

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MÜZİSYENLERDE DİNLEME EFORUNUN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Ody. İlknur TAŞDEMİR**

**Odyoloji Programı  
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA  
2024**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MÜZİSYENLERDE DİNLEME EFORUNUN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Ody. İlknur TAŞDEMİR**

**Odyoloji Programı  
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ**

**ANKARA  
2024**

## ONAY SAYFASI

### MÜZİSYENLERDE DİNLEME EFORUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

İlknur TAŞDEMİR

Danışman: Prof. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ

Bu tez çalışması 13.03.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

- Jüri Başkanı:** *Prof. Dr. Esra YÜCEL*  
(Hacettepe Üniversitesi)
- Üye:** *Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU*  
(Hacettepe Üniversitesi)
- Üye:** *Prof. Dr. Özgür AYDIN*  
(Ankara Üniversitesi)
- Üye:** *Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR*  
(Hacettepe Üniversitesi)
- Üye:** *Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ERBİL*  
(Hacettepe Üniversitesi)

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

18 Mart 2024

*Prof. Dr. Müge YEMİŞCİ ÖZKAN*

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>

X Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>

- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

13/03/204

İlknur TAŞDEMİR

<sup>1</sup> “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, **tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında **tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.**
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum tarafından verilir** \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan iş birliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir.** Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

\* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Prof. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığımı beyan ederim.

*İlknur TAŞDEMİR*

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca desteğini her daim hissettiğim, güler yüzü ile bana yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ' a,

Doktora eğitimimin en zorlu dönemlerinde büyük bir özveri ile yardımına koşan ve hoşgörüsü ile bilgilerini paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ERBİL'e,

Akademiye farklı açılardan bakmamı sağlayan ve tezime büyük katkılar sunan Prof. Dr. Özgür AYDIN'a,

Bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bizlere her zaman destek olan bölüm başkanımız Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'na,

Doktora sürecimde benimle birlikte yürüyüp yolumu güzelleştiren sevgili dönem arkadaşlarım Uzm. Ody. Merve ÖZSES'e, Uzm. Ody. Beyza DEMİRTAŞ'a ve Uzm. Ody. Zeynep BUDAK'a,

Uzun zamandır güzel anlarımı çoğaltan, kötü zamanlarımda yükümü hafifleten ve hayatımda oldukları için her daim şanslı hissettiğim değerli dostlarım Dr. Burak AVCI'ya ve Dr. Batuhan ÖZDEMİR'e,

Sevgisi ve bana olan inancı ile hayatımın her alanında beni cesaretlendiren, varlığı ve mücadelesi ile daha güzel bir dünyaya olan umudumu besleyen Ergin GÜRŞEN'e,

Her zaman yanımda olan ve beni koşulsuz seven, sonsuz destekleri ile bana vazgeçebilme ve yeniden başlayabilme alanı yaratan, hayatta sahip olduğum en değerli varlıklar olan canım annem Fatma TAŞDEMİR'e, canım babam Yusuf TAŞDEMİR'e ve canım kardeşlerim Kübra TAŞDEMİR ve Yusufcan TAŞDEMİR'e en içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

*İlknur TAŞDEMİR*

## ÖZET

**Taşdemir, İ., Müzisyenlerde Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Doktora Tezi, Ankara, 2024.** Müzik deneyiminin dinleme eforu süreçlerine olan etkisi literatürdeki tartışmalı konular arasında yer almaktadır. Literatürdeki bu belirsizlik göz önünde bulundurularak; bu çalışmanın amacı, zorlu iletişim ortamlarında deneyimlenen dinleme eforunu, müzisyenlerde ve müzik deneyimi olmayan yetişkinlerde karşılaştırmalı olarak inceleyerek müzik deneyiminin dinleme eforu süreçlerine etkisini araştırmaktır. Çalışmanın örneklemini; müzisyenlerden oluşan çalışma grubu için normal işitmeye sahip 15 katılımcı, müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubu için normal işitmeye sahip 16 katılımcı oluşturmaktadır. Tüm katılımcıların işitme eşikleri saf ses odyometrisi ile değerlendirildikten sonra katılımcılara normal kognitif fonksiyonu doğrulamak için Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi uygulanmıştır. Daha sonra gürültüde konuşmayı anlama becerisini değerlendirmek için Türkçe Matriks Test uygulanan katılımcılarla, dinleme eforu değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Dinleme eforu değerlendirmeleri kapsamında, santral sinir sisteminden kaynak alan EEG ile otonom sinir sisteminden kaynak alan pupilometri ölçümleri eş zamanlı gerçekleştirilmiştir. Mevcut çalışma sonuçlarına göre; müzisyenlerden oluşan çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla gürültüde konuşmayı anlama performansına göre iki grup arasında fark olmamasına rağmen daha az dinleme eforu deneyimini yansıtır şekilde, EEG’de daha büyük alfa bandı gücü ve pupilometride ise daha küçük pupil boyutu artışı elde edilmiştir. Gürültüde konuşmayı anlama performansı ile dinleme eforu göstergeleri arasında anlamlı bir ilişki elde edilmemiştir. Bu çalışmanın sonuçları, zorlu dinleme koşullarında müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarına olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. Bu çalışma ile ortaya koyulan; müzik deneyiminin işitsel, kognitif ve nöral tepkileri modüle ettiğine dair kanıtların, kompleks dinleme eforu mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** müzisyen, müzik deneyimi, dinleme eforu, EEG, pupilometri



## ABSTRACT

**TAŞDEMİR, İ., Evaluation of Listening Effort in Musicians, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Audiology Doctoral Program, Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2024.** The effect of musical experience on listening effort processes is among the controversial issues in the literature. Considering this uncertainty in the literature, the aim of this study is to investigate the effect of musical experience on listening effort processes by comparatively examining the listening effort experienced in challenging communication environments in musicians and adults with no musical experience. In this way, it is purpose to investigate the effect of music experience on listening effort processes. The sample of the study consists of 15 participants with normal hearing for the study group consisting of musicians and 16 participants with normal hearing for the control group consisting of no musical experience adults. After the hearing thresholds of all participants were evaluated by pure tone audiometry, the Montreal Cognitive Assessment test was administered to the participants to confirm normal cognitive function. Listening effort evaluations were carried out with the participants who applied the Turkish Matrix Test to evaluate speech understanding performance in noise. In listening effort evaluations, EEG from the central nervous system and pupillometry measurements from the autonomic nervous system were performed simultaneously. According to the results of the study, there was no difference between the two groups in terms of speech understanding performance in noise. However, a larger alpha power in EEG and a lower pupil size increase in pupillometry were obtained in the study group, reflecting less listening effort compared to the control group. No correlation was found between speech understanding performance in noise and listening effort. The results showed musical experience had a positive effect on listening effort in challenging listening conditions. It is thought that the evidence presented by this study that musical experience modulates auditory, cognitive, and neural responses may contribute to a better understanding of complex listening effort mechanisms.

**Key Words:** musician, musical experience, listening effort, EEG, pupillometry

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	5
2.1. Dinleme Eforu Kavramı	5
2.2. Dinleme Eforu Kavramının Önemi	5
2.3. Dinleme Eforu Kavramı ile İlişkili Hipotezler	8
2.3.1. Kahneman'ın Üniter-Kaynak Teorisi	8
2.3.2. Dil Anlama Kolaylığı Modeli	9
2.3.3. Efor Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi	12
2.4. Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi	14
2.4.1. Davranışsal Değerlendirme Metotları	15
2.4.2. Subjektif Değerlendirme Metotları	17
2.4.3. Fizyolojik Değerlendirme Metotları	18
2.5. Dinleme Eforunu Etkileyen Unsurlar	21
2.6. Müzik Deneyiminin Konuşmayı Anlama ve Dinleme Eforu Süreçlerine Etkisi	23
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM</b>	25
3.1. Bireyler	25
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	25
3.1.2. Dışlanma Kriterleri	27
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi	27
3.2.2. İşitme Değerlendirmesi	28

3.2.3. Türkçe Matriks Test	28
3.2.4. Dinleme Eforu Değerlendirmeleri	30
3.3. İstatistiksel Analiz	34
<b>4. BULGULAR</b>	36
4.1. Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz Sonuçları	36
4.2. İşitme Değerlendirmesi Sonuçları	38
4.3. Gürültüde Konuşmayı Anlama Performansı Değerlendirme Sonuçları	39
4.4. Dinleme Eforu Değerlendirme Sonuçları	40
4.5. Dinleme Eforu ve Konuşmayı Anlama Performansı Arasındaki İlişki	41
<b>5. TARTIŞMA</b>	42
5.1. Gürültüde Konuşmayı Anlama Performansı	42
5.2. Dinleme Eforu Değerlendirmeleri	44
5.3. Dinleme Eforu ve Konuşmayı Anlama Performansı Arasındaki İlişki	50
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	52
<b>7. KAYNAKLAR</b>	54
<b>8. EKLER</b>	64
<b>EK-1:</b> Etik Kurul Onayı	
<b>EK-2:</b> Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi	
<b>EK-3:</b> Turnitin Orijinallik Raporu	
<b>EK-4:</b> Dijital Makbuz	
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>	68

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ÇB</b>	Çalışma Belleği
<b>ÇAA</b>	Çeyrekler Arası Açıklık
<b>dB</b>	Desibel
<b>DAK</b>	Dil Anlama Kolaylığı
<b>EEG</b>	Elektroensefalografi
<b>fMRI</b>	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>HL</b>	İşitme Seviyesi ( <i>Hearing Level</i> )
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kHz</b>	Kilohertz
<b>kΩ</b>	kiloohm
<b>LC</b>	<i>Locus coeruleus</i>
<b>m</b>	metre
<b>mdn</b>	medyan
<b>MEG</b>	Manyetoensefalografi
<b>ms</b>	Milisaniye
<b>NE</b>	Norepinefrin
<b>OSS</b>	Otonom Sinir Sistemi
<b>ort</b>	ortalama
<b>RAMBPHO</b>	<i>Rapid Automatic Multimodal Bound Phonologic</i>
<b>SGO</b>	Sinyal Gürültü Oranı
<b>sn</b>	Saniye
<b>SS</b>	Standart Sapma
<b>SSS</b>	Santral Sinir Sistemi
<b>TMT</b>	Türkçe Matriks Test
<b>%</b>	Yüzde

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Dil anlama kolaylığı modelinin işleyiş şeması (RAMBPHO = <i>Rapid automatic multimodal bound phonologic</i> )	11
2.2. Efor gerektiren dinlemeyi anlama çerçevesi kapsamında oluşturulan üç boyutlu diyagram	13
2.3. Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan metotlar	14
2.4. Dinleme eforunun performans doğruluğu üzerinden ikili görev paradigması kullanılarak değerlendirilmesine dair klasik yaklaşım	16
3.1. Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan uyarının özellikleri	31
3.2. Çalışmada kullanılan çalışma protokolüne ait örnek bir görsel	32

## TABLÖLAR

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>4.1.</b> Çalışma grubuna ait demografik özellikler	36
<b>4.2.</b> Kontrol grubuna ait demografik özellikler	37
<b>4.3.</b> Çalışma grubunun müzik deneyimine dair özellikler	38
<b>4.4.</b> Gruplara göre her bir frekans için işitme eşiklerinin ortalama ve standart sapma değerleri	39
<b>4.5.</b> % 80 doğruluk seviyesine karşılık gelen SGO değerlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırmalarına dair istatistiksel analiz sonuçları	39
<b>4.6.</b> EEG alfa bandı genliği bağlı yüzde değişiminin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırılmasına dair istatistiksel analiz sonuçları	40
<b>4.7.</b> Pupil boyutu bağlı yüzde değişiminin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırılmasına dair istatistiksel analiz sonuçları	41

## 1. GİRİŞ

Dinleme eforu kavramı, özellikle zorlu iletişim ortamlarında bireylerin konuşmaları anlamak için kullandığı kognitif kaynakların miktarını yansıtan konuşmayı anlama süreçlerinin kritik bir yönü olarak kabul edilmektedir. Dinleme eforu değerlendirmeleri, dinleme eforu kavramının çok boyutlu yapısı nedeniyle çeşitli metotlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu değerlendirme metotları; fizyolojik metotlar, davranışsal metotlar ve subjektif metotlar olmak üzere 3 ana başlıkta toplanabilmektedir. Farklı değerlendirme metotlarının dinleme eforunun farklı boyutlarına farklı derecelerde duyarlı olduğu hipotezinden (1) hareketle, her ölçüm metodunun kendi içinde avantajları olduğu savunulsa da; fizyolojik ölçümler, hem dinleme eforundaki dalgalanmaların neredeyse gerçek zamanlı olarak gösterimine olanak sağlaması hem de objektif verilere dayanması nedeniyle literatürde oldukça güvenilir yöntemler olarak kabul edilmektedir.

Dinleme eforunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan fizyolojik yöntemlerden birisi elektroensefalografi (EEG) incelemeleridir. EEG incelemelerinde; zorlu dinleme durumlarında artan dinleme eforuna bağlı özellikle alfa bandı (8-12 Hz) genliğinde yer alan aktivasyonlarda değişim olduğu ortaya koyulmuştur (2, 3). Literatürde oldukça yaygın olarak kullanılan diğer fizyolojik değerlendirme metotlarından biri ise pupilometri incelemeleridir. Bu ölçüm metodunda ise pupil boyutundaki büyümenin, görev taleplerinin artışı ile değiştiği ve zorlu dinleme durumlarında kognitif yük ile ilişkili artan dinleme eforunun göstergesi olduğu savunulmaktadır (4-6). Yapılan çalışmalarda sinyal gürültü oranı (SGO) seviyesi sinyal lehine azaldıkça, yani dinleme ortamı daha zorlu hale geldikçe ölçülen pupil boyutunda artma meydana geldiği raporlanmıştır (7, 8). Hem EEG hem de pupilometri, dinleme eforu mekanizmalarını fizyolojik değişiklikler üzerinden değerlendiren güvenilir yöntemler kabul edilmekle birlikte EEG incelemeleri, dinleme eforunu santral sinir sisteminden kaynaklanan fizyolojik değişiklikleri yansıtırken; pupilometri incelemeleri ise, dinleme eforunu otonom sinir sisteminden kaynaklanan fizyolojik değişiklikler üzerinden değerlendirmektedir.

Dinleme eforu kavramı çok boyutlu yapısı nedeniyle internal ve eksternal olarak adlandırılan birçok faktörden etkilenmektedir. SGO, gürültü çeşitleri ve spektral çözünürlük; en çok araştırılan eksternal faktörler arasında yer alırken; internal faktörlerden olan müzik deneyiminin dinleme eforuna olan etkisi henüz net olarak ortaya koyulmamıştır. Literatür incelendiğinde; müzik deneyiminin dinleme eforu üzerindeki etkisine ilişkin araştırmaların oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir.

Kraus ve arkadaşlarının, müzisyen olan ve müzisyen olmayan bireylerin işitsel performanslarını değerlendirdiği araştırmada, çalışma sonuçları müzik deneyiminin zorlu dinleme ortamlarında avantaj sağladığına dair kanıtlar ortaya koymuştur (9). Ayrıca bu çalışmada, araştırmacılar ek olarak dinleme eforunu etkilediği bilinen çalışma belleği ile aktif müzik deneyimi arasında bir ilişki olduğunu raporlamıştır. Zatorre ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada, kortekste neden olduğu kompleks etkileşim nedeniyle aktif müzik deneyimi olarak kabul edilen müzik enstrümanı çalmanın, korteksin fonksiyonel organizasyonu ve plastisite süreçlerini etkilediğini göstermiştir (10). Başka bir çalışmada ise; Zatorre ve arkadaşlarının yaptığı çalışma sonuçları ile uyumlu şekilde, müzik deneyiminin korteksin fonksiyonel ve yapısal plastisitesi üzerinde önemli etkileri olduğu gösterilmiştir (11). Eser ve Şerbetçioğlu, müzisyenler ve müzisyen olmayanlar arasında dinleme eforunu ve kısa süreli hafızayı karşılaştırdığı çalışmada; zorlu dinleme koşullarında müzisyen olmayanlarda müzisyen olanlara kıyasla daha fazla dinleme eforunun göstergesi olarak kabul edilen daha büyük pupil boyutu artışı olduğunu raporlamışlardır (12).

Müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmaları üzerindeki etkilerine dair literatürdeki kısıtlılık, müzik deneyiminin konuşmayı anlama süreçlerine ilişkin kognitif talepleri nasıl modüle ettiğine dair bilgilerimizdeki önemli bir belirsizliği vurgulamaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı, müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarına olan etkisini araştırmaktır. Mevcut çalışma kapsamında tanımladığımız müzik deneyimi ölçütleri, bireyler ve yöntem kısmında daha detaylı belirtildiği üzere, uzun yıllar müzik eğitimi alma ve enstrüman çalabilme ayrıca hala aktif olarak müzikle ilgilenme kriterlerini içermektedir. Bu kapsamda müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubunda; dinleme eforu, bozulmuş konuşma sinyali ile oluşturulan zorlu



iletişim şartlarında fizyolojik yöntemler olan EEG ve pupilometri ölçümleri eş zamanlı kullanılarak değerlendirilip karşılaştırmalı analiz edilecektir. Ayrıca konuşmayı işleme süreçlerine daha bütüncü bir yaklaşım sağlamak amacıyla dinleme eforu değerlendirmelerine ek olarak iki grubun gürültüde konuşmayı anlama performansları da Türkçe Matriks Test (TMT) ile değerlendirilerek karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

Bu çalışmanın sonuçlarının, müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmaları ve gürültüde konuşmayı anlama becerilerini içine alan konuşmayı işleme süreçlerine etkisinin inceliklerinin anlaşılmasına katkı sağlayacağına inanmaktayız. Ayrıca bu çalışma ile; müzik deneyiminin avantajlarının işitsel, kognitif ve nöral cevapları nasıl etkilediğine dair bir öngörü sağlayarak, kompleks dinleme eforu mekanizmalarının anlaşılması için zengin bir çerçeve sunulacağı düşünülmektedir.

Mevcut araştırmanın hipotezleri aşağıda belirtilmiştir:

### **Hipotez 1:**

**H<sub>0</sub>:** Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayanlardan oluşan kontrol grubu arasında zorlu dinleme koşullarında dinleme eforuna bağlı pupil boyutu değişimi açısından fark yoktur.

**H<sub>1</sub>:** Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayanlardan oluşan kontrol grubu arasında zorlu dinleme koşullarında dinleme eforuna bağlı pupil boyutu değişimi açısından fark vardır.

### **Hipotez 2:**

**H<sub>0</sub>:** Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayanlardan oluşan kontrol grubu arasında zorlu dinleme koşullarında dinleme eforuna bağlı EEG alfa bandı genliği açısından fark yoktur.

**H<sub>1</sub>:** Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayanlardan oluşan kontrol grubu arasında zorlu dinleme koşullarında dinleme eforuna bağlı EEG alfa bandı genliği açısından fark vardır.

**Hipotez 3:**

**H<sub>0</sub>:** Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayanlardan oluşan kontrol grubu arasında gürültüde konuşmayı anlama performansı açısından fark yoktur.

**H<sub>1</sub>:** Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayanlardan oluşan kontrol grubu arasında gürültüde konuşmayı anlama performansı açısından fark vardır.

**Hipotez 4:**

**H<sub>0</sub>:** Gürültüde konuşmayı anlama performansı ile dinleme eforunun fizyolojik göstergeleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

**H<sub>1</sub>:** Gürültüde konuşmayı anlama performansı ile dinleme eforunun fizyolojik göstergeleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Dinleme Eforu Kavramı

İşitme, fonksiyonel işitsel sistemine sahip tüm bireylerde doğal olarak gerçekleşen, inaktif ve dikkatten bağımsız sensör bir mekanizmadır (13). İşitme ve dinleme birbiri yerine kullanılan terimler olsa da aslında birbirinden oldukça farklı süreçlerdir. İşitmenin aksine dinleme, sesin ya da konuşmanın çok katmanlı işlemlenmesi içeren aktif, stratejik ve kasıtlı dikkat gerektiren bir süreçtir.

Dinleme eforu ise, basit bir ifade ile “işitsel bir mesaja dikkat etmek ve onu anlamak için gereken mental efor olarak tanımlanmaktadır (14). Daha detaylı bir tanımlama yapılmak istenirse; dinleme eforu, zorlu iletişim ortamlarında bir dinleme görevini gerçekleştirmek için bilinçli olarak tahsis edilen, paylaşılan sınırlı işleme kaynaklarının miktarı olarak tarif edilebilmektedir (15).

Dinleme süreçleri, optimal iletişim koşullarında genellikle göreceli olarak eforsuz olarak gerçekleşmektedir. Fakat arka plan gürültüsü varlığı, zayıf sinyal kalitesi, mature olmayan dil sistemi, aksanlı konuşma uyararı gibi kaynak, ortam ya da dinleyici sınırlılıklarının mevcut olduğu durumlar; zorlu dinleme ortamları oluşmasına neden olmaktadır. Bu zorlu iletişim ortamlarında konuşmayı anlamak için dinlemeye harcanan kognitif kaynak miktarı artmakta ve dinleme artık efor gerektiren bir sürece dönüşmektedir.

