönü doğrultusu ve minbere yakın bölümler ile mihrap aksına göre mescidin sağ-arka bölümlerinde konuşma anlaşılabilirliğinin en yüksek; minberin akustik gölge oluşturmamasından dolayı direkt sesin engellendiği bölümlerde ve kubbeden gecikmiş yansımalar gelen mescit köşelerinde en düşük değerler görülmektedir. Mescidin orta bölümlerinde kısmen yüksek anlaşılabilirlik değerleri elde edilmiştir. Bu eylemde genel olarak konuşma anlaşılabilirliğinin tatmin edici seviyede olduğu görülmektedir. Mescidin küçük ebatlı olması nedeniyle ses gücü mescit genelinde yeterli, kaynaktan uzaklaştıkça ses gücü azalmakta ve gelen sesler arka plan gürültüsü tarafından maskelenmemektedir.

Müzik amaçlı eylem olan Cuma Namazı eyleminde çınlama süresinin alçak frekanslarda orta ve yüksek frekanslara göre biraz daha yüksek olması beklenmektedir.

Alçak frekansların optimum değer aralığının üzerinde çınlama süresi elde edilirken, orta ve yüksek frekanslarda ise optimum değer aralığının altında değerler elde edilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, sadece 500 Hz. frekansındaki değerler optimum değer aralığına yaklaşmıştır. Cuma Namazı eyleminde erken düşme süresi-çınlama süresi oranı optimum aralık altında elde edilmiştir. Bu çınlamanın erken bölümünün daha hızlı sönümlendiğini göstermektedir.

Kaynağın mihrabın önünde konumlanması ve yönünün kibleye dönük olması nedeniyle mihrap bölgesinde düşük çınlama süresi elde edilmiştir. Kaynaktan uzaklaştıkça mihrap aksı ve yan bölümlerde çınlama sürelerinin arttığı görülmektedir. Konuşma anlaşılabilirliği ile çınlama süresi ters orantılı olduğu için en yüksek değerler mihrap çevresinde, kısmen yüksek değerler mihrap aksında, en düşük değerler mihrap aksının sağ ve sol bölümlerinde elde edilmiştir. Bunun nedeni alıcı noktalarının kaynağın arkasında kalması ve konuşma yönelim etkisiyle mihrap aksına ulaşan direkt sesin, mihraptan gelen erken yansımalarla göre daha düşük enerjili olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca arka ve yan duvardan gelen geç süreli, kubbeden gelen gecikmiş yansımalar da neden olmaktadır. Bu eylemde ortalama olarak konuşma anlaşılabilirliği iyi seviyede elde edilmiştir. Cuma Namazı eyleminde de ses gücü yeterli ve gelen sesler arka plan gürültüsü tarafından maskelenmemektedir.

Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit' in Karşılaştırma Sonuçları

Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit için elde edilen değerlerde farklılıklar çıkmasının temel nedeni yapı malzemelerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kubbe, kaynak noktası ve alıcı noktaları arasındaki ilişki de mescitlerde farklı sonuçlarda etkili olmaktadır. Ayrıca seçilen mahalle mescitlerinde özel olarak yer alan kubbeye geçiş elemanlarından tromplar, içbükey yüzeyinden dolayı geç süreli erken yansımaların gelmesinde rol oynamıştır.

Bütün eylemlerde Hoca Hasan Mescidi'nin çınlama süreleri Taş Mescit' e göre daha düşük değerler almıştır. Hoca Hasan Mescidi daha büyük hacimli olmasına rağmen, Taş Mescit'in yutuculuk özelliği az, yansıtıcı yüzey olan kesme taştan, Hoca Hasan Mescidi'nin ise daha yutucu özelliğe sahip tuğla üzeri sıva malzemeden yapılmasından kaynaklanmaktadır. Mescitlerde genel olarak kişi başına düşen hacmin yüksek olması nedeniyle alçak frekanslarda yüksek çınlama süreleri elde edilmiştir. Bu

yüzden orta ve yüksek frekanstaki sesler, alçak frekanstaki sesler tarafından daha fazla maskelenecektir.

Hoca Hasan Mescidi'nin Cuma namazı eyleminde mihrap ile minber arasındaki bölgenin minberden gelen erken yansımalar sayesinde, Taş Mescit'in Cuma namazı eyleminde ise merkezdeki aksın, mihraptan gelen erken yansımalar nedeniyle yüksek değerler elde edilmesi; kaynağa yakın konumda bulunan yansıtıcı yüzeyin konuşma anlaşılabilirliği üzerindeki önemli etkisini göstermektedir.

