



**CAMİLERDE KONUŞMA  
ANLAŞILABİLİRLİĞİNİN  
TÜRKÇE VE ARAPÇA DİLLERİ  
ÜZERİNDEN İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Elma ALIC**

**Eskişehir 2019**

**CAMİLERDE KONUŞMA ANLAŞILABİLİRLİĞİNİN  
TÜRKÇE VE ARAPÇA DİLLERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ**

**Elma ALIC**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mimarlık Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN**

**Eskişehir**

**Eskişehir Teknik Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Ağustos 2019**

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Elma ALIC'ın "Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi" başlıklı tezi 23/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Mimarlık Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### Unvanı Adı Soyadı

### İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Doç. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN

Üye : Doç. Dr. Özgül YILMAZ  
KARAMAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kıvanç KİTAPÇI

**Prof. Dr. Murat TANIŞLI**  
**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü**

## ÖZET

### CAMİLERDE KONUŞMA ANLAŞILABİLİRLİĞİNİN TÜRKÇE VE ARAPÇA DİLLERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Elma ALIC

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilgisi Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ağustos 2019

Danışman: Döç. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN

Camiler İslam dinine mensup insanların ibadet ettiği, konuşmaya ve müziğe dayalı ritüellerin gerçekleştirildiği yapılardır. Ritüeller sırasında aktif olarak iki farklı dil (caminin bulunduğu bölgenin ana dili ve Arapça) kullanıldığından dolayı, cami çok dilli mekân olarak da nitelendirilmektedir. Ritüeller sırasında bilgi aktarımı ve müzik performanslarının icra edilmesi, konuşmanın anlaşılabilirliğine ve müzik netliğine bağlı olan bu mekânlarda akustik konfor koşullarının sağlanması gerektirmektedir. Literatürde, buna yönelik çalışmaların yapıldığı ancak konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine öznel değerlendirme çalışmalarının az sayıda olduğu ve caminin çok dilli mekân olarak hiç incelenmediği fark edilmiştir. Bu tespit üzerinden, örnek Çağdaş Türk Cami (Ç.T.C.) modeli kullanarak camilerdeki konuşmanın anlaşılabilirliğini Türkçe ve Arapça dilleri üzerinden incelemek amacıyla kapsamlı bir araştırma başlatılmıştır.

Bu çalışmanın kapsamında, Eskişehir ilindeki 2000 yılından bu yana yapılmış olan tüm camiler çalışma alanı olarak seçilmiş ve camilerin fiziksel (boyut, biçim, iç mekân malzemeleri ve kapasite gibi) özellikleri açısından veriler toplanmış; elde edilen verilerin karşılaştırmalı analizler kullanılarak Ç.T.C. ortalama fiziksel özellikleri belirlenmiş ve belirlenen özelliklere uygun örnek cami modeli oluşturulmuştur. Belirlenen amaç doğrultusunda konuşmanın anlaşılabilirliği belirlemek için literatürde önerilen optimum akustik koşulları sağlayan örnek Ç.T.C. modelinde tek heceli Türkçe ve Arapça kelimelerin oralizasyonu elde edilmiş ve oluşturulan denek grubuna dinletilmiştir.

Çalışmanın sonucunda örnek Ç.T.C.'nin akustiği, Türkçe ve Arapça dillerinin konuşmanın anlaşılabilirliği açısından yetersiz bulunmuştur. Ayrıca SNR oranına bağlı olarak Arapça dilinde konuşmanın anlaşılabilirliği oranının fazla değişmediği, fakat Türkçe dili için ilgili durumun tam tersi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Cami akustiği, Konuşmanın anlaşılabilirliği, Türkçe dili, Arapça dili, Kelime ayırt etme testi

## ABSTRACT

### A STUDY ON SPEECH INTELLIGIBILITY OF MOSQUE OVER TURKISH AND ARABIC LANGUAGE

Elma ALIC

Department of Architecture

Program in Building Construction

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Studies, August 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN

Mosques are buildings where people of Islamic religion worship and perform rituals of speech and music. The mosque is also referred to as a multi-lingual space, since two different languages (the native language of place where the mosque is located and Arabic) are actively used during the rituals. Transferring information and performing music performances during rituals requires acoustic comfort in these spaces, which depends on speech intelligibility and clarity of music. According to the literature review it has been realized that the studies on this subject are available in literature but subjective evaluation studies on the speech intelligibility are few and the mosque has not been examined as a multi-lingual place yet. Based on this finding, a comprehensive study is initiated to examine speech intelligibility in mosques through Turkish and Arabic languages using the Contemporary Turkish Mosque (C.T.M.) model sample.

Within the scope of this study, all mosques built in Eskişehir since 2000 have been selected as the study area; data have been collected in terms of physical characteristics of mosque (such as size, shape, interior materials and capacity); using the comparative analysis of the data obtained the average physical properties of C.T.M. are determined and a mosque model sample is designed in accordance with the determined properties. In accordance with the specified objective and in order to determine the intelligibility of speech, in the C.T.M. model sample that provides optimum acoustic conditions recommended in the literature, oralization of the monosyllabic Turkish and Arabic words has been obtained and played to the determined group of listeners.

As a result of the study, the acoustics of the sample C.T.M. have been found to be insufficient for the intelligibility of Turkish and Arabic languages. In addition, it has been concluded that the intelligibility of speech in Arabic does not change much depending on the SNR, but the opposite is true for the Turkish language.

**Keywords:** Mosques acoustics, Speech intelligibility, Turkish language, Arabic language, Word discrimination test

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin ve tez sürecim boyunca değerli bilgileri ile bana yol gösteren ve desteğini her zaman hissettiğim danışman hocam Doç. Dr. Aslı Özçevik Bilen'e teőekkürü bir borç bilirim.

Tez sürecinde anlayıőları, yardımları ve sağladıkları destekler için test materyalinin hazırlanmasında yardımcı olduğu için odyolog uzmanı Prof. Dr. Armağan İncesulu'ya ve dilbilim uzmanı Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Karataő'a; denek grubunun oluşturulmasında yardımcı olduğu için Doç Dr. Adnan Adıgüzel başta olmak üzere Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İlahiyat fakültesi akademik personellerine; TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ'NDEKİ (UME) anekoik odanın kullanımına izin verdikleri için yetkililere ve destekleri için Eyüp Bilgiç'e, alan çalıması sırasında yaptıkları yardımlar için Y. Mimar Zakariyya Uzeyirli'ye, Mimar Hanife Ayça Doğan'a, ve aynı bilim dalında yüksek lisans yaptığımız tüm arkadaşlarıma teőekkürlerimi sunarım.

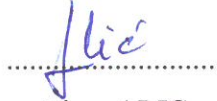
Bugüne kadar aldığım her kararda beni destekleyen, tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme; sevgili annem Meliha Alic'e, babam Muhidin Alic'e ve kız kardeşlerim Sabina Mrkonja'ya ve Berina Alic'e teşekkür ederim. Ayrıca, çalıőmam süresince desteği ve anlayıőıyla her zaman yanımda olan değerli eőim Llukman Çerkezi'ye sonsuz teşekkür ederim.

Elma ALIC

23/08/2019.

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

  
Elma ALIC

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

BAŞLIK SAYFASI .....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
GÖRSELLER DİZİNİ .....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xvi
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı .....	3
1.2. Çalışmanın yöntemi .....	4
1.3. Çalışmanın varsayımları .....	5
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	6
2.1. Dinler/ İslam Dini ve İbadet Mekânı Cami .....	6
2.1.1. İslam dini.....	7
2.1.2. İslam dini ibadet mekânı- cami.....	8
2.2. Ses, Dil ve Çeşitleri/ Türkçe ve Arapça Dilleri.....	14
2.2.1. Ses ve ses türleri.....	14
2.2.2. Dil ve dil türleri.....	16
2.2.3. Türkçe ve Arapça dilleri .....	17
2.3. Camilerde Akustik Konfor.....	20
2.3.1. Camilerde akustik konfor parametreleri .....	20
2.3.2. Camilerdeki akustik kusurlar .....	28



2.4. Cami ve Çok Dilli Mekânların Akustiği Üzerinde Yapılan Çalışmalar .....	32
2.4.1. Cami akustiği üzerinde yapılan çalışmalar .....	32
2.4.2. Çok dilli mekânların üzerine yapılan çalışmalar .....	38
2.5. Konuşmanın Anlaşılabilirliği Araştırmalarında Oralizasyon Yöntemi .....	41
2.6. Literatür Değerlendirilmesi ve Çalışma Yönteminin Belirlenmesi .....	42
3. ALAN ÇALIŞMASI.....	48
3.1. Adım 1- Çalışma Alanının Belirlenmesi: Örnek Çağdaş Türk Cami Modelinin Geliştirilmesi .....	48
3.1.1. Adım 1a- Çağdaş Türk Cami ortalama fiziksel özelliklerinin belirlenmesi .....	48
3.1.2. Adım 1b- Örnek Çağdaş Türk Cami modellenmesi.....	53
3.1.2.1. Örnek Çağdaş Türk Cami fiziksel özelliklerinin modellenmesi .....	53
3.1.2.2. Belirlenen örnek Çağdaş Türk Cami modelinin akustik tasarımında kullanılan akustik konfor parametre optimum değerleri .....	54
3.1.2.3. Örnek Ç.T.C. akustik özelliklerinin modellenmesi .....	57
3.1.3. Adım 1c- Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin nesnel akustik özelliklerinin literatürde belirlenen optimum değerlere göre yeterlilik durumunun kontrol edilmesi ve mekândaki ses dağılımı açısından ayrıntılı incelenmesi .....	59
3.1.4. Adım 1d- Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin öznel değerlendirmesinde kullanılmak üzere farklı akustik bölgelerde alıcı nokta belirlenmesi .....	66
3.2. Adım 2- Alan Çalışmasındaki Vokal ve Denek Grubunun ve Test Materyalinin Belirlenmesi .....	68
3.2.1. Adım 2a- Vokal ve denek grubu oluşturulması .....	68
3.2.2. Adım 2b- Test materyalinin hazırlanması .....	70
3.2.2.1. Kelime ayırt etme testi .....	70
3.2.2.2. Anekoik odada Türkçe ve Arapça kelime listelerinin seslendirilmesi ve kaydının alınması .....	71

3.2.2.3. <i>Örnek Çağdaş Türk Cami modeli üzerinde oralizasyonların yapılması</i> .....	72
3.3. Adım 3- Türkçe ve Arapça Dili İçin Konuşmanın Anlaşılabilirliği	
Bakımından Örnek Çağdaş Türk Cami Modelinin İncelenmesi.....	78
3.3.1. Adım 3a- Oralizasyon kayıtlarının dinletilmesi .....	78
3.3.2. Adım 3b- Kelime ayırt etme testleri sonuçlarına göre örnek Çağdaş Türk Cami modelinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesi .....	79
3.4. Adım 4- Alan Çalışmasının Genel Değerlendirmesi .....	85
4. SONUÇ.....	89
KAYNAKÇA.....	94
EKLER .....	
ÖZGEÇMİŞ .....	

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1.</b> Türkçe alfabesi.....	17
<b>Tablo 2.2.</b> Arapça alfabesi .....	18
<b>Tablo 2.3.</b> Arapça'da boğazdan, genizden, dil kökünden ve gırtlaktan çıkan sesler .....	18
<b>Tablo 2.4.</b> Köken, yapı ve ses oluşumu bakımından Türkçe ve Arapça dilleri arasındaki fark.....	19
<b>Tablo 2.5.</b> Ses basınç seviyesinin frekansa göre ağırlık katsayıları.....	24
<b>Tablo 2.6.</b> Camilerde akustik konfor parametreleri ve optimum değerleri.....	44
<b>Tablo 2.7.</b> Çok Dilli Mekânların farklı dillerdeki konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik durumun, oralizasyon yardımıyla birleştirilmesi yöntemin genel adımları ve adım açıklamaları (Camiler üzerinden bir örnek).....	45
<b>Tablo 3.1.</b> İncelenen Eskişehir Camilerdeki ortalama iç mekân kaplama malzemeleri.....	53
<b>Tablo 3.2.</b> 4000 m <sup>3</sup> 'lük cami için literatürde önerilen orta frekanslardaki optimum RT değerleri .....	55
<b>Tablo 3.3.</b> 4000 m <sup>3</sup> 'lük Katolik kilisesi, Protestan kilisesi ve koro müziği için literatürde önerilen optimum RT değerleri .....	55
<b>Tablo 3.4.</b> Camiler için önerilen STI, D50 ve SNR optimum değerlerine göre belirlenen ve bu tez çalışmasında optimum olarak kabul edilen kelimelerin anlaşılabilirlik yüzdeleri .....	56
<b>Tablo 3.5.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilmiş RT, EDT, D50, SPL ve STI değerleri ve optimum değerlerle karşılaştırması.....	61
<b>Tablo 3.6.</b> Kelime ayırt etme testlerinde kullanılan Türkçe ve Arapça Kelime Listesi.....	71
<b>Tablo 3.7.</b> Örnek Ç.T.C. modelindeki akusti durumunun öznel değerlendirmesi sonucunda elde edilen sonuçların, STI, D50 ve SNR parametrelerine göre değerlendirmesi (nesnel değerlere göre öznel değerlerin yeterlilik durumunun belirlenmesi).....	81

<b>Tablo 3.8.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde uygulanmış Türkçe kelime ayırt etme testinde yapılan ses/harf hata sayısı ve tüm deneklerden elde edilen toplam harf bazında ortalama hata oranı ve hata oranının standart sapması.....	83
<b>Tablo 3.9.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde uygulanmış Arapça kelime ayırt etme testinde yapılan ses/harf hata sayısı ve tüm deneklerden elde edilen toplam harf bazında ortalama hata oranı ve hata oranının standart sapması.....	84



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Şekil 2.1.</b> SNR oranının ile kelime konuşmanın anlaşılabilirliği yüzdesinin arasındaki ilişkisi (Long, 2006).....	22
<b>Şekil 2.2.</b> Ayırt edilebilirlik ve Hecenin anlaşılabilirliği ilişkisi (Kuttruff, 2009) .....	23
<b>Şekil 2.3.</b> STI değerinin ile Konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesinin arasındaki ilişkisi (Long, 2006) .....	25
<b>Şekil 2.4.</b> Aynın yansıma süresinin üç farklı sönme durumu: a) $RT=EDT$ ; b) $RT>EDT$ ; c) $RT<EDT$ .....	26
<b>Şekil 2.5.</b> Fon gürültüsü ölçüt aralığı a) NC (Beranek L. L., 1957); b)NR (Barron, 2010).....	27
<b>Şekil 2.6.</b> Alıcı yönündeki kaynak yönlülüğü (Q) değerlerinin, ses kaynağının yanında bulunan yüzeylerin sayısına göre değişmesi (https.3., son erişim tarihi ağustos 2019) .....	28
<b>Şekil 2.7.</b> Yankı akustik kusuru: a. kubbedeki ses enerjisinin davranışı (Kayılı M. , 2005); .....	29
b. Yankı düzeyinin ve yankı gecikme süresinin konuşmanın “bozma yüzdesi” ile ilişkisi (Maekawa & Lord, 1994) .....	29
<b>Şekil 2.8.</b> Odaklanma akustik kusuru: .....	30
a. Mekânın yüksekliği ile içbükeyli yüzeyin yarıçapının ilişkisine bağlı olarak odak noktanın yer değişimi (Gade, 2007) .....	30
b. cami örneğinde farklı içbükeyli elemanlardan kaynaklanan odaklanma kusurunun oluşmasının şematik gösterim (Yıldırım, 2003).....	30
<b>Şekil 2.9.</b> Akustik gölge akustik kusuru: a. Ses kırınması ve engelin arkasında oluşan akustik gölgenin şematik gösterimi; b. balkon altında akustik gölgenin oluşmaması için balkon yüksekliği ile balkon derinliği arasında sağlanması gereken oran .....	31
<b>Şekil 2.10.</b> Camideki kolonların ve payelerin arkasında oluşan akustik gölge (Yıldırım, 2003) .....	31
<b>Şekil 2.11.</b> Cami için Kayılı tarafından önerilen yansıma süresi (Kayılı M. , 1988) ....	35
<b>Şekil 2.12.</b> Cami için hacime bağlı olarak CHARISMA projesinde önerilen optimum yansıma süresi (Yüksel & Erdoğan, 2005) .....	36

<b>Şekil 2.13.</b> Cami için hacime bağlı olarak Orfali tarafından önerilen optimum yansıma süresi (Orfali, 2007) .....	37
<b>Şekil 3.1.</b> Trend analizi; Yıllara göre cami a) kapasitesindeki eğilim; b) alanındaki eğilim.....	49
<b>Şekil 3.2.</b> İncelenen Eskişehir camilerindeki harim plan tiplerinin yapılış sıklığı .....	50
<b>Şekil 3.3.</b> İncelenen Eskişehir camilerindeki tavan tipinin yapılış sıklığı.....	50
<b>Şekil 3.4.</b> İncelenen Eskişehir camilerindeki tavan tipinin yapılış sıklığı.....	51
<b>Şekil 3.5.</b> İncelenen Eskişehir camilerindeki kadın mahfili asma kat plan tipinin yapılış sıklığı .....	51
<b>Şekil 3.6.</b> İncelenen Eskişehir Camilerindeki kürsünün ve minberin konum sıklığı .....	52
<b>Şekil 3.7.</b> Belirlenmiş örnek Ç.T.C. modelinin planı, kesiti ve 3 boyutu.....	54
<b>Şekil 3.8.</b> Kelimelerin anlaşılabilirlik yüzdesi ile: .....	56
a. STI (Long, 2006); b. D50 (Kuttruff, 2009); c. SNR (Long, 2006) değerlerinin ilişkisi.....	56
<b>Şekil 3.9.</b> ODEON yazılımındaki NC-25 ayarının ekran görüntüsü .....	58
<b>Şekil 3.10.</b> ODEON simülasyon programındaki alıcı gridinin ayarları .....	59
<b>Şekil 3.11.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilen D50 ve SPL-A parametrelerine göre caminin bölgesel akustik durumu değerlendirilmesi.....	63
<b>Şekil 3.12.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilen STI parametresine göre caminin bölgesel akustik durumu değerlendirilmesi.....	64
<b>Şekil 3.13.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde belirlenen akustik açıdan “iyi”, “orta” ve “kötü” bölgeler .....	64
<b>Şekil 3.14.</b> Örnek Ç.T.C. modelinde vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında oluşan kritik mesafenin, plan ve kesitler üzerinde, şematik gösterimi.....	65
<b>Şekil 3.15.</b> Oralizasyon için belirlenen alıcı noktaları.....	66
<b>Şekil 3.16.</b> Oralizasyon esnasında yapılan işlemlerin şematik gösterimi.....	74
<b>Şekil 3.17.</b> Oralizasyon için ODEON yazılımındaki kullaklık ayarı .....	75
<b>Şekil 3.18.</b> Oralizasyon esnasındaki ses kaynakları arasındaki kalibrasyon ayarı .....	75
<b>Şekil 3.19.</b> Gürültü ve kelime ayırt etme testlerinin oralizasyon kayıtlarının birleştirilmesinde yapılan ayarlar .....	76

- Şekil 3.20.** Uygulanan kelime ayırt etme testleri sonucunda, kelimenin anlaşılabilirlik oranı baz alınarak hesaplanan Türkçe ve Arapça konuşmanın anlaşılabilirlik oranı ..... 80
- Şekil 3.21.** Örnek Ç.T.C. modelinde seslendirilen Türkçe ile Arapça seslerinin ortalama anlaşılabilirlik hata oranının karşılaştırılması ..... 87



## GÖRSELLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Görsel 2.1.</b> Cami mimari elemanları: a. Pandantif (örn: Eskişehir Batıkent Eyüp Sultan Camii); .....	9
b. Tromp (örn: Eskişehir Vadişehir Mahmutoğlu Camii).....	9
<b>Görsel 2.2.</b> Cami mimari elemanları: Kürsü, Mihrap ve Minber (örn. Eskişehir 71 Evler mh. Zümrüt Camii).....	10
<b>Görsel 2.3.</b> Cami mimari elemanları: .....	11
a. Hünkar mahfili (örn: Edirne Selimiye Camii) (Tahman, son erişim tarihi haziran 2019); .....	11
b. Müezzin mahfili ve Kadın mahfili (örn. Eskişehir Yenikent mh. Kalabak Camii) .....	11
<b>Görsel 3.1.</b> Ses kayıtları sırasında kullanılan cihazlar .....	72
<b>Görsel 3.2.</b> Oralizasyon kayıtlarının gürültü kontrollü kulaklıklarla dinletilmesi .....	78



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>dB</b>	: Desibel
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>sn</b>	: Saniye
<b>RT</b>	: Yansıım Süresi (Reverberation Time)
<b>EDT</b>	: Erken Düşme Süresi (Early Decay Time)
<b>SPL</b>	: Ses Basınç Düzeyi (Sound Pressure Level)
<b>D<sub>50</sub></b>	: Ayırt edilebilirlik (Definition 50ms)
<b>NC</b>	: Noise Criteria
<b>NR</b>	: Noise Rating Number
<b>SNR</b>	: Sinyal-Gürültü Oranı (Signal Noise Ration)
<b>STI</b>	: Konuşma İletim Göstergesi (Speech Transmission İndex)
<b>RASTI</b>	: Hızlı Konuşma İletim Göstergesi (Rapid Speech Transmission İndex)
<b>Ç.T. C.</b>	: Çağdaş Türk Cami
<b>C.T.M.</b>	: Contemporary Turkish Mosque
<b>Döş.</b>	: Döşeme
<b>Hz.</b>	: Hazreti
<b>Mh.</b>	: Mahalle
<b>m</b>	: Metre
<b>h</b>	: Yükseklik
<b>YT</b>	: Yeterli
<b>YZ</b>	: Yetersiz
<b>Tr.</b>	: Türkçe
<b>Ar.</b>	: Arapça
<b>r<sub>c</sub></b>	:Kritik mesafe (Critical Distance)
<b>Q</b>	:Alıcı yönündeki kaynak yönlülüğü (source directivity in the receiver direction)

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de İslam dininin diğer dinlere göre daha yaygın olduğu bilinmektedir (Lapidus, 1997). Bundan dolayı Türkiye’de Müslümanların dini yapıları diğer dini yapılara nazaran daha çok ilgi görmekte ve daha sık inşa edilmektedir. Diğer yandan Türkiye’de Müslümanların ibadet ettikleri caminin sayısı yıllar geçtikçe artış göstermektedir. İlgili artış özellikle son 10 yıl içerisinde daha belirgin olup, her yıl yaklaşık 660 adet cami yapılıyorken 2010 yılından bu yana yıllık ortalama 1000 adete çıkmıştır (DİB, son erişim tarihi 2019).

Camilerde toplu ibadet etme, vaaz dinleme ve makamlı Kur’an okuma gibi hem konuşma hem de müzik amaçlı etkinlikler gerçekleşmektedir. Camide gerçekleşen en önemli ritüeller sırasıyla: namaz, vaaz ve hutbedir. Namaz müziğe dayalı; vaaz ve hutbe ise konuşmaya dayalı ritüellerdir. Camideki ritüellerin özelliklerine bakıldığında caminin, dinlemeye yönelik tasarlanmış bir mekân olduğu söylenebilmektedir. Camilerde yapılan ibadet ritüellerine bağlı olarak müziğin netliği ve bilgi aktarımına bağlı olarak konuşmanın anlaşılabilirliği önemli konulardan olup, akustik konfor koşullarının sağlanmasını gerektirmektedir ((Yüksel Z. , 2003); (Orfali, 2007); (Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016)).

Çağdaş camilerin fiziksel (boyut, iç kaplama malzemesi vs.) özelliklerinden dolayı caminin yansım süresi uzun olmakta ve gerçekleşen müziğe dayalı ritüellerde uhrevi, kutsal duyguyu yaşatarak müziğin canlılığı sıklıkla sağlanabilmektedir. Ancak, uzun yansım süresinden kaynaklanan gecikmeli yansımalar ve yankı gibi akustik kusurlar; konuşmaya dayalı ritüellerdeki konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir ((Kayılı M. , 2005); (Orfali, 2007)). Bu etkenler cami akustik konforunun sağlanmasını zorlaştırmaktadır.

Müslümanların kutsal kitabı Kur’an, Arapça dilinde yazılmıştır. Camilerde Kur’an’dan bölümler ilk önce Arapça okunur sonrasında ise caminin bulunduğu bölgeye göre dinleyicilerin ana dilinde açıklanır. Böylelikle camilerde konuşulan ana dil caminin bulunduğu bölgeye (ülkeye veya topluma) bağlı olup, ikinci dil ise her zaman Arapça’dır. Ana dili Arapça olan ülkeler bu sınıflandırmada istisna teşkil etmektedirler. Türkiye’deki camilerde ise, Türkçe ve Arapça dilleri konuşulmaktadır. Birden fazla dil konuşulan mekânlar çok dilli mekân olarak nitelendirilmektedir. Dolayısıyla camiler de çok dilli mekânlar grubunda yer almaktadırlar. Çok dilli mekânlarda her bir dil için konuşmanın anlaşılabilirliği açısından uygun akustik

koşulların sağlanması gerekmektedir ((Kang, 1998); (Kitapçı, 2016); (Potapova & Grigorieva, 2017)). Cami, bulunduğu bölgeye göre incelendiğinde çok dilli değil, **çift dilli mekân** (iki farklı dil konuşulan mekân) olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca camide konuşulan her iki dil konuşmacının ana dili olmamaktadır. Camilerde ana dilin yanında konuşulan **Arapça dili çoğu zaman konuşmacının iyi seviyede konuştuğu ve anladığı yabancı dil** olmaktadır.

Yukarıdaki bilgilerden anlaşılacağı üzere Türkiye’de her yıl yeni camiler yapılmakta olup, bu camiler aktif olarak kullanılmaktadırlar. Cami dinlemeye yönelik yapılmış diğer mekânlar gibi akustik konfor açısından önem taşımaktadır. Bundan dolayı Türk camilerinin, akustik anlamda, ayrıntılı incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu anlamda literatürde yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. En sık ele alınan konular ise: caminin akustik açıdan belgelenmesi ve iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi ((Ilban 2016); (Yıldırım, 2003); (Su ve Yılmaz, 2007); (Carvalho ve Freitas, 2011); (Kavraz, 2014); (Yiğit, 2017)), camide bulunan farklı mimari elemanların (mihrabın, iç mekân kaplama malzemelerinin, kubbe ve diğer tavan tiplerinin vs.) cami akustiğine etkisinin incelenmesi ((Elkhatteb vd. 2016); (Hafızah vd. 2015); (Ahmad, Din & Othman 2013); (Prodi, Marsilio, 2003; Kassim vd, 2014)), cami akustik konfor kriterlerinin belirlenmesi ((Kayılı, 1988); (Z. Karabiber, 2000); (Abdou, 2003); (Orfali, 2007); (Elkhateeb vd. 2016)) gibi özetlenebilmektedir. Bu çalışmalarda ağırlıklı olarak nesnel değerlendirmelerin yapıldığı tespit edilmiştir. Alanda ölçme ve hesap yöntemleri kullanarak nesnel parametrelerin (RT, EDT, D50, STI vs.) üzerinde akustik konfor değerlendirmesi yapılmıştır. Literatür derlemesi sonucunda konuşmanın anlaşılabilirliği açısından cami mekânının öznel değerlendirmesini yapan toplam 3 çalışma öne çıkmıştır: Türkçe dilinde hazırlanmış kelime ayırt etme testleri uygulayarak, Üretmen Selimiye Cami’deki; Erdem Muradiye Cami’deki; Yıldırım ise Eminönü Yeni Cami’deki konuşmanın anlaşılabilirliğini öznel açıdan incelemiştir (Üretmen, 1991); (Erdem, 1992); (Yıldırım, 2003). Türk cami akustiğinin konuşmanın anlaşılabilirliği açısından öznel değerlendirmenin az yapıldığı ve çok dilli mekân olarak hala incelenmediği görülmüştür. Buradan yola çıkılarak bu araştırmanın konusu **-2000 yılından itibaren Türkiye illerinin ortalama nüfusuna sahip bir kentte (Eskişehir’de) yapılan camilerin istatistiki değerlendirmesi sonucu belirlenen mimari ve teknik özelliklere (kapasite, boyut, biçim, vb.) ve ulusal ve uluslararası literatürde camiler için önerilen akustik kriterlere uygun olarak**

**bilgisayar ortamında modellenen- bir caminin akustiğinin Türkçe ve Arapça dilleri açısından öznel değerlendirmesi** olarak belirlenmiştir.

### **1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu tez çalışması kapsamında amaç, camilerdeki akustik koşulların Türkçe ve Arapça dilleri için konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini -kelime ayırt etme testleri uygulayarak- ortaya koymaktır.

Çalışmanın belirlenen amacı doğrultusunda;

- Çağdaş Türk Camilerin (Ç.T.C.) ortalama fiziksel özelliklerini belirlemek,
- Belirlenen ortalama fiziksel özelliklerini taşıyan örnek Ç.T.C. modelini geliştirmek,
- Ulusal ve uluslararası literatürde cami ve diğer dini yapılar için önerilen optimum akustik değerlerin karşılaştırmasını yaparak, oluşturulan cami modeli için optimum akustik koşulları belirlemek,
- Belirlenen koşulların sağlanması durumunda örnek Ç.T.C. modelinde konuşmanın anlaşılabilirliğini Türkçe ve Arapça dilleri üzerinden incelemek,
- Oluşabilecek farklılıkların etkenleri araştırmak, hedeflenmiştir.

Böylece camideki Türkçe ve Arapça dillerinin anlaşılabilirlik oranı ve anlaşılabilirlik açısından farkları belirleyerek literatüre katkı sağlanmış; konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik konforun sağlanmasında dikkate alınması gereken mevzuları öne çıkarılmıştır.

Araştırmanın kapsamı;

- **Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin geliştirilmesi,**
- Osmangazi Üniversitesi İlahiyat Fakültesi öğrencilerinden oluşan **5** kişilik (erkek) **vokal** ve en az **5** kişilik (hem kadın hem de erkeklerden oluşan) **dinleyici denek grubunun odyolog ve dilbilim uzmanı desteği ile oluşturulması,**
- Simülasyon ortamında, Türkçe ve Arapça dilinde hazırlanan 25 kelimelik fonetik dengeli kelimeler kullanılarak elde edilen oralizasyon kayıtlarının aktif gürültü kontrollü kulaklıklarla denek grubuna dinletilerek anlaşılabilirlik testinin **(kelime ayırt etme testi) laboratuvar ortamında uygulanması** şeklinde belirlenmiştir.

## 1.2. Çalışmanın yöntemi

Alan araştırması ile belirlenen Çağdaş Türk Cami ortalama fiziksel özelliklerine sahip ve literatürde camiler için önerilen optimum akustik konfor koşullarını sağlayan bir cami, alan çalışması için kullanılan örnek cami olarak belirlenip konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinden değerlendirilmiştir. Literatürde cami akustik konforunun önemini vurgulayan araştırmalara katkı sağlamak bu çalışmanın hedefleri arasındadır. Örnek caminin Çağdaş Türk Cami olmasının, bu çalışmada elde edilmiş verilerin doğruluğu ve geliştirilmiş modelin ilerideki cami akustiği üzerine yapılacak araştırma ve çalışmalarda kullanılabilirliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sebepten dolayı ve bu araştırmanın amacının doğrultusunda yöntem:

- Çalışma alanının belirlenmesi: Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin geliştirilmesi;
- Alan Çalışmasındaki vokal ve denek grubunun ve test materyalinin belirlenmesi;
- Türkçe ve Arapça dili için konuşmanın anlaşılabilirliği bakımından örnek Çağdaş Türk Cami modelinin incelenmesi;
- Alan Çalışmasının genel değerlendirmesi

olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanını belirlemek için **Türkiye illerinin ortalama nüfusuna sahip** Eskişehir’de bulunan ve 2000 yılından bu yana yapılan camiler fiziksel özellikler açısından incelemiştir. İncelemenin sonucunda elde edilen verilere göre 2019 yılında yapılacak bir caminin fiziksel özellikleri, istatistiki ortalama belirlenmesi ve trend analizi yöntemiyle tahmin edilmiştir. Belirlenen fiziksel özellikleri yanı sıra literatürde camiler için önerilen optimum akustik koşulları da sağlayan örnek Ç.T.C. modeli geliştirilmiştir. Örnek Ç.T.C. modelinin akustik tasarımı simülasyon program yardımıyla yapılmıştır.

Çalışma alanını belirledikten sonra örnek Ç.T.C. modelindeki akustik durumun öznel değerlendirmesi için **anlaşılabilirlik testi (kelime ayırt etme testi)** hazırlanmıştır. Anlaşılabilirlik testlerinin hazırlanmasında ve uygulanmasında katılım sağlayan vokal ve denek grupları, Osmangazi Üniversitesi İlahiyat Fakültesi öğrencilerinden oluşturulmuştur.

Çalışma alanı olarak geliştirilmiş cami, sanal bir cami olduğu için anlaşılabilirlik testlerinin oluşturulmasında sadece oralizasyon yöntemi kullanılmıştır. Oralizasyon

yöntemiyle oluşturulan kelime ayırt etme testleri, laboratuvar ortamında gürültü kontrollü kulaklıklarla deneklere dinletilmiştir.

Anlaşılabilirlik testlerinin sonucunda elde edilen veriler derlenmiş, karşılaştırılmalı olarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

### **1.3. Çalışmanın varsayımları**

Bu bölümde çalışmanın çıktılarını daha iyi bir şekilde değerlendirebilmek için bazı varsayımlar öne sürülmüştür. Önerilen varsayımlar aşağıdaki gibidir:

1- örnek Ç.T.C. modelinde kaynaktan uzak bölgelerde, kaynaktan çıkan sesin ses basınç düzeyinin mesafeye bağlı olarak düşmesinden ve ilgili bölgelerin yansımış ses alanında bulunmasından dolayı konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanamayacağı beklenmektedir.

2 - Türkçe dilinde olmayan ama Arapça dilinde sık kullanılan boğaz ve dilin kökü seslerinden dolayı Türkçe ve Arapça dilleri arasında konuşmanın anlaşılabilirlik farkının büyük olacağı beklenmektedir.

3 - Camiler, çift dilli mekân olarak ele alınmadığından dolayı konuşmanın anlaşılabilirliği bakımından akustik konforun ana dil (Türkçe) için sağlanacağı, yabancı/ ikinci (Arapça) dil için ise sağlanmayacağı beklenmektedir.

Tez çalışmasının sonucunda yapılan değerlendirmelere göre oluşturulan bu varsayımların doğruluğu teyit edilmiş ve “Alan Çalışmasının Genel Değerlendirmesi” kısmında açıklanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde tez çalışmasında izlenecek yönetime ilişkin literatürde bulunan temel kavramlar ve çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. İlk olarak, İslam ve diğer dinlerin Türkiye'deki yerinden bahsedilmiş, ardından Müslümanların ibadet mekânı olan caminin mimarisi ve akustik tasarımı hakkında bilgi verilmiştir. Sonrasında ise camideki konuşmaya dayalı eylemlere odaklanıp camilerde konuşulan Türkçe ve Arapça dillerinin akustik özellikleri incelenmiştir. Son olarak bu çalışmanın yönteminin belirlenmesinde yardımcı olan cami akustiği ve çok dilli mekânların akustiği üzerinde yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Cami akustiği üzerine yapılan çalışmalardan söz edilirken caminin akustik konforunun belirlenmesinde kullanılan akustik parametreler ve meydana gelebilecek akustik kusurlar hakkında kısa bilgi verilmiştir.

### 2.1. Dinler/ İslam Dini ve İbadet Mekânı Cami

İnsan ile diğer varlıklar arasındaki en temel farklardan biri, insanın bir inanca sahip olmasıdır. İnsan 'inanana' bir canlıdır (J. Hick/ çev. İ. Çetin, 1992). Din "insanın, insan-üstü kontrol edici bir gücü, özellikle de itaat ve ibadete layık olan şahsi tanrı veya tanrıları kabul etmesidir" (Concise Oxford Sözlüğü, 2019). Sosyolojik nitelikteki bir tanıma göre ise din, insanların çeşitli toplumlarda geliştirdikleri bir inanç, uygulama ve kurumlar koleksiyonudur (Kurt, 2008).

Din kutsal ve ahlaki öğeleri taşıyan, çeşitli ayin, uygulama, değer ve kuramlara sahip inançlar ve ibadetler bütünüdür. Dinlerdeki tanrı anlayışı altı gruba ayrılmaktadır. Bunlar; okuma yazma öncesi toplumdaki tanrı anlayışı; monoteizm (tek tanrıcılık); düalist (ikinci) tanrı anlayışı; politeizm (çok tanrıcılık); panteizm (kamu tanrıcılık) ve monizmdir (tekçilik).

*-Okuma yazma öncesi toplumlarda tanrı anlayışı* „yaratıcı, yönetici, her şeye gücü yeten ve her yerde hazır olandır; iyiyi mükâfatlandıran, günahkârı cezalandıran, âdil, ahlaki bir Tanrı'dır“ olarak karşımıza çıkmaktadır. İlgili dinin daha çok genel anlamında Yüce Varlıkla ilgili bir inanca sahip olduğu anlaşılmaktadır.

*-Monoteizmde*, tanrının tek olduğu ve Ondan başka ilahın olmadığı inanılmaktadır. İlk monoteizm inancında insanlar güneşi tanrı olarak kabul etmiştir. Günümüzde ise, İslam (Müslümanlık) ve Hristiyanlık (Katolik, Ortodoks ve Protestan dinleri) dünyada en yaygın (en çok takipçisi olan) monoteist dinlerdir.

-*Düalizmde* zıtlık durumu inancın prensibi olarak kabul edilmektedir. Zıtlıklar, gündüz ve gece, kaos ve yaratma, erkek ve kadın, doğum ve ölüm gibi örnekler içerir.

-*Politeizmde*, hayatın farklı dönemlerinde hükmeden birçok tanrının varlığına inanılır.

-*Panteizmde* ise her obje, ancak, içinde tanrısalmın ikameti sebebiyle vahyin bir objesi haline gelmesinin sonucunda ortaya çıkmış gibi görünmektedir.

-Son olarak *Monizm*, doğadaki her şeyin bir tek nedene ya da prensibe dayandığını, başka bir deyişle fiziksel ve ruhsal olaylar arasında büyük bir farkın olmadığını ileri sürmektedir (M. Dhavamony/ çev. F. Aydın, 2010).

Aynı inançlara sahip olan bireylerin bir araya gelip toplu şekilde ibadet etmeleri ve toplu ayinler yapabilmeleri için özel dini yapılara ihtiyaç duyulmuştur. Farklı dini yapılar farklı dinlere hizmet vermek için tasarlanmaktadır. Örneğin Hıristiyanlar kiliselerde, Yahudiler sinagoglarda, Müslümanlar ise camilerde toplu şekilde ibadet etmektedirler. Dini yapıların fiziksel özellikleri ilgili dinin inançlarına ve ibadet etme şekillerine göre değişmektedir. Monoteist dinlerdeki inançlar, özünde, birbirine benzediği için uygulanan dini ritüeller de birbirine benzemektedir. Ana prensip olarak monoteist dinlerdeki yapılarda gerçekleşen ritüeller: toplu ibadet etme ve dini adamların vaaz vermesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Collins vd. 2018). Bu tez çalışmasının ilgi alanı camiler olduğu için bundan sonra sadece İslam dini ve cami ibadet mekânı hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

### **2.1.1. İslam dini**

İslam, Müslümanların takip ettiği din olarak karşımıza çıkmaktadır. İslam kelimesi, *silm* (*Osmanlı döneminde*: kurtuluşa ermek, teslim olmak boyun eğmek) kelimesinden türetilmiş olup „boyun eğmek (inkıyâd) ve itaat etmek“ anlamını taşımaktadır (Sinanoğlu, son erişim tarihi mayıs 2019). Monoteist dinler grubuna ait olan İslam dininde tek tanrının, insan-üstü kontrol edici bir gücünün varlığına ve tanrının sözlerinin bir arada toplandığı kutsal kitaplara inanılmaktadır. Böylelikle Müslümanlar Allah'ı tek tanrı ve Kur'an'ı Allah'ın kitabı olarak kabul etmektedirler. Müslümanların kutsal kitabı Arapça dilinde yazılmıştır. Bu sebepten dolayı İslam dinindeki bütün ritüellerde Arapça dili kullanılmaktadır. Ayrıca İslam dini dünyada en çok takipçisi olan dinlerin arasında yer almaktadır. Coğrafi anlamda ve ülke nüfusuna bağlı olarak Arap yarımadasında (Suudi Arabistan, Kuveyt, Yemen, vs.), Kuzey Afrika



(Mısır, Cezayir, Mali, Nijer, Nijerya, Gine, Libya, Tunus, vs.), Ortadoğu (**Türkiye**, Irak, Suriye, Azerbaycan, Ürdün, vs. ) ve Orta Asya (Pakistan, İran, Türkmenistan, Afganistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, vs.) bölgelerinde İslam dininin diğer dinlere göre daha belirgin olduğu görülmektedir (Lapidus, 1997). Türkiye nüfusunun büyük çoğunluğu İslam dinine mensuptur. Bunun için Türkiye’de İslam üzerinde yapılan araştırma ve çalışmalar toplum için önem taşımaktadır. Bu tez kapsamında yapılan çalışma, Türk toplumunda ibadet mekânındaki akustik konforun farkındalığını arttırmak ve ibadet mekânlarında bu konunun önemini vurgulamak açısından katkı sağlayacaktır.

### 2.1.2. İslam dini ibadet mekânı- cami

**Cami**, İslam dinine mensup insanların (Müslümanların) ibadet ettikleri mekân olarak tanımlanır (DİB, son erişim tarihi 2019). Türkiye’de sadece küçük ibadet mekânlarını ve mahalle camilerini ifade eden **mescid**; İran, Hindistan, Arabistan gibi bölgelerde cami manasında kullanılmaktadır. Örneğin Medine’de Mescid-i Nebevî, Kudüs’te Mescid-i Aksa, İsfahan’da Mescid-i Cum’a vb. Ulucami veya selatin camii manasında yaşamaya devam etmektedir.

Camiler, caminin konumu ve karşıladığı hizmete göre çeşitlendirilmektedir. Ulu cami olarak bilinen binalar şehirdeki en büyük ve sanatsal değeri yüksek olan camilerdir. Mahalle merkezinde bulunan; günlük ibadetleri, cenaze, tâziye, tesbih, nikâh, yağmur duâsı ve mevlidlerin yapıldığı mescitlere mahalle cami olarak isimlendirilmektedir. İbadet yeri haricinde medrese, yemek pişirilen ve dağıtılan yer, misafirhane, hastane, hamam, han, çarşı, mum imalathanesi ve boyahane gibi mekânları bulunan, dinî ve ticarî kurumlarının bir arada olan yerlere külliye cami olarak bilinmektedir. Eski zamanlarda şehirlerin korunmasına ve savunmasına tahsis edilen kale; uzun kervan yolculuklarında mola verilen, kervansaray; ticarî yerler ile esnaf ve sanatkâr hanları gibi yerlerde yapılmış camilere han cami denilmiştir (Akın, 2016).

Camilerde tanrıya tapınma ritüelleri (namaz) ve dini konuların aktarımını içeren (vaaz, hutbe) çeşitli ritüeller gerçekleştirilmektedir. İlgili ritüellerdeki kaynak- alıcı konumları ve yönleri, çeşitli mimari elemanların (kible duvarı, mihrap, minber vb.) konumlarıyla belirlenmektedir. Camilerin mimarisinde yer bulan bu elemanlar, camideki ritüeller ve ritüellerde kullanılan dile bağlı mekânın çok dilli (çift dilli) kullanım durumu aşağıda kısaca açıklanmıştır.

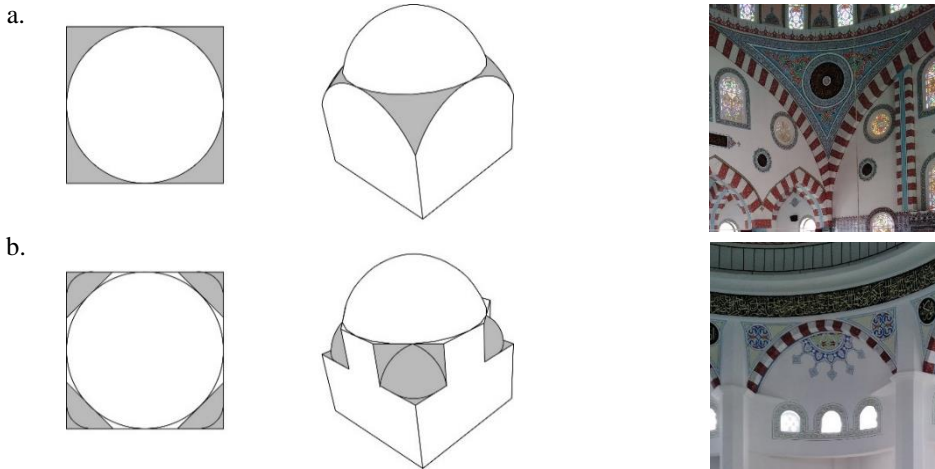
- **Cami mimarisi:**

Cami bir ibadet mekânı olarak mimari açıdan zengindir. Çoğunlukla rastlanılan mimari elemanlar sırasıyla kible duvarı, harim, kubbe, pandantif, tromp, mihrap, minber, kürsü, hünkar mahfil, müezzin ve kadın mahfilidir.

-*Kible duvarı:* Her caminin yönü Mekke’de Harem-i Şerif diye anılan büyük caminin avlusunda bulunan Kâbe’ye (Müslümanların ilk ve en kutsal dini mekânına) göre belirlenir. Kâbe yönü kible olarak adlandırılmaktadır. Coğrafi özelliklere göre Kâbe, Türkiye’nin güney-doğu yönünde bulunduğundan dolayı Türkiye’deki bütün camiler güney-doğu yönüne dönük şekilde yapılır. Caminin Kâbe’ye bakan duvarı **kible duvarı** olarak adlandırılmaktadır.