### 2.2. Dinleme Eforu Kavramının Önemi

Odyoloji alanında dinleme eforu teriminin ilk kez 1925 yılında bir dernek bildirisinde yer aldığı bilinmektedir (Berry et al., 1925). Bu bildiride, işitme kayıplı bireylerin daha fazla dinleme eforu deneyimledikleri ve harcanan bu fazla dinleme eforu karşılığında yeterli performans sağlayamadıklarında dinlemeyi sürdürmedikleri bilgisi yer almaktaydı. 1920’li yıllardaki bu ilk kullanımdan sonra dinleme eforu terimi, ancak 1980’li yıllarda literatürde yaygın olarak kendine yer bulabilmiştir (16).

Fakat dinleme eforu teriminin kavramsallaştırılması ilgili asıl gelişmeler 21. yüzyılda, işitsel süreçlerde ve konuşma algısında kognisyonun rolünü vurgulayan bir alan olan işitsel nörobilimdeki çalışmaların artması ile yaşanmıştır (17). 21. yüzyıldan bu yana ise dinleme eforu çalışmalarının, ilgi çekici bir araştırma alanı olarak kabul edilmeye devam ettiği ve literatürdeki yerini günden güne arttırdığı görülmektedir.

Dinleme eforu araştırmaları, bireylerin konuşmayı anlama süreçlerini değerlendiren kritik bir araştırma alanını temsil etmektedir. Dinleme eforu araştırmalarının önemli bir çalışma alanı oluştumasının en yaygın nedenlerinden biri, dinleme eforu değerlendirmelerinden elde edilen sonuçların mevcut olan geleneksel işitme değerlendirmelerinin sağlayamadığı bilgiler sunarak açıklanamayan davranışsal farklılıkları yordamaya yardımcı olmasıdır (14, 18). Literatürde normal işitmeye sahip bireylerin bile artan dinleme eforu (19, 20) da dahil olmak üzere günlük iletişim zorlukları yaşadıkları bildirilmektedir (21). Ayrıca, dikkat çekilmesi gereken bir diğer nokta ise işitsel sistemdeki her bozukluğun işitme hassasiyetinde azalma ile sonuçlanmayacağı gerçeğidir. İşitsel bozukluklarının bir alt grubu, işitme hassasiyetinde herhangi bir bozulmaya neden olmadan geleneksel işitme değerlendirmelerinin ortaya koyamadığı bir mekanizma ile algılanan ses kalitesindeki etkilenim ile sonuçlanmaktadır (22). Algılanan ses kalitesinde meydana gelen bu olumsuz etkiler, gürültü varlığında veya başka nedenlerle zorlu hale gelen iletişim ortamı koşullarında dinleme sırasında konuşmayı anlamak için harcanan eforu artırabilmektedir (23). Tüm bu nedenler; aslında işitsel fonksiyonun profilini tam olarak elde etmek için performansa dayalı ölçümlerin kullanılmasının yeterli olmadığını göstermektedir.

Ayrıca dinleme eforu değerlendirmelerinden elde edilen bilgiler sadece tanısal faydalar sağlamakla kalmamakta; aynı zamanda bu değerlendirmeler müdahale yöntemlerinin etkinliğini de etkileyebilmektedir. Literatürde yer alan bir çalışmanın sonucunda; işitme kayıplı bireylerin işitme cihazlarını düzenli olarak kullanmama nedenleri arasında dinleme eforunu güvenilir bir şekilde azaltamamaları gerekçesinin yer aldığı belirtilmiştir (24).

Artan dinleme eforu deneyiminin, dinleyici için olumsuz kognitif ve duygusal sonuçlara da neden olabileceği unutulmamalıdır. Kahneman'ın üniter-kaynak modelinde belirtildiği üzere; kognitif kaynaklar sınırlıdır ve zorlu koşullar altında konuşma algısı da dahil olmak üzere zorlu görevler tarafından büyük kısmı kullanılabilir, hatta tüketilebilir (25). Zorlu iletişim koşulları söz konusu olduğunda, sınırlı olan kognitif kaynakların büyük kısmının dinleme eforu taleplerine tahsis edilmesinin diğer eş zamanlı görevlerdeki performansı olumsuz etkilediği belirtilmektedir. Bu durum, çoklu görevlerin (26) yanı sıra, dinlenen mesajı kodlama yeteneği üzerinde de etkili olarak öğrenme ve hafıza süreçlerinde bazı bozulmalara (27) neden olmaktadır. Duygusal açıdan bakıldığında ise, efor gerektiren dinleme aynı zamanda mental yorgunluk ve stresle ilişkilendirilmektedir (28, 29). Artan dinleme eforuna bağlı hissedilen bu olumsuz duyguların, bireylerin sosyal hayattan çekilmesine neden olarak, olumsuz sağlık sonuçlarına yol açabileceğinin veya kognitif gerilemeyi hızlandırabileceğinin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir (30-32). Artan dinleme eforu deneyimine bağlı olarak dinleyicilerde oluşabilecek potansiyel olumsuz kognitif ve duygusal sonuçlar, dinleme eforu değerlendirmelerinin ne kadar değerli olduğunu vurgulamaktadır.

Dinleme eforu değerlendirmelerinin sağladığı en önemli faydalardan bir diğeri ise; konuşmayı anlama süreçlerinde yer alan karmaşık dinamikleri ortaya çıkarmada kritik bir rol oynamasıdır. Dinleme eforu değerlendirmeleri ile, zorlu dinleme koşullarında bireyler üzerindeki değişen dinleme taleplerinin oluşturduğu kognitif yük ortaya koyularak; bu taleplerin neden olduğu kognitif yükün, konuşmayı anlama süreçlerini ve bu süreçlerde etkili olan mekanizmaları nasıl etkilediğinin aydınlatılmasına katkı sağlamaya çalışılmaktadır. Ayrıca bu değerlendirmelerde elde edilen bilgilerin, iletişim/ işitme bozuklukları veya güçlükleri olan bireylere yönelik özel stratejilerin ve yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Özetle; işitsel fonksiyon ve iletişim becerileri değerlendirilirken; performans değerlendirmelerine, bu performansı elde etmek için gereken eforunun da ortaya koyulmasını sağlayan değerlendirmeler eklenerek daha bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir. Dinleme eforu değerlendirmelerinin, işitme/iletişim bozukluğu olan

bireylerin profilinin daha detaylı çıkarılması, konuşmayı anlama süreçlerinin inceliklerinin ortaya koyulması, iletişim teknolojilerinin iyileştirilmesi, iletişim ortamların optimizasyonu ve konuşmayı anlama becerilerinin genel etkinliğini artıran müdahale stratejilerinin geliştirilmesi için değerli bilgiler sağlayarak kapsamlı bir perspektif sunabileceği düşünülmektedir.

### 2.3. Dinleme Eforu Kavramı ile İlişkili Hipotezler

Dinleme eforu, oldukça kompleks ve çok yönlü bir kavram olarak kabul edilmektedir. Bu kavram, bireylerin akustik bilginin kodunu çözme ve işleme konusunda üstlendikleri tüm kognitif süreçleri kapsamaktadır. Dinleme eforu kavramının incelikli yapısını kavrayabilmek için konuşmayı anlama süreçlerinin yanında; dikkat mekanizmaları, kognitif kapasite ve çalışma belleğinin dinamiklerini kapsayan bir teorik arka plana hakim olmak gerekmektedir. Dinleme eforu kavramının temelini oluşturan teoriler incelendiğinde; Kahneman'ın Üniter-Kaynak Teorisi (*Unitary Resource Theory*) (25), Dil Anlama Kolaylığı (*The Ease of Language Understanding*) Modeli (33-35) ve Efor Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (*The Framework for Understanding Effortful Listening*) (20) gibi başlıca teorilerin dikkat çektiği görülmektedir.

Kognitif süreçlerdeki efor mekanizmaları hakkında uzun yıllara dayanan literatüre ve oluşturulan teori, model ve yaklaşımlara rağmen; konuşmayı anlama süreçleri ve dinleme eforu mekanizmalarının dinamiklerinin tam olarak ortaya koyulabildiğini söyleyememek doğru olmaz. Dinleme eforu kavramına ait genel olarak kabul gören teorileri incelemeye başlamadan önce, dinleme eforu mekanizmalarının organizasyonu hakkında hala keşfedilecek çok fazla süreç olduğunu belirtmek gerekmektedir.

#### 2.3.1. Kahneman'ın Üniter-Kaynak Teorisi

Kahneman'ın üniter-kaynak teorisi, dinleme eforu kavramlaştırılmasına yönelik temel teorilerden olmasına rağmen aslında efor teorisi değil, bir dikkat

teorisidir (25). Bu teori, bireylerin tüm görevler için tahsis edebilecekleri sınırlı bir dikkat kapasitesine sahip olduğu varsayımı üzerine kuruludur. Bu teoride toplam kapasitenin sınırlı olduğu vurgulanırken; mevcut görev için kullanılan dikkat kapasitesi miktarının, görevin taleplerine bağlı olarak değişebileceği belirtilmektedir.

Bu teori ile ilgili literatürde tartışılan en kritik kısıtlılık; efor ve dikkat kavramlarını açıklama şekliyle ilgilidir. Teori kapsamında tanımlanan efor kavramı, eforun sadece bir parçası kabul edilen dikkat alanıyla sınırlandırılmaktadır. Ayrıca modelin bir diğer kısıtlılığının ise dikkat kaynaklarının tahsis edilmesinin esasları ile ilgilidir. Kahneman'ın teorisinde, dikkat kaynaklarının paylaşımının otomatik olarak gerçekleştiğini savunulmaktadır (25). Fakat günümüzde efor ya da Kahneman'ın teorisinde belirtildiği şekliyle dikkat, zorlu koşullar altında performansın optimize edilmesi için birey tarafından stratejik şekilde aktif olarak yönetilebilir bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu teoride belirtildiği gibi dikkatin yönetimi bireyden bağımsız, pasif ya da otomatik gerçekleşmemektedir. Güncel literatürde dinleme eforu; bireyin stratejileri doğrultusunda birden fazla görev varlığında mevcut görevlere göre tahsis edilebilir, paylaşılabilir ve en optimal şekilde kullanılabilir bir kavram olarak kabul edilmektedir (20). Ayrıca Kahneman'ın teorisinde, dikkat kaynaklarının yönetiminin otomatik olarak gerçekleştiği varsayıldığı için; bireysel farklılıkların efor üzerindeki etkisi de göz ardı edilmiştir (25).

Kahneman'ın üniter-kaynak teorisi, tüm kısıtlılıklarına rağmen; dinleme eforuyla ilgili araştırmaların büyük kısmının teorik altyapısını oluşturması ve kendisinden sonraki modellerin şekillenmesine katkıda bulunması bakımından dinleme eforu literatüründe oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

### **2.3.2. Dil Anlama Kolaylığı Modeli**

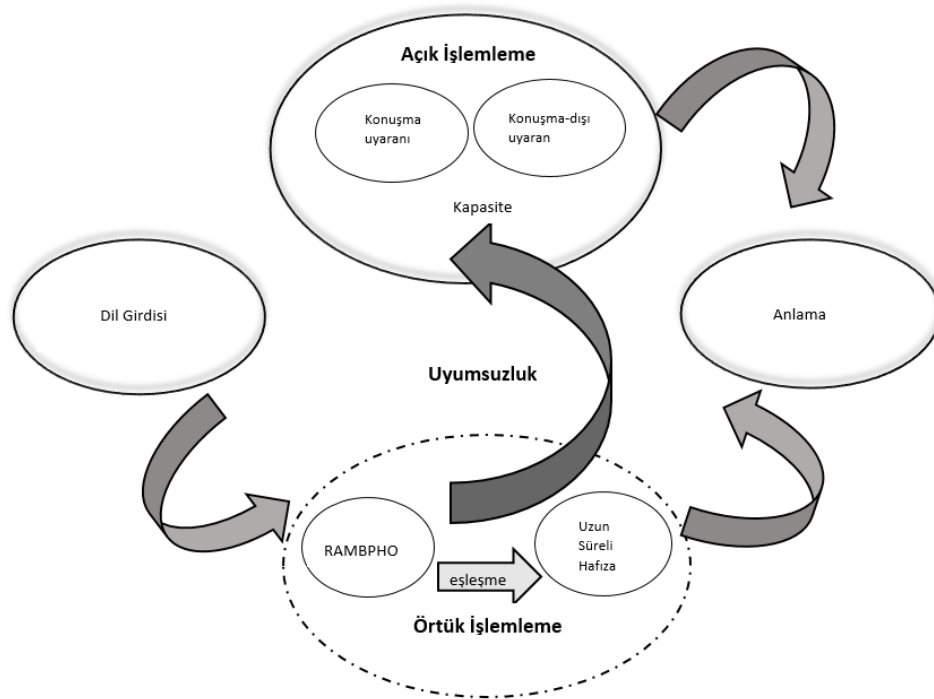
Kahneman'ın üniter-kaynak teorisi (25), esasında dikkatle ilgili bir teoriyken; Dil anlama kolaylığı (DAK) modeli (34, 35) ise literatürde bir dil işleme modeli olarak kabul görmektedir. Bu model kapsamında konuşmayı anlama süreçleri; efor gerektirmeyen ve efor gerektiren koşullarda gerçekleşmesine göre iki farklı şekilde ele alınmaktadır. Bu modele göre dinleme her zaman efor gerektiren bir süreç olarak kabul

edilmemektedir; dinleme eforu yalnızca otomatik konuşma işleme zorlaştığında ortaya çıkan bir kavramdır. Modelin, diğer teorik yaklaşımlardan en önemli farkı, uzun süreli hafıza ve kısa süreli hafızanın bazı kısımlarını içeren ortak bir bellek sistemi olan çalışma belleğinin (ÇB), konuşmayı anlama süreçlerinde önemli bir role sahip olduğunu belirtmesidir. ÇB, karmaşık kognitif görevlerin gerçekleştirilmesi için gereken bilgilerin geçici olarak depolanmasından ve işlenmesinden sorumlu olan sınırlı kapasiteye sahip bellek sistemidir (34). Ayrıca ÇB, ilgili bilgilerin gerçek zamanlı işlenmesi için kognitif bir çalışma alanı sağlayarak; öğrenmeyi, problem çözümü ve yeni bilgilere uyum sağlamayı kolaylaştırmada kritik bir rol oynamaktadır.

DAK modeline göre; bir sinyal girdisi olduğunda, bu girdi eğer dilve konuşma ile ilgili ise fonolojik bilgi akışına dahil edilmektedir. Girdinin fonolojik çıktısı, ÇB'nin bir fonksiyonu olan RAMBPHO (*Rapid automatic multimodal bound phonologic*) temsilleri ile uzun süreli hafızadaki temsilleri üzerinden karşılaştırılmaktadır. RAMBPHO temsilleri ile uzun süreli hafızadaki temsiller arasında eşleşme olması durumunda konuşmayı anlama süreçleri eforsuz şekilde gerçekleşmektedir. Bu efor gerektirmeyen dinleme süreçleri, "örtük işleme" (*implicit processing*) olarak adlandırılan otomatik bir işleme organizasyonunda gerçekleşmektedir. İdeal olmayan zorlu dinleme koşullarında ise, sinyal girdisi iyi şekilde temsil edilememektedir. Bu yetersiz temsil sonucunda, sinyal girdisinin uzun süreli hafızadaki temsilleri ile RAMBPHO temsilleri arasında bir uyumsuzluk (*mismatch*) tetiklenmektedir. Uyumsuzluğun tetiklendiği durumlarda ise konuşmayı anlama süreçlerinde, örtük işleme mekanizmaları gereken kognitif kaynakları sağlamada yetersiz kalmaktadır. Böylece, konuşmayı anlamak için bilinçli/açık işleme (*explicit processing*) gerekli hale gelmekte ve dinleme süreçleri artık efor isteyen bir mekanizmaya dönüşmektedir. Aslında bu durumun temel nedeni, örtük işleminin sağladığı kaynakların girdiyi "çözmek" için yeterli olmaması ve artık açık işleme ile devreye giren kognitif kaynak ve süreçlere ihtiyaç duyulmasıdır (34, 36). DAK modeline göre zorlu dinleme koşullarında gerekli olan bu kognitif süreçler, "dinleme eforu" kavramının temelini oluşturmaktadır. Şekil 1'de, DAK modelinin işleyişine ait süreçlerin nasıl gerçekleştiğine dair bir görsele yer verilmiştir.



DAK modeli, birbiri ile etkileşimli dört parametre olan  $f_p$  (P)= uzun süreli bellekteki fonolojik gösterimlerin doğruluk derecesi;  $f_s$  (S)= uzun süreli bellek erişim hızı;  $F_e$  (E)= açık işleme süreçlerinin miktarı;  $f_c$  (C)=çalışma belleği kapasitesi değişkenleri ile dinleme eforu süreçlerini açıklamaya çalışmaktadır. Modelde  $f_p$  (P) olarak gösterilen uzun süreli bellekteki fonolojik gösterimlerin doğruluk derecesi ve  $f_s$  (S) olarak gösterilen uzun süreli bellek erişim hızı; konuşmayı anlamak için efor gerektirmeyen bir işleme modeli olan örtük işleme ile ilişkili değişkenler olarak, sadece örtük işleme süreçlerinde etkili olmaktadır. Fakat  $F_e$  (E) olarak tanımlanan açık işleme süreçlerinin miktarı ve  $f_c$  (C) olarak gösterilen çalışma belleği kapasitesi dinlemenin efor gerektiren bir mekanizmaya dönüştüğü açık işleme süreçleri ile ilişkili parametreler olarak değerlendirilmektedir. Modelin literatüre sağladığı en önemli katkı ise; konuşmayı anlamak için açık işleme tetiklendiğinde, yani dinleme efor gerektiren bir süreç haline geldiğinde, çalışma belleği kapasitesi dinleme eforu miktarını etkileyen önemli bir değişken olarak kabul edilmesidir. Model; çalışma belleği kapasitesi ile dinleme eforunun ilişkisini vurgularak dinleme eforu literatürüne yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. (33-35)

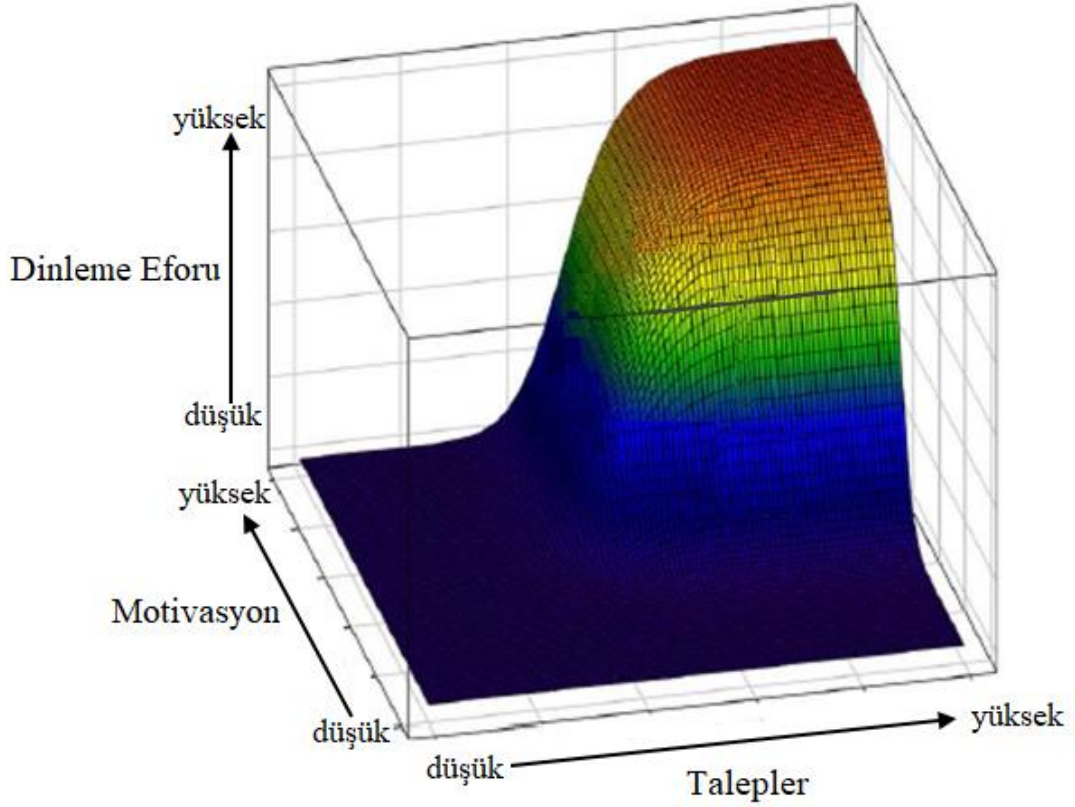


**Şekil 2.1.** Dil anlama kolaylığı modelinin işleyiş şeması (RAMBPHO =*Rapid automatic multimodal bound phonologic*)

### 2.3.3. Efor Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi

Kahneman'ın üniter-kaynak teorisinin bir adaptasyonu olarak ortaya çıkan bu teorik çerçeve, dinleme eforu literatürünün en güncel yaklaşımlarından biridir (20). Pichora-Fuller ve arkadaşları, Kahneman'ın teorisinin temel unsurlarını dinleme eforu için spesifikleştirerek bu teorik çerçeveyi oluşturmuşlardır (20). Bu yaklaşımın, Kahneman'ın üniter-kaynak teorisinden ayrılan en önemli noktası, motivasyon gibi bireysel faktörlerin dinleme eforu üzerindeki etkisine vurgu yapmasıdır. Ayrıca bu yaklaşım efor, görev talepleri ve motivasyon kavramlarının varsayımsal etkileşimlerini inceleyerek, bu faktörleri dinleme eforu bağlamında açıklamaya çalışmaktadır.

