

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

**UNILATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI**  
**BİREYLERDE DİNLEME ÇABASININ OBJEKTİF VE SUBJEKTİF**  
**OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Uzm. Ody. Ceylan AYAR**

**Odyoloji Programı**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA**

**2023**



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

**UNILATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI  
BİREYLERDE DİNLEME ÇABASININ OBJEKTİF VE SUBJEKTİF  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Uzm. Ody. Ceylan AYAR**

**Odyoloji Programı**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR**

**ANKARA**

**2023**

**ONAY SAYFASI**

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UNILATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI BİREYLERDE  
DİNLEME ÇABASININ OBJEKTİF VE SUBJEKTİF OLARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ  
Öğrenci: Ceylan AYAR

Danışman: Doç.Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

Bu tez çalışması 11.01.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof.Dr. Gonca SENNAROĞLU*  
(Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü)

Tez Danışmanı: *Doç.Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR*  
(Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü)

Üye: *Doç.Dr. Cengiz ACARTÜRK*  
(Jagiellonian University, Krakow, Poland)

Üye: *Doç.Dr. Merve BATUK*  
(Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü)

Üye: *Dr.Öğr. Üyesi Mehmet YARALI*  
(Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü)

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

06 Şubat 2023

*Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN*

**Enstitü Müdürü**

## 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.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

06/ 02/ 2023

(İmza)

Ceylan AYAR

/

<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 bulgular 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 çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle 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, Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

(İmza)

Ody. Ceylan AYAR

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi sürecimde engin bilgileri ile yolumu aydınlatan, tez çalışmasının başından sonuna kadar destek sağlayan, çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek engin fikirleriyle yetiştirme ve gelişmeme, sabırla katkıda bulunan tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR' a,

Tezimin oluşturulmasında gerekli ekipmanları sağlayarak, akademik bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren sayın Doç. Dr. Cengiz ACARTÜRK' e,

En başta Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU olmak üzere, eğitimime katkıda bulunan bütün bölüm üyelerine,

Hayatımın her alanında bana destek veren, her koşulda yanımda olan ve bugünlere gelmemi sağlayan canım aileme başta babam Erdal KARAÇAR' a, annem Medine KARAÇAR' a ve biricik kardeşim Ahmet Can KARAÇAR' a,

Lisansüstü eğitimim ve tez çalışmam boyunca desteğini hep hissettiğim, sonsuz sevgi, anlayış ve sabırla her an yanımda olan hayat arkadaşım, sevgili eşim, Burak AYAR' a

En içten sevgi, saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum, iyi ki varsınız.

## ÖZET

**Ayar, C.; Unilateral Koklear İmplant Kullanıcısı Bireylerde Dinleme Çabasının Objektif Ve Subjektif Olarak Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023.** Dinleme çabası, belirli bir dinleme görevi sırasında kişiye ve/veya işitsel uyarının özelliğine bağlı olan zorlukların üstesinden gelebilmek için bilişsel kaynakların kullanılması olarak tanımlanır. Bu çalışmada klinik uygulamada dinleme çabasının objektif ölçümü için oldukça önemli olan pupillometri yönteminin fayda ve limitasyonları buna bağlı olarak işitme kayıplı bireylerin değerlendirilmesinde uygulanabilirliği açıklanmıştır. Bu çalışmanın amacı, tek taraflı koklear implant kullanıcılarının dinleme çabasını objektif ve subjektif olarak değerlendirmek ve normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmaktır. Bu çalışmada anadili Türkçe olan 14 tek taraflı koklear implant kullanıcısı ve 14 normal işitmeye sahip toplam 28 bireyde Türkçe Matris test cümleleri kullanılarak, Matris test içerisindeki gürültüde konuşmayı ayırt etme eşiklerini (KAE) %50 ve %70 ayırt etme seviyelerine göre her bir grubu 2 farklı durumda monaural test edecek şekilde düzenlenmiştir. Çift görev paradigması ile pupil boyutu ve cevap süresi kaydedilmesiyle dinleme çabası değerlendirilmiştir. Çalışmanın birincil görevi işitsel sunulan uyarıların tekrarlanması, ikincil görevi görsel olarak sunulan fonetik dengeli tek heceli kelimeler arasında uyak bulunması şeklinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda cevap süresi ve pupil boyutu ölçümleri arasında anlamlı korelasyon elde edilmiştir ( $r = ,177, p < .001$ ). Pupil boyutu ölçümlerinde Türkçe Matris testinde konuşma anlaşılabilirlik eşiği %50'den %70'e çıkarıldığında özellikle tek taraflı implant kullanan grupta anlaşılabilirlik oranları artsa da pupil boyutunda anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. %50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyelerinin değişimi normal grupta anlamlı bir fark yaratmıştır. Cevap süresi ölçümlerinde %70 KAE seviyesinde çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık edilmiştir. Sonuç olarak anlaşılabilirlik seviyesi artınca koklear implant kullanan grupta normal işiten gruba göre cevap süresi daha uzun bulunmuş dolayısıyla anlaşılabilirlik artsa bile tek taraflı implant kullanan grupta dinleme çabası normal işiten bireylere göre daha fazla olarak gözlemlenmiştir.