Mihrabın etkisi özellikle Cuma namazı eyleminde önemini göstermektedir. Taş Mescit'in Cuma namazı eylemindeki çınlama süreleri Hoca Hasan Mescidi'ne göre daha yüksektir. Bu durum kaynağın konuşma yönünün mihraba dönük olmasından ve Taş Mescit' in mihrabının kesme taş, Hoca Hasan Mescidi'nin alçı olmasından kaynaklanmaktadır. Her iki mescitte de kaynağa yakın ve erken yansıma alan bölgelerde düşük erken düşme süresi; kaynaktan uzak ve gecikmiş yansıma alan bölgelerde yüksek erken düşme süresi görülmektedir.

Mescitlerde minber yan duvara bitişik olduğu için parametre değerlerinde daha homojen bir dağılım gerçekleşmiş ve iki mescit için de minber çevresindeki alanda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Konuşma anlaşılabilirliği ve netlik parametreleri açısından Hoca Hasan Mescidi'nde Taş Mescit'e göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Değerlendirilen iki eylem için kaynağa yakın konumda bulunan ve kısa süre içinde güçlü erken yansımalar alan bölgelerde yüksek değerler; kaynaktan daha düşük enerjili direkt ses ve gecikmiş yansımalar alan bölgelerde düşük değerler görülmektedir. Anlaşılabilirlik düzeyi ise Hoca Hasan Mescidi'nde daha yüksek olmakla beraber iki mescitte de iyi seviye elde edilmiştir.

Hoca Hasan Mescidi ve Taş Mescit'in küçük ebatlı olması, arka duvardan ve kubbeden gelen rahatsız edici ekoların oluşmasını engellemiştir. Mescitlerde incelenen eylemlerde rahatsızlık verici ekoların ve odaklanma sorunlarının olmadığı ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, her iki mescit için elde edilen ortalama parametre değerleri incelendiğinde Hoca Hasan Mescidi'nin Taş Mescit'e göre daha iyi akustik konfor şartlarına sahip olduğu görülmektedir.

5.2 Öneriler

Tarihi yapıların akustik belgeleme çalışmalarının yapılması, mimari koruma çalışmalarına getirdiği yenilik bakımından büyük önem taşımaktadır. Hoca Hasan

Mescidi ve Taş Mescit üzerine gerçekleştirilen bu tez çalışması, tarihi mahalle mescitlerinin işitsel kültürel miras olarak akustik koşullarının belgelenmesini desteklemek ve devamlılığını sağlamak amacıyla yapılmıştır. Tez çalışmasında yöntem olarak belirlenen akustik simülasyon sonuçları gelecekte yapılacak ölçümler ışığında desteklenmelidir. Bu tarihi mescitlerde restorasyon çalışması yapılırken, görsel olduğu kadar akustik koşulları olumsuz etkileyecek müdahalelerin engellenmesi, özgün durumuna benzer malzemelerle yenileme çalışmaları yapılması sağlanmalıdır.

Tarihi mahalle mescitlerinde genel olarak kişi başına düşen hacim miktarının fazla olması ve yansıtıcı yüzeylerden oluşması nedeniyle alçak frekans çınlama süreleri yüksek çıkmaktadır. Bunun sonucunda sesler birbirini maskeleyerek anlaşılabilirlik azalmaktadır. Bu nedenle mescitlerin içerisinde yansıtıcı-yutucu yüzey dengesi sağlanmalıdır.

Mescitlerde farklı doluluk oranlarına sahip farklı eylemler gerçekleşmektedir. Bu nedenle zemin kaplamasının yutuculuk değerlerinin, cemaatin yutuculuk değerine yakın olmasına dikkat edilerek, farklı doluluk oranında benzer akustik koşullar sağlanmalıdır.

Mihrap ile minber formu ve bulundukları konum mescit içerisinde akustik koşullar üzerinde etkili olmaktadır. Namaz eylemlerinde, mihrabın daha küçük yüzeylerden oluşması veya bu yüzeylerin saçıcı olması, mescitte daha homojen bir dağılım ortaya çıkaracaktır. Minber formunda ise kaynağa yakın konumda bulunmasından dolayı yansıtıcı yüzeylerden oluşmalı, akustik gölge oluşturacak tasarımlardan da kaçınılmalıdır.

Yeni mescit tasarımlarında eğer kubbe ve içbükey yüzeyler tercih edilecekse içbükey yüzeyin merkez noktası, kaynak noktası ve alıcı noktası arasındaki ilişki incelenmeli ve odaklama noktalarının alıcı noktalarının çok üzerinde gerçekleşmesi sağlanmalıdır.