Pichora-Fuller ve arkadaşları bu çerçeve kapsamında; dinleme eforu, dinleme talepleri ve motivasyon kavramlarının birbirleriyle olan karmaşık ilişkisini açıklamak amacıyla üç boyutlu bir diyagram oluşturmuştur (20). EGDAÇ kapsamında, oluşturulan üç boyutlu diyagram ile; harcanan eforun, hem dinleme talepleri hem de motivasyon boyutları ile nasıl değişeceği açıklanmaya çalışılmaktadır. Şekil 2.2' de EGDAÇ kapsamında oluşturulan üç boyutlu diyagrama yer verilmektedir. Ayrıca oluşturulan üç boyutlu diyagramda, diğer modellerde yer verilmeyen motivasyon kavramına üçüncü bir eksen olarak yer verilerek; motivasyonun dinleme eforuna olan etkisinin dinleme talepleri ile etkileşimli olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Bu teorik çerçeve; dinleme eforu ile ilişkili diğer teorilerde yer verilmeyen motivasyon gibi bireysel faktörlerin etkisinin gösterilmesi açısından oldukça önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

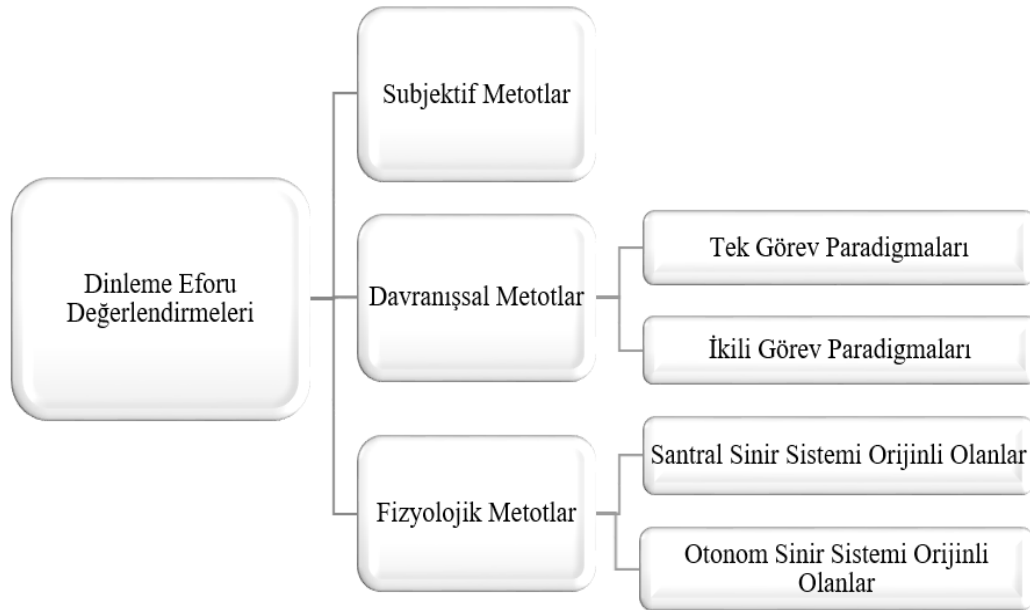


**Şekil 2.2.** Efor gerektiren dinlemeyi anlama çerçevesi kapsamında oluşturulan üç boyutlu diyagram (20).

Yukarıda sözü edilen teoriler, dinleme eforu literatüründe en fazla kabul gören teorileri arasında yer almaktadır. Bu teori ve modeller dışında literatüre dinleme eforu perspektifinden katkı sağlayan başka yaklaşımlar da mevcuttur. Literatürdeki nerdeyse tüm teoriler, dinleme eforu kavramını belirli yönleri ile ele almakta ve bu kavramın belirli yönlerini açıklamaya çalışmaktadır. Dinleme eforu kavramı ise, internal ve eksteranla birçok faktörün etkileşimini içeren oldukça kompleks süreç olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle dinleme eforuna kavramsal olarak incelerken ya da yapılan araştırma sonuçlarını yorumlarken tek bir teorinin sağladığı perspektifinin yeterli olmayacağı unutulmamalıdır. Dinleme eforu kavramı çok boyutlu yapısı nedeniyle daha geniş bir teorik pencerede bütünsel bir yaklaşımla ele alınmasının daha doğru olduğu düşünülmektedir.

## 2.4. Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi

Dinleme eforunu değerlendirmek için literatürün ortak görüşü tarafından oluşturulmuş standart bir protokol mevcut değildir. Literatür incelendiğinde dinleme eforu değerlendirmek için dinleme eforu kavramının farklı komponentlerine duyarlı olduğu düşünülen farklı metodolojiler kullanıldığı görülmektedir. Bu değerlendirme yöntemleri üç ana başlıkta toplanabilmektedir. Bunlar; davranışsal değerlendirme metotları, subjektif değerlendirme metotları ve fizyolojik değerlendirme metotlarıdır. Davranışsal değerlendirme metotları tek görev ve ikili görev paradigması olmak üzere iki farklı alt başlıkta incelenirken; fizyolojik değerlendirme metotları ise santral sinir sistemi (SSS) orijinli olanlar ve otonom sinir sistemi (37) (periferik sinir sisteminin bir kısmı) orijinli olmak üzere iki alt başlığa ayrılarak incelenmektedir. Şekil 2.3, dinleme eforu değerlendirme metotlarına ait genel bir sınıflandırmayı göstermektedir.



Şekil 2.3. Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan metotlar (38)

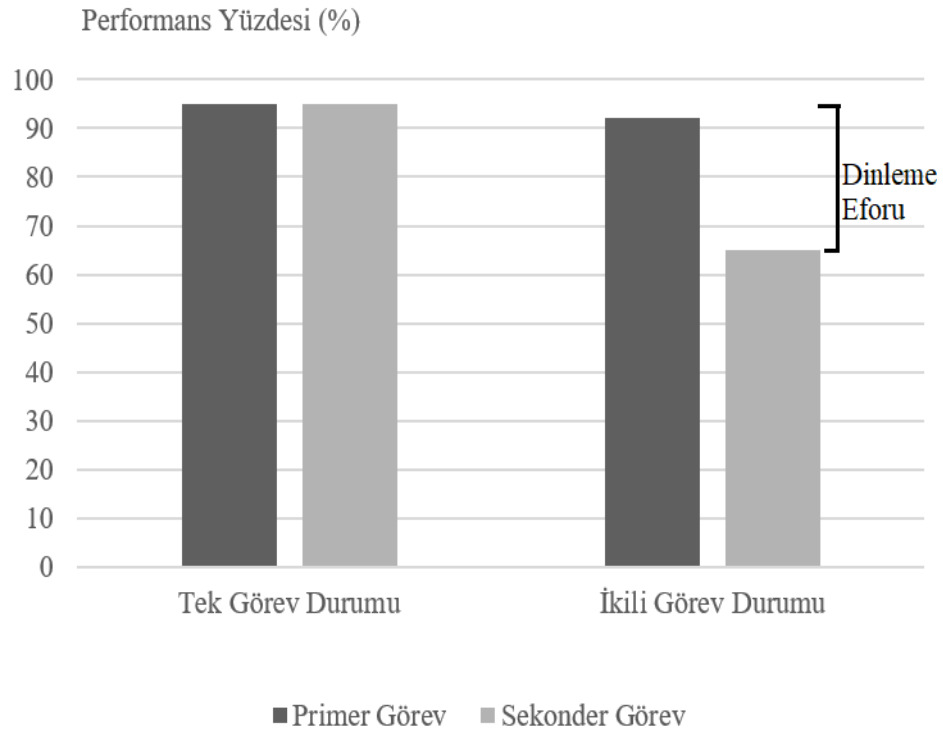
### 2.4.1. Davranışsal Değerlendirme Metotları

Davranışsal ölçüm metotlarının teorik dayanağı; Kahneman'ın üniter-kaynak teorisinde (25) belirttiği gibi, bir bireyin görevlerin gerektirdiği kognitif talepleri karşılayabilmesi için sahip olduğu toplam işleme kaynaklarının kapasite ve hız bakımından sınırlı olduğu varsayımdır. Bu değerlendirme metodunda; dinleme görevlerindeki davranışsal tepkilerdeki değişiklikler analiz edilerek dinleme eforu miktarı endekslenmeye çalışılmaktadır (39). Davranışsal ölçüm metotları; artan dinleme taleplerinin, performans (doğruluk ya da reaksiyon zamanı gibi) üzerindeki etkisini ortaya koyarak, dinleme eforunu dolaylı bir şekilde göstermeyi hedeflemektedir (40). Dinleme eforunun davranışsal değerlendirme metotlarında yaygın olarak ikili görev paradigmaları kullanırken, bazı araştırmalarda ise tek görev paradigmaları da tercih edildiği görülmektedir (15).

Tek görev paradigmalarında dinleme eforu, dinleyicinin dinleme görevine reaksiyon süresindeki uzamaya bağlı olarak değerlendirilmektedir. Daha uzun reaksiyon süreleri daha fazla dinleme eforu ile ilişkilendirilirken; tam tersi anlayış da geçerlidir. İkili görev paradigmalarına göre tek görev paradigmalarının metodolojisi daha basittir, çünkü gerçekleştirilmesi gereken tek bir görev mevcuttur. Bu tek görev, dinleme görevinde yer alan kelime setindeki son kelimeleri hatırlamak gibi konuşmayı anlama ile yakından ilişkili bir görev olmalıdır. Katılımcılar görevi gerçekleştirirken, reaksiyon sürelerindeki uzama, artan dinleme eforunu göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Basit metodolojileri ile avantajlı bir yöntem olarak kabul edilen tek görev paradigmalarının belirli kısıtlılıkları da mevcuttur. Tek görev paradigmalarının en önemli kısıtlılığı, artan dinleme taleplerine karşılık olarak eforun artmasının her zaman reaksiyon süresindeki bir uzamaya neden olmayabileceği düşüncesidir (40). Ayrıca reaksiyon süresi uzamalarının sadece artan işleme yükü ile ilişkili olmaması ihtimali de literatürde tek görev paradigmasına dair kısıtlılıklar arasında yer almaktadır (20).

İkili görev paradigmasında ise katılımcılar "primer görev" olarak adlandırılan bir dinleme görevini gerçekleştirirken, aynı zamanda önceliklendirilen primer görevle yapısal interferansa girmeyen ama kognitif yük oluşturan bir "sekonder görev" gerçekleştirirler. İkili görev paradigmasında; primer ve sekonder görev birlikte gerçekleştirilirken, sekonder görevdeki performans düşüşünün dinleme eforuna işaret ettiği düşünülmektedir. Performanstaki düşüş deney düzeneğine bağlı olarak reaksiyon zamanında uzama ya da performans doğruluğunda azalma olarak tanımlanabilmektedir (15). Görevler farklı metodolojik düzenlerde ardışık olarak ya da eş zamanlı gerçekleştirilebilmektedir. İkili görev paradigmasının etkili şekilde gerçekleşebilmesi için dinleyicilerin primer görevi sekonder göreve göre önceliklendirmesi ve tüm kognitif kaynaklarını görev süresi boyunca sadece bu iki göreve tahsis etmesi gerekmektedir (15). Şekil 2.4' te dinleme eforunun performans doğruluğu üzerinden ikili görev paradigması kullanılarak değerlendirilmesine dair klasik yaklaşımı anlatan bir görsele yer verilmiştir.



**Şekil 2.4.** Dinleme eforunun performans doğruluğu üzerinden ikili görev paradigması kullanılarak değerlendirilmesine dair klasik yaklaşım (15)

İkili görev paradigmalarının en önemli avantajı; bu ölçüm metodunun dinleme eforunun gizli davranışsal boyutuna duyarlı olması ve gerçek dinleme durumlarını simüle edebilmesidir. Fakat ikili görev paradigmaları metodolojik olarak hata riski açısından oldukça yüksek yöntemlerdir. Bu değerlendirme metodundaki en önemli kısıtlılık ise deney düzeneklerindeki görev seçiminde ortaya çıkmaktadır. Görev seçimi düzgün şekilde yapılmazsa; seçilen primer ve sekonder görevler arasında kapasite interferansı ve yapısal interferans oluştuğunda paradigma düzgün olarak gerçekleşmemekte (41) ve bu durum, dinleme eforu değerlendirmeleri doğru şekilde yapılamamasına neden olmaktadır (38). Ayrıca bu ölçüm yönteminin, yüksek düzeyde kooperasyon gerektirmesi, motivasyon ve göreve bağlılık gibi hususlarda bireysel farklılıklardan büyük ölçüde etkilenmesi de; bu ölçüm yöntemini kullanmak isteyen araştırmacılar için dikkatli davranılması gereken konular arasındadır.

#### **2.4.2. Subjektif Değerlendirme Metotları**

Öz bildirim yöntemleri olarak da bilinen subjektif ölçüm metotları, bireyin kendisi tarafından raporlanan dinleme eforu deneyimlerine dayanmaktadır. Bu yöntemde genellikle ilgili görevin ne kadar efor gerektirdiğine dair sorulara, bir derecelendirme ölçeği kullanılarak verilen cevaplar üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Subjektif değerlendirmeler, dinleme eforuna spesifik tek boyutlu ve çok boyutlu ölçekler kullanılarak yapılmaktadır. Fakat literatürde dinleme eforuna spesifik ölçekler oldukça kısıtlı olduğu için bu değerlendirmeler genellikle; hayat kalitesi, yorgunluk, mental efor gibi dinleme eforuyla ilişkili kavramları değerlendiren dinleme eforu kavramına spesifik olmayan çok boyutlu ölçeklerin dinleme eforu ile ilgili alt ölçekleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Hızlı ve kolay bir değerlendirme metodu olan subjektif yöntemler maliyet açısından da oldukça avantajlı yöntemlerdir. Ayrıca bu değerlendirme yöntemlerinin uygulanması ve analizi için özel bir uzmanlık gerekmemesi de bu yöntemin yaygın olarak kullanılmasının nedenleri arasında kabul edilmektedir. Subjektif ölçümlerden elde edilen sonuçlar, bireyin konuşmayı anlamak için dinleme süreçlerine ne kadar efor harcadıkları konusunda öngörü sağlamakla birlikte; aslında bu ölçümlerin

dinleme için harcanan eforu bireyin nasıl algılandığı ve bu durumdan ne kadar etkilendiğini yansıttığı unutulmamalıdır.

Subjektif metotlar, araştırmacılar ve klinisyenler için faydalı bilgiler sunmasına rağmen bu ölçüm yöntemlerinin de bazı sınırlılıkları mevcuttur. Bu yöntemle yapılan değerlendirmelerde, fizyolojik metotlarda olduğu gibi görev sırasında dinleme eforunun doğrudan ve sürekli olarak izlenmesi mümkün değildir. Çünkü mevcut subjektif değerlendirme metotları, dinleme eforunu ancak konuşmayı anlama görevi sonrasında değerlendirebilmektedir (28). Ayrıca, literatürde subjektif ölçüm yöntemlerinin, artan dinleme taleplerine her zaman duyarlı olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (42). Subjektif ölçüm yöntemlerinin bir diğer kısıtlılığı ise; bu ölçüm yönteminin tamamıyla öznel ölçütlere dayandığı gerçeğidir. Bu noktada bireylerin efor derecelendirmelerini neyi kriter alarak yaptığını tahmin etmek oldukça zordur. Genellikle bu noktada yapılan hata, efor değerlendirmelerinin performans kriterini ölçüt alınarak yapılmasıdır. Genelde bireyler çok iyi performans sergilediği görevlerde, çok fazla efor harcayarak bu performansı elde etse bile elde ettiği performanstan tatmin olduğunda, performans için harcadığı eforu göz ardı edebilmektedir. Bu durum da yanlış değerlendirme sonuçlarına neden olabilmektedir. Bu nedenle subjektif ölçüm yöntemleri kullanılarak güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi için değerlendirmeden önce katılımcıların bilgilendirilmesi konusunda oldukça özenli davranılması gerekmektedir.

### **2.4.3. Fizyolojik Değerlendirme Metotları**

Dinleme eforunun fizyolojik değerlendirme metotları, bireylerin uyarılara verdiği fizyolojik yanıtların doğrudan ölçülmesine dayanmaktadır. Fizyolojik değerlendirme metotlarında, zorlu şartlarda meydana gelen fizyolojik değişiklikler, kognitif yükü ilişkilendirilerek dinleme eforunu ölçmek için kullanılmaktadır. Genellikle bu ölçüm yönteminin kullanıldığı çalışmalarda; aynı gruplar için farklı zorluk düzeylerine sahip koşullar arasındaki fizyolojik değişiklikler ya da aynı zorluk seviyesine sahip koşullarda farklı gruplardan elde edilen fizyolojik değişiklikler karşılaştırılarak dinleme eforu değerlendirmeleri gerçekleştirilmektedir.



Dinleme eforunun fizyolojik ölçümleri, objektif olması yönüyle güvenilir değerlendirme metotları olarak kabul edilmektedir. Fizyolojik değerlendirme metotlarının, diğer değerlendirme yöntemlerine göre en önemli avantajı ise, bireylerin dinleme görevleri boyunca harcadıkları efor dalgalanmalarının anlık olarak takip edilebilmesine olanak sağlamasıdır. Ayrıca dinleme eforunun fizyolojik değerlendirme metotları kullanılarak değerlendirildiği çalışmaların giderek artmasının, bu ölçüm yönteminin klinik ortamlara adapte edilebilme potansiyelini vurgular nitelikte olduğu düşünülmektedir. Fakat bu ölçüm yöntemlerinde, genellikle grup düzeyinde analizlere odaklanıldığından, artan dinleme taleplerine bağlı meydana gelen fizyolojik değişikliklerin tek bir bireyin harcadığı dinleme eforunun büyüklüğü hakkında nasıl bilgi sağlayabileceği henüz net olarak ortaya koyulamamıştır. Bu yöntemlerin klinik ortamlarda birey bazında yaygın kullanımı için daha fazla araştırma ihtiyaç duyulduğunu belirtmek gerekmektedir.

Dinleme eforunun fizyolojik değerlendirme metotları, objektif yöntemler olarak da adlandırılmaktadır. Bu değerlendirme metotları; SSS orijinli olanlar ve OSS orijinli olanlar olmak üzere iki alt başlıkta incelenmektedir. SSS orijinli olan fizyolojik metotlar arasında; kortikal ve subkortikal postsinaptik elektriksel değişimleri yansıtan EEG (8, 43), kortikal postsinaptik elektriksel etkileşimlerin manyetik yansımalarını kaydeden manyetoensefalografi (MEG) (44) ve kandaki oksijen düzeyine bağlı değişiklikleri ölçen fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) (45, 46) gibi girişimsel olmayan ölçüm yöntemleri yer almaktadır. Dinleme eforunun fizyolojik ölçümlerinin OSS orijinli olanları ise, SSS orijinli fizyolojik metotların aksine bilinçten bağımsız bir sürecin sonucu kabul edilmektedir. OSS orijinli fizyolojik metotlar arasında; pupilometri (4, 8), kalp atım hızı (47), vücut sıvısı kortizol konsantrasyonu (48), cilt iletkenliği (47) ölçümleri yer almaktadır.

### **EEG İncelemeleri:**

Talamo-kortikal, kortiko-kortikal bağlantılardan kaynaklanan ritmik aktivite (nöral osilasyonlar/ nöral salınımlar), göreve bağlı değişiklikler göstermektedir. Dinleme eforununun EEG verileri ile değerlendirilmesinde, spontan ritmik aktivitedeki dinamik değişimler ele alınmaktadır. Bu amaçla, EEG verilerinin farklı

frekans bileşenlerine ait güç ve faz değerleri hesaplanmaktadır. (49, 50). Literatür incelendiğinde dinleme eforu ile ilişkili EEG değerlendirmelerinde en çok incelenen frekans bileşeninin parietal alfa bandı (8-12 Hz salınımları) olduğu görülmektedir (8).

Alfa salınımlarının kökeni hakkındaki ilk öneriler, alfa bandındaki ritmik aktivitenin talamo-kortikal projeksiyonlardan kaynaklandığı yönündeydi (51). Daha sonraki çalışmalardan elde edilen kanıtlar ise, farklı kortikal bölgelerden alınan kayıtların, farklı alfa frekansları sergilediğini ortaya koymuş, sadece talamo-kortikal projeksiyonların, alfa bandı jeneratörleri açıklamak için yeterli olmadığını göstermiştir (52). Son zamanlarda ise, farklı fonksiyonel görevleri destekleyen birden fazla otonom alfa bandı jeneratörünün varlığının muhtemel olduğu öne sürülmektedir (53).