-*Harim:* Yabancı dillerde **sahn** olarak adlandırılan caminin ana ibadet mekânı Türkçe dilinde **harim** olarak isimlendirilmiştir. Böylelikle caminin ortasında bulunan geniş bir alana ana veya orta harim, yandakilere de yan harim denilmektedir. Caminin mimarisinde sık rastlanılan mimari eleman ana **kubbenin** altında ana harim bulunmaktadır (Semavi, son erişim tarihi haziran 2019).

-Genellikle caminin ana mekânı dikdörtgen ya da kare planlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Kare bir planın üzerinde kubbe için **pandantif** ve **tromp** (trompe/ squinch) gibi mimari elemanlar kullanılmaktadır: pandantif küresel ters üçgen biçimli; tromp ise tonoz biçimli geçiş mimari elemandır (Görsel 2.1.). Tromp örtülecek mekânın köşelerine yerleştirilmekte ve böylece mekânın planını sekizgen hale getirip kubbenin oturtulması için daha elverişli bir alt yapı hazırlamaktadır (İnşaat Teknolojisi Teknik notu, son erişim tarihi haziran 2019).

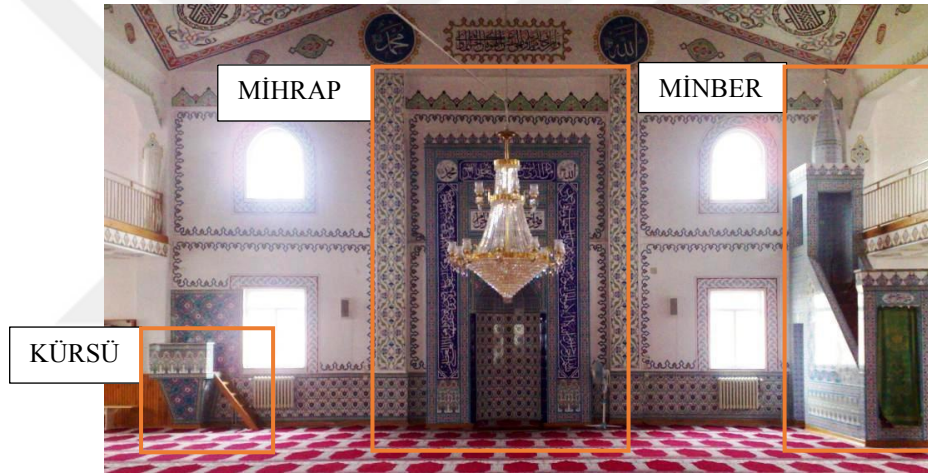


**Görsel 2.1.** Cami mimari elemanları: a. Pandantif (örn: Eskişehir Batıkent Eyüp Sultan Camii); b. Tromp (örn: Eskişehir Vadişehir Mahmutoğlu Camii)

-*Mihrap* kible duvarında, çoğu zaman kavisli bir girinti (niş) biçiminde bulunmaktadır. Namaz vakitlerinde imam (cemaatle kılınan namaza önderlik eden kimse) mihrapta bulunarak namaz kıldırılmaktadır. Mihrap, caminin en süslü elemanıdır (Erzincan, son erişim tarihi 2019) (Görsel 2.2).

-*Minber*: “bir kapı kemerinin arkasından basamakla çıkılan ve en üst noktasında dört ince sütun veya direğe oturan bir külah ile örtülmüş loca biçiminde bir ‘köşk’ ten ibarettir”. Kible duvarına yaslanmış olup mihrabın sağ tarafında konumlanmaktadır (Semavi, son erişim tarihi haziran 2019) (Görsel 2.2.).

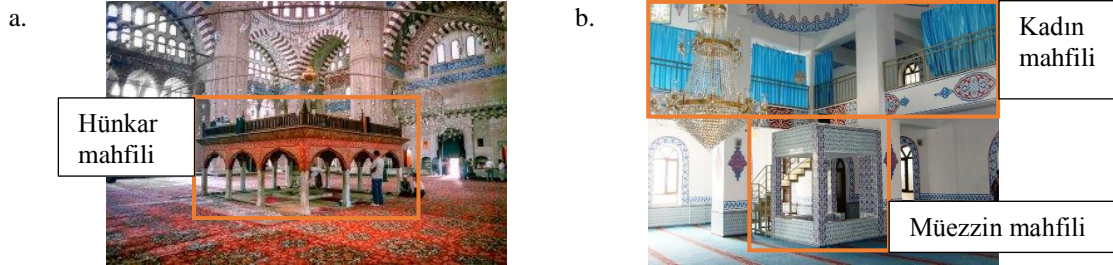
-*Kürsü*: yerden birkaç basamak kadar yükseltilmiş platform biçimindeki mimari elemanıdır. Dini konuların aktarımında imamın durduğu yerdir (Çoruhlu, son erişim tarihi haziran 2019) (Görsel 2.2.).



**Görsel 2.2.** Cami mimari elemanları: Kürsü, Mihrap ve Minber (örn. Eskişehir 71 Evler mh. Zümrüt Camii)

-*Hünkar, kadın ve müezzin mahfilleri*: Camilerde hünkarların, müezzinlerin ve kadınların ibadet ettikleri yer özelleştirilip farklı şekilde yapılmaktadır. Osmanlı döneminde, hükümdarların namaz kıldığı yer özelleştirilip loca şeklinde yapılıyordu. Bu özel localara hünkar mahfili denilirdi. Genellikle yerden yükseltilmiş platform olarak tasarlanırdı ve dışarıya doğrudan bağlantılı olacak şekilde caminin sol köşesinde yer alırdı. Fakat çağdaş camilerde artık hünkar mahfili yapılmamaktadır. Müezzin, namaza çağırıcı, ibadet esnasında değişikliklerden haber eden ve zikir çektiren kişi için özel yer tasarlanmaktadır. Müezzinlerin namaz kıldıkları yer çoğu zaman yerden yükseltilmiş ve alçak korkulukla çevrilmiş platform biçiminde karşımıza çıkmakta ve müezzin mahfili olarak adlandırılmaktadır. İslam dininde kadınlar her zaman son sıralarda (saflarda) bulunmak üzere erkekler ile aynı sırada durup namaz kılmamaktadırlar. Kadınların

namaz kıldıkları yere kadın mahfili denmektedir. Çağdaş camilerde kadın mahfili ya ana harim ile aynı seviyede olup arka sağ köşede alçak korkuluk ya da perde ile çevrilmiş, ya da caminin ana mekânın içinde asma kat biçiminde olmaktadır (Tahman, son erişim tarihi haziran 2019) (Görsel 2.3.).



**Görsel 2.3. Cami mimari elemanları:**

a. *Hünkar mahfili* (örn: Edirne Selimiye Camii) (Tahman, son erişim tarihi haziran 2019);

b. *Müezzin mahfili ve Kadın mahfili* (örn: Eskişehir Yenikent mh. Kalabak Camii)

-*Minare*: ise caminin dışında bulunan ama çoğu zaman içeri ile doğrudan bağlantılı olan mimari elemandır. Teknolojinin gelişiminden önce müezzinler insanları namaza çağırmak için minarede bulunan şerefeye (balkon biçimindeki bir mimari elemana) çıkıp namaz çağrısını (ezanı) yaparlardı. Bundan dolayı minarenin çıkışı doğrudan ana harime bağlı olmasına özen gösterilirdi. Fakat teknolojinin gelişimiyle şerefeden ezanın okunması kalkmıştır ve seslendirme sistemine geçiş yapılmıştır. Bu sebepten dolayı minarenin işlevi yitirmiş fakat yapılışı halen devam etmektedir (Semavi, son erişim tarihi haziran 2019).

Mimari elemanları anlatırken cami ritüellerinin esnasında kaynakların ve alıcıların konumlarından ve yönlerinden kısaca bahsedilmiştir. Bir sonraki bölümde cami ritüelleri daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmış ve dinlemeye yönelik tasarlanmış bu mekânın ritüelleri esnasında kaynak- alıcı ilişkileri daha ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

- **Camideki dini ritüeller:**

Camilerdeki ana ritüeller arasında toplu ya da bireysel namaz kılınması, ilahi söylenmesi, vaaz ve hutbe dinlenmesi ve toplu zikir gibi hem konuşmaya hem de müziğe dayalı ritüeller yer almaktadır. Dinlemeye yönelik tasarlanmış bu mekânda konuşmanın anlaşılabilirliği ve müziğin netliği önemli konulardan biri olup bu durum ilgili mekânlardaki akustik konforun önemini göstermektedir.

Camilerde en sık rastlanılan eylemler sırasıyla: *namaz, hutbe ve vaaz* olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu ritüellerden çalışmanın amacına uygun olarak hem Türkçe hem de Arapça dilinin kullanıldığı ritüeller belirlenmiştir.

**Namaz** hem bireysel hem de toplu şekilde gerçekleşen bir ritüeldir. İlgili ibadet camilerde, toplu bir şekilde, günde en az beş kez gerçekleşmektedir. Namaz esnasında hem kaynak (imam) hem de alıcı (cemaat) kible duvarına dönük bir şekilde durmaktadırlar. Namazda Kuran'dan çeşitli bölümler (ayet, sure) ve Arapça duaları makamlı (melodik) bir şekilde okunmaktadırlar. İlgili eylemin esnasında başka bir dil kullanılmadığı için bu çalışmanın kapsamına girmeyip, daha ayrıntılı anlatılmamıştır.

Camilerdeki ritüeller arasında yer alan **Hutbe** “bir topluluk karşısında yapılan etkileyici konuşma” (Baktır, son erişim tarihi 2019) ve **Vaaz** “öğüt vermek, uyararak, sakındırmak” (Cirit, son erişim tarihi haziran 2019) anlamı taşımaktadır. Her iki eylem bir kişinin (hoca) tarafından yönetilmektedir. Hem hutbe hem de vaaz hoca tarafından yapılır, içeriği dini ve ahlaki konulardan oluşmaktadır. Nasihatler toplumun ana dilinde gerçekleşmektedir. Fakat dini açıdan anlatılan konuların doğruluğu ispatlamak adına Kur'an parçaları (Kur'an'dan ayetler), Arapça duaları ve Arapça hadisleri (İslam dininin en büyük dindar ve Müslüman topluluğun lideri olarak bilinen kişinin (peygamberin) sözlerini, fiillerini ve tasviplerini ifade eden cümleler (Kandemir, son erişim tarihi haziran 2019)) de kullanılmaktadır. Anlaşıldığı üzere hutbe ve vaaz esnasında hem Türkçe hem de Arapça aktif olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla ilgili ritüeller çalışmanın kapsamına uygun olup, aşağıda kapsamlı olarak incelenmiştir.

**Hutbe** “hoca” (hutbeyi okuyan kimse) tarafından her cuma ve dini bayramlarda verilen özel bir öğüttür. Cumhuriyet döneminin ilk zamanlarında, hutbelerin içeriği siyasi konuları içeriyordu. Zaman geçtikçe dinin hayattaki yeri evrimleşti; böylelikle hutbenin önemi ve konusu değişmiştir. Son yıllarda camilerdeki hutbelerin konuları “birlik ve beraberlik sosyal dayanışma ve bütünleşmeyi sağlayıcı, kolektif bir şuuru ortaya çıkarıcı ve toplumsal uzlaşmayı canlı tutucu” olarak seçilmektedir (Yıldırım, 2003). İlk dönemlerdeki hutbeler sadece Arapça dilinde verilmiştir. Fakat 1925 yılında hutbelerin sadece Türkçe okunması dönemin bir milletvekili tarafından istenmiştir. Sonraki bir kaç yıl içerisinde bu uygulama hayata geçirilmeye çalışılmıştır. 1932 yılında İstanbul'da Süleymaniye Camii'nde tamamı Türkçe olan bir hutbe okunduysa da bu uygulama devam ettirilmemiştir. Sonradan alınan bir kararla camilerde hutbelerin hem Türkçe hem de Arapça dilinde okunması karar verilmiştir. Hutbeler interaktif bir konuşma biçimi değildir. Hutbe okunurken dinleyicinin konuşması yasaktır (Baktır, son erişim tarihi 2019). Camideki toplu şekilde gerçekleşen bütün ritüeller (kadınların özel toplandıkları eylemler haricinde) erkek tarafından yönetilmektedir. Hutbe okunurken

kaynak (hoca) minberin üst basamaklarından birinde durmaktadır. Minberin yüksekliği genelde 1 ile 3 metre arası olup (Uysal, 2015) camiden camiye değişiklik göstermektedir. Hocanın ağız yüksekliği 1,5 m ile 1,75 m arası alınır, hutbe zarfında kaynağın 2,5 m ile 4,75 m arası olacağı hesaplanabilir. Hutbe sırasında dinleyiciler, kible duvarına dönük bir şekilde oturmalarıdır. Kibleye dönük şekilde oturulmanın sebebi ise herhangi dini kurala göre belirlenmemiştir. Bu durumun sebebi aslında zamanla alışkanlık haline getirilen bir davranış olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylelikle dinleyiciler kible duvarına dönük bir biçimde öğüdü dinlemektedirler. Yerde oturan bir erkeğin kulak mesafesi 0,8 m ile 0,9 m arasındadır (Eldien & Al Qantan, 2012) (Khabiri, Ahmad, & Kandar, 2013) (Abdou, 2003). Dini açıdan hutbeyi dinlemek ve hutbeden sonraki namazı kılmak erkeklere zorunlu, fakat kadınlara zorunlu değildir. Bu sebepten dolayı hutbe ve hutbe sonraki namazda kadınların katılımı kendi arzularına bağlıdır (Şentürk & Yazıcı, 2014). Yukarıdaki sebeplerden dolayı hutbe zamanlarında camilerde dinleyici olarak sadece erkekler bulunmaktadır.

**Vaaz** “dinî konularda cemaati aydınlatarak mânen gelişmesini sağlamak amacıyla din âlimlerince ibadet mahallerinde yapılan konuşma” olarak tanımlanmaktadır (Cirit, son erişim tarihi haziran 2019). Toplumun “dini ihtiyaçları karşılayıcı, eğitici, müjdeleyici, öğretici, kötülüklerden sakındırıcı ve toplum bütünleştirici” nitelikte olmaktadır (Yıldırım, 2003). Hutbede olduğu gibi vaaz veren kimse erkek olmaktadır. Vaaz verilirken vaiz (vaaz veren kimse) kürsüde/ vaiz kürsüsünde oturarak nasihat etmektedir. Kürsülerin yükseklikleri camiden camiye değişmektedir. Genellikle birkaç basamaklı kürsüler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kürsü içinde ise bir oturma birimi (sandalye) bulunmaktadır (Uysal, 2015). Böylelikle kürsüden konuşan vaizin yerden ağız mesafesi kürsü yüksekliği artı sandalye üzerinde oturan erkeğin yerden ağız mesafesi (1,2 m) kadar olmaktadır. Vaaz dinleyen kimse (erkek/ kadın) yerde oturarak dinlemektedir. Caminin kişi kapasitesi tam olduğu durumlarda, hutbedeki olduğu gibi, dinleyicinin kible duvarına dönük biçimde, aksi durumlarda gelişigüzel bir düzende oturmaktadırlar. Yerde oturan kimsenin kulak mesafesi 0,8 m ile 0,9 m arasındadır (Eldien & Al Qantan, 2012) (Khabiri, Ahmad, & Kandar, 2013) (Abdou, 2003).

Yukarıda anlatıldığı gibi camilerde birden fazla dil kullanılmaktadır. Birden fazla dilin konuşulduğu mekânlar ayrı bir başlık altında olup aşağıda açıklanmıştır.



- **Çok dilli/ Çift dilli mekân olarak cami**

Bir mekânda aktif olarak en az iki farklı dil konuşulursa, ilgili mekân çok dilli mekân olarak adlandırılmaktadır (Kitapçı, 2016). İki ya da üç farklı dilin konuşulduğu mekânlar için farklı terimler mevcut olup iki farklı dil konuşulan mekân –çift dilli- (bilingual), üç farklı dil konuşulan mekân ise -üç dilli- (trilingual) mekân olarak tanımlanmaktadır. Yabancı dil eğitimi verilen derslikler, uluslararası havalimanları, uluslararası nitelikteki etkinlikleri barındıran mekânlar (konferans salonları, tiyatrolar, çok amaçlı salonlar vs.) çok dilli mekânların arasında yer almaktadır. Camilerde, aktif olarak, iki farklı dil (örn: Türkçe ve Arapça) konuşulduğu için çok dilli -çift dilli- mekân olarak nitelendirilmektedir. Çok dilli mekânlar çoğunlukla dinlemeye yönelik yapılmaktadır. İlgili mekânlarda her konuşulan dil için konuşmanın anlaşılabilirliği açısından yeterli akustik konforun sağlanması arz etmektedir (Houtgast & Steeneken, 1984), (Kang, 1998), (Tavares, Rajagopalan, & Sharma, 2009), (Zhu, Mo, & Kang, 2014), (Kitapçı, 2016).

Camilerde Türkçe ve Arapça konuşmalarının anlaşılabilirlik yüzdesini ölçmeden önce ilgili dillerin işitsel özelliklerinin araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebepten dolayı bir sonraki bölümde ses ve dil çeşitlerinden bahsedilip Türkçe ve Arapça dillerinin yapısal ve işitsel özelliklerinden söz edilmiştir.

## **2.2. Ses, Dil ve Çeşitleri/ Türkçe ve Arapça Dilleri**

Kur'an Arapça dilinde yazılmış olduğundan dolayı, Türkiye'deki camilerde Türkçe dilinin yanı sıra Arapça dili de aktif olarak kullanılmaktadır. Bu bölümde, Türkçe ve Arapça dillerinden bahsedilmiştir. İlk olarak sesin ve dilin tanımı verilip Türkçe ve Arapça dilleri anlatılmış ve karşılaştırılmıştır.

### **2.2.1. Ses ve ses türleri**

Ses dilin en küçük, en yalın ögesi olarak tanımlanmaktadır. Ses bir titreşim olup kendi dalgalarıyla işitme sinirlerine çarparak işitme olayının gerçekleşmesini sağlamaktadır. İnsanların üretebileceği seslerin 85-1100 Hz arasında iken işitme duyarlılığı 20 ile 20 000 Hz arasında olmaktadır (Kuttruff, 2009). İnsanlar binlerce farklı ses çıkartabiliyor olsa da her çıkarıldığı değişik ses yazı dilinde gösterilmemektedir. Böylelikle konuşma ve yazı dilini kolaylaştıran bazı temel sesler esas olarak alınmaktadır. Ses çıkarımında, konuşmanın gerçekleşmesinde diyafram, göğüs boşluğu, karın kasları, akciğerler, gırtlak, ses kırışleri, burun, geniz, damak, diş ve diş etleri,

dudaklar gibi organlar büyük önem taşımaktadırlar (Demircan, 1996). Konuşmayı sağlayan bütün organların hepsine ses aygıtı adı verilmektedir (Güler & Hengirmen, 2005).

Sesler iki gruba ayrılmaktadır: ünlü ve ünsüz sesler. Sesin çıkarılma şekline bağlı olarak ünlü ve ünsüz sesler birbirinden farklı olmaktadır. Ağız boşluğunda ya da ses yolunda engele çarpmadan çıkarılan seslere ünlü; engele çarparak çıkarılan seslere ünsüz ses denmektedir. Ünsüz sesler telaffuz edilirken soğuk bir sürtünme, patlama ya da titreşim ile çıkartmakta olup gürültü yapmaktadır. Ünsüz seslerden farklı olarak ünlü seslerin söyleyişinde bir engelle karşılaşmadığı için gürültü duyulmamaktadır. Bu sebepten dolayı ünlü sesler gürültüsüz, ünsüz sesler gürültülü sesler olarak tanımlanmaktadır (Güler & Hengirmen, 2005), (Pilancı, 2011).

Ünlü sesleri belirli ölçütlere bağlı olarak sınıflandırmak mümkündür. Havanın çıkış noktası önemli ölçütlerden biridir. Örneğin ağızdan ve burnundan çıkan sesler iki farklı sınıf oluşturur. Dudak durumu, ağız boşluğundaki açıklık- kapalılık durumu ve süre gibi etkenler de ünlü seslerin sınıflandırılmasında büyük önem taşımaktadır. Ünlü seslerin grupları dudak durumuna bağlı olarak düz ve yuvarlak; ağız açıklık durumuna bağlı olarak geniş ve dar; süreye bağlı olarak ise uzun ve kısa ünlü sesler şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Ciğerden gelen havanın karşılaştığı engele bağlı olarak sesler de farklılaşmaktadır. Böylelikle ünlü seslerin söyleyişinde damak etkeni de önem taşımaktadır. Ön ve art damak olmak üzere ünlüler ön ünlü (kalın) ve art ünlü (ince) olarak ikiye ayrılmaktadır (Pilancı, 2011).

Ünsüz seslerin sürekliliğine göre sınıflandırıldığı zaman sesler: süreksiz (patlayıcı) ve sürekli (akıcı, sızıcı) olarak ayrılmaktadır. Bunun yanı sıra ünsüz seslerin sınıflandırılmasında ünlü seslerdeki ölçütlerin aynısı kullanılmaktadır. Böylelikle ünsüz seslerin oluşum noktasına bağlı olarak diş- dudak; ünsüzleri, çift dudak; diş eti- damak; dil ucu- diş; ön damak ve art damak ünsüz sesleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra ağız, geniz, gırtlak, dilin kökü ve boğaz ünsüz sesleri de vardır. Yukarıdaki sesler şu şekilde oluşmaktadır:

*-Ağız seslerinin oluşumu:* Burundan hava akışı engellenmişse, örneğin küçük dil ile kapatılmış ise, ses ağızdan çıkmaktadır.

*-Geniz seslerinin oluşumu:* Burun hava akışı sorunsuz bir şekilde sağlamışsa, burun yolu açıksa, o zaman ses burnundan çıkmaktadır. Bunun gibi seslere geniz ünsüzleri denmektedir.



-*Gırtlak seslerinin oluşumu:* Ağız ve geniz ünsüzlerinin yanı sıra gırtlak ünsüzleri de vardır. Bu tür ünsüzlerin söyleyiş sırasında ciğerden gelen hava gırtlakta tıkanmaktadır.

-*Dilin kökü seslerinin oluşumu:* Söyleyiş sırasında ciğerden gelen hava dilin kökünde tıkanırse oluşan seslere dilin kökü sesleri denmektedir.

-*Boğaz seslerinin oluşumu:* Söyleyiş sırasında ciğerden gelen hava boğazda engelle karşılaşırsa boğaz sesleri oluşur (Pilancı, 2011).

### **2.2.2. Dil ve dil türleri**

İşlev açısından dil, iletişim aracı ve insanları diğer canlılardan ayırt edici özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Dil sayesinde insanlar aralarındaki bilgi, fikir vb. alışverişi mümkün kılınmıştır. İnsanlar arasındaki iletişim mimikler, jestler, çeşitli işaretler ve sesler kullanılarak da gerçekleşmekte olsa da sıralanan iletişim yöntemlerden hiçbiri dilin işlevini bütün olarak karşılayacak zenginlikte olmamaktadır (Pilancı, 2011). Zaman içinde topluluk gelişimi ile diller değiştirilmiş ve çeşitlendirilmiştir (Huber, 2008). Böylelikle farklı diller ortaya çıkmıştır. Sağlıklı bir iletişimin kurulması için konuşma sırasında her iki tarafın yeterli dil bilgisine sahip olmalarına bağlıdır (Pilancı, 2011). Karşıdaki insanın konuştuğu dili bilinmediği takdirde ilgili konuşma gerçekleşemez hale gelmektedir (Pilancı, 2011). Ayrıca dil, toplumun sosyal etkileşiminde, toplumların kimlik ve kültür gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Janson, T./ çev. Doğan, M., 2016).

Bazı dillerin ortak özellikleri bulunmaktadır. Bu benzerlikler tesadüfen ortak, dillerin yapı bakımından aynı ya da dillerin konuşulduğu bölgenin aynı olmasından dolayı meydana gelmektedir. Diller iki farklı dilbilimsel sınıfa ayrılır: köken bakımından ve yapı bakımından. Yapı bakımından tek heceli diller, bükümlü/ çekimli diller ve eklemli diller olarak karşımıza çıkmaktadır.

-Tek heceli dillerde her sözcük bir morfemdir. Sözcüklere ek konmamakta ve çekim yapılmamaktadır. Sözcüklerin sayısı sınırlı olduğundan dolayı tek sözcük birden fazla anlamı taşımaktadır. Kelime anlamları cümledeki yerine ve telaffuzun vurgusuna bağlı olarak değişmektedir.

-Çekimli/ bükümlü dillerde sözcükler birden fazla morfemden oluşmaktadır. Bu tür kelimelere başına ya da sonuna ekler eklenmektedir. Ekler sayesinde kelimenin anlamı ya da görevi değişmekte olsa da kökteki ses değişmemektedir.

-Eklemlilerde ise bir sözcük bağımsız ya da bağımlı pek çok morfe içeribilmektedir. Bu tür dillerde sözcükler türetilmektedir. Kelime çekimlenirken ünlü harfler değişime uğrarken ünsüz harfler korunmuş şekilde kalmaktadırlar (Fischer, S. R./ çev. Güvenç, M., 2015); (Janson, T./ çev. Doğan, M., 2016).

Köken bakımından incelendiğinde “Aile ağaçları” denilen dil grupları ortaya çıkmaktadır. Dil aileleri arasında Hint- Avrupa, Hami- Sami, Bantu Dilleri, Çin- Tibet Dilleri, Ural-Altay Dilleri vb. bulunmaktadır (Fischer, S. R./ çev. Güvenç, M., 2015). Bir dil ailesi oluşurken dillerin ses yapısı, şekil yapısı, cümle yapısı, köken bilgisi ve ortak kelimelerin varlığı araştırılmaktadır. Köken bakımından sınıflandırılmış dillerin soy ya da ırk birliği aranmamaktadır. İlgili diller bir ana dilden türetilmiş fakat “zaman içinde değişip başkalaşmış dillerdir (örn: Fransızca ve Rumen dilleri Latince'den türemiştir)” (https://www.1, son erişim tarihi haziran 2019).

Ses ve dil türleri araştırmasında, aşağıda Türkçe ve Arapça dilleri üzerine odaklanılmıştır. İlgili diller yapı, köken ve ses oluşum yerleri bakımından ayrıntılı incelenmiştir.

### 2.2.3. Türkçe ve Arapça dilleri

**Türkçe dili:** Türklerin ana dili olan Türkçe, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nde de resmi dil olarak kullanılmaktadır. Bu ülkelerin dışında Türkçe dili Bulgaristan, Makedonya, Yunanistan, Kosova, Romanya, Azerbaycan, Suriye ve Irak ülkelerinde de konuşulmaktadır. Köken bakımından Türkçe Ural-Altay dil ailesinde yer almaktadır. Yapı bakımından ise Türkçe dili bir eklemlilerdir (Fischer, S. R./ çev. Güvenç, M., 2015).

Türkçe dilinde 29 ses bulunmaktadır (Tablo 2.1.). İlgili seslerin arasında 21 tane ünsüz ve 8 tane ünlü ses yer almaktadır.

**Tablo 2.1.** Türkçe alfabesi

A	B	C	Ç	D	E	F	G	Ğ	H	I	İ	J	K	L
M	N	O	Ö	P	R	S	Ş	T	U	Ü	V	Y	Z	

Ünlü harflerin hepsi (a, e, i, ı, o, ö, u, ü) ağız boşluğunda oluşmaktadır. Türkçe’deki hiçbir ünlü harf gırtlakta ya da genizde oluşmamaktadır. Bazı yabancı sözcüklerde hariç Türkçe dilindeki bütün ünlü sesler kısa okunur (Güler & Hengirmen, 2005). Standart Türkçe’de ünsüz seslerin arasında hem geniz hem de gırtlak sesler mevcuttur. Gırtlak ses olarak sınıflandırılabilen tek harf, “h” harfidir. Genizde oluşan

ünsüz sesler ise “m” ve “n” sesleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Çok yaygın olmasa da Türkçe’de sızıcı sesler de mevcuttur: “f”, “v”, “j” gibi (Pilancı, 2011).

**Arapça dili:** Arapça dili dünyanın yaygın dillerinden birisidir. En çok Körfez ve Kuzey Afrika bölgelerinde kullanılmaktadır. Suudi Arabistan’ın yanı sıra: Mısır, Cezayir, Irak, Sudan, Yemen, Suriye, Fas, Tunus, Lübnan, Filistin, Umman, Katar vb. ülkelerinde ana dil olarak konuşulmaktadır (Çetin, son erişim tarihi haziran 2019). Köken bakımında Hami-Sami dillerin arasında yer almaktadır. Yapı bakımından ise bükümlü/ çekimli olarak sınıflandırılır (Fischer, S. R./ çev. Güvenç, M., 2015).

Arapça dilinde 28 harf bulunmaktadır (Tablo 2.2.).

**Tablo 2.2.** Arapça alfabesi

ا	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش	ص
Elif	be	te	se	cim	ha	Hı	dal	zel	ra	ze	sin	şin	sad
ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	و	ه	ى
Dad	tı	zı	ayın	gayın	fe	kaf	kef	lam	mim	nun	vav	he	ye

Harfler ünsüz ve cevf (ünlü) harflere ayrılmaktadır. Cevf harfler boğaz ve ağız boşluğunda herhangi engelle rastlanmadan telaffuz edilen harflerdir: vâv „و“; yâ „ی“ gibi. Bu iki harf yarı seslidir. Geriye kalan 26 harf ise hareke işaretinin yardımıyla seslendirilmektedir. Hareke işaretleri çeşitli olup kısa ve uzun ünlüleri ifade edebilmektedir (Dr. ez-Züvey, A. M. Sâlim / çev. Hanay, Necattin, 2013); (Aydın, 2010). Arapça dilindeki seslerin çoğu ağız boşluğunda oluşmaktadır. Ağız boşluğunun yanı sıra boğazdan, genizden, dil kökünden ve gırtlaktan çıkan sesler de mevcuttur (Tablo 2.3.).

**Tablo 2.3.** Arapça’da boğazdan, genizden, dil kökünden ve gırtlaktan çıkan sesler

Ses	Oluşum yeri	Ses	Oluşum yeri
ح (ha ), خ (hı), ع (ayın)	Boğaz	غ (gayın), ق (kaf)	Dilin kökü
م (mim), ن (nun)	Geniz	ه (he),	Gırtlak

Üst ve alt dişlerin arasında dilin yerleşmesiyle çıkarılan „ث“ (se) ve „ذ“ (ze) sesleri ıslıklı seslerdir. „ض“ (dad) harfi ise sadece Arapça ’ya özgü bir sestir. Başka dillerde karşılığı olmayan bu sestten dolayı Arapça diline Dad dili denilmiştir (Aydın, 2010).

**Köken, yapı ve ses oluşumu bakımından Türkçe ve Arapça dilleri arasındaki farklar:** Türkçe ve Arapça dilleri köken açısından birbirinden farklı olan iki dildir. Doğal olarak da aralarında yapısal farklılıklar da bulunmaktadır. Arapça ile Türkçe sesleri incelendiğinde isim olarak farklı ama telaffuz olarak aynı ya da benzer toplam 15 tane (“b, c, d, f, h, k, l, m, n, r, s, ş, t, z, y”) ortak sesin olduğunu görülmektedir. Aralarında ortak sesler olsa da telaffuz olarak bu iki dil birbirinden oldukça farklılık göstermektedir (Tablo 2.4.).

**Tablo 2.4.** Köken, yapı ve ses oluşumu bakımından Türkçe ve Arapça dilleri arasındaki fark

DİL	İSİM			TÜRKÇE	ARAPÇA
	TÜR	köken bakımında		Ural-Altay	Hami-Sami
		yapı bakımında		eklemli	bükümlü/ çekimli
HARF	ÜNLÜ	OLUŞUM	ağız	✓	✓
			dilin kökü	✗	✓
		UZUNLUK	uzun	✗	✓
			kısa	✓	✓
	ÜNSÜZ	OLUŞUM	ağız	✓	✓
			boğaz	✗	✓
			geniz	✓	✓
			gırtlak	✓	✓
		dilin kökü	✗	✓	
		UZUNLUK	uzun	✗	✓
			kısa	✓	✓
		TÜRÜ	ıslıklı ses	✗	✓
sızıcı ses	✓		✓		

Tabloda gösterilen özelliklerin varlığı „✓“, yokluğu „✗“ işareti ile işaretlenmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere Türkçe ve Arapça dilleri arasındaki farklar çoğunlukla ünlü ve ünsüz seslerin oluşum yerlerinde meydana gelmektedir. Seslerin çıkarılması, söyleyişi, telaffuzu seslerin oluşum noktalarına doğrudan bağlantılıdır. Bu sebepten dolayı ilgili iki dilin arasındaki ses oluşum noktalarının farkları her bir dilin anlaşılabilirliğini doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla Türkçe ve Arapça dillerinin doğasındaki temel farklarına bağlı olarak ilgili iki dilin konuşulacağı mekânın akustik özellikleri her iki dile uygun olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Camilerdeki akustik konforu, Türkçe ve Arapça dilleri konuşmanın anlaşılabilirliği açısından sınamadan önce cami akustik konforuna etkileyen unsurlara bakılmıştır.

### 2.3. Camilerde Akustik Konfor

Her dinlemeye yönelik tasarlanmış mekânda olduğu gibi camilerde de akustik konforun sağlanması konuşma anlaşılabilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, bu bölümde camilerde akustik konforun sağlanması için değerlendirilen hacim akustiği parametreleri ve camilerdeki akustik kusurlar ele alınmıştır.

#### 2.3.1. Camilerde akustik konfor parametreleri

Hacim akustiği parametreleri geniş bir konu olup, bu bölümde sadece camilerde konuşmanın anlaşılabilirliğine etkileyen parametrelere yer verilmiştir. Camilerde konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik konforun sağlanmasında önem taşıyan parametreler: *Yansıma Süresi (RT)*, *Ayrırt edilebilirlik (D50)*, *Ses Basınç Düzeyi (SPL)*, *Konuşma İletim Göstergesi (STI)*, *Erken Düşme Süresi (EDT)*, *Sinyal-gürültü oranı (SNR)* ve *Kritik mesafe ( $r_c$ )* olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Yansıma süresi (RT):** Ses kaynağı kapatıldıktan sonra ses enerjisinin milyonda bire inmesi ya da 60 dBA düşmesi için geçen süre olarak tanımlanır. Uzun yansıma süresi konuşma ve hızlı tempolu müziklerin anlaşılabilirliğine etki eder. Bundan dolayı ilgili mekânın akustik tasarımı yapılırken mekândaki eylem özelliklerine uygun olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir (Beranek L. , 1996).

Yansıma süresi mekânın kaplama malzemelerinin akustik değerlerine doğrudan bağlıdır. Mekânda bulunan her bir malzemenin yutuculuk katsayısı farklı olup mekândaki kaynak sesine farklı etkilemektedir. Ayrıca ses mekândaki hava ve dinleyiciler tarafından da yutulmaktadır. Havanın ses yutma çarpanı bağıl neme ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Mekânın dinleyiciye bağlı olarak yutma çarpanı değişmemesi için mekânda bulunan dinleyici alanının yutma katsayısının (örn: salonlardaki dinleyici koltukları; camideki halıları vs.) en az insanın yutma katsayısına eşit olması gerekmektedir (Lawrence, 1970).

Mekânın akustik tasarımı yapılırken mekânda her zaman optimum değerlere uygun olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Yansıma süresi optimum değerlerin arasında olmadığı durumlarda istenmeyen olaylar meydana gelmektedir. Önerilmiş değerden uzun bir yansıma süresi konuşmanın anlaşılabilirliğini bozmakta; kısa bir yansıma süresinde ses bileşenlerini birbirinden ayırmakta, konuşmayı maskeleymektedir (Everest F. A., The Master Handbook of Acoustics, 1994).

**Sinyal-gürültü oranı (SNR):** Sinyal- gürültü oranı (SNR) sinyal enerjisinin gürültü enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu parametrenin birimi dB'dir. Başka bir deyişle SNR dinleyici pozisyonunda oluşan sinyalin/ konuşmanın ve mevcut gürültünün basınç düzeylerinin farkı olarak da tanımlanabilmektedir (denklem 2.1).

$$SNR = L_{\text{sinyal}} - L_{\text{gürültü}} \quad (2.1)$$

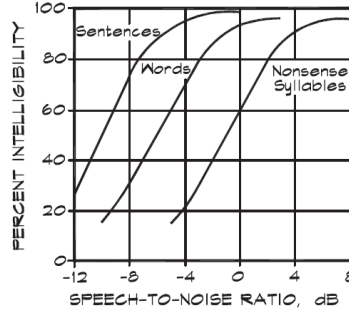
Burada SNR: sinyal- gürültü oranı;  $L_{\text{sinyal}}$ : sinyal basınç düzeyi;  $L_{\text{gürültü}}$ : gürültü basınç düzeyi.

Mekânlarda her zaman yüksek SNR istenmektedir. Yüksek SNR sinyalin/ konuşmanın düzeyi gürültü düzeyinden yüksek olduğu demektir. Tam tersi durumlarda, gürültü düzeyin sinyal düzeyinden yüksek olması durumunda SNR negatif değerler alır. Fakat SNR negatif değer aldığı anda bile konuşma hala anlaşılabilir olabilmektedir. (Long, 2006).

Konuşmaya dayalı mekânlarda, dersliklerde, SNR değerinin 10 dB altında düşmemesi gerektiği önerilmektedir. Hatta işitme ile ilgili sorunu olan dinleyiciler için SNR değeri 15 dB'den az olmaması gerekmektedir. (Berg, 1993). Camilerin de konuşmaya dayalı mekânlar olduğundan dolayı bu mekânlarda fon gürültüsünün konuşmanın anlaşılabilirliğine olan etkisinin, mekânda en az 15 dB'lik SNR değeri sağlandığında, en düşük olacağı düşünülmektedir. Cami akustiği literatürüne bakıldığında camiler için SNR değeri 20 dB olarak kabul edildiğini görülmektedir (Elkhatteb vd. 2016). Cami, boyut olarak derslikten daha büyük olduğu ve mesafeye bağlı olarak caminin arka taraflarındaki bölgelere gelen sesin ses basınç düzeyi azalacağı için, bu çalışmada yüksek olan SNR değeri (20 dB) uygun olarak görülmüştür.

Ana dil ve yabancı dil arasındaki konuşmanın anlaşılabilirliğinin dereceleri karşılaştırılabilmesi için yabancı dil konuşmasındaki SNR oranı, ana dilinkinden 4 ya da 5 dB kadar daha yüksek olma zorunluğu vardır (BS EN ISO 9921, 2003). İlgili SNR farkı, karşılaştırmanın sonucunda elde edilen verilerin doğruluğu açısından önem taşımaktadır.

Mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliği doğrudan SNR oranına bağlıdır (Şekil 2.1.).



**Şekil 2.1.** SNR oranının ile kelime konuşmanın anlaşılabilirliği yüzdesinin arasındaki ilişkisi (Long, 2006)

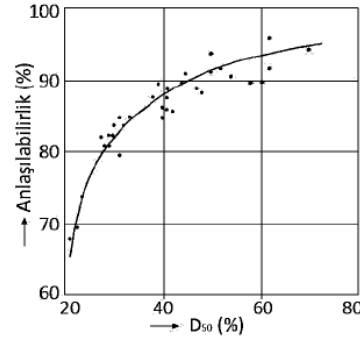
SNR oranının değeri arttıkça konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesi de artmaktadır. Bir mekânda konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesi, anlamsız heceler, kelime ya da cümle bazında kurulmuş testler gibi testleri kullanarak belirlemek mümkündür. Bu testlerin nitelikleri farklı olduğu için her farklı test için uygun bir SNR skalası mevcuttur (örn. Kelimenin anlaşılabilirliği %80 ve üstü olması için SNR oranı -3 ve üstü olduğu durumlarda sağlanmaktadır) .

**Ayırt edilebilirlik (D50):** Dinleyiciye direkt sestten sonraki 50 ms içinde ulaşan yansımaların önemini ilk Thiele vurgulamıştır. İlgili yansımalar konuşmanın anlaşılabilirliği için oldukça faydalı olmaktadır. Aynı zamanda ayırt edilebilirlik düzeyini belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. D50 ses kaynağı, kapatıldıktan sonraki ilk 50 ms içinde alıcıya ulaşan sesin erken enerjisinin ile toplam ses enerjisine olan logaritmik oranı olarak ifade edilmektedir. Aynı zamanda denklem 2.2'yi kullanarak hesaplamak mümkündür (Barron, 2010).

$$D_{50} = \frac{\int_0^{0.05} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad (2.2.)$$

Burada  $p(t)$  ölçü noktasındaki anlık ses basınç düzeyi,  $D_{50}$  ise ayırt edilebilirliktir.

Ayırt edilebilirlik parametresi hecenin anlaşılabilirlik oranına ilişkilidir. Hecenin anlaşılabilirlik (SI, syllable intelligibility) yüzdesi anlamsız heceler (logatom) ya da fonetik dengeli tek heceli kelime listeleri okuyup dinleyiciye yazdırarak doğru ve yanlış yazılmış kelimelerin yüzdelik oranı olarak ifade edilmektedir. D50 ve SI'nın ilişkisi Şekil 2. 2'de gösterilmiştir (Kuttruff, 2009). Optimum D50 değerleri için, %50'nin üzerindeki değerler kabul edilmektedir.



Şekil 2.2. Ayırt edilebilirlik ve Hecenin anlaşılabilirliği ilişkisi (Kuttruff, 2009)

Cami ortamlarında gerçekleşen konuşma eylemlerinden dolayı ayırt edilebilirlik parametresi büyük önem taşımaktadır. Literatürde cami ortamları için D50 değerinin 0,3 ile 0,7 olması gerektiğini önerilmiştir (Karabiber & Erdoğan, 2002); (Abdou, 2003). Önerilen değer aynı zamanda TS standartlarında konuşmaya dayalı mekânlar için belirlenmiş değerlerle örtüşmektedir. (TS EN ISO 3382-1, 2010).

**Ses basınç düzeyi (SPL)/ A ağırlıklı ses basınç düzeyi (SPL-A):** Kulaktaki ses duyumu ses basıncı sayesinde meydana gelmektedir. Ses basıncı  $N/m^2$  ile ifade edilip geniş bir spektruma sahip olduğu için logaritmik ölçekte verilmektedir, birimi ise desibel (dB) cinsindedir. Desibel ile ifade edilen ses basıncına ses basınç düzeyi (SPL) denilmektedir. SPL değerleri denklem (2.3.) kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$SPL=20 \log \frac{P}{P_0} \quad (2.3)$$

Burada; SPL ses basınç düzeyi;  $P_{rms}$  ortalama ses basıncının kare değerinin karekökü;  $P_0$  referans ses basıncı, duyulan en küçük ses basıncı 1 kHz'te; (Jacobsen, Poulsen, & Rindel, 2011).

Başka bir tanıma göre SPL kapalı bir hacmin belli bir noktasında oluşan direkt sesin ve yansımış sesin düzeylerinin toplamını ifade etmektedir. Mekânlarda yeterli anlaşılabilirlik için, kaynak- alıcı arasında işitsel iletişimin kurulması gerekir. Bu açıdan, kaynaktan alıcıya dolaysız olarak gelen sesin, yansımış sese oranla, belli bir değer altına düşmemesi gerekir. Yeterli anlaşılabilirlik olması için yansımış ve dolaysız sesin arasındaki fark 11 dB'den fazla olmamalıdır.

Ses basınç düzeyi üç farklı ağırlık eğrisi ile gösterilebilmektedir: Bu eğriler A, B ve C ağırlıklı eğrileridir. Kulak duyarlılık eğrisi ile doğrudan ilişkili olan A ağırlıklı eğri



en sık kullanılan ifade şekli olup dB(A) olarak gösterilmektedir. A ağırlıklı ses basınç düzeyi ise SPL-A olarak ifade edilmektedir. Frekansa göre ses basınç düzeylerinin Tablo 2.5'te gösterilmiştir (Özer, 1979).

**Tablo 2.5.** Ses basınç seviyesinin frekansa göre ağırlık katsayıları

Frekans (Hz)	A-ağırlıklı (dB)	B-ağırlıklı (dB)	C-ağırlıklı (dB)
63	-26,2	-9,3	-0,8
125	-16,1	-4,2	-0,2
250	-8,6	-1,3	0,0
500	-3,2	-0,3	0,0
1000	0,0	0,0	0,0
2000	1,2	-0,1	-0,2
4000	1,0	-0,7	-0,8
8000	-1,1	-2,9	-3,0

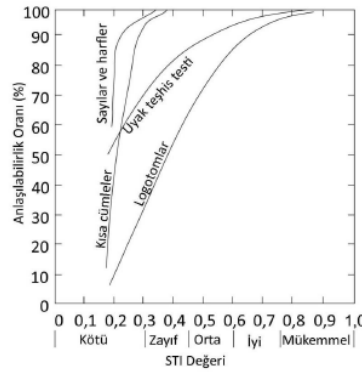
Ses basınç düzeyi ile her alıcı noktasındaki ses gücü belirlenmektedir. Ayrıca SPL parametresi, alan boyunca eşit sesin dağılımı gösteriminde önemli yer almaktadır (Gül & Çalışkan, 2013).