Bu çalışma kapsamında incelenen mescitlerin küçük hacimli olması ve ses sistemi kullanılmadan da konuşma anlaşılabilirliğinin iyi seviyede olması nedeniyle mescitlerin akustik konforunu olumsuz etkilememek için ses sistemi kullanmaktan kaçınılmalıdır.

Literatür taraması esnasında mescitler ile ilgili hacim akustiği parametreleri açısından genel kabul görmüş optimum değerlerin henüz ortaya konulmadığı görülmüştür. Bu nedenle mescitlerde istenen optimum hacim akustiği parametre değerlerinin ortaya konulması gerekliliği doğmuştur.

KAYNAKLAR

- Abdou, A. 2003a, Comparison of the Acoustical Performance of Mosque Geometry Using Computer Model Studies, *Eighth International IBPSA Conference Eindhoven*, 11-14 Ağustos, Hollanda.
- Abdou, A. A. , 2003b, Measurement of Acoustical Characteristics of Mosques in Saudi Arabia, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(3), 1505–1517.
- Abdülrahimov, R. , 2005, Salonların Akustiği ve Tasarımı, Trabzon.
- Alkan, A., 1999, Selçuklu Başkenti Konya, Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları.
- Aktaş Yasa, A., 2016, Anadolu Selçuklu ve Beylikler Dönemi Konya Yapılarında Malzeme Kullanımı ve Yapım Teknikleri, *Vakıflar Dergisi*, 45, 143-176.
- Ateş, E.G., 2007, Kültürel Mirasımız Olan Yerebatan Sarnıcının Akustik Sorunlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Aydın, D. ve Büyüksahin Sıramkaya, S., 2016, Cami Mimarisinde Yeni Arayışlar, Son Dönem Konya Camilerinin Analizi, *Çağımızda Cami Mimarisinde Arayışlar Uluslararası Sempozyumu*, Giresun, 332-340.
- Balcı, H., 2007, Antalya Cam Piramiti'nin Hacim Akustiğinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Barron, M., 1993, Auditorium Acoustics and Architectural Design, *E&FN Spon*, London.
- Barron, M., 2009, Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, *Spon Press*, London and New York.
- Baş, T., 2008, Anadolu Selçuklu Dönemi Konya Mahalle Mescitlerinin Restorasyon Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Beranek, L., 1996. Concert and Opera Halls: How They Sound, *Acoustical Society of America*, New York.
- Boran, A., Aykaç, R. ve Bayar, Ş., 2015, Selçuklu Başkenti Konya’da Dinî Mimarî “Cami ve Mescit”, *İslâm ve Sanat Tartışmalı İlmî Toplantı 07-09 Kasım 2014*, Antalya, 319-357.
- Brooks, C. N., 2003, Architectural Acoustics, *McFarland Company Inc.*, North Carolina.

- Cantay, T., 1982, XII.-XIII. Yüzyıllarda Anadolu'da Cephe Mimarisinin Gelişmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Cowan, J., 2000, Architectural Acoustics Design Guide, *Mcgraw-Hill*, New York.
- Çakır, A., 2013, *İZODER Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği*, <https://www.izoder.org.tr/dosyalar/egitim-faaliyetleri/ytu-ses-sunumu-ayhan-cakir.pdf> , [18.05.2020].
- Çetinkaya, A., 2010, Bazı Böcek Türlerinin Ses Analizleri ve Zirai Mücadelede Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- Demirkale, S. Y., 2007, Çevre ve Yapı Akustiği: Mimarlar ve Mühendisler İçin El Kitabı, *Birsan Yayınevi*, İstanbul.
- Demirkıran, T., 2009, Selçuklu Dönemi Akşehir Mescitlerinin Restorasyon Sorunlarının Dört Örnekte İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Doelle, L. L., 1972, Environmental Acoustics, *Mcgraw-Hill*, New York, USA.
- Elkhateeb, A., Adas, A., Attia, M. and Balila, Y., 2015, The Acoustics Of Masjids, Why They Differ From The Classical Speech Rooms, *The 22nd International Congress on Sound and Vibration*, 12-16 Temmuz 2015, Florence, İtalya.
- Elkhateeb, A. A. and Ismail, M. R., 2007, Sounds From the Past the Acoustics of Sultan Hassan Mosque and Madrasa, *Building Acoustics*, 14(2), 109–132.
- Erol, H. B., 2006, İç Mekânda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Fakültesi*, İstanbul.
- Everest, F.A. and Pohlamann, K.C., 2009, Master Handbook of Acoustics, *McGraw Hill*.
- Gökçek, Ş., 2019, Elektromekanik ve Doğal Ses Analizi Gaziantep “Akkent Kongre ve Sanat Merkezi” Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Hasan Kalyoncu Üniversitesi*, Gaziantep.
- İlban, B., 2016, Bilgisayar Simülasyonu Yöntemi ile Camilerin Akustik Açidan Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi: Trabzon ve Rize Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.

