T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
MÜZİK TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI
Yüksek Lisans Tezi

RESTORANLARDA ARKA PLAN MÜZİK SEVİYESİNİN GÜRÜLTÜ VE KONUŞMA ANLAŞILIRLIĞINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlayan
İbrahim Emrecan ÇAKMAKÇI

Danışman
Doç. Dr. Suat VERGİLİ

İzmir / 2024

YEMİN METNİ

"Yüksek Lisans Tezi" olarak sunduğum *"Restoranlarda Arka Plan Müzik Seviyesinin Gürültü ve Konuşma Anlaşılırlığına Etkisinin Değerlendirilmesi"* adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

… / … / …

İbrahim Emrecan ÇAKMAKÇI

İmza

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün …… / …… / …….tarih ve …… sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin ……..maddesine göre Müzik Teknolojisi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi İbrahim Emrecan ÇAKMAKÇI'nın **"Restoranlarda Arka Plan Müzik Seviyesinin Gürültü ve Konuşma Anlaşılırlığına Etkisinin Değerlendirilmesi"** konulu tezini incelemiş ve aday …… / ……. / …… tarihinde, saat…….'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezinin savunmasından sonra……...dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan bilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin……olduğuna oy ……. ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE ÜYE

ÖZET

Bu tezde, restoranlardaki arka plan müzik seviyesi ve gürültünün konuşma anlaşılırlığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma kapsamında, İzmir'de bulunan Sini Köşk Restaurant seçilmiş ve mekânın akustik, gürültü ölçümleri yapılmıştır. Gerçek mekânın 1/1 ölçekte 3 boyutlu modeli SketchUp programında tasarlanıp, ODEON oda akustiği yazılımına aktarılıp kalibre edilmiştir. Odeon oda akustiği yazılımından işitsel modelleme (*auralisation*) çıktıları *wave* formatında alınıp dinleme testi katılımcılarına dinletilmiştir. Yapılan bu dinleme testi kapsamında, iki farklı hoparlör tipini, parçanın vokalli/vokalsiz olması durumunu, dinleyicinin anadilinin konuşma anlaşılırlığı konusunda etkisini, beş farklı müzik seviyesi ve iki farklı alıcı noktasında incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Genel değerlendirme kapsamında, düşük müzik seviyesi konuşma anlaşılırlığını olumlu etkilemiş, duvar tipi hoparlör bu mekân nezdinde konuşma anlaşılırlığında daha iyi sonuç alınmasına sebep olmuştur. Vokalsiz parçaların, konuşma anlaşılırlığı üzerindeki olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Anadilin, dinlenen parçadaki vokalle aynı olması durumunda dikkat dağınıklığına sebebiyet verebileceği hipotezi ortaya konmuştur.

ABSTRACT

In this thesis, the effect of background music level and noise on speech intelligibility in restaurants has been investigated. Within the scope of the research, Sini Köşk Restaurant, located in Izmir was selected and acoustic and noise measurements of the restaurant were conducted. A 1:1 scale 3D model of the actual restaurant was designed in the SketchUp program then transferred to the ODEON room acoustics software, and calibrated. Auralisation outputs from the ODEON room acoustics software were taken in wave format and played for the listening test participants. Within the scope of this listening test, the effects of two different types of loudspeakers, whether the piece had vocals or not, the impact of the listener's native language on speech intelligibility, five different music levels, and two different receiver points were examined and evaluated. In the overall evaluation, low music levels positively affected speech intelligibility, and wall-mounted speakers resulted in better speech intelligibility in this restaurant. It was observed that music without vocals had a positive effect on speech intelligibility. The hypothesis was put forward that the native language, being the same as the vocals in the listened piece, could lead to distraction.

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında değerli bilgi ve deneyimlerini cömertçe paylaşan, sabrı ve desteği ile bu çalışmanın başarıyla tamamlanmasını sağlayan danışmanım Doç. Dr. Suat VERGİLİ'ye en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün kıymetli akademisyenlerinden Prof. Dr. Feridun ÖZİŞ'e, verdiği destek ve katkılardan dolayı içtenlikle teşekkür ederim. Doç. Dr. Konca ŞAHER'e, çalışmam sırasında göstermiş olduğu destek, ilgi ve yardımlarından dolayı teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Saha çalışmalarında emeğini esirgemeyen Zeynep SOYKAN, Sinem MALAK, Gülümser OKTA, Aslı KILINÇ ve Şule İPEKCİ'ye teşekkür ederim.

Çalışmamız için mekânlarını açarak bizi misafir eden, Sini Köşk Restaurant'a teşekkürlerimi sunarım.

Dinleme testlerine gönüllü olarak katılan ve değerli zamanlarını ayıran Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi ve Güzel Sanatlar Enstitüsü, Müzik Bilimi ve Müzik Teknolojisi öğrencilerine, özel teşekkürlerimi iletmek isterim. Onların katkıları olmadan bu çalışmanın dinleme testi kısmı gerçekleştirilemezdi.

Manevi destekleriyle her zaman yanımda olan annem Aysel ÇAKMAKÇI'ya, babam Hüseyin Avni ÇAKMAKÇI'ya, ailemin diğer üyelerine ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, lisans ve yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca desteğini ve bilgilerini esirgemeyen değerli öğretmenlerim, Dr. Öğr. Üyesi Serhat DURMAZ'a, Prof. Dr. Cihan IŞIKHAN'a, Öğr. Gör. Alp VAROL'a, Prof. Dr. Aykut Barış ÇEREZCİOĞLU'na saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla,
İbrahim Emrecan ÇAKMAKÇI

İzmir, 2024

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ ii
TUTANAK iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
ÖNSÖZ vi
İÇİNDEKİLER vii
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ x
TABLOLAR LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
KISALTMALAR xv
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM
PARAMETRELER

1.1 Reverberasyon Süresi (T), *Reverbration Time* (T) 3
1.1.1 T_{15} 3
1.1.2 T_{20} 4
1.1.3 T_{30} 4
1.1.4 Erken Düşme Süresi, *Early Decay Time* (EDT) 4
1.2 Konuşma İletim İndeksi, *Speech Transmission Index* (STI) 4
1.3 Sinyal Gürültü Oranı, *Signal-to-noise Ratio* (SNR) 6
1.4 Gürültü Kriteri, *Noise Criteria* (NC) 6
1.5 Ses Güçlülüğü (G), *Sound Strength* (G) 7
1.6 ISO 3382-1 ve ISO 3382-2 Standartları 7
1.7 Vokal Eforu, *Vocal Effort* 8

2. BÖLÜM
LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Restoranlarda Arka Plan Müzik Seviyesi Üzerine Yapılan Çalışmalar 10
2.2 Restoranlarda Konuşma Anlaşılırlığı Üzerine Yapılan Çalışmalar 13
2.3 Restoranlarda Arka Plan Gürültü Seviyeleri ile İlgili Çalışmalar 14
2.4 Restoranlarda Akustik Koşullarla İlgili Çalışmalar 15

3. BÖLÜM
ÖLÇÜM

3.1 Akustik Ölçüm 18
3.2 Arka Plan Gürültü Seviyesi Ölçümü 20
3.3 %50 Dolulukta Arka Plan Gürültü Seviyesi Ölçümü 22

4. BÖLÜM
AKUSTİK SİMÜLASYON

4.1 ODEON Oda Akustiği Yazılımına Mekânın Aktarım Süreci ve Sonuçlar 25
4.2 Model Kalibrasyonu 26
4.3 Akustik Simülasyonda Kaynak ve Alıcıların Yerleşimleri 27
4.3.1 Akustik Simülasyonda Kullanılan Hoparlörlerin Özellikleri 31
4.4 İşitsel Modelleme, *Auralisation* 32
4.4.1 İşitsel Modellemede Kullanılacak Olan Ses Dosyalarının Hazırlanması 33
4.4.2 İşitsel Modellemenin Hazırlanması 35
4.5 Hoparlörlerin, Mekânın Frekans Tepkisi Üzerindeki Etkisi 37

5. BÖLÜM
DİNLEME TESTİ VE ANKET ÇALIŞMASI

5.1 Dinleme Testinin Yapılış Biçimi ve Katılımcıların Bilgilendirilmesi 41
5.2 Dinleme Testi Anket Sonuçları 42

5.2.1 İlk Oturum Sonuçları 42
5.2.1.1 Kenan Doğulu, Şans Meleğim, Dinleme Testi Anket Sonuçları 42
5.2.1.2 Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz), Dinleme Testi Sonuçları 44
5.2.2 İkinci Oturum Sonuçları 46
5.2.2.1 Stevie Wonder, Part Time Lover, Dinleme Testi Sonuçları 46
5.2.2.2 Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz), Dinleme Testi Sonuçları 48
5.3 Dinleme Testin Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi 49
5.3.1 Dinleme Testi Sonuçlarının Müzik Seviyesi Bağlamında Değerlendirilmesi ... 50
5.3.2 Dinleme Testi Sonuçlarının Dil Faktörü Bağlamında Değerlendirilmesi 50
5.3.3 Dinleme Testi Sonuçlarının Vokalli/Vokalsiz Müzik Bağlamında Değerlendirilmesi 50
5.3.4 Dinleme Testi Sonuçlarının Hoparlör Türü Bağlamında Değerlendirilmesi 51
SONUÇ 52
KAYNAKÇA 54
EK 1: Dinleme Testi Anket Sonuçları 57
ÖZGEÇMİŞ

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1- Sini Köşk Restaurant.....18

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1- ISO 9921:2003'e göre Anlaşılabilirlik Seviyeleri. 5
Tablo 2- Tablo A.4 - A-ağırlıklı konuşma seviyesine göre oktav bant seviyeleri (dB) (IEC 60268-16:2011, 2011: 42). 5
Tablo 3- "Tablo 31: Örnek mekânlar ve kabul edilen NC değerleri [59]" (aktaran Durmaz, 2020: 115-116). 6
Tablo 4- "Tablo 1 - Minimum pozisyon ve ölçüm sayıları." (BS EN ISO 3382-2:2008: 4). 8
Tablo 5- "Erkek bir konuşmacının vokal eforu ve ağzının 1 metre önündeki A-ağırlıklı konuşma seviyesi (20 µPa'ya göre dB)." (EN ISO 9921:2003: 7). 8
Tablo 6- Literatür taramasında anlatılan kaynaklardaki müzik ve arka plan gürültü seviyeleri. 16
Tablo 7- Sini Köşk Restaurant, reverberasyon süresi ölçüm sonuçları. 19
Tablo 8- BGKKHY, EK- 6: Tablo 6.1. Akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri[1]. 20
Tablo 9- Sini Köşk Restaurant, arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonuçları. 21
Tablo 10- BGKKHY, EK- 4: Tablo 4.1. Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekân içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB. 21
Tablo 11- Sini Köşk Restaurant, %50 dolulukta arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonucu. (dB, L_{Aeq}). 23
Tablo 12- Sini Köşk Restaurant, 1/1 oktav bant %50 dolulukta arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonuçları (dB, L_{Aeq}). 23
Tablo 13- Akustik simülasyon ölçüm sonuçları, ölçüm noktası 1, SPL_A ve STI. 29
Tablo 14- BOSE EdgeMax EM180 hoparlör özellikleri. 32
Tablo 15- L-Acoustics 5XT hoparlör özellikleri. 32
Tablo 16- Kenan Doğulu, Şans Meleğim, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri. 42
Tablo 17- Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri. 44

Tablo 18- Stevie Wonder, Part Time Lover, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri. 46
Tablo 19- Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri. 48
Tablo 20- Dinleme testi, anlaşılırlık oranlarının genel değerlendirmesi. 50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1- STI için nominal yeterlilik aralıkları (IEC 60268-16:2011, 2011: 10). 5
Şekil 2- Akustik ölçüm lokasyonları, A 1-3 Alıcı, K 1-3 Kaynak.....19
Şekil 3- Arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonucu ve restoranlar için tavsiye edilen NC eğrileri ile karşılaştırması.....22
Şekil 4- %50 dolulukta arka plan gürültü seviyesi ölçüm lokasyonu. Mavi renkli şekil alıcı lokasyonunu temsil eder.....22
Şekil 5- ODEON oda akustiği yazılımı, *room setup* penceresi. 25
Şekil 6- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 2 EDT. 27
Şekil 7- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 2 T_{30}. 27
Şekil 8- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 3 EDT. 27
Şekil 9- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 3 T_{30}. 27
Şekil 10- ODEON oda akustiği yazılımı, *job list* penceresi. 28
Şekil 11- Konuşmacı lokasyonları (P19-P47) ve alıcı lokasyonları (1-3). 29
Şekil 12- BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü için kaynak lokasyonları. Alıcı Noktası Orta (2), Alıcı Noktası Kenar (3).....30
Şekil 13- L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü için kaynak lokasyonları. Alıcı Noktası Orta (2), Alıcı Noktası Kenar (3). 30
Şekil 14- BOSE EdgeMax EM180 hoparlörü yönelme diyagramı (1 kHz). 31
Şekil 15- L-Acoustics 5XT hoparlörü yönelme diyagramı (1 kHz). 31
Şekil 16- iZotope RX8 Standart yazılımı, *de-reverb* penceresi. 33
Şekil 17- iZotope RX8 Standart yazılımı, *music rebalance* penceresi. 34
Şekil 18- Adobe Audition 2024 yazılımı, *match loudness* penceresi. 35
Şekil 19- ODEON oda akustiği yazılımı, *auralisation setup* penceresi. 35
Şekil 20- ODEON oda akustiği yazılımı, *auralisation* penceresi. 36
Şekil 21- ODEON oda akustiği yazılımı, *auralisation setup* penceresi, frekans tepkisi almak için yapılan ayarlar. 37
Şekil 22- BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörünün Alıcı Noktası Orta (2)'de frekans karakteristiği. 38

Şekil 23- BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörünün Alıcı Noktası Kenar (3)'de frekans karakteristiği. 38
Şekil 24- L-Acoustics 5XT duvar hoparlörünün Alıcı Noktası Orta (2)'de frekans karakteristiği. 39
Şekil 25- L-Acoustics 5XT duvar hoparlörünün Alıcı Noktası Kenar (3)'de frekans.... 39
Şekil 26- Kenan Doğulu, Şans Meleğim, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı).. 42
Şekil 27- Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı). 44
Şekil 28- Stevie Wonder, Part Time Lover, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı). 46
Şekil 29- Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı). 48

KISALTMALAR

BGM Arka Plan Müzik Seviyesi, *Background Music Level*

dB Desibel

dB_A A ağırlıklı ses basınç seviyesi

dBSPL Ses basınç seviyesi, desibel cinsinden

EBU *European Broadcasting Union*

EDT Erken Sönüm Süresi, *Early Decay Time*

G Ses Güçlülüğü, *Strength*

HRTF Kafa Aktarım Fonksiyonu, H*ead Related Transfer Function*

Hz Hertz

IEC *International Electrotechnical Commission*

ISO *International Organization for Standardization*

L_{Aeq} A-ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basıncı düzeyi

$L_{s,\ A,\ 1\ m\ dB}$ Hoparlörün 1 metre mesafede ve 1 watt güçle ürettiği ses basınç seviyesidir. İnsan kulağının frekans duyarlılığına göre ayarlanmıştır.

LUFS *Loudness Unit Full Scale*

NC Gürültü Kriteri, *Noise Criteria*

RT_{60} Reverberasyon süresi, saniye

S Yüzey alanı, m^2

SNR	Sinyal Gürültü Oranı, *Signal-to-noise Ratio*
STI	Konuşma İletim İndeksi, *Speech Transmission Index*
Sα	Odanın toplam emiciliği, metrik sabin
T	Reverberasyon Süresi, *Reverbration Time*
T_{15}	*Time 15*
T_{20}	*Time 20*
T_{30}	*Time 30*
V	Oda hacmi, m^3
α	Emicilik katsayısı

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, restoranlarda arka plan müzik seviyesinin gürültü ve konuşma anlaşılırlığına etkisini değerlendirmektir.

Restoranlar, birçok farklı mutfak kültürüne ve müşteri tipine hizmet edebilir. Bunu belirleyen ise restoran mutfağında hazırlanan yiyeceklerin bölgesel ve etnik unsurları, yaş sınırlaması, restoranın çocuk kabul etmemesi, restorandaki kıyafet kısıtlamaları, servis ücreti, müzik tercihi gibi faktörlerdir. Yeme içme mekânları kapsamında direkt olarak bu mekânlara yönelik kabul edilmiş nesnel, ölçülebilir, tekrar edilebilir bir standart bulunmamaktadır.

İnsan hayatının idame ettirilmesi konusundaki önemli hususlardan biri beslenmedir. İnsanlar hayatlarının kayda değer bir kısmını yemek yiyerek geçirirler. Yemeğe çıkmak kavramıyla beraber, yeme içme eylemi sosyal, kültürel bir etkinlik haline gelmiştir. Sosyal etkileşimde bulunacak olan bu bireylerin temel ihtiyaçlarının başında konuşma anlaşılırlığı ve konuşma mahremiyeti gelir. Mekânın akustik özellikleri, gürültüsü, arka plan müziğinin şiddeti, konuşma anlaşılırlığı ve mahremiyetini etkilemektedir.

Bu çalışma kapsamında İzmir, Buca'da bulunan Sini Köşk Restaurant ele alınmıştır. Mekânın akustik ve gürültü ölçümlerinin ardından, mekân SketchUp 3 boyutlu modelleme yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Mekânın 1/1 ölçekli modeli, ODEON oda akustiği yazılımına aktarılmış, kalibre edilmiş ve işitsel modelleme ortaya konmuştur.

1. BÖLÜM
PARAMETRELER

1. BÖLÜM
PARAMETRELER

Bu bölümün amacı, çalışmada kullanılacak olan parametreler ve standartları kısa bir şekilde açıklamaktır. Bunlar sırasıyla, reverberasyon süresi, T_{15}, T_{20}, T_{30}, EDT, STI, SNR, NC, G, ISO 3382-1 ve 3382-2'dir.

1.1 Reverberasyon Süresi (T), *Reverbration Time* (T)

ISO 3382-2'ye göre RT_{60}, kapalı bir mekânda ses kaynağı kapatıldıktan sonra, ses enerjisinin 60 dB düşmesi için gereken süreye verilen isimdir. Saniye cinsinden ifade edilir.

Bir mekânın akustik karakterini belirlemede önemli rol oynamaktadır.

Reverberasyon süresini hesaplamak için kullanılan bu formül W. C. Sabine tarafından 1922 yılında yazılan Collected Papers on Acoustics adlı kitapta geçmektedir.

$$RT_{60}=\frac{0.161V}{S\alpha}$$

RT_{60}: Reverberasyon süresi, saniye

V: Oda hacmi, m^3

$S\alpha$: Odanın toplam emiciliği, metrik sabinler **(**1 sabin = 0.093 metrik sabin)

S: Yüzey alanı, m^2

α: Emicilik katsayısı

1.1.1 T_{15}

T_{15}, düşüş başladıktan sonraki -5 ve -20 dB arasındaki azalım değerleriyle belirlenir. Saniye cinsinden ifade edilir. (Odeon Room Acoustics Software User's Manual Version 15, 2018: 90).

1.1.2 T_{20}

ISO 3382-1'de belirtildiği üzere T_{20}, düşüş başladıktan sonraki -5 ve -25 dB arasındaki azalım değerleriyle belirlenir. Saniye cinsinden ifade edilir.

1.1.3 T_{30}

ISO 3382-1'de belirtildiği üzere T_{30}, düşüş başladıktan sonraki -5 ve -35 dB arasındaki azalım değerleriyle belirlenir. Saniye cinsinden ifade edilir.

1.1.4 Erken Düşme Süresi, *Early Decay Time* (EDT)

Erken düşme süresi ilk kez 1969 yılında V. L. Jordan tarafından yayınlanan makalede geçer.

> "Erken düşme süresi (EDT), ani uyarı yanıtı eğrilerinin eğiminden (geleneksel reverberasyon süresi gibi) değerlendirilmelidir. Düşüş eğrisinin eğimi, düşüşün başlangıçtaki 10 dB'lik kısmının (0 dB ile -10 dB arasındaki) en iyi uyum doğrusal regresyon çizgisinin eğiminden belirlenmelidir. Düşüş süreleri, 60 dB'lik bir düşüş için gerekli süre olarak eğimden hesaplanmalıdır. Hem EDT hem de T hesaplanmalıdır. EDT, algılanan reverberans ile ilişkili olup öznel olarak daha önemlidir, T ise etkinlik salonunun fiziksel özellikleriyle ilişkilidir." (ISO 3382-1, 2009: 15).