**Konuşma İletim Göstergesi (STI):** Houtgast ve Steeneken 1973 yılında konuşmanın anlaşılabilirliğini ölçmek için yeni yöntem önermiştir: konuşma iletim göstergesi (STI). STI, Telaffuz indeksi (AI) veya Sessiz harflerin telaffuz kaybı indeksi (articulation loss of consonants – Alcons) testleri ile doğrudan ilişkilidir ve konuşmanın anlaşılabilirliğini nesnel olarak ifade eden bir yöntemdir. STI, yedi oktav bandında ve 14 modülasyon frekansında ölçülmüş, modülasyon transfer fonksiyonunun (MTF) tek bir performans katsayısı ile ifade edilmesi demektir. STI çok ayrıntılı ve uzun bir yöntem olduğundan dolayı daha hızlı bir ölçme yöntemi önerilmiştir: Hızlandırılmış Konuşma İletim Göstergesi (RASTI). RASTI 500 Hz oktav bandında 4 adet, 2000 Hz oktav bandında 5 adet modülasyon frekansı kullanılarak elde edilmektedir. STI sistem üzerine kurulu RASTI hacimlerin değişik noktalarındaki anlaşılabilirlik değerlerini kolaylıkla ve kısa sürede belirlenmesini mümkün kılmıştır. Her iki veri sıfır ile bir arasında değer almaktadır. Değer sıfıra yaklaştıkça anlaşılabilirlik düşmektedir (Long, 2006) (Kuttruff, 2009).

Cami gibi çok dilli mekânlarda STI değerlerinin değerlendirilmesi konuşulan dilin dinleyici için ana dil ya da yabancı dil olmasına bağlıdır. Buna ilişkin olarak STI değerleri için farklı iki değerlendirme skalası kullanılmaktadır. Konuşmalar

dinleyicilerin ana dilinde olduğu durumlarda STI değerleri: 0.45 ve üzeri “yeterli”; 0.6 ve üzeri “iyi”; 0.75 ve üzeri ise “mükemmel” olarak değerlendirilmektedir. Gerçekleşen konuşmalar dinleyicilerin yabancı bir dilinde olması durumunda, STI değerleri: 0.6 ve üzeri “yeterli”, 0.86 ve üzeri ise “iyi” olarak değerlendirilmektedir (BS EN 60268-16, 2011).

STI değeri mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğinin nesnel ölçümleri sonucunda elde edilen değerleri ifade etmektedir. Fakat konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesi çeşitli testleri (kısa cümle testleri, uyak teşhis testleri, tek heceli kelime testleri vs.) uygulayarak da elde etmek mümkündür. Dolayısıyla bu iki farklı değer arasında yakın bir ilişki vardır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. STI değerinin ile Konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesinin arasındaki ilişkisi (Long, 2006)

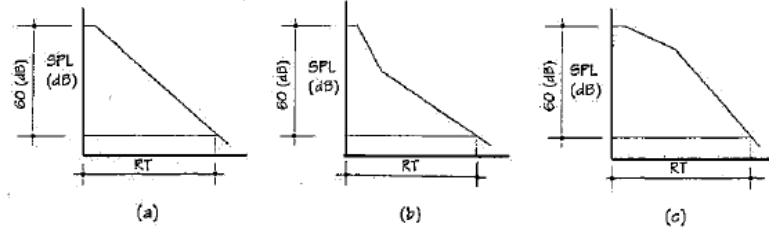
Testlerin öznel değerlendirilmesinin sonucunda elde edilen değerlerin artmasıyla STI olan nesnel değerlerin arttığını görülmektedir. Fakat farklı testler (kısa cümle testleri, uyak teşhis testleri, tek heceli kelime testleri vs.) için farklı STI skalası uygulanmaktadır (örn. Tek heceli kelime testlerin konuşmanın anlaşılabilirliğinin %80 ve üstü olduğu durumlarda STI değerleri de “iyi” ve “mükemmel” olarak değerlendirilmektedir).

**Erken Düşme Süresi (EDT):** Ses kaynağı sustuktan sonra sesin 10 dB’lik düşüşü için geçen sürenin 6 ile çarpılmasıyla oluşan süre Erken Düşme Süresi (EDT) olarak tanımlanır (Beranek L. , 2004).

$$EDT=6*T_{10} \quad (2.4)$$

Burada EDT erken düşme süresi (sn), T10 ise sesin ilk 10 dB’lik düşüşü için geçen süre (sn) ifade eder.

EDT parametresi ilk yansımalarından oluşmaktadır. RT ve EDT arasındaki farklar mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğini doğrudan etkilemektedir. RT ve EDT arasında üç farklı durum oluşabilmektedir: RT ve EDT eşit; RT'den EDT daha kısa ve RT'den EDT daha uzun olan durum (Şekil 2.4) (M. Mehta, J. Johnson ve J. Rocafort, 1999).

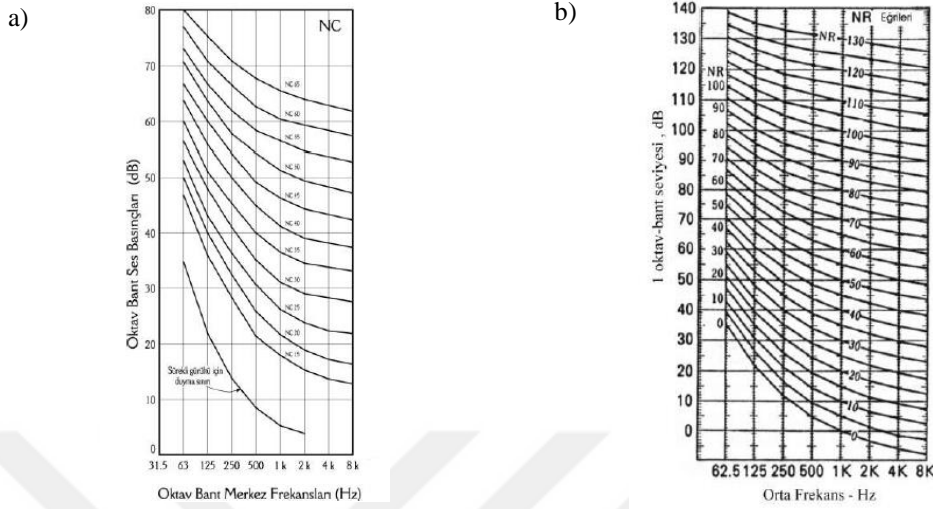


Şekil 2.4. Aynı yansıma süresinin üç farklı sönme durumu: a)  $RT=EDT$ ; b)  $RT>EDT$ ; c)  $RT<EDT$

Konuşmaya dayalı mekânlarda EDT ve RT eşit olma durumları tercih edilir (M. Mehta, J. Johnson ve J. Rocafort, 1999). Geç yansımalarla göre erken yansımaların hızlı sönmesi maskeleye olayının meydana gelmesini engellemekte ve konuşmanın anlaşılabilirliğini arttırmaktadır. Bundan dolayı RT'ye göre EDT'nin kısa olması konuşmaya dayalı mekânlarda konuşmanın anlaşılabilirliği açısından pozitif etki yaratabilmektedir. Tam tersi durumlarda ise maskeleye olayı meydana geleceğinden dolayı konuşmanın anlaşılabilirliği bozulmaktadır (Demirkale, 2007).

**Fon gürültüsü/ Arka plan gürültüsü:** Kapalı mekânda konuşmacı ya da icracı dışındaki bütün ses kaynaklarının ses düzeylerinin toplamı fon gürültüsü olarak tanımlanır. Başka bir deyişle fon gürültüsü mekânda bulunan bütün iç ve dış gürültülerde oluşan bir gürültüdür. İnsan sesi, mobilya ve elektronik cihazların sesleri, mekanik ve elektrik tesisatlarının sesleri (aydınlatma, havalandırma, ısıtma sistemi vs.) gibi sesler iç gürültünün oluşmasına yol açmaktadır. Aynı zamanda binanın çevresinde bulunan araç trafiği, inşaat, insan ve hayvan sesleri gibi seslerden dolayı dış gürültü meydana gelmektedir. Cami gibi konuşma amaçlı tasarlanan mekânlardaki fon gürültüsünün seviyesi konuşmanın anlaşılabilirliği açısından önem taşımaktadır. Önerilmiş optimum değerlerin üstüne çıkan fon gürültüsü sesin maskeleyesine yol açmakta ve anlaşılabilirlik derecesini azaltmaktadır ((Long, 2006); (Barron, 2010)). Fon gürültüsünün kabul edilebilir düzeyleri genellikle oktav bandına bağlı olarak ifade edilmektedir. Böylelikle Avrupa'da kabul edilebilir fon gürültüsü için NR (noise

Rating) ölçüt aralığı kullanılırken Amerika’da NC (Noise Criterin) ölçüt aralığı kullanılmaktadır (Şekil 2.5.) (Barron, 2010).



Şekil 2.5. Fon gürültüsü ölçüt aralığı a) NC (Beranek L. L., 1957); b)NR (Barron, 2010)

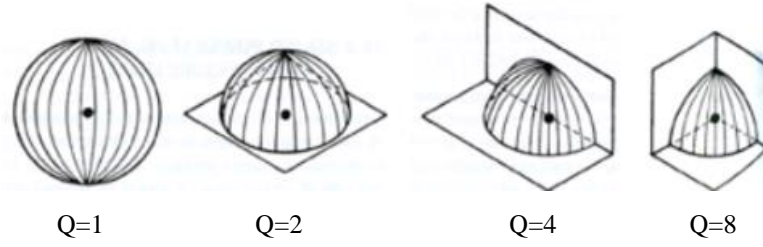
Cami fon gürültüsünün optimum değerleri için NC 25 ile NC 30 ölçüt aralığı kullanılması literatürde önerilmiştir (Abdou, 2003). Ayrıca da derslikler gibi konuşmaya dayalı mekânlarda fon gürültüsünün 30 dB ile 35 dB arasında olması standartlarda önerilmiştir ((BS 8233, 1999); (ÇGDYY, 2010)).

**Kritik Mesafe (Critical Distance  $r_c$ ):** Direkt ses alanının SPL’si yansımış ses alanının SPL’sine eşit olduğu bölgenin ile ses kaynağının arasındaki mesafeye kritik mesafe denmektedir. Kritik mesafe dışındaki tüm bölgelerde yansımış ses baskındır. Kritik mesafe mekânın hacmine, yansıma süresine ve alıcı yönündeki kaynak yönlülüğüne (source directivity in the receiver direction) göre belirlenmektedir (denklem 2.5.) (Long, 2006), (Kuttruff, 2009).

$$r_c = 0,057 \sqrt{\frac{V}{RT}} Q \quad (2.5.)$$

Burada  $r_c$ : direkt mesafe (m); V: hacim ( $m^3$ ); RT: yansıma süresi (sn); Q: alıcı yönündeki kaynak yönlülüğü ifade etmektedir.

Alıcı yönündeki kaynak yönlülüğünün değeri ise ses kaynağının yanında bulunan yüzey sayılarına göre değişmektedir. Bunun sebebi ise ses kaynağının yanında bulunan tüm yüzeylerin kaynaktan çıkan sesin yayılma yönünü etkilemesidir (Şekil 2.6).



**Şekil 2.6.** Alıcı yönündeki kaynak yönlülüğü ( $Q$ ) değerlerinin, ses kaynağının yanında bulunan yüzeylerin sayısına göre değişimi (https.3., son erişim tarihi ağustos 2019)

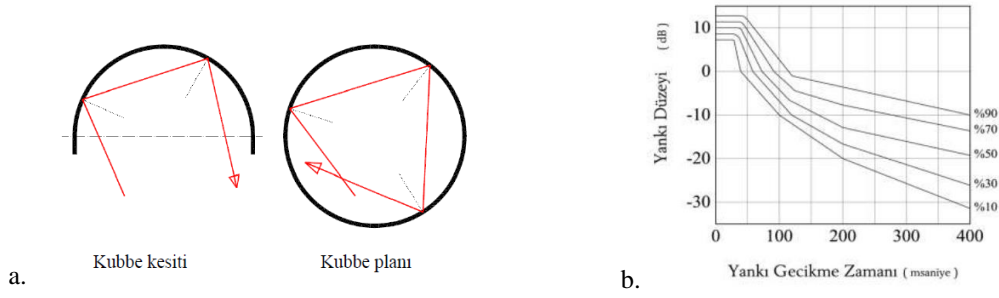
Ses kaynağının yanında bulunan yüzeylerin sesin yayılma yönünü nasıl etkilediği ve buna bağlı olarak  $Q$  (alıcı yönündeki kaynak yönlülüğü) değerinin nasıl değiştiği şematik olarak Şekil 2.6’da gösterilmiştir.

### 2.3.2. Camilerdeki akustik kusurlar

Konuşmanın anlaşılabilirliğini ve netliğini olumsuz şekilde etkileyen herhangi bir olaya akustik kusur denmektedir. Kapalı mekânlardaki her bir yüzey mekândaki konuşmayı etkilemektedir. İlgili yüzeylerden yansıyan ya da yutulan sesler mekânın akustik konforunu doğrudan etkilemektedir. Akustik kusurların meydana gelmesi direkt sesin ve yansımaların, yayılmasına ve alıcıya ulaşım zamanına bağlı olmaktadır. Akustik kusurlar çeşitli olup camilerde meydana gelebilecek en yaygın kusurlar sırasıyla: yankı, odaklanma, akustik gölge ve maskeleyme olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylelikle bu bölümde sadece yukarıda belirtilen akustik kusurlar açıklanmıştır.

**Yankı/ Eko:** Yankı mekândaki orijinal sesinin tekrarı olarak tanımlanmaktadır. Yankı olayının meydana gelmesine birden fazla etken, sebep olmaktadır: geç yansımalar, sesin gücü; diğer yansımaların var olması vs. (Kuttruff, 2009). Gelen sesin yankı olarak adlandırılabilmesi için direkt sesin ve yansımış sesin alıcıya ulaşması için geçen sürenin arasındaki farkın en az 50 ms olması ve diğer yansımalara göre daha belirgin olması gerekmektedir (Barron, 2010).

Çağdaş camilerde duvar ve tavan kaplama malzemesi olarak genellikle yansıtıcı malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla ilgili mekânda sesin bir kereden fazla yansımaları beklenmektedir. Meydana gelen yansımalar, konuşmanın anlaşılabilirliğini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Şekil 2.7.). Olumsuz yönde etkileyenlerin arasında yankı etkisi yer almaktadır. Camilerde sık rastlanılan mimari eleman kubbe içbükey yüzeylerden dolayı mekânın akustiğini olumsuz şekilde etkilemektedir (Şekil 2.7.).



**Şekil 2.7.** Yankı akustik kusuru: a. kubbedeki ses enerjisinin davranışı (Kayılı M. , 2005); b. Yankı düzeyinin ve yankı gecikme süresinin konuşmanın “bozma yüzdesi” ile ilişkisi (Maekawa & Lord, 1994)

Kubbenin boyutu, yüksekliği, iç yüzeylerin kaplama malzemeleri vs. özellikleri mekânın akustiğini doğrudan etkilemektedir. Kubbenin yansıtıcı içbükey yüzeylerinden ses birden fazla yansıyacağından dolayı ses gecikmeli olarak mekâna geri dönmekte ve yankı etkisine yol açmaktadır (Kayılı M. , 2005). Gecikmeli gelen seslerin dolaysız sese göre gecikme süresi ile düzeyi, mekândaki konuşmanın “bozma yüzdesine” ters orantılıdır: gecikme süresi ve ses düzeyi azaldıkça bozma yüzdesi artmaktadır.

Çağdaş camilerde, mekânın fiziksel özelliklerine bağlı olarak (boyut, biçim, kaplama malzemesi vs.) kaynaktan uzak olan bölgelerde, ana kubbenin altında, cami köşelerinde gibi yerlerde yankı kusurunun meydana gelmesi beklenmektedir.

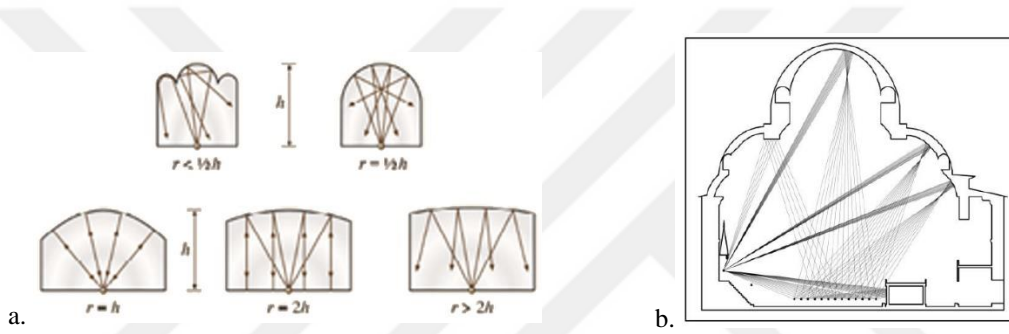
**Odaklanma:** İçbükey yüzeylerden ses yansıyarak bir noktada toplanmaktadır. Yansımış sesin toplandığı noktaya odak, meydana gelen olaya odaklanma denmektedir. Odaklanma, mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğini etkilemektedir. Sadece belirli bir bölgede etkisini göstermekte ve o bölgedeki dinleyiciler tarafından fark edilmektedir. Odaklanmış sesin düzeyi gelen orijinal sese göre daha yüksek olmaktadır. Ayrıca odaklanan ses çok geciken yansımalarından oluştuğu zaman duyulan ses yankı olarak algılanabilmektedir. (Lawrence, 1970). Kubbe gibi içbükey mimari elemanlar akustik açısından tercih edilmeyen fakat estetik değerinden dolayı uygulamada çok sık rastlanan bir mimari tasarımdır. Kubbeden dolayı meydana gelen ses odak noktasının kaynak yeri ile aynı hizada olduğu durumlarda odaklanma olayını önlenmek için belirli akustik çözümler bulunmaktadır: dairesel yüzeyin odak uzaklığı hesaplanması gibi (denklem 2.6.)

$$x = \frac{mr}{2m-r} \quad (2.6.)$$

Burada:  $r$ - kubbenin yarıçapı;  $m$ - dairesel yüzeyinden kaynak uzaklığı;  $x$  ise dairesel yüzeyin odak uzaklığıdır.

Yansımaların odak noktalarının dinleyici kulak mesafesinden uzak olması (odak noktasının kubbeye yakın olması ya da bina dışında bir yerde toplanması) odaklanma kusuruna yol açmamakta ve mekânın akustiğini olumsuz yönde etkilememektedir (Şekil 2.7.). (Baytin, 1961).

Camilerde içbükey eleman olarak kubbenin dışında yarım kubbe, tonoz, kemer, tromp ve pandantif gibi mimari elemanlar ile karşılaşılmaktadır. Sıralanan her bir mimari eleman odaklanma kusuruna yol açabilmektedir. Kubbe, pandantif ve kemer elemanlarının cami ortamlarındaki odaklanma etkisi Şekil 2.8'de görülmektedir.

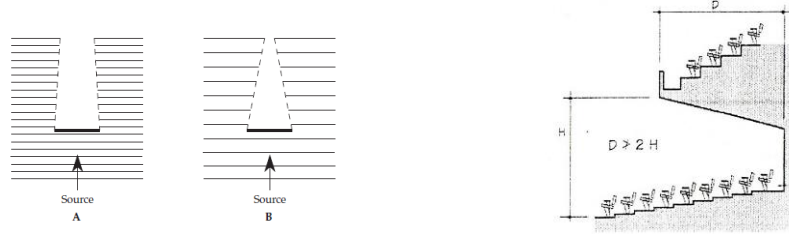


**Şekil 2.8.** Odaklanma akustik kusuru:

- a. Mekânın yüksekliği ile içbükeyli yüzeyin yarıçapının ilişkisine bağlı olarak odak noktasının yer değişimi (Gade, 2007)
- b. cami örneğinde farklı içbükeyli elemanlardan kaynaklanan odaklanma kusurunun oluşmasının şematik gösterim (Yıldırım, 2003)

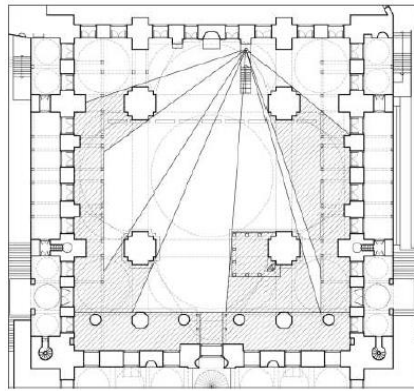
**Akustik gölge:** Akustik gölge olayı da akustik kusurlar arasında yer almaktadır. Akustik gölgede bulunan bölgeler direkt sesin ya da faydalı ilk yansımaların ulaşmadığı bölgelerdir. İlgili alanlarda ses zayıf olmakta ve çoğu zaman anlaşılmamaktadır (Barron, 2010). Akustik gölge alanları; direkt sesin ve faydalı yansımaların alıcıya ulaşmasını engelleyen yüzeylerin arkasında, altında ve üstünde bulunmaktadır. Alçak frekansların ve yüksek frekansların oluşturduğu akustik gölgelerin kapsadığı alanlar birbirinden farklı olmaktadır. Bunun sebebi ise sesin kırınma özelliğidir. Yüksek frekansların dalgaları küçük olduğu için rastlanan engelden kırınıp daha kolay arkasına geçmektedir. (Şekil 2.8.) (Everest & Phlman, 2001). İlgili akustik olay derin balkon tasarımları içeren mekânlarda balkon altındaki bölgelerde sık rastlanılan bir akustik kusurudur. Balkon derinliği: konser salonları için balkon yüksekliğinden fazla; opera salonları için balkon yüksekliğinin iki katından fazla olduğu

durumlarda akustik gölge olayı, balkon altında, meydana gelmektedir (Şekil 2.9.) ((Beranek L. L., 1962); (Mehta, Johnson, & Rocafort, 1999)).



**Şekil 2.9.** Akustik gölge akustik kusuru: a. Ses kırınması ve engelin arkasında oluşan akustik gölgenin şematik gösterimi; b. balkon altında akustik gölgenin oluşmaması için balkon yüksekliği ile balkon derinliği arasında sağlanması gereken oran

Camilerde akustik gölge: kaynak minberde bulunduğu durumlarda, asma katın altındaki bölgede; kaynak müezzin mahfilinde bulunduğu zaman, asma katın üstündeki bölgede; kaynak kürsüde ya da mihrapta iken minber arkasındaki bölgede ve camide kaynak konumu herhangi bir yerde bulunduğu durumda payelerin ve kolonların arkasındaki bölgelerde beklenmektedir (Şekil 2.10.).



Şekil 4.9 Konuşma eylemi sırasında dışarıya yayılan ses dalgaları

**Şekil 2.10.** Camideki kolonların ve payelerin arkasında oluşan akustik gölge (Yıldırım, 2003)

**Maskeleme:** Bir sesin işitilebilirliği, başka bir ses tarafından engellenmişse, maskeleme olayının meydana geldiği söylenebilmektedir. Birden fazla ses kaynağı eş zamanlı açıksa ve ilgili kaynakların ses basınç düzeyleri arası büyük fark varsa, maskeleme akustik kusurunun meydana gelme olasılığı yüksektir. Bu gibi durumlarda düşük SPL'li ses yüksek SPL'li ses tarafından maskelenmektedir. SPL değerlerinin yanı sıra sesin frekansları, mekândaki yansımın süresi ve geç yansımalar da, maskeleme olayının gerçekleşmesine sebep olabilmektedir. Mekânın yetersiz akustik durumu alçak



frekansların algısını azaltabilmekte ve bununla birlikte konuşmanın anlaşılabilirliğini bozmaktadır. Aynı zamanda mekândaki çok uzun geç yansımalar da konuşmanın anlaşılabilirliğini doğrudan etkilemekte, azaltmaktadır ((Long, 2006); (Akdağ Yüğrük, 1996)).

## **2.4. Cami ve Çok Dilli Mekânların Akustiği Üzerinde Yapılan Çalışmalar**

Bu bölümde cami akustiği ve çok dilli mekân akustiği ile ilgili literatür ayrı başlıklarda açıklanmış ve bu çalışmanın yönteminin belirlenmesinde kullanılmıştır.

### **2.4.1. Cami akustiği üzerinde yapılan çalışmalar**

Bu bölümde cami akustiği üzerinde yapılan çalışmalar 3 başlık altında toplanmıştır:

- Literatürde en yaygın çalışılan cami akustiği konuları;
- Camilerde konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar
- Camilerdeki akustik konforun standardize edilmesi üzerine yapılan çalışmalar.

İlk başlığın altında, en yaygın cami akustiği konuları içeren çalışmalar yer almaktadır. İlgili çalışmalara dayalı olarak literatürde cami akustiği ne şekilde ele alındığı gösterilmiştir. İkinci ve üçüncü başlıkların altında anlatılan çalışmalar, bu tezin konusuyla yakın ilişkisi olan çalışmalar olup, bu tezin yönteminin belirlenmesinde önemli yer almışlardır. Ayrıca, yapılan bu literatür derlemesi sonucunda cami akustiğine dayalı konuların literatürde eksik olduğu farkedilmiş ve bu tespite dayanarak bu tez çalışmasının konusu belirlenmiştir.

**Literatürde en yaygın çalışılan cami akustiği konuları:** Cami akustiği üzerine yoğunlaşan çalışmalar çok sayıda olup, bu bölümde 2000 yılı sonrasında yayımlanan konuyla ilgili çalışmalar ele alınmıştır.

Cami akustiği alanında sıklıkla rastlanılan konulardan biri; caminin akustik açısından belgelenmesi ve iyileştirme öneri geliştirilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamında İlban (İlban, 2016) yaptığı çalışmada Trabzon ve Rize'den üçer örnek cami seçmiş ve üzerinde çalışmıştır. Yıldırım ise İstanbul'da bulunan Yeni Caminin (Yıldırım, 2003); Su ve Yılmaz Ankara'da bulunan Kocatepe Caminin, (Sü & Yılmaz, 2007); Carvalho ve Freitas Lisbon'da bulunan Merkez Caminin ((Central Mosque); (Carvalho & Freitas, 2011)); Kavraz Trabzon'da bulunan Çarşı caminin (Kavraz, 2014); Uysal Ankara'da bulunan Hasan Tanık caminin (Uysal, 2015); Yiğit

İstanbul'da bulunan Sultan Ahmed Caminin (Yiğit, 2017) akustik kriterlerini belirlemişlerdir.

Tüm kapalı mekânlarda olduğu gibi, camilerdeki iç mekân malzemelerinin yansıtıcı ve yutucu özelliklerinin doğrudan mekânın akustik kalitesini etkilediği bilinmektedir. Elkhateeb vd. camilerdeki halı etkisini (Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016); Hafizah vd. ise duvarlarda ve tavanda kullanılan çift katmanlı mikro delikli yutucu malzemelerin cami akustiğine etkisini incelemişlerdir (Hafizah, Putra, Noor, & Py, 2015). Ayrıca Ahmad, Din ve Othman (Ahmad, Din, & Othman, 2013), "Malezya'da bulunan geleneksel yöresel camilerdeki mihrab tasarımı ve temel akustik özellikleri" çalışmasında camide bulunan mihrabın etkisini araştırmışlardır. Yukarıdaki çalışmaların yanı sıra camideki tavan tipinin cami akustiğine olan etkisi inceleyen çalışmalar da mevcuttur ((Prodi & Marsilio, 2003); (Kassim vd, 2014)).

**Camilerde konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar:** Akustik belgelenmeler ve yapı elemanlarının akustik etkilerinin incelenmeleri dışında, konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesi de literatürde ele alınmıştır. İlgili çalışmalardan konuşmanın anlaşılabilirliğinin ölçüm teknikleri öğrenilmiştir. Ayrıca ilgili çalışmalardaki ölçme sırasında kurgulanan senaryolardan (konuşmacı ve alıcının aldığı duruşlarının birbirine olan ilişkilerinden) faydalanılarak bu çalışmanın senaryosu oluşturulmuştur. Doğrudan camideki konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar kronolojik bir şekilde aşağıda anlatılmıştır.

-Hammad, 1990 yılında, cami ortamlarında RASTI değerlerini incelemiştir. İlgili çalışma camideki konuşmanın anlaşılabilirliğine odaklanan çalışmalar arasında öncülük yapan bir çalışmadır. İlgili çalışmada Ürdün'de bulunan 30 adet camide akustik ölçümler yapılmış ve camilerin akustik durumu RT, SNR ve RASTI bakımından değerlendirilmiştir. Ölçmeler her camide en az 6 farklı yerde alınmış, kaynak ise mihraba konulmuştur. Çalışmada uzun yansımaların sürelerinin ve düşük SNR değerlerinin RASTI'yi ve konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir (Hammad, 1990).

-Üretmen 1991 yılında, Erdem ise 1992 yılında doktora tezlerinde aynı metodu kullanılarak farklı iki caminin akustik kriterlerini belirlemiş ve konuşmanın anlaşılabilirliğini ölçmüşlerdir. Üretmen Selimiye Camii'nin, Erdem ise Muradiye Camii'nin akustik durumunu belirlemiştir. Ayrıca mekândaki RT ve SPL değerlerini

ölçüp sesin mekân boyunca oluşturduğu ses basınç dağılımını incelemişlerdir. Son olarak da mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğini ölçmek için fonetik dengeli kelime ayırt etme testlerinden faydalanmışlardır. Hem ölçme sırasında hem de test uygulanmasında konuşmacı mihrapta, dinleyici ise kubbe ve kemer altlarında konumlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre geç ve uzun yansımalarından dolayı ya da direkt SPL ile toplam SPL değerleri arasında büyük fark olduğu durumlarda, konuşmanın anlaşılabilirliğinin azaldığı öne sürülmüştür ((Üretmen, 1991); (Erdem, 1992)).

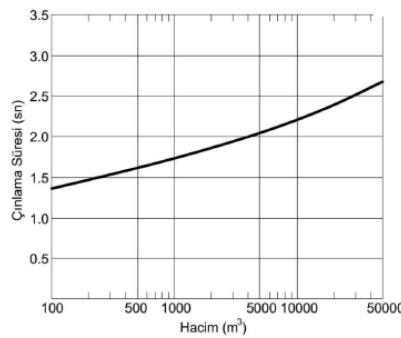
-Hamadah ve Hamouda, 1998 yılında büyük oditoryumlardaki konuşmanın anlaşılabilirliğini Kuveyt Devlet Camii örneğinin üzerinde incelemişlerdir. Kuveyt Devlet Camii'nde seslendirme sistemi kullanıldığı için ilgili çalışmada yürütülen ölçme metodu seslendirme sistemi üzerinde kurulmuştur. Mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğini RASTI değerleri üzerinde değerlendirilerek ilgili camide kullanılan seslendirme sisteminin nasıl iyileştirilebileceği yönünde değerlendirme yapılmıştır. (Hamadah & Hamouda, 1998)

-Yıldırım kendi yüksek lisans tezinde 2003 yılında İstanbul'da bulunan Eminönü Yeni Camii'nin akustik performansını belirlemiştir. Uygulanan metod hem nesnel hem de öznel ölçüm yöntemlerinden oluşmaktadır. Nesnel ölçmelerde mekânın yansıma süresi ve arka plan gürültüsü ölçülmüştür. Ayrıca direkt sesin ışınları, dağılımı hem plan hem de kesit düzleminde incelenmiştir. Öznel değerlendirmede ise camideki konuşmanın anlaşılabilirliğini kelime testleri uygulayarak ölçmüştür. Kullanılan kelime testleri şu şekildedir: Orta sessiz teşhis testi (DMCT); Aliterasyon Teşhis Testi (DALTA); Kafiye Teşhis Testi (DRT) ve Değişken Kafiye Testi (MRT). Kelime testi uygulanmasına toplam 20 dinleyici ve 1 konuşmacı katılmıştır. Cami boş iken konuşmacı minberde ve dinleyiciler 20 farklı noktada yer alarak kelime testleri gerçekleştirilmiştir. Dinleyicilerin konumları çoğunlukla caminin arka bölmelerinde, ana kubbe altında ve balkon üstünde olacak şekilde ayarlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre direkt sesin ulaşmadığı bölgelerde; kaynaktan uzak olan bölgelerde; kubbeden ve diğer dairesel formlarından gelen yansımaların uzun olmasından dolayı konuşmanın anlaşılabilirliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca hutbe zamanında ve mekânın dolu olduğu durumlarda dinleyicinin büyük çoğunluğunun öksürmekte olduğu ve bu durumun konuşmacının sesini maskeleyerek anlaşılmaz hale getirdiği gözlemlenmiştir (Yıldırım, 2003).

-Othman ve Mohamed, 2012 yılında cami ortamlarındaki konuşmanın anlaşılabilirliğini RASTI değerlerine göre belirlemişlerdir. İlgili çalışmada Malezya’da bulunan farklı boyutlara sahip 6 farklı cami ölçülmüştür. Cami boş, kaynak mihrapta ve dinleyici oturma pozisyonunda iken ölçümler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre cami gibi ortamlarda konuşmanın anlaşılabilirliğinin mekânın boyutuna ve plan tipine doğrudan bağlantılı olduğu öne sürülmüştür. Bu çalışmada camideki konuşmanın anlaşılabilirliğinin iyi olması için cami plan tipi dikdörtgen ve kible duvarının uzun kenarda olması önerilmiştir (Othman & Mohamed, 2012).

**Camilerdeki akustik konforun standardize edilmesi üzerine yapılan çalışmalar:** Camilerdeki akustik konforun standardize edilmesi başka deyişle akustik parametreler için optimum değerlerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar halen devam etmektedir.

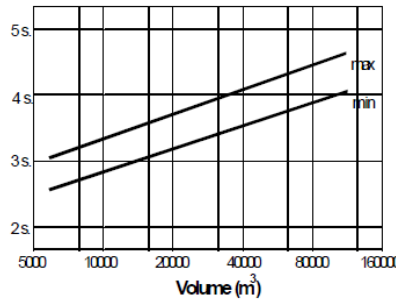
-Ulusal anlamda yürütülen öncü araştırmalardan biri Kayılı’nın, 1988 yılında yayınlamış olduğu “Mimar Sinan’ın Camilerindeki Akustik Verilerin Değerlendirilmesi” çalışmasıdır. Çalışmanın ana amacı Mimar Sinan Camilerinin akustik incelemesini yapmaktır. Ancak, literatürde camiler için RT’nin optimum değerlerinin eksik olmasından dolayı, Mimar Sinan Camilerinin akustik durumunun belirlenmesinin yanı sıra, diğer dini yapılar (kilise gibi) ve konuşmaya dayalı mekânlar için önerilen RT değerlerine bakılarak camiler için hacme bağlı RT’nin optimum değerleri önerilmiştir (Şekil 2.11.) (Kayılı M. , 1988).



**Şekil 2.11.** Cami için Kayılı tarafından önerilen yansım süresi (Kayılı M. , 1988)

-Camiler için uygun akustik koşulların belirlenmesi amacıyla 2000-2003 yılları arasında altı farklı ülkeden (Türkiye, Danimarka, İtalya, İsviçre, Fransa ve Malta) yedi kuruluşun işbirliğiyle uluslararası CHARISMA (Sinan Camilerinin Akustik Yönden Tanımlanması ve Yeniden Canlandırılması Yoluyla Akustik Mirasın Korunması)

projesi gerçekleştirilmiştir. Projenin amacı, mimari mirasların (görsel ve akustik miras) belirlenmesi, yaşatılması ve korunması olarak belirlenmiştir. Bu proje kapsamında yine Mimar Sinan camileri incelenmiş ve Bizans kiliseleri ile akustik anlamda karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bu proje dâhilinde Karabiber tarafından yapılan çalışmada cami akustik değerlerinin belirlenmesi doğrultusunda psiko-akustik araştırmalardan elde edilen subjektif parametreler, ölçüm ve hesaplamalardan elde edilen objektif parametrelerle karşılaştırılmıştır (Karabiber Z. , 2000). Karabiber ve Erdoğan tarafından aynı proje kapsamında yapılan bir diğer çalışmada elde edilen sonuçlar, İstanbul'da bulunan Sokollu Caminin (hacim 5700 m<sup>3</sup>) akustik değerlerinin, sadece bu hacme özel camiler kıyaslandığında, optimum değerler olarak kabul edilebildiğini göstermiştir. Sokollu Caminin akustik değerleri ise; RT 2,9 sn; EDT 2,52 sn; D50 %37,35; STI 0,51 ve RASTI 0,41 şeklinde belirlenmiştir: (Karabiber & Erdoğan, 2002). Ayrıca, ilgili projenin kapsamında camilerin diğer hacimlerine bağlı olarak yansım süresinin optimum değerleri geliştirilmiştir/ önerilmiştir (Şekil 2.12.).



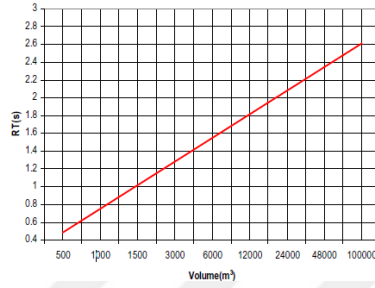
**Şekil 2.12.** Cami için hacime bağlı olarak CHARISMA projesinde önerilen optimum yansım süresi (Yüksel & Erdoğan, 2005)

Uluslararası alanda yapılan çalışmalar ele alındığında, üç çalışma öne çıkmaktadır: Abdou (2003), Orfali (2007), Elkhateeb vd. (2016).

-Abdou'nun, "Suudi Arabistan'daki camilerin akustik özelliklerinin ölçülmesi" adlı çalışmasında, optimum akustik değerleri belirlemek için toplam 21 cami üzerinde çalışılmıştır. Ölçümler, cami dolu, 1/3 oranında dolu ve boş iken; fon gürültüsünün kaynakları olan fan ve klima sistemleri açık ve kapalı gibi durumlar ele alınmıştır. Elde edilen ölçümler MLSSA hesaplama sistemini kullanılarak derlenmiş ve akustik parametrelerinin aralıkları (min, max, optimum ve standart sapma) belirlenmiştir. Değerlendirme sonucunda düşük frekanslardaki RT değerlerinin orta frekanslara göre dengede olması gerektiği ve %10 - %20 oranında bir artışın kabul edilebilir olduğu

gösterilmiştir. Ayrıca cami boş iken T(30) 1 sn olması, C50 1 dB'den büyük (D50 0,56) olması, STI değerlerinin 0,45 ve üstü olması ve de cami tasarımlarında gürültü düzeyi NC-25 ve NC-30 aralığının sağlanması önerilmiştir (Abdou, 2003).

-Orfali'nin "Camideki ses parametreleri" adlı çalışmasında hacim ile yansıma süresinin ilişkisini gösteren genel bir denklem geliştirilmiştir. Böylelikle cami akustik parametrelerinin optimum değerleri öne sürülmüştür (Şekil 2.13.) (Orfali, 2007).



Şekil 2.13. Cami için hacime bağlı olarak Orfali tarafından önerilen optimum yansıma süresi (Orfali, 2007)

-Bir diğer çalışmada ise Elkhateeb vd. Jeddah ve Suudi Arabistan'da bulunan camilerden farklı alan ve hacimlere sahip olan yirmi yedi camiyi akustik açıdan incelemişlerdir. Nesnel değerlendirmeler için her camide ölçüm yapılmıştır. Öznel değerlendirmeler için ise dinleyicilere (camideki cemaate) ANSI/ASA S3.2-2009 standardında belirlenmiş olan yöntem kullanılarak anket uygulanmıştır. Ölçümlerin sonucunda elde edilen verilerin ve anket sonuçlarının değerlendirilmesiyle yansıma süresi Kayılı'nın önermiş olduğu RT optimum değerlerine yakın sonuç verildiği tespit edilmiştir. İlgili RT değerlerin hacme bağlı olarak belirlenmesi için, Elkhateeb vd. denklem 2.7. geliştirmişlerdir.

$$T_{OM}=0,822*V^{0,1080} \text{ (s)} \quad (2.7.)$$

Burada  $T_{OM}$  orta frekanstaki yansıma süresi;  $V$  ise cami hacmidir (Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016).

Ayrıca, bu çalışmada, camiler için hacim ve kapasite oranı 6-10 m<sup>3</sup>/V olarak önerilmiştir. Aynı zamanda SNR 20dB ve üstü olduğu durumlarda konuşmanın anlaşılabilirliğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016).

Yukarıda açıklanan literatürün derlenmesi sonucunda camilerdeki akustik konforun belirlenmesi, analizi ve değerlendirmesi üzerine ulusal ve uluslararası literatürde çok sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir. Bunlar; örnek camilerdeki

akustik koşulların nesnel yöntemlerle (ölçüm, modellenme, suni kafa ile ölçüm, hesaplama vb.) belirlenmesi/belgelenmesi, iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi, koşulların örnek camiler üzerinden karşılaştırması, camilerdeki özel elemanların (mihrab, kubbe, rezonatör, vb.) etkisi ve öznel değerlendirmeler (örn: konuşmanın anlaşılabilirliği) için geliştirilmiş özel testlerin (fonetik dengeli tek heceli kelime ayırt etme testi gibi) tasarımını içerir. Ayrıca camideki akustik konforun standardize edilememesinden dolayı bu konu üzerinde yoğunlaşan çalışmaların mevcut olduğu görülmüştür. Fakat camilerde birden fazla dilin kullanılmasına rağmen konuşmanın anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirilmesi; sadece camilerdeki ana dilin (Türkçe dilinin) üzerine yapıldığı fark edilmiştir. Camiler, çok dilli mekân olduğu için konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine yapılan öznel değerlendirmeler yetersiz bulunmuş, ana dilin (Türkçe dilinin) yanı sıra yabancı dil (Arapça dili) için de yapılması gerektiği düşünülmüştür. Literatürdeki bu eksikliğin bu tezde giderilmesine karar verilmiştir.

#### **2.4.2. Çok dilli mekânların üzerine yapılan çalışmalar**

Bu bölümde çok dilli mekânların üzerine yapılan çalışmaların gerçekleştiği ortam ve uygulanan yöntemler açısından farklılık/çeşitlilik gösteren çalışmalar örnek olarak sunulmuştur. Çok dilli mekânların üzerine yapılan akustik çalışmalarda konuşulan iki farklı dilin konuşmanın anlaşılabilirliği oranının farklı olduğu gözlemlenmiştir. İlgili çalışmalar kronolojik sıralamayla aşağıda yer almaktadır:

-Houtgast ve Steeneken yayınladıkları “RASTI yöntemi ile farklı diller üzerinde bir değerlendirme- Konferans salonundaki konuşmanın anlaşılabilirliğinin tahmini üzerinde bir yöntem” (“A Multi-Language Evaluation of the RASTI-Method for Estimating Speech Intelligibility in Auditoria”) çalışma RASTI yöntemin üzerinde yapılan öncül çalışmalardan biridir. Bu çalışmada farklı dillerin ile konuşmanın anlaşılabilirliğinin arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Çalışmada on bir farklı dil olmak üzere (İngilizce, Fince, Fransızca, Almanca, Macarca, İtalyanca, Flamenkçe, Maori, Lehçe, İsveççe ve Slovakça) 16 farklı akustik koşullar altında (farklı RT ve SNR için) araştırmalar yapılmıştır. Bunun yanı sıra öznel değerlendirme için farklı dillerde hazırlanmış testler uygulanmıştır. Bu testlerin değerlendirilmesi fonem ve kelime bazında gerçekleştirilmiştir. Nesnel değerlendirme için ise RASTI parametresi ölçülmüştür (Houtgast & Steeneken, 1984);

-Kang'ın 1998 yılında yayımlanmış olan “İngilizce ve Çince Diller Arasındaki Konuşmanın Anlaşılabilirliğinin Karşılaştırılması” adlı çalışmada İngilizce ve Mandarian dilleri arasındaki konuşmanın anlaşılabilirliği incelenmiştir. Uygulanan yöntem: kelime ve cümle testlerin anekoik odada seslendirilmesi; belirlenen iki farklı ortamda (seminer odası ve koridorda) dinleyicilere hoparlörden dinletilmesi ve duyduklarını yazdırılması; adımlarını içermiştir. Testlerde fonetik dengeli İngilizce ve Mandarian kelime listeleri ve adresleri ifade eden ama fonetik dengeli kelimeleri içeren cümleler kullanılmıştır. Cümle testleri dörder cümleden oluşan 25 adet listeden oluşmaktadır. Kelime listeleri ise 50 kelimelik olan toplamda 25 adet listeyi kapsamaktadır. Tüm testler konuşmacı tarafından seslendirilmiştir. Çalışmada her dil için dörder konuşmacı ve toplam beş dinleyici seçilmiştir. Konuşmacılar ilgili dilleri ana dili olarak kullanmaktadırlar. Çalışmanın mekânlarında ise seslendirilmiş tüm testler iki farklı şekilde dinletilmiştir: fon gürültüsü açık ve kapalı durumlarında. Fon gürültüsü olarak beyaz gürültü seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar ise ortamın STI ve SNR parametrelere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kelime; cümledeki anahtar kelime ve cümle kendisi baz olarak alınmıştır. Çıkan sonuçlar arasında yüksek STI ve SNR değerlerine sahip olan mekânlarda İngilizce dili Mandarian dilinden daha iyi anlaşılmiştir. Yansıma süresi uzun olan mekânlarda ise Mandarian dili daha iyi anlaşıldığı görülmüştür, fakat gürültülü ortamlarda durumun tam tersi olduğunu gözlemlenmiştir (Kang, 1998);

-Taveres vd. yaptıkları “Goan Kiliselerinde Kaynak Konumu, Dinleyici duruş şekli ve Konuşulan Dilin Konuşmanın anlaşılabilirliği Üzerine olan Etkisi ” adlı çalışmalarında kiliselerdeki konuşmanın anlaşılabilirliği İngilizce ve Konkani dilleri açısından incelemişlerdir. Çalışmada, Hindistan’da bulunan altı Katolik kiliselerin akustik ölçümleri yapıp ilgili mekânlarda deneklere testin uygulanmasını kapsamaktadır. Çalışmada modifiye kafiye testi (modified rhyme test, MRT) uygulanmıştır. Her bir kilisede ses kaynakları üç farklı yerde (altar, ana altar ve kürsü), dinleyici ise dört farklı yerde konumlanmıştır. Ölçmeler ve test uygulamalar ilgili mekânlarda ve belirlenmiş olan konumlarda İngilizce ve Konkani dilleri için ayrı ayrı yapılmıştır. Test uygulama sürecinde dinleyici iki farklı şekilde pozisyonu almıştır; ayakta durarak ve oturarak. Elde edilen sonuçlar RASTI ve SSI (sübjektif konuşmanın anlaşılabilirliği) değerlerine göre değerlendirilmiştir (Tavares, Rajagopalan, & Sharma, 2009);



-Jianxin yayımlanmış olduğu “Simüle edilmiş dersliklerde farklı ses basınç düzeyi ve farklı sinyal gürültü oranının üzerinde Çince konuşmanın anlaşılabilirliğinin incelenmesi” (“Chinese speech intelligibility at different speech sound pressure levels and signal to noise ratios in simulated classrooms”) çalışmasında simülasyon yöntemi kullanarak farklı SPL ve SNR değerlerine sahip dersliklerde Mandarin dilinin (Çince) anlaşılabilirliğini incelemiştir. Anekoik odada kelime testleri seslendirilerek oralizasyon yapılmıştır. Elde edilen ses kayıtları deneklere dinletilmiş ve öznel değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda Mandarin dili konuşulan derslikler için uygun olan akustik parametreler önerilmiştir (Jianxin, 2010);

- Zhu vd. yayınladıkları “Yeniden düzenlenmiş genel oda koşulları altında Çince konuşmanın anlaşılabilirliği ile konuşma iletim göstergesi arasındaki ilişki” (“Relationship between Chinese speech intelligibility and speech transmission index under reproduced general room conditions”) adlı çalışmada dört farklı akustik değerlere sahip mekânlarda (ofis, laboratuvar, multimedya dersliği ve semi-anekoik oda) Çince dilinin anlaşılabilirliğini STI değerlerine göre incelemiştir. Çalışma kelime testlerin anekoik odada seslendirilmesi; elde edilen ses kayıtların ilgili mekânlarda oynatıp tekrardan ses kaydının yapılması ve tekrardan elde edilen ses kayıtlarının dinleyiciye aktif gürültü kontrollü kulaklıkla dinletilmesi adımlarında oluşmaktadır. Çalışmanın sonuçları ilgili mekânların aynı STI değerlere sahip olmasına rağmen Çince konuşmanın anlaşılabilirliği farklı olduğunu gösterilmiştir (Zhu, Mo, & Kang, 2014);

- Kitapçı ve Galbrun yayınladıkları “İngilizce, Lehçe, Arapça ve Mandarin dillerdeki konuşmanın anlaşılabilirliğinin karşılaştırılması” (“Comparison of speech intelligibility between English, Polish, Arabic and Mandarin”) adlı çalışmada farklı RT ve SNR değerlerine sahip bir mekânda (akustik laboratuvar) konuşmanın anlaşılabilirliği dört farklı dil (İngilizce, Lehçe, Arapça ve Mandarin) üzerinde incelemiştir. Anekoik odada kelime ve cümle testleri seslendirilerek ilgili mekânda deneklere hoparlörle dinletilmiştir. Bu testlerin değerlendirilmesi fonem, kelime ve cümle bazında gerçekleştirilmiştir. Nesnel değerlendirme için ise STI parametresi ölçülmüştür. Elde edilen cümle testleri ile kelime testlerinin sonuçları kıyaslandığında her farklı dile özel STI eşiğinin olduğunu fark edilmiştir. Eşiğin üstündekilerin cümle bağlamı anlaşılabilir hale geldiği gözlemlenmiştir (Kitapçı & Galbrun, 2014);

- Papatova ve Grigorieva yayınladıkları “Gürültülü ortamlardaki Rusça ve Almanca dilleri arası konuşmanın anlaşılabilirliği” (“Crosslinguistic Intelligibility of

Russian and German Speech in Noisy Environment”) adlı çalışmada gürültülü ortamlarda konuşma anlaşılabilirliğinin Rusça ve Almanca dilleri üzerinde incelemiştir. Öznel değerlendirme için her iki dilde yakın telaffuz olan cümle testleri kullanılmıştır. Çalışma; anekoik odada cümle testleri seslendirmesi; elde edilen ses kayıtlarının Cool Edit Pro 2.0. programında pembe ve beyaz gürültü ile harmanlanması; laboratuvar ortamında dinleyicilere aktif gürültü kontrollü kulaklıkla dinletilmesi adımlarından oluşmaktadır. Elde edilen sonuçlar SNR değerlerine göre değerlendirilmiştir. (Potapova & Grigorieva, 2017);

- Janga ve Maka'nın “Dersliklerde konuşulan dil ikinci dil olan öğrencilerine göre konuşmanın anlaşılabilirliğinin araştırılması” (“An investigation of speech intelligibility for second language students in classrooms”) adlı çalışmada Çince konuşmanın anlaşılabilirliğine uygun tasarlanmış bir mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliği İngilizce dili üzerinde incelenmiştir. Çalışma ortaokulda bulunan dokuz tane akustik açılarından düzenlemeyen dersliklerde ve üniversite bulunan on bir tane akustik açılarından düzenlenen dersliklerde gerçekleşmiştir. Nesnel değerlendirme için ilgili mekânda T30, EDT, C80, STI ve fon gürültüsü ölçülmüştür. Öznel değerlendirme için ise kelime testleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları STI değerlere ve de kelime testi yapan deneklerin yaşına bağlı olarak değerlendirilmiştir (Yang & Mak, 2018).