- Kabil, Ö., 2018, Eğitim Yapılarındaki İç Mekanların Bilgisayar Simülasyon Yöntemi ile Akustik Açısından İncelenmesi, Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi: KTÜ Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Kara, E., 2009, Valensiya Santa Anna Şapeli'nin Restorasyon Sonrası Akustik Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Karabiber, Z., 1991, Mimari Akustikle İlgili Başlıca Tanım, Terim, Formül ve Büyüklükler, YTÜ Mimarlık Fakültesi İş birliği, İstanbul.
- Kaygısız, A., 2019, Mimar Sinan Camilerinden Şemsi Ahmet Paşa Camii (Üsküdar) ile T.C. Diyanet İşleri Başkanlığı Tip 3 Camii'nin Akustik Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kayılı, M., 2005, Acoustic Solutions in Classic Ottoman Architecture, *FSTC Limited*, Manchester.
- Kemaloğlu, M., 2013, XI.-XIII. Yüzyıl Türkiye Selçuklu Devletinde Dini Eserlerinden Kümbet-Türbe-Ziyaretgah-Namazgâh ve Camiler, *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 39, 1-18.
- Konuk, G.G., 2010, Hacim Akustiği Parametrelerinin Türk Makam Müziği İcra Edilen Kapalı Mekanlar Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Konyalı, İ. H., 2007, Abideleri ve Kitabeleriyle Konya Tarihi, Konya.
- Kurtulan, Z., 2009, M.S.G.S.Ü. Sedad Hakkı Eldem Oditoryumunun Hacim Akustiği Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kuttruff, H., 1991, Room Acoustics, Third Edition, *Elsevier Applied Science*, Londra.
- Lawrence, A., 1970, Architectural Acoustics, *Elsevier Publishing Company Limited*, New York.
- Long, M., 2006, Architectural Acoustics, *Elsevier Academic Press*, California, USA.
- Mehta, M., Johnson, J. and Rocafort, J., 1999, Architectural Acoustic: Principles and Design, *Prentice-Hall*, New Jersey, USA.
- Mohammad, Z. M., 2017, Acoustics in Religious Buildings, https://www.academia.edu/8617155/Mosque_Acoustics, [26.05.2020].
- Moore, J. E., 1978, Design for Good Acoustics and Noise Control, *The Macmillan Press Ltd*, London and Basingstoke.

- ODEON A/S., 2016, ODEON Room Acoustics Software Version 14 Manual.
- Othman, A. R. and Muhamed, M. R., 2012, Influence of Proportion towards Speech Intelligibility in Mosque's Praying Hall, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 35, 321-329.
- Ökten, G., 2010, Mimari Form ve Yüzey Saçıcılığının Akustik Parametreler Üzerindeki Etkisi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Özçevik, A., 2005, Mimari Tasarım Stüdyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- Özer, M., 1979, Yapı Akustiği ve Ses Yalıtımı, *Arpaz Matbaacılık*, İstanbul.
- Özkartal, N. E., 2011, Konser Salonlarında Akustik Konfor Parametrelerinin Analizi ve Bir Örnek Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Rasmussen, B., 2010, Sound insulation between dwellings-Requirements in Building Regulations in Europe, *Applied Acoustics*, 71, 373-385.
- Rossing, T. D., 2007, Springer Handbook of Acoustics, *Springer Science+Business Media*, LLC New York.
- Selçuklu Belediyesi, 2017a, Hacı Ferruh Mescidi, <http://www.selcuklumirasi.com/architecture-detail/haci-ferruh-mescidi>, [18.05.2020].
- Selçuklu Belediyesi, 2017b, Hoca Hasan Mescidi, <http://www.selcuklumirasi.com/architecture-detail/hoca-hasan-mescidi>, [18.05.2020].
- Sirel, Ş., 1974, Yapı Akustiği I: Temel Bilgiler, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi, İstanbul.
- Sü Gül, Z., and Çalışkan, M., 2013, Impact of Design Decisions on Acoustical Comfort Parameters: Case Study of Doğramacızade Ali Paşa Mosque, *Applied Acoustics*, 74(6), 834–844.
- Sü Gül, Z., Çalışkan, M. ve Tavukçuoğlu, A., 2014, Geçmişten Günümüze Süleymaniye Camii Akustiği, *Megaron / Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi E-Dergi*, 9 (3), 201–216.
- Topaktaş, İ. L., 2003, Acoustical Properties of Classical Ottoman Mosques Simulation and Measurement, Doktora Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara.
- TS EN ISO 3382-1., 2010, Akustik- Odaların Akustik Parametrelerinin Ölçülmesi - Bölüm 1: Gösteri Mekanları