### **Anahtar kelimeler:**

İşitme kaybı, koklear implant, tek taraflı koklear implantlar, dinleme çabası, ikili görev paradigması



## ABSTRACT

**Ayar C.; Objective and Subjective Evaluation of Listening Effort in Individuals with Unilateral Cochlear Implants, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Audiology Program, M.Sc., Ankara, 2023.** The listening effort is defined as using cognitive resources to overcome challenges that depend on the person and/or the feature of auditory stimulus during a specific listening task. In this study, the benefits and limitations of the pupillometry method, which is very important for the objective measurement of listening effort in clinical practice, and accordingly its applicability in the evaluation of individuals with hearing loss are explained. The aim of this study is to objectively and subjectively evaluate the listening effort of unilateral cochlear implant(CI) users and compare with normal hearing individuals. Using Turkish Matrix test sentences in a total of 28 individuals with 14 unilateral CI user and 14 normal hearing who are native Turkish in this study, the Matrix was arranged to test each group monaural in 2 different cases based on the differentiation thresholds of 50% and 70% in the noise within the test. The listening effort was evaluated by recording pupil size and response time through the dual task paradigm. The primary task of the study was to repeat the auditory stimuli, and the secondary task was to find rhymes between phonetically balanced monosyllabic words presented visually. The study resulted in significant correlation between measurements of answer time and pupil size ( $r = .177, p < .001$ ). In pupil size measurements, when the speech intelligibility threshold was increased from 50% to 70% in the Turkish Matrix test, although the intelligibility rates increased especially in the CI group, no significant change was observed in pupil size. The variation of 50% and 70% intelligibility levels made a significant difference in the normal hearing group. For response time measurements, there was a significant difference between the study and the control group at the SDT level of 70%. As a result, when the level of intelligibility increased, the response time was found to be longer in the cochlear implant group compared to the normal hearing group.

**Keywords:**

hearing impairment, cochlear implant, unilateral cochlear implants, listening effort, dual-task paradigm

## 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>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Dinleme Çabası Nedir?	4
2.2. Dinleme Çabası ile İlişkili Modeller	7
2.2.1. Kahneman Kapasite Modeli	7
2.2.2. Dil Anlama Kolaylık Modeli (Ease of Language Understanding- ELU)	8
2.2.3. Çaba Gereksinimi Olan Zorlu Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL)	8
2.3. Dinleme Çabasının Değerlendirilmesi	10
2.4. Davranışsal Ölçüm Yöntemleri	12
2.4.1. Görev Paradigmaları	12
2.4.2. Objektif /Fizyolojik Ölçüm Yöntemleri	13
Pupillometri	13
Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)	15
Olaya İlişkin Potansiyeller (ERP)	15
Elektroensefalografi (EEG)	16
Cilt İletkenliği	17
Kardiyak Yanıtlar, Elektromiyografik Aktivite	17
Hormonal Yanıtlar	18

2.5. Subjektif (Öznel) Ölçüm Yöntemleri	18
2.6. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi	21
2.7. Koklear İmplant ve Dinleme Eforu	22
2.8. Pupil Cevabı Kaynağı	23
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM</b>	<b>25</b>
3.1. Araştırma Türü	25
3.2. Araştırma Örnekleme	25
3.2.1. Katılımcı Bireylerin Belirlenmesi ve Araştırmanın Dahil Etme - Dışlama Kriterleri	25
3.3. Gereç ve Yöntem	28
3.3.1. Bilişsel Değerlendirmeler	28
3.3.2. Saf Ses Odyometrisi ve Konuşmayı Tanıma Testi	29
3.3.3. Pupillometri	29
3.3.4. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi	31
3.3.5. Davranışsal ve Objektif Değerlendirme	32
3.3.6. Subjektif (Öznel) Ölçüm Yöntemi	34
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	35
<b>4. BULGULAR</b>	<b>36</b>
4.1. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Demografik Özelliklerine İlişkin Bulgular	36
4.2. Türkçe Matris Test Sonuçlarına Ait Bulgular	36
4.3. Pupil Boyutuna Ait Bulgular	38
4.4. Cevap Süresine Ait Bulgular	40
4.5. Cevap Süresi ve Pupil Boyutu Bulguları Arasındaki Korelasyon	42
4.6. Subjektif (Öznel) Değerlendirme Sonuçlarına Ait Bulgular	43
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>44</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>54</b>
<b>7. KAYNAKÇA</b>	<b>56</b>
<b>8. EKLER</b>	<b>63</b>
Ek – 1 Etik Kurul Onay Yazısı	
Ek – 2 Demografik Bilgi Formu	