Çok dilli mekânların üzerine yapılan çalışmalarda çoğunlukla kelime/ cümle ayırt etme testleri uygulanarak öznel değerlendirmenin yapıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmalar gerçek bir mekânda gerçekleşmiş olup mekânda doğrudan anekoik oda ses kayıtları kullanılması yeterli olmuştur. Fakat sanal bir ortamda benzer çalışmanın sürdürülebilmesi için anekoik oda ses kayıtlarının oralizasyon yöntemleri kullanarak sanal modelde tekrardan alınıp sonradan deneklere dinletildiği görülmüştür (Jianxin, 2010). Bu tez çalışması kapsamında sanal ortamda modellenen bir caminin konuşmanın anlaşılabilirliği bakımında öznel değerlendirme yapabilmek için oralizasyon yönteminin kullanılmasına karar verilmiş olup bu yöntem ile ilgili açıklamalar bir sonraki bölümde yapılmıştır.

## **2.5. Konuşmanın Anlaşılabilirliği Araştırmalarında Oralizasyon Yöntemi**

Yapılan literatür taramasında bulunan ve bu çalışmanın yönteminde önemli yer alan oralizasyon, aslında ses ile ilgili olup sanal bir ortamda gerçekleşen bir olayın ismidir (Kleiner, Dalenbach, & Svensson, 1993). Müzisyenlerin ve hacim akustiği

alanında çalışanların arasında kullanılan bu terim her iki grup tarafından farklı şekilde anlatılmaktadır.

Müzisyenler grubu arasında oralizasyon aslında bir sesin hayal edilmesi ile eşleştirilmektedir. Bir başka deyişle oralizasyon müzisyenin bulunduğu ortamda bir ses kaynağının yokluğunda aynı ses kaynağını ilgili ortamda bulunduğunu hayal edip kendi kafasında canlandırmasını ifade etmektedir (Matthay, 1913).

Hacim akustiği alanında çalışanlar tarafından ise oralizasyon bir fiziksel ve matematiksel modellemenin sonucundaki sesli/ işitilebilir bir render alınması şeklinde açıklanmaktadır (Kleiner, Dalenbach, & Svensson, 1993). Sanal ortamda elde edilen bir modelin içinde ses kaynağı çalıştırıp çıkan sesin tekrardan ses kaydedilme olayı oralizasyon olarak ifade edilmektedir (Vorlander, 2008).

## **2.6. Literatür Değerlendirilmesi ve Çalışma Yönteminin Belirlenmesi**

İslam monoteist dinler arasındaki en yaygın dinlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Cami Müslümanların ibadet mekânıdır. Camilerde gerçekleşen ritüeller çoğunlukla iki farklı dilde gerçekleşmektedir (Arapça dilinde ve caminin bulunduğu ülkedeki konuşulan ana dilinde). Bu sebepten dolayı camiler çok dilli (çift dilli) mekânlar olarak nitelendirilmektedir. Türkiye'deki camilerde ilgili ritüeller Türkçe ve Arapça dilinde gerçekleşmektedir. Camilerde konuşulan Türkçe dili genellikle konuşmacının ana dili iken, Arapça dili ise konuşmacının yabancı dili olmaktadır. Konuşmacılar Arapça dilini iyi seviyede biliyor, konuşuyor ve anlıyor olsalar da genellikle ana dili seviyesinde bilmemektedirler.

Bu çalışmada derlenen literatürden görüldüğü üzere Türkçe ve Arapça hem köken, hem yapı hem de seslerin oluşum biçimi bakımından birbirinden oldukça farklı iki dildir. Seslerin oluşum biçimi farklılaştıkça üretilen sesin işitsel durumu da farklılaşmaktadır. Bu sebepten dolayı, mekânların ilgili dillerin konuşmanın anlaşılabilirliğine olan etkisinin farklı olacağı beklenmektedir.

Cami kendi müzik ve konuşma işlevlerinden dolayı akustik anlamda dikkat çekmektedir. Cami akustiği üzerine yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda çoğunlukla cami akustik konforun standardize edilmesine yönelik ya da aynı konuya destek sağlayacak biçimde çalışmaların yapıldığı görülmüştür. **Ayrıca literatürde camilerde konuşmanın anlaşılabilirliği bakımından az sayıda çalışma yapıldığı ve caminin çift dilli mekân olarak akustik açıdan**

**incelenmediği görülmüştür. Bu tespit üzerinden literatürde camiler için önerilmiş optimum akustik konfor koşullarının Türkçe ve Arapça dilleri için konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini araştırmak amacıyla bu tez çalışması yapılmıştır.**

Çok dilli mekânları akustik açıdan değerlendiren çalışmalardan da görüldüğü üzere; ilgili mekânlardaki akustik konfor, ancak o mekânda konuşulan dillerin anlaşılabilirliğine göre belirlenen akustik parametrelere ve koşullara uygun tasarımın yapılması ile sağlanmış olacaktır. (P. Jianxin,2010; K.Kitapçı, L.Galbrun, 2014; Da Yanga, C. M. Maka, 2018). Bu tez çalışmasının yöntem belirlenmesinde çok dilli mekânlar üzerine yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır. Konuya ilişkin araştırmalarda nesnel değerlendirmelerde kullanılan yöntemler arasında; akustik ölçüm, anekoik odada ses kaydı alımı, suni kafa kullanımı ile ses kaydı alımı vb. yer almaktadır. Öznel değerlendirmede ise kelime ayırt etme testleri (fonetik dengeli tek heceli ve çift heceli kelime testi; tanısal uyak testi; değiştirilmiş kafiye testi; ve cümle ayırt etme testleri) uygulaması öne çıkmaktadır. İncelenen çalışmaların büyük kısmında denek sayısı konusunda herhangi bir standarda uyulmamış; sadece Kitapçı ve Galbrun'un çalışmasında denek sayısının ANSI/ASA S3.2., 2009 standardına göre belirlendiği (K.Kitapçı, L.Galbrun, 2014) görülmüştür. İlgili literatür çalışmalarında, elde edilen nesnel veriler (SNR, RASTI, STI, vb.) öznel veriler (kelime/ cümle ayırt etme testlerinin fonem ve kelime bazında anlaşılabilirlik oranı, fonetik dengeli tek heceli kelime testi) ile karşılaştırılarak farklı dildeki konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine değerlendirmelerin yapılması şeklinde yürütülmüştür.

Literatürden yapılan bu tespitler üzerinden **bu çalışmada camilerdeki akustik konfor koşullarının Türkçe ve Arapça dillerinin konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini kelime ayırt etme testleri uygulaması üzerinden ortaya konması amaçlanmaktadır.**

Ayrıca, ilgili testlerin cami akustik konfor parametreleri bakımından optimum değerleri (Tablo 2.6.) sağlayan Ç.T.C.'de gerçekleşmesi, çalışmanın verimliliği açısından oldukça önemlidir.

**Tablo 2.6.** Camilerde akustik konfor parametreleri ve optimum değerleri

PARAMETRE	DEğER	KAYNAK
RT	Hacme bağlı olarak değişmektedir.	Bknz. bölüm 2.3.1. Camilerde akustik konfor parametreleri
SNR (ana dil için- Türkçe)	20 dB	(Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016)
SNR (yabancı dil için- Arapça)	SNR + 4dB SNR + 5dB	(BS EN ISO 9921, 2003)
Fon gürültüsü	30-35 dB(A)	(BS 8233, 1999); derslikler için önerilen değer (ÇGDYY, 2010)
Gürültü düzeyi	NC-25	(Abdou, 2003)
STI	<0.3: kötü; 0.3-0.45: zayıf; 0.45-0.6: yeterli; 0.6-0.75: iyi; 0.75-1.0: mükemmel	(BS EN 60268-16, 2011)
STI (yabancı dil için)	<0.38:kötü; 0.38-0.6: zayıf; 0.6-0.86: yeterli; 0.86-1.0 iyi	(BS EN 60268-16, 2011)
D50 (500-1000 Hz)	0.3-0.7	TS EN ISO 3382-1, 2010, standardında konuşmaya yönelik yapılmış mekânlar için belirlenen optimum değerler; (Karabiber & Erdoğan, 2002); (Abdou, 2003);
Hacme bağlı kapasite	8 m <sup>3</sup> /V	(Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016)

Tablo 2.6'dan, RT parametresi caminin hacmine bağlı olduğu görülmektedir. Caminin hacmi bu tezin alan çalışmasında belirlendiği için, ilgili parametrenin de optimum olarak kabul edilen değerleri alan çalışmasında açıklanmıştır.

Bu çalışmada yapılan literatür derlemesi, çok dilli mekânların konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik durumunun belirleme yöntemleri üzerinden yapılan incelemeleri de kapsamaktadır. Literatürden derlenen bu yöntemlerden faydalanarak bu tez çalışmasının yöntemi oluşturulmuştur. Çok dilli mekânların farklı dillerdeki konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik durumun, oralizasyon yardımıyla belirlenme yöntemleri Tablo 2.7'de özetlenmiştir. Yöntemdeki genel adımlar ve açıklamaları ilgili tabloda yer almaktadır. Bu tez çalışmasının konusu cami ibadet mekânları olduğu için, çalışma yöntemi cami örneği üzerinden açıklanmıştır. Çalışma yöntemi toplam 4 genel adımdan oluşmakta olup ilgili adımlarda yapılması gereken hususlar açıklama sütününde verilmiştir. Genel adımların altında yer alan diğer çalışma adımları ise, bu tez çalışmasına özel olup, açıklama kısmında bulunan bilgiler çerçevesinde ve bu tez çalışmasının amacına uygun olarak belirlenmiş ve ilgili tabloda özetlenmiştir.

**Tablo 2.7. Çok Dilli Mekânların farklı dillerdeki konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik durumun, oralizasyon yardımıyla blirlenmesi- yöntemin genel adımları ve adım açıklamaları (Camiler üzerinden bir örnek)**

<p><b><u>Adım 1: Çalışma alanının belirlenmesi ve modelin geliştirilmesi</u></b>  <i>Çalışma alanının belirlenmesi Örnek Ç.T.C. modelinin geliştirilmesi</i></p> <p><b>-Adım 1a.</b> Çalışma alanının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Çağdaş Türk Cami ortalama fiziksel özelliklerinin belirlenmesi;</i></li> </ul> <p><b>-Adım 1b.</b> Çalışma alanının fiziksel ve akustik özelliklerinin modellenmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Örnek Çağdaş Türk Cami modellenmesi:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Örnek Çağdaş Türk Cami fiziksel özelliklerinin modellenmesi;</i></li> <li>○ <i>Belirlenen örnek Çağdaş Türk Cami modelinin akustik tasarımında kullanılan akustik konfor parametre optimum değerleri;</i></li> <li>○ <i>Örnek Ç.T.C. akustik özelliklerinin modellenmesi;</i></li> </ul> </li> </ul> <p><b>-Adım 1c.</b> Çalışma alanının genel ve STI, D50 ve SPL değerleri açısından bölgesel nesnel akustik değerlendirmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin nesnel akustik özelliklerinin literatürde belirlenen optimum değerlere göre yeterlilik durumunun kontrol edilmesi ve mekândaki ses dağılımı açısından ayrıntılı incelenmesi:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>ızgara yanıtı ile elde edilen RT, EDT, D50, STI ve SPL ortalama değerleri açısından genel akustik değerlendirme;</i></li> <li>○ <i>ızgara yanıtı ile elde edilen STI, D50 ve SPL değerleri açısından bölgesel nesnel akustik değerlendirme;</i></li> </ul> </li> </ul> <p><b>-Adım 1d.</b> Oralizasyon yapılacak noktalarının belirlenmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin öznel değerlendirilmesinde kullanılmak üzere farklı akustik bölgelerde alıcı nokta belirlenmesi;</i></li> </ul>	<p><b>AÇIKLAMA:</b></p> <p>-Ç.T.C. 'nin ortalama fiziksel özellikleri ve camiler için optimum akustik koşulları sağlayan bir cami modelinin geliştirilmesi ve çalışma alanı olarak belirlenmesi*;          -modeldeki kaynak ve alıcı konumlarının konuşmaya dayalı ritüellere göre belirlenmesi;          -alıcı ızgara yanıtı ile STI, D50 ve SPL değerlerinin elde edilmesi;          -STI, D50 ve SNR (SPL 'ye göre belirlenen SNR) değerleri açısından "iyi", "orta" ve "kötü" akustik durumu sağlayan bölgelerin belirlenmesi**;          -belirlenen bölgelerde oralizasyon için alıcı noktalarının belirlenmesi**;</p>
<p><b><u>Adım 2: Oralizasyon kayıtlarının oluşturulması</u></b>  <i>Alan çalışmasındaki vokal ve dinleyici denek grubunun ve test materyalinin belirlenmesi</i></p> <p><b>-Adım 2a:</b> Vokal ve denek grubu oluşturulması</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vokal ve denek grubu oluşturulması;</i></li> </ul> <p><b>-Adım 2b:</b> Test materyalinin hazırlanması</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Test materyalinin hazırlanması:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Kelime ayırt etme testi;</i></li> <li>○ <i>Anekoik odada Türkçe ve Arapça kelime listelerinin seslendirilmesi ve kaydının alınması;</i></li> <li>○ <i>Örnek Çağdaş Türk Cami modeli üzerinde oralizasyonların yapılması</i></li> </ul> </li> </ul>	<p><b>NOT</b></p> <p>* <i>Çağdaş Türk Camilerin optimum akustik koşulları sağlandığına dair bir bilgiye ulaşılmadığından dolayı, bu tez çalışmasında Ç.T.C. ortalama fiziksel özellikleri (boyut, hacim, kaplama malzemesi vs.) sağlayan bir cami modeli geliştirilmiştir. Ç.T.C. ortalama fiziksel özellikleri, Türkiye illerinin ortalama nüfusuna sahip Eskişehir ilindeki camiler örneği üzerinden belirlenmiştir.</i></p> <p><b>AÇIKLAMA:</b></p> <p>-<i>Vokal ve denek grubu oluşturulması ve testlerin hazırlanması ANSI/ ASA S3.2. standardına uygun şekilde yapılması (ANSI/ASA S3.2. , 2009);</i>          -<i>Vokal ve denek gruplarının dilbilim uzman desteği ile Türkçe ana dili ve Arapça yabancı dili olan kişilerden oluşturulması;</i>          -<i>deneklerin, olası duyma rahatsızlığını teyit etmek amacıyla Audio Check (Audio Check, 2019) testlerinin gerçekleştirilmesi;</i>          -<i>kelime ayırt etme testlerinde odyolog uzmanı tarafından onaylanmış kelime listelerinin kullanılması;</i>          -<i>kelime listelerinin anekoik odada vokal grubu tarafından seslendirilmesi;</i>          -<i>anekoik oda ses kayıtlarının modelde kaynak olarak çalıştırılması ve alıcı noktalarında oralizasyon kayıtlarının oluşturulması;</i>          -<i>model içinde fon gürültüsünün modellenmesi;</i>          -<i>fon gürültü kaynağı olarak pembe gürültünün çalıştırılması ve alıcı noktalarında oralizasyon kayıtlarının oluşturulması;</i>          -<i>kelime listeleri ve pink gürültü oralizasyonlarının birleştirilmesiyle kelime ayırt etme testlerinin oluşturulması;</i></p>

Tablo 2.7. devamı

<p><b><u>Adım 3: Farklı dillerin anlaşılabilirliği bakımından Çok dilli mekânın Akustik Konforu Belirlenmesi</u></b> <i>Türkçe ve Arapça dili için Konuşmanın Anlaşılabilirliği Bakımından Örnek Çağdaş Türk Cami Modelinin Akustik Konforu Belirlenmesi</i> <b>-Adım 3a:</b> Kelime ayırt etme testlerinin uygulanması</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Oralizasyon kayıtlarının dinletilmesi;</i></li></ul> <p><b>-Adım 3b:</b> Çok dilli mekânda konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Kelime ayırt etme testleri sonuçlarına göre örnek Ç.T.C. modelinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesi</i></li></ul>	<p><b><u>AÇIKLAMA:</u></b> <i>-Oralizasyonların laboratuvar ortamında, gürültü kontrollü kulaklıklarla denek grubuna dinletilmesi ve deneklerden işittikleri kelimeleri hazırlanmış boş forma yazmaları istenmesi;</i> <i>-Kelime ayırt etme teslerinde doğru ve yanlış anlaşılan kelime ve harf oranlarının hesaplanmasıyla örnek Ç.T.C. modelindeki konuşmanın anlaşılabilirlik derecesinin ortaya konulması;</i> <i>-Kelime ayırt etme testlerinin sonucunda her iki dil (Türkçe ve Arpça) için harf (ses) bazındaki anlaşılabilirlik hata oranı hesaplanması ve hesaplanan oranlara göre diller arasındaki anlaşılabilirlik farkının öne çıkarılması;</i></p>
<p><b><u>Adım 4: Alan çalışmasının genel değerlendirilmesi</u></b> <i>Alan çalışmasının genel değerlendirilmesi</i></p>	<p><b><u>AÇIKLAMA:</u></b> <i>-Optimum akustik koşulları sağlayan nesnel değerlere göre, öznel değerlendirmenin sonucunda elde edilen verilerin akustik açıdan yeterlilik durumunun belirlenmesi;</i> <i>- harf (ses) bazındaki anlaşılabilirlik hata oranına göre cami ibadet mekânının Türkçe ve Arapça dillerini nasıl etkilediği belirlenmesi;</i></p>

Tablo 2.7’de yer alan bilgiler çok dilli mekanların üzerinde yapılacak ve oralizasyon yöntemi kullanılarak konuşmanın anlaşılabilirliğini belirleyecek ilerideki çalışmalarda yöntem olarak kullanılabilir. Ancak ilgili tabloda “\*” ile işaretlenen açıklamalar, çok dilli mekânın fiziksel ve akustik özellikleri hakkında bilgiler içerdiği için tamamen çalışmanın konusuna bağlı olmaktadır. Başka değişle, çok dilli mekânların üzerinde yapılacak çalışmaların konuları mekânın optimum akustik koşulları sağlanması şart değilse, ya da mekânın fiziksel özellikleri belli ise, ilgili çalışmalarda “\*” işaretli adımlar atlatılabilir. Ayrıca, yapılacak çok dilli mekânın fiziksel özellikleri belli olmayan çalışmalarda, bu tez çalışmasında izlenen ve alan çalışmasında ayrıntılı olarak açıklanan mekânın (caminin) ortalama fiziksel özelliklerinin belirlenme yöntemleri izlenebilmektedir. Ayrıca, bu tez çalışmasında ilave olarak “\*\*\*” işaretiyle belirlenen adımlar önerilmiştir:

- STI, D50 ve SNR (SPL’ye göre belirlenen SNR) değerleri açısından “iyi”, “orta” ve “kötü” akustik durumu sağlayan bölgelerin belirlenmesi;
- belirlenen bölgelerde oralizasyon için alıcı noktalarının belirlenmesi\*\*.

Literatürde oralizasyon kayıtları alınacak noktalar hakkında net bilgi belirlenmediğinden dolayı bu çalışmada “\*\*\*” işaretli adımlar eklenmiştir. Literatürde kelime ayırt etme testleri sadece akustik açıdan zayıf olma potansiyeli taşıyan

bölgelerde uygulandığı görülmüştür (Üretmen, 1991); (Erdem, 1992); (Yıldırım, 2003); (Othman & Mohamed, 2012). Sadece “zayıf” akustik bölgelerde anlaşılabilirlik açısından ölçümün yapılması, mekânın akustiği hakkında kısıtlı bilgi edinmesine yol açtığı düşünülmektedir. Bu sebepten dolayı bu tez çalışmasında kelime ayırt etme testlerinin (oralizasyonlarının) akustik açıdan “iyi”, “orta” ve “kötü” bölgelerde uygulanması önerilmiştir. Çalışma alanı ilgili bölgelere ayrılmış, her bölgede birer temsilci nokta belirlenmiştir. Böylelikle mekânın akustik durumunu ayrıntılı incelemek mümkün olmuştur. Ayrıca, bu yöntemde oralizasyon yapılacak noktalar azalmakta dolayısıyla oralizasyon kayıtlarının sayısı ve kelime ayırt etme testlerinin süresi azalmaktadır. Kelime ayırt etme testlerinin uzun süresi deneklerin deneylere katılımlarını olumsuz yönde etkileyebildiği için, önerilen bu yöntem çalışmanın verimliliğini artırmaktadır (ilgili olumsuz etkenler ise alan çalışmasında ayrıntılı olarak açıklanmıştır). Bu tez çalışmasının yöntemi belirledikten sonra çalışmanın uygulanmasına geçilmiş olup sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.



### 3. ALAN ÇALIŞMASI

Bu bölümde camilerde konuşmanın anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça dilleri üzerinden nasıl incelendiği ve ne tür sonuçların elde edildiği, ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

#### 3.1. Adım 1- Çalışma Alanının Belirlenmesi: Örnek Çağdaş Türk Cami Modelinin Geliştirilmesi

Literatür derlemesinin sonucunda cami akustik koşullarının belirlenmesinde Osmanlı Mimar Sinan camileri (Kayılı M. , 1988); (Karabiber Z. , 2000) ve Çağdaş camiler (Abdou (2003), Orfali (2007), Elkhateeb vd. (2016)), alan çalışması olarak seçildiği görülmüştür. Çağdaş camilerin üzerinde akustik incelenme yapmak, daha verimli sonuçların elde edilmesinin yanı sıra bu alandaki boşluğun giderilmesine neden olacaktır. Bu sebepten dolayı, bu çalışmada Çağdaş Türk Camileri üzerinde çalışmaya karar verilmiştir. Buradan yola çıkarak, bu tez çalışmasında çalışma alanı olarak optimum akustik konfor koşullarını (Bknz. Tablo 2.6.) sağlayan örnek Çağdaş Türk Cami modeli geliştirilmiştir. İlgili modelin fiziksel özelliklerinin (boyut, biçim, kapasite, iç kaplama malzemesi vs.) belirlenmesi için Türkiye illerinin ortalama nüfusuna sahip olan Eskişehir ilindeki 2000 yılından bu yana yapılmış bütün camiler seçilmiştir. Bütün camilerin fiziksel özellikleri tablolaştırılarak derlenmiş, değerlendirilmiş ve sonunda örnek Ç.T.C. modeli için ortak özellikler istatistiki olarak belirlenmiştir.

Örnek Ç.T.C. modelinin karakteristiklerinin belirlenmesinde istatistik yöntemleri kullanılmıştır. Örnek Ç.T.C. modelinin ana mekân biçimi, kaplama malzemesi, iç mekânda bulunan mimari elemanların konumu ve biçimi/adedi gibi fiziksel özellikleri incelenen camilerde en sık görülen özellikler olarak belirlenmiştir. Boyut ve kapasite özellikleri ise, incelenen camilerin kapasiteleri ve taban alanlarının yıllara göre durumunun trend analizleri yöntemi ile analizi sonucu 2019 yılında yapılacak bir caminin ortalama kapasitesi ve taban alanı tahmini neticesinde belirlenmiştir. Belirlenen özelliklere uygun örnek Ç.T.C. modeli geliştirilmiş ve simülasyon yöntemi ile nesnel açıdan değerlendirilmiştir.

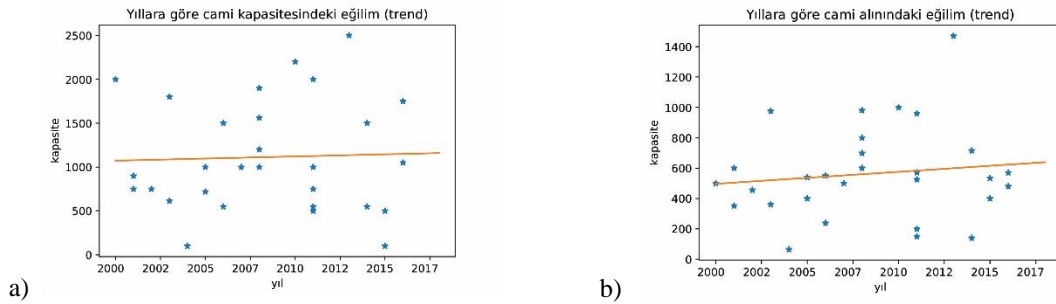
##### 3.1.1. Adım 1a- Çağdaş Türk Cami ortalama fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Çağdaş Türk Cami tipinin belirlenmesi için Türkiye'nin Eskişehir ilinde 2000 yılından sonra yapılan **toplam 28 adet cami**, ilgili çalışmanın alanı olarak

belirlenmiştir. Camilerin kapasitesi ve taban alanı gibi bilgiler elde edilmiş ve yerinde belgelenmiştir. Her bir cami ziyaret edilerek caminin biçimi, kaplama malzemeleri, caminin ana mekânında bulunan diğer mimari elemanların (minber, mihrap, kürsü, kadın mahfili, taşıyıcı sistem (kolon, kubbe vb.)) konumları ve duvardaki doluluk-boşluk oranı (bkz. EK- 1) gibi fiziksel özelliklerine yönelik gözlemler yapılmış ve gözlemlerin sonucunda elde edilen veriler derlenmiştir. İlgili çalışmada bodrum ve giriş holü gibi, caminin ana mekânından fiziksel olarak ayrı mekânlar ayrıntılı incelemelerde devre dışı bırakılmıştır. Dolayısıyla ayrıntılı incelemelerde camilerin ana mekânlarına odaklanılmıştır. Her bir caminin şematik olarak planı ve kesiti, taşıyıcı sistemi ile birlikte çizilmiş ve kapı, pencere, merdiven vb. mimari elemanların yerleri/boyutları işaretlenmiştir (bkz. EK 2). Bütün camilerin fiziksel özellikleri tablolaştırılarak derlenmiş, değerlendirilmiş ve sonunda örnek cami için ortak özellikler belirlenmiştir.

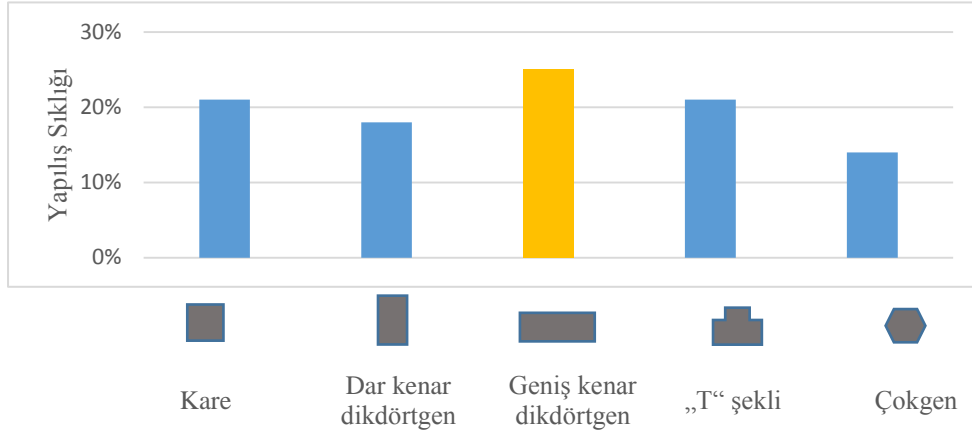
Örnek Ç.T.C. modelinin *özelliklerinin belirlenmesinde* sırasıyla: taban alanı ve kapasite; plan ve tavan tipi; kadın mahfili konumu; mihrap, kürsü ve minber konumları ve iç mekân kaplama malzemelerinin belirlenmesi adımları izlenmiştir.

**Taban alanı ve kapasite:** Çağdaş Eskişehir Camileri fiziksel özelliklerinin derlenmesi sonucunda 2019 yılında yapılacak bir caminin kapasitesi ve taban alanı elde edilen verilere göre 1164 kişilik ve 647 m<sup>2</sup> taban alanına sahip olacak şekilde istatistiksel trend analizi yöntemiyle hesaplanmıştır (Şekil 3.1.).



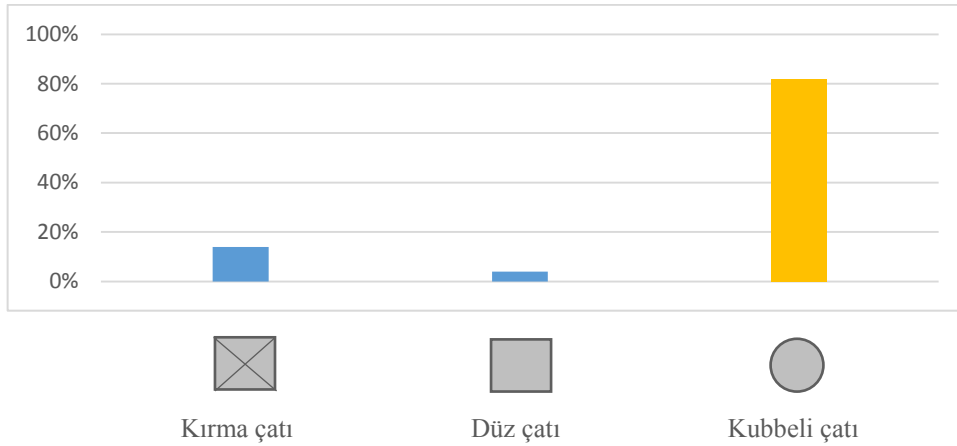
Şekil 3.1. Trend analizi; Yıllara göre cami a)kapasitesindeki eğilim; b) alanındaki eğilim

**Plan tipi:** Eskişehir ilindeki çağdaş camilerden elde edilen verilere göre cami hariminin (ana mekânın) 5 farklı plan tipine sahip olduğu görülmüştür: kare, dar kenar dikdörtgen, geniş kenar dikdörtgen, “T” şekli ve çokgen (Şekil 3.2.). Derlenen sonuçlara göre, ağırlıklı olarak geniş kenar dikdörtgen plan tipli harime sahip olan Çağdaş Türk Camiler yapılmaktadır.

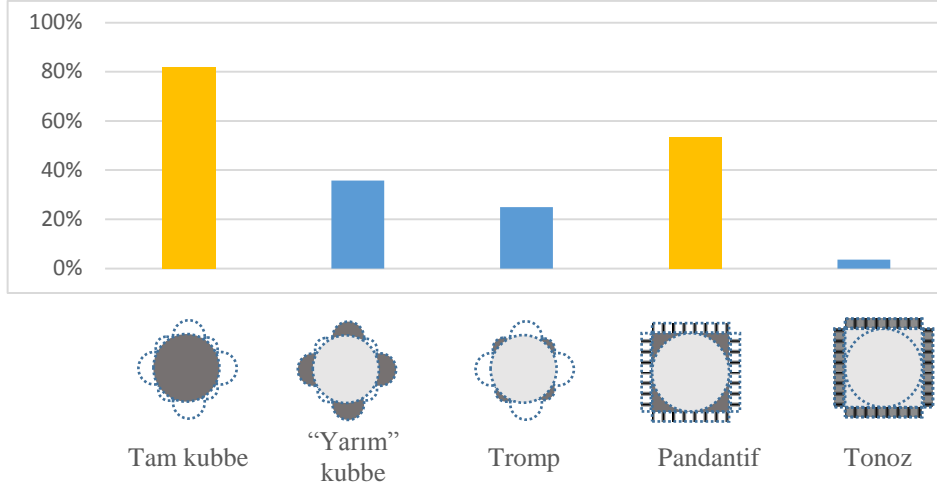


**Şekil 3.2.** İncelenen Eskişehir camilerindeki harim plan tiplerinin yapılış sıklığı

**Tavan tipi:** Eskişehir ilindeki çağdaş camilerin tavan tipinin incelenmesi sonucunda tavanların 3 farklı şekilde yapıldığı görülmüştür: kırma çatı; düz çatı ve kubbeli çatı (Şekil 3.3.). İncelenen camilerin arasında kubbeli tavan tipi olanlarda birden fazla kubbe bulunduğu görülmektedir. Bazı camilerdeki tavanlar kubbe haricinde başka içbükey elemanlardan da oluşmaktadır: “yarım” kubbe, tromp, pandantif ve tonoz (Şekil 3.4.). İncelenen camilerde, camilerin %50 ve üst oranla camideki tavanlarda hem kubbe hem de pandantif bulunduğu fark edilmiş ve ilgili tasarım yaygın tasarımların arasında yer aldığını görülmüştür.

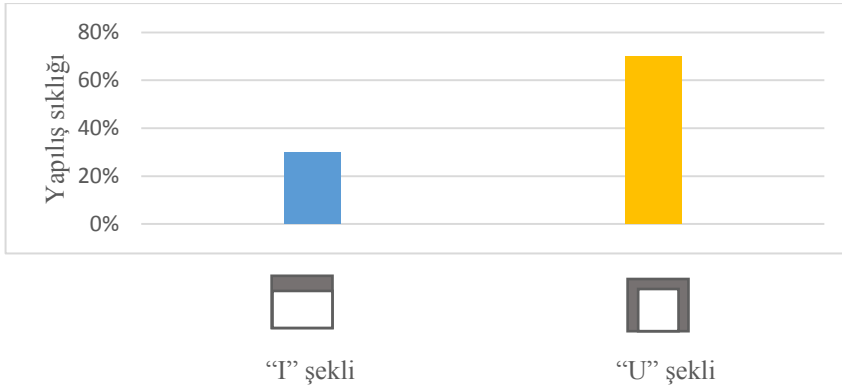


**Şekil 3.3.** İncelenen Eskişehir camilerindeki tavan tipinin yapılış sıklığı



Şekil 3.4. İncelenen Eskişehir camilerindeki tavan tipinin yapılış sıklığı

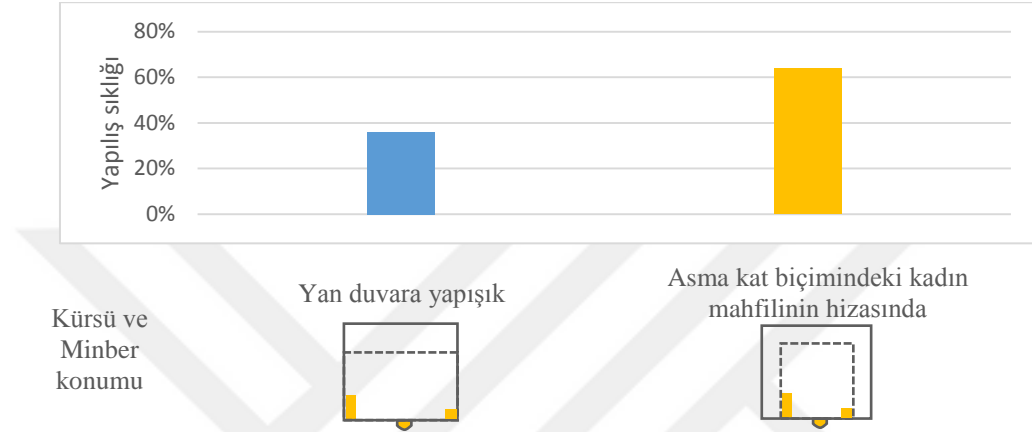
**Kadın mahfili konumu:** İncelenen Eskişehir çağdaş camilerinde kadın mahfilinin caminin hariminde (ana mekânda) bulunduğu ve iki farklı yerde konumlanabildiği görülmektedir. Kadın mahfili ya caminin zemin katının arka taraflarında (%7) ya da asma katta (%93) yer almaktadır. Asma kat şeklinde yapılan kadın mahfili iki farklı şekilde olmaktadır: sadece arka duvara dayalı- "I" şeklinde ya da hem arka hem de yan duvarlara dayalı- "U" şeklinde yapılmaktadır (Şekil 3.5.). Derlemenin sonucunda elde edilen sonuçlara göre Çağdaş Türk Camilerin 'de kadın mahfili "U" şeklinde ve asma katta ağırlıklı olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3.5. İncelenen Eskişehir camilerindeki kadın mahfili asma kat plan tipinin yapılış sıklığı

**Mihrap, Kürsü ve Minber konumu:** Ana ibadetlerin arasında yer alan namaz, vaaz ve hutbe ritüellerinde mekânın akustik performansı açısından kaynak yeri oldukça önemlidir. Bu sebepten dolayı, alan olarak seçilen camilerdeki mihrap, kürsü ve minber yerleri tespit edilmiştir. Her üç elemanın da her zaman kible duvarında bulunduğu fark edilmiştir. Mihrap her zaman kible duvarının ortasında nişli şekilde yer almaktadır.

Fakat kürsünün ve minberin yerleri camiden camiye değişmektedir. Mihraba göre kürsü her zaman sol tarafta; minber ise sağ tarafta yer almaktadır. Fakat incelenen camilerde, hem kürsü hem minberin yeri bazen yan duvara yapışık, bazen de asma kat biçimindeki kadın mahfilinin hizasında bulunduğu görülmüştür (Şekil 3.6.). İncelenen camilerde %64 oranla kürsü ve minber asma kat hizasında bulunmuş ve ilgili tasarım yaygın tasarımların arasında yer aldığını görülmüştür.



Şekil 3.6. İncelenen Eskişehir Camilerindeki kürsünün ve minberin konum sıklığı

Bu tez kapsamında konuşmaya yönelik ritüeller esnasındaki konuşmanın anlaşılabilirliğinin incelenmesi olduğundan dolayı, ritüellerin gerçekleştirildiği minber ve kürsü konumlarının belirlenme aşaması ayrıntılı olarak incelenmiştir. Kaynak ve alıcı buldukları konumlar dolaysız sesin alıcıya ulaşmasında doğrudan etkilidir. Örnek Eskişehir camileri incelenmesinin sonucunda pratikte en yaygın uygulanan tasarımlar şu şekildedir; kürsünün toplam yerden yüksekliği 0,6 m ve minberin ise 1,55 m'dir.

**İç mekân kaplama malzemesi:** İncelenen camilerdeki iç mekân kaplama malzemeleri listelenmiş (Bknz. EK 1) ve en sık uygulanan kaplama malzemeleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1. İncelenen Eskişehir Camilerdeki ortalama iç mekân kaplama malzemeleri**

Camideki konumu	Mimari eleman	Malzeme	Yapılış sıklığı (%)	
Ana mekân (harim)	Döşeme	Halı	100	
	Duvar	Yan ve arka duvar	Siva+ 1 m yükseklikte ahşap	43
		Ön duvar	Duvarın %50 seramik; %50 siva	29
	Tavan	Siva	96	
	Mihrap	Seramik	61	
	Minber	Seramik	57	
	Kürsü	Seramik	54	
	Pencere	PVC doğramalı çift cam	68	
	Kapı	Ağır masif ahşap	86	
Kadın mahfili	Döşeme	Halı	100	
	Duvar	Siva+ 1m yükseklikte ahşap	54	
	Korkuluk	Çubuklu demir (h: 1m)	29	

Duvar kaplama malzemesi (siva) ve pencere malzemesi (PVC çift cam) akustik anlamda çok farklı iki malzemedir. Dolayısıyla ilgili malzemelerin birbirine göre oranı mekânın akustik konforunu etkilemektedir. Bu sebepten dolayı Eskişehir örnek camilerinde duvardaki doluluk boşluk oranı da incelenmiş ve en yaygın kullanımı (%43 durumlarda) duvarın %10'u pencere ile kaplı olduğu belirlenmiştir.

### 3.1.2. Adım 1b- Örnek Çağdaş Türk Cami modellenmesi

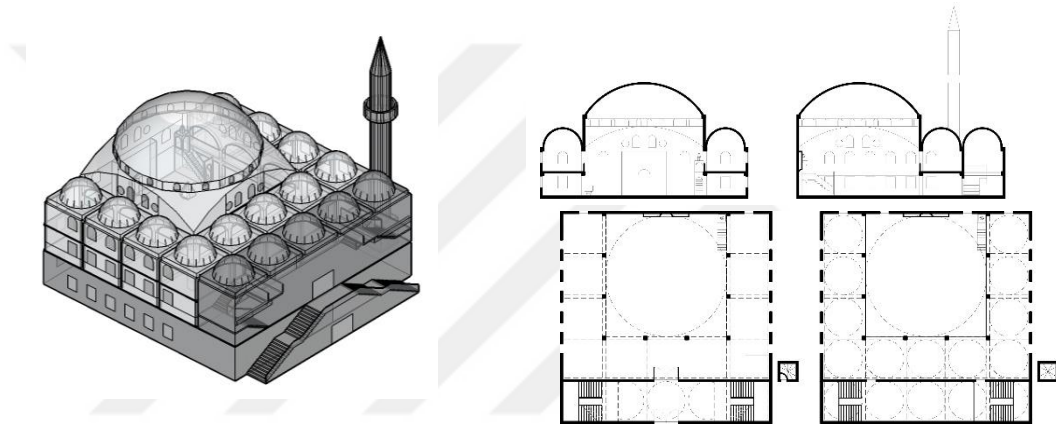
Eskişehir çağdaş camileri incelenerek, ortalama fiziksel özelliklere sahip Çağdaş Türk Cami tipi örnek olarak belirlenmiş ve bu çalışmanın alan çalışması olarak kullanılmak üzere modellenmiştir. İlgili caminin fiziksel özelliklerinin modellenmesinin yanı sıra akustik özelliklerinin modellenmesi (malzemelerin akustik özellikleri belirleyerek modeldeki yüzeylere atanması; vokal ve alıcı noktaların model içinde konumlandırılması vb.) de yapılmıştır. Örnek cami modelindeki iç mekân kaplama malzemelerinin akustik özellikleri, belirlenen Çağdaş Türk Camilerin ortalama malzemelerine göre belirlenmiştir. Mekândaki ses kaynak noktaları ve alıcı noktaları camilerdeki konuşmaya dayalı ritüellere (vaaz ve hutbeye) göre belirlenmiştir. Fiziksel ve akustik özelliklerin belirlenmesinin ardından ilgili örnek Ç.T.C. modelinin simülasyonu yapılmıştır.