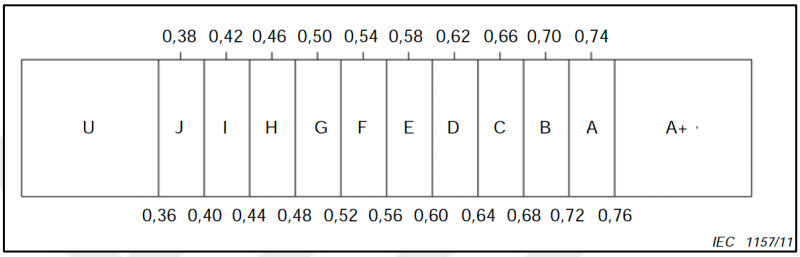
1.2 Konuşma İletim İndeksi, *Speech Transmission Index* (STI)

STI parametresi "Speech Transmission Index" sözcüklerinin kısaltması olup, Türkçeye konuşma iletim indeksi olarak çevrilebilir.

"0 ile 1 arasında değişen ve bir konuşma iletim kanalı tarafından konuşmanın anlaşılırlığına göre iletim kalitesini temsil eden bir metrik." (IEC 60268-16:2011, 2011: 10).

Tablo 1- ISO 9921:2003'e göre Anlaşılabilirlik Seviyeleri.

STI Değeri	Konuşma Anlaşılırlığı Seviyesi
>0,75	Çok İyi
0,60 – 0,75	İyi
0,45 – 0,60	Orta
0,30 – 0,45	Kötü
<0,30	Çok Kötü



Şekil 1- STI için nominal yeterlilik aralıkları (IEC 60268-16:2011, 2011: 10).

> "STI yöntemi, erkek ve kadın konuşma sinyallerini ayırt edebilir. Cinsiyete bağlı faktörler, farklı test sinyal spektrumları ve farklı ağırlıklandırma faktörleri ile ifade edilir. Kadın konuşmasının genellikle erkek konuşmasından daha anlaşılır olduğu düşünüldüğünden, konuşma iletim kanallarını değerlendirmek için genellikle erkek konuşması kullanılır." (IEC 60268-16:2011, 2011: 41).

Tablo 2- Tablo A.4 - A-ağırlıklı konuşma seviyesine göre oktav bant seviyeleri (dB) (IEC 60268-16:2011, 2011: 42).

Oktav Bant Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A-ağırlıklandırma
Erkekler dB	2,9	2,9	-0,8	-6,8	-12,8	-18,8	-24,8	0
Kadınlar dB	-	5,3	-1,9	-9,1	-15,8	-16,7	-18	0
Not 1: STIPA test sinyali, erkek konuşma spektrumuna dayanmaktadır ve yalnızca bu sinyal genel olarak kullanılmalıdır. Not 2: Konuşma seviyesinin belirlenmesi için kılavuz, Ek J.4'e bakınız.								

1.3 Sinyal Gürültü Oranı, *Signal-to-noise Ratio* (SNR)

"Sinyal gürültü oranı, konuşma veya test sinyalinin ses basınç seviyesi ile arka plan gürültüsünün ses basınç seviyesi arasındaki farktır. Bu ses basınç seviyeleri, standartlaştırılmış bir frekans ağırlık ile belirlenir. Desibel (dB) cinsinden ifade edilir." (IEC 620268-16:2011, 2011: 13).

1.4 Gürültü Kriteri, *Noise Criteria* (NC)

"Noise Criteria, bir odanın ses kalitesini derecelendirmek için tek sayılı bir Gürültü Kriteri'dir ve arka plan gürültüsünü saptamanın ve belirlenen sınır değerler ile karşılaştırmanın bilinen en iyi yoludur." (Durmaz, 2020: 115).

Tablo 3- "Tablo 31: Örnek mekânlar ve kabul edilen NC değerleri [59]" (aktaran Durmaz, 2020: 115-116).

Oda Tipi – Alan Tipi	**Önerilen NC Seviyesi NC Eğrisi**	**Eşdeğer Ses Seviyesi dB_A**
Apartman Daireleri	25-35	35-45
Toplantı Salonları	25-30	35-40
Kiliseler Sinagoglar Camiler	30-35	40-45
Fabrikalar	40-65	50-75
Özel evler, kentsel	25-30	34-42
Otel odaları veya süitler	25-35	35-45
Toplantı veya ziyafet odaları	25-35	35-45
Salonlar, koridorlar, lobiler	35-40	50-55
Konferans salonları	25-30	35-40
Hastane Özel odaları	25-30	35-40
Ameliyat odaları	25-30	35-40
Derslikler	25-30	35-40
Sinema hareketli görüntü tiyatroları	30-35	40-45
Kütüphaneler	35-40	40-50
Tiyatrolar	20-25	30-65
Restoranlar	40-45	50-55
TV Yayın Stüdyoları	15-25	25-35
Kayıt Stüdyoları	15-20	25-30
Konser ve Resital Salonları	15-20	25-30
Spor Salonları	45-55	55-65

1.5 Ses Güçlülüğü (G), *Sound Strength* (G)

"Ses güçlülüğü (G), desibel cinsinden ifade edilen, belirli bir koltukta ölçülen yönsüz bir kaynaktan gelen ses enerjisinin, aynı kaynaktan serbest bir alanda 10 metre mesafede ölçülen aynı ses enerjisine oranıdır. Bu parametre, öznel 'gürlük' (*loudness*) algısı ile yakından ilişkilidir." (Beranek, 2011: 3020).

1.6 ISO 3382-1 ve ISO 3382-2 Standartları

ISO 3382-1 standardı performans mekânlarında reverberasyon süresi ve diğer akustik parametrelerin ölçülmesi için yöntemleri belirleyen bir uluslararası standarttır. Standart şunları kapsar; ölçüm prosedürü**,** gerekli cihazlar**,** ölçüm kapsamı**,** veri değerlendirme, test raporu. Bu standart, modern dijital ölçüm tekniklerinin kullanılmasını ve ani uyarı yanıtlarından (*impulse response*) elde edilen oda akustik parametrelerinin değerlendirilmesini amaçlar.

Kaynak:

- Çok yönlü (*omnidirectional*) ses kaynağı tercih edilmelidir.
- Arka plan gürültü seviyesinden en az 35 dB (T_{30} için 45 dB) fazla güç üretebilmelidir.
- Kaynak konumu, mekânda doğal ses kaynağının normalde olduğu yerde konumlandırılmalı ve yerden yüksekliği 1,5 metre olmalıdır.

Alıcı:

- Alıcı ekipman, IEC 61672-1 standardında belirtilen özelliklere sahip, Tip 1 ses düzeyi ölçer olmalıdır.
- En az 2 mikrofon kullanılmalıdır.

- Alıcının, kaynaktan direkt gelen sesten etkilenmemesi için mikrofon yüksekliği ortalama dinleyicinin kulak yüksekliği kabul edilen 1,2 metre olmalıdır.

Tablo 4- "Tablo 1 - Minimum pozisyon ve ölçüm sayıları." (BS EN ISO 3382-2:2008: 4).

	Anket	Mühendislik[a]	Hassas
Kaynak-mikrofon kombinasyonları	2	6	12
Kaynak-pozisyonları[b]	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Mikrofon-pozisyonları[c]	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Her pozisyondaki düşüş sayısı (kesintiye uğramış gürültü metodu)	1	2	3
[a] Sonuçların diğer mühendislik seviyesindeki ölçümler için bir düzeltme terimi olarak kullanıldığı durumlarda, sadece bir kaynak pozisyonu ve üç mikrofon pozisyonu gereklidir. [b] Kesintiye uğramış gürültü yöntemi için, korelasyonsuz kaynaklar aynı anda kullanılabilir. [c] Kesintiye uğramış gürültü yöntemi ve sonuçların bir düzeltme terimi olarak kullanıldığı durumlarda, birden fazla mikrofon pozisyonu yerine dönen boom kullanılabilir.			

1.7 Vokal Eforu, *Vocal Effort*

Tablo 5- "Erkek bir konuşmacının vokal eforu ve ağzının 1 metre önündeki A-ağırlıklı konuşma seviyesi (20 µPa'ya göre dB)." (EN ISO 9921:2003: 7).

Vokal Eforu	**$L_{s,\,A,\,1\,m}$ dB**
Çok Yüksek Sesli	78
Yüksek Sesli	72
Yükseltilmiş	66
Normal	60
Rahatlamış	54

2. BÖLÜM
LİTERATÜR TARAMASI

2. BÖLÜM
LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, restoranlarda arka plan müziği ve gürültünün, konuşma anlaşılırlığına etkilerini inceleyen literatür özetlenmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar, farklı akustik ortamlardaki arka plan müzik seviyelerinin ve gürültü seviyesinin konuşma anlaşılırlığına etkisini incelemişlerdir.

2.1 Restoranlarda Arka Plan Müzik Seviyesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Maruyama vd. tarafından Japonya'da yayınlanan bu bildiride (2020), konuşma mahremiyeti ve anlaşılırlığının en uygun olduğu değerleri sağlayacak arka plan gürültü seviyesi ve reverberasyon süresi (RT) değerini bulmayı amaçlamışlardır. Fon müziğinin seviyelerine göre konuşma mahremiyet ve anlaşılırlığını incelemiş, gürültü, akustik ölçümleri ve anket çalışması yapmışlardır. Anket sonuçları genel olarak kafeyi olumlu değerlendirmiş, negatif verilen cevaplar ise yüksek fon müzik seviyesi ile ilişkilendirilmiştir. Yüksek seviye fon müziği ve komşu masaların doluluk oranı, anketleri huzursuzluk, iletişimde zorluk, grup içi konuşmayı duyamama gibi problemlerden dolayı olumsuz etkilemiştir. Bu çalışma çok gruplu sohbet alanlarında yapılan ilk araştırmalardan biriymiş ve kafe ortamındaki sınırlı kontroller yüzünden sonuçlar belirleyici veya kesin değilmiş. Bununla birlikte çalışma çok gruplu sohbet alanlarında kolay ve rahat konuşmaların yapılması için yeterli BGM seviyesi ve masalar arasındaki mesafelerle ilgili öneriler ortaya koyulmuştur. Anket sonuçlarına göre, katılımcılar en çok 63,8 dB_A (orta) müzik seviyesinde rahat hissettiğini belirtmiş. Yüksek müzik seviyesi ve masa doluluk oranları arttıkça masaların birbirinden uzaklaştırılması önerilmiştir.

Novak, La Lopa ve Novak tarafından yayınlanan bu makalede (2010), lüks bir restoran ortamında ses basınç seviyeleri ve gürültüye duyarlılığın ruh hali ve davranış niyetleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, restoranın ses ortamının dört farklı koşulu değerlendirilmiştir; sadece ortam gürültüsü (58,6 dB_A), ortam gürültüsü ile birlikte yumuşak klasik müzik (59,6 dB_A), ortam gürültüsü ile birlikte rahatlatıcı klasik müzik (64,4 dB_A) ve ortam gürültüsü ile birlikte rahatlatıcı ama biraz yüksek klasik müzik (70,2 dB_A). Araştırma, ses basınç seviyelerinin ve bireylerin gürültüye duyarlılığının ruh hali

ve yaklaşım veya kaçınma davranışları üzerindeki etkilerini incelemek için tasarlanmıştır. Çalışmada, Weinstein'in Gürültü Duyarlılığı Ölçeği (WNS) kullanılarak katılımcıların gürültü duyarlılıkları ölçülmüştür. Araştırma sonuçları, uygun ses seviyelerinde çalınan müziğin (62-67 dB_A) restoran deneyimini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Katılımcıların genel memnuniyeti, tekrar ziyaret etme niyetleri ve genel tüketici memnuniyeti bu ses seviyelerinde artmıştır. Öte yandan, müzik olmaması veya çok yüksek sesli müzik, genel olarak olumsuz algılara ve müşteri memnuniyetinde azalmaya yol açmıştır. Ayrıca, kadın katılımcıların ses seviyelerine erkeklerden daha duyarlı olduğu ve belirli bir ses seviyesini daha yüksek ve daha az hoş buldukları gözlemlenmiştir.

Tarlao vd. tarafından yayınlanan bu makalede (2020), ortam ses seviyesinin lüks bir restorandaki müşterilerin algı ve davranışlarına etkisini araştırmışlardır. 4 haftada 247 müşteri ankete katılım sağlamıştır. Restoranın 4,8 metre yüksekliğinde bir tavanı ve birçok yansıtıcı yüzeyi bulunmaktadır (RT 1,2 sn.). Restoran akustik düzenlemeye sahip değildir. 10 Adet JBL Control 25T tavan hoparlörü bulunmaktadır. Restoranın akustik kapasitesi 46 kişidir fakat restoran 65 kişiyi ağırlayacak kapasitededir. Deney sırasında, öğle yemeğinde 13-33 kişi, akşam yemeğinde ise 28-45 müşteri ağırlanmıştır. 4 farklı ses seviyesi 4 haftaya yayılmış. İlk hafta mevcut ses seviyesine müdahale etmeden (70,93 dB_A), ikinci hafta gürültülü (76,07 dB_A), üçüncü hafta sessiz (73,39 dB_A), dördüncü gürültü ve sessiz karışık (73,76 dB_A) olacak şekilde ses seviyeleri belirlenmiştir. Öğle yemeği ses seviyesi (71,25 dB_A), akşam yemeği ses seviyesinden (74,85 dB_A) daha sessiz çıkmıştır. Bu durum restorandaki müşteri sayısıyla pozitif ilişkiliymiş.

Harrington, Ottenbacher ve Treuter tarafından yayınlanan bu makalede (2015), restoran ortamında müziğin, tüketici algısı ve davranışları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, Oakes'ın musicscape modeli kullanılarak, müzik türlerinin ve ses seviyelerinin restoran atmosferi algısı, müşteri geri dönüş niyeti ve toplam harcama üzerindeki doğrudan, aracılık ve etkileri test edilmiştir. Deney, Almanya'da yüksek kaliteli ses sistemine ve 100 kişiden fazla oturma kapasitesine sahip bir restoranda yapılmıştır. 15 öğle yemeği oturumu, 10 akşam yemeği olmak üzere toplam 25 yemek oturumu gerçekleştirilmiştir. Çalışmada düşük *background* (55-65 dB) ve yüksek

foreground (70-80 dB) ses seviyelerinde hızlı ve yavaş tempolu müzik kullanılarak müşterilerin yemek deneyimleri analiz edilmiştir. Çalışma, yaş ve müzik türlerinin tüketici algısı ve davranışları üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Özellikle, arka planda çalınan yavaş müzik, restoran atmosfer algısını olumlu yönde etkilerken, hızlı tempolu arka plan müziği, toplam harcamayı artırmıştır. Yaş faktörü, müzik türleri ile algılanan atmosfer kalitesi arasındaki ilişkiyi değiştirmiş ve yaş arttıkça müşterilerin restoran atmosferini daha eleştirel değerlendirdiği görülmüştür.

Biswas, Lund ve Szocs tarafından yayınlanan bu makalede (2018), ortam müziği ve arka plan gürültüsünün yiyecek satışları üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Bir pilot çalışma, iki saha deneyi ve beş laboratuvar çalışması, düşük seviyede müzik/gürültünün sağlıklı yiyecek satışlarını artırdığını, yüksek seviyede müzik/gürültünün ise heyecan seviyelerini artırarak sağlıksız yiyecek tercihlerini teşvik ettiğini göstermiştir. Pilot çalışmada, düşük (55 dB) ve yüksek (70 dB) hacimli müzik koşulları altında kalp atış hızları ölçülmüş ve yüksek hacimli müzik/gürültünün heyecanı artırdığı, düşük hacimli müzik/gürültünün ise rahatlama sağladığı bulunmuştur. Bir saha deneyinde, kafede düşük ve yüksek hacimli müzik koşulları altında müşterilerin yiyecek seçimleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, düşük hacimli müzik koşullarında daha fazla sağlıklı yiyecek sipariş edildiğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, perakende ve restoran yöneticilerine, ortam müziği ve arka plan gürültüsü hacim seviyelerinin müşteri davranışlarını nasıl etkileyebileceğini anlamada önemli bilgiler sunmaktadır. Düşük hacimli müzik/gürültü kullanarak sağlıklı yiyecek tercihlerinin artırılabileceği ve böylece sağlıklı tüketimi teşvik eden stratejilerin geliştirilebileceği önerilmektedir.

Guéguen, Héléne ve Jacob tarafından yazılan makalede (2004), arka plan müzik ses seviyesinin alkol tüketimine etkisi araştırılmıştır. Biri kırsal bölgede diğeri ise şehirsel bölgede yer alan iki barda iki cumartesi gecesi gözlem yapılmıştır. İki mekân için de iki ses seviyesi belirlenmiştir. Kırsal bölge (72-88 dB), şehirsel bölge (75-91 dB). Çalışmaya 120 katılımcı katılmış. Sadece iki kişinin olduğu masalar dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonucunda ses seviyesi yüksek olduğunda müşterilerin alkol tüketimini arttırdığı ortaya çıkmıştır. Erkekler kadınlardan, kırsal bölgedekiler de şehirsel bölgede yaşayanlardan daha fazla alkol tüketmiştir.

2.2 Restoranlarda Konuşma Anlaşılırlığı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Japonya'da Astolfi ve Filippi'nin verdikleri bu bildiride (2004), Turin, İtalya'da dört pizza restoranında konuşma iletişimi kalitesini anket ve ölçümlerle birlikte değerlendirmişlerdir. Restoranlardaki konuşma iletişimini araştırmak için, insan yoğunluğu, akustik emilim, oturma yoğunluğu ve lombard etkisi ile farklı müşteri tiplerine bakmışlar. Konuşma anlaşılırlığı ve konuşma mahremiyetinin aynı anda iyi değerlere erişmesinin zor olduğu belirtilmiştir.

deRuiter vd. tarafından Floransa, İtalya'da verilen bu bildiride (2015), restorandaki kişi sayısı, oturma kapasitesi ve metrekare başına emicilik değerlerini değiştirerek konuşma anlaşılırlığı üstüne yapılan bir çalışma anlatılmaktadır. Üç senaryo tasarlamışlardır. İlk senaryoda emici herhangi bir materyal mevcut odaya eklenmez, ikinci senaryoda D sınıfı emiciliğe sahip tavan odaya eklenir. Üçüncü senaryoda ise A sınıfı tavan ve C sınıfı emicilikte duvarlar eklenir. Kişi sayısı ve gerekli miktarda emicilik birbiri ile bağlantılıymış ve kişi başına 3,5 m^2 emicilik değerinin gerçekçi bir değer olduğu belirtilmiştir. Çoğu durumda yüksek düzeyde emici tavan kullanmanın asgari bir gereklilik olduğu belirtilmiştir. Zemin alanı, koltuk sayısı, ses emilim miktarı, tavan yüksekliği ve yankılanma süresi değişkenleri birbirine bağlı olduğu belirtilmiştir. Belirli oda boyutları için, gürültü kontrolü açısından izin verilen koltuk sayısı ve bunun sonucunda ortaya çıkan yankılanma süresinin hesaplanabileceği, bir diğer yandan yankılanma süresi ve koltuk sayısı için hedef değerden yola çıkılarak gerekli taban alanı ve yüksekliğin belirlenebileceği belirtilmiştir.

Nahid ve Hodgson'un Kanada'da yayınlanan bu makalesinde (2011) yemek tesislerinde sözlü-iletişim kalitesini araştırmış, üç adet yemekhane modeli üstüne çalışılmıştır. Çıkan sonuçlarda masalar arası uzun ve emici bariyerler yerleştirilmesinin konuşma anlaşılırlığı ve gizliliği açısından faydası olduğu gözlemlenmiştir. Uzun ve yayıcı özelliğe sahip bariyer paneller kullanılmasının ve oda yüzeylerinin emici odaklı tasarlanmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Maliyeti düşürmek için ise mekânın küçük bölmelere ayrılması önerilmiştir. Bariyer eklemeden sadece oda emiciliğini artırılarak yapılan testlerde reverberasyon süresi azalmış, azalmanın etkisiyle gürültü

seviyeleri ve konuşma sinyalinin seviyesi de düşmüştür. Bu da düşük sinyal-gürültü oranında konuşma-gürültü seviyesi farkını düşük tutarak konuşma sinyalinin azalmasına sebep olmuştur.