Zorlu dinleme ortamlarında akustik sinyali anlamak için kognitif kaynak kullanıldığı durumlarda EEG’de yer alan alfa bandı gücünün etkilendiği birçok çalışma ile gösterilmiştir (2, 3, 54, 55). Fakat literatür incelendiğinde EEG kullanılarak dinleme eforunun değerlendirildiği çalışmalarda, artan dinleme eforunun alfa dalgalarına yansıma şeklinin ve zorlu durumlarda alfa gücünün aktivasyonuna veya baskılanmasına hangi temel mekanizmaların yol açtığı konusunun hala tartışmalı olduğu görülmektedir. Artan dinleme eforu göstergelerinin EEG alfa bandı genliğine etkisi konusundaki literatürdeki bu belirsizlik konuyla ilgili daha fazla araştırmanın gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, farklı yöntem ve dinleme koşullarının etkileşimini anlamak amacıyla daha geniş, kapsamlı ve nitelikli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### **Pupilometri Değerlendirmeleri:**

Dinleme eforunun OSS orijinli fizyolojik değerlendirmeleri arasında yer alan pupilometri ölçümlerinde, pupil boyutundaki değişiklikler (çap, alan ya da piksel olarak tanımlanabilen) kaydedilerek bireylerin dinlemeye harcadığı efor objektif bir şekilde değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Bu değerlendirme metodunda; zorlu dinleme durumlarında artan kognitif yüke bağlı olarak OSS’nde oluşan cevabın pupil boyutunda artmaya (pupil dilatasyonuna) neden olduğu savunulmaktadır (56, 57). Pupil boyutundaki bu büyümenin, modüle edilmesinden prefrontal korteksteki aktivite

ile ilişkili *Locus coeruleus*' tan (*LC*) *norepinefrin* (*NE*) salınımının sorumlu olduğu düşünülmektedir (58). Literatür incelendiğinde de; *LC-NE* sisteminin, aslında tüm dikkat süreçlerinde rol oynadığı görülmektedir. (59).

Wendt ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; konuşma uyaranların linguistik yapılarını değiştirip cümle anlaşılabilirlik seviyelerini azaltarak oluşturdukları zorlu dinleme durumunda katılımcıların pupil boyutunun arttığı belirtmişlerdir (60) Literatürde dinleme durumları zorlaştıkça pupil boyutunun arttığı gösteren mevcut diğer çalışmaların sonuçları da pupil boyutundaki artmanın dinleme eforunun bir göstergesi olduğunu düşüncesini destekler niteliktedir (5, 7, 60).

## 2.5. Dinleme Eforunu Etkileyen Unsurlar

Dinleme eforu, çok yönlü doğası nedeniyle birçok unsurun etkisi altında şekillenen bir kavramdır. Dinleme eforunu etkileyen unsurlar genellikle, aralarında dinamik etkileşimler bulunduğu varsayılan internal ve eksternal unsurlar olarak iki kısımda incelenmektedir.

Dinleme eforunu etkileyen eksternal unsurlar; kaynağa bağlı unsurlar, ses iletim interferansına bağlı unsurlar ve göreve bağlı unsurlar olmak üzere üç alt başlık altında toplanabilmektedir. Girdi sinyalinin kalitesi, mesajın içeriği, aksanlı konuşma gibi unsurlar, dinleme eforunu etkileyen kaynağa bağlı unsurlara örnek gösterilebilirken; reverberasyon ve arka plan gürültüsü dinleme eforunu etkileyen ses iletim interferansına bağlı unsurlar arasında yer almaktadır.

Dinleme eforunu etkileyen göreve bağlı unsurlar ise görev talepleri ile tanımlanmaktadır. Dinleme eforunu etkileyen eksternal unsurlardan olan SGO ve spektral çözünürlüğün dinleme eforuna etkisinin dinleme eforuna etki eden diğer unsurlara kıyasla literatürde daha net şekilde ortaya koyulmuştur. Houben ve arkadaşlarının, farklı SGO seviyelerinde dinleme eforunun nasıl değiştiği araştırdıkları çalışmada, SGO'nun sinyal lehine arttığı durumlarda dinleme eforu deneyiminde azalma meydana geldiği raporlanmıştır (61). Farklı tip vokoder kullanılarak farklı spektral çözünürlük seviyelerinin dinleme eforuna etkisinin pupilometri ile

değerlendirildiği başka bir çalışmanın sonucunda ise düşük spektral çözünürlüğün dinleme eforunda artmaya neden olduğu belirtilmiştir (57).

Dikkat, çalışma belleği, işitsel beceriler, kognitif kapasite, motivasyon, deneyimler ve eğitim gibi unsurlar ise dinleme eforunu etkileyen internal unsurlar arasında yer almaktadır. Literatürde, eksternal unsurların dinleme eforuna etkisi inceleyen çalışmalar olduğu gibi, internal unsurların dinleme eforuna olan etkilerini konu alan araştırmalar da mevcuttur. Literatürde ikili görev paradigması kullanılarak dinleme eforunun değerlendirildiği bir araştırmada; dinleme eforunu etkileyen internal unsurlardan olan çalışma belleği ile dinleme eforu arasındaki ilişki raporlanmıştır (62). Literatürde yer alan başka bir çalışmada ise; işitme kayıplı bireylerdeki dinleme eforu farklılıklarında çalışma belleği düzeylerinin büyük rolü olduğu belirtilmiştir (63). Bir literatür derlemesinde ise dinleme eforunu etkileyen internal unsurlar arasında yer alan motivasyonun dinleme eforuna etkisi açıkça ortaya koyulmuştur (64).

Dinleme eforunu etkileyen internal unsurlar literatürde oldukça kapsamlı bir şekilde ele alınmış olsa da, müzik deneyiminin dinleme eforuna olan etkisi konusundaki belirsizlik devam etmektedir. Literatürde müzik deneyiminin dinleme eforuna etkisini inceleyen sınırlı sayıdaki mevcut araştırma sonuçları; müzik deneyiminin işitsel, nöral ve kognitif süreçleri çeşitli mekanizmalar aracılığıyla geliştirebileceğini ve bu sayede dinleme eforunu azaltabileceğini öne sürmektedir (12, 65). Fakat literatürdeki bazı çalışma sonuçlarında ise; müzik deneyiminin, konuşmayı anlama süreçlerinde ve dinleme eforu mekanizmalarında belirgin bir etkisinin olmadığı ve bu süreçlerin tek bir faktörün etkisinden ziyade çoklu faktörlerin etkileşimi ile şekillendirildiği belirtilmektedir (66, 67). Literatürdeki bu belirsizliğin, müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarına olan etkisini daha ayrıntılı ve derinlemesine anlamak için daha fazla bilimsel araştırmaya ihtiyaç olduğunu vurguladığı düşünülmektedir.

## 2.6. Müzik Deneyiminin Konuşmayı Anlama ve Dinleme Eforu Süreçlerine Etkisi

Müzik deneyiminin konuşmayı anlama ve dinleme eforu süreçlerine olan etkisi, literatürde tartışmalı konular arasında yer almaktadır. Bu konuda literatür incelendiğinde, müzik deneyiminin etkisini araştıran çalışmalarda öncelikle müzik deneyimi için belirlenen farklı müzik eğitimi ve müzisyenlik kriterleri dikkat çekmektedir (68). Bu konuda standart bir tanımlama veya standart bir ölçüt olmayışı bu durumun farklı tanımlama ve kriterlerin ortaya çıkmasındaki etkili nedendir. Müzik deneyiminin konuşmayı anlama ve dinleme eforu süreçlerine olan etkisine dair literatür bilgisinin müzik deneyimine ait farklı çalışmalarda kabul edilen farklı kriterler göz önünde bulundurularak incelenmesinin daha doğru bir bakış açısı sağlayacağı düşünülmektedir.

Literatürde müzik deneyiminin konuşmayı anlama ve dinleme eforu süreçlerine olan etkisi hakkında farklı görüşler olsa da; mevcut çalışmalar müzik deneyimi ile elde edilen avantajların bu süreçlere ve bu süreçlere katkısı olan mekanizmalara olumlu etkisi olabileceğini gösteren çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Örneğin; müzik deneyiminin işitsel korteksin kendi içinde yer alan bağlantılarında, korteksin alanlar arası bağlantılarında, inferior temporal girustaki gri maddede (69), pre-santral girusta, intraparietal sulkusta ve inferior lateral temporal lobta değişikliklere (70) yol açtığı araştırmalarla gösterilmiştir.

Ayrıca literatürde dil ve müzik işleme için ortak nöral kaynakların varlığına dair kanıtlar mevcuttur (71-75). Konuşma, dil ve müzik işleme nöral bağlantılarındaki bu fonksiyonel örtüşme göz önünde bulundurulduğunda, müzik deneyimi sonucunda artan aktivasyonun ve işitsel bilgiye karşı artan hassasiyetin konuşma uyarılarının işlenmesine katkı sağlamasının muhtemel düşünülmektedir (76). Literatürdeki önceki araştırmalar da, müzik eğitiminin algısal becerileri ve akustik özelliklerin korteks tarafından işlenmesini etkilediğini, ayrıca bu etkinin benzersiz faydalar sunduğunu göstermektedir (77). Ayrıca başka çalışmalarda da; müzik deneyiminin, dinleme eforu mekanizmalarında etkili olan çalışma belleğini geliştirdiği raporlanmıştır (78, 79).

Müzik deneyiminin dinleme eforu süreçlerine olumlu etki sağlayabilecek olası başka bir avantajı ise; deneyime bağlı beyin plastisitesi ile açıklanabilmektedir (80). Literatürde müzik deneyiminin, işitsel kortiko-fugal yollarda (81), işitsel-motor eşleşme (*auditory-motor coupling*) (76) ve multimodal duyu-motor entegrasyon sisteminde (82) önemli fizyolojik değişikliklere neden olarak işitsel işleme mekanizmalarını geliştirdiği belirtilmektedir. Bu gelişmiş mekanizmaların da özellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama süreçlerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (65).

Müzik deneyiminin yukarıda gösterilen kanıtlar doğrultusunda; zorlu koşullarda konuşmayı anlama süreçlerini iyileştirerek dinleme eforu deneyimini azaltabileceği düşüncesi kabul gören bir fikir olsa da; literatürde müzik deneyiminin gürültüde konuşmayı anlama süreçleri üzerindeki avantajlarına ilişkin çalışma sonuçları karışık olduğu görülmektedir. (66, 67, 83-85). Madsen ve arkadaşları tarafından yapılan, müzisyen olan ve müzisyen olmayan genç yetişkinlerin gürültüde konuşma anlama becerisinin karşılaştırıldığı çalışmada, müzik deneyiminin gürültüde konuşmayı anlama becerisine etkisi olmadığı raporlanmıştır (86). Fauvel ve arkadaşları tarafından yapılan, müzisyen olan ve müzisyen olmayan genç yetişkinlerin dinleme eforu ve gürültüde konuşmayı anlama becerilerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, müzisyenlerin müzisyen olmayanlara kıyasla gürültüde konuşmayı anlama performansının daha iyi ve deneyimlediği dinleme eforunun daha az olduğu gösterilmiştir (76).

Zorlaşan iletişim ortamlarında müzik deneyiminin konuşmayı anlama becerisi üzerindeki etkisine dair literatürdeki belirsizlik devam ederken; dinleme eforu mekanizmalarının konuşmayı anlama süreçlerinin bir parçası olarak değerlendirip, dinleme eforu mekanizmalarına müzik deneyiminin etkisi olup olmadığını araştıran çalışmalar konusunda literatürün de oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir (85, 87, 88). Bu alandaki çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda; müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarındaki etkisini derinlemesine anlamak için literatürde daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtmek gerekmektedir.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 04.01.2022 tarihinde GO 22/06 kayıt numarasıyla onaylanan bu araştırma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Anabilim Dalı bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılmayı kabul eden katılımcılardan, araştırmanın kapsamı ve amacı hakkında bilgilendirildikten sonra yazılı onam alınmıştır.

#### 3.1. Bireyler

Çalışmada, kontrol grubu ve çalışma grubu olmak üzere iki grup yer almaktadır. Çalışma grubunu müzisyenler oluştururken; kontrol grubu müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşmaktadır. Çalışmaya 19-35 yaş arası işitme kaybı olmayan ( $250-8000 \text{ Hz} \leq 15 \text{ dB HL}$ ) toplam 38 katılımcı dahil edilmiştir. Müzisyenlerden oluşan çalışma grubuna 19 katılımcı (8 Erkek, 10 Kadın); müzik deneyimi olmayan katılımcılardan oluşan kontrol grubuna ise 19 katılımcı (8 Erkek, 10 Kadın) dahil edilmiştir. Ancak çalışma grubundan 2 katılımcı değerlendirmeleri tamamlamadığı için, 2'si çalışma grubundan 3'ü kontrol grubundan olmak üzere 5 katılımcı ise elimine edilemeyen yüksek EEG artefaktı nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak çalışmamızın istatistiksel analizleri, çalışma grubunda 15 katılımcı (6 Erkek, 9 Kadın) kontrol grubunda ise 16 katılımcı (6 Erkek, 10 Kadın) olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

##### 3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Çalışma grubu için dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibidir:

- 250-8000 Hz saf ses işitme eşikleri normal sınırlarda ( $\leq 15$ ) olmak
- 18-35 yaş aralığında olmak
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi'ne göre normal kognitif işlevi gösteren puanı almak (21 puan ve üzeri)

- Tanılı mental, psikiyatrik, nörolojik ve otolojik herhangi bir patolojiye ve şikayete sahip olmamak
- Herhangi bir dil ve dikkat bozukluğu şüphesi ve tanısı olmamak
- Herhangi bir madde bağımlılığı bulunmamak
- Son 1 hafta içerisinde alkol tüketmemiş olmak
- Çalışmada yer alan testleri yapabilecek mental kapasiteye ve fiziksel yeterliliğe sahip olmak.
- En az 10 yıl müzik eğitimi almış olmak
- En az bir enstrüman çalabiliyor olmak
- En az son 3 yıldır aktif olarak müzik deneyimine sahip olmak
- Hala aktif olarak müzikle ilgilenmek
- Çalışmaya katılmak için gönüllü olmak

Kontrol grubu için dahil edilme kriterleri ise aşağıdaki gibidir:

- 250-8000 Hz saf ses işitme eşikleri normal sınırlarda ( $\leq 15$ ) olmak
- 18-35 yaş aralığında olmak
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi'ne göre normal kognitif işlevi gösteren puanı almak (21 puan ve üzeri)
- Tanılı mental, psikiyatrik, nörolojik ve otolojik herhangi bir patolojiye ve şikayete sahip olmamak
- Herhangi bir dil ve dikkat bozukluğu şüphesi tanısı olmamak
- Herhangi bir madde bağımlılığı bulunmamak
- Son 1 hafta içerisinde alkol tüketmemiş olmak
- Çalışmada yer alan testleri yapabilecek mental kapasiteye ve fiziksel yeterliliğe sahip olmak.
- Herhangi bir müzik deneyimine sahip olmamak
- Çalışmaya katılmak için gönüllü olmak



### 3.1.2. Dışlanma Kriterleri

Çalışma ve kontrol grubu dışlanma kriterleri aşağıdaki gibidir:

- Görme ile ilgili ileri derecede probleme sahip olmak
- Pupil ile ya da pupil stabilizasyonu ile ilgili bir hastalığa sahip olmak (anizokori, strabismus vb.)
- Pupil boyutunu etkileyebilecek ilaç kullanımı ve çay, kahve tüketimi
- İşitsel yollara ve işitmeye ait bir hastalık öyküsü varlığı

### 3.2. Yöntem

Değerlendirmelere başlamadan önce dahil edilme kriterlerini karşıladığı düşünülen bireylere araştırmayla ilgili kapsamlı bilgi verilmiştir. Katılımcıların onamının alınabilmesi için araştırmaya katılmayı düşündüğünü belirten bireylere gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Sonra katılımcılarla demografik özelliklerinden müzik deneyimlerine kadar sorgulayan detaylı bilgi formları doldurulmuştur. Tüm katılımcıların kognitif fonksiyonlarının normal aralıkta olduğundan emin olmak için bilişsel tarama testi uygulanmıştır. Normal kognitif fonksiyona sahip olduğu saptanan bireylere normal işitmeyi doğrulamak için işitsel değerlendirmeler yapılmıştır. Saf ses işitme eşikleri ( $250-8000 \text{ Hz} \leq 15 \text{ dB HL}$ ) normal sınırlarda olan katılımcıların gürültüde konuşmayı anlama performansının değerlendirilebilmesi için gürültüde cümle tanıma testi uygulanmıştır. Daha sonraki aşamada ise dinleme eforu incelemeleri yapılmıştır. Dinleme eforu ölçümleri; bozulmuş konuşma uyarını oluşturulan zorlu dinleme görevi sırasında eş zamanlı olarak alınan EEG ve pupilometri kaydı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.1. Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi

Katılımcıların kognitif işlevlerin normal aralıkta olduğunu belirlemek için bir tarama envanteri olan Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (*Montreal Cognitive Assessment*) (89) uygulanmıştır. Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Selekler ve

arkadaşları tarafından yapılan (90) bu test; dikkat, konsantrasyon, yürütücü işlevler, bellek, dil, görsel yapılandırma becerileri, soyut düşünce, hesaplama ve yönelim gibi kognitif fonksiyonları değerlendirmektedir. Test sonucuna göre 21 ve üzerinde puan alan katılımcıların kognitif işlevleri normal kabul edilmektedir (90).

### **3.2.2. İşitme Değerlendirmesi**

Normal kognitif fonksiyona sahip olduğu saptanan katılımcılara işitme değerlendirmesinde saf ses odyometrisi kullanılmıştır. Katılımcıların hava yolu işitme eşikleri TDH-39 kulak üstü kulaklık kullanılarak, kemik yolu işitme eşikleri ise B-71 kemik vibratör aracılığıyla değerlendirilmiştir. Tüm işitme değerlendirmeleri Industrial Acoustic Company standartlarını karşılayan sessiz odada Grason Stadler GSI 61 (Grason Stadler Inc.) klinik odyometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Normal işitme kriteri; 250-8000 Hz aralığındaki işitme eşiklerinin 15 dB'den küçük olması şeklinde belirlenmiştir (91).

### **3.2.3. Türkçe Matriks Test**

Normal kognitif fonksiyona ve normal işitmeye sahip olduğu belirlenen katılımcılara, konuşmayı anlama performanslarını incelemek amacıyla Türkçe Matriks Test (TMT) uygulanmıştır. TMT; Türkçe normalizasyonu Zokoll ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen (92), bir gürültüde cümle tanıma testidir. TMT materyalindeki tüm cümleler 50 kelimelik matriksten (5 kategori x 10 seçenek) rastgele seçilerek oluşturulmuştur ve tüm cümleler -özne- sayı- sıfat- nesne- yüklem olacak şekilde- aynı cümle yapısına sahiptir. Yaklaşık 100.000 olduğu tahmin edilen çok sayıda olası cümle kombinasyonu nedeniyle, TMT'de kelimelerin rastgele seçilmesiyle oluşturulan cümleleri hatırlamak veya tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle test sonuçlarını etkilemeden aynı hastaya yinelemeli olarak uygulanabilmektedir.

Oldenburg Measurement Application yazılımı içerisinde çalıştırılan TMT, uygulayıcılar için esnek bir kullanım alanı sağlamaktadır. Farklı konfigürasyonlarla

uyaran gönderimine olanak vermesi sayesinde gerçek iletişim ortamların simüle edilmesine olanak sağlaması TMT'nin en önemli avantajlarından. TMT, sinyal ve gürültü seviyesinin katılımcının cevabına göre değiştiği adaptif prosedür ve seçilen sabit sinyal gürültü oranında değerlendirme sağlayan adaptif olmayan (*nonadaptif*) prosedür olmak üzere iki farklı prosedürde uygulanabilmektedir. Adaptif olmayan prosedür için değerlendirme sonucu, seçilen sinyal gürültü oranında saptanan bir cümle tanıma performansı yüzdesi şeklinde iken; adaptif prosedür için test sonucu, seçilen performans doğruluğuna karşılık gelen bir SGO şeklindedir. Ayrıca TMT'nin bir diğer kullanım esnekliği de farklı hasta profilleri için açık uçlu ve kapalı uçlu test uygulama metotları mevcut olmasıdır. Yaygın olarak kullanılan pek çok dile çevrilen (Almanca, Fransızca, İspanyolca, Rusça, Danca, Lehçe, İngiliz İngilizcesi, Amerikan İngilizcesi, Felemenkçe) TMT, araştırmalar için verilerin evrensel olarak karşılaştırılabilirliğine olanak sağlaması açısından oldukça değerli bir değerlendirme aracı kabul edilmektedir.

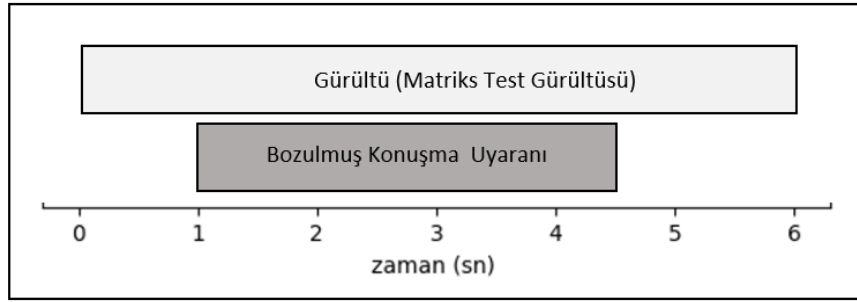
Çalışma kapsamında uygulanan TMT'de; her biri 20 cümle setinden oluşan 30 farklı listeden rastgele seçilen 1 liste, adaptif protokolde açık uçlu sunum modunda her bir katılımcı için tekrar edilmeksizin kullanılmıştır. Test sırasında uyaranların sunumu için Sennheiser HDA200 *circumaural* kulaklıklar kullanılmıştır. Teste alışma etkisini minimize etmek amacıyla değerlendirme öncesinde bir deneme oturumu gerçekleştirilmiştir. Binaural olarak sunulan konuşma ve gürültü uyaranları için test başlangıç seviyeleri; sinyal seviyesi 65 dB, gürültü seviyesi 65 dB (SGO=0 dB) olarak belirlenmiştir. Test sırasında gürültü seviyesi sabit tutularak, adaptif prosedür konuşma uyaranı değiştirilerek elde edilmiştir. Değerlendirme yapılacak doğruluk seviyesi için; yüksek doğruluk seviyesi olan %80 seviyesi belirlenmiştir. Bu değerlendirme protokolü ile katılımcıların sunulan konuşma uyaranlarının %80'inin doğru bir şekilde tekrar edebildiği seviyeye karşılık gelen SGO elde edilmiştir. TMT'nin tamamlanması ile dinleme eforu ölçümlerine geçilmiştir.