Ek – 3 MOCA Test Formu

Ek – 4 Turnitin Ekran Görüntüsü

Ek – 5 Dijital Makbuz

## **9. ÖZGEÇMİŞ**

**69**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ark</b>	Arkadaşları
<b>dB</b>	Desibel
<b>EEG</b>	Elektroensefalografi
<b>ELU</b>	Ease Of Language Understanding
<b>ERP</b>	Event Related Potentials
<b>fMRI</b>	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>FUEL</b>	The Framework For Understanding Effortful Listening
<b>LC</b>	Locus Coeruleus
<b>MEG</b>	Magnetoencephalography
<b>HL</b>	Hearing Level
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kHz</b>	Kilohertz
<b>LEQ-CI</b>	Listening Effort Questionnaire-Cochlear Implant
<b>MOCA</b>	Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi
<b>ms</b>	Milisanıye
<b>nm</b>	Nanometre
<b>SS</b>	Standart Sapma
<b>SSQ</b>	The Speech, Spatial And Qualities Of Hearing Scale
<b>O</b>	Ortalama
<b>%</b>	Yüzde
<b>KAE</b>	Konuşmayı Ayırt Etme Eşiği
<b>SGO</b>	Sinyal Gürültü Oranı
<b>LC</b>	Locus Coeruleus

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
1. Akustik değişim ve dinleme çabası arasındaki şema	6
2. <i>The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL</i> (Pichora-Fuller ve ark., 2016) için oluşturulan üç boyutlu şema	10
3. Katılımcıların belirlenmesi	28
4. Pupilometri çalışma düzeneği	30
5. Dinleme çabasının değerlendirilmesinde kullanılan test düzeneği	33
6. Anlaşılrlık yüzdesi ve Türkçe Matris Test durumu tanımlayıcı istatistik grafiği	37
7. Pupil boyutu ve Türkçe Matris Test durumu tanımlayıcı istatistik grafikleri	40
8. Cevap süresi ve Türkçe Matris Test durumu tanımlayıcı istatistik grafikleri	42

## TABLOLAR

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>3.1.</b> Çalışma Grubundaki Katılımcıların Demografik Bilgileri	27
<b>3.2.</b> Türkçe Matris Test Kelimeleri	31
<b>4.1.</b> Katılımcılara ait demografik veriler	36
<b>4.2.</b> %50-70 KAE seviyesinde Türkçe Matris Test sonuçlarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgular	37
<b>4.3.</b> Gruplar arası pupil boyutuna göre tek yönlü varyans analizi	
<b>4.4.</b> Gruplar arasında pupil boyutuna göre tanımlayıcı istatistikler tablosu	38
<b>4.5.</b> Pupil boyutunun Türkçe Matris Test durumları arasındaki tanımlayıcı istatistik tablosu	38
<b>4.6.</b> Post Hoc karşılaştırmalar – Türkçe Matris Test durumu & Katılımcı grupların pupil boyutu (nm) arasındaki ilişki	39
<b>4.7.</b> Gruplar arası pupil boyutuna göre tek yönlü varyans analizi	
<b>4.8.</b> Gruplar arasında cevap süresine göre tanımlayıcı istatistikler tablosu	40
<b>4.9.</b> Cevap süresinin Türkçe Matris Test durumları arasındaki tanımlayıcı istatistik tablosu	41
<b>4.10.</b> Post Hoc karşılaştırmalar – Türkçe Matris Test durumu & Katılımcı grupların cevap süresi (ms) arasındaki ilişki	42
<b>4.11.</b> Cevap süresi ve pupil boyutu arasındaki korelasyon	42
<b>4.12.</b> Subjektif (öznel) değerlendirme sonucuna ait tanımlayıcı istatistik tablosu	43
<b>4.13.</b> Gruplar arasında VAS sonuçlarına göre bağımsız gruplar t testi tablosu	43