#### 3.1.2.1. Örnek Çağdaş Türk Cami fiziksel özelliklerinin modellenmesi

Belirlenen fiziksel özellikleri barındıran Örnek Çağdaş Türk Cami modeli, SketchUp 2016 yazılımı yardımı ile geliştirilmiştir. İlgili örnek Ç.T.C. modelinin hacmi ile ilgili literatürdeki bilgilerden faydalanarak: kişi başına 8 m<sup>3</sup> düşecek şekilde

hesaplanmıştır ((Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016); (Karaman & Guzel, 2017)). Camideki bodrum kat ve ana giriş h lü hacimleri toplam cami hacminden  karttırıldığında caminin ana mekânının hacmi **4000 m<sup>3</sup>** olarak hesaplanmıştır.

 rnek  .T.C. modeli geniş dikdörtgen planlı olup kubbeli tavan tipine sahiptir. Tavanda kubbeler hariç pandantifler de yer almaktadırlar. Tavanda bulunan kubbe sayısı incelenen Eskişehir geniş kenar plan tipi camilerde en çok rastlanılan kubbe sayısına uygun şekilde düzenlenmiştir. Sonuçlara göre ilgili çalışmada modellenen caminin tavanında toplam 12 adet kubbe (ana mekânının üzerinde büyük bir ana kubbe ile 11 k  k kubbe) ve 4 adet pandantif olarak belirlenmiştir (şekil 3.7).



**şekil 3.7.** Belirlenmiş  rnek  .T.C. modelinin planı, kesiti ve 3 boyutu

### **3.1.2.2. Belirlenen  rnek  ağdaş Türk Cami modelinin akustik tasarımında kullanılan akustik konfor parametre optimum değerleri**

Literatür taraması sonucunda camiler için konuşmanın anlaşılabilirliği açısından incelenen akustik konfor parametrelerin arasında yer alan yansışım süresi (RT) caminin hacmine bağlı olarak verildiği görülmüştür (Bknz. Bölüm 2.3.1.).  rnek  .T.C. modelinin hacmi 4000 m<sup>3</sup> olarak belirlendiğine göre bu çalışmada RT optimum değerinin ilgili hacim için nasıl bulunduğu bu bölümde açıklanmıştır. Bunun yanı sıra, bu bölümde konuşmanın anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirilmesinde kullanılan, yeterli akustik durumu sağlayan ve optimum olarak varsayılan kelimelerin anlaşılabilirlik yüzdeleri de açıklanmıştır.

#### **• Yansışım Süresi (RT)**

Literatürde, camiler için orta frekanslardaki optimum RT değeri üç farklı kaynakta önerilmiştir: (Yüksel Z. , 2003), (Kayılı M. , 2005), (Orfali, 2007). 4000

m<sup>3</sup>'lük cami için ilgili kaynaklarda önerilen optimum RT değerler Tablo 3.2'de açıklanmıştır.

**Tablo 3.2.** 4000 m<sup>3</sup> 'lük cami için literatürde önerilen orta frekanslardaki optimum RT değerleri

İBADET MEKÂNI	DEĞER	KAYNAK
Cami	2,1sn	(Kayılı M. , 2005)
	2,4-2,9 sn	(Yüksel Z. , 2003)
	1,35 sn	(Orfali, 2007)

Örnek Ç.T.C. modeli için üç farklı kaynaktan önerilen  $RT_{opt}$  değerleri birbirine oldukça farklı olduğu görülmüştür. Önerilen değerlerin arasında doğru seçim yapabilmek için camilerde gerçekleşen konuşma ve müzik niteliğindeki eylemleri barındıran benzer ibadet mekânları için literatürde önerilen  $RT_{opt}$  değerlerine bakılmıştır. Camilerdeki gibi konuşmaya dayalı ritüeller, Katolik ve Protestan kiliselerinde de gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla ilgili kiliselerdeki konuşmanın anlaşılabilirliği için önerilen optimum RT değerler derlenmiş ve Tablo 3.3'te açıklanmıştır. Camilerde gerçekleşen müzik, sadece insan seslerinden oluşmakta olup, akustik anlamda koro müziğine oldukça benzemektedir. İlgili benzerlikten dolayı koro müziği için literatürde önerilen optimum RT değerleri de derlenmiş ve Tablo 3.3'te açıklanmıştır.

**Tablo 3.3.** 4000 m<sup>3</sup> 'lük Katolik kilisesi, Protestan kilisesi ve koro müziği için literatürde önerilen optimum RT değerleri

İBADET MEKÂNI	DEĞER	KAYNAK
Katolik Kilisesi	1,1 sn- 1,5 sn	(Everest, 2001)
Protestan Kilisesi	1,35 sn	(Doelle L. L., 1964)
Koro Müziği	1,7 sn	(Doelle L. L., 1972)

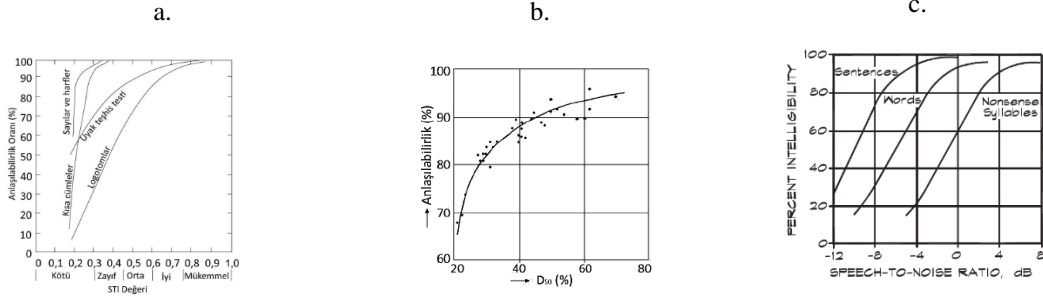
Tablo 3.3'te derlenen veriler, konuşma ve müzik işlevleri için örnek Ç.T.C. modelindeki RT değerinin 1,1 sn ile 1,7 sn arasında olması halinde optimum akustik koşulları sağlayacağı şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca ilgili aralığın arasında cami optimum RT değeri için Orfali tarafından önerilen 1,35 sn (Orfali, 2007)'nin yer aldığı da görülmektedir.

Literatürdeki bu bilgiler ışığında, örnek Ç.T.C. modeli için tüm frekanslarda RT değeri 1,1 sn ile 1,7 sn arası; orta frekanslardaki değer ise 1,35 sn, bu çalışmanın kapsamında, optimum olarak varsayılmıştır.

- **Konuşma İletim Göstergesi (STI), Ayırt edilebilirlik (D50) ve Sinyal—Gürültü Oranı (SNR) parametrelerine göre belirlenen ve cami için optimum olarak kabul edilen Kelime Anlaşılabilirlik Yüzdeleri**



Bu çalışmada konuşmanın anlaşılabilirliği, kelime ayırt etme testleri kullanılarak belirlenmiştir. İlgili testlerin sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde literatürde önerilen kelimelerin anlaşılabilirliği yüzdesi ile STI, D50 ve SNR parametrelerinin ilişkilerinden faydalanılmıştır (Şekil 3.8.).



**Şekil 3.8.** Kelimelerin anlaşılabilirlik yüzdesi ile:  
a. STI (Long, 2006); b. D50 (Kuttruff, 2009); c. SNR (Long, 2006) değerlerinin ilişkisi

Literatürde camiler için önerilen STI, D50 ve SNR değerlerinin yeterlilik durumu (Bknz. Bölüm 2.3.1.) kelimelerin anlaşılabilirliği oranı için de yeterli olarak varsayılmış ve Tablo 3.4'te açıklanmıştır.

**Tablo 3.4.** Camiler için önerilen STI, D50 ve SNR optimum değerlerine göre belirlenen ve bu tez çalışmasında optimum olarak kabul edilen kelimelerin anlaşılabilirlik yüzdeleri

Nesnel parametre	Nesnel parametrelerin yeterli akustik durumu sağlayan optimum değerleri			Kelimelerin anlaşılabilirliğinin yeterli akustik durumu sağlayan ve optimum olarak varsayılan yüzdeleri		
	Ana dil (Türkçe)	Yabancı dil (Arapça)	Kaynak	Ana dil (Türkçe)	Yabancı dil (Arapça)	Kaynak
STI	>0,45	>0,60	(BS EN 60268-16, 2011)	>%70	>%90	(Long, 2006)
D50	0,3- 0,7		(Karabiber & Erdoğan, 2002); (Abdou, 2003); (TS EN ISO 3382-1, 2010).	>%80		(Kuttruff, 2009)
SNR	20 dB	25 dB	(Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016)/ (BS EN ISO 9921, 2003)	>%95		(Long, 2006)

Tablo 3.4'te yer alan nesnel parametre değerlerinin ana dil (Türkçe) ve yabancı dil (Arapça) için farklı oldukları görülmektedir. Bu farklı değerler ana dil ile yabancı dildeki konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdelerinin birbirine kıyaslanmasını mümkün kılmaktadır.

Bu bölümde açıklanan RT ve literatürde önerilen diğer (STI, D50, SNR) akustik parametrelerinin değerlerine uygun olarak örnek C.T.C. modelinin akustik tasarımı yapılmıştır.

### 3.1.2.3. Örnek Ç.T.C. akustik özelliklerinin modellenmesi

Örnek Ç.T.C. modelinin akustik tasarımı;

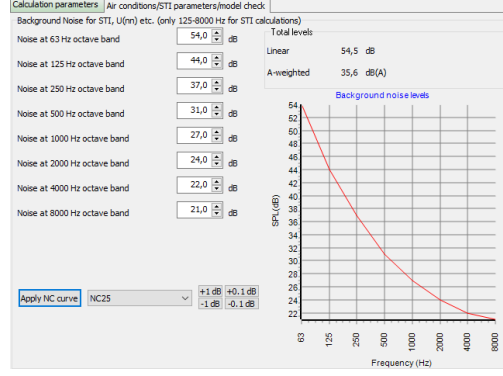
- malzeme akustik özellikleri,
- kaynak özellikleri/ pozisyonları,
- fon gürültüsü ve
- alıcı özellikleri/ pozisyonları

gibi akustik özellikleri, ODEON 14 Auditorium yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Malzeme akustik özellikleri:** Örnek Ç.T.C. modelinde atanan iç mekân kaplama malzemelerinin akustik özellikleri, ODEON 14 Auditorium yazılımının içinde bulunan ve Ç.T.C.'nin malzemelerine (bkz. bölüm 3.1.1.) uygun olarak belirlenmiştir. Ardından, örnek Ç.T.C. modelinde, bu çalışmanın amacına uygun camideki konuşmaya dayalı ritüellere göre (vaaz ve hutbe) kaynak ve alıcı noktaları tasarlanmıştır.

**Kaynak özellikleri ve pozisyonları:** Vaaz ve hutbe ritüellerinde konuşmacı dinleyicilere hitap ettiği için bu çalışmada ODEON yazılımındaki “BB93\_RAISED\_NATURAL.SO8.” (ODEON application note, son erişim tarihi haziran 2019) kaynak tipi kaynak noktası olarak seçilmiştir. Kaynak konumları ise, vaaz ve hutbe ritüellerine uygun şekilde sırasıyla kürsü üzerinde ve minber üzerinde konumlanmıştır. Kürsüdeki konuşmacı, vaaz ritüelini simgeleyip dinleyicilere (cemaate) dönük bir şekilde ve yerden 1,8 m (0,6 m kürsü yüksekliği artı 1,2 m sandalyede oturan konuşmacı yüksekliği) yüksekliğinde konumlanmıştır. Minberdeki konuşmacı ise hutbe ritüelini simgeleyip dinleyicilere (cemaate) dönük bir şekilde ve yerden 3,2 m (1,55 m minber yüksekliği artı 1,65 m ayakta duran konuşmacı yüksekliği) yüksekliğinde konumlanmıştır.

**Fon gürültüsü:** Mekândaki fon gürültüsü mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğini doğrudan etkilemektedir. Çok yüksek ses basınç düzeyli fon gürültüsü mekândaki ses kaynağının maskelenmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada örnek Ç.T.C. modelindeki fon gürültüsü, literatürde cami için önerilen NC eğrilerine göre belirlenmiştir: NC-25 (Abdou, 2003) (Şekil 3.9.).

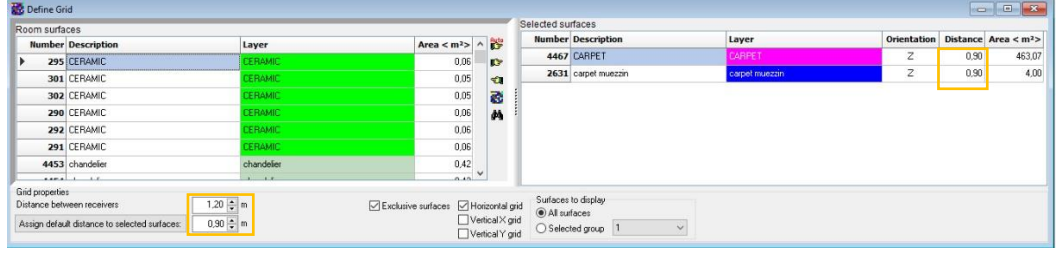


Şekil 3.9. ODEON yazılımındaki NC-25 ayarının ekran görüntüsü

ODEON simülasyon programında yapılan NC eğrilerinin ayarı, fon gürültüsün değeri, örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilen değerlerin hesaplanmasında yer almış fakat oralizasyon esnasında fon gürültüsünün duyulmasında ilgili ayar etkisiz hale gelmiştir. İlgili problemin ortadan kaldırılması için örnek Ç.T.C. modeline üçüncü ses kaynağı eklenmiştir. “Omni” kaynak tipi olmak üzere gürültü nokta kaynağı dinleyici kulak mesafesinden oldukça uzak, havada bir yerde, gürültünün mekânda “yağmur” etkisini yaratacak şekilde konumlanmıştır. İlgili ses kaynak gücünü NC-25 eğriye uygun olarak belirlenmiştir: 35 dB (A).

**Dinleyici özellikleri ve pozisyonları:** Örnek cami modelinde dinleyici iki farklı şekilde modellenmiştir: saflarda (sıralarda) oturan cemaati (alıcıları) simgeleyen **alıcı ızgarası** ve tek alıcıyı simgeleyen **alıcı noktası**. Alıcıların iki farklı modellenmesinin sebebi ise: alıcı ızgarası örnek Ç.T.C. modelinin nesnel akustik değerlendirilmesinde kullanılması; nokta alıcı ise kelime ayırt etme testlerinin oralizasyonunda kullanılmasıdır.

- **Alıcı ızgarası:** Örnek Ç.T.C. modelinin nesnel değerlendirilmesi için yerde oturan alıcıları simgeleyen 0,9 m yüksekliğinde 1,2\*1,2 m boyutlarında alıcı ızgarası belirlenmiştir (Şekil 3.10.). İlgili ızgaranın boyutları camideki ritüeller sırasında alıcıların 1,2 m aralıklı sıralarda durmasından/ oturmasından kaynaklıdır. Simülasyon programında ızgara seçeneği kullanılarak örnek Ç.T.C. modelinin genel akustik durumu simüle edilip, konuşmanın anlaşılabilirliğine etkileyen akustik parametrelerin (RT, EDT, SPL, D50, STI) üzerinde değerlendirilmiş/ ortaya konulmuştur.



Şekil 3.10. ODEON simülasyon programındaki alıcı gridinin ayarları

- **Alıcı noktası:** Camideki konuşmanın anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirmesinde kullanılmak üzere kelime ayırt etme testlerinin oralizasyonu yapılmıştır. Örnek Ç.T.C. modeli içinde alıcı noktaları belirlenmiş ve ilgili noktalarda oralizasyon gerçekleştirilmiştir. İlgili model içinde alıcı noktaları belirlemek üzere;
  - camideki konuşmaya dayalı ritüeller (hem vaaz he de hutbe) simüle edilerek modelin akustik durumu belirlenmiş;
  - konuşmanın anlaşılabilirliğini doğrudan etkileyen D50, STI ve SNR parametrelerinin ızgara yanıtı yoluyla elde edilen değerlerine bakılmış;
  - ilgili değerlere göre örnek Ç.T.C. modelinde akustik açıdan: en kötü, orta ve en iyi akustik bölgeler belirlenmiş ve
  - ilgili bölgelerde birer tane temsilci alıcı noktası belirlenmiştir (bknz. bölüm 3.1.4.).

Alıcı noktalar 0,9 m (yerde oturan dinleyicinin kulağının yerden olan mesafesi) yüksekliğinde konumlanmıştır (Abdou, 2003).

### 3.1.3. Adım 1c- Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin nesnel akustik özelliklerinin literatürde belirlenen optimum değerlere göre yeterlilik durumunun kontrol edilmesi ve mekândaki ses dağılımı açısından ayrıntılı incelenmesi

Mekânın RT, EDT, D50, STI ve SNR gibi nesnel parametreler mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğini doğrudan etkilemektedir (Doelle L. L., 1964), (Barron, 2010), (Long, 2006). Dolayısıyla, ilgili parametrelerin üzerinde örnek Ç.T.C. modelinin, simülasyon yöntemi uygulayarak, konuşmanın anlaşılabilirliği bakımından akustik durumu tespit edilmiştir. RT ile EDT değerleri karşılaştırılarak mekânda ne tür ses dağılımı olduğu (uniform olup olmadığı) tespit edilmiştir. Ayrıca D50 ve STI parametreleri üzerinde mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliğinin de ne derecede sağlandığı gösterilmiştir. Son olarak mekândaki SPL değerlerine göre SNR değerleri

hesaplanmış ve hesaplanan değerler bakımından örnek Ç.T.C. modelindeki konuşmanın anlaşılabilirliğinin ne derecede sağlandığı incelenmiştir. Simüle edilen değerlerin (RT, EDT, STI, D50 ve SPL) literatürde cami için önerilen optimum akustik koşulları sağlayan değerlerle karşılaştırılarak yeterlilik durumunun belirlenmesi yapılmıştır.

Örnek Ç.T.C. modelinin, model içindeki kaynak noktasından çıkan sese olan tepkisini ayrıntılı inceleyebilmek için, ilgili modelde bulunan tüm bölgeler akustik anlamda ayrı ayrı incelenmiş ve farklı olan bölgeler belirlenmiştir. Belirlenen bölgelerdeki akustik durum, ızgara yanıtı kullanılarak hesaplanan konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik parametrelerinin (D50, STI ve SPL) değerlerine göre değerlendirilmiştir. Bu ayrıntılı incelemenin sonucunda örnek Ç.T.C. modelinde, akustik anlamda: iyi, orta ve kötü bölgeler belirlenmiştir. Belirlenen bölgelerden faydalanılarak bu çalışmada gerçekleşmiş öznel değerlendirilmedeki ölçme kurgusu oluşturulmuştur. Öznel değerlendirilmede kullanılmak üzere her farklı bölgede birer temsilci alıcı nokta belirlenmiştir.

Ayrıca, vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında oluşan kritik mesafe hesaplanıp, belirlenmiş olan “iyi”, “orta” ve “kötü” bölgelerin arasında hangi bölgeler direkt ses alanında hangi bölgeler ise yansımış ses alanında kalmakta olduğu bakılmıştır. Bu tez çalışmasının çıktıları kritik mesafe özelliklerine göre de değerlendirilmiş olup mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliği direkt ve yansımış sesin baskın olmasından nasıl etkilendiği bakılmıştır.

Bu bölümde örnek Ç.T.C. modelinin;

- ızgara yanıtı ile elde edilen RT, EDT, D50, STI ve SPL ortalama değerleri açısından genel akustik değerlendirilmesine;
- STI, D50 ve SPL değerleri açısından bölgesel akustik değerlendirilmesine ve
- vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında oluşan kritik mesafenin belirlenmesine

yer verilmiştir.

**Örnek Ç.T.C. modelinin genel olarak nesnel akustik değerlendirmesi:** Örnek Ç.T.C. modelinin simülasyonunda ilk olarak ızgara yanıtı kullanılarak hesaplanan RT, EDT, D50, SPL (SNR) ve STI parametrelerinin ortalama değerlerine bakılıp modeldeki konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde genel akustik durumun değerlendirilmesi yapılmıştır (Tablo 3.5.).

**Tablo 3.5.** Örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilmiş RT, EDT, D50, SPL ve STI değerleri ve optimUm değerlerle karşılaştırması

Parametre (birim)	Frekans bazında simüle edilen optimum değerler								Önerilen Optimum değerler	Yeterlilik durumu	
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
RT <sub>opt</sub> (sn)	1,41	1,42	1,69	1,28	1,29	1,33	1,16	0,74	1,1 ile 1,7 arası	<b>YT</b>	
EDT (sn)	1,49	1,50	1,80	1,38	1,36	1,43	1,27	0,83	+/- 10% RT	<b>YT</b>	
D50	0,39	0,39	0,35	0,44	0,43	0,43	0,48	0,61	0,3-0,7	<b>YT</b>	
SPL (dB)	44,5								ana dil (Tr.) için >55 dB	yabancı dil (Ar.) için >59 dB	<b>YZ</b> (hem ana dil hem de yabancı dil için)
STI	0,48								ana dil (Tr.) için >0,45	yabancı dil (Ar.) için >0,60	Ana dil için <b>YT</b> ; Yabancı dil için <b>YZ</b>

Tablo 3.5'teki “**YT**” yeterli; “**YZ**” yetersiz akustik durumu ifade etmektedir.

Örnek Ç.T.C. modelinin simülasyonu sonucunda elde edilen verilere göre (SPL ve yabancı dil için önerilen STI değerler hariç) ilgili caminin akustik tasarımının, literatürdeki önerilere uygun bir şekilde yapıldığı görülmüştür. Simüle edilen RT ve EDT verilerin “yeterli” olarak nitelendirildiğinden ve de yakın değerlere sahip olduklarından, örnek Ç.T.C. modelinin uniform ses dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Yukarıdaki tabloda SPL değerlerin yeterlilik durumu SNR değerlerini öngörerek yapılmıştır. Camiler için önerilen fon gürültüsü 35 dB ( (Abdou, 2003), (BS 8233, 1999); (ÇGDYY, 2010)), ana dil (Türkçe) için SNR oranı ise 20 dB'dir (konuşmacı sesinin fon gürültüsünün üzerinde en az 20 dB yüksek olması gerekmektedir) (Elkhatteb, Adas, Atilla, & Balia, 2016). SNR parametresinden kaynaklanan maskeleyen kusurunun önlenmesi için, ana dil (Türkçe) için SPL değerler en az 55 dB olmalıdır. Yabancı dil (Arapça) için önerilen en düşük SNR oranı ise 24 dB'dir (BS EN ISO 9921, 2003). Dolayısıyla yabancı dilin anlaşılır olması için mekândaki SPL değeri en az 59 dB olmalıdır. Simülasyon sonucunda elde edilen verilere göre örnek Ç.T.C. modelindeki SPL değerleri “yetersiz” olarak değerlendirilmiştir. SPL değerlerinin sağlanmamasının sebebi ise caminin boyutlarından ve sesin basınç düzeyinin mesafeye bağlı olarak değişmesinden kaynaklanmaktadır.

Kaynak ile alıcı arasındaki mesafe arttıkça, ses basınç düzeyi azalmaktadır. Dolayısıyla örnek Ç.T.C. modelindeki SPL değerlerinin sağlanmayacağı beklenmiştir. Cami akustiği literatürünün derlemesinin sonucunda cami, çok dilli mekân olarak incelenmediği tespitinden (bknz. Bölüm 2.4.1.) dolayı ilgili örnek Ç.T.C. modelinde de yabancı dilin (Arapça dilinin) konuşmanın anlaşılabilirliğine yönelik akustik parametrelerinin sağlanma olasılığına küçük ihtimal verilmiştir. Dolayısıyla yabancı dil için önerilen STI değerinin uygun olmayan değerlere sahip olacağı da beklenmiştir.

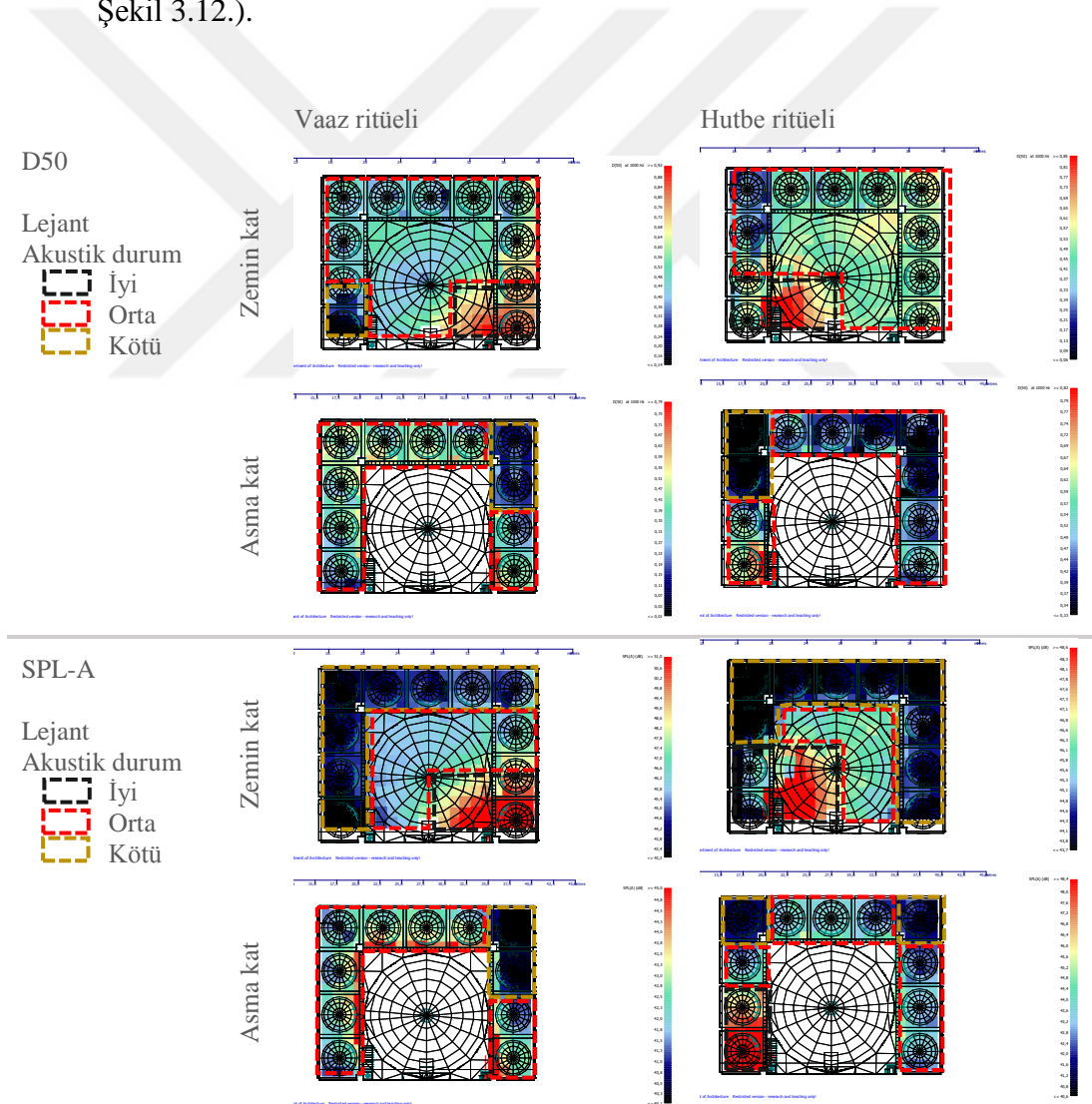
### **Örnek Ç.T.C. modelinin ızgara yanıtı ile bölgesel nesnel akustik değerlendirilmesi:**

Örnek Ç.T.C. modelinin konuşmanın anlaşılabilirliği açısından daha ayrıntılı bir değerlendirme yapabilmek için, ilgili model akustik açıdan farklı bölgelere ayrılmıştır. İlgili bölgeler konuşmanın anlaşılabilirliği açısından **iyi, orta ve kötü** nitelendirilerek gruplandırılmıştır. Camilerde konuşmaya dayalı ritüellerde (vaaz ve hutbede) kaynak pozisyonu ritüele bağlı olarak değiştiği için camideki ses dağılımı ve buna bağlı olarak mekânın akustik konfor açısından yeterlilik durumu da değişmektedir. Bu sebepten dolayı örnek Ç.T.C. modelindeki akustik açıdan bölgesel gruplandırma vaaz ve hutbe ritüelleri için ayrı ayrı yapılmıştır. İlgili modeldeki akustik açıdan bölgesel gruplandırmada, aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- Camilerdeki cemaati simgeleyen alıcı ızgarasının ayarları yapılmış (Bknz. Bölüm 3.1.2.3.);
- Kaynak özellikleri ve pozisyonu **vaaz ritüeline** göre ayarlanmıştır/ kürsüde konulmuş (Bknz. Bölüm 3.1.2.3.);
- Izgara yanıtı kullanılarak simülasyon yapılmış;
- Simülasyon sonucunda konuşmanın anlaşılabilirliği açısından nesnel parametrelerin (D50, SNR ve STI) değerlerine ayrı ayrı bakılmış (NOT: ODEON yazılım programında SNR değerlerinin ızgara yanıtı verilmediğinden dolayı, ilgili parametrenin değerleri SPL-A değerlerine göre hesaplanmış/ fon gürültüsü 35 dB olarak varsayıp simüle edilen SPL-A değerlerinden çıkarılarak SNR değerleri hesaplanmıştır);
- Simüle edilen D50, SNR ve STI değerleri, ilgili parametrelerin optimum değerleri ile karşılaştırılmış (optimum değerler için Bknz. bölüm 2.6.)

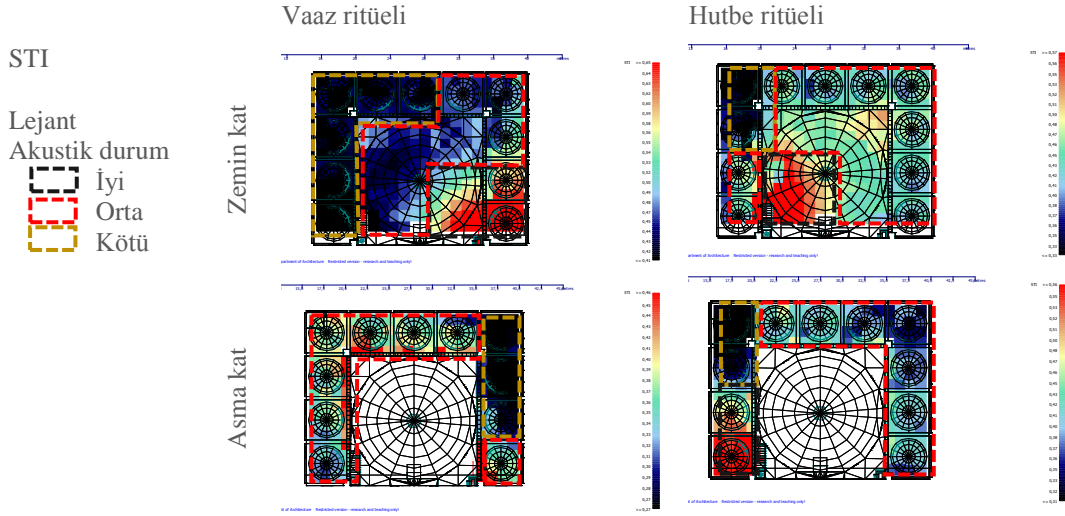


- Karşılaştırılmanın sonucunda modeldeki bölgeler akustik açıdan **iyi** (yeterli akustik konfor koşulunu sağlayan: STI 0,6-1,00; D50 0,6-1,00; SPL-A >55 dB), **orta** (D50 ve STI değerleri için akustik konfor koşulunu sağlayan ama en iyi akustik durumu oluşturulmayan: STI 0,45- 0,6; D50 0,3- 0,6/ SPL-A değeri için ise akustik konfor koşulunu sağlamayan ama optimum değerlere yakın bir değere sahip olan: SPL-A 45-55 dB) ve **kötü** (akustik konfor koşulları hiç sağlamayan: STI 0-0,45; D50 0-0,3; SPL-A 0-45 dB) olarak değerlendirilmiş ve gruplandırılmış (Şekill 3.11. ve Şekil 3.12.);
- Vaaz ritüeli için yapılan tüm adımlar **hutbe ritüeli** için de aynı şekilde yapılmıştır (NOT: hutbe ritüeline göre kaynak minberde konumlanmıştır) (Şekill 3.11. ve Şekil 3.12.).



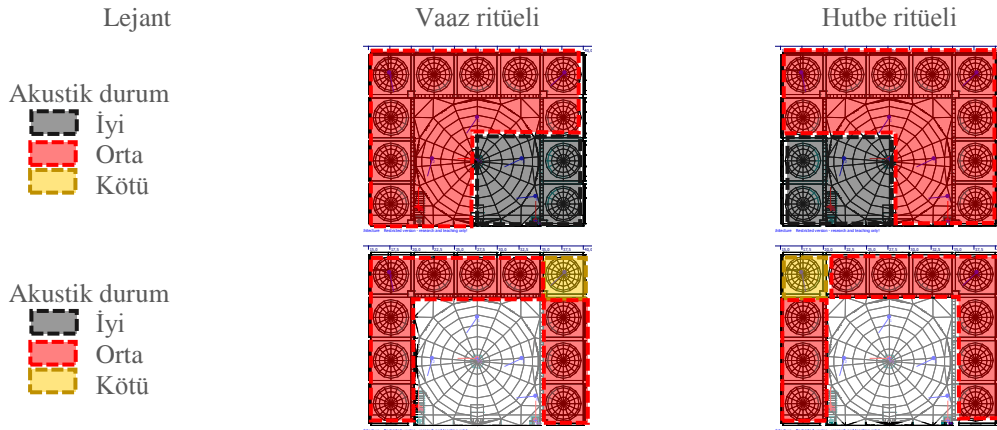
Şekil 3.11. Örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilen D50 ve SPL-A parametrelerine göre caminin bölgesel akustik durumu değerlendirilmesi





**Şekil 3.12.** Örnek Ç.T.C. modelinde simüle edilen STI parametresine göre caminin bölgesel akustik durumu değerlendirilmesi

Yukarıdaki adımları izleyerek örnek Ç.T.C. modelinde “iyi”, “orta”, ve “kötü” bölgeler için D50, SPL-A (SNR) ve STI parametreleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Belirlenen bu bölgeler akustik açıdan aynı yeterlilik durumu sağlayan bölgeler üst üste getirilerek örnek Ç.T.C. modelinde vaaz ve hutbe ritüeli için konuşmanın anlaşılabilirliği açısından “iyi”, “orta”, ve “kötü” bölgeler belirlenmiştir (Şekil 3.13.).



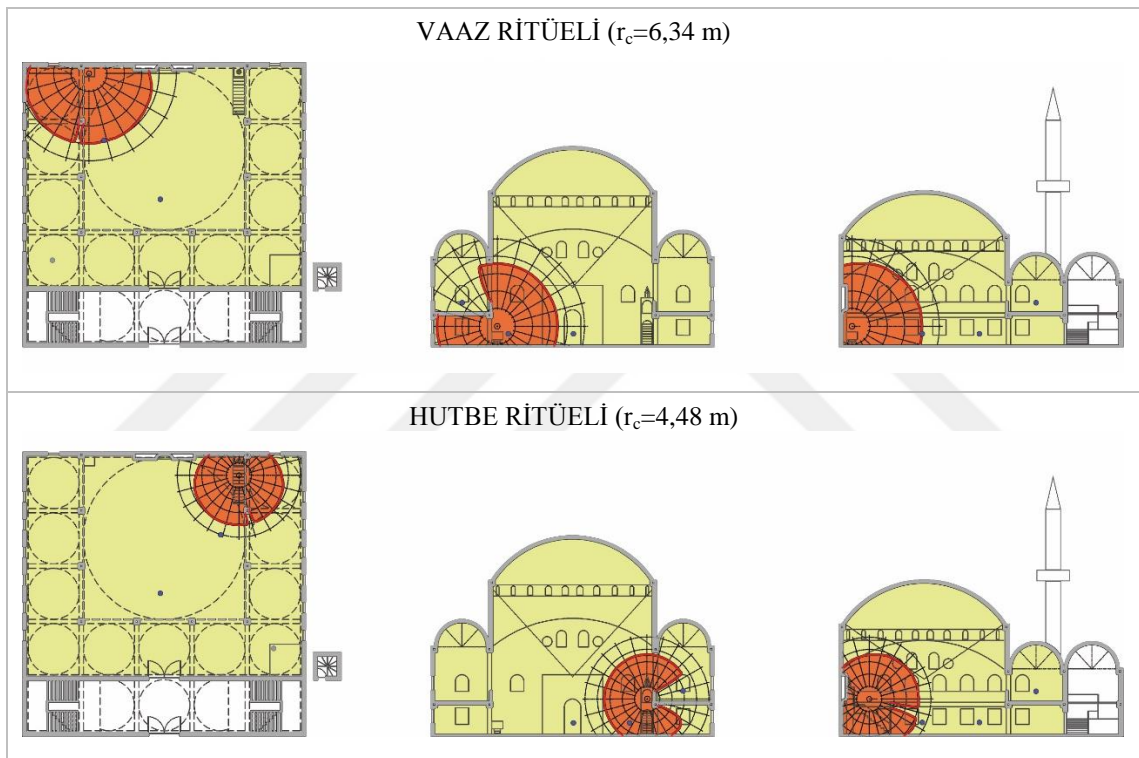
**Şekil 3.13.** Örnek Ç.T.C. modelinde belirlenen akustik açıdan “iyi”, “orta” ve “kötü” bölgeler

Örnek Ç.T.C. modelinde belirlenen bölgelere bakıldığında konuşmanın en anlaşılır olan “iyi” bölgeler her zaman konuşmacıya yakın olan bölgeler; akustik konforu sağlamayan “kötü” bölgeler konuşmacı tarafında bulunan asma kattaki (kadın mahfilindeki) en arka köşede olduğu görülmektedir. Ayrıca, caminin diğer kısımlarında akustik konforun “orta” derecede sağlandığı görülmektedir. Kaynak ile alıcı arasındaki mesafe uzun olduğundan dolayı caminin asma kattaki en arka köşelerinde konuşmanın

ses basınç düzeyi düşük olmaktadır. Bu bölgelerde konuşmacının sesi fon gürültüsü tarafından örtülmekte/ maskelenmekte ve konuşmanın anlaşılabilirlik derecesi azalmaktadır.

**Örnek Ç.T.C. modelinde, vaaz ve hutbe ritüelleri esnasındaki kritik mesafe belirlenmesi:**

Mesafeye bağlı olarak sesin SPL'si azalmaktadır ve örnek Ç.T.C. modeli gibi büyük mekânlarda belli mesafeden (kritik mesafeden " $r_c$ ") sonra bulunan bölgelerde yansımış ses baskındır. Örnek Ç.T.C. modeli için vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında oluşan kritik mesafe hesaplanmıştır ve şematik olarak Şekil 3.14'te gösterilmiştir.



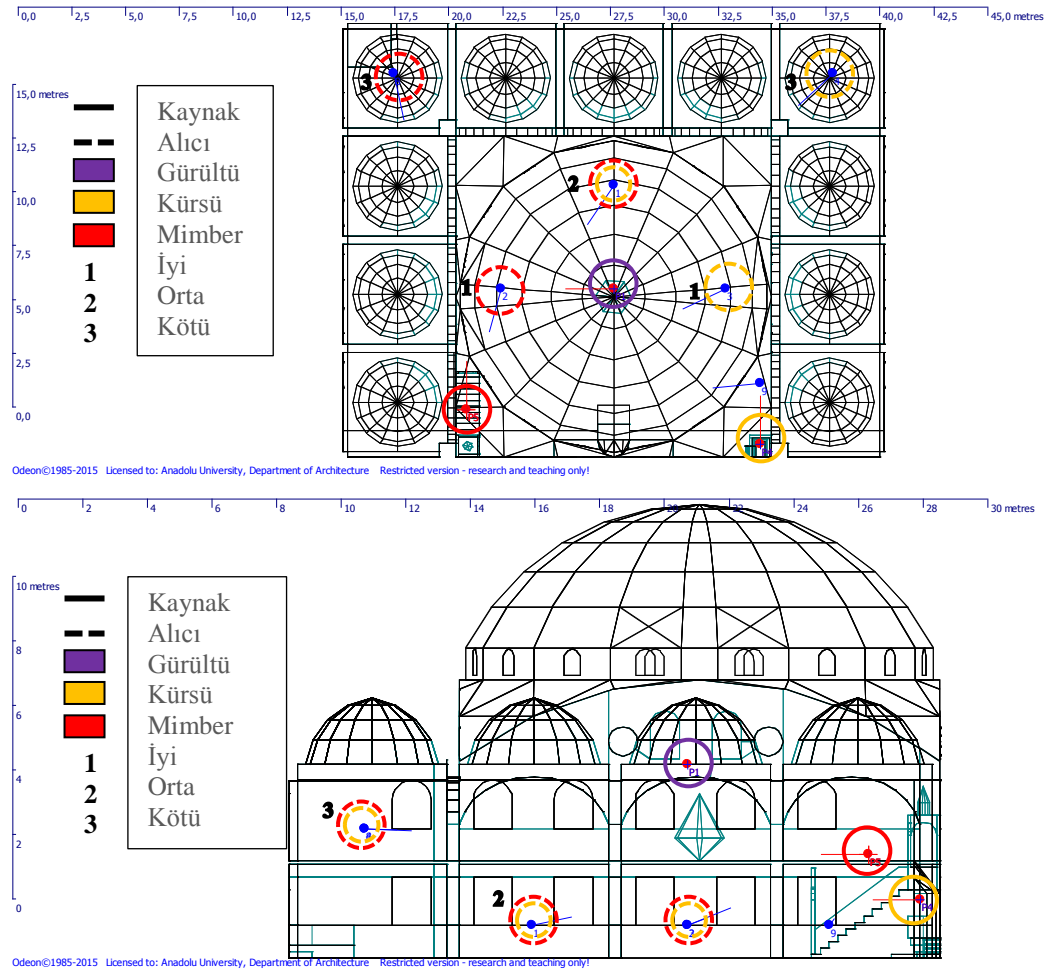
**Şekil 3.14.** Örnek Ç.T.C. modelinde vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında oluşan kritik mesafenin, plan ve kesitler üzerinde, şematik gösterimi

Kritik mesafe hesaplanmasında, ritüeller esnasındaki ses kaynağının tipi (insan sesi olması) ve konumu göz önünde bulundurarak -alıcı yönündeki kaynak yönlülüğü- (Q) vaaz ritüeli için 4, hutbe ritüeli için 2 olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde yapılan hesaplamaların sonucunda vaaz ritüeli esnasında kritik mesafe " $r_c$ " 6,34 metre, hutbe ritüeli esnasında ise 4,48 metre olarak belirlenmiştir.

### 3.1.4. Adım 1d- Örnek Çağdaş Türk Cami modelinin öznel değerlendirmesinde kullanılmak üzere farklı akustik bölgelerde alıcı nokta belirlenmesi

Bu tez çalışmasında örnek Ç.T.C. modelindeki konuşmanın anlaşılabilirlik derecesini belirlemek için ilgili modelde oralizasyon yapılmıştır. Bu bölümde, oralizasyon kayıtlarının, modelin hangi noktalarından/ yerlerinden alındığı açıklanmıştır.

Örnek Ç.T.C. modelinde D50, STI ve SNR parametrelerinin ızgara yanıtı sonuçlarına göre belirlenen akustik açıdan “iyi”, “orta” ve “kötü” bölgelerde (Bknz. bölüm 3.1.3.) her konuşmaya dayalı ritüel için (vaaz ve hutbe) ilgili alan temsil eden noktalar belirlenmiştir (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. Oralizasyon için belirlenen alıcı noktaları

Camilerde kelime ayırt etme testleri kullanılarak konuşmanın anlaşılabilirliğini belirleyen çalışmalarda alıcı noktalarının, camideki akustik anlamda zayıf/ akustik kusurların meydana gelebilecek bölgelerinde (kubbe altı, kemer altı, asma kat vs.) konumlandığı görülmektedir (Üretmen, 1991); (Erdem, 1992); (Yıldırım, 2003);

(Othman & Mohamed, 2012). Bu tez çalışmasında belirlenen alıcı noktaları konum açısından, ilgili çalışmalardaki alıcı noktalarına benzemektedir: tüm alıcı noktalar kubbe altında ve asma katta (akustik durum “kötü” olarak değerlendirilen bölgede) bulunmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında belirlenen alıcı noktalar, vaaz ve hutbe ritüellerine ve bu ritüellere dayalı örnek Ç.T.C. modelindeki akustik duruma bağlı (“kürsü iyi”, “minber iyi”, “kürsü orta”, “minber orta”, “kürsü kötü”, “minber kötü”) olarak isimlendirilmiştir.

- Vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında en iyi akustik koşulu sağlayan bölge konuşmacının önünde ve konuşmacıya yakın olan bölgede olup vaaz esnasındaki “kürsü iyi” olarak nitelendirilen alıcı nokta kürsünün önünde,
- hutbe esnasındaki “minber iyi” olarak nitelendirilen alıcı nokta ise minberin önünde konumlandırılmıştır.
- İlgili ritüeller esnasında orta akustik koşulları sağlayan bölge caminin ana kubbесinin ikinci yarısının altında yer aldığı ve hem “kürsü orta” hem de “minber orta” olarak nitelendirilen nokta aynı alıcı nokta olduğu fark edilmiş ve tek alıcı nokta olarak tasarlanmıştır.
- Konuşma ritüellerinin esnasında kadın mahfilinde sağlanan akustik koşullar en kötü olarak nitelendirilmiştir. Dolayısıyla “kürsü kötü” olarak nitelendirilen alıcı nokta kürsü tarafındaki en arka balkon köşesinde;
- “minber kötü” olarak nitelendirilen alıcı nokta minber tarafındaki en arka balkon köşesinde konumlandırılmıştır.