### 3.2.4. Dinleme Eforu Değerlendirmeleri

Çalışmanın eş zamanlı pupilometri ve EEG ölçümlerini içeren dinleme eforu değerlendirmelerinin gerçekleştirildiği kısım, Ankara Üniversitesi Dil Tarih ve Coğrafya Fakültesi Dilbilim Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür (<http://dilab.ankara.edu.tr/>). Dinleme eforu ölçümlerinde, zorlu dinleme koşulu oluşturmak için cümle şeklinde bozulmuş konuşma uyarını (*noise vocoded speech*) kullanılmıştır.

#### **Dinleme Eforu Değerlendirmelerinde Kullanılan Uyarılar:**

Bozulmuş konuşma uyarısını oluşturmak öncelikle TMT materyali içinde bulunan 60 cümle rastgele seçilerek belirlenmiştir. Rastgele belirlenen cümlelerin süresi, standart 3.5 sn olacak şekilde düzenlenmiştir. Seçilen cümle uyarılarına MATLAB yardımıyla Matriks test gürültüsü entegre edilmiştir. Cümleler, toplam frekans aralığının logaritmik olarak 16 kanala bölüdüğü özel MATLAB komut dosyaları kullanılarak işlemlendirilmiştir. Bununla birlikte, her kanalın genlik zarfını normalize etmek için Hilbert dönüşümü uygulanmıştır. Her kanaldan elde edilen zarf bilgisi; gürültüyü, ilgili frekans aralığı içinde modüle etmek için kullanılmıştır. Sonrasında ise; daha önce TMT ile belirlenen her bir katılımcının %80 doğruluk düzeyine karşılık gelen SGO'nun elde edilemesi için bozulmuş konuşma uyarını içerisinde yer alan gürültü ve konuşma uyarını komponenti MATLAB kullanılarak Hilbert transformasyonuna dahil edilmiştir. Son olarak ise; oluşturulan bozulmuş konuşma uyarısına, pupilometri ve EEG analizlerinin yapılabilmesi cümle başlamadan önceki 1 saniye ve cümle bittikten sonraki 1,5 saniye olmak üzere sadece gürültü eklenmiştir. Böylece zorlu dinleme koşulu oluşturmak için kullanılacak olan; 0-1 saniye arası Matriks test gürültüsü, 1-4.5 saniye arası bozulmuş konuşma uyarını ve 4.5-6 saniye arası Matriks test gürültüsünden oluşan uyarı tamamlanmıştır. Şekil 5, dinleme eforu değerlendirmelerinde kullanılan uyarının zamansal özelliklerini göstermektedir.



**Şekil 3.1.** Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan uyarının özellikleri

### **Dinleme Eforu Değerlendirmelerinde Kullanılan Protokol:**

Zorlu dinleme ortamı oluşturmak için kullanılan bozulmuş konuşma uyarısı şeklindeki cümle materyalleri katılımcılara, her katılımcıya özel olarak önceden TMT ile belirlenen %80 doğruluk seviyesine karşılık gelen SGO düzeyinde insert kulaklıklar aracılığıyla gönderilmiştir. Her bir cümle uyarısı seti için sunum süresi toplam 9 sn olarak belirlenmiştir. 6 sn'lik uyarı sunumundan sonra 3 sn dinlenme süresi verilmiş ve daha sonra diğer cümle sunulmuştur. Oturum boyunca katılımcılara bu şekilde toplam 60 cümle seti sunulmuş ve katılımcıdan duyduğu bozulmuş konuşma uyarısı şeklindeki cümleleri tekrar etmesi istenmiştir. Katılımcı görevi gerçekleştirirken tüm görev süresi boyunca eş zamanlı olarak EEG ve pupilometri kayıtları seston yalıtılmış bir odada alınmıştır. Katılımcıların verilen göreve katılımı, kayıtların alındığı oda içerisinde yer alan mikrofon ve video kamera aracılığıyla oturum boyunca kontrol edilmiştir. Şekil 3.2'da dinleme eforu ölçümleri için kullanılan deney düzeneğine ait bir görsele yer verilmiştir.



**Şekil 3.2.** Çalışmada kullanılan çalışma protokolüne ait örnek bir görsel

### **EEG Kayıtları:**

Dinleme eforu değerlendirmeleri için incelenen EEG kayıtları, 19 kanallı bir NuAmps II Neuroscan amplifikatörü aracılığıyla elde edilmiştir. Elektriksel aktivite, uluslararası 10-20 sistemine göre kafa derisine yerleştirilen 19 elektrot ve her iki kulak lobulüne takılan klips elektrotlar aracılığıyla kaydedilmiştir. Sağ kulak lobulüne yerleştirilen A2 numaralı elektrot, referans elektrot olarak seçilmiştir ve bu elektriksel değişimler bu referans elektrot baz alınarak hesaplanmıştır. Kayda tüm elektrotların empedansları 5 kiloOhm ( $k\Omega$ ) değerinin altında olduğunda başlanmıştır ve kayıt boyunca tüm elektrot empedanslarının bu değerin altında kalmasına dikkat edilmiştir.

Elde edilen EEG verilerinin analizi EEGLab v14.1.2 (93) ile MATLAB 2016a (MathWorks, Inc. MATLAB R2016a) yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.  $100\mu\text{V}$ 'dan yüksek değişimlerin olduğu EEG parçaları elenmiştir. Göz hareketleri gibi artefaktlar içeren EEG parçaları ileri analizlere dahil edilmemiştir. EEG verilerinin analizinden önce; veriler 1 ile 60 Hz arasında filtrelenmiş olup; 50 Hz elektriksel artefaktı engellemek için ise çentik filtre uygulanmıştır. Parietal elektrotlardaki (P3, P4, Pz) EEG aktivitelerine ait alfa salınımları 8 ile 12 Hz bant-geçiren (*band-pass*) filtre kullanılarak elde edilmiştir. Filtrelenen EEG parçalarına Hilbert dönüşümü uygulanarak genlik değişimlerinin zarfları belirlenmiştir.

Her bir deneme için, dinleme eforunun göstergesi olarak belirlenen alfa bandı genliğindeki bağıl yüzde değişimi hesaplanırken, kodlama sırasındaki ortalama alfa bandı genliğinden, taban çizgisi ortalama alfa bandı genliği çıkarılmış ve daha sonra elde edilen değer taban çizgisi ortalama alfa bandı genliğine bölünmüştür. Son olarak ise bölme işlemi sonucundaki değer, alfa bandı genliğindeki bağıl değişim, yüzdelik cinsinden gösterilmek için 100 ile çarpılmıştır. Bu şekilde EEG alfa bandı genliğindeki bağıl yüzde değişimi elde edilmiştir.

### **Pupilometri Değerlendirmeleri:**

Dinleme eforu değerlendirmelerinden pupilometri incelemesi için ise Eyelink 1000 Plus (SR Research, Ontario, Kanada) göz izleme sistemi kullanılmıştır. Eyelink 1000 Plus sistemi aracılığıyla zorlu dinleme esnasında dinleme taleplerin çoğalması sonucu artan dinleme eforunun pupil boyutunda oluşturduğu değişimler 1000 Hz'lik örnekleme hızında kaydedilmiştir. Pupilometri incelemelerinin gerçekleştirileceği odanın parlaklık seviyelerinin, görevle ilgisi olmayan pupil cevabına neden olabilecek ışık seviyesindeki değişiklikleri önlemek amacıyla ölçüm boyunca sabit kalması sağlanmıştır. Ayrıca ölçümlerden önce pupilometre, 9 noktalı kalibrasyon sistemi kullanılarak kalibre edilmiştir. Ölçüm boyunca pupilin stabilizasyonu için katılımcılar ekrandaki sabit sembole bakmaları ve olabildiğince az göz kırpmaları konusunda bilgilendirilmiştir.

Kayıtlar elde edildikten sonra verilerin analiz için hazırlanma aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla R v4.2 yazılımı ile komut dosyaları kullanılarak, her deneme için -1 ile 7 sn zaman aralığında elde edilen pupil boyutu bilgisini taşıyan dalga formları analiz için düzenlenmiştir. Göz kırpmasına bağlı artefaktlar, verilerin gözle incelemesi ile manuel olarak elemine edilerek dahil edilmeden veriler arasından çıkarılmıştır. Uyarılma, heyecan ve adaptasyon gibi nedenlerden kaynaklanan olası potansiyel gürültülerden kaçınmak için tüm katılımcılarda ilk beş uyarana cevaben elde edilen pupil kayıtları analizlere dahil edilmemiştir. Herhangi majör sorun bulunmayan kayıtlar, göz kırpmasından kaynaklanan artefaktları azaltmak için analize hazırlanma aşamasında kayıtlara lineer bir interpolasyon işlemi uygulanmıştır. Lineer interpolasyon işleminin ardından filtreleme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Dinleme eforunun göstergesi kabul edilen pupil boyutundaki bağıl yüzde değişimini hesaplamak için analizlerinde; iki kritik bölge olan; taban çizgisi ve kodlama periyodu esnasındaki pupil boyutu değerleri kullanılmıştır. Pupil boyutundaki bağıl yüzde değişiminin hesaplanması için öncelikle uyarının kodlama periyodu içerisindeki maksimum pupil boyutundan, taban çizgisi olarak belirlenen konuşma uyarını başlamadan önceki gürültü sırasındaki ortalama pupil boyutu çıkarılmıştır. Daha sonra elde edilen taban çizgisi düzeltilmesi uygulanan değer, taban çizgisi ortalama pupil boyutuna bölünmüştür. Son olarak ise bölme işlemi sonucundaki değer, pupil boyutundaki bağıl değişim, yüzdelik cinsinden gösterilmek için 100 ile çarpılmıştır. Bu şekilde pupil boyutundaki bağıl yüzde değişimi elde edilmiştir.

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

Çalışmaya dahil edilecek örneklem büyüklüğü G\*Power programı kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan güç analizinden testin gücü %80 Tip I hata 5 olmak üzere 0.95 etki büyüklüğünü anlamlı kılabilmek için her iki grubun toplam örneklem sayısının 30 olması gerekmektedir. Verilerin değerlendirilmesi için analizlerde SPSS version 27.0 (IBM Inc., Armonk, NY, USA) paket programı kullanılmıştır.

Verilerin dağılım özellikleri histogram, normalite testleri, standart hata ve çarpıklık-basıklık değerleri incelenerek değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren



sayısal değişkenler için ortalama (ort) ve standart sapma (SS) değerleri, normallik varsayımını karşılamayan sayısal değişkenler medyan ve çeyrekler arası aralıklar yardımıyla özetlenmiştir. Sayısal değişkenler için gruplar arası karşılaştırmalarda, verilerin normal dağılmadığı durumlar için Mann-Whitney U testi; normal dağıldığı durumlarda ise Bağımsız Örneklem T testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler için ise sayı (n) ve yüzde (%) değerleri üzerinden tanımlayıcı istatistikleri verilmiş ve karşılaştırmalarında Pearson Ki-Kare analizleri kullanılmıştır. Korelasyon analizlerinin incelenmesinde ise veriler normal dağılmadığı için Spearman korelasyon analizi yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda p değeri 0.05'ten küçük olduğu durumlar için gösterilen ilişki veya fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tanımlayıcı İstatiksel Analiz Sonuçları

Müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubunda yaşlar 22-30 arasında olup, yaş ortalaması  $24.25 \pm 2.43$  şeklindedir. Müzisyen bireylerden oluşan çalışma grubunda yaşlar 22-31 arasında olup; yaş ortalaması ise  $25.60 \pm 2.82$  şeklindedir. Cinsiyet dağılımları incelendiğinde ise; kontrol grubunda 16 katılımcının, 6'sı erkek 10'u kadın olduğu görülmektedir. Müzisyen grubunu oluşturan 15 katılımcının ise; 6'sı erkek, 9'u kadındır. Gruplar yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyi bakımından incelendiğinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir ( $p > 0.05$ ). Gruplara özgü demografik özellikler Tablo 4.1 ve 4.2'de sunulmuştur. Tablo 4.3'te ise çalışma grubunun müzik deneyimlerine dair bilgilere yer verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Çalışma grubuna ait demografik özellikler

Katılımcı	Cinsiyet	Yaş	Eğitim
M1	Erkek	25	Lisans Mezunu
M2	Erkek	25	Lisans Mezunu
M3	Kadın	23	Lisans Mezunu
M4	Kadın	23	Lisans Mezunu
M5	Erkek	23	Lisans Mezunu
M6	Erkek	26	Yüksek Lisans Mezunu
M7	Kadın	28	Yüksek Lisan Mezunu
M8	Kadın	25	Lisans Mezunu
M9	Kadın	23	Lisans Mezunu
M10	Kadın	27	Lisans Mezunu
M11	Kadın	29	Yüksek Lisans Mezunu
M12	Kadın	24	Lisans Mezunu
M13	Kadın	22	Lisans Mezunu
M14	Erkek	30	Yüksek Lisan Mezunu
M15	Erkek	31	Lisans Mezunu

**Tablo 4.2.** Kontrol grubuna ait demografik özellikler

<b>Katılımcı</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Yaş</b>	<b>Eğitim</b>
K1	Kadın	22	Lisans Mezunu
K2	Kadın	28	Yüksek Lisans Mezunu
K3	Erkek	30	Yüksek Lisans Mezunu
K4	Erkek	27	Yüksek Lisans Mezunu
K5	Erkek	22	Lisans Mezunu
K6	Erkek	23	Lisans Mezunu
K7	Erkek	22	Lisans Mezunu
K8	Kadın	23	Lisans Mezunu
K9	Kadın	24	Lisans Mezunu
K10	Kadın	24	Lisans Mezunu
K11	Kadın	23	Lisans Mezunu
K12	Erkek	26	Yüksek Lisans Mezunu
K13	Kadın	23	Lisans Mezunu
K14	Kadın	26	Yüksek Lisans Mezunu
K15	Kadın	23	Lisans Mezunu
K16	Kadın	22	Lisans Mezunu

**Tablo 4.3.** Çalışma grubunun müzik deneyimine dair özellikler

<b>Katılımcı</b>	<b>Müzik Deneyiminin Başladığı Yaş</b>	<b>Enstrüman Çalmaya Başlama Yaşı</b>	<b>Aktif Müzikle Uğraşma Süresi</b>	<b>Çaldığı Enstrüman</b>
M1	7 yaş	7 yaş	18 yıl	Ud, piyano
M2	10 yaş	10 yaş	15 yıl	piano, yan flüt
M3	12 yaş	12 yaş	11 yıl	Piyano
M4	12 yaş	12 yaş	11 yıl	Gitar
M5	8 yaş	8 yaş	15 yıl	piyano, davul
M6	13 yaş	13 yaş	16 yıl	Keman
M7	12 yaş	12 yaş	15 yıl	Klarnet
M8	13 yaş	13 yaş	12 yıl	yan flüt, piyano
M9	12 yaş	12 yaş	11 yıl	piano, gitar
M10	11 yaş	11 yaş	16 yıl	Klarnet
M11	13 yaş	13 yaş	16 yıl	Keman
M12	12 yaş	12 yaş	12 yıl	Piyano
M13	12 yaş	12 yaş	10 yıl	yan flüt
M14	13 yaş	13 yaş	17 yıl	Keman
M15	13 yaş	13 yaş	18 yıl	Piyano

#### 4.2. İşitme Değerlendirmesi Sonuçları

Gruplar arasında işitme eşikleri arasında fark her bir frekans (250-8000 Hz) için ayrı ayrı incelenmiş olup; hiçbir frekans için gruplar arasında anlamlı fark elde edilmemiştir ( $p > 0.05$ ). Gruplara göre iki kulağa ait her bir frekans için işitme eşiklerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.4.** Gruplara göre her bir frekans için işitme eşiklerinin ortalama ve standart sapma değerleri

Frekans	Kontrol Grubu		Çalışma Grubu	
	Sağ Kulak (Ort± SS)	Sol Kulak (Ort± SS)	Sağ Kulak (Ort± SS)	Sol Kulak (Ort± SS)
<b>250 Hz</b>	3.67± 3.51	5± 3.78	3.33± 3.61	5.45± 4.05
<b>500 Hz</b>	3.33± 3.61	5± 4.22	3.86± 3.06	5.91± 3.97
<b>1000 Hz</b>	3.67± 2.28	4.33± 4.16	3.86± 3.06	4.55± 4.05
<b>2000 Hz</b>	4± 3.38	4± 3.78	4.77± 3.6	4.32± 3.87
<b>4000 Hz</b>	5.33± 4.41	3.67± 3.41	5.68± 4.44	4.19± 4.02
<b>6000 Hz</b>	5.67± 4.57	4± 3.87	6.43± 3.9	4.55± 3.76
<b>8000 Hz</b>	5.33± 4.41	3.33± 3.08	5.68± 3.8	3.86± 3.41

**Not:** Ortalama= ort, standart sapma= SS

### 4.3. Gürültüde Konuşmayı Anlama Performansı Değerlendirme Sonuçları

Gürültüde konuşmayı anlama performansı değerlendirmeleri kapsamında belirlenen % 80 doğruluk seviyesine karşılık gelen SGO değerleri açısından çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı fark elde edilmemiştir (U=113, z=-.278, p=0.78). Tablo 4.5'te, gürültüde konuşmayı anlama performansı sonuçlarının tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırmalarına dair istatistiksel analiz sonuçlarını gösterilmektedir.

**Tablo 4.5.** % 80 doğruluk seviyesine karşılık gelen SGO değerlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırmalarına dair istatistiksel analiz sonuçları

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		p
	Mdn	ÇAA	Mdn	ÇAA	
% 80 SGO (dB)	-2.2	0.75	-2.4	2	0.78

**Not:** SGO= Sinyal Gürültü Oranı, dB= Desibel, Mdn= Medyan, ÇAA= Çeyrekler Arası Açıklık Analizlerde Mann Whitney-U testi kullanılmıştır.

#### 4.4. Dinleme Eforu Değerlendirme Sonuçları

Dinleme eforu değerlendirmeleri kapsamında yapılan EEG analizleri doğrultusunda, zorlu dinleme koşullarında uyarının kodlama aşamasında P3, P4 ve PZ elektrotlarından elde edilen EEG alfa bandı ortalama genliğinin taban çizgisine göre yüzdelik bağıl değişimi açısından çalışma grubu ve kontrol grubu arasında istatistiki olarak anlamlı fark elde edilmiştir ( $t=2.14$ ,  $df=23$ ,  $p=0.043$ ). Bu sonuçlar tanımlayıcı istatistiksel analiz çıktıları ile birlikte değerlendirildiğinde ise; çalışma grubundaki EEG alfa bandı genliğinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede büyük olduğu görülmüştür. Tablo 4.6'da EEG alfa bandı genliği değişiminin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırmalarına dair istatistiksel analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

**Tablo 4.6.** EEG alfa bandı genliği bağıl yüzde değişiminin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırılmasına dair istatistiksel analiz sonuçları

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		P
	Ort	SS	Ort	SS	
EEG alfa bandı genliği değişimi (%)	229.30	48.34	193.07	41.18	0.043

**Not.** Ortalama= ort, standart sapma= SS  
Analizlerde bağımsız örneklem T testi kullanılmıştır.

Dinleme eforu değerlendirmeleri kapsamında yapılan pupilometri incelemeleri doğrultusunda, zorlu dinleme koşullarında uyarının kodlama aşamasında grupların maksimum pupil boyutunun taban çizgisine göre yüzdelik bağıl değişimine göre kontrol grubu ve çalışma grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark elde edilmiştir ( $t=-3.36$ ,  $df=24.72$ ,  $p=0.04$ ). Bu sonuçlar tanımlayıcı istatistiksel analiz çıktıları ile birlikte incelendiğinde ise kontrol grubunda pupil boyutundaki artışın çalışma grubuna göre anlamlı derecede büyük olduğu görülmüştür. Tablo 4.7'te, pupil boyutu bağıl yüzde değişiminin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırmalarına dair istatistiksel analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Şekil 4.1'de ise dinleme eforu

değerlendirmelerinde kaydedilen pupil boyutu artışının gruplara göre zamana bağlı değişimini gösterilmektedir.