- Turan, Ş., 2018, Türk Mimarisinde Kullanılan Kubbeye Geçiş Elemanları; 13.Yy. Anadolu Selçuklu Dönemi Konya Mahalle Mescitleri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Türk, E., 2011, İstanbul'daki Salonların Akustik Kalitesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Utami, S., 2005, An Acoustical Analysis of Domes Coupled to Rooms, with Special Application to the Darussolah Mosque, in East Java, Indonesia, Yüksek Lisans Tezi, *Department of Physics and Astronomy Brigham Young University*.
- Uysal, E., 2015, Camilerde Mimari Akustik Tasarım Kriterleri ve Bir Örnek Çalışma: Hasan Tanık Camii, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Uzun, Ç., 2010, Günümüz Cami Mimarisinin İşlev-Biçim ve Teknoloji İlişkisi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Vakıflar Genel Müdürlüğü, Hoca Hasan Mescidi Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri.
- Vakıflar Genel Müdürlüğü, Taş Mescit Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri.
- Yelkenci Sert, F., 2015, Dini Yapılarda Akustik Koşulların İzmir Kemeraltı Havralar Bölgesi Sefarad Sinagogları Üzerinden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Yurdakul, E., 2007, Vezir-i Azam Hoca Hasan'ın XII. Yüzyılda Konya ve Kayseri'de Yaptırdığı Bazı Eserler, *Vakıflar Dergisi*, 199-250.

EKLER

EK-1 Hoca Hasan Mescidi Cuma Hutbesi Eylemi Simülasyon Sonuçları

Alıcı Noktası	T(30)						EDT						EDT/ T(30)					
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.
R1	3,47	2,41	1,38	1,03	0,88	0,73	3,50	2,43	1,37	1,06	0,93	0,78	1,01	1,01	0,99	1,03	1,06	1,07
R2	3,47	2,41	1,40	1,03	0,88	0,74	3,51	2,44	1,39	1,08	1,00	0,92	1,01	1,01	0,99	1,05	1,14	1,24
R3	3,46	2,40	1,39	1,05	0,91	0,74	3,52	2,45	1,38	1,05	0,95	0,82	1,01	1,02	0,99	1,00	1,04	1,11
R4	3,47	2,40	1,41	1,06	0,92	0,74	3,53	2,45	1,38	1,04	0,94	0,82	1,02	1,02	0,97	0,98	1,02	1,11
R5	3,47	2,40	1,43	1,06	0,90	0,74	3,51	2,45	1,36	1,03	0,93	0,80	1,01	1,02	0,95	0,97	1,03	1,08
R6	3,47	2,40	1,42	1,06	0,92	0,75	3,51	2,43	1,37	1,03	0,92	0,79	1,01	1,01	0,96	0,97	1,00	1,05
MIN.	3,46	2,40	1,38	1,03	0,88	0,73	3,50	2,43	1,36	1,03	0,92	0,78	1,01	1,01	0,98	1,00	1,05	1,07
MAX.	3,47	2,41	1,43	1,06	0,92	0,75	3,53	2,45	1,39	1,08	1,00	0,92	1,02	1,02	0,97	1,02	1,09	1,23
ORT.	3,46	2,40	1,40	1,05	0,90	0,74	3,51	2,44	1,37	1,05	0,95	0,82	1,01	1,02	0,97	1,00	1,06	1,11