2.3 Restoranlarda Arka Plan Gürültü Seviyeleri ile İlgili Çalışmalar

Hamburg inter.noise kapsamında Nielsen vd. tarafından verilen bu bildiride (2016) Danimarka'da beş restoranda objektif akustik parametrelerle akustik konforun öznel değerlendirilmesi arasındaki ilişkiyi gürültü rahatsızlığı, konuşma anlaşılırlığı ve mahremiyeti parametreleriyle incelemişlerdir. Bu çalışmada gürültüden rahatsızlığın, restoran sakinlerinin birbirlerine çok yakın oturmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur. Gürültü rahatsızlığı; müşteri yoğunluğu ve üretilen gürültü seviyeleriyle ilişkilendirilmiş. Anket çalışmaları (76,7 dB_A) seviyesinin hafif/orta düzeyde rahatsız edici olduğunu ortaya koymuş, bu da restoranlardaki gürültü toleransının nispeten yüksek olduğunu belirtiyor. "Rindel'in önerdiği gibi konuşma güçlüğünün kişi sayısına, ses düzeyine ve RT'ye bağlı olduğunu bulmuşlardır."

Chen ve Kang tarafından yazılan bu makalede (2017), Çin'deki Xue Yuan Yemekhanesi ve New World Food Court'ta gerçekleştirilen anket çalışmaları ile ses basınç seviyeleri ve çeşitli ses kaynaklarının akustik konfor üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmaya göre, arka plan gürültüsünün yemek alanlarındaki akustik konfor değerlendirmesinde önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmada, Xue Yuan Yemekhanesi'nin 2330 m^2'lik üç katlı bir yapı olduğu, New World Food Court'un ise 5000 m^2'lik tek katlı bir yemek alanı olduğu belirtilmiştir. Anket çalışması Mart 2015 ile Aralık 2015 arasında gerçekleştirilmiş ve 926 geçerli anket toplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, arka plan gürültüsü (70-75 dB_A) yemek alanlarındaki akustik konforu önemli ölçüde etkilemekteymiş. Dinleyicilerin arka plan gürültüsüne verdikleri düşük değerlendirmeler, akustik konfor değerlendirmelerini olumsuz yönde etkilemiş. Kadın katılımcılar, ses ortamını erkek katılımcılara göre daha yüksek değerlendirmiştir. Sık sık dışarıda yemek yiyen katılımcılar, yemek alanlarındaki ses ortamı konforunu nadiren dışarıda yemek yiyenlere göre daha yüksek değerlendirmiştir. Sonuç olarak, Chen ve Kang'ın çalışması, büyük yemek alanlarındaki

akustik konforu etkileyen faktörleri detaylandırarak, restoran yöneticilerine ses seviyelerini yönetmede önemli bilgiler sağlamışlardır.

2.4 Restoranlarda Akustik Koşullarla İlgili Çalışmalar

Mistar, Sulaiman, Che Din tarafından yayınlanan bu makalede (2020), yeme içme mekânlarındaki akustik konforun sınıflandırılması için kavramsal bir çerçeve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, yeme içme mekânlarının akustik konforunu etkileyen belirleyici faktörler incelenmiş ve literatürdeki kritik incelemeler ile bu faktörler değerlendirilmiştir. Yeme içme mekânlarındaki ses seviyelerinin müşterilerin algıları ve davranışları üzerindeki etkileri, literatürde yeterince incelenmemiştir. Çalışma, Yeni Zelanda ve Avustralya'da uygulanan Cafe and Restaurant Acoustics Index (CRAI) gibi mevcut sınıflandırma sistemlerine dayanmaktadır. Ancak, bu sınıflandırmalar genellikle objektif ölçümler yerine subjektif geri bildirimlere dayanmaktadır. Bu nedenle, çalışma hem subjektif hem de objektif ölçümleri kullanarak daha kapsamlı bir çerçeve geliştirmeyi amaçlamaktadır. 20'den fazla ülkeden 111 makale incelenmiş ve akustik konforu etkileyen faktörleri belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, yemek yerlerinde akustik konforu etkileyen altı belirleyici faktör tanımlanmıştır: yemek yerlerinin türleri, fiziksel ortam, ses kaynağı, düzen ve yerleşim, yoğunluk ve demografik özellikler. Bu faktörler, müşteri memnuniyeti ve davranışları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Örneğin, restoranın fiziksel tasarımı ve ses düzenlemeleri, müşterilerin yemek deneyimlerini ve akustik konfor algılarını doğrudan etkilemektedir. Sonuç olarak, Mistar ve arkadaşlarının çalışması, yemek yerlerindeki akustik konforun sınıflandırılması için kapsamlı bir kavramsal çerçeve sunmaktadır.

Shimokura tarafından Japonya'da yapılan bu çalışma (2020), kahve dükkanlarındaki arka plan müziğinin (BGM) müşterilerin algıları üzerindeki etkilerini incelemektedir. Araştırma, Matsue, Shimane'deki 20 kahve dükkanında kullanılan 76 müzik parçasının incelenmesini içermektedir. Bu müzikler klasik (%26), caz (%21), pop (%16), rock (%12) ve diğer (%25) türlere ayrılmıştır. Çalışma kapsamında, 22 katılımcı (11 erkek, 11 kadın) her müzik parçasını 24 sıfat ile değerlendirmiş ve müziğin kahve dükkanına uygunluğunu puanlamıştır. Çalışmada, otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve

BPM (dakika başına vuruş) analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, müziklerin kahve dükkanlarına uygunluğu ile ACF'nin ilk maksimum zirve değeri ($\phi 1$) arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Ayrıca, daha düşük BPM'ye sahip müziklerin daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılar, kahve dükkanlarındaki müzikleri genellikle "sıcak," "huzurlu" ve "nazik" olarak tanımlamış ve bu müzikler, bağlılık hissiyle yüksek puan almıştır. Sonuç olarak, kahve dükkanlarında kullanılan arka plan müziği, müşterilerin algılarını ve davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Net melodilere ve daha yavaş tempoya sahip müzikler, müşterilerde daha fazla bağlılık hissi yaratmakta ve bu da müşteri memnuniyetini artırmaktadır. Bu bulgular, kahve dükkanlarının akustik tasarımında dikkate alınması gereken önemli faktörler sunmaktadır.

Bu bölümde restoranların müzik seviyesi, arka plan gürültüsü, akustik koşulları, davranış biçimleri, yiyecek ve içecek tercihleri hakkında çalışmalar anlatılmıştır. Aşağıdaki tablodaki değerler, literatürde yer alan müzik ve arka plan gürültü seviyelerini göstermektedir.

Tablo 6- Literatür taramasında anlatılan kaynaklardaki müzik ve arka plan gürültü seviyeleri.

	Müzik Seviyeleri			**Arka Plan Gürültü Seviyeleri**
Kaynak	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	
(Maruyama, vd, 2020)	59 dB_A	63,8 dB_A	68,6 dB_A	50 dB_A
(Tarlao, vd. 2020)	70.93 dB_A	73.39 dB_A, 73.76 dB_A	76.07 dB_A	
(Novak, La Lopa ve Novak, 2010)	59,6 dB_A (*soft*)	64,4 dB_A (*comfortable*)	70,2 dB_A (*slightly loud*)	58,6 dB_A
(Harrington, Ottenbacher ve Treuter, 2015)	55-65 dB (*background*)		70-80 dB (*foreground*)	
(Guéguen, Héléne ve Jacob, 2004)	72 dB (Kırsal) - 75 dB (Şehirsel)		88 dB (Kırsal) - 91 dB (Şehirsel)	
(Biswas, Lund ve Szocs, 2018)	55 dB		70 dB	

3. BÖLÜM
ÖLÇÜM

3. BÖLÜM
ÖLÇÜM

Bu bölümde gerçekleştirilen ölçümlerde hangi ekipmanların kullanıldığı, kaynak-alıcı lokasyonları, ölçüm sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

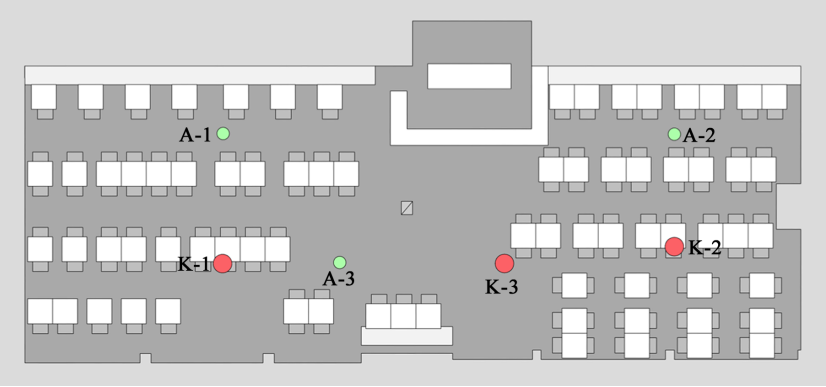
3.1 Akustik Ölçüm



Fotoğraf 1- Sini Köşk Restaurant.

İzmir, Buca'da bulunan Sini Köşk Restaurant'ta 23.10.2023 tarihinde akustik ölçüm yapılmıştır. Restoran boşken yapılan bu ölçümde, Brüel & Kjær TYPE 4292-L çok yönlü ses kaynağı, Earthworks M23 ölçüm mikrofonu kullanılmıştır. Ölçümler ISO-3382-1:2008 ve ISO-3382-2:2009 standartlarına göre yapılmıştır.

3 farklı konumda alınan ölçümler, DIRAC programında analiz edilmiştir. Analiz edildikten sonra, akustik parametreler elde edilerek bu değerlerin incelenmesiyle beraber ölçümlerin teyidi yapılmıştır.



Şekil 2- Akustik ölçüm lokasyonları, A 1-3 Alıcı, K 1-3 Kaynak.

Tablo 7- Sini Köşk Restaurant, reverberasyon süresi ölçüm sonuçları.

Alıcı 1	**Frekans (Hz)**							
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
EDT	0,46	0,33	0,66	0,58	0,61	0,75	0,60	0,57
T_{15}	0,77	0,77	0,69	0,58	0,68	0,69	0,66	0,58
T_{20}	0,76	0,69	0,71	0,59	0,65	0,71	0,67	0,60
T_{30}	-	0,71	0,75	0,64	0,67	0,74	0,70	0,62
Alıcı 2	**Frekans (Hz)**							
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
EDT	0,23	0,46	0,55	0,57	0,61	0,73	0,58	0,56
T_{15}	0,89	0,64	0,66	0,51	0,66	0,86	0,66	0,56
T_{20}	0,81	0,62	0,75	0,57	0,67	0,92	0,66	0,59
T_{30}	-	0,66	0,86	0,66	0,69	1,06	0,68	0,61
Alıcı 3	**Frekans (Hz)**							
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
EDT	0,43	0,64	0,42	0,56	0,67	0,72	0,72	0,68
T_{15}	0,83	0,59	0,52	0,65	0,76	0,77	0,74	0,69
T_{20}	0,67	0,63	0,52	0,62	0,74	0,76	0,72	0,66
T_{30}	-	0,68	0,53	0,63	0,74	0,75	0,70	0,64

Alıcı 1-3 için EDT değerleri incelendiğinde, düşük ve yüksek frekanslarda en yüksek değerler alıcı 3'te gözlemlenmektedir. Alıcı 1 ve 2 nispeten birbirine yakın sonuçlar elde etmiştir.

Alıcı 1-3 için T_{15} değerleri incelendiğinde, alıcı 1 ve 2'de birbirinin aynısı değerler elde edilirken, alıcı 3'te düşük ve yüksek frekanslarda diğer iki alıcıya göre saniye değerlerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Alıcı 1-3 için T_{20} değerleri incelendiğinde, alıcı 1 ve 2 elde edilen değerlerde benzerlik göstermiş olsa da alıcı 2 orta frekanslarda yaklaşık 0,06 saniye daha yüksek değer elde etmiştir. Alıcı 3 ise düşük ve orta frekanslarda alıcı 1 ve 2'ye göre daha düşük saniye değeri elde ederken, yüksek frekanslarda daha yüksek saniye değeri elde etmiştir.

Alıcı 1-3 için T_{30} değerleri incelendiğinde, düşük frekanslarda bütün alıcılar için elde edilen değerler birbirine yakındır. Orta frekanslarda alıcı 1 ve 3 arasında az bir fark bulunmaktadır fakat alıcı 2, alıcı 1 ve 3'e göre daha yüksek bir saniye değeri elde etmiştir. Yüksek frekanslarda üç alıcı da benzer sonuçlar elde etmiştir.

Akustik ölçüm sonuçları, düşük (63-125 Hz), orta (250-2000 Hz), yüksek (4000-8000 Hz) frekansların aritmetik ortalaması alınarak incelenmiştir.

Tablo 8- BGKKHY, EK- 6: Tablo 6.1. Akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri[1].

BİNA İŞLEVİ	**MEKAN**	**AKUSTİK PERFORMANS SINIFI**
		C - D[2]
Eğlence/ Spor Tesisleri	Lokantalar, Yemek Alanları, Eğlence yerleri [5]	1.0
[1] Verilen sınır değer 250, 500, 1000, 2000 Hz frekanslarındaki değerlerin aritmetik ortalamasıdır [2] Burada belirtilen sınır değerler C ve D sınıfları için geçerlidir. Bina işlevlerine bağlı olarak diğer sınıflar için sınır değerlere uluslararası sınır değerlere bağlı olarak akustik uzman karar verecektir. [5] Bu hacimlerde yapının özelliklerine göre uygun değerler akustik uzman tarafından belirlenecektir.		

3.2 Arka Plan Gürültü Seviyesi Ölçümü

Mekân boş haldeyken yapılan bu ölçümde, Brüel & Kjær TYPE 2250 ses seviyesi ölçer kullanılmıştır. Ölçüm, 1/3 oktav bant, 2 dakika süreyle alınmıştır. Arka plan gürültü seviyesi 42,1 dB_A ölçülmüştür. BGKKHY'ye göre bu mekânın iç gürültü düzeyi B sınıfına uygundur.

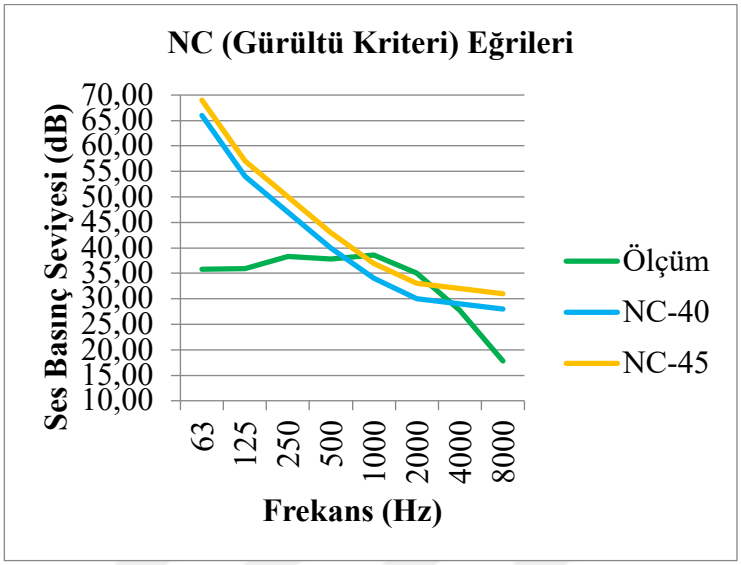
Tablo 9- Sini Köşk Restaurant, arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonuçları.

Frekans (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dBSPL	35,8	35,9	38,3	37,8	38,6	35	27,8	17,8

Tablo 10- BGKKHY, EK- 4: Tablo 4.1. Akustik performans sınıfına bağlı izin verilen mekân içi en yüksek gürültü düzeyleri, dB.

BİNA İŞLEVİ	**MEKAN**	**ZAMAN DİLİMİ** **Gece: 23.00 – 07.00** **Akşam: 19.00 – 23.00** **Gündüz: 07.00-19.00**	**İç gürültü düzeyi, L_{Aeq}[1]** **AKUSTİK PERFORMANS SINIFI**					
			A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Eğlence/ Spor Tesisleri	Lokantalar-Yemek Alanları	24 saat	41	45	49	53	57	61
[1]İç gürültü karakteristiği içerisinde ani sesler, alçak frekans bileşenlerine sahip sesler, tekil gürültü olayları ve tonal bileşenler varsa TS 9315 ISO 1996-1'e göre düzeltmeler uygulanarak değerlendirmeler yapılacaktır.								

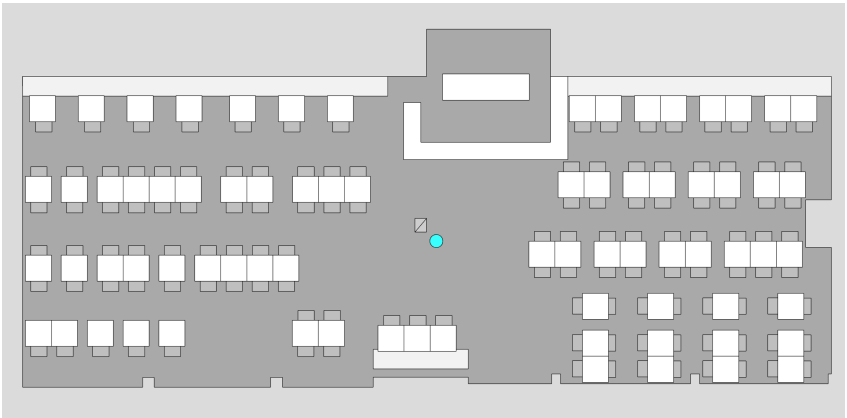
Arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonuçları incelendiğinde, restoranlar için tavsiye edilen NC 40 ve NC 45 eğrilerinin 1000 – 4000 Hz arasında benzerlik gösterdiği, 63-500 Hz ve 4000 – 8000 Hz arasında ise benzerlik göstermediği gözlemlenmiştir.



Şekil 3- Arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonucu ve restoranlar için tavsiye edilen NC eğrileri ile karşılaştırması.

3.3 %50 Dolulukta Arka Plan Gürültü Seviyesi Ölçümü

Bu gürültü ölçümü, Sini Köşk Restaurant'ta 09.02.2024 tarihinde, saat 19:30-20:30 arasında yapılmıştır. Ölçüm sırasında mekânın doluluk oranı %50'dir. Müziksiz gürültü ölçümü yapılmıştır. Ölçümde NTi Audio XL3 ses seviyesi ölçer kullanılmıştır, 1/3 oktav bantta kaydedilen veriler cihazdan direkt alınıp 1/1 oktav bant hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 4- %50 dolulukta arka plan gürültü seviyesi ölçüm lokasyonu. Mavi renkli şekil alıcı lokasyonunu temsil eder.

Tablo 11- Sini Köşk Restaurant, %50 dolulukta arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonucu. (dB, L_{Aeq}).

Doluluk Oranı	Kişi Sayısı	L_{Aeq}
50%	70	68,9 dB

Tablo 12- Sini Köşk Restaurant, 1/1 oktav bant %50 dolulukta arka plan gürültü seviyesi ölçüm sonuçları (dB, L_{Aeq}).

Doluluk Oranı	Kişi Sayısı	Frekans (Hz)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
50%	70	35,98	41,61	51,44	60,72	59,04	55,73	50,45	43,05

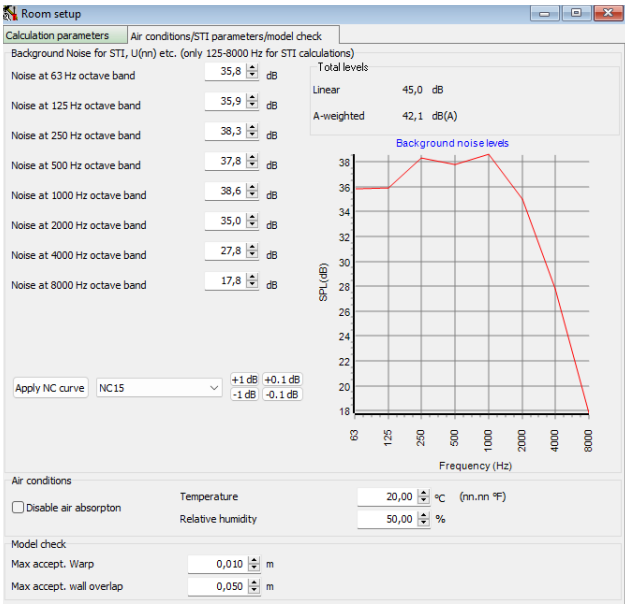
4. BÖLÜM
AKUSTİK SİMÜLASYON

4. BÖLÜM
AKUSTİK SİMÜLASYON

Bu bölümün amacı, gerçek mekânın ODEON oda akustiği yazılımına aktarım sürecinden, işitsel modellemenin çıktılarının alınmasına kadar ODEON oda akustiği yazılımında yapılan bütün işlemleri anlatmaktır.