**Tablo 4.7.** Pupil boyutu bağıl yüzde değişiminin tanımlayıcı istatistiksel verileri ve gruplar arası karşılaştırılmasına dair istatistiksel analiz sonuçları

	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		P
	Ort	SS	Ort	SS	
Pupil Boyutu	9.99	3.68	14.12	2.90	0.04
Değişimi (%)					

**Not.** Ortalama= ort, standart sapma= SS  
Analizlerde bağımsız örneklem T testi kullanılmıştır.

#### 4.5. Dinleme Eforu ve Konuşmayı Anlama Performansı Arasındaki İlişki

Son olarak ise dinleme eforunun göstergeleri olan pupil boyutu bağıl yüzde değişimi ve EEG alfa bandı genliği bağıl yüzde değişimi ile gürültüde konuşmayı anlama performansı sonuçları arasındaki korelasyon incelenmiş olup; istatistiki olarak anlamlı bir ilişki elde edilmemiştir ( $p>0.05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, müzik deneyiminin avantajlarının dinleme eforu mekanizmaları üzerinde etkili olup olmadığının araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda müzisyenlerden oluşan çalışma grubunun ve müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubunun dinleme eforları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Dinleme eforu değerlendirmelerinde SSS aktivitesinden kaynak alan EEG ile, OSS aktivitesinden kaynak alan pupilometri ölçümleri eş zamanlı olarak kullanılarak dinleme eforunun fizyolojik göstergelerinin bütünleyici bir yaklaşımla ele alınması hedeflenmiştir. Ayrıca konuşmayı anlama süreçlerinin daha geniş bir perspektifle ele alınması için dinleme eforu değerlendirmelerine ek olarak iki grubun gürültüde konuşmayı anlama performansları da Türkçe Matriks Test (TMT) ile değerlendirilerek karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Son olarak ise konuşmayı anlama performansı ile dinleme eforu arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bilgilerin, literatürde halen tartışmalı bir konu olan müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarına etkisinin anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları, müzik deneyiminin avantajlarının işitsel, kognitif ve nöral tepkileri nasıl modüle ettiğine dair öngörü sağlayarak, dinleme eforunun bir parçası olduğu kompleks konuşmayı anlama süreçlerinin kavranabilmesi için yenilikçi bir çerçeve sunacaktır. Ulaşabildiğimiz literatür dikkate alındığında; bu çalışma, müzik deneyiminin dinleme eforu deneyimine etkisinin eş zamanlı pupilometre ve EEG ölçümleri ile incelendiği ilk çalışmadır.

### 5.1. Gürültüde Konuşmayı Anlama Performansı

Bu çalışma kapsamında gürültüde konuşmayı anlama performanslarını değerlendirmek için gürültüde cümle tanıma testi olan TMT kullanılmıştır. Testte adaptif protokolde yüksek doğruluk oranında (%80) açık uçlu test modunda katılımcıların gürültüde konuşmayı anlama becerisi değerlendirilmiştir. Gürültüde konuşmayı anlama becerilerinin değerlendirilmesinde anlamsız heceler, sayılar,



fonemler, kelimeler ve cümlelerden oluşan çeşitli materyaller kullanılmaktadır. TMT'nin, cümle materyali kullanılan bir gürültüde konuşmayı anlama testi olarak günlük hayattaki iletişim durumlarını daha iyi yansıttığı düşünülmektedir (94). Adaptif protokolün tercih edilme sebebi ise; adaptif protokollerin özellikle yüksek performans ya da düşük performans göstermesi muhtemelen gruplar için taban-tavan etkisinden adaptif olmayan protokollere kıyasla daha az etkilenmesidir (95).

Son yıllarda müzik deneyiminin işitsel beceriler üzerine etkisinin araştırılması literatürde geniş bir yer tutsa da; müzik deneyiminin gürültüde konuşmayı anlama becerileri üzerine etkisinin inceleyen çalışmaların sonuçları karmaşıktır (68). Bazı çalışmalarda, müzik deneyiminin gürültüde konuşma anlama performansını iyileştirdiği (83, 96), hatta müzik deneyimi faydasının yaşın gürültüde konuşma algısı üzerindeki bazı olumsuz etkilerine karşı koruma sağlayabileceği (97) belirtilmiştir. Fakat müzik deneyiminin temel işitsel becerileri iyileştirdiği birçok çalışma ile gösterilmiş olsa bile (98, 99), müzik deneyimi ile sağlanan işitsel becerilerdeki bu iyileşmenin gürültü ve diğer zorlayıcı koşullarda konuşma algısı üzerine anlamlı bir etkisi olup olmadığı hala tartışmalıdır (67, 86, 100, 101).

Çalışmamızın bulgularına göre, gürültüde konuşmayı anlama performansı açısından müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ve müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubu arasında istatistiki olarak anlamlı fark elde edilmemiştir. Ruggles ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada müzisyenler ve müzisyen olmayanlar arasında perde (*pitch*) diskriminasyonu ve gürültüde konuşmayı anlama becerilerini karşılaştırarak incelemiştir. Yazarlar, müzisyenlerin müzisyen olmayanlara kıyasla daha iyi perde diskriminasyonu performansı sergilemelerine karşın, çalışmamızın bulguları ile uyumlu olarak gürültüde konuşmayı anlama becerileri açısından müzisyenler ve müzisyen olmayanlar arasında fark elde edilmediğini belirtmişlerdir (100). Soncini ve arkadaşları ise sessizlikte ve gürültü varlığında; müzisyenler ve müzisyen olmayanların konuşmayı anlama becerilerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, sessizlikte iki grup arasında fark elde edilemezken; gürültü varlığında müzisyenlerin müzisyen olmayanlara göre daha iyi performans sergilediği raporlanmıştır (102).

Yukarıdaki çalışmalardan da anlaşılacağı gibi müzik deneyiminin gürültüde konuşmayı anlama performansına etkisi ile ilgili literatürdeki belirsizlik hala devam etmektedir. Bu çelişkili sonuçlarda, araştırmalarda kullanılan paradigmlar ve laboratuvarlar arasındaki tekrarlanabilirlik zorluklarının yanı sıra metodolojilerdeki farklılıkların etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmalarda farklı metodolojik düzenleri oluşturan; konuşma materyallerindeki çeşitliliğin, maskeleyicilerin sayısı ve türlerinin farklılıkların, hedef sinyal ve maskeleyiciler arasındaki uzaysal konfigürasyondaki değişikliklerin farklı çalışma sonuçlarına neden olabileceği belirtilmektedir (103). Ayrıca konuşma işlemlenin doğası gereği, konuşmayı anlama becerisinde etkili olan bireysel değişkenlerin de; çalışma sonuçlarında farklılık oluşturabileceği ifade edilmektedir (104). Son olarak ise; farklı çalışmalarda belirlenen farklı müzisyenlik kriterleri ya da müzik deneyimi tanımlamalarının da literatürdeki farklı sonuçların oluşmasında etkili olabileceği düşünülmektedir.

## 5.2. Dinleme Eforu Değerlendirmeleri

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve çalışma grubunun dinleme eforlarını karşılaştırmak için fizyolojik yöntemler olan SSS'deki fizyolojik değişikliklerinden kaynak alan EEG ve OSS'deki fizyolojik değişikliklerden kaynak alan pupilometri, eş zamanlı olarak kullanılmıştır. Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan fizyolojik yöntemler, konuşmayı anlama ile ilgili kognitif süreçlere dair objektif ve gerçek zamanlı bilgiler sağlayarak, dinleme eforunun değerlendirilmesinde belirgin avantajlar sunmaktadır. EEG ve pupilometri gibi fizyolojik ölçüm metotları dinamik dinleme görevleri sırasında nöral aktivitenin ve fizyolojik tepkilerin hassas bir şekilde izlenmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmada kullanılan fizyolojik yöntemler invaziv olmayan doğası ile, değerlendirmelerin ekolojik geçerliliğini koruyarak bireylerin doğal dinleme görevlerindeki performansını yansıtmakta oldukça avantajlıdır.

Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan fizyolojik değerlendirmelerin başka bir avantajı ise, bu ölçüm metotlarının davranışsal yanıtlara yansımayan kognitif yükteki incelikli değişiklikleri ortaya koymakta oldukça başarılı olmasıdır. Ayrıca

dinleme eforunun fizyolojik metotlarla değerlendirildiği deney düzeneklerinin, davranışsal metotların deney düzeneklerine göre daha standart olması, fizyolojik ölçüm metotlarının kullanıldığı çalışmaların daha net bir çerçevede gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum farklı çalışma sonuçlarının karşılaştırmasını mümkün kılarak, farklı çalışma sonuçlarının güvenilirliğinin incelenmesine imkan tanımaktadır.

Dinleme eforunu değerlendirmek için kullanılan EEG, yaygın olarak tercih edilen bir fizyolojik yöntem olmakla birlikte; dinleme eforunun EEG kullanılarak incelendiği araştırmaların metodolojileri ve sonuçları oldukça çeşitlidir. Bazı çalışmalar alfa bandı genliğindeki artışının miktarı ile görev zorluğu dolayısıyla dinleme eforu arasındaki ilişkiyi araştırırken (105, 106) ; bazı araştırmalarda daha nadir olarak alfa gücündeki azalmalar dinleme eforu ile ilişkilendirilmeye çalışılmaktadır. (8, 107). Dinleme eforunu EEG kullanarak artan alfa bandı üzerinden inceleyen araştırmaların bazılarında ise; daha büyük alfa gücünün daha az dinleme eforunu yansıttığı belirtilirken (8) ; bazı çalışmalarda ise daha bu durumun tam tersi şekilde daha büyük alfa genliği daha fazla dinleme eforu ile ilişkilendirilmektedir (108).

Petersen ve arkadaşları yaptığı çalışmada, işitme kaybı varlığında, akustik olarak bozulmuş uyarının ve çalışma belleği yükünün alfa salınımları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda orta dereceli işitme kaybı olanlarda, hafif derecede işitme kaybı olanlara kıyasla daha yüksek alfa gücü elde edilmiştir (106). Başka bir çalışmada Miles ve arkadaşları, bir konuşma tanıma görevinde EEG kullanarak parietal alfa bandı genliğini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda yazarlar sinyalin spektral içeriğinin daha zengin olduğu daha kolay dinleme durumunda, zorlu dinleme durumunda kıyasla parietal alfa bandı gücünün daha fazla olduğunu raporlamıştır (8). Seifi Ala ve arkadaşları yaptığı çalışmada ise, farklı zorluktaki dinleme durumlarında parietal alfa bandı genliğini karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın sonucunda da yazarlar, Miles ve arkadaşlarının çalışma bulgularını destekler şekilde, daha zorlu dinleme durumunda (düşük SGO) daha kolay dinleme durumuna (yüksek SGO) kıyasla parietal alfa genliğinin daha küçük olduğu raporlamışlardır (109).

Yukarıdaki çalışmaların sonuçlarından anlaşılacağı üzere; dinleme eforunun EEG’de parietal alfa bandı genliğine olan yansımalarının yönelimi henüz net olarak ortaya koyulamamıştır. Fakat çalışmalarla, dinleme eforuna bağlı değişikliklerin alfa gücündeki değişimlere neden olduğu literatürde ortak olarak kabul gören bir sonuç olarak yer almaktadır (8, 109).

Zorlu dinleme durumlarında da alfa bandı genliğindeki değişikliğe hangi temel mekanizmaların yol açtığı henüz net olarak belirlenememiş olsa da; dinleme eforuna bağlı olarak EEG’de alfa bandı genliğinde meydana gelen değişimi farklı bakış açılarıyla açıklamaya çalışan teoriler mevcuttur. Bu konuyla ilgili bir teoride, dinleme eforunun göstergesi olarak kabul edilen alfa gücündeki artma, görevle ilgisi olmayan kortikal bölgelerin inhibisyonunun bir işareti olarak kabul edilmektedir (50). Başka bir deyişle bu teori zorlu dinleme durumlarının alfa gücündeki artışın dinlemenin zorluk derecesi ile doğru orantılı olduğunu savunmaktadır. Bazı kaynaklarda "kortikal rölanti / boştalık " (*cortical idling*) teorisi olarak adlandırılan literatürdeki başka bir teoride ise artan alfa gücü, deaktive bir kortikal ağın bir göstergesi olarak ele almaktadır (110, 111). Başka bir deyişle, artan alfa gücü; devre dışı bırakılmış, kullanılmaya ihtiyaç duyulmayan bir kortikal ağa atfedilmektedir. Yani alfa aktivitesinin artan genlikleri, azalmış bilgi işlemenin yansıması olarak kabul edilmektedir (55). "Kortikal rölanti" hipotezine göre alfa bandı genliği ile dinleme eforu arasında ters bir ilişki olduğu savunulmaktadır. Bu iki yaklaşıma ek olarak bazı araştırmacılar da; EEG’deki alfa bandı genliğindeki bu farklı yönelimlerin, araştırmada kullanılan konuşma materyalinin bir fonksiyonu olarak farklılaştığını düşünmektedir. Ayrıca EEG alfa bandında gözlenen değişikliklerin, "dinleme" görevinin tanımına ve/veya yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya işleme gerektiren farklı görev taleplere bağlı olarak değiştiğini savunmaktadır (109).

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre; müzisyenlerden oluşan çalışma grubundaki alfa bandı genliği, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha büyük elde edilmiştir. Bu bulgu, alfa bandı gücü ile dinleme eforu arasında ters bir ilişkinin olduğunu öne süren "kortikal rölanti" teorisiyle uyumlu olarak müzisyenlerin müzik deneyimi olmayan gruba kıyasla daha az dinleme eforu deneyimlediğini destekleyen bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Mevcut çalışma kapsamında kullanılan bir diğer fizyolojik ölçüm yöntemi olan pupilometri, değişen görev zorluğu ve dikkat talepleri ile ilişkili kognitif ve fizyolojik değişikliklere hassasiyeti nedeniyle, EEG’de değerlendirmelerinde olduğu gibi dinleme eforunun değerlendirilmesinde oldukça avantajlı bir ölçüm aracı olarak kullanılmaktadır. Dinleme eforunun pupilometri değerlendirmelerinde, tipik olarak görevin zorluğu arttıkça pupil boyutunun arttığı ve bu durumun da bilişsel yükteki artışı yani dinleme eforunu yansıttığı düşüncesi kabul edilmektedir (56). Pupilometri incelemeleri, EEG değerlendirmelerine benzer şekilde, kognitif sistem ile işitsel işlem arasındaki dinamik etkileşimin gerçek zamanlı ve sürekli bir ölçümünü sağlayarak kognitif yük ve uyarılmanın doğrudan ve güvenilir bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Zorlu dinleme durumlarında artan dinleme eforuna bağlı olarak meydana gelen pupil boyutundaki artmada etkili olan mekanizmalar incelendiğinde; bu durumun *Locus Coeruleus (LC)* aktivitesi ve noradrenerjik sistemle yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (112, 113). Uyarılma ve dikkat düzenlenmesinde majör rol oynayan LC dikkat gerektiren dinleme süreçleri gibi kognitif efor gerektiren görevleri gerçekleştirirken aktif hale gelmektedir. Bu aktivasyon, pupil dilatasyonu da dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçleri etkileyen bir nörotransmitter olan norepinefrinin (noradrenalin) salınmasına yol açmaktadır. Salınan norepinefrin sonucu dilatör kaslar aktive olarak, pupilin boyutunda artmaya neden olmaktadır. Salınan norepinefrin miktarının ise, kognitif efor veya dikkat talebi düzeyini yansıtan dinleme eforu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca artan dinleme eforuna bağlı salgılanan norepinefrin miktarı ile pupil boyutundaki artmanın doğru orantılı olduğu belirtilmektedir (114).

Winn ve arkadaşları dinleme eforunun fizyolojik değerlendirme metotlarından olan pupilometriyi kullanarak spektral çözünürlüğün dinleme eforu üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda yazarlar spektral çözünürlükteki sistematik bozulmanın, kognitif yükteki artışa bağlı olarak pupil dilatasyonunda büyümeye neden olduğunu ortaya koymuştur (57). Mevcut çalışmamızın sonuçlarına göre müzisyenlerden oluşan çalışma grubundaki pupil boyutundaki artış, çalışma grubunda daha az dinleme eforu deneyimini gösterir şekilde, kontrol grubuna göre anlamlı

ölçüde daha küçük elde edilmiştir. Bu sonuçlar, pupil boyutunda meydana gelen büyümenin, dinleme eforunun bir belirteci olduğunu gösteren literatürdeki diğer çalışmalarla tutarlılık göstermektedir (6, 43, 115).

Son yıllarda, işitsel nörobilim alanında yapılan çalışmaların çoğalması ile dinleme eforu mekanizmalarına dair araştırmalara duyulan ilginin artmasına rağmen; literatürde müzik deneyiminin dinleme eforuna etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Başkent ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada bir göz izleme deneyi ile müzisyenlerin konuşmayı işleme süreçlerini incelemiştir. Yazarlar çalışmanın sonucunda, özellikle gürültü seviyesi artırılarak iletişim ortamı zorlu hale getirildiğinde müzisyenlerin konuşmayı işleme süreçlerinde müzisyen olmayanlardan farklı bir strateji kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca yazarlar, müzik deneyimi ile konuşmayı işleme süreçleri arasındaki bağlantıyı vurgulamışlardır (116).

Lavanya ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada, müzisyenlerde ve müzisyen olmayanlarda çeşitli SGO'larında dinleme eforunu, davranışsal ölçüm metotlarından olan ikili görev paradigması kullanarak karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Yazarlar bu çalışma ile müzik deneyiminin belirli SGO'larında dinleme eforunu azalttığını göstermişlerdir (65). Bu çalışmanın sonuçları müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarına olan olumlu etkilerine dair literatüre kanıt oluşturmakla birlikte; müzik deneyiminin avantajının tüm deney koşullarında gösterilememiş olması tartışılması gereken bir konudur. Söz konusu çalışmada; müzik deneyiminin dinleme eforu üzerindeki avantajlarının bütün SGO'larında gösterilememesinin nedeninin, çalışmada kullanılan davranışsal değerlendirme metotlarının dinleme eforuna yeterince hassas olmaması ile açıklanabileceği düşünülmektedir (1).

Çalışmamızın bulgularını destekler nitelikteki başka bir çalışma ise, Eser ve Şerbetçioğlu müzisyenlerde ve müzisyen olmayanlarda pupilometri kullanarak dinleme eforu deneyimlerini karşılaştırdığı araştırmadır. Yazarlar, bu çalışma ile, mevcut çalışmamızın bulguları ile uyumlu olarak, müzisyenlerden oluşan grupta müzisyen olmayanlara kıyasla daha az dinleme eforunu gösteren daha küçük pupil boyutu artışları elde ettikleri raporlayarak dinleme eforu süreçlerinde müzisyenliğin avantajlarını ortaya koymuşlardır (12).

Çalışmamızın sonuçlarının işaret ettiği, müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmaları üzerindeki olumlu etkisi birçok olası farklı mekanizmanın etkileşimi ile açıklanabilmektedir. Literatürdeki çalışmalar, müzik deneyiminin temel işitsel algısal becerileri geliştirdiğine dair davranışsal (98, 117-125) ve nörofizyolojik (125-133) kanıt sunmaktadır. Ayrıca, müzisyenlerin bu iyileşmeleri, işitsel sahne analizi süreçlerinde kullanarak daha avantajlı dinleme deneyimledikleri gösterilmiştir (134). Bu avantajlı dinleme deneyimlerinin daha az dinleme eforuna neden olmasının muhtemel olduğunu düşünmekteyiz.

Müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarındaki potansiyel avantajlarının arasında müzik, dil ve konuşma işlemeyle yönelik korteks alanlarının ortak sensör aktivasyonu da gösterilebilir. Literatürdeki önceki araştırmalar müzik deneyiminin, akustik özelliklerin korteks tarafından işlenmesini etkilediğini ve bu etkinin konuşmayı işleme süreçlerinde fayda sağladığını göstermektedir (77). Ayrıca müzik deneyiminin, konuşma kodlaması ve sözel iletişim için önemli olan akustik özelliklerin sadece gelişmiş kortikal değil; subkortikal temsilleriyle de bağlantılı olduğu belirtilmektedir (135-137). Hem korteks hem de subkortikal yapılarıdaki bu fonksiyonel örtüşme sonucu, artan aktivasyonun ve akustik bilgideki değişikliklere karşı artan hassasiyetin (70, 76) müzisyenlerde dinleme eforu süreçlerinde sağladığı avantajlarda rolü olduğunu düşünmekteyiz.

Müzik deneyimi, alana özgü (*domain-specific*) bilgilerin kapsamlı kullanımını gerektirmesinin (138) yanında, alanlar arası plastisiteyi (*cross-domain plasticity*) artıran bir süreç olarak kabul edilmektedir (139). Araştırmalar müzik deneyiminin korteksin fonksiyonel ve yapısal plastisitesi üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymaktadır (11). Ayrıca dinlemenin zorlaştığı ortamlarda, müzik deneyimi ile plastisite sonucu güçlendirilmiş nöral ağlar ve daha fazla nöral kaynağın işlemeyle dahil edilmesi, gürültüde konuşmayı anlamayı kolaylaştıran bir avantaj olarak gösterilmektedir (96, 140). Ayrıca bu güçlendirilmiş nöral yapıların, işitsel dikkati ve işitsel çalışma belleğini de geliştirebileceği belirtilmektedir (141). Literatürde müzik deneyiminin, sözel yeteneği (142), sözel çalışma belleği ve sözel hatırlama becerilerini geliştirdiği gösteren çalışmalar da (78, 79) bu düşünceyi destekler niteliktedir. Kraus ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, yazarlar uzun yıllar süren aktif müzik

deneyimi/müzik pratiği ile çalışma belleği arasındaki ilişkiyi vurgulamıştır (9). Bu noktadan hareketle, DAK modelinde de açıklandığı üzere (35), dinleme eforu mekanizmalarına çalışma belleği etkisi göz önünde bulundurulduğunda müzisyenlerde müzisyen olmayanlara kıyasla potansiyel daha iyi çalışma belleği kapasitesinin zorlu dinleme koşullarında deneyimlenen dinleme eforu için bir avantaj sağlamasının muhtemel bir sonuç olarak kabul edilebileceğini düşünmekteyiz.