Örnek Ç.T.C. modelinde konuşmanın anlaşılabilirliği açısından öznel değerlendirilmesi, caminin farklı akustik özelliklere sahip bölgelerinde (bkz. Bölüm 3.1.3.) yapılarak, ilgili camideki konuşmanın anlaşılabilirlik derecesi hakkında detaylıca bilgiye sahip olmamıza neden olmuştur. Hesaplanan kritik mesafeye (Bknz. bölüm 3.1.3.) göre belirlenen bu alıcı noktalarının konumları değerlendirildiğinde “kürsü iyi” ve “minber iyi” noktaları direkt ses alanında bulunuyorken diğer belirlenen alıcı noktaları yansımış ses alanında bulunduğu görülmektedir.

Bu tez çalışmasında belirlenen alıcı noktalarında oralizasyon yapılmış ve oralizasyon sonucunda elde edilen kayıtlar, dinleyici denek grubuna dinletilmiştir. Oralizasyonda kullanılan kayıtları seslendiren vokal, ve oralizasyon sonucunda elde edilen kayıtları dinleyen denek grupları hakkında ayrıntılı bilgi bir sonraki bölümde verilmiştir.

### **3.2. Adım 2- Alan Çalışmasındaki Vokal ve Denek Grubunun ve Test Materyalinin Belirlenmesi**

Camilerdeki konuşmanın anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirilmesi için, literatür derlemesinin sonucunda (bknz. bölüm 2.4.3.) benzer problemin üzerinde inceleme yapan çalışmalarda çoğunlukla *kelime ayırt etme testlerin* uygulandığını görülmüştür ((Houtgast & Steeneken, 1984); (Tavares, Rajagopalan, & Sharma, 2009); (Zhu, Mo, & Kang, 2014); (Kitapci & Galbrun, 2014); (Yang & Mak, 2018)). Buradan yola çıkılarak, bu çalışmanın öznel değerlendirilmesinde kelime ayırt etme testleri kullanılmış, sanal ortamda kullanılabilmesi için anekoik odada ilgili kelime testleri oluşturulan vokal grubunun tarafından seslendirilmiş ses kayıtları alınmış, ve oralizasyon yöntemleri kullanılarak örnek Ç.T.C. modelinin içinde tekrar ses kayıtları alınarak oluşturulan denek grubuna dinletilmiştir. Bu tez çalışmasının çerçevesinde yapılan tüm deneyler bilimsel araştırma ve yayın etik kuralları gereğince gerçekleştirilmiş olup Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından onaylanmıştır (Bknz. EK- 7).

#### **3.2.1. Adım 2a- Vokal ve denek grubu oluşturulması**

Kelime ayırt etme testi başta olmak üzere mekânın özel akustik değerlendirilmesinin uygulama yöntemleri ANSI/ASA S3.2. uluslararası standardına göre belirlenmiştir. İlgili standarda göre öznel değerlendirme için kelime ayırt etme testleri kullanılan çalışmalarda vokal sayısı 5 olmak üzere denek sayısı en az vokal sayısı kadar olmalıdır. Standarda göre ilgili gruplar hem erkeklerden hem de kadınlardan oluşmalıdır.

**Vokal ve deneklerin seçim kriterleri:** Bu çalışmada belirlenen vokal ve denek grupları ANSI/ASA S3.2. standardına uygun şekilde oluşturulmuştur: vokal sayısı 5 kişi; denek sayısı 5'ten fazla (7) kişi olarak belirlenmiştir. Vokallerin cinsiyetinin belirlenmesinde ANSI/ASA S3.2. standardına uyulmamıştır. Bunun sebebi camilerde gerçekleşen ritüellerden kaynaklıdır: camilerde, özel bir kadın toplantısı olmadığı takdirde, konuşmacı her zaman erkektir. Bu çalışmanın amacına uygun olması için ilgili vokal ve denek grupların Türkçe ve Arapça dil bilgisine sahip kişilerden oluşması gerekmektedir, çünkü Türkiye'de bulunan camilerde imam/ hoca (konuşmacı) genellikle Türk olup Arapça dili yabancı dil olan kişidir. Ayrıca, bu çalışmada kullanılmış kelime ayırt etme testlerinin basit tek heceli kelimelerden oluştuğu için (bknz. Bölüm 3.2.2.1.)

denek grubunun *Arapça seviyesi en az B1 düzeyinde* (açık ve standart bir dil kullanıldığında; iş, okul, eğlence, vd. bildik şeyler söz konusu ana konuları anlayabilen kimsenin seviyesi) olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca ilgili vokal ve denek grubunun duyma ile ilgili rahatsızlığının olup olmadığı online audio testleri kullanarak kontrol edilmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmadaki

vokal grubu:

- *Ana dili Türkçe olan,*
- *Arapçası B1 düzeyinde olan,*
- *duyma ile ilgili herhangi bir rahatsızlığı olmayan,*
- *basit Türkçe ve Arapça kelimeleri düzgün okuyan ve telaffüz eden*

denek grubu ise:

- *Ana dili Türkçe olan,*
- *Arapçası B1 düzeyinde olan,*
- *duyma ile ilgili herhangi bir rahatsızlığı olmayan,*
- *basit Türkçe ve Arapça kelimeleri yazabilen*

kişilerden oluşturulmuştur.

**Belirlenen vokal ve denek grubu:** Türkçe ve Arapça dillerini bilen kişilerden vokal ve denek grubunun oluşmasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) İlahiyat Fakültesi'nden yardım alınmıştır. Vokallerin ve deneklerin dil bilgisi (okuma, yazma, anlama) için dil bilimci uzmanından destek alınmıştır. ESOĞÜ İlahiyat öğrencilerle görüşmeler yapıp Gönüllü Katılım Formları; Vokal ve Denek ile ilişkin kişisel bilgi formları doldurulmuştur (bkz. EK- 3 ve EK- 4). Öğrencilerle yapılan görüşmelerin sonucunda: basit Türkçe ve Arapça kelimeleri düzgün telaffuz ederek okuyabilen 5 erkek vokal; basit Türkçe ve Arapça kelimeleri anlayabilen ve yazabilen 7 denek (3 erkek, 4 kadın) seçilmiştir. **Bu tez kapsamında kullanılan kelime ayırt etme testlerinin uygulama süresi** (Bknz. bölüm 3.3.1.) **ve deneklerin iki dil bilme şartı denek sayısının kısıtlı olmasına sebep olmuştur. Test uygulamasının gerçekleşme süresi uzunluğu adayların katılımını olumsuz yönde etkilemiştir.**

Deneklerin duyma eşliğini belirlemek için AudioCheck (Audio Check, 2019) online işitme testi uygulanmıştır (Kitapçı, 2016). İşitme testi laboratuvar ortamında kalibrasyonu yapılmış Sennheiser HD 202 gürültü kontrollü kulaklıklarınla deneklere dinletilmiş ve ilgili deneklerin normal işitme duyarlılığına sahip oldukları (en az 250-8000 Hz aralığındaki ve 20 dBHL'ye kadar olan seslerin işitebiliyor olmaları (Audio

Check, 2019)) tespit edilmiştir. Vokallerin ve deneklerin yaş aralıkları 19 ile 23 arasındadır.

### **3.2.2. Adım 2b- Test materyalinin hazırlanması**

Örnek Ç.T.C. modelinin, konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde yapılacak öznel değerlendirilmesinde, (ANSI/ASA S3.2. uluslararası standardında önerildiği gibi) tek heceli fonetik dengeli kelime ayırt etme testlerinin uygulanması tercih edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada, literatürde yer alan Türkçe ve Arapça tek heceli fonetik dengeli kelime listelerinden faydalanılmıştır. İlk olarak ilgili listeler, anekoik odada 5 vokal tarafından seslendirilmiştir. Daha sonra, örnek Ç.T.C. modeli içinde belirlenen konuşmacı nokta kaynaklarına (Bknz. Bölüm 3.1.2.), ODEON yazılım programı kullanarak elde edilen ses kayıtlar atanmış ve aynı modelde belirlenen alıcı noktalarında (Bknz. Bölüm 3.1.2.) tekrardan kaydedilmiş/ oralizasyon yapılmıştır. Oralizasyon sonucunda elde edilen ses kayıtları denek grubuna dinletilmiş ve duydukları kelimeler yazdırılmıştır. Deneklerin vermiş olduğu sonuçlara göre örnek Ç.T.C. modelindeki konuşmanın anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirilmesi yapılmıştır.

#### **3.2.2.1. Kelime ayırt etme testi**

Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bilim Dalı'nda kullanılan fonetik dengeli tek heceli Türkçe kelime listesi (Kılıncarslan, 1986) ve Arap ülkelerinde Odyoloji Bölümü'nde kullanılan fonetik dengeli tek heceli klasik Arapça kelime listesi (Alusi, Hinchcliffe, Ingham, Knight, & North, 1974) kullanılarak 25 kelimelik iki ayrı liste üzerinden anlaşılabilirlik testi (kelime ayırt etme testi) gerçekleştirilmiştir. Uygulanmış Türkçe testi, tek heceli, „ünsüz-ünlü-ünsüz“, „ünsüz-ünlü-ünsüz- ünsüz“, „ünsüz -ünlü“ ve “ünlü-ünsüz” yapıya sahip; Arapça testi ise Arapça dilinde ünsüz-ünlü-ünsüz tek heceli fonetik dengeli kelime olmamasından dolayı, tek heceli, ünsüz-ünlü-ünlü-ünsüz ya da ünsüz-ünlü-ünsüz-ünsüz harf dizilimine sahip kelimelerden oluşmaktadır (Tablo 3.6.).

**Tablo 3.6.** Kelime ayırt etme testlerinde kullanılan Türkçe ve Arapça Kelime Listesi

Türkçe kelime listesi (Kılıncarslan, 1986)				Arapça kelime listesi (Alusi, Hinchcliffe, Ingham, Knight, & North, 1974)			
1	Kir	14	Nar	1	بَرْدٌ	14	حُوتٌ
2	Çan	15	Söz	2	مَاءٌ	15	زَأَغٌ
3	Öl	16	Cop	3	فَأْرٌ	16	عَيْنٌ
4	Sen	17	Fiş	4	جِسْرٌ	17	جَوْفٌ
5	Kalp	18	Bas	5	عُودٌ	18	نُخْلٌ
6	An	19	Kor	6	دِينٌ	19	حَبٌّ
7	Hiç	20	Tay	7	زَيْدٌ	20	فِكْرٌ
8	Şok	21	Şu	8	كَفٌّ	21	أُمَّ
9	Far	22	Ek	9	لَحْمٌ	22	دُودٌ
10	Mes	23	İz	10	خَاصٌّ	23	بُرٌّ
11	Kim	24	Kaç	11	نَارٌ	24	سَيْفٌ
12	Çit	25	Lif	12	رَبٌّ	25	بُومٌ
13	Harf			13	يَنْ		

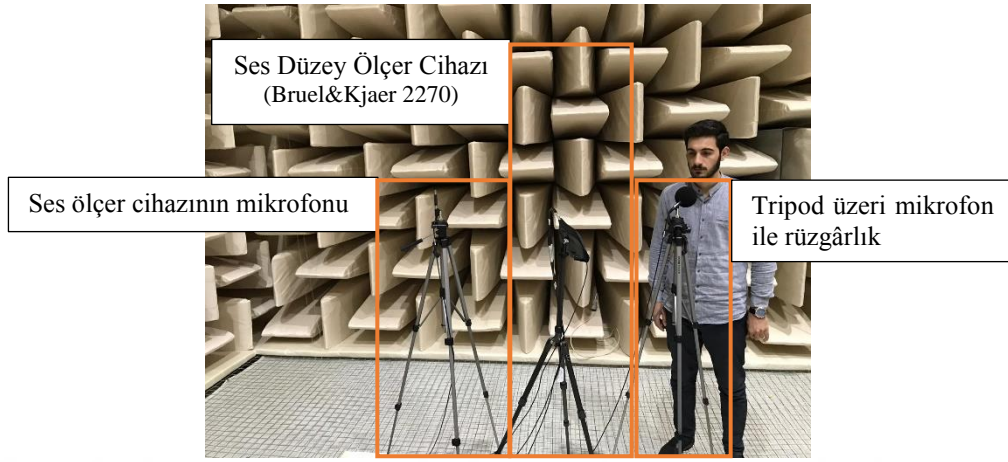
### 3.2.2.2. Anekoik odada Türkçe ve Arapça kelime listelerinin seslendirilmesi ve kaydının alınması

Bu çalışmada oralizasyon esnasında kullanılmak üzere kelime ayırt etme listelerinin seslendirilmesi anekoik (tam yansımali) odada yapılmıştır. İlgili odada gereken ses kayıt ekipmanları kurulmuş ve belirli bir sırayla, her konuşmacı tarafından, kelime listeleri seslendirilmiştir.

**Ses kayıtları esnasında kullanılan ekipmanlar:** Bu çalışma için seçilen Türkçe ve Arapça tek heceli kelime listeleri 5 erkek vokal tarafından, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü'nde bulunan anekoik (tam yansımaz) odada seslendirilerek kaydedilmiştir. Ses kayıtları esnasında vokalin önünde kayıt alan *tripod üzeri mikrofon ile rüzgârlık* konumlanmıştır. Tek heceli kelime listelerinin seslendirme sırasında oluşabilecek tükürme gibi yan etkilerin önlenmesi için rüzgârlığın kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca, seslendirilen tüm kelimelerin aynı ses düzeyi aralığında (65 dB ile 70 dB arasında) olmalarına özen gösterilmiştir. Dolayısıyla ilgili listelerin seslendirme sırasında *Bruel&Kjaer 2270 ses düzey ölçer cihazı* ve ona bağlı *tripod üzeri mikrofon* kullanılmıştır (Görsel 3.1.). Ses ölçer cihazının mikrofonu konuşmacıdan 1 m uzaklıkta konumlandırılmıştır. Bütün anlatılan cihazlarla alınan ses kayıtları ya da



ölçülen verileri kaydedilmesi için, ilgili cihazların bağlı oldukları *bilgisayar* kullanılmıştır.



**Görsel 3.1.** Ses kayıtları sırasında kullanılan cihazlar

**Anekoik odadaki ses kayıtlarının yapım süreci:** Anekoik odada anlatılan cihazlar kurulduktan sonra cihazların birbirine olan bağlantılarının kontrolleri yapılmıştır. Ardında vokaller sıralı olarak, tek tek odaya girip ses kayıtları yapmışlardır. İlk ses kayıtları ses düzeyini sabitlemek ve ortama alışmak için deneme amaçlı yapılmıştır. Tek heceli kelime listelerinin seslendirilme hızı uluslararası standartlara uygun şekilde ayarlanmıştır: kelimeler arası 4 saniye olacak şekilde testler seslendirmiştir (ANSI/ASA S3.2., 2009). Her vokal 25 kelimelik Türkçe ve 25 kelimelik Arapça tek heceli kelime listesini seslendirmiş ve bu süreç 3 kez tekrarlanmıştır. Ses kayıtlarının işlenmesinde daha fazla verinin bulundurulması çalışmanın verimliliğini arttırdığından dolayı ilgili ses kayıtları birden fazla defa kaydedilmiştir. Kelime listelerinin seslendirilmesinde, listenin başındaki ve sonundaki kelimenin tonlamasında fark oluşmasının olasılığı yüksek olduğundan dolayı, her yeni kayıta ilgili kelime listesindeki kelime sıralaması, belirli algoritmaya dayalı olarak, değiştirilmiştir. Ses kayıtları sırasında vokal hariç anekoik odada bir kişi daha bulunmuştur. İlgili kişi bilgisayardaki işlemlerin kontrollerini sağlamıştır ve cihazların düzgün çalışıp çalışmadıklarını, ses kayıtlarının doğru alınıp alınmadığını takip etmiştir.

### **3.2.2.3. Örnek Çağdaş Türk Cami modeli üzerinde oralizasyonların yapılması**

**Elde edilen ses kayıtlarının oralizasyon için hazırlanması:** Anekoik odada yapılan ses kayıtlarının kırpma ve tekrar liste haline getirme/ birleştirme işlemleri “Vegas Pro 16.0” programında gerçekleştirilmiştir. Kelimeler arası 4 saniye ve ses basınç düzeyi 65-70 dB(A) olacak şekilde kelime listelerinin kayıtları oluşturulmuştur.

Deneklerin birden fazla defa kelime listeleri dinleyeceklerinden dolayı listelerdeki kelimelerin sırasını ezberleme olasılığı yüksektir. Bu problemi ortadan kaldırmak için, belirli algoritmaya dayanarak listelerin, kelime sırası bakımından, çeşitlendirilmesi yapılmıştır. Böylelikle, oralizasyonda kullanılmak üzere, kelime listelerinin kayıtları hazırlanmıştır. Toplamda 10 adet ses kaydı hazırlanmıştır: (5 vokal tarafından seslendirilmiş olan) 5 Türkçe ve 5 Arapça tek heceli kelime listeleri.

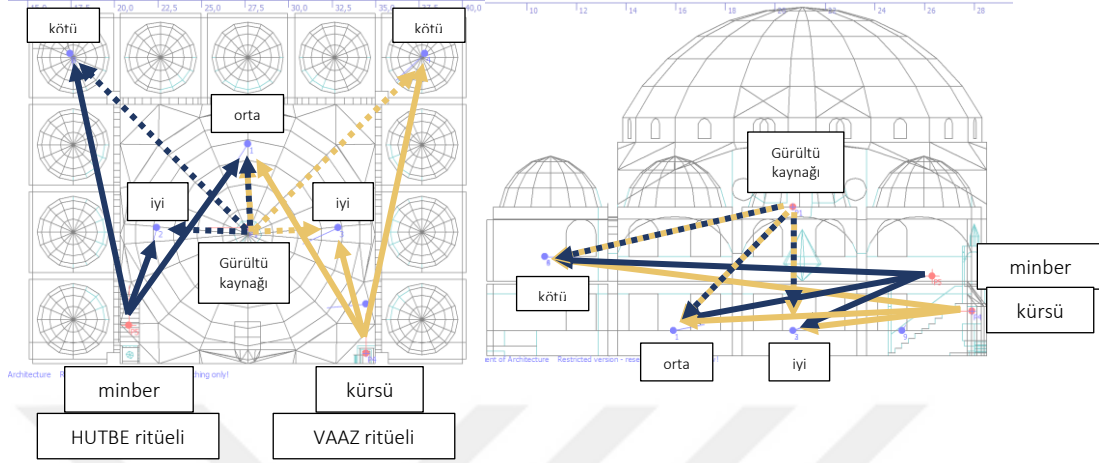
**Oralizasyon yapımında izlenen yöntem:** Oralizasyon işlemleri yapılmadan önce oralizasyon sonucunda elde edilmiş kayıtların kulaklıkla dinletebilmek için ODEON yazılımında uygun oralizasyon ayarları yapılmıştır. Örnek Ç.T.C. modelinin konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik konfor derecesini belirleyebilmek için örnek Ç.T.C. modelinin akustik açıdan farklı bölgelerinde belirlenen temsilci noktalarda oralizasyon yapılmıştır. Vaaz ve hutbe ritüelleri esnasında örnek Ç.T.C. modelinin akustik açıdan **en iyi, orta ve kötü** olarak nitelendirilen bölgelerinde **5 farklı alıcı noktası** konumlanmıştır (bkz. Bölüm 3.1.4.). Oralizasyonda toplam **6 farklı senaryo** kurgulanmıştır:

- vaaz ritüeli temsil eden ses kaynak noktası kürsüde ve alıcı noktaları 3 farklı yerde
  - “kürsü iyi” (Senaryo 1)
  - “kürsü orta” (Senaryo 2) ve
  - “kürsü kötü” (Senaryo 3)konumlanmıştır;
- hutbe ritüeli temsil eden ses kaynak noktası minberde ve alıcı noktaları 3 farklı yerde
  - “minber iyi” (Senaryo 4),
  - “minber orta” (Senaryo 5) ve
  - “minber kötü” (Senaryo 6)

konumlanmıştır (ilgili alıcı noktalarının konumları için bkz bölüm 3.1.4.). Anekoik odada elde edilen ve daha sonra “Vegas Pro 16.0” programında işlenen, oralizasyon için hazırlanan tüm ses kayıtları (10 adet) her bir senaryoya uyarlanmıştır.

Mekânın fon gürültüsü, konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyebildiği (konuşmanın maskelenmesine yol açabildiği) için oralizasyon sürecinde dikkate alınmıştır. Oralizasyonlarda konuşmacıyı temsil eden ses kaynağının açık bırakılmasıyla gürültü ses kaynağı da (bkz. Bölüm 3.1.2.2.) açık bırakılmıştır. Konuşmacı ses

kaynaklarına anekoik oda kayıtları atanırken, gürültü kaynağına pembe gürültü atanmıştır (Şekil 3.16.) (ODEON, 2015).



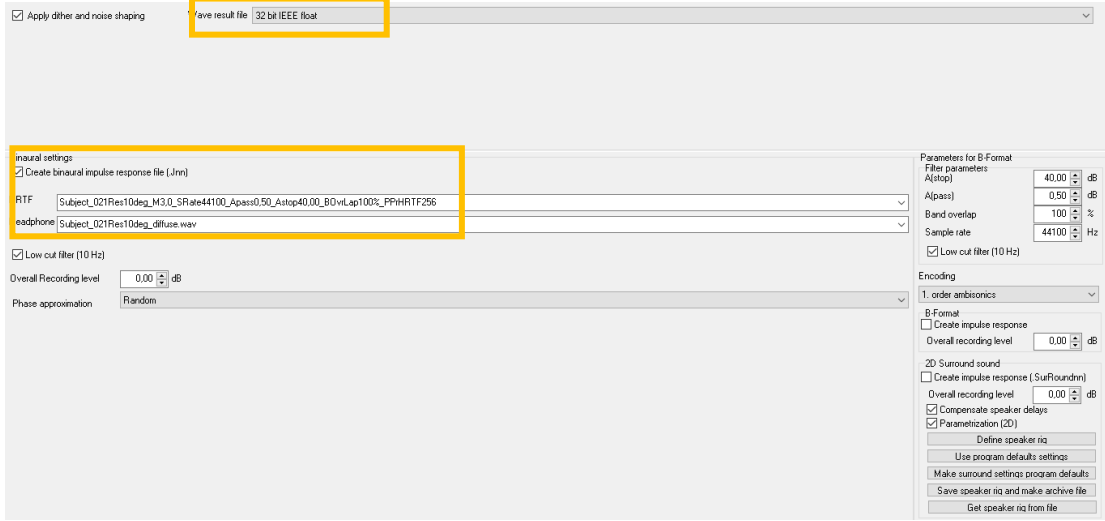
Şekil 3.16. Oralizasyon esnasında yapılan işlemlerin şematik gösterimi

Oralizasyon yapımında şu adımlar izlenmiştir:

- bütün ses kaynaklarının arasında kalibrasyon yapılmış,
- her ses kaynağından çıkan seslerin, 6 farklı alıcı noktası (“kürsü iyi”, “minber iyi”) için alınmış ve
- oralizasyon sonucunda elde edilen pembe gürültü sesleri kelime ayırt etme listelerinin kayıtlarıyla birleştirilmiştir.

Birleştirme sonucunda elde edilen ses kayıtları örnek Ç.T.C. modelinin öznel değerlendirilmesindeki kelime ayırt etme testi olarak kullanılmıştır.

**ODEON yazılımındaki oralizasyon ayarları:** Bu çalışmada hazırlanan ses kayıtları, ilgili denek grubuna kulaklıkla dinletilmesi için ODEON simülasyon programında uygun ayarlar (*Create binaural impulse response file (.Jnn)*) yapılmıştır. Kelime listelerinin kayıtlarının dinletilmesinde kullanılmış kullaklıkların tipine uygun kullaklık tipi (*Subject\_021Res10deg\_diffuse.wav*) ODEON yazılımında da seçilmiştir. Oralizasyon yöntemiyle elde edilen ses kayıtlarının bilgisayar ortamında işitilebilmesi için ODEON yazılımında uygun ayarlar yapılmıştır (*32 bit IEEE float*) (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Oralizasyon için ODEON yazılımındaki kulaklık ayarı

ODEON yazılımında ses kaynaklarının kalibrasyonu ve alıcı noktalarındaki oralizasyonun elde edilmesi: Örnek Ç.T.C. modelinde toplam 3 farklı ses kaynağı tasarlanmıştır: **kürsüde** (vaaz ritüelindeki konuşmacı sesi), **minberde** (hutbe ritüelindeki konuşmacı sesi) ve **havada duran** (fon gürültüsü) ses kaynakları (bkz bölüm 3.1.2.3.). Konuşmacıyı temsil eden kaynaklara kelime ayırt etme listelerinin anekoik oda kayıtları, “gürültü kaynağına” ise pembe gürültü sesi atanarak kalibrasyon yapılmıştır (Şekil 3.18.).

Conv. no.	Enabled	Signal Sub Path	Signal file	Time	Channe	Calib.	Job no.	Receiver	Job descr.	Rcd. lev.	Max. out
1	✓	Liste 1 Arap Yumminhan	Liste 1 Arap Yumminhan	1:50'44	Average	✓	1	towards P4	vaaz iyi	-21,00	-0,14
2	✓	Liste 1 Arap Yumminhan	Liste 1 Arap Yumminhan	1:50'44	Average	✓	3	towards P4	vaaz iyi	-21,00	-0,14
3	✓	Liste 1 Arap Yumminhan	Liste 1 Arap Yumminhan	1:50'44	Average	✓	8	towards P5	hutbe kotu	-21,00	-5,85
4	✓	Liste 1 Arap Yumminhan	Liste 1 Arap Yumminhan	1:50'44	Average	✓	9	towards P5	hutbe orta	-21,00	-3,76
5	✓	Liste 1 Arap Yumminhan	Liste 1 Arap Yumminhan	1:50'44	Average	✓	10	towards P5	hutbe iyi	-21,00	-2,45
6	✓	Liste 1 Arap Yumminhan	Liste 1 Arap Yumminhan	1:50'44	Average	✓	11	towards P4	vaaz kotu	-21,00	-8,62
7	✓	Noise signals\	Pink 1_50	1:50'97	Average	✓	17	towards P4	gurultu vaaz orta	-21,00	-48,03
8	✓	Noise signals\	Pink 1_50	1:50'97	Average	✓	19	towards P4	gurultu vaaz iyi	-21,00	-47,53
9	✓	Noise signals\	Pink 1_50	1:50'97	Average	✓	24	towards P4	gurultu vaaz kotu	-21,00	-51,64
10	✓	Noise signals\	Pink 1_50	1:50'97	Average	✓	25	towards P5	gurultu hutbe orta	-21,00	-47,45

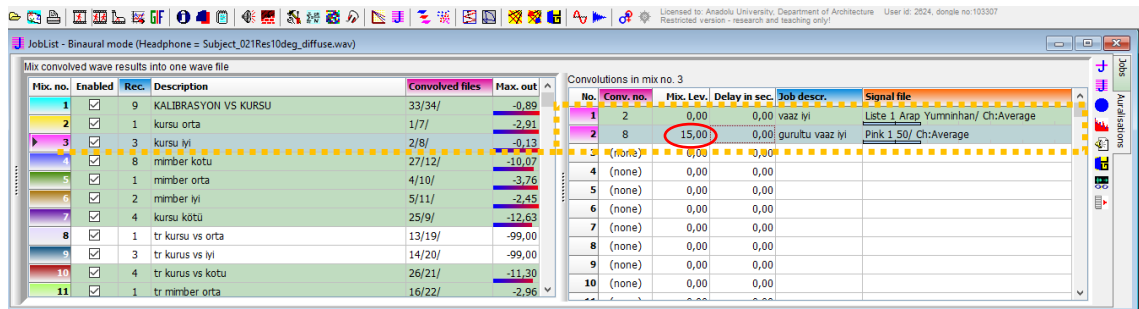
Şekil 3.18. Oralizasyon esnasındaki ses kaynakları arasındaki kalibrasyon ayarı

Literatürden, ODEON yazılımında elde edilen oralizasyonların gerçekçi olması ve kulaklıkla dinletilebilmesi için neler yapılması gerektiğine dair bilgi literatürden edinilemediğinden dolayı, akustik uzmanların yardımıyla bu tez

**çalışmasının amacına uygun oralizasyon ve kalibrasyon ayarları yapılmış ve ayrıntılı açıklanmıştır.**

Her ses kaydı için, ses kaynakları arasındaki kalibrasyon: “calib.” adlı ayarı açık tutarak, her kaynak-alıcı senaryosundaki “Rcd.lev” değerine eşit değer belirlenmesiyle “max out” ayarı negatif ve 0’a yakın bir değere sahip olunmasıyla sağlanmıştır. Ses kaynağına en yakın alıcı (örn: “kursü iyi”) noktasında işitilebilen ses, diğer alıcı noktalarına göre daha yüksek olduğu için ilgili alıcı noktasının “Rcd.lev” değerine göre kalibrasyon yapılmıştır. Kaynağa en yakın (“kursü iyi”) alıcı noktasının “Rcd.lev” değeri ise kendi “Max.out” değerinin 0’a yakın ve negatif değere sahip olacak şekilde ayarlanarak belirlenmiştir: -21 (ODEON, 2015). Dolayısıyla bu çalışmadaki bütün oralizasyon senaryoları için Rec.lev değeri -21 olarak belirlenerek ses kaynakları arasındaki kalibrasyonu gerçekleştirilmiş ve cami modelinin akustik tepkisini içeren kelime ayırt etme listelerinin ve pembe gürültünün oralizasyonu elde edilmiştir.

**Fon gürültüsü ve anekoik oda kayıtlarının birleştirilmesi ve oralizasyonların elde edilmesi:** Örnek Ç.T.C. modelinin öznel değerlendirilmesinde kullanılmak üzere her alıcı noktada duyulan simüle edilmiş gürültü ve konuşmacı seslerinin birleştirilerek oralizasyonlar elde edilmiştir. Fon gürültünün ses basınç düzeyi ile konuşmacının ses basınç düzeyinin arasındaki uyumu sağlayarak birleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.19.).



Mix. no.	Enabled	Rec.	Description	Convolved files	Max. out
1	<input checked="" type="checkbox"/>	9	KALIBRASYON VS KURSU	33/34/	-0,89
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1	kursu orta	1/7/	-2,91
3	<input checked="" type="checkbox"/>	3	kursu iyi	2/8/	-0,13
4	<input checked="" type="checkbox"/>	8	mimber kotu	27/12/	-10,07
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1	mimber orta	4/10/	-3,76
6	<input checked="" type="checkbox"/>	2	mimber iyi	5/11/	-2,45
7	<input checked="" type="checkbox"/>	4	kursu kötü	25/9/	-12,63
8	<input checked="" type="checkbox"/>	1	tr kursu vs orta	13/19/	-99,00
9	<input checked="" type="checkbox"/>	3	tr kursu vs iyi	14/20/	-99,00
10	<input checked="" type="checkbox"/>	4	tr kursu vs kotu	26/21/	-11,30
11	<input checked="" type="checkbox"/>	1	tr mimber orta	16/22/	-2,96

No.	Conv. no.	Max. Lev.	Delay in sec.	Job descr.	Signal file
1	2	0,00	0,00	vaaz iyi	Liste 1_Arap_Yumminhan/ Ch:Average
2	8	15,00	0,00	gurutu vaaz iyi	Pink 1_50/ Ch:Average
3	(none)	0,00	0,00		
4	(none)	0,00	0,00		
5	(none)	0,00	0,00		
6	(none)	0,00	0,00		
7	(none)	0,00	0,00		
8	(none)	0,00	0,00		
9	(none)	0,00	0,00		
10	(none)	0,00	0,00		

**Şekil 3.19.** Gürültü ve kelime ayırt etme testlerinin oralizasyon kayıtlarının birleştirilmesinde yapılan ayarlar

Gürültü ve konuşmacı seslerinin ses basınç düzeyi arasındaki uyum fon gürültüsünün ses basınç düzeyini sabitleyerek gerçekleştirilmiştir. Örnek Ç.T.C. modelinde fon gürültüsü 35 dB olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla örnek Ç.T.C. modelindeki “Omni” kaynak tipi olan gürültü kaynağının gücü de 35 dB olarak ayarlanmıştır (bknz. Bölüm 3.1.2.2.). Fakat kaynak alıcı uzaklığına bağlı olarak alıcının

işittiği ses basınç düzeyi farklı olmaktadır. Bu tespite bağlı olarak örnek Ç.T.C. modelinde belirlenen tüm alıcı noktalarındaki (bknz. Bölüm 3.1.4.) gürültü kaynağından gelen ses basınç düzeyi eşit olmamakta, değişkenlik göstermektedir. Gürültü ve konuşmacı seslerinin birleşimi esnasında bu problem ortadan kaldırılmıştır. Bu problemin çözülmesinde, birleşim işlemleri yapılmadan önce, şu adımlar izlenmiştir:

- gürültü kaynağından gelen ses basınç düzeyi her alıcı noktası için ayrı ayrı simüle edilmiş (örn: “kürsü iyi” alıcı noktasında gürültü kaynağından gelen sesin SPL değeri 20 dB olarak simüle edilmiş),
- istenen (35 dB) ile simüle edilen (örn: “kürsü iyi” alıcı noktasında 20 dB simüle edilmiş) gürültüler arası ses basınç düzey farkları hesaplanmış (örn: “kürsü iyi” alıcı noktası için 15 dB olarak hesaplanmıştır),
- son olarak hesaplanan ses düzey farkları birleşim esnasındaki “Mix.lev” ayarının değeri olarak tanımlanmıştır.

Böylelikle her alıcı noktasındaki gürültü sesi ile konuşmacı sesinin uyumu sağlanmıştır.

Yukarıda sıralanan adımlar hem Türkçe hem de Arapça kelime ayırt etme listeleri için aynı şekilde uygulanmıştır. Fakat ana dil (Türkçe) ile yabancı dil (Arapça) anlaşılabilirlik oranı birbiriyle karşılaştırabilmek için, ilgili dillerde gerçekleşen konuşmalar esnasındaki SNR oranlarının farklı olması gerekmektedir: yabancı dilin (Arapça) SNR oranı ana dilinkinden 5 dB kadar (Türkçe’den) daha yüksek olmak zorundadır (bknz. Bölüm 2.3.1./ Bölüm 2.6.). Bu tez çalışmasında Türkçe ve Arapça dilinin anlaşılabilirlik oranları karşılaştırabilmek üzere ilgili dildeki tek heceli kelime listelerinin oralizasyonlarının elde edilmesinde yapılan birleşme işlemi (tek heceli kelime listelerinin anekoik oda kayıtları ile pembe gürültü kaydı birleşimi) esnasında konuşmacı kaynağının (tek heceli kelime listelerinin anekoik oda kayıtları için) “mix.lev” ayarı +5dB olarak yapılmıştır. Ses basınç düzeyi ile ilgili ayarlar yapıldıktan sonra, oralizasyonlar her senaryo için ayrı ayrı olarak elde edilmiştir.

Böylelikle, örnek Ç.T.C. modelindeki Türkçe ve Arapça konuşmalarının anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirilmesinde kullanılmak üzere “Vegas Pro 16.0” programında oluşturulan kayıtlar (5 Türkçe; 5 Arapça) her senaryoya (3 vaaz ritüeline; 3 hutbe ritüeline) uyarlayarak toplam **60 adet oralizasyon kaydı** elde edilmiştir. İlgili testler laboratuvar ortamında deneklere dinletilmiş ve elde edilen sonuçlar derlenip değerlendirilmiştir.

### 3.3. Adım 3- Türkçe ve Arapça Dili İçin Konuşmanın Anlaşılabilirliği Bakımından Örnek Çağdaş Türk Cami Modelinin İncelenmesi

Kelime ayırt etme testleri için, örnek Ç.T.C. modelinde yapılan oralizasyon sonucunda elde edilen ses kayıtları belirlenen denek grubuna (bknz. Bölüm 3.2.1.) Sennheiser HD 202 gürültü kontrollü kulaklıklarla dinletilmiştir. Türkçe ve Arapça tek heceli kelime listelerinin oralizasyon kayıtları laboratuvar ortamında dinletilmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak, doğru ve yanlış anlaşılan kelime ve harf oranlarına göre, örnek Ç.T.C. modelindeki konuşmanın anlaşılabilirlik derecesi ortaya konulmuştur.

#### 3.3.1. Adım 3a- Oralizasyon kayıtlarının dinletilmesi

Oralizasyon sonucunda elde edilen 60 adet tek heceli kelime listelerinin kayıtları (bknz. Bölüm 3.2.2.3) 7 kişilik denek grubuna (bknz. Bölüm 3.2.1.) dinletilmiştir. İlgili oralizasyon kayıtları, laboratuvar ortamında, Sennheiser HD 202 gürültü kontrollü kulaklıklarla deneklere ayrı ayrı dinletilmiştir (Görsel 3.2.).



**Görsel 3.2.** *Oralizasyon kayıtlarının gürültü kontrollü kulaklıklarla dinletilmesi*

Dinleme testlerinden önce testlerin uygulandığı ortamın fiziksel koşulları ve kullanılacak cihazların ayarları uygun hale getirilmiş, denekler uygulanacak deney hakkında bilgilendirilmiştir:

- deneklerin bulunduğu ortamın sessiz olmasına (<35 dB) ve deneklerin konsantrasyonu dağıtacak herhangi bir etkenin olmamasına (başka bir bireyin odada bulunmamasına, telefon ya da televizyon gibi sesli ya da ışıklı cihazların kapalı olmasına vs.) dikkat edilmiş,
- örnek Ç.T.C. modelindeki alıcı noktalarında simüle edilen SPL değerlerine (örn. “kürsü iyi” alıcı noktasında simüle edilen SPL 49,5 dB(A)) uygun olacak şekilde kulaklıklardan çıkan sesin ses basınç düzeyi ölçülerek ayarlanmış,

- deneklere dinletme testlerinin niteliği ve uygulama şekli hakkında bilgi verilip, 10 kelimelelik deneme testi uygulanmış ve duyulan kelimeler yazdırılmıştır.

Yukarıda anlatılan ön hazırlık yapıldıktan sonra testlerin gerçek uygulanmasına geçilmiştir. Testlerin monoton ve çok sayıda olması deneklere sıkıcı gelmektedir. Testleri sıkıcı bulunan deneklerin konsantrasyonu düşmekte ve böylelikle test sonuçlarının doğruluğunu olumsuz şekilde etkilemektedir. Bu problemi ortadan kaldırmak için tüm 60 kayıt art arda dinletilmemiştir. İlk olarak kelime ayırt etme testlerinin (oralizasyon kayıtlarının) gruplandırılması yapılmıştır: kayıtlar 6 farklı grup haline getirilmiştir. Her grup, ardışık Türkçe ve Arapça testleri olmak üzere toplam 10 farklı (5 Türkçe, 5 Arapça) testten oluşmaktadır. Testlerde kelime ezberleme ihtimalini önlemek/ yavaşlatmak için oluşturulan gruplardaki oralizasyon kayıtları arası 30’ar saniyelik klasik müzik dinletilmiştir. Her farklı kayıt grubundan sonra 10’ar, her ikinci kayıt grubundan sonra 30’ar dakikalık mola verilerek deneklerin dinlenmesine, yeme-içme ve diğer ihtiyaçlarının giderilmesine zaman tanınmıştır. Bu şekilde uygulanan testlerin kişi başı toplam süresi 2 saat 25 dakika olarak belirlenmiştir. Testlerden hızlı sıkılıp yorulan dileyiciler ise, verilen süreden daha uzun bir süreden sonra (1 günde 2 farklı kayıt grubu dinleyerek, toplam 3 günde) testleri tamamlamışlardır.

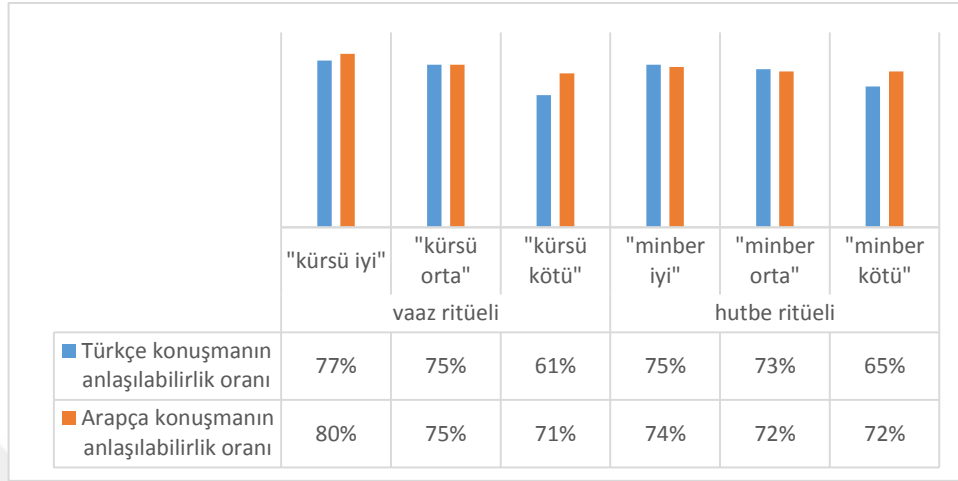
Testler 2019 yılının nisan ve mayıs aylarında, çevre gürültüsü az olan sabah saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Testlerin gerçekleşmesinde işitilen kelimeler, hazırlanan boş forma (Bknz. EK- 5) denek grubuna yazdırılmıştır. Elde edilen verilerin doğruluğu kelime ve harf bazında ölçülmüştür.

### **3.3.2. Adım 3b- Kelime ayırt etme testleri sonuçlarına göre örnek Çağdaş Türk Cami modelinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirlenmesi**

Kelime ayırt etme testlerinin uygulanmasında Türkçe ve Arapça kelimelerde oluşan 25 kelimelelik listeler kullanılmıştır. Örnek Ç.T.C. modelinde 6 farklı senaryo için (örn: “kürsü iyi” Senaryo 1; “kürsü orta” Senaryo 2; vs, bknz. Bölüm 3.2.2.3.) ilgili kelime listeleri, 5 farklı vokal tarafından seslendirilmiş ve her dil için toplam 750 adet seslendirilmiş kelime elde edilmiştir. 7 kişilik denek grubuna dinletilen dinleme testleri sonucunda, her dil için toplam 5250 kelimelelik yanıt alınmış, başka deyişle her senaryo için toplam 875 kelimelelik sonuç elde edilmiştir. Denek grubundan alınan cevapların doğruluğuna bakılmış, doğru ve yanlış yazılmış kelime oranı çıkarılmış (Şekil 3.20./ her



denek için ayrı ayrı elde edilen sonuçlar için bkz. EK- 6) ve örnek Ç.T.C. modelindeki konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesi ortaya konulmuştur.



**Şekil 3.20.** Uygulanan kelime ayırt etme testleri sonucunda, kelimenin anlaşılabilirlik oranı baz alınarak hesaplanan Türkçe ve Arapça konuşmanın anlaşılabilirlik oranı

Doğru yazılmış kelimelerin sayısına göre örnek Ç.T.C. modelindeki her bir senaryo için (“kürsü iyi”- Senaryo 1; “kürsü orta” Senaryo 2; vs.) konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesi çıkarılmıştır. Uygulanan kelime ayırt etme testleri sonucunda, Türkçe ve Arapça konuşmanın anlaşılabilirliğinin birbirine yakın değerlere sahip oldukları görülmüştür. Vaaz ritüeli esnasında “iyi” ve “kötü” akustik durumu (“kürsü iyi”- Senaryo 1 ve “kürsü kötü”- Senaryo 3) için, örnek Ç.T.C. modelinde, Arapça dili Türkçe dilinden daha çok anlaşılmakta, fakat “orta” akustik durumu (“kürsü orta”- Senaryo 2) için ilgili diller eşit oranda anlaşıldığı görülmektedir. Hutbe ritüelinde ise “iyi” ve “orta” akustik durumlarda (“minber iyi” ve “minber orta”) Türkçe dili Arapça dilinden daha çok anlaşılıyorken “kötü” akustik durumunda (“minber kötü”) Arapça dilinin anlaşılabilirlik yüzdesi daha iyi sonuçları vermiştir. Üstelik her iki ritüeldeki “kötü” ile diğer akustik durumları için elde edilen sonuçların farklarına bakılırsa Türkçe dili %8 - %11 civarında fark gösterirken Arapça dili sadece %4’luk fark göstermektedir. Bu tespitin üzerinde SNR, D50 ve STI parametreleri açısından “kötü” olan örnek Ç.T.C. modelindeki akustik koşullar altında Arapça dili Türkçe dilinden daha çok anlaşıldığı/ daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilmektedir.

Örnek Ç.T.C. modelinde, konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde yapılan nesnel ve öznel veriler karşılaştırılarak mekândaki akustik konforunun konuşmanın

anlaşılabilirliği açısından ne derecede sağlandığı ortaya konulmuş ve aşağıdaki tabloda açıklanmıştır (Tablo 3.7.).