Alıcı Noktası	D50						C50						C80						STmale
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	
R1	0,17	0,28	0,47	0,48	0,64	0,72	-6,8	-4,2	-5,0	-0,4	2,4	4,2	-4,3	-1,9	1,9	2,9	5,3	7,1	0,60
R2	0,20	0,33	0,49	0,50	0,65	0,73	-5,9	-3,1	-0,2	0,1	2,7	4,4	-3,6	-1,0	2,4	3,5	5,8	7,6	0,62
R3	0,18	0,27	0,43	0,47	0,58	0,67	-6,5	-4,2	-1,3	-0,4	1,4	3,1	-4,1	-1,9	1,4	2,8	4,5	6,3	0,58
R4	0,18	0,27	0,41	0,47	0,58	0,66	-6,6	-4,3	-1,6	-0,5	1,3	2,8	-4,1	-1,9	1,3	3,0	4,6	6,2	0,58
R5	0,19	0,30	0,51	0,56	0,65	0,75	-6,3	-3,7	0,1	1,1	2,8	4,7	-3,9	-1,5	2,5	4,1	5,6	7,7	0,62
R6	0,17	0,25	0,40	0,49	0,55	0,61	-6,8	-4,7	-1,7	-0,2	0,9	2,0	-4,3	-2,2	1,2	3,2	4,4	5,7	0,58
MIN.	0,17	0,25	0,40	0,47	0,55	0,61	-6,8	-4,7	-5,0	-0,5	0,9	2,0	-4,1	-2,2	1,2	4,1	4,4	5,7	0,58
MAX.	0,20	0,33	0,51	0,56	0,65	0,75	-5,9	-3,1	0,1	1,1	2,8	4,7	-3,6	-1,0	2,5	2,8	5,8	7,7	0,62
ORT.	0,18	0,28	0,45	0,50	0,61	0,69	-6,5	-4,0	-1,6	-0,1	1,9	3,5	-4,1	-1,7	1,8	3,6	5,0	6,8	0,60

EK-2 Hoca Hasan Mescidi Cuma Namazı Eylemi Simülasyon Sonuçları

Alıcı Noktası	T(30)						EDT						EDT/ T(30)					
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.
R1	3,13	2,08	1,12	0,95	0,88	0,74	3,07	1,98	0,89	0,58	0,48	0,33	0,98	0,95	0,79	0,61	0,55	0,45
R2	3,12	2,08	1,13	0,97	0,91	0,76	3,16	2,10	1,16	1,01	0,93	0,78	1,01	1,01	1,03	1,04	1,02	1,03
R3	3,13	2,08	1,13	0,97	0,91	0,75	3,15	2,09	1,14	1,00	0,92	0,78	1,01	1,01	1,01	1,03	1,01	1,04
R4	3,13	2,08	1,13	0,97	0,91	0,76	3,16	2,11	1,16	1,02	0,95	0,83	1,01	1,01	1,03	1,05	1,04	1,09
R5	3,13	2,08	1,13	0,97	0,91	0,76	3,16	2,10	1,12	0,99	0,90	0,75	1,01	1,01	0,99	1,02	0,99	0,99
R6	3,13	2,08	1,13	0,97	0,91	0,76	3,16	2,11	1,13	0,99	0,91	0,77	1,01	1,01	1,00	1,02	1,00	1,01
MIN.	3,12	2,08	1,12	0,95	0,88	0,74	3,07	1,98	0,89	0,58	0,48	0,33	0,98	0,95	0,79	0,61	0,55	0,45
MAX.	3,13	2,08	1,13	0,97	0,91	0,76	3,16	2,11	1,16	1,02	0,95	0,83	1,01	1,01	1,03	1,05	1,04	1,09
ORT.	3,13	2,08	1,13	0,97	0,91	0,76	3,14	2,08	1,10	0,93	0,85	0,71	1,00	1,00	0,97	0,96	0,93	0,93

Alıcı Noktası	D50						C50						C80						STmale	
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.		
R1	0,51	0,62	0,79	0,87	0,87	0,90	0,1	2,1	5,8	8,1	8,4	9,7	1,3	3,5	8,0	10,5	11,0	12,7	0,79	
R2	0,25	0,33	0,48	0,50	0,61	0,71	-4,9	-3,1	-0,3	-0,1	2,0	3,8	-2,9	-0,8	2,6	3,2	5,0	7,7	0,61	
R3	0,26	0,34	0,50	0,50	0,62	0,70	-4,5	-2,8	0,0	0,0	2,1	3,8	-2,6	-0,6	2,9	3,4	5,1	7,0	0,62	
R4	0,20	0,28	0,41	0,46	0,50	0,57	-6,1	-4,2	-1,6	-0,6	0,0	1,3	-3,8	-1,7	1,6	2,8	3,4	4,9	0,58	
R5	0,21	0,30	0,50	0,49	0,58	0,67	-5,8	-3,8	0,1	-0,1	1,3	3,2	-3,6	-1,4	2,7	3,1	4,4	6,3	0,61	
R6	0,21	0,29	0,50	0,48	0,57	0,66	-5,8	-3,8	-0,1	-0,3	1,2	2,9	-3,5	-1,3	2,8	3,1	4,4	6,3	0,61	
MIN.	0,20	0,28	0,41	0,46	0,50	0,57	-6,1	-4,2	-0,3	-0,6	0,0	1,3	-3,8	-1,7	1,6	2,8	3,4	4,9	0,58	
MAX.	0,51	0,62	0,79	0,87	0,87	0,90	0,1	2,1	5,8	8,1	8,4	9,7	1,3	3,5	8,0	10,5	11,0	12,7	0,79	
ORT.	0,27	0,36	0,53	0,55	0,63	0,70	-4,5	-2,6	0,7	1,2	2,5	4,1	-2,5	-0,4	3,4	4,4	5,6	7,5	0,64	