Mevcut çalışmamız, müzik deneyiminin konuşmayı anlama ve dinleme eforu mekanizmalarına sağladığı potansiyel faydalar için literatüre kanıt oluşturarak katkı sağlasa da; müzik deneyimi ile elde edilen avantajların hangisinin ya da hangilerinin dinleme eforu süreçlerini şekillendirdiği konusu literatürde hala belirsizliğini korumaktadır. Bu konudaki belirsizliğin, müzik deneyiminin geniş yelpazesi, bireyler arasındaki farklılıklar ve dinleme eforu kavramının çok yönlü yapısı göz önünde bulundurularak ele alınması gerektiğini düşünmekteyiz. Gelecekteki çalışmaların, müzik deneyimi ile dinleme eforu arasındaki ilişkiye ve bu ilişkiyi yöneten temel süreçlere dair değerli sonuçlar sunarak, dinleme eforu mekanizmalarına ilişkin yeni bir anlayış kazandırabileceğine inanmaktayız.

### **5.3. Dinleme Eforu ve Konuşmayı Anlama Performansı Arasındaki İlişki**

Dinleme eforu ve konuşmayı anlama becerisi, kognitif işleme alanında birbiriyle yakından ilişkili ancak aslında farklı kavramlardır. Aynı kognitif işleminin ögesi olan bu iki kavram aslında, kognitif süreçlerin farklı yönlerini temsil etmektedir. Konuşmayı anlama becerisi, daha çok konuşulan dili anlama ve yorumlama kapasitesini ifade ederken, dinleme eforu aslında konuşmayı anlama sürecinde harcanan kognitif kaynakları kapsamaktadır. Bu noktada dinleme eforu, konuşmayı anlama süreçlerinin bir parçası olarak kabul edilse de; dinleme eforu ile konuşmayı anlama performansı arasında direkt bir ilişki olması gerektiği düşüncesinin eksik bir yaklaşım olduğu belirtilmektedir (143).

Ayrıca dinleme eforu değerlendirmeleri, konuşma uyarınının temporal doğası nedeniyle, kognitif işleminin çok kısa zaman periyotlarındaki belirli işaretlerinde saptanan değişiklikleri kapsamaktadır. Bu nedenle aslında söz konusu süregelen bir



konuşma uyarını olduğunda dinleme eforunun tam anlamıyla gerçek zamanlı olarak nesnel olarak takibi pek mümkün değildir. Konuşmayı anlama performansı ise bir işleme sürecini yansıtmayan (performansa nasıl ulaşıldığını göstermeyen) işleme sonrası verileri gösteren tek seferlik bir ölçümdür (144). Daha basit ifade etmek gerekirse; konuşmayı anlama performansı bir sürecin sonucudur, dinleme eforu ölçümleri ise işleme süreci ile ilgilidir ve performansa nasıl ulaşıldığını ifade etmektedir.

Winn ve arkadaşları, farklı spektral çözünürlükteki konuşma uyarını kullanarak konuşmayı anlama performansı ile dinleme eforunu değerlendirmiştir. Araştırmacılar, dinleme eforu belirteci olarak kullandıkları pupil dilatasyonu ile konuşmayı anlama performansları arasında anlamlı bir ilişki elde edememiştir (57). Winn ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma mevcut çalışmamızın sonucu olan dinleme eforu ile gürültüde konuşmayı anlama performansı arasında anlamlı bir korelasyon elde edilememesini destekler niteliktedir. Ayrıca Gosselin ve Gagne de, yaptıkları çalışma sonucunda, konuşmayı anlama bakımından eşit performansa sahip bireylerin benzer performansa erişmek için aynı derecede dinleme eforu deneyimlemediklerini belirtmiştir (26).

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; müzik deneyiminin konuşmayı anlama becerisi ve dinleme eforu süreçlerine etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla; dinleme eforu, SSS'deki fizyolojik değişikliklerden kaynak alan EEG ve OSS'ndeki fizyolojik değişikliklerden kaynak alan pupilometri eş zamanlı ölçülerek elde edilen sonuçlar müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ve müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubu arasında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Konuşmayı anlama performansı ise gürültüde cümle tanıma testi olan TMT kullanılarak, müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ve müzik deneyimi olmayanlar bireylerden oluşan kontrol grubu arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Mevcut çalışmadan çıkarılan sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

- Müzisyenlerden oluşan çalışma grubu ile müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubu arasında gürültüde konuşma anlama performansı açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir.
- Müzisyenlerden oluşan çalışmanın dinleme eforu, müzik deneyimi olmayan bireylerden oluşan kontrol grubuna kıyasla EEG ve pupilometri göstergeleri açısından anlamlı ölçüde azalmış olarak elde edilmiştir.
- Gürültüde konuşmayı anlama performansı ile dinleme eforu arasında anlamlı ilişki elde edilmemiştir.

Bu çalışma, müzik deneyiminin konuşmayı anlama süreçlerini nasıl etkilediğine dair tartışmalı sonuçlar bulunan literatüre, müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarındaki avantajına dair kanıtlar sunarak büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışma sonuçlarının; müzik deneyiminin avantajlarının işitsel, kognitif ve nöral tepkileri modüle ettiğine dair sunduğu kanıtların, kompleks dinleme eforu mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Müzik deneyiminin kognitif kaynakları optimize etmedeki potansiyel faydalarını vurgulayan bu çalışmanın, müzik deneyiminin kompleks etkilerine ilişkin gelecekteki çalışmalara zemin oluşturacağına inanmaktayız.

Mevcut çalışma sonuçları, müzik deneyiminin dinleme eforu mekanizmalarına sağladığı potansiyel faydalar hakkında literatür için kanıt oluştursa da; müzik deneyimi ile elde edilen avantajların hangisinin ya da hangilerinin dinleme eforu süreçlerini majör olarak etkilediği konusu literatürdeki belirsizliğini hala korumaktadır. Gelecekteki çalışmaların uygun metodolojik planlamalarla bu belirsizliğe ışık tutulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın metodolojisinde yer alan ölçümlerin uzun süren doğası nedeniyle sadece dinleme eforu fizyolojik metotlar kullanarak değerlendirilmiştir. Dinleme eforunun çok katmanlı yapısı ve farklı ölçüm metotlarının dinleme eforunun farklı yönlerine hassas olduğu gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, ileride planlanacak çalışmalarda, dinleme eforunun fizyolojik değerlendirmelerine, davranışsal ya da subjektif metotların dahil edilmesinin, müzik deneyiminin dinleme eforunun farklı komponentlerine etkisinin ortaya koyulabilmesinde faydalı olabileceği düşünülmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Alhanbali S, Dawes P, Millman RE, Munro KJ. Measures of listening effort are multidimensional. *Ear and Hearing*. 2019;40(5):1084.
2. Leiberg S, Lutzenberger W, Kaiser J. Effects of memory load on cortical oscillatory activity during auditory pattern working memory. *Brain research*. 2006;1120(1):131-40.
3. Karrasch M, Laine M, Rapinoja P, Krause CM. Effects of normal aging on event-related desynchronization/synchronization during a memory task in humans. *Neuroscience letters*. 2004;366(1):18-23.
4. Naylor G, Koelewijn T, Zekveld AA, Kramer SE. The application of pupillometry in hearing science to assess listening effort. *Trends in Hearing*. 2018;22:2331216518799437.
5. Winn MB, Wendt D, Koelewijn T, Kuchinsky SE. Best practices and advice for using pupillometry to measure listening effort: An introduction for those who want to get started. *Trends in hearing*. 2018;22:2331216518800869.
6. Neagu M-B, Kressner AA, Relaño-Iborra H, Bækgaard P, Dau T, Wendt D. Investigating the Reliability of Pupillometry as a Measure of Individualized Listening Effort. *Trends in Hearing*. 2023;27:23312165231153288.
7. Koelewijn T, Zekveld AA, Festen JM, Kramer SE. The influence of informational masking on speech perception and pupil response in adults with hearing impairment. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2014;135(3):1596-606.
8. Miles K, McMahon C, Boisvert I, Ibrahim R, De Lissa P, Graham P, et al. Objective assessment of listening effort: Coregistration of pupillometry and EEG. *Trends in hearing*. 2017;21:2331216517706396.
9. Kraus N, Strait DL, Parbery-Clark A. Cognitive factors shape brain networks for auditory skills: spotlight on auditory working memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2012;1252(1):100-7.
10. Zatorre RJ, Chen JL, Penhune VB. When the brain plays music: auditory–motor interactions in music perception and production. *Nature reviews neuroscience*. 2007;8(7):547-58.
11. Pantev C, Okamoto H, Teismann H. Music-induced cortical plasticity and lateral inhibition in the human auditory cortex as foundations for tonal tinnitus treatment. *Frontiers in systems neuroscience*. 2012;6:50.
12. Eser BN, Şerbetçioğlu MB. Auditory Short-Term Memory Evaluation in Noise in Musicians. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2023.
13. Tyagi B. Listening: An important skill and its various aspects. *The Criterion An International Journal in English*. 2013;12(1):1-8.
14. McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, Stewart AJ, Moore DR, Barry JG, et al. Listening effort and fatigue: What exactly are we measuring? *A British Society*

- of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group ‘white paper’. *International journal of audiology*. 2014;53(7):433-45.
15. Gagne J-P, Besser J, Lemke U. Behavioral assessment of listening effort using a dual-task paradigm: A review. *Trends in hearing*. 2017;21:2331216516687287.
  16. Downs DW. Effects of hearing aid use on speech discrimination and listening effort. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1982;47(2):189-93.
  17. Arlinger S, Lunner T, Lyxell B, Kathleen Pichora-Fuller M. The emergence of cognitive hearing science. *Scandinavian journal of psychology*. 2009;50(5):371-84.
  18. Herrmann B, Johnsrude IS. A model of listening engagement (MoLE). *Hearing Research*. 2020;397:108016.
  19. Hornsby BW, Naylor G, Bess FH. A taxonomy of fatigue concepts and their relation to hearing loss. *Ear and hearing*. 2016;37(Suppl 1):136S.
  20. Pichora-Fuller MK, Kramer SE, Eckert MA, Edwards B, Hornsby BW, Humes LE, et al. Hearing impairment and cognitive energy: The framework for understanding effortful listening (FUEL). *Ear and hearing*. 2016;37:5S-27S.
  21. Aravindakshan P, Hancock KE, Bennett K, Victor D, Polley DB. Bottom-up and top-down neural signatures of disordered multi-talker speech perception in adults with normal hearing. *eLife*. 2020;9.
  22. Plack CJ, Barker D, Prendergast G. Perceptual consequences of “hidden” hearing loss. *Trends in hearing*. 2014;18:2331216514550621.
  23. Pienkowski M. On the etiology of listening difficulties in noise despite clinically normal audiograms. *Ear and Hearing*. 2017;38(2):135.
  24. Ohlenforst B, Zekveld AA, Jansma EP, Wang Y, Naylor G, Lorens A, et al. Effects of hearing impairment and hearing aid amplification on listening effort: A systematic review. *Ear and hearing*. 2017;38(3):267.
  25. Kahneman D. *Attention and effort*: Citeseer; 1973.
  26. Gosselin PA, Gagne J-P. Older adults expend more listening effort than young adults recognizing speech in noise. 2011.
  27. McCoy SL, Tun PA, Cox LC, Colangelo M, Stewart RA, Wingfield A. Hearing loss and perceptual effort: Downstream effects on older adults’ memory for speech. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*. 2005;58(1):22-33.
  28. Hornsby BW. The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. *Ear and hearing*. 2013;34(5):523-34.
  29. Hetu R, Riverin L, Lalonde N, Getty L, St-Cyr C. Qualitative analysis of the handicap associated with occupational hearing loss. *British Journal of Audiology*. 1988;22(4):251-64.
  30. Nicholson Jr NR. Social isolation in older adults: an evolutionary concept analysis. *Journal of advanced nursing*. 2009;65(6):1342-52.

31. Lin FR, Yaffe K, Xia J, Xue Q-L, Harris TB, Purchase-Helzner E, et al. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA internal medicine*. 2013;173(4):293-9.
32. Pichora-Fuller MK, Mick P, Reed M, editors. Hearing, cognition, and healthy aging: Social and public health implications of the links between age-related declines in hearing and cognition. *Seminars in hearing*; 2015: Thieme Medical Publishers.
33. Ronnberg J. Cognition in the hearing impaired and deaf as a bridge between signal and dialogue: A framework and a model. *International Journal of Audiology*. 2003;42:S68-S76.
34. Rönnberg J, Lunner T, Zekveld A, Sörqvist P, Danielsson H, Lyxell B, et al. The Ease of Language Understanding (ELU) model: Theoretical, empirical, and clinical advances. *Frontiers in systems neuroscience*. 2013;7:31.
35. Rönnberg J, Rudner M, Foo C, Lunner T. Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). *International journal of audiology*. 2008;47(sup2):S99-S105.
36. Picou EM, Ricketts TA, Hornsby BW. Visual cues and listening effort: Individual variability. 2011.
37. Barbati G, Porcaro C, Zappasodi F, Rossini PM, Tecchio F. Optimization of an independent component analysis approach for artifact identification and removal in magnetoencephalographic signals. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2004;115(5):1220-32.
38. Taşdemir İ. Unilateral ve bimodal koklear implant kullanıcılarında dinleme eforunun değerlendirilmesi: Marmara Üniversitesi (Turkey); 2019.
39. Yüksel M, Taşdemir İ, Çiprut A. Listening effort in Prelingual Cochlear implant recipients: effects of spectral and temporal auditory processing and contralateral acoustic hearing. *Otology & Neurotology*. 2022;43(10):e1077-e84.
40. Bess FH, Hornsby BW. Commentary: Listening can be exhausting—Fatigue in children and adults with hearing loss. *Ear and hearing*. 2014;35(6):592.
41. Pashler H. Attentional limitations in doing two tasks at the same time. *Current Directions in Psychological Science*. 1992;1(2):44-8.
42. Mackersie CL, MacPhee IX, Heldt EW. Effects of hearing loss on heart-rate variability and skin conductance measured during sentence recognition in noise. *Ear and hearing*. 2015;36(1):145.
43. Fiedler L, Ala TS, Graversen C, Alickovic E, Lunner T, Wendt D. Hearing aid noise reduction lowers the sustained listening effort during continuous speech in noise—A combined pupillometry and EEG study. *Ear and hearing*. 2021;42(6):1590-601.
44. Thiede A, Glerean E, Kujala T, Parkkonen L. Atypical MEG inter-subject correlation during listening to continuous natural speech in dyslexia. *Neuroimage*. 2020;216:116799.

45. Alain C, Du Y, Bernstein LJ, Barten T, Banai K. Listening under difficult conditions: An activation likelihood estimation meta-analysis. *Human brain mapping*. 2018;39(7):2695-709.
46. Rosemann S, Thiel CM. The effect of age-related hearing loss and listening effort on resting state connectivity. *Scientific Reports*. 2019;9(1):2337.
47. Mackersie CL, Calderon-Moultrie N. Autonomic nervous system reactivity during speech repetition tasks: Heart rate variability and skin conductance. *Ear and hearing*. 2016;37:118S-25S.
48. Hicks CB, Tharpe AM. Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. 2002.
49. Klimesch W. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. *International journal of psychophysiology*. 1996;24(1-2):61-100.
50. Klimesch W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in cognitive sciences*. 2012;16(12):606-17.
51. Andersen P, Andersson S, Lomo T. Thalamo-cortical relations during spontaneous barbiturate spindles. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. 1968;24(1):90.
52. Da Silva FL, Van Lierop T, Schrijer C, Van Leeuwen WS. Organization of thalamic and cortical alpha rhythms: spectra and coherences. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. 1973;35(6):627-39.
53. Cohen MX. Where does EEG come from and what does it mean? *Trends in neurosciences*. 2017;40(4):208-18.
54. Obleser J, Weisz N. Suppressed alpha oscillations predict intelligibility of speech and its acoustic details. *Cerebral cortex*. 2012;22(11):2466-77.
55. Klimesch W, Sauseng P, Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. *Brain research reviews*. 2007;53(1):63-88.
56. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Cognitive load during speech perception in noise: The influence of age, hearing loss, and cognition on the pupil response. *Ear and hearing*. 2011;32(4):498-510.
57. Winn MB, Edwards JR, Litovsky RY. The impact of auditory spectral resolution on listening effort revealed by pupil dilation. *Ear and hearing*. 2015;36(4):e153.
58. Laeng B, Sirois S, Gredebäck G. Pupillometry: A window to the preconscious? *Perspectives on psychological science*. 2012;7(1):18-27.
59. Corbetta M, Patel G, Shulman GL. The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*. 2008;58(3):306-24.
60. Wendt D, Dau T, Hjortkjær J. Impact of background noise and sentence complexity on processing demands during sentence comprehension. *Frontiers in psychology*. 2016;7:345.
61. Houben R, van Doorn-Bierman M, Dreschler WA. Using response time to speech as a measure for listening effort. *International journal of audiology*. 2013;52(11):753-61.

62. Desjardins JL, Doherty KA. The effect of hearing aid noise reduction on listening effort in hearing-impaired adults. *Ear and hearing*. 2014;35(6):600-10.
63. Rudner M, Lunner T. Cognitive spare capacity and speech communication: a narrative overview. *BioMed research international*. 2014;2014.
64. Carolan PJ, Heinrich A, Munro KJ, Millman RE. Quantifying the effects of motivation on listening effort: a systematic review and meta-analysis. *Trends in Hearing*. 2022;26:23312165211059982.
65. Lavanya V, Rajaram R, Vaidyanath R, Uppunda AK. Musician-Advantage on Listening Effort for Speech in Noise Perception: A Dual-Task Paradigm Measure. *Journal of Audiology & Otology*. 2023;27(4):227.
66. Davis R. Speech Recognition in Noise Abilities between Musicians and Non-Musicians. 2021.
67. Boebinger D, Evans S, Rosen S, Lima CF, Manly T, Scott SK. Musicians and non-musicians are equally adept at perceiving masked speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2015;137(1):378-87.
68. Coffey EB, Mogilever NB, Zatorre RJ. Speech-in-noise perception in musicians: A review. *Hearing research*. 2017;352:49-69.
69. Gaser C, Schlaug G. Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of neuroscience*. 2003;23(27):9240-5.
70. Majak J, Śliwińska-Kowalska M. Does musical training enhance auditory processing test performance in normal hearing adults? *Otorinolaryngologia*. 2016;15(4).
71. Patel AD. *Music, language, and the brain*: Oxford university press; 2010.
72. Kraus N, Banai K. Auditory-processing malleability: Focus on language and music. *Current Directions in Psychological Science*. 2007;16(2):105-10.
73. Koelsch S, Gunter TC, Wittfoth M, Sammler D. Interaction between syntax processing in language and in music: An ERP study. *Journal of cognitive neuroscience*. 2005;17(10):1565-77.
74. Koelsch S, Schulze K, Sammler D, Fritz T, Müller K, Gruber O. Functional architecture of verbal and tonal working memory: an fMRI study. *Human brain mapping*. 2009;30(3):859-73.
75. Steinbeis N, Koelsch S. Comparing the processing of music and language meaning using EEG and fMRI provides evidence for similar and distinct neural representations. *PloS one*. 2008;3(5):e2226.
76. Fauvel B, Groussard M, Eustache F, Desgranges B, Platel H. Neural implementation of musical expertise and cognitive transfers: could they be promising in the framework of normal cognitive aging? *Frontiers in human neuroscience*. 2013;7:693.
77. Vuust P, Brattico E, Seppänen M, Näätänen R, Tervaniemi M. The sound of music: differentiating musicians using a fast, musical multi-feature mismatch negativity paradigm. *Neuropsychologia*. 2012;50(7):1432-43.



78. Brandler S, Rammsayer TH. Differences in mental abilities between musicians and non-musicians. *Psychology of music*. 2003;31(2):123-38.
79. Jakobson LS, Cuddy LL, Kilgour AR. Time tagging: A key to musicians' superior memory. *Music Perception*. 2003;20(3):307-13.
80. Strait DL, Kraus N. Biological impact of auditory expertise across the life span: musicians as a model of auditory learning. *Hearing research*. 2014;308:109-21.
81. Trainor LJ. Are there critical periods for musical development? *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*. 2005;46(3):262-78.
82. James CE, Oechslin MS, Van De Ville D, Hauert C-A, Descloux C, Lazeyras F. Musical training intensity yields opposite effects on grey matter density in cognitive versus sensorimotor networks. *Brain Structure and Function*. 2014;219:353-66.
83. Parbery-Clark A, Skoe E, Lam C, Kraus N. Musician enhancement for speech-in-noise. *Ear and hearing*. 2009;30(6):653-61.
84. Slater J, Kraus N. The role of rhythm in perceiving speech in noise: A comparison of percussionists, vocalists and non-musicians. *Cognitive processing*. 2016;17:79-87.
85. Bianchi F, Santurette S, Wendt D, Dau T. Pitch discrimination in musicians and non-musicians: Effects of harmonic resolvability and processing effort. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2016;17:69-79.
86. Madsen SM, Whiteford KL, Oxenham AJ. Musicians do not benefit from differences in fundamental frequency when listening to speech in competing speech backgrounds. *Scientific Reports*. 2017;7(1):12624.
87. Harvey J, Von Hapsburg D, Seeman S. Cognitive function predicts listening effort performance during complex tasks in normally aging adults. *Noise & health*. 2017;19(91):254.
88. Escobar J, Mussoi BS, Silberer AB. The effect of musical training and working memory in adverse listening situations. *Ear and hearing*. 2020;41(2):278-88.
89. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005;53(4):695-9.
90. Selekler K, CANGÖZ B, Sait U. Power of discrimination of Montreal Cognitive Assessment (MOCA) Scale in Turkish patients with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Turkish Journal of Geriatrics*. 2010;13(3).
91. Northern JL, Downs MP. *Hearing in children: Lippincott Williams & Wilkins*; 2002.
92. Zokoll MA, Fidan D, Türkyılmaz D, Hochmuth S, Ergenç İ, Sennaroğlu G, et al. Development and evaluation of the Turkish matrix sentence test. *International journal of audiology*. 2015;54(sup2):51-61.