**Tablo 3.7.** Örnek Ç.T.C. modelindeki akusti durumunun öznel değerlendirme sonucunda elde edilen sonuçların, STI, D50 ve SNR parametrelerine göre değerlendirilmesi (nesnel değerlere göre öznel değerlerin yeterlilik durumunun belirlenmesi)

SENARYO		DİL	Öznel akustik değerlendirme	Nesnel değerlere göre öznel değerlerin yeterlilik durumunun belirlenmesi					
				STI		D50		SNR	
No	İsim		Kelime ayırt etme testi	Optimum "değer"	Yeterlilik durumu	Optimum değer	Yeterlilik durumu	Optimum değer	Yeterlilik durumu
1	"kürsü iyi"	Tr.	%77	>%70	YT	>%80	YZ	>%95	YZ
		Ar.	%80	>%90	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
2	"kürsü orta"	Tr.	%75	>%70	YT	>%80	YZ	>%95	YZ
		Ar.	%75	>%90	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
3	"kürsü kötü"	Tr.	%61	>%70	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
		Ar.	%71	>%90	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
4	"minber iyi"	Tr.	%75	>%70	YT	>%80	YZ	>%95	YZ
		Ar.	%74	>%90	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
5	"minber orta"	Tr.	%73	>%70	YT	>%80	YZ	>%95	YZ
		Ar.	%72	>%90	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
6	"minber kötü"	Tr.	%65	>%70	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ
		Ar.	%72	>%90	YZ	>%80	YZ	>%95	YZ

Tablo 3.7'deki "Tr." Türkçe dili; "Ar." Arapça dili; "YT" yeterli akustik durumu; "YZ" yetersiz akustik durumu ifade etmektedir.

Camiler için önerilen optimum STI, D50 ve SNR parametreleri üzerinden örnek Ç.T.C. modelinde kelime ayırt etme testleri sonucunda elde edilen konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdelerinin yeterlilik durumu araştırılmıştır (bknz. Şekil 3.8.). STI parametresine göre ana dildeki (Türkçe dilindeki) konuşmaların anlaşılabilirlik yüzdesinin %70'ten fazla; yabancı dildeki (Arapça dilindeki) konuşmalar için ise %90'dan fazla olduğu durumlarda mekândaki konuşmanın anlaşılabilirliği "yeterli" olarak değerlendirilmektedir ve bu durum optimum koşulu oluşturmaktadır. Camilerde, konuşmanın anlaşılabilirliği açısından akustik konforunun sağlanması için her iki dildeki (hem Türkçe hem de Arapça) konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesi: D50 parametresine göre %80'dan fazla; SNR oranına göre %95'ten fazla olması gerekmektedir (Bknz. bölüm 3.1.2.2.). Örnek Ç.T.C. modelinde uygulanan kelime ayırt etme testlerinden elde edilen sonuçlara göre camideki konuşmanın anlaşılabilirliği, her nesnel parametre (STI, D50 ve SNR) için "yetersiz" olarak değerlendirilmiştir. *Vaaz ve hutbe ritüellerindeki "kürsü iyi"; "kürsü orta", "minber iyi" ve "minber orta"*

*bölgelerinde Türkçe dilindeki konuşmalar, STI değerine göre “yeterli” olarak değerlendirilmiştir. Fakat yeterlilik durumu, diğer parametrelere göre (D50 ve SNR) sağlanmadığı için Türkçe konuşmanın anlaşılabilirliğinin örnek Ç.T.C. modelinin genelinde sağlanmadığı söylenebilmektedir. Türkçe dilinin yanı sıra Arapça dilindeki konuşmanın anlaşılabilirliği optimum akustik koşulları sağlayan örnek Ç.T.C. modelinde yeterli derecede sağlanmadığı görülmüştür. Elde edilen bu sonuçların doğruluğu için Cronbach’s Alpha istatistik yöntemi kullanılarak kelime başarı oranına göre güvenilirlik analizi yapılmıştır ve elde edilen sonuçların güvenilir olduğu tespit edilmiştir (Türkçe için Cronbach’s Alpha değeri 0,85; Arapça için Cronbach’s Alpha değeri 0,89 olarak hesaplanmıştır. NOT: Cronbach’s Alpha istatistik yönteminin sonucunda elde edilen 0,7’den büyük tüm değerler güvenilir olarak değerlendirilmektedir (https.2., son erişim tarihi ağustos 2019)). (bkz. EK-8).*

Kelime ayırt etme testleri sonucunda elde edilen verilere göre Arapça dili ile Türkçe dilinin anlaşılabilirlik oranları birbirine yakın değerlere sahip oldukları fark edilmiştir. Fakat mekânın akustik koşulları bozuldukça, Türkçe dilinin anlaşılabilirliği büyük oranda (%8- %11 civarında) düşüş gösterirken, Arapça dilinin anlaşılabilirlik oranı az (%4’lük) bir düşüş göstermiştir. Bu tespitlerin üzerinden **uygun olmayan akustik koşulların** (D50, STI ve SNR değerlerinin optimum değerlerin arasında olmadığı durumlarının) **Arapça dilini büyük oranda etkilemediği, Arapça konuşmanın anlaşılabilirliğini bozmadığı söylenebilmektedir.** İlgili tespitin doğrulanması ve nedeninin öğrenilmesi için her iki dilin işitsel özelliklerine bakılmıştır. Türkçe dilinin ve Arapça dilinin işitsel farkları, dilin kökünde ve boğazda oluşan, Arapça dilinde mevcut fakat Türkçe dilinde hiç olmayan, seslerden dolayı oluşmaktadır. **İlgili seslerin (Türkçe dilinde olmayan seslerin) düşük oranda anlaşılması, dilin farklı akustik koşullar altında hesaplanan genel anlaşılabilirlik oranını olumsuz yönde etkilemiyorsa, o zaman ilgili seslerin anlaşılabilirliği akustik koşullara pek bağlı kalmadan tüm akustik koşullar altında eşit oranda sağlandığı söylenebilmektedir.** Kelime ayırt etme testleri sonucunda elde edilen veriler denek başına dinletilen ses/ harf sayısını belirleyip doğru işitilmeyen harfler sayılmış ve dinleyicilerin harf bazında ortalama hata oranı ve hata oranının standart sapması hesaplanarak Türkçe ve Arapça dillerinin işitilebilirliği sınanmıştır (Tablo 3.8. ve Tablo 3.9.).

**Tablo 3.8.** Örnek Ç.T.C. modelinde uygulanmış *Türkçe kelime ayırt etme testinde yapılan ses/harf hata sayısı ve tüm deneklerden elde edilen toplam harf bazında ortalama hata oranı ve hata oranının standart sapması*

Ses oluşum yeri	Harf	Denek başı dinletilen harf sayısı	Tüm deneklerin toplam dinlediği harf sayısı	Tüm deneklerin yaptığı toplam hata sayısı	Deneklerin harf bazında ortalama hata oranı	Deneklerin harf bazında hata oranının standart sapması
Dilin Kökü	x*					
Gırtlak	<b>H</b>	60	420	242	0,58	0,00
	<b>toplam</b>	<b>60</b>	<b>420</b>	<b>242</b>	<b>0,58</b>	<b>0,00</b>
Geniz	<b>M</b>	60	420	50	0,12	0,00
	<b>N</b>	120	840	190	0,23	0,00
	<b>toplam</b>	<b>180</b>	<b>1260</b>	<b>240</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>
Boğaz	x*					
Ağız	<b>P</b>	60	420	211	0,49	0,00
	<b>C</b>	30	210	58	0,28	0,01
	<b>T</b>	60	420	80	0,19	0,00
	<b>Y</b>	30	210	13	0,06	0,00
	<b>Ç</b>	120	840	128	0,15	0,00
	<b>R</b>	150	1050	167	0,16	0,00
	<b>S</b>	120	840	201	0,24	0,00
	<b>F</b>	120	840	268	0,32	0,00
	<b>L</b>	90	630	134	0,21	0,00
	<b>K</b>	210	1470	76	0,05	0,00
	<b>B</b>	30	210	82	0,39	0,01
	<b>Z</b>	60	420	29	0,07	0,00
	<b>Ş</b>	90	630	92	0,15	0,00
<b>toplam</b>	<b>1170</b>	<b>8190</b>	<b>1539</b>	<b>0,21</b>	<b>0,00</b>	

\*İlgili dilde ilgili ses tipi hiç bulunmamaktadır;

**Türkçe dilinde hazırlanan kelime ayırt etme testlerinde** farklı gruplara ait olan (ağızda, genizde ve gırtlakta oluşan) Türkçe seslerinin yer aldığı görülmektedir. Ancak dilin kökünde ve boğazda oluşan seslerin, Türkçe dilinde hiç yer almadığından dolayı, kelime ayırt etme testinde de yer almamıştır. Bu iki ses grubu Türkçe dilinin ile Arapça dilinin arasındaki en önemli işitsel farklardan biridir. Diğer ses gruplarına bakıldığında en az doğru işitilen ses grubunun gırtlak ses grubu olduğu görülmektedir. Deneklerin yanlış işittiği ses/ harf sayısına göre, ses grupları bazında toplam denek başına yapılan ortalama hata oranları şu şekilde hesaplanmıştır: gırtlakta oluşan “H” harfi %58; genizde ve ağızda oluşan sesler ise sırasıyla %17 ve %21 durumunda yanlış anlaşıldığı görülmüştür.

**Tablo 3.9.** Örnek Ç.T.C. modelinde uygulanmış *Arapça kelime ayırt etme testinde yapılan ses/harf hata sayısı ve tüm deneklerden elde edilen toplam harf bazında ortalama hata oranı ve hata oranının standart sapması*

Ses oluşum yeri	Harf	Kişi başı dinletilen harf sayısı	Tüm dinleyicilerin toplam dinlediği harf sayısı	Tüm dinleyicilerin yaptığı toplam hata sayısı	Kişilerin harf bazında ortalama hata oranı	Kişilerin harf bazında hata oranının standart sapması
Dilin Kökü	غ	30	210	173	0,82	0,01
	<b>toplam</b>	<b>30</b>	<b>210</b>	<b>173</b>	<b>0,82</b>	<b>0,01</b>
Gırtlak	x**					
Geniz	م	120	840	79	0,09	0,00
	ن	150	1050	127	0,12	0,00
	<b>toplam</b>	<b>270</b>	<b>1890</b>	<b>206</b>	<b>0,11</b>	<b>0,00</b>
Boğaz	ح	90	630	217	0,34	0,00
	خ	60	420	111	0,26	0,00
	ع	60	420	79	0,19	0,00
	<b>toplam</b>	<b>210</b>	<b>1470</b>	<b>407</b>	<b>0,27</b>	<b>0,00</b>
Ağız	ب	150	1050	205	0,20	0,00
	د	180	1260	119	0,09	0,00
	ر	210	1470	151	0,10	0,00
	ل	60	420	54	0,13	0,00
	ف	150	1050	141	0,13	0,00
	ت	60	420	119	0,28	0,00
	ز	90	630	79	0,13	0,00
	ج	60	420	18	0,04	0,00
	و	30	210	33	0,16	0,00
	ك	60	420	19	0,05	0,00
	ى	90	630	11	0,02	0,00
	س	60	420	49	0,12	0,00
	ا	90	630	54	0,09	0,00
	ص	30	210	15	0,07	0,00
<b>toplam</b>	<b>1320</b>	<b>9240</b>	<b>1052</b>	<b>0,12</b>	<b>0,00</b>	

\*\*Arapça dilinde ilgili ses tipi bulunmakta fakat kelime ayırt etme testlerinde yer almamaktadır

**Arapça dilinde hazırlanan kelime ayırt etme testlerinde** farklı gruplara ait olan (ağızda, genizde, boğazda ve dilin kökünde oluşan) Arapça seslerinin yer aldığı görülmektedir. Ancak gırtlakta oluşan seslerin, Arapça dilinde yer alsa da kelime ayırt etme testinde yer almamıştır. Dolayısıyla gırtlakta oluşan seslerin anlaşılabilirlik oranı Arapça dili için elde edilememiş fakat Arapça dilindeki “ه (he)” sesi Türkçe dilindeki “H” sesiyle eşit olduğundan dolayı ilgili sesin Türkçe dili için belirlenen anlaşılabilirlik oranı Arapça dilinin anlaşılabilirlik oranı olarak da varsayılmıştır. Türkçe dilinde

olmayan ama Arapça dilinde sık kullanılan dilin kökünde ve boğazda oluşan seslerin, denek başına hesaplanan anlaşılabilirlik oranlarına göre ortalama %82 ve %27 oranında doğru işitilmediği görülmüştür. Yüksek oranda anlaşılmayan bu seslerin farklı akustik koşullar altında dinletildiğinde anlaşılabilirlik oranını pek etkilemediği fark edilmiş ve bu tespit üzerinden ilgili ses gruplarının (dil kökü ve boğazda oluşan seslerin) her akustik koşulda eşit oranda anlaşılmadığı görülmüştür. Diğer ses grupları, genizde ve ağızda oluşan sesler için hesaplanan toplam anlaşılabilirlik oranları sırasıyla %11 ve %12 durumlarda doğru anlaşılmadığı göstermiştir.

### **3.4. Adım 4- Alan Çalışmasının Genel Değerlendirmesi**

**Bu çalışmanın ana amacı: literatürde cami için önerilen optimum akustik koşulları sağlayan örnek Ç.T.C. modelinde, Türkçe dilinde ve Arapça dilinde hazırlanmış kelime ayırt etme testleri kullanılarak konuşmanın anlaşılabilirliğinin ne derecede sağlandığını ortaya koymaktır.** Kelime listeleri Türkçe ve Arapça dili bilen bireylerden oluşan 7 kişilik denek grubuna, gürültü kontrollü kulaklıklarla dinletilmiş, deneklere kelime ayırt etme testleri uygulanarak, deneklerden işittikleri kelimeleri yazmaları istenmiş ve alınan yanıtlara göre camideki konuşmanın anlaşılabilirliğinin ne derecede sağlandığı belirlenmiştir. Deneylerde katılım sağlaması gereken denek sayısı ANSI/ASA S3.2., 2009 standardına göre 5 olsa da, söz konusu öznel değerlendirme olduğu için, bu tez çalışmasında, olabildiği çok deneklere ulaşılmasına çalışılmıştır. Ancak katılım sağlayan deneklerin sayısının artırılmasında bazı zorluklarla karşılaşmıştır. Deneklerin katılımını olumsuz yönde etkileyen etkenler: deneylerin uzun süresinden dolayı deneklerin katılım sağlamaya gönüllü olmamaları ve deneylerde katılım sağlayacak kişilerin sahip olmaları gereken özelliklerdir (hem Türkçe ana dili hem de Arapça yabancı dili olan; Arapçası en az B1 düzeyinde olan; duyma rahatsızlığı olmayan; diğer deneklerle eğitim arka planı benzer ve yaş aralığı yakın olan vs.).

Problemin kendisi ve ilgili problemin meydana gelmesine sebep olabilecek etkenler hakkında bilgi sahibi olmak, ilgili problemin çözülmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, bir problemin etkenlerini tahmin etmek, problemin çözümünü şekillendirmekte ve verimli sonuçların ulaşılmasına yol açmaktadır. Bu sebepten dolayı bu tez çalışmasında öznel değerlendirme yapılmadan önce elde edilebilecek sonuçlarla **ilgili varsayımlar** öne sürülmüştür:

1. varsayım - örnek Ç.T.C. modelinde kaynaktan uzak bölgelerde, (3.1.3. ve 3.1.4. bölümlerde açıklanan camide akustik açıdan “kötü” olarak adlandırılan bölgelerde) kaynaktan çıkan sesin ses basınç düzeyinin mesafeye bağlı olarak düşmesinden ve ilgili bölgelerin yansımış ses alanında bulunmasından dolayı konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanamayacağı beklenmektedir.

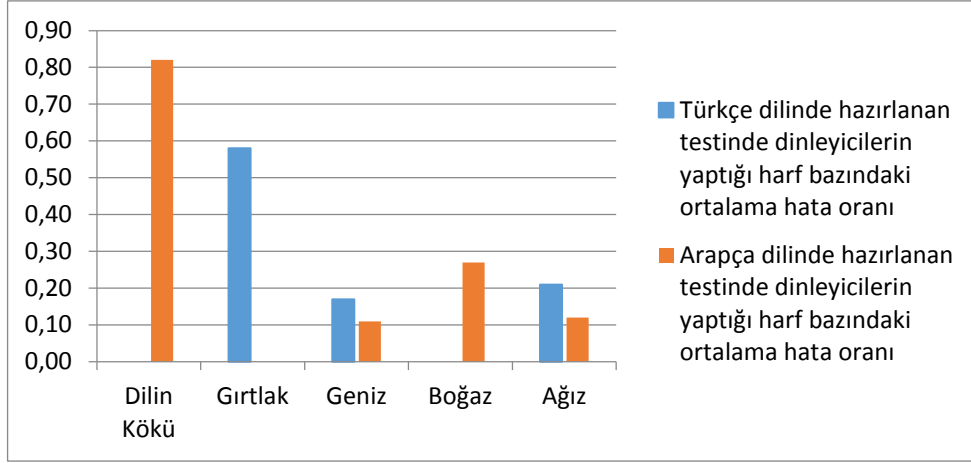
2. varsayım - Türkçe dilinde olmayan ama Arapça dilinde sık kullanılan boğaz ve dilin kökü seslerinden dolayı Türkçe ve Arapça dilleri arasında konuşmanın anlaşılabilirlik farkının büyük olacağı beklenmektedir.

3. varsayım - Camiler, çok dilli mekân olarak ele alınmadığından dolayı konuşmanın anlaşılabilirliği bakımından akustik konforun ana dil (Türkçe) için sağlanacağı, yabancı/ ikinci (Arapça) dil için ise sağlanmayacağı beklenmektedir.

Öznel değerlendirme sonucunda elde edilen verilere dayalı olarak, 1. varsayımın (bkz. Bölüm 3.3.) doğruluğu sağlanmıştır. Camideki “kötü” olarak nitelendirilen bölgelerde konuşmanın anlaşılabilirlik yüzdesinin azalmasının, caminin boyutuna ve ses düzeyinin mesafeye bağlı olarak azalmasına ve ilgili bölgenin yansımış ses alanında kalmasına bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Öyle ki, alıcı kaynaktan uzaklaştıkça SNR oranı değişmekte ve anlaşılabilirlik azalmaktadır. İlgili bölgelerdeki Türkçe dilinin anlaşılabilirliği %77’den %61 civarına düşerken, Arapça dilinin anlaşılabilirliği %80’den %71 civarına düşmektedir.

Kelime ayırt etme testlerinden elde edilen Türkçe ile Arapça seslerinin ortalama anlaşılabilirlik hata oranlarına göre 2. varsayım da kısmen doğrulanmıştır: Türkçe dilinde olmayan ama Arapça dilinde olan seslerin anlaşılabilirlik oranı düşük çıkmış, fakat şaşırtıcı sonuçlara ulaşılmasına da yol açmıştır. Bu seslerin (boğaz ve dilin kökünde oluşan sesler) büyük oranda anlaşılmamasına rağmen Arapça dilinin genel anlaşılabilirlik oranını olumsuz yönde etkilemediği, üstelik Türkçe dilinden daha iyi anlaşıldığı fark edilmiştir.

Kelime ayırt etme testlerinden elde edilen Türkçe ile Arapça seslerinin ortalama anlaşılabilirlik hata oranlarının karşılaştırılmasından (Şekile 3.21.), Türkçe kelimelerinde bulunan geniz ve ağız sesleri (her iki dilin ortak sesleri) daha az anlaşıldığı görülmektedir. Geniz sesleri Türkçe kelime ayırt etme testinin sonucunda %17, Arapça kelime ayırt etme testinin sonucunda ise sadece %11 oranında yanlış anlaşılmıştır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Örnek Ç.T.C. modelinde seslendirilen Türkçe ile Arapça seslerinin ortalama anlaşılabilirlik hata oranının karşılaştırılması

Ağızda oluşan seslerde yapılan ortalama anlaşılabilirlik hata oranı; Türkçe dili %21, Arapça dili ise sadece %12'dir. Gırtlakta oluşan sesler her iki dilde yer almasına rağmen, bu çalışmada kullanılan Türkçe tek heceli kelime listelerinde yer almışken; Arapça tek heceli kelime listelerinde yer almamıştır. Bu sebepten dolayı ilgili sesler arası karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak, ağız, geniz ve gırtlak sesleri hem Türkçe hem de Arapça dili için ortak sesler olduğundan dolayı, elde edilebilecek Arapça ile Türkçe dillerindeki gırtlak seslerinin anlaşılabilirlik hata oranları arasındaki farkın, Arapça ile Türkçe kelime listelerinden elde edilen ağız ya da geniz seslerinin anlaşılabilirlik hata oranları arasındaki farka yakın değerlere sahip (%6- %9 civarlarında) olabileceği beklenmektedir. Kelime ayırt etme testlerindeki ses bazında yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen veriler, Türkçe dili ile Arapça dili arasındaki en büyük farkın dilin kökünde ve boğazda oluşan seslerden dolayı meydana geleceği ile ilgili oluşturulan 2. varsayımla bağdaşmadığı görülmüştür. İlgili ses gruplarının anlaşılabilirlik oranı, Arapça dilinin genel anlaşılabilirlik oranını etkilemediği görülmüştür. Üstelik Arapça dilinin daha az anlaşılacağı beklenirken, testler sonucunda elde edilen verilere göre Türkçe dilinin daha az anlaşıldığı görülmüştür. İlgili fark akustik açıdan “kötü” olarak nitelendirilen yerlerde fark edilmektedir. Diğer akustik koşullarda (“iyi” ve “orta”) her konuşmaya dayalı ritüelde (vaaz ve hutbe ritüellerinde) Türkçe ve Arapça dillerinin anlaşılabilirlik oranları birbirine yakın değerlere sahip (arasındaki fark +/- %3'e kadar (bkz. Şekil 3.18.)) olduğu görülmüştür. İlgili değerlerin birbirine yakın sonuçlar vermesiyle oluşturulan 3. varsayım çürütülmüştür. Arapça dilinin anlaşılabilirlik oranı çok düşük beklenirken Türkçe dilinin anlaşılabilirlik



oranına yakın, hatta daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Arapça dilinin Türkçe diline göre daha iyi sonuçlar vermesine yol açan faktörün, her iki dilin ortak seslerinin olması olduğu belirlenmiştir. Aynı sesler iki farklı dil içinde kullanıldığında farklı işitilmektedir ve bu olayı sağlayan etken Arapça seslerin uzun olmasıdır. **Türkçe sesleri kısa olup mekânın içinde hızlı yutulmakta/ maskelenmektedir ve dolayısıyla işitilebilirlik oranı azalmaktadır. Arapça seslerinde ise ters durum oluşmaktadır: sesler uzun olup mekânda daha kolay yayılmakta ve daha iyi işitilmektedir.**

Türkçe ve Arapça dillerinin anlaşılabilirlik oranları arasında farklar olup Arapça dili Türkçe dilinden daha iyi anlaşılmalıdır. Ancak, genel değerlendirme yapıldığında her iki dil için, optimum akustik koşulları sağlayan örnek Ç.T.C. modeli, konuşmanın anlaşılabilirliği açısından yetersiz kaldığı bulunmuştur. Örnek Ç.T.C. modelinde yapılan nesnel değerlendirme sonucunda belirlenen “iyi” akustik koşulları sağlayan bölgelerde bile, öznel değerlendirme sonucunda belirlenen konuşmanın anlaşılabilirliğinin yeterli derecede sağlanmadığı görülmüştür. Belirlenen “iyi” bölgeler ses kaynağına yakın ve direkt ses alanında olsa da, mekân hacminden ve kaplama malzemelerinin özelliklerinden dolayı ses büyüme, gecikmeli olarak yansımakta, fon gürültüsü tarafından maskelenmekte; konuşmanın anlaşılabilirliği ise azalmaktadır.

#### 4. SONUÇ

İslam, Müslümanların takip ettiği din, cami ise Müslümanların ibadet mekânı olarak karşımıza çıkmaktadır. Camideki çeşitli ritüeller arasında namaz, vaaz ve hutbe, en sık uygulanan ritüeller olup namaz müziğe dayalı kullanıma sahipken, vaaz ve hutbe ritüelleri konuşmaya dayalı kullanıma sahiptir. Bu sesli etkinlikleri barındıran cami, kendi kullanım şekline göre akustik anlamda incelenmektedir. Literatürde cami, çoğunlukla, akustik belgelenmesi ve akustik konforun standardize edilmesi amacıyla ele alınmıştır. Cami akustiği üzerinde yapılan bu çalışmaların kapsamı ağırlıklı olarak akustik ölçüm yöntemleriyle nesnel verilerin (RT, EDT, D50, STI vs.) elde edilmesi ve ilgili verileri derleyerek değerlendirilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde camilerdeki konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar da mevcuttur. İlgili çalışmalar az sayıda olup bu çalışmalarda kelime ayırt etme testleri kullanılarak caminin öznel akustik değerlendirmesi yapılmaktadır. Ancak ilgili çalışmaların sadece Türkçe dili üzerine kurgulandığı fark edilmiş (Üretmen, 1991); (Erdem, 1992); (Yıldırım, 2003) ve Arapça dili açısından da incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bunun için, **bu tezde** camilerde konuşmanın anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça dilleri üzerinden araştırılmasına ve incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu tezin kapsamında camilerde konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinden öznel değerlendirme yapmak üzere, Türkiye illerindeki ortalama nüfusa sahip olan Eskişehir ilinde, 2000 yılından bu yana yapılan tüm camileri fiziksel (boyut, kapasite, iç mekân kaplama malzemesi vs) özellikleri bakımından incelenerek, Çağdaş Türk Caminin (Ç.T.C.'nin) ortalama fiziksel özellikleri belirlenmiş ve ona uygun örnek Ç.T.C. modeli oluşturulmuştur. Yapılan inceleme sonucunda Ç.T.C.'nin fiziksel özellikleri: 1164 kişilik kapasiteli; 647 m<sup>2</sup>'lik taban alanlı; 8 m<sup>3</sup>/kişi olmak üzere 4000 m<sup>3</sup>'lük hacimli; 12 kubbe ve 4 pandantiften oluşan kubbeli çatıya sahip; "U" şekilli asma kat biçimde kadın mahfilli, asma kat hizasında konumlanmış kürsü ve minberli cami olarak belirlenmiştir. İç kaplama malzemesi açısından yapılan inceleme sonucunda yan duvarlar ve tavan, ağırlıklı olarak, sıva ile kaplı olduğu; yan duvarlarda sıva hariç 1 m yüksekliğinde ahşap ile kaplı olduğu; mihrap, minber ve kürsü ile birlikte ön duvar (kıble duvarı) seramik ile kaplı olduğu; bütün duvarlar %10 kadar PVC çift camlı pencerelerle kaplı olduğu; caminin ana mekânına (harime) açılan bütün kapılar ağır ahşaplı olduğu; döşemeler ise ağır ve yoğun dokulu halılarla kaplı olduğu belirlenmiştir.

Ortalama fiziksel özellikleri barındıran örnek Ç.T.C. modelinin akustik tasarımı, literatürde önerilen optimum cami akustik koşullarına (Bknz. Tablo 2.6/ Bölüm 2.6) uygun biçimde yapılmıştır. Alan çalışmasında elde edilen sonuçlara göre; RT, EDT ve D50 parametreleri açısından optimum akustik koşulları sağlayan örnek Ç.T.C. modelinde STI değerleri Türkçe dili (ana dil) için sağlanırken, Arapça dili (ikinci dil) için sağlanmamaktadır. İlgili sorunun ortaya çıkması, literatürde, caminin çift dilli mekân olarak incelenmediğinden kaynaklı olduğu düşünülmüştür. STI değerlerinin yanı sıra SPL değerleri de sağlanmamaktadır. Mesafeye bağlı olarak konuşmacının ses düzeyi azalmakta ve bu çalışmada 35 dB olarak kabul edilen (BS 8233, 1999); (ÇGDYY, 2010); (Abdou, 2003) fon gürültüsünün düzeyine yakınlaşmakta, fon gürültüsü tarafından maskelenmektedir. İlgili problem doğrudan SNR oranına bağlı olmakta ve böylelikle örnek Ç.T.C. modelinde optimum akustik durumu, SNR oranına bağlı olarak, sağlanmamaktadır.

Oluşturulan örnek Ç.T.C. modelini konuşmanın anlaşılabilirliği açısından inceleyebilmek için cami, ses dağılımı açısından daha ayrıntılı incelenmiş, nesnel veriye bağlı camideki alıcı konumları akustik anlamda “iyi”, “orta” ve “kötü” şeklinde bölgelere ayrılmıştır. Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili nesnel (STI, D50, SNR) parametrelere göre yapılan bu bölgesel bölünmenin sonucunda “iyi” akustik bölgeler konuşmacının etrafında olduğu, “kötü” akustik bölgeler asma kattaki en arka köşelerde olduğu; caminin geri kalan kısımları “orta” akustik koşullara sahip olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bölgelerde her konuşmaya dayalı (vaaz ve hutbe) ritüel için birer tane temsil alıcı noktası belirlenmiştir. Çalışmanın devamında, belirlenen alıcı noktalarında camideki konuşmanın anlaşılabilirliğinin öznel değerlendirmesi yapılmış ve caminin akustik durumu ortaya konulmuştur.

Türkçe ve Arapça dilinde hazırlanan tek heceli kelime listeleri 5 erkek vokal tarafından anekoik odada seslendirilmiş olup, örnek Ç.T.C. modelinde konuşmaya dayalı ritüellere uygun olarak belirlenen kaynak noktalarında çalıştırılarak alıcı noktalarında oralizasyon yöntemi kullanarak kaydedilmiştir. Oralizasyon kayıtları kullanılarak kelime ayırt etme testleri yapılmış, ilgili testler laboratuvar ortamında 7 kişilik denek grubuna uygulanmış ve test cevapları boş forma yazdırılmıştır. Testlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda:

-örnek Ç.T.C. modelinde ne Türkçe ne de Arapça dilinin yeterli ölçüde anlaşılmadığı,

-konuşmanın anlaşılabilirliği açısından Türkçe ve Arapça dilinin birbirine yakın değerlere sahip olduğu,

-D50, STI ve SNR parametrelerine göre “kötü” akustik durumlarda Arapça dilinin Türkçe dilinden daha iyi anlaşıldığı görülmüştür.

Türkçe ve Arapça dilleri ses bazında incelendiğinde Türkçe dilinde olmayan ama Arapça dilinde sıklıkla kullanılan boğaz ve dilin kökünde oluşan seslerin mekânın akustik durumuna bağlı olmaksızın eşit derecede kötü anlaşıldığı görülmüştür. Ayrıca boğaz ve dilin kökünde oluşan sesler haricindeki tüm seslerin, hem Türkçe hem de Arapça dilinde mevcut olduğu kullanılan dile bağlı olarak farklı derecelerde anlaşıldığı belirlenmiştir. Bu tespitlerin sonucunda, Türkçe dilinin Arapça dilinden daha iyi anlaşılacağı beklenmesine rağmen elde edilen sonuçlar bunu doğrulamamıştır. Bunun nedeni ise Arapça dilinde olan, Türkçe dilinde olmayan uzun seslerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bu tezin kapsamında geliştirilen cami modelinin akustik durumu, Türkçe ve Arapça dillerinin anlaşılabilirliği açısından yetersiz olarak nitelendirilmiştir. Örnek Ç.T.C. modelindeki akustik durumun yetersiz olmasını etkileyebilecek etkenler:

- Caminin akustik özelliklerine bağlı olan nesnel etkenler:
  - bu tezin kapsamında yapılan literatür derlemesinin sonucunda cami için belirlenen ve *optimum RT değerleri* olarak varsayılan değerlerin (1,1 ile 1,7 sn arasındaki değerlerin) *uygun olmama olasılığı*;
  - camide *yabancı diller için STI değerinin sağlanmaması*,
  - caminin genelinde *SNR oranının sağlanamamasıdır*.
- Dinleme testlerinde katılım sağlayan deneklere bağlı olan öznel etkenler:
  - kelime ayırt etme testlerinde kullanılan tek heceli kelimelerin seslenmesinin kısa süreli olmasından dolayı kelimelerin algılanmaması;
  - bu tez çalışmasında katılım sağlayan genç deneklerin (19-23 yaş) yaşamışlığına bağlı olan algı yetersizliği;
  - denek sayısının azlığından kaynaklı öznel verilerin doğruluğu (kelime ayırt etme testlerinde katılım sağlayan deneklerin sayısı ANSI/ASA S3.2., 2009 standardına göre yeterli olsa da, öznel değerlendirme söz konusu olduğu için deneklerin sayısının artmasından her zaman fayda vardır. Testlerde ne kadar

çok katılım sağlanırsa o kadar çok testler sonucunda elde edilecek verilerin doğruluğu yüksektir.).

Kelime ayırt etme testleri sonucunda elde edilen verilere bakıldığında örnek Ç.T.C. modelindeki SNR oranı konuşmanın anlaşılabilirliğini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Özellikle Türkçe seslerin kısa olması Türkçe dilinin anlaşılabilirliğini, Arapça diline nazaran olumsuz yönde etkilemiştir. STI değerlerinin ana dil (Türkçe) için sağlanmış olmasına rağmen öznel değerlendirmenin sonucunda elde edilen verilere göre yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra yabancı dil (Arapça) için önerilen STI değerlerinin sağlanmadığı, öznel değerlendirmenin sonucunda da doğrulanmıştır.

Arapça dilinde kullanılan uzun seslerin, ilgili dilin konuşmanın anlaşılabilirliğini olumlu yönde etkilemesinden dolayı örnek Ç.T.C. modelinde yapılan öznel değerlendirmelerin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu tezde uygulanan tek heceli kelime ayırt etme testlerinin yanı sıra çift heceli kelime ayırt etme testi, tanısal uyak testi; değiştirilmiş kafiye testi ve cümle ayırt etme testi ilerideki çalışmalarda uygulanırsa, camideki konuşmanın anlaşılabilirliği açısından daha ayrıntılı öznel değerlendirmesi yapılmış olup, camilerdeki konuşmanın anlaşılabilirlik derecesinin yetersizliği öznel etkenler bağlamında sınınmış olacağı düşünülmektedir. Ayrıca denek grupların sayısı deneklerin farklı yaş aralıklarına göre artırılıp her gruba anlaşılabilirlik testleri uygulanırsa, bu tez çalışmasının çıktıları genç deneklerin yaşanmışlığa bağlı olan algı yetersizliğine bağlı olup olmadığı sınınanabilmektedir. Böylelikle konuşmanın anlaşılabilirliğinin düşük oranda olma nedenlerinin dinleyicilerin algılanmasına mı yoksa caminin nesnel özelliklerine mi bağlı olduğu ortaya koyulacağı; ilgili sorunun dinleyici algılanmasına bağlı olmadığı ortaya koyulursa, camiler için önerilen RT optimum değerlerinin, konuşmanın anlaşılabilirliği açısından sınınması gerektiği düşünülmektedir.

İleride, konuşmanın anlaşılabilirliği açısından cami akustiğini inceleyecek çalışmalarda, odyolog ve ses bilim uzmanlarının desteğiyle kelime ayırt etme testlerinden elde edilecek sonuçlar sesin frekanslarına dayalı olarak değerlendirirse, mekandaki konuşmanın anlaşılabilirliğini hangi ses frekansları olumsuz yönde etkilediği hakkında bilgi edinebilecektir. Bu bilgiler cami akustiği açısından verimli olup, cami akustik konfor koşullarının daha kolay sağlanmasına yol açacağı düşünülmektedir. Ayrıca, ileride yapılacak öznel değerlendirmelere dayalı çalışmalarda,

kelime ayırt etme testleri gibi öznel deneylerde en az 5 olmak üzere olabildiğince çok sayıda deneklere ulaşılması, çalışmanın verimliliğini artıracak göz önünde bulundurulmalıdır.



## KAYNAKÇA

- Abdou, A. A. (2003). Measurement of acoustical characteristics of mosques in Saudi Arabia. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1505-1517.
- Ahmad, Y., Din, N. C. ve Othman, R. (2013). Mihrab Design And its Basic Acoustical Characteristics of Traditional Vernacular Mosques in Malaysia “. *Journal of Building Performance*, 4, 44-51.
- Akdağ Yüğrük, N. (1996). Hacim akustiğinde temel kavram ve ilkeler, Yapılarda Akustik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *TAKDER*.
- Akın, A. (2016). Tarihi Süreç İçinde Cami Ve Fonksiyonları Üzerine Bir Deneme. *Hittit Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 15(29), 179-211.
- Alusi, H. A., Hinchcliffe, R., Ingham, B., Knight, J. J. ve North, C. (1974). Arabic Speech Audiometry. *International journal of Audiology*, 13 (3), 212-230
- ANSI/ASA S3.2. (2009). Method for measuring the intelligibility of speech over communication systems. *American National Standards Institute*.
- Aydın, T. (2010). Arapça ve Türkçe'de Sesler -Karşıtsal Çözümleme. *EKEV Akademi Dergisi*, 321-334.
- Audio Check. (tarihsiz) *Online Audiogram İşitme Testi*. [https://www.audiocheck.net/testtones\\_hearingtestaudiogram.php](https://www.audiocheck.net/testtones_hearingtestaudiogram.php) (Erişim tarihi: 1.4.2019).
- Baktır, M. (tarihsiz). Hutbe. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/hutbe>. (Erişim tarihi: 11.3.2019).
- Barron, M. (2010). Auditorium Acoustics and Architectural Design (Second b.). *London: Spon Press*.
- Baytin, T. (1961). Dairesel Formların Mimari Akustik Etüdü. *İ. T. Ü. Matbaası, İstanbul*.
- Beranek, L. (1996). Acoustics and musical qualities. *J. Acoust. Soc. Am.* 99 (5), 2647-2652.
- Beranek, L. (2004). Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics and Architecture (Second b.). *New York, USA.: Springer - Verlag, New York, Inc.*
- Beranek, L. L. (1957). Revised criteria for noise in buildings. *Noise Control*.
- Beranek, L. L. (1962). Music, Acoustics and Architecture. *Wiley, New York, .*
- Berg, F. (1993). Acoustics and sound systems in schools. *San Diego: Singular Publishing Group*.

- BS 8233. (1999). Sound insulation and noise reduction for buildings – Code of Practice. London, UK.: *British Standards Institution*.
- BS EN 60268-16. (2011). Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index. London, UK: *İngiltere Standard Enstitüsü*.
- BS EN ISO 9921. (2003). Ergonomics – Assessment of speech communication. *British Standards Institution*, London, UK.
- Carvalho, A., ve Freitas, C. (2011). Acoustical characterization of the central mosque of Lisbon. *Forum Acusticum*.
- Cirit, H. (tarihsiz). Vaaz. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/vaaz#1>. (Erişim tarihi: 1.10.2018).
- Collins, P., Gowans, A., Ackerman, J. S., ve Scruton, R. (2018). Encyclopædia Britannica. *Architecture*.
- Concise Oxford Sözlüğü. (2019). İngilizce sözlüğü. *Lexico Sözlüğü*. <https://www.lexico.com/en/definition/religion> (Erişim tarihi: 1.1.2019).
- Çetin, N. M. (tarihsiz). Arap/ Yazı. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/arap/yazi> (Erişim tarihi: 1.1.2019).
- ÇGDYY (2010). Çevresel Gütültünün Değerlendirilmesi ve Yonetimi Yonetmeliği (2002/49/EC). *TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete*.
- Çoruhlu, Y. (tarihsiz). Kürsü. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/kursu>
- Demircan, Ö. (1996). Türkçenin ses dizimi. *Der yayinevi*, İstanbul.
- Demirkale, S. (2007). Çevre ve Yapı Akustiği – Mimarlar ve Mühendisler İçin El Kitabı. *Birsan Yayın Evi*. İstanbul.
- Dhavamony M. (2010). Dinler Tanrı Anlayışı. (çev. F. Aydın) *Sakarya Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, XII (22), 189-210.
- DİB (tarihsiz). *Diyanet İşleri Bakanlığı İstatistik raporları*. <https://stratejigelistirme.diyanet.gov.tr/sayfa/57/istatistikler>. (Erişim tarihi: 1.2.2019).
- Doelle, L. L. (1964). Acoustic in architectural design. *McGill University*.
- Doelle, L. L. (1972). Environmental Acoustics. *McGraw- Hill Book Company*.
- Eldien, H. H., ve Al Qantan, H. (2012). The acoustical performance of mosques' main prayer hall geometry in the eastern province, Saudi arabia. *Proceedings of the Acoustics, Nantes, France*.



- Elkhatteb, A., Adas, A., Atilla, M., ve Balia, Y. (2016). The Acoustics Of Masjids, Looking For Future Design Criteria. *ICSV23 Athens*, Greece.
- Erdem, A. (1992). *Muradiye camii'nin akustik karakteristikleri üzerine bir araştırma*. Edirne: doktora tezi, Trakya Üniversitesi.
- Erzincan, T. (tarihsiz). Mihrap. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/mihrap>. (Erişim tarihi: 1.2.2019).
- Everest, F. A. (1994). The Master Handbook of Acoustics. *TAB books, McGraw-Hill*.
- Everest, F. A. (2001). The master handbook of acoustics. *McGraw Hil Companies Inc*.
- Everest, F. A., ve Phlman, K. (2001). Master handbook of acoustics, Fifth Edition, *McGraw Hill Companies, Inc, New York*.
- Ez-Züvey, Dr. ve Sâlim A. M. (2013). Ses Bilimin Kurucusu El-Halil B. AHMED. (Çev. N. Hanay,) *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 4, 195-227.
- Fischer, S. R. (2015). Dilin tarihi. (çev. M. Güvenç) *Kultur ayyinevi*.
- Gade, A. (2007). Acoustic in Halls for Speech and Music. *Springer handbook of acoustics*, 301-350.
- Gül, Z. S., ve Çalışkan, M. (2013). Impact of Design Decisions on Acoustical Comfort Parameters: Case Study of Doğramacızade Ali Paşa Mosque. *Applied Acoustics*, 834-844.
- Güler, E., ve Hengirmen, M. (2005). Bilimi ve diksiyon. *Engin yayın evi*.
- Hafizah, D., Putra, A., Noor, M. J., ve Py, M. S. (2015). Double layered micro perforated panel as acoustic absorber in mosque. *Proceedings of Mecanical Enigeering Research Day*, 103-104.
- Hamadah, H. A., ve Hamouda, H. M. (1998). Assessment of Speech Intelligibility in Large Auditoria. *Applied Acoustics*, 54, 273-289.
- Hammad, R. N. (1990). Rasti Measurements in Mosques in Amman, Jordan. *Applied Acoustics*, 30, 335-345.
- Houtgast, T., ve Steeneken, H. (1984). A multi-language evaluation of the RASTI-method for estimating speech intelligibility in auditoria. *Acoustica*, 54, 185–199.
- Huber, E. (2008). Dilbilime giris. *Istanbul: Multilingual*.
- İlban, B. (2016). Bilgisayar Simülasyonu Yöntemi ile Camilerin akustik açıdan incelenmesi ve düzenlenmesi: Trabzon ve Riye örneği. *KATÜ yüksek lisans tezi*, Trabzon.

- İnşaat Teknolojisi Teknik notu. (tarihsiz). Taşın mimaride kullanımı. *İnşaat Teknolojisi T.C. Milli Eğitim Bakanlığı*, [http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/programlar/insaat/tas\\_restorator-moduller-MODUL%202\\_TASIN%20MIMARIDE%20KULLANIMI.pdf](http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/programlar/insaat/tas_restorator-moduller-MODUL%202_TASIN%20MIMARIDE%20KULLANIMI.pdf). (Erişim tarihi: 1.5.2019).
- J. Hick (1992). Din felsefesi nedir. (çev. İ. Çetin.) *Uludağ Üni, İlahiyat fak*, 4(4).
- Jacobsen, F., Poulsen, T., ve Rindel, J. H. (2011). Fundamentals of Acoustics and Noise Control. *Danimarka: Elektik Mühendisliği Fakültesi, Danimarka Teknik Üniversitesi*,.
- Janson, T. (2016). Dillerin Tarihi. (çev. M. Doğan) *Boğaziç Üniversitesi yayınevi*.
- Jianxin, P. (2010). Chinese speech intelligibility at different speech sound pressure levels and signal-to-noise ratios in simulated classrooms. *Applied Acoustics*, 71, 386-390.
- Kandemir, M. Y. (tarihsiz). Hadis. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/hadis>. (Erişim tarihi: 1.2.2019).
- Kang, J. (1998). Comparison of speech intelligibility between English and Chinese. *J. Acoust. Soc. Am.*, 103 (2), 1213-1216.
- Karabiber, Z. (2000). New Approach to an Ancient Subject : CAHRISMA Project. *Proceedings of the 7th ICSV Conference*.
- Karabiber, Z., ve Erdoğan, S. (2002). Comparison of the acoustical properties of an ancient and recent mosque. *Forum Acusticum*.
- Karaman, O. Y., ve Guzel, N. O. (2017). Acoustical Properties of Contemporary Mosque, Case Study of "Bedriye Tiryaki Mencik Mosque" Manisa. *YBL J. of Built Environment*. 5(1).
- Kassim, D. H., Putra, A., M, N. M., ve Muhammad, N. (2014). Effect Of Pyramidal Dome Geometry On The Acoustical Characteristics In A Mosque. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 7, 1127-1133.
- Kavraz, M. (2014). The acoustic characteristics of the Çarşı Mosque in Trabzon, Turkey. *Indoor and Built Environment*, 25, 128–136.
- Kayılı, M. (1988). Mimar Sinan'ın Camilerindeki Akustik Verilerin Değerlendirilmesi, Mimarbaşı Koca Sinan: Yaşadığı Çağ ve Eserleri. *T.C. Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü*, İstanbul, 545-555.
- Kayılı, M. (2005). Acoustic Solutions in Classic Ottoman Architecture. *Foundation for Science technology and Civilization*, 1-15.