EK-3 Taş Mescit Cuma Hutbesi Eylemi Simülasyon Sonuçları

Alıcı Noktası	T(30)						EDT						EDT/T(30)					
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.
R1	4,37	2,83	1,49	1,03	0,90	0,85	4,37	2,85	1,52	1,12	1,01	0,95	1,00	1,01	1,02	1,09	1,12	1,12
R2	4,37	2,83	1,49	1,03	0,90	0,85	4,37	2,84	1,50	1,11	0,98	0,92	1,00	1,00	1,01	1,08	1,09	1,08
R3	4,37	2,83	1,49	1,04	0,90	0,85	4,36	2,84	1,50	1,09	0,96	0,88	1,00	1,00	1,01	1,05	1,07	1,04
R4	4,37	2,83	1,48	1,04	0,90	0,85	4,38	2,87	1,53	1,11	0,99	0,93	1,00	1,01	1,03	1,07	1,10	1,09
R5	4,37	2,84	1,48	1,04	0,91	0,85	4,37	2,86	1,53	1,11	0,99	0,93	1,00	1,01	1,03	1,07	1,09	1,09
R6	4,37	2,83	1,48	1,04	0,90	0,84	4,36	2,83	1,52	1,08	0,95	0,89	1,00	1,00	1,03	1,04	1,06	1,06
MIN.	4,37	2,83	1,48	1,03	0,90	0,84	4,36	2,83	1,50	1,08	0,95	0,88	1,00	1,01	1,01	1,05	1,06	1,05
MAX.	4,37	2,84	1,49	1,04	0,91	0,85	4,38	2,87	1,53	1,12	1,01	0,95	1,00	1,01	1,03	1,08	1,11	1,12
ORT.	4,37	2,83	1,49	1,04	0,90	0,85	4,37	2,85	1,52	1,10	0,98	0,92	1,00	1,01	1,02	1,06	1,09	1,08

Alıcı Noktası	D50						C50						C80						STmale	
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.		
R1	0,15	0,24	0,41	0,47	0,59	0,63	-7,6	-5,0	-1,5	-0,6	1,6	2,4	-5,3	-2,7	1,0	2,4	4,3	5,1	0,57	
R2	0,16	0,28	0,47	0,51	0,66	0,70	-7,1	-4,2	-0,5	0,2	2,8	3,7	-4,9	-2,1	1,8	3,3	5,6	6,5	0,60	
R3	0,17	0,26	0,44	0,52	0,62	0,66	-6,8	-4,5	-1,1	0,4	2,1	2,9	-4,8	-2,5	1,3	3,2	4,7	5,6	0,59	
R4	0,13	0,21	0,35	0,44	0,56	0,61	-8,4	-5,8	-2,6	-1,1	1,0	1,9	-5,9	-3,4	0,1	2,1	4,0	4,8	0,56	
R5	0,13	0,20	0,35	0,42	0,56	0,59	-8,4	-6,0	-2,6	-1,4	1,0	1,5	-5,9	-3,5	0,1	1,8	3,9	4,5	0,55	
R6	0,16	0,24	0,40	0,51	0,58	0,61	-7,3	-5,0	-1,8	0,2	1,5	1,9	-5,2	-2,8	0,8	3,2	4,5	5,1	0,58	
MIN.	0,13	0,20	0,35	0,42	0,56	0,59	-8,4	-6,0	-2,6	-1,4	1,0	1,5	-5,9	-3,5	0,1	1,8	3,9	4,5	0,55	
MAX.	0,17	0,28	0,47	0,52	0,66	0,70	-7,1	-4,2	-0,5	0,4	2,8	3,7	-4,8	-2,1	1,8	3,3	5,6	6,5	0,60	
ORT.	0,15	0,24	0,40	0,48	0,60	0,63	-7,6	-5,1	-1,7	-0,4	1,7	2,4	-5,3	-2,8	0,9	2,7	4,5	5,3	0,58	