93. Makeig S, Debener S, Onton J, Delorme A. Mining event-related brain dynamics. *Trends in cognitive sciences*. 2004;8(5):204-10.
94. Polat Z, Ataş A. Assessment of Speech Intelligibility in Free-field Sound Chamber at Different Signal Noise Ratios. *Journal of Academic Research in Medicine*. 2020;10(2).
95. Dincer D'Alessandro H, Mancini P. Intonational cues for speech perception in noise by cochlear implant listeners. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2020;277:3315-21.
96. Parbery-Clark A, Strait DL, Anderson S, Hittner E, Kraus N. Musical experience and the aging auditory system: implications for cognitive abilities and hearing speech in noise. *PloS one*. 2011;6(5):e18082.
97. Zendel BR, Alain C. Musicians experience less age-related decline in central auditory processing. *Psychology and aging*. 2012;27(2):410.
98. Micheyl C, Delhommeau K, Perrot X, Oxenham AJ. Influence of musical and psychoacoustical training on pitch discrimination. *Hearing research*. 2006;219(1-2):36-47.
99. Zarate JM, Ritson CR, Poeppel D. Pitch-interval discrimination and musical expertise: Is the semitone a perceptual boundary? *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012;132(2):984-93.
100. Ruggles DR, Freyman RL, Oxenham AJ. Influence of musical training on understanding voiced and whispered speech in noise. *PloS one*. 2014;9(1):e86980.
101. Yeend I, Beach EF, Sharma M, Dillon H. The effects of noise exposure and musical training on suprathreshold auditory processing and speech perception in noise. *Hearing research*. 2017;353:224-36.
102. Soncini F, Costa MJ. Efeito da prática musical no reconhecimento da fala no silêncio e no ruído. *Pró-fono revista de atualização científica*. 2006;18:161-70.
103. Madsen SM, Marschall M, Dau T, Oxenham AJ. Speech perception is similar for musicians and non-musicians across a wide range of conditions. *Scientific reports*. 2019;9(1):10404.
104. Peelle JE. Listening effort: How the cognitive consequences of acoustic challenge are reflected in brain and behavior. *Ear and hearing*. 2018;39(2):204.
105. Obleser J, Wöstmann M, Hellbernd N, Wilsch A, Maess B. Adverse listening conditions and memory load drive a common alpha oscillatory network. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(36):12376-83.
106. Petersen EB, Wöstmann M, Obleser J, Stenfelt S, Lunner T. Hearing loss impacts neural alpha oscillations under adverse listening conditions. *Frontiers in psychology*. 2015;6:177.
107. Hjortkjær J, Märcher-Rørsted J, Fuglsang SA, Dau T. Cortical oscillations and entrainment in speech processing during working memory load. *European Journal of Neuroscience*. 2020;51(5):1279-89.

108. Petersen EB, Wöstmann M, Obleser J, Stenfelt S, Lunner T. Hearing loss impacts neural alpha oscillations under adverse listening conditions. *Frontiers in psychology*. 2015;6:120014.
109. Seifi Ala T, Graversen C, Wendt D, Alickovic E, Whitmer WM, Lunner T. An exploratory study of EEG alpha oscillation and pupil dilation in hearing-aid users during effortful listening to continuous speech. *Plos one*. 2020;15(7):e0235782.
110. Pfurtscheller G. Functional brain imaging based on ERD/ERS. *Vision research*. 2001;41(10-11):1257-60.
111. Jensen O, Mazaheri A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition. *Frontiers in human neuroscience*. 2010;4:186.
112. Raizada RD, Poldrack RA. Challenge-driven attention: Interacting frontal and brainstem systems. *Frontiers in human neuroscience*. 2008;2:120.
113. Joshi S, Li Y, Kalwani RM, Gold JJ. Relationships between pupil diameter and neuronal activity in the locus coeruleus, colliculi, and cingulate cortex. *Neuron*. 2016;89(1):221-34.
114. Steinhauer SR, Bradley MM, Siegle GJ, Roecklein KA, Dix A. Publication guidelines and recommendations for pupillary measurement in psychophysiological studies. *Psychophysiology*. 2022;59(4):e14035.
115. Zekveld AA, Heslenfeld DJ, Johnsrude IS, Versfeld NJ, Kramer SE. The eye as a window to the listening brain: Neural correlates of pupil size as a measure of cognitive listening load. *NeuroImage*. 2014;101:76-86.
116. Başkent D, Gaudrain E. Musician advantage for speech-on-speech perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2016;139(3):EL51-EL6.
117. Jeon JY, Fricke FR. Duration of perceived and performed sounds. *Psychology of Music*. 1997;25(1):70-83.
118. Koelsch S, Schröger E, Tervaniemi M. Superior pre-attentive auditory processing in musicians. *Neuroreport*. 1999;10(6):1309-13.
119. Oxenham AJ, Fligor BJ, Mason CR, Kidd Jr G. Informational masking and musical training. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2003;114(3):1543-9.
120. Tervaniemi M, Just V, Koelsch S, Widmann A, Schröger E. Pitch discrimination accuracy in musicians vs nonmusicians: an event-related potential and behavioral study. *Experimental brain research*. 2005;161:1-10.
121. Rammsayer T, Altenmüller E. Temporal information processing in musicians and nonmusicians. *Music Perception*. 2006;24(1):37-48.
122. Kyrtoudi M, Sidiras C, Papadelis G, Iliadou VM. Auditory Processing in Musicians: a Basis for Auditory Training Optimization. 2023.
123. Lister JJ, Hudak EM, Andel R, Edwards JD. The Effects of Piano Training on Auditory Processing, Cognition, and Everyday Function. *Journal of Cognitive Enhancement*. 2023:1-15.

124. Toh XR, Tan SH, Wong G, Lau F, Wong FC. Enduring musician advantage among former musicians in prosodic pitch perception. *Scientific Reports*. 2023;13(1):2657.
125. Dreyer B, Pottas L, Soer ME, Graham MA. A comparison of the digits-in-noise test and extended high frequency response between formally trained musicians and non-musicians. 2023.
126. Brattico E, Näätänen R, Tervaniemi M. Context effects on pitch perception in musicians and nonmusicians: Evidence from event-related-potential recordings. *Music Perception*. 2001;19(2):199-222.
127. Pantev C, Roberts LE, Schulz M, Engelien A, Ross B. Timbre-specific enhancement of auditory cortical representations in musicians. *Neuroreport*. 2001;12(1):169-74.
128. Schneider P, Scherg M, Dosch HG, Specht HJ, Gutschalk A, Rupp A. Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nature neuroscience*. 2002;5(7):688-94.
129. Shahin A, Bosnyak DJ, Trainor LJ, Roberts LE. Enhancement of neuroplastic P2 and N1c auditory evoked potentials in musicians. *Journal of Neuroscience*. 2003;23(13):5545-52.
130. Shahin AJ, Roberts LE, Pantev C, Aziz M, Picton TW. Enhanced anterior-temporal processing for complex tones in musicians. *Clinical Neurophysiology*. 2007;118(1):209-20.
131. Grigoreva A, Kondratenko A, Gorin A, Shestakova A, editors. Context-Dependent P2 Plasticity Dynamics in the Monetary Incentive Delay Task. 2023 Fifth International Conference Neurotechnologies and Neurointerfaces (CNN); 2023: IEEE.
132. Benner J, Reinhardt J, Christiner M, Wengenroth M, Stippich C, Schneider P, et al. Temporal hierarchy of cortical responses reflects core-belt-parabelt organization of auditory cortex in musicians. *Cerebral Cortex*. 2023;33(11):7044-60.
133. Patro C, Srinivasan NK. Assessing subclinical hearing loss in musicians and nonmusicians using auditory brainstem responses and speech perception measures. *JASA Express Letters*. 2023;3(7).
134. Zendel BR, Alain C. Concurrent sound segregation is enhanced in musicians. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2009;21(8):1488-98.
135. Musacchia G, Sams M, Skoe E, Kraus N. Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007;104(40):15894-8.
136. Musacchia G, Sams M, Skoe E, Kraus N. Proc Natl Acad Sci USA: Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music. *Medical Problems of Performing Artists*. 2008;23(3):141-2.
137. Strait DL, Kraus N, Skoe E, Ashley R. Musical experience and neural efficiency—effects of training on subcortical processing of vocal expressions of emotion. *European Journal of Neuroscience*. 2009;29(3):661-8.

138. Asaridou SS, McQueen JM. Speech and music shape the listening brain: Evidence for shared domain-general mechanisms. *Frontiers in psychology*. 2013;4:321.
139. Pantev C, Herholz SC. Plasticity of the human auditory cortex related to musical training. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2011;35(10):2140-54.
140. Strait D, Kraus N. Playing music for a smarter ear: cognitive, perceptual and neurobiological evidence. *Music perception*. 2011;29(2):133-46.
141. Besson M, Chobert J, Marie C. Transfer of training between music and speech: common processing, attention, and memory. *Frontiers in psychology*. 2011;2:94.
142. Forgeard M, Winner E, Norton A, Schlaug G. Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *PloS one*. 2008;3(10):e3566.
143. Winn M, Teece K. Listening effort is not the same as speech intelligibility score. *Trends in Hearing*, 25, 1-26. 2021.
144. Winn MB, Teece KH. Listening effort is not the same as speech intelligibility score. *Trends in Hearing*. 2021;25:23312165211027688.

## 8. EKLER

### EK-1: Etik Kurul Onayı

Tarih: 13/02/2023 14:13  
Bny: E-16269557-030.01.04-  
00002656572



00002656572



## HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

### KURUL KARARI

<u>OTURUM TARİHİ</u>	<u>OTURUM SAYISI</u>	<u>KARAR SAYISI</u>
24.01.2023	2023/01	2023/01-21
Araştırma Numarası : GO 22/06		Değerlendirme Tarihi : 04.01.2022

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ERBİL ile birlikte çalışacakları ve Arş. Gör. İlknur TAŞDEMİR'in doktora tezi olan, GO 22/06 kayıt numaralı "Müziyenlerde Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 25 Ocak 2023 - 25 Temmuz 2024 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan uygun bulunmuştur.

Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

Prof. Dr. Nüket  
PAKSOY ERBAYDAR  
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Güzide Burça  
AYDIN  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Özgür  
UYANIK  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Ayşe KİN  
IŞLER  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Sibel  
PEHLİVAN  
Kurul Üyesi

**İZİNLİ**  
Prof. Dr. Burcu Balam  
DOĞU  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Tolga  
YILDIRIM  
Kurul Üyesi

**İZİNLİ**  
Prof. Dr. Hande GÜNEY  
DENİZ  
Kurul Üyesi

Doç. Dr. Betül ÇELEBİ  
SALTIK  
Kurul Üyesi

Doç. Dr. Merve BATUK  
Kurul Üyesi

Doç. Dr. Gülten IŞIK  
KOÇ  
Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Müge  
DEMİR  
Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Burcu  
Ersöz ALAN  
Kurul Üyesi

Av. Buket ÇINAR  
Kurul Üyesi

Evrakın elektronik imzalı suretine <https://www.nurkiye.gov.tr/hu-ebys> adresinden 31c54889-2a0e-4723-850f-38f32e35b865 1

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

## EK-2: Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi

### Montreal Bilişsel Değerlendirme

#### Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Montreal Bilişsel Değerlendirme (MoCA), hafif bilişsel bozukluk için hızlı bir tarama testi olarak geliştirilmiştir. Bu test ile dikkat ve konsantrasyon, yürütücü işlevler, bellek, lisan, görsel yapılandırma becerileri, soyut düşünce, hesaplama ve yönelim olmak üzere 8 farklı bilişsel işlev değerlendirilmektedir. MoCA'nın uygulaması yaklaşık 10 dakika sürer. Testten alınabilecek en yüksek toplam puan 30'dur. Buna göre 21 puan ve üstünde alınan puan normal olarak değerlendirilir.

Lütfen 1'den başlayarak bir sayı bir harf sırası ile birbirini izleyen sayı ve harfleri bir çizgi ile birleştirin.

1

Bu şekli otabildiğince hızlı bir şekilde yandaki boşluğa çizin (Çizim için boyutlu olmalı. Tüm çizimler çizimisi tamamlanmış olmalı, fazladan çizgi eklenmemiş olmalı, çizimler görece paralel ve benzer uzunlukta olmalı; dikdörtgenler prizması kabul edilir.)

2

Bir saat çizin. Saatin tüm rakamlarını yazın ve saat 11'i 10 geçiyorsa gösterin (işçerçeve 1 puan, rakamlar 1 puan, akrep ve yelkovan 1 puan).

3

Soldan başlayarak bu hayvanların ismini söyleyin (doğru bilinen her hayvan ismi için 1 puan).

4

Bu bir bellek (hafıza) testidir. Size bir kelime listesi okuyacağım ve bu listedeki kelimeleri şimdi ve daha sonra hatırlamanızı isteyeceğim. Dikkatle dinleyin. Okumayı bitirdiğimde hatırlayabildiğiniz kadar çok kelimeyi bana söyleyin. Kelimeleri hangi sırada söylediğiniz önemli değildir. (Kelimelerin söylediği her bir kelime için ilgili kutuya bir işaret (x) koyun.) Size aynı listeyi ikinci kez okuyacağım. Hatırlamaya çalışın ve ilk denemede söylediğiniz kelimeleri de kapsayacak şekilde, bana hatırlayabildiğiniz kadar çok kelime söyleyin. (Kelimelerin söylediği her bir kelime için ilgili kutuya bir işaret (x) koyun.)

5

Testin sonunda sizden bu kelimeleri hatırlamanızı isteyeceğimi deyin.

Burun   Kadife   Cami    
Papatya   Mor

www.fronline.com

### Montreal Bilişsel Değerlendirme Sayfa-2

6 Size bazı rakamlar söyleyeceğim, ben bitirdikten sonra, söylemiş olduğum rakamları sıra ile tekrar edin

2	1	8	5	4
---	---	---	---	---

Şimdi başka sayılar söyleyeceğim, ancak bu kez ben bitirdikten sonra sayılan ters sırada tekrar edin

7	4	2
---	---	---

Size bir dizi harf okuyacağım. A harfini her söylediğimde, elinizi masaya vurun. Eğer farklı bir harf söylersem, elinizi masaya vurmayın. (1 hata yapabilir)

F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A B

Şimdi sizden ben durun diye kadar 100'den 7 çıkartarak saymanızı istiyorum. (2-3 doğru yanıt için 2 puan ve 4-5 doğru yanıt için 3 puan; yanlış saydıktan sonra doğru devam etmişse de doğru toplanır.)

100	93	86	79	72
-----	----	----	----	----

Size bir cümle okuyacağım. Ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın. Şimdi söyleyin "Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur." (Yanıtın ardından); şimdi size bir başka cümle okuyacağım, ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın.

"Köpekler odadaktayken, kedi hep kanepenin altına saklanırdı".

Tekrar tam ve doğru olmalıdır. İhtimal edilerek atılması, yerine kullanılması, eklenmiş kelimelerden kaynaklanan hatalara dikkat edin (Örn., ihtimal edilebilecek kelimeler: 'tek', 'hep' yerine gelebilecek kelimeler: 'gizlenirdi', 'gizlenmek' ve eklenen kelimeler: Köpekler odadaktayken, kedi hep kanepenin altına 'korkuyla' saklanırdı).

Sizden bir dakika içinde biraz sonra vereceğim harfle başlayan, olabildiğince çok sayıda kelime söylemenizi istiyorum. Ahmet, İzmir gibi özel isimlerle, rakamlar veya aynı kökten türetilmiş isimler dışında istediğiniz her türlü kelimeyi söyleyebilirsiniz. Bir dakika dolduğunda size 'dur' diyeceğim. Hazır mısınız? Şimdi bana K harfli ile başlayan olabildiğince çok sayıda kelime söyleyin (60 saniye süre tutulur). Durun.

60 saniye içinde 11 veya daha fazla sayıda kelime ürettiği ise 1 puan verir. Katılımcının yanıtlarını test formunun altındaki boşluğa kaydeder.

Bana portakal ve muz arasındaki benzerliği söyleyin' denir. Eğer katılımcının yanıtı istediği gibi olmazsa, ek süre vererek "Bana bu maddelerin başka bir benzerliğini söyleyin" denir. Eğer katılımcı istenen yanıtı (meyve) vermiyorsa, "Evet bunların ikisi de meyve" deyip, "Daha fazla açıklama yapmayın". Her madde çiftine verilen doğru yanıt: 1 puan

Tren Bisiklet ulaşım aracı, seyahat edilebilir, her ikisine de binilip gezilir benzeri (tekerlekleri var yanlış)

Saat Cetvel ölçü araçları, ölçmek için benzeri (saatlar var yanlış)

10 Gecikmeli hatırlama; Size daha önce bazı kelimeler okuyacağım. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin. (Her bir ipucu olmaksızın spontane olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

Burun <input type="checkbox"/>	Kadife <input type="checkbox"/>	Cami <input type="checkbox"/>
Papatya <input type="checkbox"/>	Mor <input type="checkbox"/>	

Seçmeli; Size daha önce bazı kelimeler okuyacağım. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin. (Her bir ipucu olmaksızın spontane olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

BURUN ipucu: yüzün bölümü	KADIFE ipucu: kumaş türü
CAMI ipucu: bina türü	PAPATYA ipucu: çiçek türü
MOR ipucu: bir renk	

İpuçlarına rağmen hala hatırlamıyorsa, izleyen yönerge verir. "Biraz sonra sayacağım kelimelerden hangisi daha önce sunulmuştu hatırlıyor musunuz? Burun-yüz-el | şeker-pamuklu-kadife | cami-oku-hastane | gül-papatya-ale | mor-mavi-yeşil"

İpucu yardımıyla hatırlanan kelimelere puan verilmez. İpuçları sadece kıvrık olarak bilgi edinmek ve kelimelere bellek bozukluğunun türü hakkında ek bilgi sağlamak amacıyla kullanılır. Katılımcı ipucuyla hatırlayabiliyorsa, genel getirmeye bağlı, ipucuna rağmen hatırlamıyorsa, kodlamaya bağlı bir bellek bozukluğu düşüncüldür.

Bana bugünün tarihini söyleyin. Eğer katılımcı tam bir yanıt vermezse, ek olarak "Bana (gün, ay, yıl ve haftanın hangi günü) söyleyin" denir. Ardından, "Şimdi bana bulunduğumuz yerin ve bulunduğumuz şehrin adını söyleyin". (Doğru her bir yanıt için 1 puan verir. Katılımcı tarih ve yer net ve açık (hastanemizin, klinik, ofisim, kurumun adı) olarak söylemelidir. Katılımcı tarih herhangi bir biriminde hatırlamaya yetersiz puan vermez.)

Gün <input type="checkbox"/>	Ay <input type="checkbox"/>	Yıl <input type="checkbox"/>
Günlenden ne <input type="checkbox"/>	Buranın adı <input type="checkbox"/>	Şehrin adı <input type="checkbox"/>

Nasreddin Zil, Phillips NR (2002) J Am Geriatr Soc. 2002 Apr;50(4):895-9

**Toplam Puan (0-30):** ..... (>21 normal)

### EK-3: Turnitin Orijinallik Raporu

#### Müzyenlerde Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi

##### ORJİNALLIK RAPORU

<b>%8</b>	<b>%6</b>	<b>%4</b>	<b>%1</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

##### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="https://openaccess.hacettepe.edu.tr">openaccess.hacettepe.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<b>%3</b>
<b>2</b>	<a href="https://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	<b>%2</b>
<b>3</b>	Tasdemir, Ilknur. "Unilateral Ve Bimodal Koklear Implant Kullanicilarında Dinleme Eforunun Degerlendirilmesi.", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 Yayın	<b>%1</b>
<b>4</b>	Submitted to Üsküdar Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<b>&lt;%1</b>
<b>5</b>	<a href="https://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>6</b>	<a href="https://openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>
<b>7</b>	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<b>&lt;%1</b>
<b>8</b>	<a href="https://acikerisim.medipol.edu.tr">acikerisim.medipol.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>



## EK-4: Dijital Makbuz



### Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: İlknur Taşdemir  
Ödev başlığı: İlknur Taşdemir Doktora Tezi  
Gönderi Başlığı: Müzisyenlerde Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi  
Dosya adı: M\_zisyenlerde\_Dinleme\_Eforunun\_De\_ertlendirilmesi.docx  
Dosya boyutu: 880.63K  
Sayfa sayısı: 64  
Kelime sayısı: 15,025  
Karakter sayısı: 107,019  
Gönderim Tarihi: 19-Mar-2024 04:40ÖS (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 2324747136



## 9. ÖZGEÇMİŞ

### 1. KİŞİSEL BİLGİLER

**ADI SOYADI** İlknur Taşdemir