4.1 ODEON Oda Akustiği Yazılımına Mekânın Aktarım Süreci ve Sonuçlar

Elde edilecek sonuçların geçerliliğini koruması için gerçek bir mekânın akustik simülasyona 1/1 ölçekte hatasız şekilde modellenmiş, aktarılmış olması büyük önem arz etmektedir. SketchUp veya benzeri yazılımlarla hazırlanan 3 boyutlu modelde, tüm detayların eksiksiz aktarılması gerekir. Örneğin, duvar kalınlıkları, pencereler, kapılar, kolonlar gibi elemanların eksik veya yanlış modellenmesi akustik simülasyon sonuçlarını olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple mekânın lazer metre kullanılarak metrik ölçümleri alınmış, modelleme aşamasında herhangi bir hata oluşmasının önüne geçmek için fotoğraflanmıştır. SketchUp modeli oluşturulduktan sonra SU20Odeon eklentisi ile ODEON oda akustiği yazılımına model aktarılıp kalibre edilmiştir. NC değeri olarak ölçümlerden elde edilen Tablo-9'da bulunan değerler girilmiştir.



Şekil 5- ODEON oda akustiği yazılımı, *room setup* penceresi.

4.2 Model Kalibrasyonu

ODEON oda akustiği yazılımında kalibrasyon, *genetic material optimizer* kullanılarak yapılır. Amaç, mekânda kullanılmış ses yutma katsayısı tam olarak bilinmeyen malzemelerin ses yutma katsayısı değerini optimize ederek, ölçüm sonuçlarına yakın değerler elde etmektir.

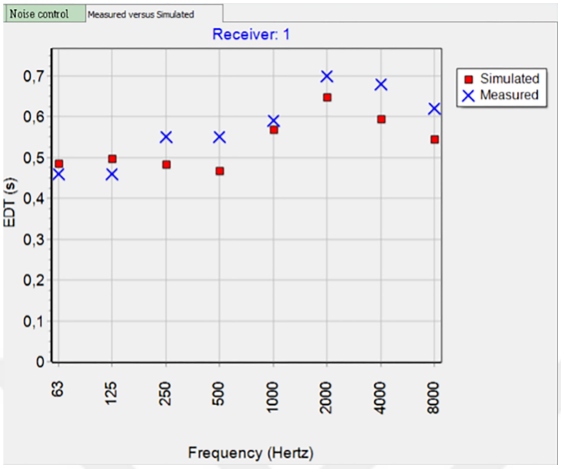
Gerçek mekânda yapılan ölçümdeki alıcı pozisyonları ODEON oda akustiği yazılımına tanımlanır ve ölçüm sonuçları yüklenir. Ölçüm sonuçları ani uyarı yanıtı (*impulse response*) olarak ya da excel tablosu olarak yüklenebilmektedir. Bu çalışmada 3 adet akustik ölçüm konumu ve elde edilen ani uyarı yanıtı vardır. Ölçümden elde edilen ani uyarı yanıtları, alıcı lokasyonlarına tanımlanır. Bu kalibrasyonda kullanılacak olan parametreler sırasıyla; EDT, T_{20}, T_{30}, C_{50}, C_{80} ve T_s'dir. ODEON firması yapılacak olan işlem için *room setup* penceresinde oda ayarlarının *precision* seçilmesi ve bu ayar seçildikten sonra *number of late rays* değerinin yarıya düşürülmesini tavsiye eder.

Kalibrasyon işlemine başlamak için ODEON oda akustiği yazılımı *auditorium* veya *combined* sürümlerinden birinde *genetic material optimizer* penceresi açılır ve kalibrasyonda kullanılacak *job* (iş) aktive edilir. ODEON firması tanımlanan bütün malzemelerde ses yutma katsayısını optimize etmek/bulmak için belli bir arama alanı kısıtlaması yapılmasını önermektedir. Yazılım bütün malzemeler için varsayılan ses yutma katsayısı arama kısıtlamasını %50 olarak tanımlar. Arama kısıtlama yüzdesi (*search range %*) için tavsiye edilen değerler;

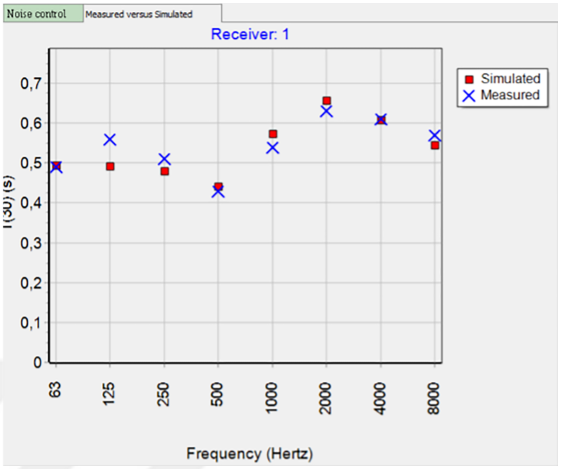
1. Ses yutma katsayısı bilinen ama emin olmayan malzemeler için %40 – %50
2. Ses yutma katsayısı bilinmeyen malzemeler için %70 – 90
3. Ses yutma katsayısının bilinmediği ve olağanüstü durumlarda %100

Error as functon of generations kısmındaki hata oranı düşmeye başladıkça hedeflenen ses yutma katsayısına ulaşıldığı gözlemlenmektedir. Bu durumda kalibrasyon

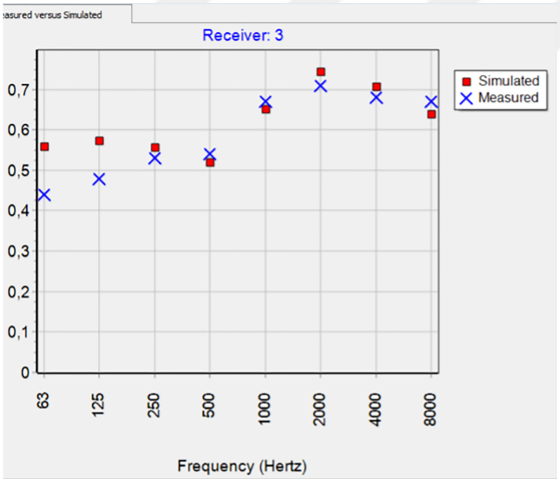
sonlandırılır. Kalibrasyon çıktıları *job list* penceresinde bulunan *multi point response parameters* penceresindeki *measured versus simulated* sekmesinden gözlemlenebilir.



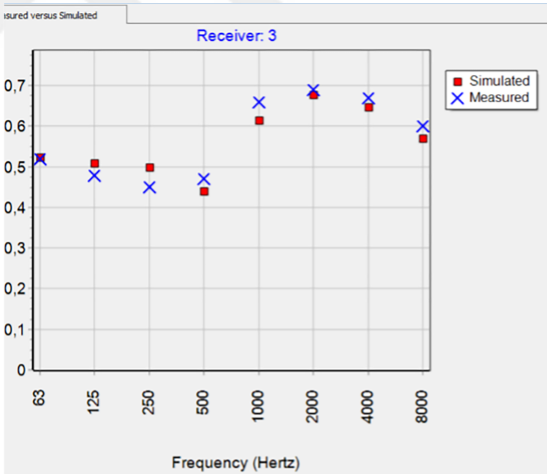
Şekil 6- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 2 EDT.



Şekil 7- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 2 T_{30}.



Şekil 8- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 3 EDT.

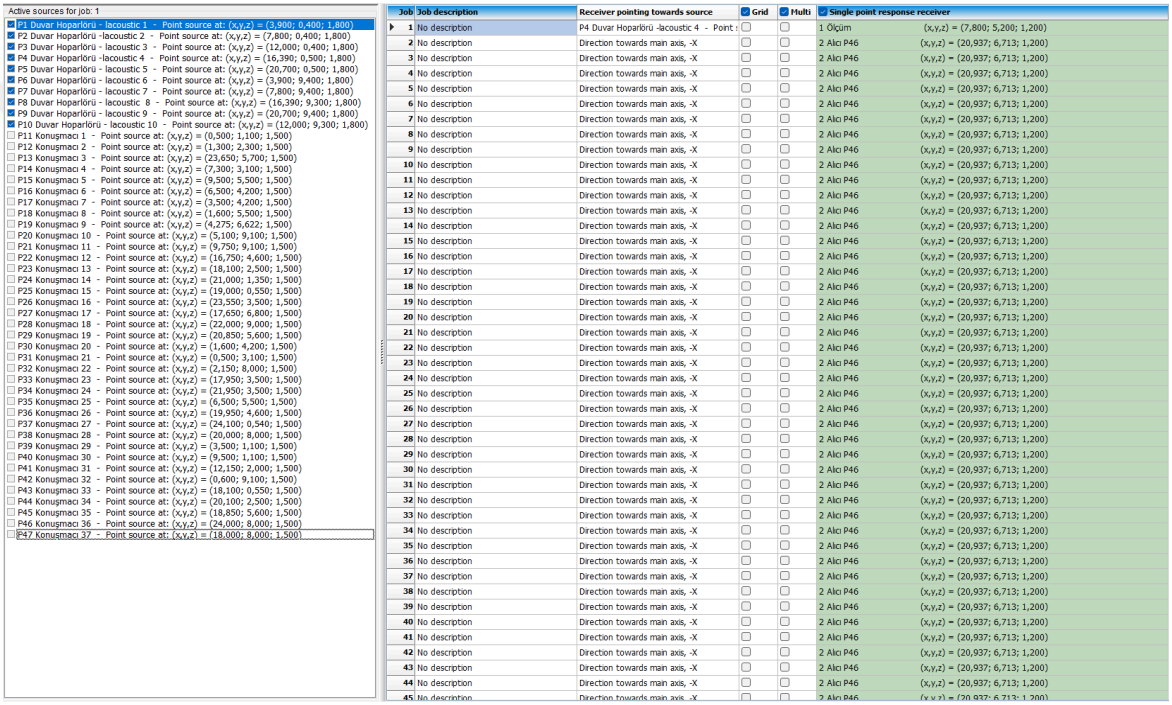


Şekil 9- Kalibrasyon çıktısı, Alıcı Noktası 3 T_{30}.

4.3 Akustik Simülasyonda Kaynak ve Alıcıların Yerleşimleri

İşitsel modelleme (*auralisation*) oluşturulmadan önce kaynak ve alıcı lokasyonları belirlenmelidir. Konuşmacı lokasyonları belirlenirken her masada sadece bir kişinin konuştuğu kabul edilmiştir. Bundan dolayı mekândaki oturma kapasitesinin %25'i

olan 37 kişi konuşmacı olarak belirlenmiş ve her masaya bir konuşmacı olacak şekilde kaynaklar yerleştirilmiştir. Bu şekilde mekânın %50 doluluk oranındaki normal bir konuşma etkinliğini yansıtmak amaçlanmıştır. Mekândan elde edilecek verilerin daha doğal ve doğru sonuç vermesi için 37 kişinin yarısı normal, diğer yarısı ise yükseltilmiş vokal eforuna sahip olacak şekilde kaynaklar ayarlanmıştır. Alıcılar ve kaynakların yerden yüksekliği ISO 3382-1'e göre ayarlanmıştır. Aşağıdaki şekilde ODEON'da yapılan simülasyonların tanımlandığı *job list* penceresinin görseli yer almaktadır.

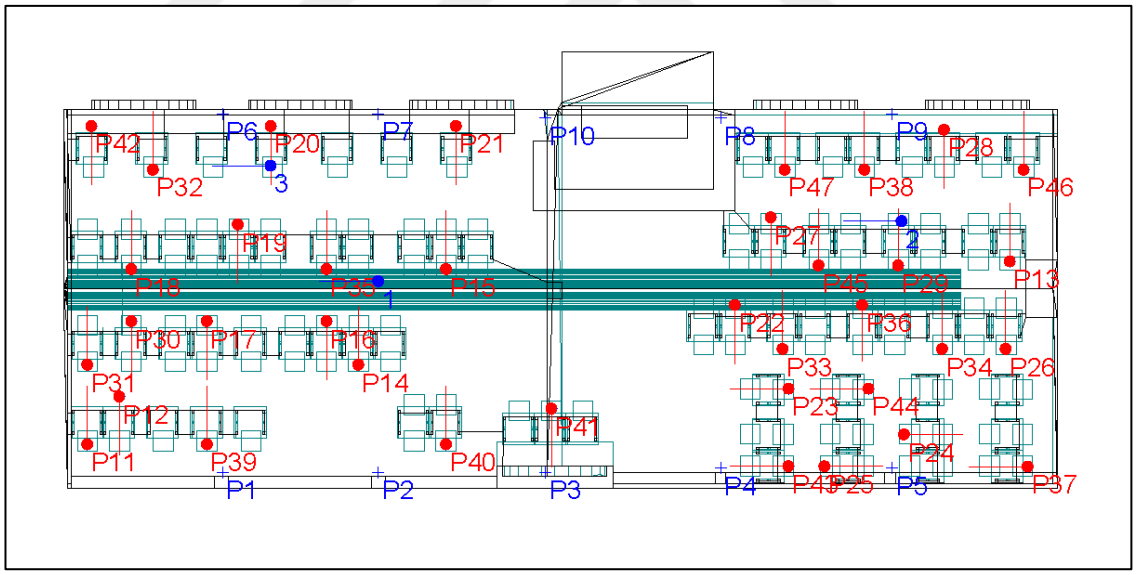


Şekil 10- ODEON oda akustiği yazılımı, *job list* penceresi.

İlk sütunda kaynaklar görünmektedir, bu çalışmada P1-P10 arası bütün kaynaklar duvar-tavan hoparlörleridir. Job 1, 1. Ölçüm noktası, hoparlörlerden (P1-P10) gelen ses enerjisinin belirlenen müzik seviyeleriyle uyuşmasına baktığımız bölümdür. Geriye kalan Job 2-47 ise mevcut bütün kaynaklar teker teker 2. Alıcı ve 3. Alıcı lokasyonuna gönderilmiştir.

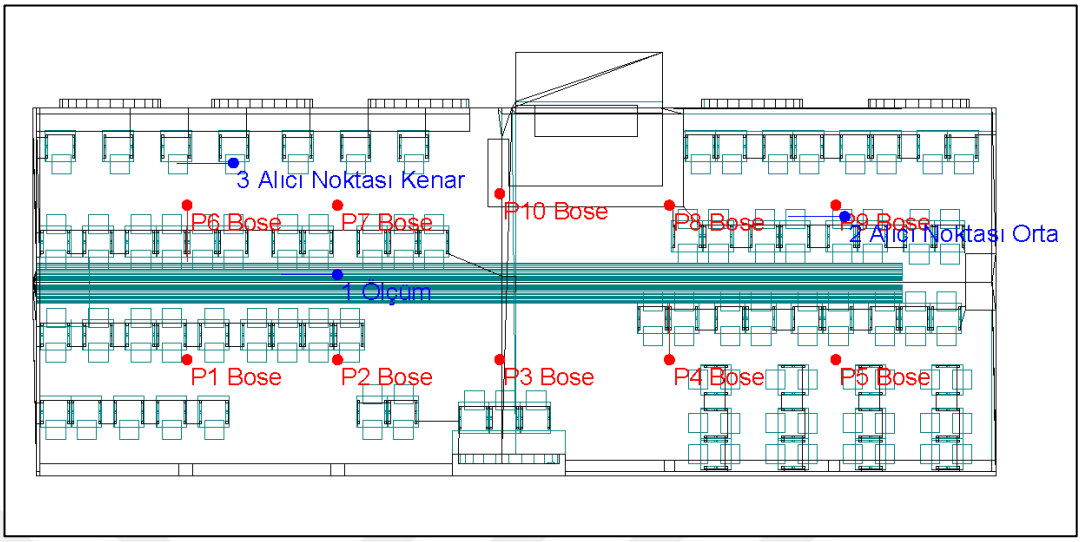
Tablo 13- Akustik simülasyon ölçüm sonuçları, ölçüm noktası 1, SPL_A ve STI.

Akustik Simülasyon Ölçüm Sonuçları, Ölçüm Noktası 1, SPL_A ve STI					
Hoparlör		**SPL_A, dB**	**STI (Kadın)**	**STI (Erkek)**	**STI Değerlendirmesi**
BOSE EdgeMax EM180	69 dB	69	0,71	0,70	B
	72 dB	72			
	75 dB	75			
	78 dB	78			
	81 dB	81			
L-Acoustics 5XT	69 dB	69	0,70	0,70	B
	72 dB	72			
	75 dB	75			
	78 dB	78			
	81 dB	81			

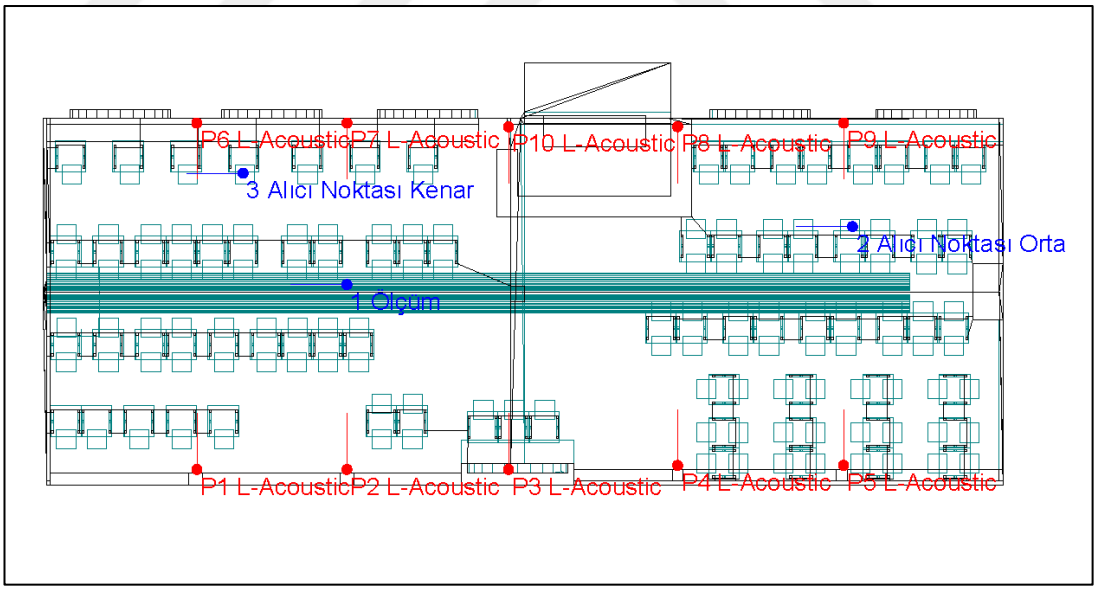


Şekil 11- Konuşmacı lokasyonları (P19-P47) ve alıcı lokasyonları (1-3).

Bu çalışmada İki farklı hoparlör modeli kullanılmıştır. İlki BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü, ikincisi ise L-Acoustics 5XT duvar hoparlörüdür.



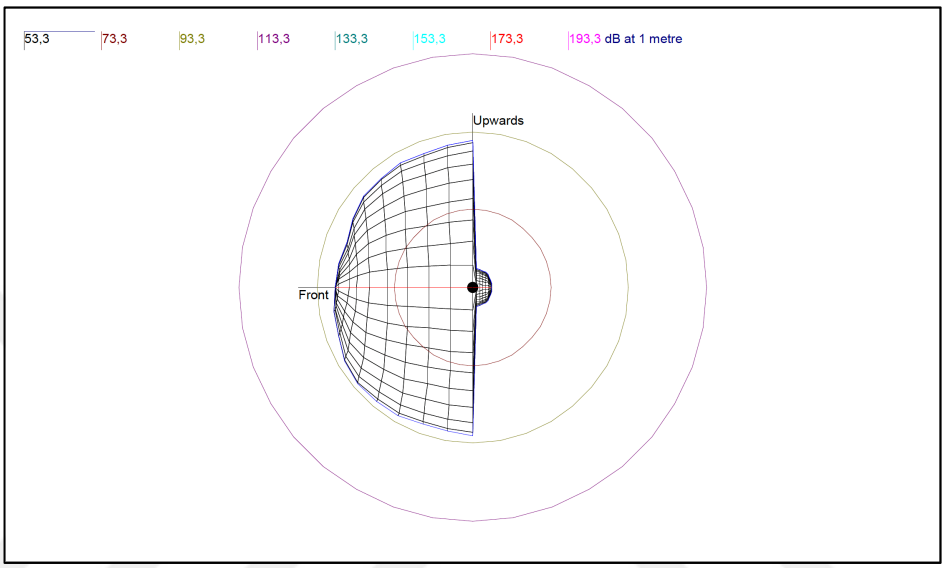
Şekil 12- BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü için kaynak lokasyonları. Alıcı Noktası Orta (2), Alıcı Noktası Kenar (3).