EK-4 Taş Mescit Cuma Namazı Eylemi Simülasyon Sonuçları

Alıcı Noktası	T(30)						EDT						EDT/ T(30)					
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.
R1	3,86	2,43	1,25	1,05	0,97	0,89	3,83	2,35	1,05	0,75	0,62	0,48	0,99	0,97	0,84	0,71	0,64	0,54
R2	3,86	2,44	1,24	1,05	0,99	0,91	3,88	2,43	1,26	1,08	0,99	0,91	1,01	1,00	1,02	1,03	1,00	1,00
R3	3,86	2,43	1,25	1,05	0,99	0,91	3,87	2,42	1,22	1,04	0,94	0,86	1,00	1,00	0,98	0,99	0,95	0,95
R4	3,86	2,44	1,24	1,05	0,98	0,91	3,88	2,43	1,24	1,00	0,91	0,83	1,01	1,00	1,00	0,95	0,93	0,90
R5	3,85	2,44	1,24	1,07	0,99	0,92	3,88	2,43	1,24	1,06	0,97	0,89	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97
R6	3,86	2,44	1,24	1,02	0,96	0,89	3,89	2,44	1,24	1,04	0,95	0,87	1,01	1,00	1,00	1,02	0,99	0,98
MIN.	3,85	2,43	1,24	1,02	0,96	0,89	3,83	2,35	1,05	0,75	0,62	0,48	0,99	0,97	0,85	0,74	0,65	0,54
MAX.	3,86	2,44	1,25	1,07	0,99	0,92	3,89	2,44	1,26	1,08	0,99	0,91	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99
ORT.	3,86	2,44	1,24	1,05	0,98	0,91	3,87	2,42	1,21	1,00	0,90	0,81	1,00	0,99	0,98	0,95	0,92	0,89

Alıcı Noktası	D50						C50						C80						STmale
	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	125 Hz.	250 Hz.	500 Hz.	1000 Hz.	2000 Hz.	4000 Hz.	
R1	0,41	0,54	0,76	0,83	0,84	0,86	-1,5	0,7	5,0	6,8	7,2	8,0	-0,5	2,0	6,9	8,9	9,4	10,4	0,75
R2	0,21	0,31	0,48	0,48	0,58	0,62	-5,8	-3,5	-0,4	-0,3	1,4	2,1	-3,9	-1,4	2,2	2,8	4,2	5,0	0,59
R3	0,23	0,34	0,53	0,53	0,61	0,65	-5,2	-2,9	0,6	0,5	2,0	2,7	-3,4	-0,9	3,1	3,6	4,9	5,6	0,61
R4	0,19	0,28	0,48	0,62	0,64	0,67	-6,2	-4,0	-0,3	2,1	2,5	3,2	-4,3	-1,9	2,2	4,6	5,1	5,8	0,62
R5	0,19	0,28	0,46	0,47	0,55	0,59	-6,3	-4,1	-0,7	-0,5	0,9	1,6	-4,3	-2,0	1,8	2,5	3,7	4,4	0,59
R6	0,18	0,27	0,45	0,46	0,54	0,58	-6,6	-4,3	-1,0	-0,7	0,7	1,5	-4,5	-2,0	1,8	2,5	3,7	4,5	0,59
MIN.	0,18	0,27	0,45	0,46	0,54	0,58	-6,6	-4,3	-1,0	-0,7	0,7	1,5	-4,5	-2,0	1,8	2,5	3,7	4,5	0,59
MAX.	0,41	0,54	0,76	0,83	0,84	0,86	-1,5	0,7	5,0	6,8	7,2	8,0	-0,5	2,0	6,9	8,9	9,4	10,4	0,75
ORT.	0,24	0,34	0,53	0,57	0,63	0,66	-5,3	-3,0	0,5	1,3	2,5	3,2	-3,5	-1,0	3,0	4,2	5,2	6,0	0,63

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Rumeysa TUNA
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Selçuklu/1995
Telefon : -
Faks : -
E-Posta : rumeysatuna@hitit.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Atatürk Anadolu Öğretmen Lisesi	2013
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	Devam ediyor
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2017-2020	Turquoise Restorasyon Lab.(Freelance)	Mimar
2020- Devam Ediyor	Hitit Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

YABANCI DİLLER: İngilizce (YÖKDİL: 77,500)

YAYINLAR

Korumaz, M., Güleç, K, S., **Tuna, R.**, Acar, M, S.," Konya Sille Tarihi Yerleşkesinde Tespit Edilen Koruma Sorunlarına Yönelik Genel Bir Değerlendirme," Zeugma I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 2018.

Acar, M, S., Korumaz, M., Güleç, K, S., **Tuna, R.** "Konya Sille Tarihi Yerleşkesinin Birlikte Yaşama Kültürü ve Açık Medeniyet Kavramları Bağlamında İncelenmesi", Zeugma I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 2018.