- Khabiri, O., Ahmad, M. H., ve Kandar, M. Z. (2013). Research Method for Computer Modelling Study in Mosque. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*.
- Kılınçarslan, A. S. (1986). Türk Dili için Geliştirilmiş Fonetik Denglei Tek Heceli Kelime Listelerinin Standardizasyonu. *yüksek lisans tezi*, Hacettepe üniversitesi, Ankara.
- Kitapçı, K. (2016). Speech Intelligibility in Multilingual Spaces. *doktora tezi*. Heriot-Watt Üniversitesi,
- Kitapçı, K., ve Galbrun, L. (2014). Comparison of speech intelligibility between English, Polish, Arabic and Mandarin. *Proceeding of Forum Acusticum, Krakow*, Poland.
- Kleiner, M., Dalenbach, B. I., ve Svensson, P. (1993). Auralization—An overview. *Audio Eng. Soc.* 41, 861-874.
- Kurt, A. (2008). Sosyolojik Din Tanımları ve Dine Teolojik Bakış Sorunu. *Uludağ Üni. İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 73-93.
- Kuttruff, H. (2009). Room Acoustics (fifth b.). *Spoon Press*.
- Lapidus, I. M. (1997). İslam toplumları tarihi., *Cambridge University Press*, 1.
- Lawrence, A. (1970). Achitectural Acoustics. *Elsevier Publishing Company Limited*.
- Long, M. (2006). Architectural Acoustics (first b.). *Elsevier Academic Press*.
- Maekawa, Z., ve Lord, P. (1994). Environmental and Architectural Acoustics. *E&FN Spon., London*.
- Matthay, T. (1913). Musical Interpretation, its Laws and Principles, and their Application in Teaching and Performing. *The Boston Music Company*, Boston, MA, 10.
- Mehta, M., Johnson J. ve Rocafort, J. (1999). Architectural Acoustics Principles and Design. *USA: Prentice Hall, Inc*. New Jersey,
- ODEON application note. (tarihsiz). Calculation of Speech Transmission Index in rooms, *ODEON* [http://www.odeon.dk/pdf/Application\\_note\\_ISO-3382-3\\_Offices.pdf](http://www.odeon.dk/pdf/Application_note_ISO-3382-3_Offices.pdf). (Erişim tarihi: 1.3.2019).
- Odeon Room Acoustics Software. (2014). Odeon Application Note – Calculation of Speech Transmission Index in. *JHR*
- ODEON, (2015). Odeon Application Note – Auralisation and how to calibrate the sound level for presentations. *JHR*.

- Orfali, W. A. (2007). Sound parameters in mosque. *Proceedings of Meeting on Acoustics, 1*.
- Othman, A. R., ve Mohamed, R. M. (2012). Influence of Proportion towards Speech Intelligibility in Mosque's Praying Hall. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 35*, 321-329.
- Özcevik, 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. *İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*.
- Pılandı, H. (2011). Türkçe ses bilgisi. *Anadolu Üniversitesi basımevi*.
- Potapova, R., ve Grigorieva, M. (2017). Crosslinguistic Intelligibility of Russian and German Speech in Noisy Environment. *Journal of Electrical and Computer Engineering*.
- Prodi, N., ve Marsilio, M. (2003). On the Effect of Domed Ceiling in Worship Spaces: A Scale Model Study of a Mosque. *Building Acoustics, 10* (2), 117-134.
- Semavi, E. (tarihsiz). Cami/ Mimari Tarih. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/cami#2-mimari-tarihi>. (Erişim tarihi: 5.1.2019).
- Sinanoğlu, M. (tarihsiz). İslam. *TDV İslam ansiklopedisi*, <https://cdn.islamansiklopedisi.org.tr/dosya/23/C23015852.pdf>. (Erişim tarihi: 30.1.2019).
- Sü, Z., ve Yılmaz, S. (2007). The Acoustical Characteristics of the Kocatepe Mosque in Ankara, Turkey. *Architectural Science Review, 51*, 21-30.
- Şentürk, L., ve Yazıcı, S. (2014). İslam İlmihali. *DİB, Diyanet İşler Bakanlığı*.
- Tahman, M. B. (tarihsiz). Mahfil. *İslam Ansiklopedisi*, <https://islamansiklopedisi.org.tr/mahfil>. (Erişim tarihi: 11.3.2019).
- Tavares, M. A., Rajagopalan, S., ve Sharma, S. J. (2009). The Effect of Source Location, Posture and Language on Speech Intelligibility in Goan Churches. *Building Acoustics, 16/ 3*, 283-297.
- Uysal, E. (2015). Camide mimari akustik tasarım kriterleri ve bir örnek çalışma: Hasan Tanık Camii. *yüksek lisans tezi*. Gazi Üni.
- Üretmen, N. (1991). Selimiye Camisi'nin Amustik İncelemesi. *doktora tezi*, Trakya Üniversitesi, Edirne

- Vorlander, M. (2008). *Auralization: Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms, and Acoustic Virtual Reality*. Springer, Berlin,.
- Yang, D., ve Mak, C. M. (2018). An investigation of speech intelligibility for second language students in classrooms. *Applied Acoustics*, 134 , 54–59.
- Yiğit, İ. H. (2017). Klasik dönem Osmanlı cami mimarisinin akustik yönden incelenmesine bir örnek. *yükseklisans tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Yıldırım, E. (2003). Yeni Camii'nin akustik açıdan performans değerlendirilmesi. *yüksek lisans tezi*. İTÜ
- Yüksel, Z. (2003). *CAHRİSMA, Project final report*.
- Yüksel, Z., ve Erdoğan, S. (2005). Virtual Conservation of Acoustical Heritage: CAHRİSMA and ERATO projects. *Forum Acusticum*.
- Zhu, P., Mo, F., ve Kang, J. (2014). Relationship between Chinese speech intelligibility and speech transmission index under reproduced general room conditions. *Acta Acustica united with Acustica*, 100, 880-887.
- https- 1. [https://www.turkcebilgi.org/edebiyat/dil-bilgisi/dillerin-siniflandirilmesi-232820\\_2.html](https://www.turkcebilgi.org/edebiyat/dil-bilgisi/dillerin-siniflandirilmesi-232820_2.html) (Erişim tarihi: 10.7.2019).
- https- 2. <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/cronbachs-alpha-spss/>. (Erişim tarihi: 1.8.2019)
- https- 3. <https://docplayer.net/42726187-Acoustics-worksheet-answer-key.html>. (Erişim tarihi: 1.5.2019)

## EKLER

- EK- 1** 2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin fiziksel özellikleri  
(kaplama malzemeleri; harim ve tavan şekilleri; mihrap, kürsü ve minberin yerden yüksekliği; harimde bulunan kolon sayısı; pencere/ duvar oranı; ışık türü)
- EK- 2** 2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin şematik ifadeleri
- EK- 3** Araştırma gönüllü katılım form örneği
- EK- 4** Vokal ile denek ilişkin kişisel bilgi form örneği
- EK- 5** İşitilen kelimelerin yazdırılmasında kullanılan boş form örneği -Kelime ayırt etme testi örnek formu-
- EK- 6** Türkçe ve Arapça tek heceli kelime listelerinin oralizasyon kayıtlarının dinletilmesi sonucunda, vaaz ve hutbe ritüelleri için elde edilen doğru işitilen kelime bazındaki anlaşılabilirlik oranı
- EK- 7** Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Karar Belgesi
- EK- 8** Cronbach's Alpha istatistik yöntemi kullanılarak kelime başarı oranına dayalı olarak yapılan güvenilirlik analizi sonuçları



EK- 1.b. Harimin tavanında bulunan kaplama malzemeleri; kapılarının ve pencerelerinin çeşitleri	HARİMDEKİ KAPLAMA MALZEMELERİ								
	Tavan			Pencere			Kapı		
	Sıvalı kubbe	Ahşap düz çatı	Sıvalı kırma çatı	PVC doğramalı çift camlı pencere	Ahşap doğramalı çift camlı pencere	Alüminyum doğramalı çift camlı pencere	Ağır masif ahşap kapı	Alüminyum doğramalı çift camlı kapı	Ahşap doğramalı çift camlı kapı
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi									
Eyüp Sultan Camii	✓				✓		✓		
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii	✓			✓					✓
Medine Camii	✓				✓		✓		
Hacı Selim Üçler Camii	✓			✓			✓		
Sultan Ahmet Camii	✓			✓			✓		
Yayla Camii	✓			✓			✓		
Kutlu Doğum Camii	✓			✓			✓		
Uluönder Mh. Fatih Camii	✓			✓			✓		
Anadolu Üniversitesi Camii		✓		✓			✓		
Mahmutoğlu Camii	✓			✓			✓		
Kalabak Camii	✓				✓		✓		
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii	✓					✓		✓	
71 Evler Mrk. Camii			✓	✓			✓		
Emek Zümrüt Camii	✓			✓			✓		
Emek Merve Camii	✓			✓			✓		
Hz. Enes Camii	✓			✓			✓		
Kaşgarlı Mahmut Camii			✓	✓		✓	✓		
Kocatepe Camii	✓			✓			✓		
Yıldıztepe Cami			✓	✓			✓		
Anadolu Nasreddin Hoca Camii	✓			✓			✓		
Mihriye Hatun Camii			✓	✓			✓		
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii	✓				✓		✓		
Hazreti İbrahim Camii	✓				✓		✓		
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii	✓				✓		✓		
Kobi OSB Camii	✓					✓		✓	
Şeyh Edebali Camii	✓			✓					✓
Emir Sultan Camii	✓			✓			✓		
75. yıl mh Yunus Emre Cami	✓			✓			✓		
Uygulanma Oranı (%)	82	4	14	68	21	11	86	7	7
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri	✓			✓			✓		



EK- 1.c. Harimdeki mihrabın, minberin ve kürsünün kaplama malzemeleri	HARİMDEKİ KAPLAMA MALZEMELERİ								
	Mihrap			Minber			Kürsü		
	Seramik	Mermer	Ahşap	Seramik	Mermer	Ahşap	Seramik	Mermer	Ahşap
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi									
Eyüp Sultan Camii	✓			✓			✓		
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii	✓			✓			✓		
Medine Camii			✓			✓			✓
Hacı Selim Üçler Camii			✓			✓			✓
Sultan Ahmet Camii	✓			✓			✓		
Yayla Camii	✓					✓			✓
Kutlu Doğum Camii	✓			✓			✓		
Uluönder Mh. Fatih Camii		✓				✓			✓
Anadolu Üniversitesi Camii		✓				✓			✓
Mahmutoğlu Camii			✓			✓			✓
Kalabak Camii	✓			✓			✓		
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii		✓			✓			✓	
71 Evler Mrk. Camii	✓			✓			✓		
Emek Zümrüt Camii	✓			✓			✓		
Emek Merve Camii	✓			✓			✓		
Hız. Enes Camii	✓			✓			✓		
Kaşgarlı Mahmut Camii	✓			✓			✓		
Kocatepe Camii	✓			✓			✓		
Yıldıztepe Camii			✓			✓			✓
Anadolu Nasreddin Hoca Camii	✓			✓					✓
Mihriye Hatun Camii			✓			✓			✓
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii		✓			✓			✓	
Hazreti İbrahim Camii	✓			✓			✓		
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii		✓			✓			✓	
Kobi OSB Camii		✓			✓			✓	
Şeyh Edebali Camii	✓			✓			✓		
Emir Sultan Camii	✓			✓			✓		
75. yıl mh Yunus Emre Camii	✓			✓			✓		
Uygulanma Oranı (%)	61	21	18	57	14	29	54	14	32
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri	✓			✓			✓		

EK- 1.ç. Kadın mahfilinin döşemelerinde ve duvarlarında bulunan; ve asma kat biçimindeki kadın mahfilinin altındaki kolonlarda ve tavanlarda bulunan kaplama malzemeleri	KADIN MAHFİLİNDEKİ KAPLAMA MALZEMELERİ								
	Döş.	Duvar					Asma katın altı		
		Hali	Sıva	Sıva+ 1 m ahşap	Sıva+ 1 m seramik	Seramik	Seramik + 1 m ahşap	Tavan	
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi							Ahşap	Sıva	Duvar ile aynı kaplaması
Eyüp Sultan Camii	✓		✓					✓	✓
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii	✓		✓					✓	✓
Medine Camii	✓					✓		✓	✓
Hacı Selim Üçler Camii	✓		✓					✓	
Sultan Ahmet Camii	✓					✓		✓	✓
Yayla Camii	✓					✓		✓	✓
Kutlu Doğum Camii	✓	✓						✓	✓
Uluönder Mh. Fatih Camii	✓		✓					✓	✓
Anadolu Üniversitesi Camii	✓	✓					✓		✓
Mahmutoğlu Camii	✓	✓						✓	✓
Kalabak Camii	✓			✓				✓	✓
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii	✓	✓							
71 Evler Mrk. Camii	✓			✓				✓	✓
Emek Zümrüt Camii	✓	✓						✓	✓
Emek Merve Camii	✓	✓						✓	✓
Hz. Enes Camii	✓	✓						✓	✓
Kaşgarlı Mahmut Camii	✓	✓						✓	✓
Kocatepe Camii	✓	✓						✓	✓
Yıldıztepe Cami	✓	✓						✓	✓
Anadolu Nasreddin Hoca Camii	✓	✓						✓	✓
Mihriye Hatun Camii	✓		✓					✓	✓
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii	✓	✓						✓	✓
Hazreti İbrahim Camii	✓				✓			✓	✓
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii	✓	✓						✓	✓
Kobi OSB Camii	✓	✓						✓	✓
Şeyh Edebali Camii	✓		✓					✓	✓
Emir Sultan Camii	✓	✓						✓	✓
75. yıl mh Yunus Emre Cami	✓		✓					✓	✓
Uygulanma Oranı (%)	100	54	25	7	4	11	4	93	89
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri	✓	✓						✓	✓

EK- 1.ç. Kadın mahfilinin döşemelerinde ve duvarlarında bulunan; ve asma kat biçimindeki kadın mahfilinin altındaki kolonlarda ve tavanlarda bulunan kaplama malzemeleri	KADIN MAHFİLİNDEKİ KAPLAMA MALZEMELERİ								
	Döş.	Duvar					Asma katın altı		
		Halı	Sıva	Sıva+ 1 m ahşap	Sıva+ 1 m seramik	Seramik	Seramik + 1 m ahşap	Tavan	
Ahşap	Sıva								
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi									
Eyüp Sultan Camii	✓		✓					✓	✓
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii	✓		✓					✓	✓
Medine Camii	✓					✓		✓	✓
Hacı Selim Üçler Camii	✓		✓					✓	
Sultan Ahmet Camii	✓					✓		✓	✓
Yayla Camii	✓					✓		✓	✓
Kutlu Doğum Camii	✓	✓						✓	✓
Uluönder Mh. Fatih Camii	✓		✓					✓	✓
Anadolu Üniversitesi Camii	✓	✓					✓		✓
Mahmutoğlu Camii	✓	✓						✓	✓
Kalabak Camii	✓			✓				✓	✓
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii	✓	✓					/	/	/
71 Evler Mrk. Camii	✓			✓				✓	✓
Emek Zümrüt Camii	✓	✓						✓	✓
Emek Merve Camii	✓	✓						✓	✓
Hz. Enes Camii	✓	✓						✓	✓
Kaşgarlı Mahmut Camii	✓	✓						✓	✓
Kocatepe Camii	✓	✓						✓	✓
Yıldıztepe Camii	✓	✓						✓	✓
Anadolu Nasreddin Hoca Camii	✓	✓						✓	✓
Mihriye Hatun Camii	✓		✓					✓	✓
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii	✓	✓						✓	✓
Hazreti İbrahim Camii	✓				✓			✓	✓
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii	✓	✓						✓	✓
Kobi OSB Camii	✓	✓						✓	✓
Şeyh Edebali Camii	✓		✓					✓	✓
Emir Sultan Camii	✓	✓						✓	✓
75. yıl mh Yunus Emre Camii	✓		✓					✓	✓
Uygulanma Oranı (%)	100	54	25	7	3	11	4	96	100
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri	✓	✓						✓	✓



EK- 1.e. Müezzin mahfilindeki döşemelerin; mahfil üst örtülerin ve korkulukların kaplama malzemeleri	MÜEZZİN MAHFİLİNDEKİ KAPLAMA MALZEMELERİ													
	Döşeme					Mahfil üst örtüsü			Korkuluk					
	Harim ile aynı seviyede	Yükseltilmiş platform				Üst örtüsü yok	Üst örtüsü saçaklı		Çubuklu ahşap h:0.6m	Desenli ahşap h:0.6m	Çubuklu demir h:0.6m	Cam h:0.6m	Seramik kaplı duvar h:1.0m	Mermer kaplı duvar h:1.0m
		Halı	Halı	Ahşap	Seramik		Mermer	Ahşap+ halı						
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi	Halı	Halı	Ahşap	Seramik	Mermer	Üst örtüsü yok	Ahşap+ halı	Mermer+ halı	Çubuklu ahşap h:0.6m	Desenli ahşap h:0.6m	Çubuklu demir h:0.6m	Cam h:0.6m	Seramik kaplı duvar h:1.0m	Mermer kaplı duvar h:1.0m
Eyüp Sultan Camii		✓	✓			✓			✓					
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii		✓	✓			✓					✓			
Medine Camii		✓	✓			✓				✓				
Hacı Selim Üçler Camii		✓	✓			✓				✓				
Sultan Ahmet Camii		✓	✓			✓			✓					
Yayla Camii		✓	✓			✓			✓					
Kutlu Doğum Camii		✓		✓		✓						✓		
Uluönder Mh. Fatih Camii		✓	✓				✓		✓					
Anadolu Üniversitesi Camii		✓	✓			✓			✓					
Mahmutoğlu Camii	✓						✓		✓					
Kalabak Camii		✓		✓		✓							✓	
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii		✓			✓	✓								✓
71 Evler Mrk. Camii		✓		✓		✓					✓			
Emek Zümrüt Camii		✓	✓			✓					✓			
Emek Merve Camii		✓				✓							✓	
Hz. Enes Camii	✓						✓		✓					
Kaşgarlı Mahmut Camii		✓	✓			✓					✓			
Kocatepe Camii		✓		✓		✓				✓				
Yıldıztepe Cami		✓	✓			✓			✓					
Anadolu Nasreddin Hoca Camii	✓						✓		✓					
Mihriye Hatun Camii	✓					✓			✓					
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii		✓			✓			✓						✓
Hazreti İbrahim Camii		✓	✓				✓			✓				
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii		✓			✓	✓								✓
Kobi OSB Camii		✓			✓	✓					✓			
Şeyh Edebali Camii	✓						✓			✓				
Emir Sultan Camii		✓	✓			✓				✓				
75. yıl mh Yunus Emre Cami		✓				✓								
Uygulanma Oranı (%)	18	82	46	14	14	75	21	4	36	21	18	4	7	11
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri		✓	✓			✓			✓					

EK- 1.f. Kadın ve Müezzin mahfillerin konumu, şekli ve yüksekliği ile ilgili ilave bilgi	İLAVE BİLGİ													
	Kadın mahfili						Müezzin mahfili							
	Konum			Şekil			Konum			Yükseklik				
	Balkon		Zemin	Balkon		Zemin	Arka sağ köşe	Arka sol köşe	Balkonun sağ iç köşe altında	Platformun yerden yüksekliği (m)				
Arka	Arka ve yan	Arka	"U"	"I"	Kare	0m				0.1	0.4	0.6	1.0	
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi														
Eyüp Sultan Camii		✓		✓				✓					✓	
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii		✓		✓			✓							✓
Medine Camii		✓		✓				✓					✓	
Hacı Selim Üçler Camii		✓		✓			✓					✓		
Sultan Ahmet Camii	✓			✓			✓							✓
Yayla Camii		✓		✓				✓				✓		
Kutlu Doğum Camii		✓		✓			✓					✓		
Uluönder Mh. Fatih Camii		✓		✓				✓				✓		
Anadolu Üniversitesi Camii	✓			✓				✓				✓		
Mahmutoğlu Camii	✓			✓				✓		✓				
Kalabak Camii		✓		✓				✓				✓		
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii			✓			✓	✓					✓		
71 Evler Mrk. Camii		✓		✓			✓					✓		
Emek Zümrüt Camii		✓		✓				✓			✓			
Emek Merve Camii		✓		✓			✓					✓		
Hz. Enes Camii	✓			✓				✓		✓				
Kaşgarlı Mahmut Camii	✓			✓			✓				✓			
Kocatepe Camii		✓		✓			✓					✓		
Yıldıztepe Cami		✓		✓			✓					✓		
Anadolu Nasreddin Hoca Camii		✓		✓				✓		✓				
Mihriye Hatun Camii	✓			✓			✓			✓				
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii		✓		✓				✓				✓		
Hazreti İbrahim Camii		✓		✓			✓				✓			
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii		✓		✓				✓			✓			
Kobi OSB Camii	✓			✓			✓				✓			
Şeyh Edebali Camii	✓			✓			✓			✓				
Emir Sultan Camii		✓		✓				✓				✓		
75. yıl mh Yunus Emre Cami		✓		✓			✓					✓		
Uygulanma Oranı (%)	28	68	4	68	28	4	54	4	42	18	18	50	7	7
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri		✓		✓			✓					✓		

EK- 1.g. Minber, Kirsü ve Mihrabın konumu ve yüksekliği ile ilgili ilave bilgi	İLAVE BİLGİ											
	Minber			Kirsü							Mihrap	
	Konum		Yükseklik (m)	Konum		Yükseklik (m)					Yükseklik (m)	
	Ön duvardaki sağ köşe	Ön duvarda, asma katın iç sağ köşesi		Ön duvardaki sol köşe	Ön duvar, asma katın iç sol köşesi	0.2	0.4	0.6	0.8	1.5	0	0.1
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi			1.55									
Eyüp Sultan Camii		✓	✓		✓				✓			✓
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii	✓		✓	✓					✓		✓	
Medine Camii		✓	✓		✓	✓						✓
Hacı Selim Üçler Camii		✓	✓		✓	✓						✓
Sultan Ahmet Camii	✓		✓	✓					✓			✓
Yayla Camii		✓	✓		✓			✓				✓
Kutlu Doğum Camii		✓	✓		✓			✓				✓
Uluönder Mh. Fatih Camii		✓	✓		✓				✓			✓
Anadolu Üniversitesi Camii	✓		✓	✓		✓						✓
Mahmutoğlu Camii		✓	✓		✓	✓						✓
Kalabak Camii		✓	✓		✓				✓			✓
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii	✓		✓	✓		✓						✓
71 Evler Mrk. Camii		✓	✓		✓				✓			✓
Emek Zümrüt Camii		✓	✓		✓			✓			✓	
Emek Merve Camii		✓	✓		✓			✓				✓
Hız. Enes Camii	✓		✓	✓				✓				✓
Kaşgarlı Mahmut Camii	✓		✓	✓			✓					✓
Kocatepe Camii	✓		✓	✓				✓				✓
Yıldıztepe Camii		✓	✓		✓		✓				✓	
Anadolu Nasreddin Hoca Camii		✓	✓		✓			✓				✓
Mihriye Hatun Camii	✓		✓	✓			✓					✓
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii		✓	✓		✓				✓			✓
Hazreti İbrahim Camii		✓	✓		✓			✓				✓
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii		✓	✓		✓			✓				✓
Kobi OSB Camii	✓		✓	✓				✓				✓
Şeyh Edebali Camii	✓		✓	✓					✓			✓
Emir Sultan Camii		✓	✓		✓			✓			✓	
75. yıl mh Yunus Emre Camii		✓	✓		✓					✓		✓
Uygulanma Oranı (%)	36	64	100	36	64	18	11	39	28	4	14	86
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri		✓	✓		✓			✓				✓


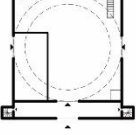
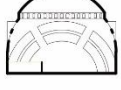
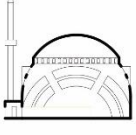

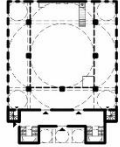
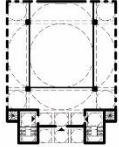
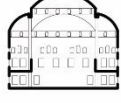
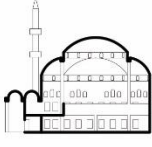

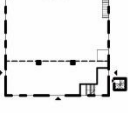
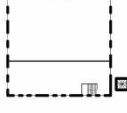



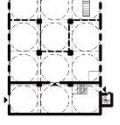
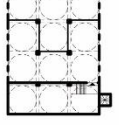
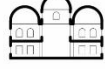
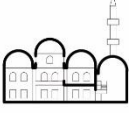

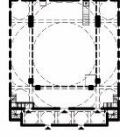
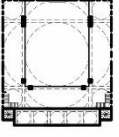
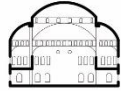
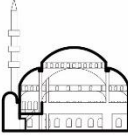

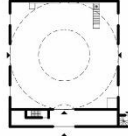

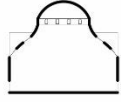
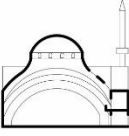
EK- 1.ğ. Camilerde bulunan ışık çeşidi, pencere/ duvar oranı ve Harimin plan tipi ile ilgili ilave bilgi	İLAVE BİLGİ															
	Işık çeşidi				Duvarda bulunan pencere oranı (%)						Harimin plan tipi				Bodrum katında mescit	
	Büyük boy avize	Orta boy avize	Küçük boy avize	Tavan ışığı	5	10	20	30	45	70	kare	Dikdörtgen		"T" şekli		çokgen
												Dar kenar	Geniş kenar			
2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin listesi																
Eyüp Sultan Camii	✓				✓							✓			✓	
Batıkent Mh. Yunus Emre Camii		✓			✓								✓		✓	
Medine Camii		✓			✓								✓		✓	
Hacı Selim Üçler Camii	✓				✓						✓				✓	
Sultan Ahmet Camii		✓			✓						✓				✓	
Yayla Camii			✓				✓							✓	✓	
Kutlu Doğum Camii	✓					✓							✓		✓	
Uluönder Mh. Fatih Camii	✓				✓					✓					✓	
Anadolu Üniversitesi Camii	✓						✓			✓					✓	
Mahmutoğlu Camii		✓			✓								✓		✓	
Kalabak Camii		✓			✓								✓		✓	
Osmangazi İlahiyat Uygulama Camii			✓					✓		✓					✓	
71 Evler Mrk. Camii		✓					✓					✓			✓	
Emek Zümrüt Camii		✓			✓							✓			✓	
Emek Merve Camii		✓			✓							✓			✓	
Hz. Enes Camii		✓			✓						✓				✓	
Kaşgarlı Mahmut Camii		✓							✓					✓	✓	
Kocatepe Camii			✓		✓					✓					✓	
Yıldıztepe Cami		✓			✓						✓				✓	
Anadolu Nasreddin Hoca Camii		✓			✓							✓			✓	
Mihriye Hatun Camii				✓		✓						✓			✓	
Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii	✓				✓					✓					✓	
Hazreti İbrahim Camii		✓			✓									✓	✓	
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii		✓			✓								✓		✓	
Kobi OSB Camii				✓				✓		✓					✓	
Şeyh Edebalı Camii		✓			✓						✓				✓	
Emir Sultan Camii		✓			✓							✓			✓	
75. yıl mh Yunus Emre Cami		✓				✓								✓	✓	
Uygulanma Oranı (%)	18	64	7	11	25	43	11	11	6	4	21	19	25	21	14	100
Çağdaş Türk Cami'nin ortalama fiziksel özellikleri		✓			✓								✓			✓



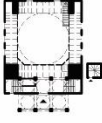
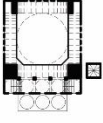

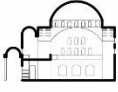



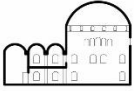
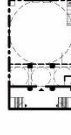


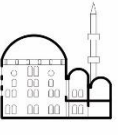



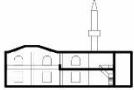






**EK- 2** 2000 yılından bu yana Eskişehir ilinde yapılan camilerin şematik ifadeleri


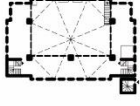
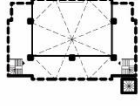

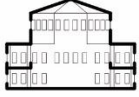

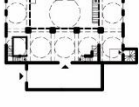
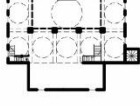
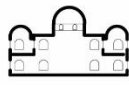
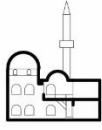

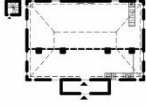
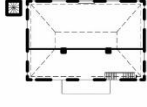
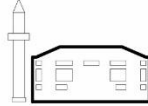
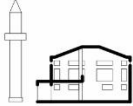

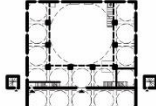
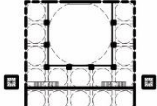



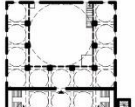
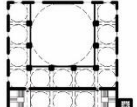

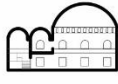

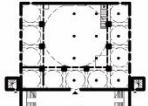
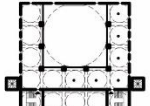

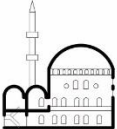

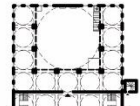
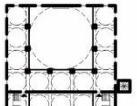

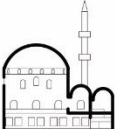
**EK- 2.a.** Kare planlı harim olan camiler

	Zemin kat planı	Asma kat planı	Kesit A-A	Kesit B-B
<p>Osmangazi İlahiyat Camii</p> 				
<p>Uluönder Mh. Fatih Camii</p> 				
<p>Anadolu Üniversitesi Camii</p> 				
<p>Kocatepe Camii</p> 				
<p>Mahmut Sami Ramazanoğlu Camii</p> 				
<p>Kobi OSB Camii</p> 				


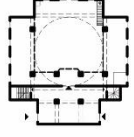
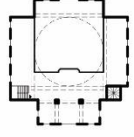
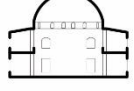
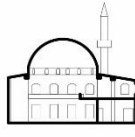

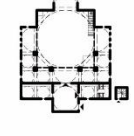
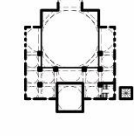

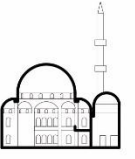

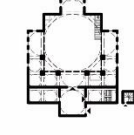
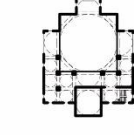
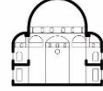
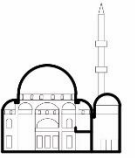

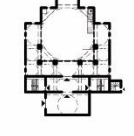
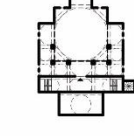

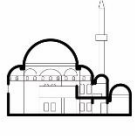

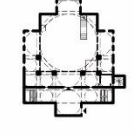
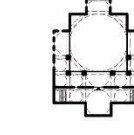
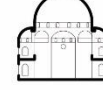
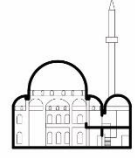

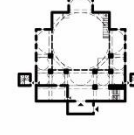
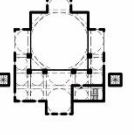
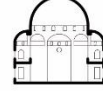
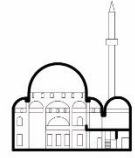
**EK- 2.b. Dar kenar dikdörtgen planlı harim olan camiler**

	Zemin kat planı	Asma kat planı	Kesit A-A	Kesit B-B
Hacı Selim Üçler Camii				
Sultan Ahmed Camii				
Hız. Enes Camii				
Yıldıztepe Camii				
Şeyh Ebedali Camii				


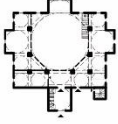
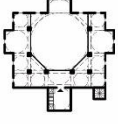

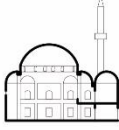




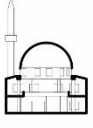




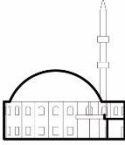

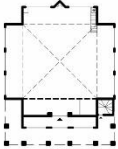
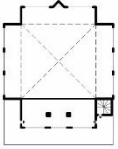

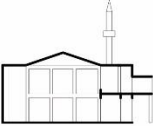
**EK- 2.c. Geniş kenar dikdörtgen planlı harim olan camiler**

	Zemin kat planı	Asma kat planı	Kesit A-A	Kesit B-B
71 Evler Merkez Camii 				
Emek Merve Camii 				
Mihriye Hatun Camii 				
Emir Sultan Camii 				
Emek Zümrüt Camii 				
Eyüp Sultan Camii 				
Anadolu Nasrettin Hoca Camii 				

**EK- 2.ç. “T” planlı harim olan camiler**

	Zemin kat planı	Asma kat planı	Kesit A-A	Kesit B-B
Batıkent Yunusemre Camii 				
Medine Camii 				
Kutlu Doğum Camii 				
Mahmutoğlu Camii 				
Kalabak Camii 				
Teksan Sanayi Bölgesi Kebir Camii 				

**EK- 2.d. Çokgen planlı harim olan camiler**

	Zemin kat planı	Asma kat planı	Kesit A-A	Kesit B-B
<p>Hız. İbrahim Camii</p> 				
<p>Yayla Camii</p> 				
<p>75 Yıl Mh. Yunus Emre Camii</p> 				
<p>Kaşgarlı Mahmut Camii</p> 				

## ARAŞTIRMA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu çalışma, “Camilerde konuşma anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça dilleri üzerinden incelenmesi” başlıklı bir tez çalışması olup, ODEON simulasyon programı aracılığıyla önerilen akustik parametrelere uygun tasarlanmış bir cami modelinde Türkçe ve Arapça konuşma anlaşılabilirliğinin kelime ayırt etme testi ile öznel değerlendirmesini elde etme amacını taşımaktadır. Çalışma, Doç. Dr. Aslı Özçevik Bilen tarafından yürütülmektedir ve sonuçları ile tasarlanmış olan cami modelinin akustik açıdan öznel değerlendirmesi, uygulanacak test yöntemi ile Osmangazi Üniversitesi İlahiyat Fakültesi öğrencilerden oluşan katılımcı grubu tarafından ortaya konacaktır. Buna bağlı olarak, araştırma sonuçları camideki akustik koşulun Türkçe ve Arapça dilleri için konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini ortaya koyacak ve camideki akustik konforun gerekliliği ve önemine farkındalık yaratacaktır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, anket çalışması yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İsteminiz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler elektronik ortamda korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü’nden Doç.Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN veya Mimar Elma ALIC’a yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı: Aslı ÖZÇEVİK BİLEN

Adres: ESTÜ İki Eylül Kampüsü, Mimarlık Bölümü, 26555 Tepebaşı, Eskişehir

İş Tel : 0222 – 335 05 80 (6663)

Cep Tel: 0533 – 654 48 38 (Aslı Özçevik Bilen) – 0507 – 421 09 45 (Elma ALIC)

**Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.**

*(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)*


Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:



**EK- 4 Vokal ile denek ilişkin kişisel bilgi form örneği**

	<p>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü <b>Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi</b></p> <p><i>EK- 4.a. Vokal ile ilişkin kişisel bilgi form örneği</i></p> <p><i>Değerli Katılımcı,</i> Bu anket, tek heceli kelime ayırt etme testinin uygulanması için eşit koşulları sağlayan bireyleri seçilerek denek grubu oluşturulmasına yöneliktir. Anketin kullanılacağı çalışma “Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi” başlıklı bir tez çalışması olup camilerdeki akustik koşulların Türkçe ve Arapça dillerinin konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini belirleme amacını taşımaktadır. Sorulara verdiğiniz içten cevaplar araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Testte yer alan isimler ve kişisel bilgiler gizli saklanacaktır. Testimize zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.</p>
<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Öğrenci tarafından doldurulacaktır	
İsim: _____ Soyisim: _____ Uyruk: _____ Ana Diliniz: _____	Doğum Tarihi: (gün/ay/yıl) ___/___/_____ Kaçınıcı Sınıfta Eğitim Görüyorsunuz ? _____ Cinsiyeti: <input type="checkbox"/> Kadın <input type="checkbox"/> Erkek
Öğretmen Uzman tarafından doldurulacaktır	
İsim: _____ Soyisim: _____ Öğrencinin Arapça düzeyi: <input type="checkbox"/> A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> B1 <input type="checkbox"/> B2 <input type="checkbox"/> C1 <input type="checkbox"/> C2	
Düzenleyici tarafından doldurulacaktır	
Online AudioChack testi sonucuna göre öğrencinin işitme rahatsızlığı var mı? <input type="checkbox"/> var <input type="checkbox"/> yok	
<b>Dil Yeterlilik Duruma İlişkin Soruları Doğrulayınız (Öğrenci tarafından cevaplandırılacaktır)</b>	
Türkçe basit kelimeleri doğru şekilde okuyabiliyorum.	<input type="checkbox"/> Doğru <input type="checkbox"/> Yanlış
Arapça basit kelimeleri doğru şekilde okuyabiliyorum.	<input type="checkbox"/> Doğru <input type="checkbox"/> Yanlış
<b>İşitme Duruma İlişkin Soruyu Doğrulayınız (Öğrenci tarafından cevaplandırılacaktır)</b>	
Duyuma ile ilgili herhangi bir rahatsızlığım ya da şikayetim yoktur.	<input type="checkbox"/> Doğru <input type="checkbox"/> Yanlış
<b>Katılımınız için teşekkür ederiz</b>	

Tarih: .....

Teslim Alan Kişinin İmzası: .....





Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü  
**Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi**

**EK- 4.b. Denek ile ilişkin kişisel bilgi form örneği**

**Değerli Katılımcı,**

Bu anket, tek heceli kelime ayırt etme testinin uygulanması için eşit koşulları sağlayan bireyleri seçilerek denek grubu oluşturulmasına yöneliktir. Anketin kullanılacağı çalışma “Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi” başlıklı bir tez çalışması olup camilerdeki akustik koşulların Türkçe ve Arapça dillerinin konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini belirleme amacını taşımaktadır. Sorulara verdiğiniz içten cevaplar araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Testte yer alan isimler ve kişisel bilgiler gizli saklanacaktır. Testimize zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

**Kişisel Bilgiler**

Öğrenci tarafından doldurulacaktır

İsim: _____	Doğum Tarihi: (gün/ay/yıl) ____/____/____
Soyisim: _____	Kaçıncı Sınıfta Eğitim Görüyorsunuz? _____
Uyruk: _____	Cinsiyeti: <input type="checkbox"/> Kadın <input type="checkbox"/> Erkek
Ana Diliniz: _____	

Öğretmen Uzman tarafından doldurulacaktır

İsim: _____
Soyisim: _____
Öğrencinin Arapça düzeyi: <input type="checkbox"/> A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> B1 <input type="checkbox"/> B2 <input type="checkbox"/> C1 <input type="checkbox"/> C2

Düzenleyici tarafından doldurulacaktır

Online AudioChack testi sonucuna göre öğrencinin işitme rahatsızlığı var mı?  var  yok

**Dil Yeterlilik Duruma İlişkin Soruları Doğrulayınız (Öğrenci tarafından cevaplandırılacaktır)**

Türkçe basit kelimeleri anlıyorum.	<input type="checkbox"/> Doğru	<input type="checkbox"/> Yanlış
Türkçe basit kelimeleri yazabiliyorum.	<input type="checkbox"/> Doğru	<input type="checkbox"/> Yanlış
Arapça basit kelimeleri anlıyorum.	<input type="checkbox"/> Doğru	<input type="checkbox"/> Yanlış
Arapça basit kelimeleri yazabiliyorum.	<input type="checkbox"/> Doğru	<input type="checkbox"/> Yanlış

**İşitme Duruma İlişkin Soruyu Doğrulayınız (Öğrenci tarafından cevaplandırılacaktır)**

Duyma ile ilgili herhangi bir rahatsızlığım ya da şikayetim yoktur.	<input type="checkbox"/> Doğru	<input type="checkbox"/> Yanlış
---	--------------------------------	---------------------------------

**Katılımınız için teşekkür ederiz**

Tarih: .....

Teslim Alan Kişinin İmzası: .....

**EK- 5** İşitilen kelimelerin yazdırılmasında kullanılan boş form örneği -Kelime ayırt etme testi örnek formu-



Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü  
**Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi**

*EK- 5: Kelime ayırt etme testi örnek formu*

*Değerli Katılımcı,*

*Bu testin kullanılacağı çalışma “Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi” başlıklı bir tez çalışması olup camilerdeki akustik koşulların Türkçe ve Arapça dillerinin konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini belirlemek amacıyla taşımaktadır. Sorulara verdiğiniz içten cevaplar araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Testimize zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.*

**KAYIT No 1**

<b>KELİME (dinleyici tarafından doldurulacaktır)</b>		<b>DOĞRU/YANLIŞ (düzenleyici tarafından doldurulacaktır)</b>					
<b>No</b>	<b>Duyduğunuz kelime yazınız</b>	<b>HARF</b>					<b>KELİME</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

**Katılımınız için teşekkür ederiz**

Tarih: .....

Teslim Alan Kişinin İmzası: .....

**EK- 6** Türkçe ve Arapça tek heceli kelime listelerinin oralizasyon kayıtlarının dinletilmesi sonucunda, vaaz ve hutbe ritüelleri için elde edilen doğru işitilen kelime bazındaki anlaşılabilirlik oranı

**EK- 6.a:** Vaaz ritüeli simgeleyen „kürsü iyi“, „kürsü orta“ ve „kürsü kötü“ konumlarında oralize edilen tek heceli kelime listelerinin, doğru işitilen kelime bazındaki anlaşılabilirlik oranı

Tek heceli kelime listesi	Dinleyici		Her konum için dinletilen kelime sayısı	"kürsü iyi" konumunda (Senaryo 1'de) doğru işitilen kelime		"kürsü orta" konumunda (Senaryo 2'de) doğru işitilen kelime		"kürsü kötü" konumunda (Senaryo 3'te) doğru işitilen kelime	
	Cinsiyet	No		Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)
Dil				Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)
Türkçe	erkek	1	125	100	80	97	78	80	64
	kadın	2	125	89	71	94	75	61	49
	kadın	3	125	91	73	85	68	73	58
	erkek	4	125	107	86	95	76	92	74
	erkek	5	125	96	77	95	76	72	58
	kadın	6	125	99	79	95	76	78	62
	kadın	7	125	93	74	92	74	82	66
	toplam			875	675	77	653	75	538
Arapça	erkek	1	125	120	96	101	81	114	91
	kadın	2	125	97	78	87	70	80	64
	kadın	3	125	97	78	85	68	84	67
	erkek	4	125	112	90	104	83	102	82
	erkek	5	125	80	64	84	67	73	58
	kadın	6	125	90	72	96	77	83	66
	kadın	7	125	103	82	96	77	87	70
	toplam			875	699	80	653	75	623

**EK- 6.b:** Hutbe ritüeli simgeleyen „minber iyi“, „ minber orta“ ve „ minber kötü“ konumlarında oralize edilen tek heceli kelime listelerinin, doğru işitilen kelime bazındaki anlaşılabilirlik oranı

Tek heceli kelime listesi	Dinleyici		Her konum için dinletilen kelime sayısı	"minber iyi" konumunda (Senaryo 4'te) doğru işitilen kelime		"minber orta" konumunda (Senaryo 5'te) doğru işitilen kelime		"minber kötü" konumunda (Senaryo 6'da) doğru işitilen kelime	
	Cinsiyet	No		Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)	Sayısı	Oranı (%)
Türkçe	erkek	1	125	90	72	94	75	79	63
	kadın	2	125	88	70	81	65	75	60
	kadın	3	125	89	71	91	73	74	59
	erkek	4	125	101	81	96	77	92	74
	erkek	5	125	89	71	89	71	74	59
	kadın	6	125	99	79	96	77	89	71
	kadın	7	125	100	80	96	77	88	70
	toplam			875	656	75	643	73	571
Arapça	erkek	1	125	102	82	115	92	108	86
	kadın	2	125	82	66	82	66	88	70
	kadın	3	125	74	59	74	59	80	64
	erkek	4	125	108	86	100	80	104	83
	erkek	5	125	84	67	85	68	77	62
	kadın	6	125	95	76	83	66	82	66
	kadın	7	125	103	82	91	73	93	74
	toplam			875	648	74	630	72	632

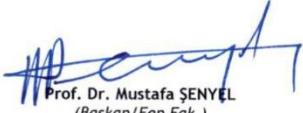





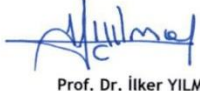
**EK- 7 Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Karar Belgesi**

Evrak Kayıt Tarihi: 19.11.2018 Protokol No: 11200

Tarih: 25.12.2018



**ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU**  
**KARAR BELGESİ**

<b>ÇALIŞMANIN TÜRÜ:</b>	Yüksek Lisans Tez Çalışması
<b>KONU:</b>	Fen Bilimleri
<b>BAŞLIK:</b>	Camilerde Konuşma Anlaşılabilirliğinin Türkçe ve Arapça Dilleri Üzerinden İncelenmesi
<b>PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:</b>	Doç. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN
<b>TEZ YAZARI:</b>	Elma ALIC
<b>ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:</b>	-
<b>KARAR:</b>	Olumlu
 Prof. Dr. Mustafa ŞENYEL (Başkan/Fen Fak.)	
 Prof. Dr. Müfide BANAR (Başkan Yardımcısı-Mühendislik Fak.)	 Prof. Dr. Kıymet GÜVEN (Fen Fak.)
 Prof. Dr. Gülgün YILMAZ (Porsuk Meslek Yüksekokulu)	 Prof. Dr. Tahir Hikmet KARAKOÇ (Havacılık ve Uzay Bilimleri Fak.)
 Prof. Dr. Ruşen YAMAÇLI (Mimarlık ve Tasarım Fak.)	 Prof. Dr. İlker YILMAZ (Spor Bilimleri Fak.)





## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Elma ALIC  
Yabancı dil : Türkçe, İngilizce  
Doğum yeri ve Yılı : Zenica, Bosna Hersek / 22.05.1992  
E-posta adresi : [alic.cerkezi@gmail.com](mailto:alic.cerkezi@gmail.com)

### Eğitim Mesleki Geçmişi:

- 2017- devam ediyor, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Bilim Dalı
- 2017- 2019 -Mimar, Özcan Mimarlık, Tasarım Departmanı/ Eskişehir
- 2012- 2016 – Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Mimarlık Bölümü/ Eskişehir
- 2011- 2012 - Gazi Üniversitesi, TÖMER (Türkçe Öğretim Merkezi)/Ankara
- 2007- 2011- “Prva Gimnazija u Zenici“ Fen Lisesi/ Zenica, Bosna Hersek

### Yayınları:

- Elma, A., Özçevik Bilen, A., (2019), Determination of the characteristics of contemporary Turkish mosque and it's acoustical properties, 23rd International Congress on Acoustics (ICA) 2019, Aachen