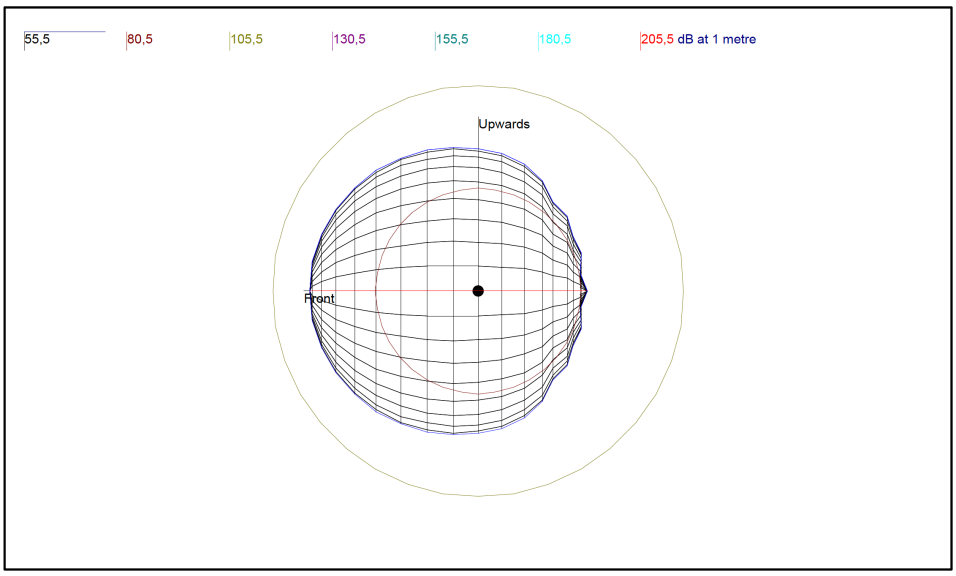
Şekil 13- L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü için kaynak lokasyonları. Alıcı Noktası Orta (2), Alıcı Noktası Kenar (3).

4.3.1 Akustik Simülasyonda Kullanılan Hoparlörlerin Özellikleri

Bu hoparlörlerin yönelme diyagramlarını incelediğimizde 1 kHz'de BOSE EdgeMax EM180 hoparlörü sesi tekil bir yönde ortama iletirken, 1 kHz'de L-Acoustics 5XT hoparlörü, sesi ortama çok yönlüye yakın bir şekilde iletmektedir.



Şekil 14- BOSE EdgeMax EM180 hoparlörü yönelme diyagramı (1 kHz).



Şekil 15- L-Acoustics 5XT hoparlörü yönelme diyagramı (1 kHz).

Tablo 14- BOSE EdgeMax EM180 hoparlör özellikleri.

BOSE EdgeMax EM180 Hoparlör Özellikleri		
Frekans alanı (-10 dB)	45 – 20000 Hz	
Güç kapasitesi, uzun süreli sürekli	150 W	
Hesaplanan maksimum SPL @ 1 m, sürekli	115 dB	
Nominal kapsama örüntüsü	90° yatay × 75° dikey (asimetrik, duvara referansla 0° – 75°)	
Elektro akustik dönüştürücü	Düşük frekans	1 x 8 inç, 1 x 1,5 inç
	Yüksek frekans	1x 1,3 inç
Nominal empedans	8 Ω	

Tablo 15- L-Acoustics 5XT hoparlör özellikleri.

L-Acoustics 5XT Hoparlör Özellikleri		
Frekans alanı (-10 dB)	95 Hz – 20 kHz	
Güç kapasitesi, uzun süreli sürekli	95 W	
Maksimum ses basınç seviyesi	121 dB	
Nominal örüntü	110°	
Elektro akustik dönüştürücü	Düşük frekans	1 x 8 inç, 1 x 1,5 inç
	Yüksek frekans	1x 1,3 inç
Nominal empedans	16 Ω	

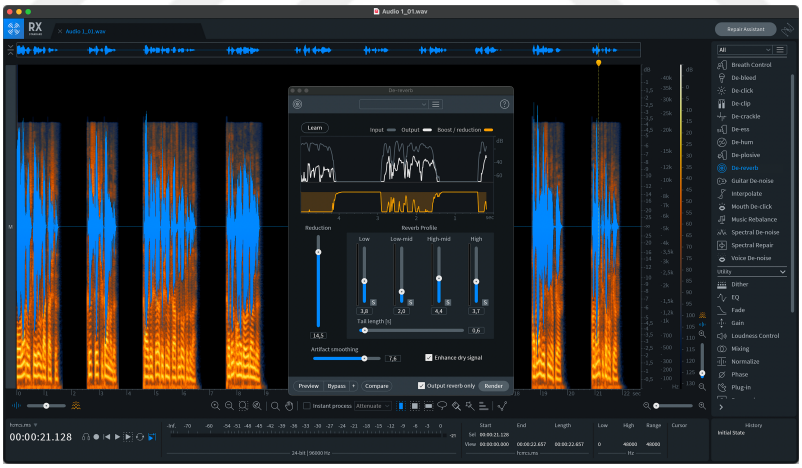
4.4 İşitsel Modelleme, *Auralisation*

> "Mendel Kleiner tarafından icat edilen işitsel modelleme (*auralisation*) terimi şu şekilde tanımlanmaktadır: İşitsel modelleme, bir kaynağın bir mekândaki ses alanını, fiziksel veya matematiksel modelleme yoluyla, modellenen mekândaki belirli bir pozisyonda iki kulaklı dinleme (*binaural listening*) deneyimini simüle edecek şekilde işitilebilir hale getirme sürecidir." (Odeon Room Acoustics Software User's Manual Version 15, 2018: 182).

4.4.1 İşitsel Modellemede Kullanılacak Olan Ses Dosyalarının Hazırlanması

İşitsel modellemede kullanılacak olan ses dosyalarında anlaşılırlığı ölçmede kullanılan konuşmacının sesi gerçek anekoik ortamda kaydedilmiş kayıtlardır. Ortamdaki diğer konuşma sesleri çok az yankıya sahip ortamda kaydedilmiştir. Bu kayıtlarda bazı *reverb* problemleri mevcuttur. Bunun önüne geçmek için bu ses kayıtları iZotope RX8 Standart yazılımında bulunan *de-reverb* işleminden geçirilmiştir. Yapılan işlem sırasıyla;

1. Ses dosyaları iZotope RX8 Standart yazılımında açılır.
2. *De-reverb* eklentisi başlatılır.
3. *De-reverb* eklentisi üzerinde bulunan *learn* düğmesi kullanılarak reverberasyon karakteri program tarafından otomatik olarak öğrenilir.
4. Şekil 16'de görüleceği üzere, kullanıcı tarafından küçük ayarlamalarla en iyi sonuç elde edilmeye çalışılır.



Şekil 16- iZotope RX8 Standart yazılımı, *de-reverb* penceresi.

İşitsel modelleme ve dinleme testinde kullanılacak olan "vokalsiz" parçaların hazırlanması için, vokal kanalı çıkartma işlemi iZotope RX8 Standart yazılımında bulunan *music rebalance* eklentisi ile yapılmıştır. Yapılan işlem sırasıyla;

1. Ses dosyaları iZotope RX8 Standart yazılımında açılır.

2. *Music rebalance* eklentisi başlatılır.

3. *Music rebalance* eklentisi üzerinde bulunan *vocal* kısmı *-inf* değerine ayarlanır. En iyi sonucu elde etmek için *quality*, *best* olarak ayarlanmıştır.



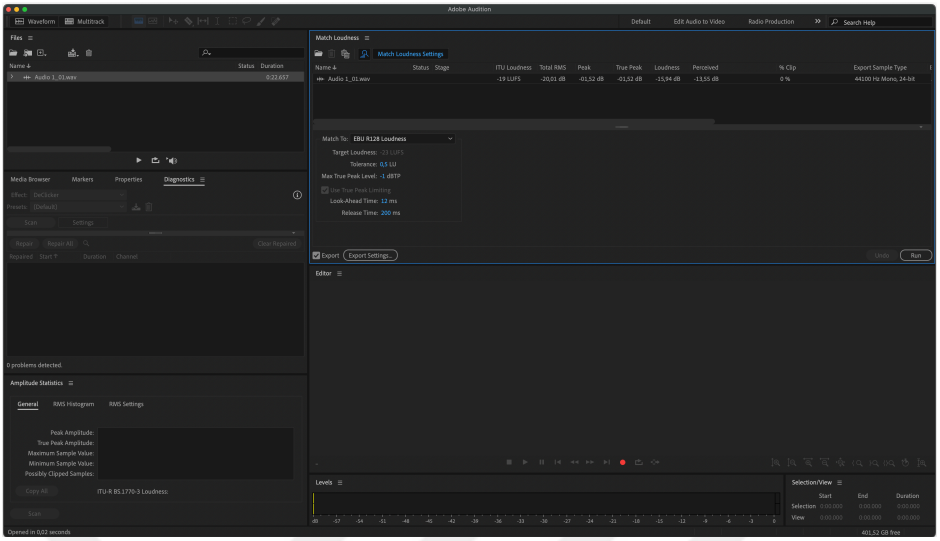
Şekil 17- iZotope RX8 Standart yazılımı, *music rebalance* penceresi.

İşitsel modellemede kullanılacak olan bütün ses dosyaları, EBU R128 Loudness standardına göre ayarlanmıştır. Bunun sebebi ses dosyaları arasındaki gürlük farkının, kulaklık preamfisindeki sabit kazanç değerinden dolayı dinleyicinin aklının karışmasının önüne geçmektir. Bu standart Avrupa Yayın Birliği tarafından yayımlanmıştır. Ses dosyasının EBU R128 Loudness standardına sahip olması için şu özelliklere sahip olması gerekir;

1. Ses dosyası - 23 LUFS (+/- 1 LU) değerine normalize edilir.

2. True peak seviyesi -1dBTP'yi geçemez.

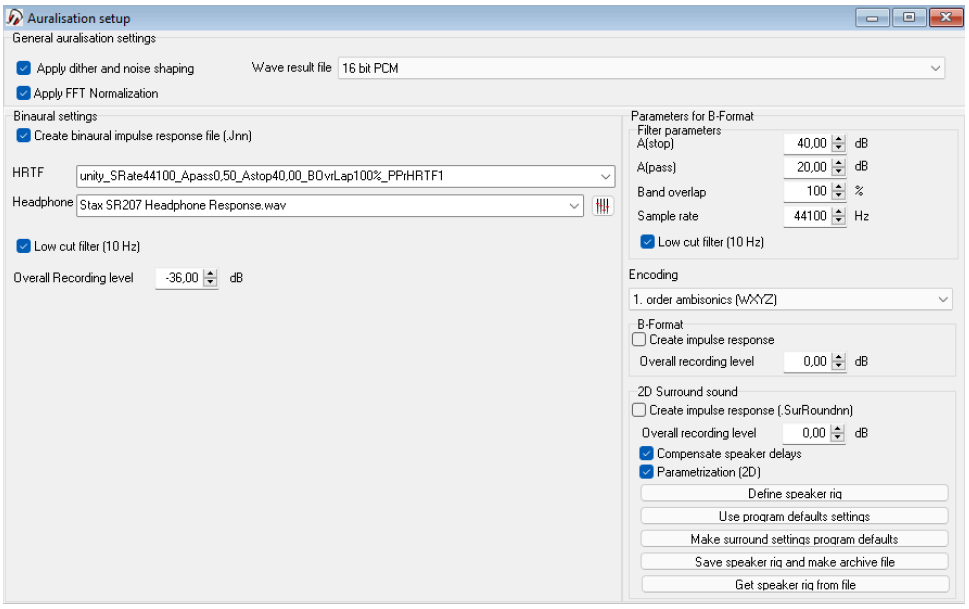
Bu işlem Adobe Audition 2024 yazılımında bulunan *match loudness* eklentisi ile yapılmıştır.



Şekil 18- Adobe Audition 2024 yazılımı, *match loudness* penceresi.

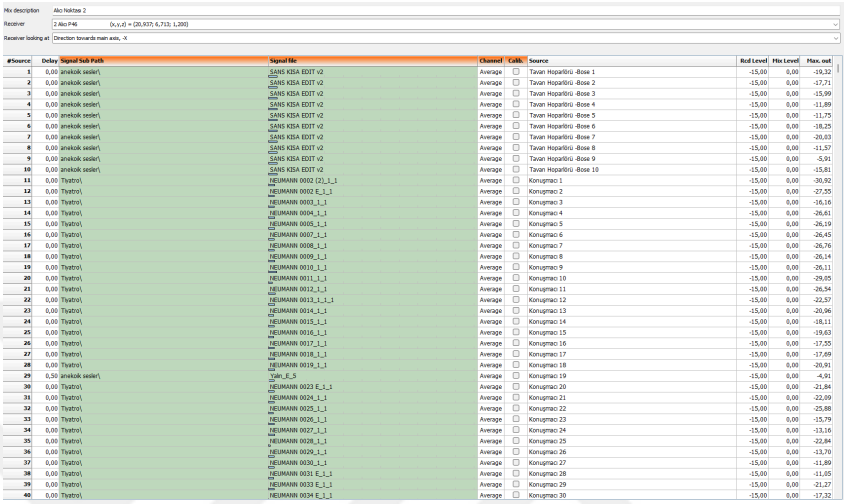
4.4.2 İşitsel Modellemenin Hazırlanması

Dinleme testlerinde kullanılması için işitsel modelleme çıktıları (*wave*) Odeon oda akustiği yazılımında hazırlanmıştır. İşitsel modelleme (*auralisation*) çıktılarının, katılımcılara mekânın akustik yapısının doğru şekilde aktarabilmesi için Odeon oda akustiği yazılımında *auralisation setup* penceresinde belirli ayarların yapılması gerekmektedir.



Şekil 19- ODEON oda akustiği yazılımı, *auralisation setup* penceresi.

Testlerde Stax SR-202 kulaklık ve Stax SRM-212 kulaklık amfisi kullanılmıştır. *Auralisation setup* penceresinde bu kulaklıkla aynı frekans tepkisine sahip olan Stax SR207 seçilmiştir.



Şekil 20- ODEON oda akustiği yazılımı, *auralisation* penceresi.

Alıcı Noktası Orta (2) ve Alıcı Noktası Kenar (3) için anekoik ortamda kaydedilen erkek sesi kullanılmıştır. Hoparlörlerden çalınacak parça olarak Kenan Doğulu, Şans Meleğim parçası ve Stevie Wonder, Part Time Lover parçaları seçilmiştir. Sözlü müziğin, sözsüz müziğe karşı konuşma anlaşılırlığına etkisini incelemek için bu iki parçadan vokal kanalı çıkartılmıştır. Bu şekilde dinleme testinde kullanılacak olan parça sayısı dörde çıkmıştır.

1. Kenan Doğulu, Şans Meleğim,
2. Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz),
3. Stevie Wonder, Part Time Lover,
4. Stevie Wonder Part Time Lover (Vokalsiz).

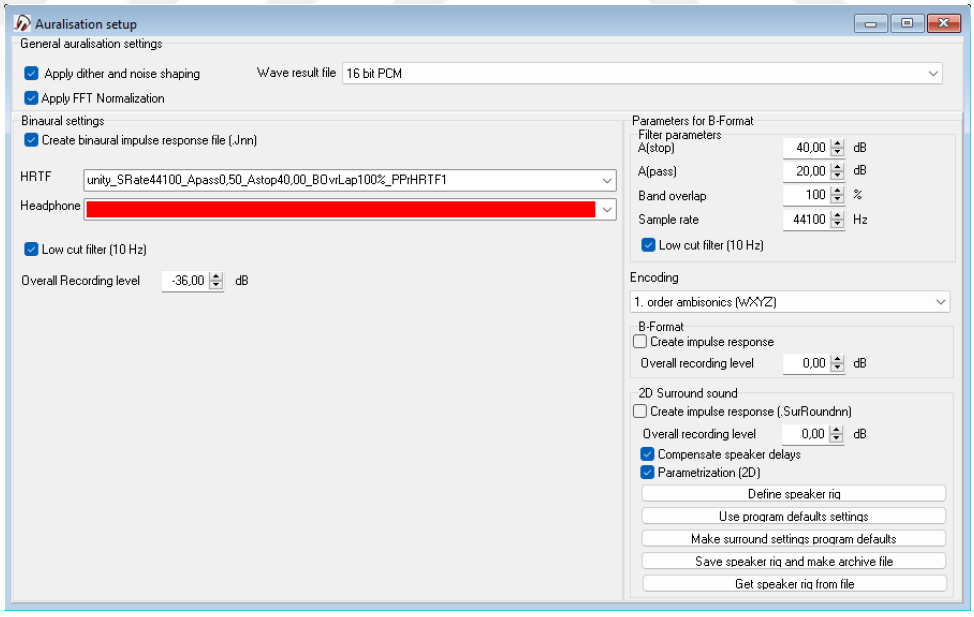
İki farklı hoparlör kurulumu, iki farklı alıcı noktası, beş farklı müzik seviyesi, dört farklı parça olmak üzere toplam 80 adet *wave* formatında çıktı alınmıştır. Müzik seviyeleri ölçüm lokasyonunda 69 dBSPL, 72 dBSPL, 75 dBSPL, 78 dBSPL, 81 dBSPL olacak şekilde ayarlanmıştır.

4.5 Hoparlörlerin, Mekânın Frekans Tepkisi Üzerindeki Etkisi

Frekans tepkisi, temel bir değerlendirme kriteridir. Sisteme veya cihaza uygulanan test sinyali, sistemin veya cihazın sinyale nasıl tepki verdiğini gözlememize olanak sağlar. Genellikle 20 – 20000 Hz arasında gösterilmektedir.

İki farklı hoparlörün, mekânın frekans tepkisi üzerindeki etkisini gözlemlemek için bu çıktılar alınmıştır.

ODEON oda akustiği yazılımında frekans tepkisi almak için Şekil 21'de gösterilen ayarlar kullanılmıştır. *Headphone* (kulaklık) bölümü seçimsiz bırakılmıştır. Frekans tepkisi alırken, kulaklık kısmını seçimsiz bırakmak önemlidir, kulaklık seçili halde alınan sonuçlar kulaklıkların frekans tepkisini de barındıracağından doğru bir sonuç elde edilemez. Bu ayarlar yapıldıktan sonra belirlenen *job* çalıştırılır. *Job* sonuçları ekrana yansıdıktan sonra *load impulse response* butonuna elde edilen *job*, sürükle bırak yapıldığı zaman frekans tepkisi grafiği ekrana gelir.



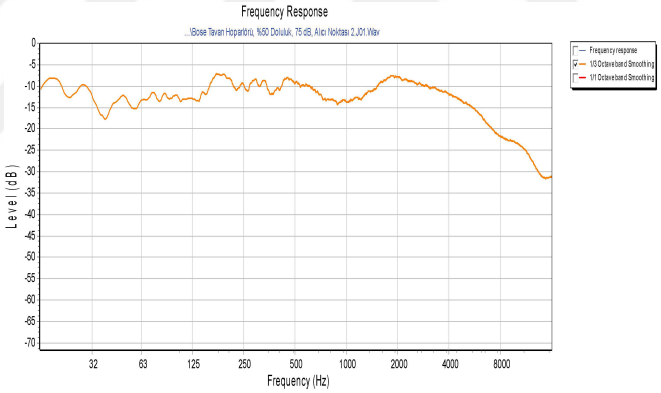
Şekil 21- ODEON oda akustiği yazılımı, *auralisation setup* penceresi, frekans tepkisi almak için yapılan ayarlar.

BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü frekans karakteristiği değerlendirmesi;

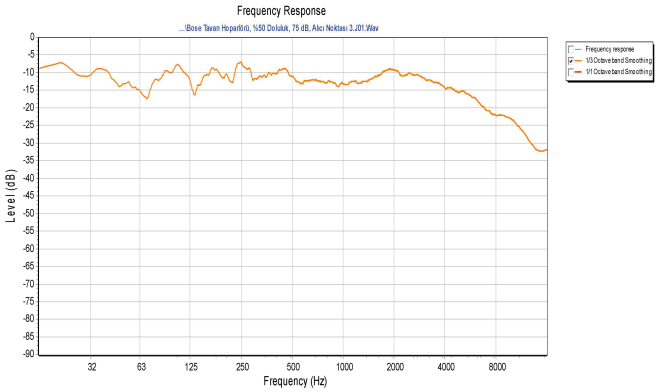
63 Hz - 125 Hz **:** Orta alıcı noktasında bu aralıkta daha güçlü bas frekanslar elde edilirken, kenar alıcı noktasında bas frekanslar daha zayıftır. Bu, mekânda bas frekansların eşit dağılmadığını gösterir.

250 Hz - 2 kHz**:** Orta alıcı noktasında bu frekans aralığında daha dengeli bir performans gözlemlenirken, kenar alıcı noktasında düşüşler görülmektedir. Orta frekanslar, konuşma anlaşılırlığı için kritik olduğundan, bu düşüşler konuşma netliğini olumsuz etkileyebilir.

4 kHz - 8 kHz**:** Hem orta hem de kenar alıcı noktalarında yüksek frekanslarda bir düşüş gözlemlenmektedir. Ancak, kenar alıcı noktasında bu düşüş daha belirgindir. Yüksek frekanslardaki bu düşüş, konuşmanın ve müziğin netliğini azaltabilir.



Şekil 22- BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörünün Alıcı Noktası Orta (2)'de frekans karakteristiği.



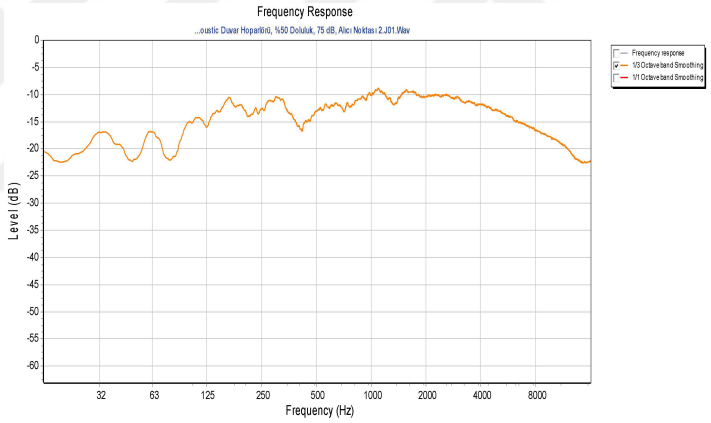
Şekil 23- BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörünün Alıcı Noktası Kenar (3)'de frekans karakteristiği.

L-Acoustics 5-XT duvar hoparlörü frekans karakteristiği değerlendirmesi;

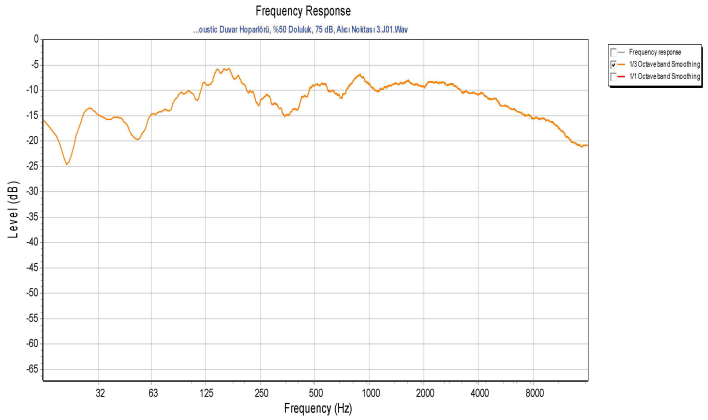
63 Hz - 125 Hz: Orta alıcı noktasında bu frekans aralığında zayıf olup, kenar alıcı noktasında biraz daha güçlüdür, ancak her iki durumda da 63-125 Hz'in frekans tepkisi düşüktür. Bu, mekânda bas frekanslarının zayıf duyulmasına neden olabilir.

250 Hz - 2 kHz: Her iki alıcı noktasında da orta frekanslar dengeli ve güçlüdür. Bu, konuşma anlaşılırlığı ve müziğin genel netliği için olumlu bir özelliktir.

4 kHz - 8 kHz: Her iki alıcı noktasında da bu frekans aralığında belirgin bir düşüş görülmektedir. Orta alıcı noktasında bu düşüş -23 dB seviyesine kadar inerken, kenar alıcı noktasında -20 dB'ye kadar düşmektedir. Bu düşüş, konuşma netliğini ve müziğin ayrıntılarını olumsuz etkiler.



Şekil 24- L-Acoustics 5XT duvar hoparlörünün Alıcı Noktası Orta (2)'de frekans karakteristiği.



Şekil 25- L-Acoustics 5XT duvar hoparlörünün Alıcı Noktası Kenar (3)'de frekans karakteristiği.

5. BÖLÜM
DİNLEME TESTİ VE ANKET ÇALIŞMASI

5. BÖLÜM
DİNLEME TESTİ VE ANKET ÇALIŞMASI

Bu bölümde yapılan dinleme testi hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Testin nerede ve nasıl yapıldığı, kullanılan parçalar, müzik seviyeleri ve elde edilen sonuçların inceleme ve değerlendirmesini kapsar.

5.1 Dinleme Testinin Yapılış Biçimi ve Katılımcıların Bilgilendirilmesi

Dinleme testinin yapılması amacıyla, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi'nde bulunan analog stüdyo sınıfı kullanılmıştır. Katılımcılara test öncesinde dinleme testinin içeriği detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Dinleme testinin detaylı sonuçlarına ise EK: 1'den ulaşılabilir.

İki oturum mevcuttur. İlk oturum Kenan Doğulu, Şans Meleğim ve Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz) parçalarını kapsar. İkinci oturum ise Stevie Wonder Part Time Lover ve Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz) parçalarını kapsar. İki oturumun toplam süresi yaklaşık 30 dakikadır. Katılımcıların duyum algısının korunması ve çalışmanın doğru şekilde sonuçlanması için ikinci oturum, ilk oturumdan 1 hafta sonra yapılmıştır. Toplamda 2 hafta boyunca testler sürmüştür.

İki farklı hoparlör yerleşimi, iki farklı alıcı lokasyonu, 5 farklı müzik seviyesi vardır. Her işitsel modelleme çıktısı (*wave*) ortalama 20 saniyedir ve bu çıktılardan toplam 80 adet vardır. Her çıktı 10'ar adet birbirinden farklı cümle barındırmaktadır.

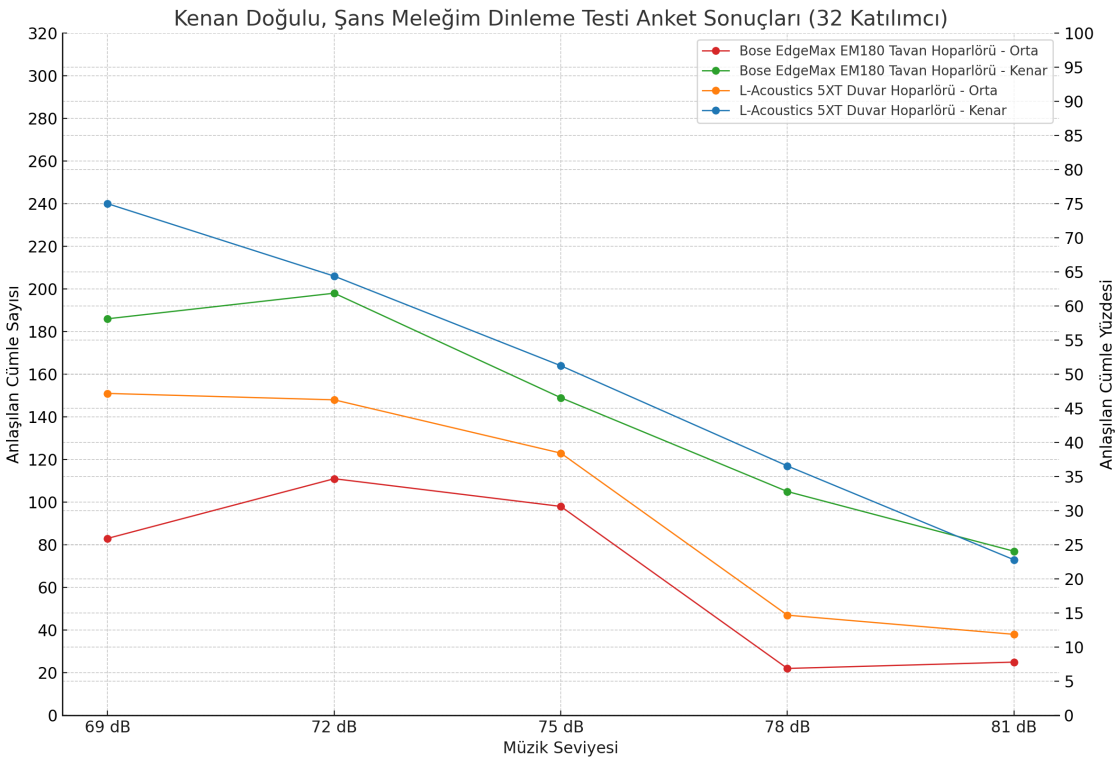
Çalışmanın doğruluğunu sağlamak amacıyla, cümlelerin algılanmasının ve algılanamamasının eşit öneme sahip olduğu belirtilmiştir.

Kulaklık preamfisinin kazanç seviyesi, dinleme testini yürüten kişi tarafından (-23 LUFS) seviyesinde konforlu bir dinleme seviyesi sağlanacak şekilde kişisel algıya göre yapılmıştır. Katılımcıların preamfinin kazanç seviyesine müdahale etmesine izin verilmemiştir.

5.2 Dinleme Testi Anket Sonuçları

5.2.1 İlk Oturum Sonuçları

5.2.1.1 Kenan Doğulu, Şans Meleğim, Dinleme Testi Anket Sonuçları



Şekil 26- Kenan Doğulu, Şans Meleğim, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı).

Tablo 16- Kenan Doğulu, Şans Meleğim, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri.

Müzik Seviyesi	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Orta (2)	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Kenar (3)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Orta (2)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Kenar (3)
69 dB	25,94%	58,13%	47,19%	75,00%
72 dB	34,69%	61,88%	46,25%	64,38%
75 dB	30,63%	46,56%	38,44%	51,25%
78 dB	6,88%	32,81%	14,69%	36,56%
81 dB	7,81%	24,06%	11,88%	22,81%

Şekil-26’da gösterilen grafikte, BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörünün orta alıcı noktası ve kenar alıcı noktasındaki konuşma anlaşılırlık oranlarının 72 dB müzik seviyesinde, 69 dB’e kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. İlk oturumun getirdiği deneyimsizlik, dikkat dağılması ve alışma süreci, konuşma anlaşılırlık oranlarının 69 dB’de düşük olmasına sebep olmuş olabilir. Bu faktörler gelecekteki testlerde dikkate alınmalıdır.

Orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %25,94 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %34,69’a yükselmiş ardından 75 dB'de %30,63’e kadar doğru orantılı bir azalım gösterirmiştir. Yüksek kabul edilen 78-81 dB müzik seviyelerinde ise 78 dB'de %6,8’e ve 81 dB’de %7,81’e anlaşılırlık oranında kritik bir düşüş yaşanmıştır.

Kenar alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %58,13 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %61,88’e yükselmiş ve ardından, 75 dB'de %46,56, 78 dB’de %32,81, 81 dB’de %24,06’ya düşmüştür. 78-81 dB müzik seviyelerindeki anlaşılırlık oranı orta alıcı noktasının sonuçlarına göre nispeten daha yüksek olsa da anlaşılırlık büyük oranda azalmıştır.

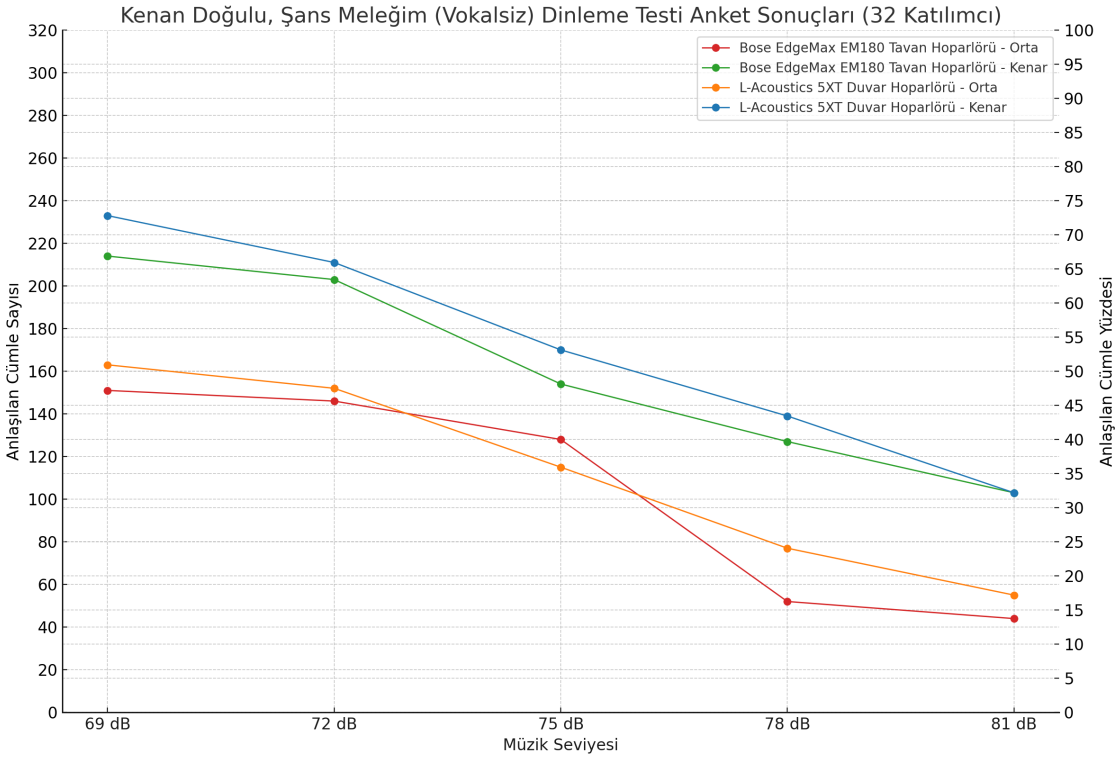
L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü ile yapılan testlerde orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %47,19 anlaşılırlık oranına sahiptir. Anlaşılırlık 72 dB’de %46,25, 75 dB'de %38,44’e kadar doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir. Yüksek kabul edilen 78-81 dB müzik seviyelerinde ise 78 dB'de %14,69, 81 dB’de %11,88 ile anlaşılırlık oranında kritik bir düşüş yaşanmıştır.

Kenar alıcı noktasında ise 69 dB müzik seviyesi %75 anlaşılırlık oranına sahiptir. Anlaşılırlık oranı, 72 dB’de %64,38, 75 dB’de %51,25, 78 dB’de %36,56 ve 81 dB’de %22,81'e doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir.

En iyi konuşma anlaşılırlığı, %75 anlaşılırlık sağlanması sebebiyle 69 dB müzik seviyesinde, L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü, kenar alıcı noktasına aittir.

En kötü konuşma anlaşılırlığı ise %6,88 ile 78 dB müzik seviyesinde, BOSE EdgeMAX EM180 tavan hoparlörü, orta alıcı noktasına aittir.

5.2.1.2 Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz), Dinleme Testi Sonuçları



Şekil 27- Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı).

Tablo 17- Kenan Doğulu, Şans Meleğim (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri.

Müzik Seviyesi	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Orta (2)	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Kenar (3)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Orta (2)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Kenar (3)
69 dB	47,19%	66,88%	50,94%	72,81%
72 dB	45,63%	63,44%	47,50%	65,94%
75 dB	40,00%	48,13%	35,94%	53,13%
78 dB	16,25%	39,69%	24,06%	43,44%
81 dB	13,75%	32,19%	17,19%	32,19%

BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü ile yapılan testlerde, orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %47,19 anlaşılırlık oranına sahiptir. Anlaşılırlık oranı 72 dB'de %45,63 olan anlaşılırlık oranı, 75 dB'de %40'a doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir. Yüksek ses seviyelerinde (78 dB ve 81 dB), anlaşılırlık oranları %16,25, %13,75'e kadar düşmüştür.

Kenar alıcı noktası ise 69 dB müzik seviyesinde %66,88 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %63,44, 75 dB'de %48,13, 78 dB'de %39,69 ve 81 dB'de %32,19'a kadar doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir.

L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü ile yapılan testlerde de benzer bir eğilim vardır. Orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %50,94 anlaşılırlık oranına sahiptir. Anlaşılırlık, 72 dB'de %47,50, 75 dB'de %35,94, 78 dB'de %24,06 ve 81 dB'de %17,19'a kadar doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir.

Kenar alıcı noktasında ise 69 dB müzik seviyesi %72,81 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %65,94, 75 dB'de %53,13, 78 dB'de %43,44 ve 81 dB'de %32,19'a düşmüştür.

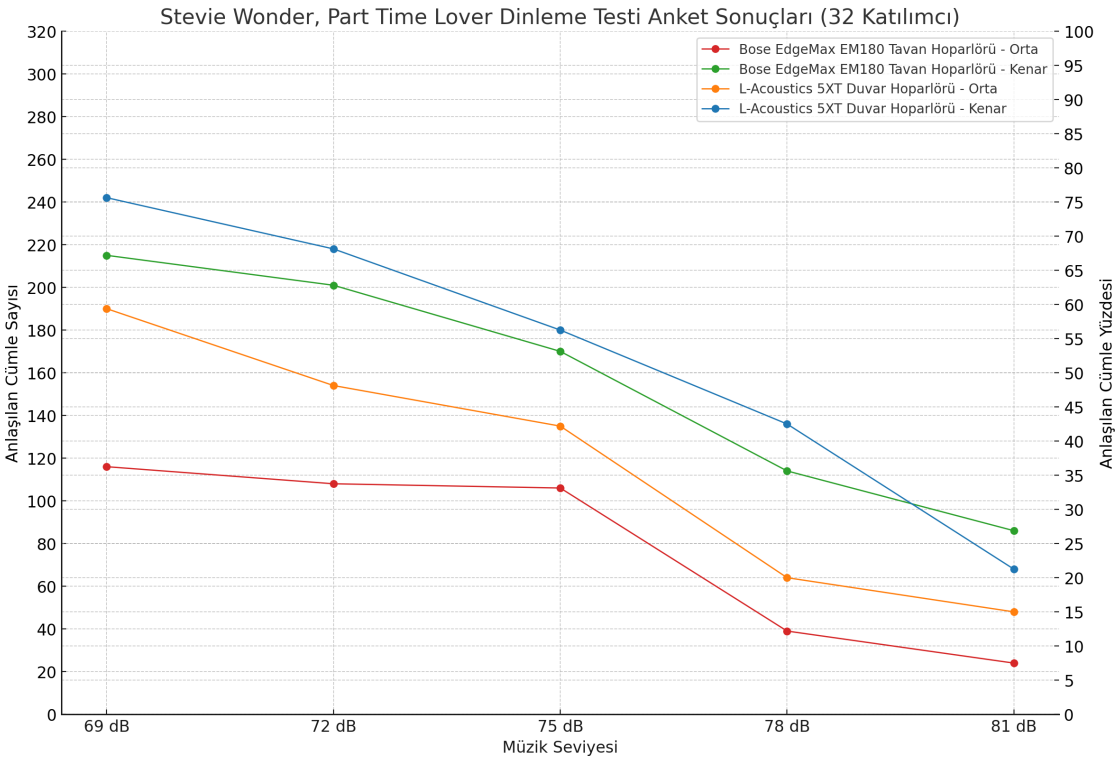
Parçanın vokalsiz olması, alıcı noktasının kenar ve müzik seviyesinin düşük olması anlaşılabilirlik oranlarını önemli ölçüde olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. Vokalin bu parçadan çıkarılması, katılımcıların sadece konuşmacının söylediklerine odaklanmasını kolaylaştırmış, bu sayede yüksek anlaşılabilirlik oranları elde edilmiş olabilir.

En iyi konuşma anlaşılırlığı, %72,81 anlaşılırlık sağlanması sebebiyle 69 dB müzik seviyesinde, L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü, kenar alıcı noktasına aittir.

En kötü konuşma anlaşılırlığı ise %13,75 ile 81 dB müzik seviyesinde, BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü, orta alıcı noktasına aittir.

5.2.2 İkinci Oturum Sonuçları

5.2.2.1 Stevie Wonder, Part Time Lover, Dinleme Testi Sonuçları



Şekil 28- Stevie Wonder, Part Time Lover, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı).

Tablo 18- Stevie Wonder, Part Time Lover, dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri.

Müzik Seviyesi	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Orta (2)	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Kenar (3)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Orta (2)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Kenar (3)
69 dB	36,25%	67,19%	59,38%	75,63%
72 dB	33,75%	62,81%	48,13%	68,13%
75 dB	33,13%	53,13%	42,19%	56,25%
78 dB	12,19%	35,63%	20,00%	42,50%
81 dB	7,50%	26,88%	15,00%	21,25%

BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü ile yapılan testlerde, orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %36,25 anlaşılırlık oranına sahiptir. 72 dB'de %33,75, 75 dB'de %33,13 anlaşılırlık oranı sağlanarak, anlaşılırlık oranı üstünde çok az farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek ses seviyelerinde (78 dB ve 81 dB), anlaşılırlık oranları %12,19, %07,50'ye kadar düşmüştür.

Kenar alıcı noktası ise 69 dB müzik seviyesinde %67,19 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %62,81, 75 dB'de %53,13, 78 dB'de %35,63 ve 81 dB'de %26,88'e kadar doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir.

L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü ile yapılan testlerde 69 dB müzik seviyesi %59,38 anlaşılırlık oranına sahiptir. Anlaşılırlık 72 dB'de %48,13, 75 dB'de %42,19'a doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir. Yüksek kabul edilen 78-81 dB müzik seviyelerinde ise 78 dB'de %20 ve 81 dB'de %15'e anlaşılırlık oranında kritik bir düşüş yaşanmıştır.

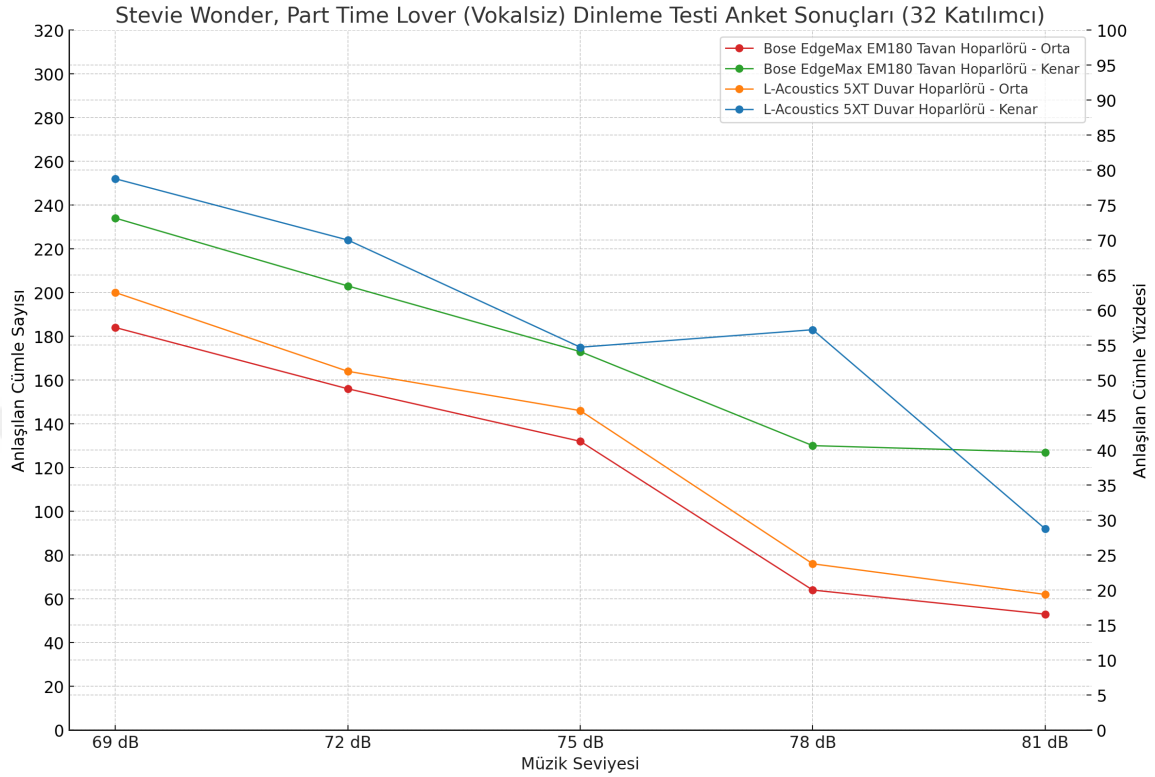
Kenar alıcı noktasında ise 69 dB müzik seviyesi %75,63 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %68,13, 75 dB'de %56,25, 78 dB'de %42,50 ve 81 dB'de %21,25'e düşmüştür.

En iyi konuşma anlaşılırlığı, %75,63 anlaşılırlık sağlanması sebebiyle 69 dB müzik seviyesinde, L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü, kenar alıcı noktasına aittir.

En kötü konuşma anlaşılırlığı ise %7,50 ile 81 dB müzik seviyesinde, BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü, orta alıcı noktasına aittir.

Katılımcıların ana dilinin Türkçe olması, Stevie Wonder, Part Time Lover parçasının dinleme testinde, katılımcıların vokale değil de konuşmacıya odaklanması, dikkat dağınıklığının en aza indirgenmesi sağlanmış ve konuşmaların en iyi şekilde anlaşılmasına sebep olmuş olabilir.

5.2.2.2 Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz), Dinleme Testi Sonuçları



Şekil 29- Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı).

Tablo 19- Stevie Wonder, Part Time Lover (Vokalsiz), dinleme testi anket sonuçları (32 katılımcı) anlaşılan cümle yüzdeleri.

Müzik Seviyesi	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Orta (2)	BOSE EdgeMax EM180 Alıcı Noktası Kenar (3)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Orta (2)	L-Acoustics 5XT Alıcı Noktası Kenar (3)
69 dB	57,50%	73,13%	62,50%	78,75%
72 dB	48,75%	63,44%	51,25%	70,00%
75 dB	41,25%	54,06%	45,63%	54,69%
78 dB	20,00%	40,63%	23,75%	57,19%
81 dB	16,56%	39,69%	19,38%	28,75%

BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü ile yapılan testlerde, orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %57,50 anlaşılırlık oranına sahiptir. 72 dB'de %48,75, 75 dB'de

%41,25’e anlaşılırlık oranı doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir. Yüksek ses seviyelerinde (78 dB ve 81 dB), anlaşılırlık oranları %20, %16,56’ya kadar düşmüştür.

Kenar alıcı noktası ise 69 dB müzik seviyesinde %73,13 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB'de %63,44, 75 dB'de %54,06, 78 dB'de %40,63 ve 81 dB’de %39,69’a kadar doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir.

L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü ile yapılan testlerde de benzer bir eğilim vardır. Orta alıcı noktası 69 dB müzik seviyesinde %62,50 anlaşılırlık oranına sahiptir. Anlaşılırlık, 72 dB’de %51,25, 75 dB'de %45,63, 78 dB'de %23,75 ve 81 dB’de %19,38’e kadar doğru orantılı şekilde azalım göstermiştir.

Kenar alıcı noktasında ise 69 dB müzik seviyesi %78,75 anlaşılırlık oranına sahiptir. Bu oran, 72 dB’de %70, 75 dB’de %54,69, 78 dB’de %57,19 ve 81 dB’de %28,75'e düşmüştür.

En iyi konuşma anlaşılırlığı, %78,75 anlaşılırlık sağlanması sebebiyle 69 dB müzik seviyesinde, L-Acoustics 5XT duvar hoparlörü, kenar alıcı noktasına aittir.

En kötü konuşma anlaşılırlığı ise %16,56 ile 81 dB müzik seviyesinde, BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörü, orta alıcı noktasına aittir.

5.3 Dinleme Testi Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

Bu çalışma, farklı iki farklı hoparlör tipini, parçanın vokalli/vokalsiz olması durumunu, dinleyicinin anadilinin konuşma anlaşılırlığı konusunda etkisini, beş farklı müzik seviyesi ve iki farklı alıcı noktasında incelemiş ve değerlendirmiştir.

Genel değerlendirme kapsamında, düşük müzik seviyesi konuşma anlaşılırlığını olumlu etkilemiş, duvar tipi hoparlör bu mekân nezdinde konuşma anlaşılırlığında daha iyi sonuç alınmasına sebep olmuştur. Vokalsiz parçaların, konuşma anlaşılırlığı üzerindeki olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Anadilin, dinlenen parçadaki vokalle aynı olması durumunda dikkat dağınıklığına sebebiyet verebileceği hipotezi ortaya konmuştur.

Tablo 20- Dinleme testi, anlaşılırlık oranlarının genel değerlendirmesi.

	Anlaşılan Cümle Sayısı	**Anlaşılan Cümle Yüzdesi**
Kenan Doğulu - Şans Meleğim	2361	36,89%
Kenan Doğulu - Şans Meleğim (Vokalsiz)	2740	42,81%
Stevie Wonder - Part Time Lover	2614	40,84%
Stevie Wonder - Part Time Lover (Vokalsiz)	3030	47,34%

5.3.1 Dinleme Testi Sonuçlarının Müzik Seviyesi Bağlamında Değerlendirilmesi

69 dB müzik seviyesinde en iyi sonuçlar elde edilmiş, 75 dB'de anlaşılırlık oranlarında bir kırınım meydana gelerek anlaşılırlıkta azalım başlamıştır. Yüksek ses seviyeleri (78-81 dB) ise anlaşılırlığı olumsuz etkilemiştir.

5.3.2 Dinleme Testi Sonuçlarının Dil Faktörü Bağlamında Değerlendirilmesi

Kenan Doğulu, Şans Meleğim parçasının sonuçlarına göre, katılımcıların ana dilinin Türkçe olması ve bu testte şarkının vokaliyle, konuşmacının aynı dilde olması katılımcıların her iki kaynağa da odaklanmalarını zorlaştırmış ve anlaşılırlık oranlarının düşmesine neden olmuş olabilir. Yüksek ses seviyelerinde, bu dikkat dağıtıcı etki daha belirgindir.

Stevie Wonder, Part Time Lover parçasından elde edilen sonuçlara göre, katılımcıların ana dilinin Türkçe olması, katılımcıların vokale değil de konuşmacıya odaklanmasını kolaylaştırmış olabilir. Bu durum, dikkat dağınıklığının en aza indirgenmesini sağlamış ve konuşmaların en iyi şekilde anlaşılmasına sebep olmuş olabilir.

5.3.3 Dinleme Testi Sonuçlarının Vokalli/Vokalsiz Müzik Bağlamında Değerlendirilmesi

Elde edilen sonuçlar vokalsiz müziğin konuşma anlaşılırlığı üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Yüksek müzik seviyelerinde (78-81 dB) vokalsiz parçalar, vokalli parçalara göre daha iyi anlaşılırlık oranına sahiptir. Müzik seviyelerinin genel değerlendirmesinde ise vokalsiz parçalar daha iyi anlaşılırlık oranları elde etmiştir.

5.3.4 Dinleme Testi Sonuçlarının Hoparlör Türü Bağlamında Değerlendirilmesi

Dinleme testi sonuçlarına göre yüksek müzik seviyeleri, her iki hoparlör türünde de anlaşılabilirliği ciddi şekilde azaltmıştır. Bununla beraber L-Acoustics 5XT duvar hoparlörleri, genel olarak BOSE EdgeMax EM180 tavan hoparlörlerine kıyasla daha yüksek anlaşılırlık oranları sağlamıştır. Bunun belirgin sebebi Şekil 22,23,24 ve 25 de verilen frekans tepkilerinde görülebilmektedir. Odadaki alıcı noktalarında hoparlörlerin yarattığı frekans tepki grafikleri incelendiğinde BOSE hoparlörlerle alıcı noktalarında bas frekanslarının L'Acoustics hoparlörlere göre 32Hz'de yaklaşık 7 dB, 63Hz'de ise 3 dB daha fazla olduğu görülmekte ve 32-63 Hz arasındaki frekanslarında da BOSE hoparlörlerde hem daha düzenli hem de daha yüksek olduğu görülmektedir. Bas frekansların konuşma anlaşılırlığını düşürdüğü varsayımı ile uyuşan bu frekans tepki grafikleri sonuçları dikkate değerdir ve yeni çalışmalarla incelenmesi gereken bir konudur. Bu bulgular, hoparlör türünün ve hoparlörlerin frekans tepkilerinin konuşma anlaşılırlığı üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen simülasyon ve dinleme testlerinin değerlendirilmesi neticesinde elde edilen bulgular şu sonuçları ortaya çıkarmaktadır.

- Restoranlar vb. müşterilerin arka plan gürültüsü ve elektro-akustik sistemlerle ortama yayılan arka plan müziğine maruz kaldığı kapalı mekanlarda, konuşma anlaşılırlığını artırmak için ses seviyesinin optimize edilmesi gerekmektedir.

- Literatürde aktarıldığı üzere, 68,6 dB, L_{Aeq} arka plan müzik seviyesi yüksek müzik seviyesi olarak belirlenmiş ve katılımcılar bu seviyeyi olumsuz değerlendirmiştir (Maruyama, vd, 2020). Araştırmacılar, 75 dB ≥ arka plan müzik seviyesinde, çalışanların rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. (Biswas, Lund ve Szocs, 2018). Araştırmacılar, nispeten yüksek gürültü seviyesinin (örneğin 76 dB_A) hafif/orta derecede rahatsız edici bir tepkiye yol açtığını belirtmişlerdir. (Nielsen, vd, 2016). Araştırmacılar, 80 $dB_A \geq$ arka plan müzik seviyesinin restoran yönetimi ve müşteriler tarafından kabul edilemez olduğu belirtilmiştir. (Harrington, Ottenbacher ve Treuter, 2015). Anket sonuçlarına göre, en iyi konuşma anlaşılırlığı 69 dBSPL'de sağlanmıştır.

  Anket sonuçlarına göre, literatür çalışmasındaki restoranlar 69 dB arka plan müzik seviyesini "yüksek" olarak belirlemiştir. Fakat bu tezde belirlenen 69 dBSPL, çalışılan restorandaki genel müzik seviyesinin yüksek olması itibariyle "en düşük" arka plan müzik seviyesidir, en iyi konuşma anlaşılırlık değeri 69 dBSPL'de elde edilmiştir. 75 dBSPL'de konuşma anlaşılırlık oranlarında bir kırılma meydana gelmiş ve anlaşılırlıkta azalma başlamıştır, literatürdeki verilerle uyumludur. 78-81 dBSPL'de ise konuşma anlaşılırlık seviyelerinin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir, literatürdeki verilerle uyumludur. Yüksek arka plan müzik seviyesinin anket sonuçlarını olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Yüksek arka plan müzik seviyesi sonuçları incelendiğinde bu veri uyuşmaktadır.

- Daha yüksek anlaşılabilirlik oranları elde etmek için, düşük müzik seviyelerinin yanında vokalsiz (enstrümental) müzik türleri tercih edilmelidir.

- Müzikte işitilen vokalin anadilde olup olmamasının konuşma anlaşılırlığına olumsuz etkisi olabileceği varsayımıyla mümkünse çalınan müziklerin yabancı dillerde tercih edilmesi önerilmektedir. İlerleyen dönemde yapılacak yeni araştırmalarla müzikte vokal dili ve bu müziğe bağlı konuşma anlaşılırlığı performansı ilişkisinin ortaya konulması planlanmaktadır.

- Hoparlör yerleşimi (tavan ve duvar hoparlörleri bağlamında) konuşma anlaşılırlığını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu çalışma özelinde duvar hoparlörleri ve tavan hoparlörleri ile çalınan müzik sinyalleri etkisinde konuşma anlaşılırlığı performanslarına bakıldığında, duvar hoparlörlerinin konuşmacı ve dinleyici arasında daha iyi konuşma anlaşılırlığına imkân sağladığı görülmüştür. Bunun önemli bir sebebi alıcı noktalarında BOSE hoparlörün oluşturduğu bas frekans yoğunluğunun L'Acoustics hoparlörden daha yüksek olmasıdır. Bas frekansların genliğinin artmasıyla konuşma anlaşılırlığının da olumsuz etkilendiği görülmektedir. İlerleyen çalışmalarda daha fazla çeşitlilikte hoparlör, hoparlör yerleşimi ve bas frekans etkisinin detaylı çalışmalarla araştırılması planlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen araştırma ve deneylerin sonuçlarına göre, bir restoranda iyi konuşma anlaşılırlığı performansının sağlanabilmesi için:

- Arka plan müzik seviyesinin restoran genelinde 69 dBSPL'in altında tutulması,

- Konuşma anlaşılırlığının ön planda tutulduğu restoranlarda müzik yayını için duvar tipi hoparlörlerin kullanılması,

- Kullanılacak hoparlörlerin 125 Hz altındaki bas frekanslarının filtrelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Genel Başvuru Kaynakları

Akustik Terimler Sözlüğü, (2022). İstanbul: Hiperyayın

Kitaplar

DURMAZ, Serhat (2020). Temel Bina Akustiği, İstanbul : Cinius Yayınları

Makaleler

BERANEK, Leo (2011). "The sound strength parameter G and its importance in evaluating and planning the acoustics of halls for music", *Journal of the Acoustical Society of America*, Cilt 129, Sayı 5, Mart 2011, ss. 3020-3026.

BİSWAS, Dipyan, LUND, Kaisa, SZOCZ, Courtney (2018). "Sounds like a healthy retail atmospheric strategy: Effect of ambient music and background noise on food sales", *Journal of the Academy of Marketing Science*, Cilt 47, Nisan 2018, ss. 37-55.

CHEN, Xi, KANG, Jian (2017). "Acoustic Comfort in Large Dining Spaces", *Applied Acoustics*, Cilt 115, Ocak 2017, ss. 166-172.

GUÉGUEN, Nicolas, HÉLÈNE, Le Guellec, JACOB, Céline (2004). "Sound Level Of Background Music and Alcohol Consumption: An Empirical Evaluation", *Perceptual and Motor Skills*, Cilt 99, Sayı 1, Eylül 2004, ss. 34-38.

HARRINGTON, Robert J., OTTENBACHER, Michael C., TREUTER, Anja (2015). "The Musicscape Model: Direct, Mediating, and Moderating Effects in the Casual Restaurant Experience", *International Journal of Hospitality & Tourism Administration*, Cilt 16, Sayı 2, Nisan 2015, ss. 99-121.

MARUYAMA, Naoya, HARİGURİ, Yasuhiro, KAWAİ, Keiji, UEDA, Mari (2020). "Assessing the ease of conversation in multi-group conversation spaces: Effect

of background music volume on acoustic comfort in a café", *Building Acoustics*, Cilt 27, Sayı 2, Ocak 2020, ss. 137-153.

MİSTAR, Noor Aini, SULAİMAN, Raha, CHE DİN, Nazli Bin (2020). "A conceptual Framework for Acoustic Comfort Classification in Eatery Places: Critical Reviews of the Determining Factors", *Acoustics Australia*, Cilt 48, Sayı 4, Eylül 2020, ss. 337-348.

NAHİD, Musarrat, HODGSON, Murray (2011). "Prediction of optimal conditions for verbal-communication quality in eating establishment". Journal fo the *Acoustical Society of America*, Cilt 129, Sayı 4, Ocak 2011, ss. 2005-2014.

NOVAK, Christopher C., LA LOPA, Joseph, NOVAK, Robert E. (2010). "Effects of Sound Pressure Levels and Sensitivity to Noise on Mood and Behavioral Intent in a Controlled Fine Dining Restaurant Environment", *Journal of Culinary Science & Technology*, Cilt 8, Sayı 4, Aralık 2010, ss. 191-218.

SHİMOKURA, Ryota (2020). "Appropriate background music in Japanese coffe shops assessed via autocorellation and beats-per-minute analyses", *Journal of Temporal Design in Architecture and the Environment*, Cilt 15, Sayı 1, Aralık 2020, ss. 20-28.

TARLAO, Cythina, FERNANDEZ, Pauline, FRİSSEN, Ilja, & GUSTAVİNO, Catherine. (2021). "Influence of Sound Level on Diners' Perceptions and Behavior in a Montreal Restaurant", *Applied Acoustics*, Cilt 174, Mart 2021,

Konferans Bildirileri

Astolfi, A., Filippi, M. (2004).Good Acoustical Quality in Restaurants: a Compromise Between Speech Intelligibility and Privacy. Proceedings 18th International Congress on Acoustics ICA 2004, Japonya, ss. 1201-1204

de Ruiter, E., Smyrnova, Y., Brown, T. (2015). Feedback From the Foodcourt. Proceedings of the 22nd International Congress on Sound and Vibration, ICSV22. İtalya

NIELSEN, N. O., MARSCHALL, M., SANTURETTE, S., JEONG, C., (2016). Subjective Evaluation of Restaurant Acoustics in a Virtual Sound Environment. inter.noise. Hamburg. ss. 6140-6149

Kılavuzlar, Standartlar Yönetmelikler

BGKKHY (2017), Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete (300082)

EBU R128 (2023). "Loudness Normalisation and Permitted Maximum Level of Audio Signals". European Broadcasting Union.

IEC 60268-16 (2011). "Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intrelligibility by speech transmission index". International Electotechnical Commussion.

ISO 3382-1 (2009). "Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 1: Performance spaces". International Organization for Standardization.

ISO 3382-2 (2008). "Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverbration time in ordinary rooms". International Organization for Standardization.

ISO 9921 (2003). "Ergonomics – Assesment of speech communication". International Organization for Standardization.

Odeon Room Acoustics Software User's Manual Version 15, (2018).

EK 1: Dinleme Testi Anket Sonuçları

Kenan Doğulu - Şans Meleğim

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	1	5	7	2	3	1	14	13	19	18	83	339	Anlaşılan Cümle Sayısı
		3,13%	15,63%	21,88%	6,25%	9,38%	3,13%	43,75%	40,63%	59,38%	56,25%	25,94%		
	72 dB	10	14	12	2	23	16	1	1	6	26	111		
		31,25%	43,75%	37,50%	6,25%	71,88%	50,00%	3,13%	3,13%	18,75%	81,25%	34,69%		
	75 dB	5	25	12	11	22	1	6	0	5	11	98	21,19%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		15,63%	78,13%	37,50%	34,38%	68,75%	3,13%	18,75%	0,00%	15,63%	34,38%	30,63%		
	78 dB	0	5	1	0	3	0	2	5	3	3	22		
		0,00%	15,63%	3,13%	0,00%	9,38%	0,00%	6,25%	15,63%	9,38%	9,38%	6,88%		
	81 dB	0	9	2	0	0	0	1	10	3	0	25		
		0,00%	28,13%	6,25%	0,00%	0,00%	0,00%	3,13%	31,25%	9,38%	0,00%	7,81%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	20	28	28	16	11	4	6	23	20	30	186	715	Anlaşılan Cümle Sayısı
		62,50%	87,50%	87,50%	50,00%	34,38%	12,50%	18,75%	71,88%	62,50%	93,75%	58,13%		
	72 dB	28	27	14	28	27	13	12	7	12	30	198		
		87,50%	84,38%	43,75%	87,50%	84,38%	40,63%	37,50%	21,88%	37,50%	93,75%	61,88%		
	75 dB	4	30	28	14	19	3	10	12	16	13	149	44,69%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		12,50%	93,75%	87,50%	43,75%	59,38%	9,38%	31,25%	37,50%	50,00%	40,63%	46,56%		
	78 dB	3	15	7	3	7	6	6	24	10	24	105		
		9,38%	46,88%	21,88%	9,38%	21,88%	18,75%	18,75%	75,00%	31,25%	75,00%	32,81%		
	81 dB	2	16	5	1	3	5	3	22	11	9	77		
		6,25%	50,00%	15,63%	3,13%	9,38%	15,63%	9,38%	68,75%	34,38%	28,13%	24,06%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	19	27	15	4	11	2	6	19	23	25	151	507	Anlaşılan Cümle Sayısı
		59,38%	84,38%	46,88%	12,50%	34,38%	6,25%	18,75%	59,38%	71,88%	78,13%	47,19%		
	72 dB	24	26	18	5	25	15	3	0	5	27	148		
		75,00%	81,25%	56,25%	15,63%	78,13%	46,88%	9,38%	0,00%	15,63%	84,38%	46,25%		
	75 dB	7	27	23	9	23	1	7	4	10	12	123	31,69%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		21,88%	84,38%	71,88%	28,13%	71,88%	3,13%	21,88%	12,50%	31,25%	37,50%	38,44%		
	78 dB	0	5	0	3	4	3	4	13	1	14	47		
		0,00%	15,63%	0,00%	9,38%	12,50%	9,38%	12,50%	40,63%	3,13%	43,75%	14,69%		
	81 dB	1	16	0	2	0	0	1	13	2	3	38		
		3,13%	50,00%	0,00%	6,25%	0,00%	0,00%	3,13%	40,63%	6,25%	9,38%	11,88%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	21	32	29	15	23	21	13	26	30	30	240	800	Anlaşılan Cümle Sayısı
		65,63%	100,00%	90,63%	46,88%	71,88%	65,63%	40,63%	81,25%	93,75%	93,75%	75,00%		
	72 dB	24	32	29	18	31	18	8	3	12	31	206		
		75,00%	100,00%	90,63%	56,25%	96,88%	56,25%	25,00%	9,38%	37,50%	96,88%	64,38%		
	75 dB	21	32	30	13	25	1	4	6	15	17	164	50,00%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		65,63%	100,00%	93,75%	40,63%	78,13%	3,13%	12,50%	18,75%	46,88%	53,13%	51,25%		
	78 dB	5	16	11	3	9	7	11	24	10	21	117		
		15,63%	50,00%	34,38%	9,38%	28,13%	21,88%	34,38%	75,00%	31,25%	65,63%	36,56%		
	81 dB	3	12	4	2	5	1	3	24	7	12	73		
		9,38%	37,50%	12,50%	6,25%	15,63%	3,13%	9,38%	75,00%	21,88%	37,50%	22,81%		

Kenan Doğulu - Şans Meleğim Vokalsiz

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	14	25	13	2	13	6	7	24	27	20	151	521	Anlaşılan Cümle Sayısı
		43,75%	78,13%	40,63%	6,25%	40,63%	18,75%	21,88%	75,00%	84,38%	62,50%	47,19%		
	72 dB	23	29	14	3	22	11	7	0	8	29	146		
		71,88%	90,63%	43,75%	9,38%	68,75%	34,38%	21,88%	0,00%	25,00%	90,63%	45,63%		
	75 dB	13	31	25	7	26	3	4	5	4	10	128		
		40,63%	96,88%	78,13%	21,88%	81,25%	9,38%	12,50%	15,63%	12,50%	31,25%	40,00%	32,56%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
	78 dB	3	12	2	0	3	2	3	13	7	7	52		
		9,38%	37,50%	6,25%	0,00%	9,38%	6,25%	9,38%	0	21,88%	21,88%	16,25%		
	81 dB	3	14	1	0	0	1	5	15	5	0	44		
		9,38%	43,75%	3,13%	0,00%	0,00%	3,13%	15,63%	46,88%	15,63%	0,00%	13,75%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	23	31	29	22	11	7	8	24	27	32	214	801	Anlaşılan Cümle Sayısı
		71,88%	96,88%	90,63%	68,75%	34,38%	21,88%	25,00%	75,00%	84,38%	100,00%	66,88%		
	72 dB	31	28	23	22	22	19	15	5	8	30	203		
		96,88%	87,50%	71,88%	68,75%	68,75%	59,38%	46,88%	15,63%	25,00%	93,75%	63,44%		
	75 dB	15	28	27	14	23	2	5	11	14	15	154		
		46,88%	87,50%	84,38%	43,75%	71,88%	6,25%	15,63%	34,38%	43,75%	46,88%	48,13%	50,06%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
	78 dB	5	17	19	0	8	11	8	24	9	26	127		
		15,63%	53,13%	59,38%	0,00%	25,00%	34,38%	25,00%	75,00%	28,13%	81,25%	39,69%		
	81 dB	11	18	8	7	8	5	4	18	9	15	103		
		34,38%	56,25%	25,00%	21,88%	25,00%	15,63%	12,50%	56,25%	28,13%	46,88%	32,19%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	20	28	19	3	14	5	5	22	22	25	163	562	Anlaşılan Cümle Sayısı
		62,50%	87,50%	59,38%	9,38%	43,75%	15,63%	15,63%	68,75%	68,75%	78,13%	50,94%		
	72 dB	26	25	21	7	23	10	6	0	3	31	152		
		81,25%	78,13%	65,63%	21,88%	71,88%	31,25%	18,75%	0,00%	9,38%	96,88%	47,50%		
	75 dB	7	25	21	9	19	1	4	4	13	12	115		
		21,88%	78,13%	65,63%	28,13%	59,38%	3,13%	12,50%	12,50%	40,63%	37,50%	35,94%	35,13%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
	78 dB	3	20	4	1	3	8	4	16	4	14	77		
		9,38%	62,50%	12,50%	3,13%	9,38%	25,00%	12,50%	50,00%	12,50%	43,75%	24,06%		
	81 dB	6	18	1	3	1	1	2	15	6	2	55		
		18,75%	56,25%	3,13%	9,38%	3,13%	3,13%	6,25%	46,88%	18,75%	6,25%	17,19%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	20	30	31	11	19	21	12	28	30	31	233	856	Anlaşılan Cümle Sayısı
		62,50%	93,75%	96,88%	34,38%	59,38%	65,63%	37,50%	87,50%	93,75%	96,88%	72,81%		
	72 dB	25	31	27	15	27	22	10	3	20	31	211		
		78,13%	96,88%	84,38%	46,88%	84,38%	68,75%	31,25%	9,38%	62,50%	96,88%	65,94%		
	75 dB	20	32	30	12	24	2	6	11	14	19	170		
		62,50%	100,00%	93,75%	37,50%	75,00%	6,25%	18,75%	34,38%	43,75%	59,38%	53,13%	53,50%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
	78 dB	6	21	15	2	9	20	10	24	9	23	139		
		18,75%	65,63%	46,88%	6,25%	28,13%	62,50%	31,25%	75,00%	28,13%	71,88%	43,44%		
	81 dB	7	15	6	8	7	6	2	21	13	18	103		
		21,88%	46,88%	18,75%	25,00%	21,88%	18,75%	6,25%	65,63%	40,63%	56,25%	32,19%		

Stevie Wonder - Part Time Lover

	Cümle Numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	5	6	14	0	13	2	3	20	27	26	116	393	Anlaşılan Cümle Sayısı
		15,63%	18,75%	43,75%	0,00%	40,63%	6,25%	9,38%	62,50%	84,38%	81,25%	36,25%		
	72 dB	15	19	14	2	23	8	4	1	3	19	108		
		46,88%	59,38%	43,75%	6,25%	71,88%	25,00%	12,50%	3,13%	9,38%	59,38%	33,75%		
	75 dB	5	25	24	6	22	4	2	2	7	9	106	24,56%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		15,63%	78,13%	75,00%	18,75%	68,75%	12,50%	6,25%	6,25%	21,88%	28,13%	33,13%		
	78 dB	0	6	1	0	9	0	2	10	4	7	39		
		0,00%	18,75%	3,13%	0,00%	28,13%	0,00%	6,25%	31,25%	12,50%	21,88%	12,19%		
	81 dB	2	6	0	1	0	0	1	6	6	2	24		
		6,25%	18,75%	0,00%	3,13%	0,00%	0,00%	3,13%	18,75%	18,75%	6,25%	7,50%		

	Cümle Numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	26	32	29	17	12	7	7	26	27	32	215	786	Anlaşılan Cümle Sayısı
		81,25%	100,00%	90,63%	53,13%	37,50%	21,88%	21,88%	81,25%	84,38%	100,00%	67,19%		
	72 dB	27	29	20	23	28	20	11	3	13	27	201		
		84,38%	90,63%	62,50%	71,88%	87,50%	62,50%	34,38%	9,38%	40,63%	84,38%	62,81%		
	75 dB	17	31	29	15	29	3	5	7	17	17	170	49,13%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		53,13%	96,88%	90,63%	46,88%	90,63%	9,38%	15,63%	21,88%	53,13%	53,13%	53,13%		
	78 dB	3	11	7	4	15	4	10	23	12	25	114		
		9,38%	34,38%	21,88%	12,50%	46,88%	12,50%	31,25%	71,88%	37,50%	78,13%	35,63%		
	81 dB	10	15	4	2	0	0	3	20	16	16	86		
		31,25%	46,88%	12,50%	6,25%	0,00%	0,00%	9,38%	62,50%	50,00%	50,00%	26,88%		

	Cümle Numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	26	26	21	4	18	9	7	22	29	28	190	591	Anlaşılan Cümle Sayısı
		81,25%	81,25%	65,63%	12,50%	56,25%	28,13%	21,88%	68,75%	90,63%	87,50%	59,38%		
	72 dB	23	30	20	4	23	13	11	0	4	26	154		
		71,88%	93,75%	62,50%	12,50%	71,88%	40,63%	34,38%	0,00%	12,50%	81,25%	48,13%		
	75 dB	15	26	26	10	27	3	3	8	7	10	135	36,94%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		46,88%	81,25%	81,25%	31,25%	84,38%	9,38%	9,38%	25,00%	21,88%	31,25%	42,19%		
	78 dB	3	8	1	0	5	2	3	19	9	14	64		
		9,38%	25,00%	3,13%	0,00%	15,63%	6,25%	9,38%	59,38%	28,13%	43,75%	20,00%		
	81 dB	4	8	2	1	0	1	2	18	6	6	48		
		12,50%	25,00%	6,25%	3,13%	0,00%	3,13%	6,25%	56,25%	18,75%	18,75%	15,00%		

	Cümle Numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	25	31	26	19	21	19	9	30	32	30	242	844	Anlaşılan Cümle Sayısı
		78,13%	96,88%	81,25%	59,38%	65,63%	59,38%	28,13%	93,75%	100,00%	93,75%	75,63%		
	72 dB	26	30	28	19	31	22	12	2	17	31	218		
		81,25%	93,75%	87,50%	59,38%	96,88%	68,75%	37,50%	6,25%	53,13%	96,88%	68,13%		
	75 dB	24	29	31	17	24	2	5	10	19	19	180	52,75%	Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		75,00%	90,63%	96,88%	53,13%	75,00%	6,25%	15,63%	31,25%	59,38%	59,38%	56,25%		
	78 dB	4	15	9	3	18	16	13	27	11	20	136		
		12,50%	46,88%	28,13%	9,38%	56,25%	50,00%	40,63%	84,38%	34,38%	62,50%	42,50%		
	81 dB	4	7	3	1	3	2	2	20	10	16	68		
		12,50%	21,88%	9,38%	3,13%	9,38%	6,25%	6,25%	62,50%	31,25%	50,00%	21,25%		

Stevie Wonder - Part Time Lover Vokalsiz

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	17	23	22	4	21	10	3	24	30	30	184	589	Anlaşılan Cümle Sayısı
		53,13%	71,88%	68,75%	12,50%	65,63%	31,25%	9,38%	75,00%	93,75%	93,75%	57,50%		
	72 dB	22	28	18	9	23	11	10	0	5	30	156		
		68,75%	87,50%	56,25%	28,13%	71,88%	34,38%	31,25%	0,00%	15,63%	93,75%	48,75%		
	75 dB	13	29	24	10	24	2	2	7	12	9	132		
		40,63%	90,63%	75,00%	31,25%	75,00%	6,25%	6,25%	21,88%	37,50%	28,13%	41,25%		
	78 dB	0	13	2	0	1	7	6	14	8	13	64		
		0,00%	40,63%	6,25%	0,00%	3,13%	21,88%	18,75%	43,75%	25,00%	40,63%	20,00%	36,81%	
	81 dB	9	9	0	1	2	0	1	9	10	12	53		
		28,13%	28,13%	0,00%	3,13%	6,25%	0,00%	3,13%	28,13%	31,25%	37,50%	16,56%		Anlaşılan Cümle Yüzdesi

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
BOSE EdgeMax EM180 Tavan Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	25	32	30	25	21	14	8	20	28	31	234	867	Anlaşılan Cümle Sayısı
		78,13%	100,00%	93,75%	78,13%	65,63%	43,75%	25,00%	62,50%	87,50%	96,88%	73,13%		
	72 dB	30	31	17	27	28	19	13	2	8	28	203		
		93,75%	96,88%	53,13%	84,38%	87,50%	59,38%	40,63%	6,25%	25,00%	87,50%	63,44%		
	75 dB	15	29	32	15	27	3	5	14	18	15	173		
		46,88%	90,63%	100,00%	46,88%	84,38%	9,38%	15,63%	43,75%	56,25%	46,88%	54,06%		
	78 dB	8	12	9	2	8	8	13	25	19	26	130		
		25,00%	37,50%	28,13%	6,25%	25,00%	25,00%	40,63%	78,13%	59,38%	81,25%	40,63%	54,19%	
	81 dB	17	19	6	8	10	1	9	22	13	22	127		Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		53,13%	59,38%	18,75%	25,00%	31,25%	3,13%	28,13%	68,75%	40,63%	68,75%	39,69%		

Cümle Numarası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Orta	69 dB	27	29	22	6	19	9	9	25	26	28	200	648	Anlaşılan Cümle Sayısı
		84,38%	90,63%	68,75%	18,75%	59,38%	28,13%	28,13%	78,13%	81,25%	87,50%	62,50%		
	72 dB	28	29	20	6	20	12	13	3	5	28	164		
		87,50%	90,63%	62,50%	18,75%	62,50%	37,50%	40,63%	9,38%	15,63%	87,50%	51,25%		
	75 dB	18	28	23	12	26	2	5	12	12	8	146		
		56,25%	87,50%	71,88%	37,50%	81,25%	6,25%	15,63%	37,50%	37,50%	25,00%	45,63%		
	78 dB	0	14	3	1	6	5	7	15	8	17	76		
		0,00%	43,75%	9,38%	3,13%	18,75%	15,63%	21,88%	46,88%	25,00%	53,13%	23,75%	40,50%	
	81 dB	9	11	3	3	1	0	7	14	6	8	62		Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		28,13%	34,38%	9,38%	9,38%	3,13%	0,00%	21,88%	43,75%	18,75%	25,00%	19,38%		

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam		
L-Acoustics 5XT Duvar Hoparlörü - Alıcı Noktası Kenar	69 dB	24	31	30	19	26	25	9	27	31	30	252	926	Anlaşılan Cümle Sayısı
		75,00%	96,88%	93,75%	59,38%	81,25%	78,13%	28,13%	84,38%	96,88%	93,75%	78,75%		
	72 dB	29	32	31	21	27	23	11	2	16	32	224		
		90,63%	100,00%	96,88%	65,63%	84,38%	71,88%	34,38%	6,25%	50,00%	100,00%	70,00%		
	75 dB	22	29	32	13	25	2	4	17	16	15	175		
		68,75%	90,63%	100,00%	40,63%	78,13%	6,25%	12,50%	53,13%	50,00%	46,88%	54,69%		
	78 dB	18	22	15	15	10	21	15	28	16	23	183		
		56,25%	68,75%	46,88%	46,88%	31,25%	65,63%	46,88%	87,50%	50,00%	71,88%	57,19%	57,88%	
	81 dB	8	17	2	6	3	4	2	19	14	17	92		Anlaşılan Cümle Yüzdesi
		25,00%	53,13%	6,25%	18,75%	9,38%	12,50%	6,25%	59,38%	43,75%	53,13%	28,75%		

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı: İbrahim Emrecan ÇAKMAKÇI

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitimi:

Yüksek Lisans: 2021, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Müzik Teknolojisi Bilim Dalı

Lisans: 2017, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Bilimleri Bölümü, Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı

Lise: 2013, Antalya Ticaret ve Sanayi Odası Güzel Sanatlar Lisesi, Müzik Bölümü

Proje:

Antalya, Muratpaşa İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü kafeterya ve toplantı salonu seslendirme sistemi tasarımı ve uygulaması. (Gönüllü, 2023)