## 1. GİRİŞ

İşitme kaybı, dış, orta kulak ve iç kulak ile işitme sinirinde yapısal/fonksiyonel herhangi bir patolojiye bağlı olarak ortaya çıkarak işitme becerilerindeki bozulma olarak tanımlanmaktadır (1). Günümüzde işitme kaybının tedavi edilmesinde işitme cihazları ve koklear implant sistemleri kullanılmaktadır. İşitme kayıplı bireylerin sorunlarının tam olarak anlaşılması için akustik olarak uygun şartlarda yapılan saf ses ve konuşma testlerinden bağımsız olarak gürütülü ortamlardaki iletişim becerilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Hem normal işitmeye hem de işitme kaybına sahip bireyler günlük hayatta spektral olarak bozulmuş işitsel girdiler ve uygun olmayan akustik ortamlar gibi uygunsuz koşullar nedeniyle dinlemek için daha fazla zihinsel çaba harcamaktadırlar. Koklear implant, ileri/çok ileri derecede işitme kaybı olan ve amplifikasyondan fayda sağlayamayan bireylerde iletişim becerilerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Koklear implantlar bu zorlanmayı daha aza indirmek için uygulansa da bu kullanıcıların bazı zorlu dinleme alanlarında daha çok zorlandıkları birçok çalışmada rapor edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda gürültüde yapılan konuşmayı anlama testlerinin tüm işitme cihazı ve koklear implant seçim ve ayarlama işlemlerinde çok değerli ve somut kanıtlar sunduğu vurgulanmıştır (2). Günlük hayatta işitme kayıplı hastaların yaşadığı zorlukların bir kısmını açıklayan kavramlardan biri de dinleme çabasıdır. Dinleme çabası, Çaba Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi'nde (The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL) tanımlandığı gibi, dinlemeyi içeren bir görev olduğunda uygulanan bir zihinsel çaba biçimidir (Pichora-Fuller ve ark., 2016). Başka bir deyişle, konuşmayı anlamak için gerekli olan bilişsel kaynaklardır (3). Pupillometre herhangi bir görev ile ortaya çıkan pupil dilatasyonunu akustik uyaranlardaki bir değişim ya da dinleme durumlarında bir zorlanma olduğunda pupil boyutuna bağlı değişiklikleri kaydedip değerlendirme alabilen dinleme çabasını fizyolojik olarak değerlendirilebilen bir yöntemdir. Pupillometri bir fizyolojik ölçüm olarak davranışsal testlerle birlikte kullanılırsa çok değerli bilgiler vermektedir. Davranışsal yöntemler; tekli görev ve birden fazla görevi içeren değerlendirmeler (ikili görev) olmak üzere bilişsel yükü değerlendirmektedir. Gürültüde ayırt etme testleri birinci görev, pupil boyutunu ve görsel reaksiyon zamanını değerlendirme gibi görevler ikinci görev olarak değerlendirilmektedir. İlk görev ile ikinci görev arasındaki fark pupillometrede değerlendirilir. Son zamanlarda yapılmış uluslararası birçok



çalışmada gürültülü koşullar ile birlikte dinleme çabasını değerlendirmek için pupillometri cihazı kullanılarak katılımcıların yaşadıkları zorluklar objektif olarak kanıtlanmaya çalışılmıştır. Günümüzde dinleme çabası ile ilgili literatürde yapılan çalışma sayıları çok yetersizdir. Dinleme çabasının objektif ve subjektif ölçüm yöntemleri kullanılarak koklear implant ve işitme cihazı kullanan ya da normal işitmeye sahip bireylerde değerlendirilmesiyle ilgili yapılacak olan çalışmaların geliştirilerek, katılımcı ve çalışma sayısının artarak devam etmesi dinleme çabasına yönelik literatürün gelişmesi açısından önemi büyüktür.

Bu çalışma, klinik uygulamada dinleme çabasının objektif ölçümü için çok önemli olan fizyolojik kanıtlara odaklanmaktadır. Pupillometri yönteminin fayda ve limitasyonları buna bağlı olarak işitme kayıplı bireylerin değerlendirilmesinde uygulanabilirliği açıklanmıştır. Çalışmamızın amacı; tek taraflı (*unilateral*) koklear implant kullanıcısı olan bireylerde dinleme çabasını objektif ve subjektif olarak değerlendirmek ve normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmaktır.

Çalışmanın hipotezleri;

H0: Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının dinleme çabaları normal işitenlerden farklı değildir.

H1: Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının dinleme çabaları normal işitenlerden farklıdır.

H0: Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının dinleme çabasının objektif yöntemler kullanılarak değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar ile dinleme çabasının subjektif (öznel) değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar arasında ilişki yoktur.

H1: Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının dinleme çabasının objektif yöntemler kullanılarak değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar ile dinleme çabasının subjektif (öznel) değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar arasında ilişki vardır.

## 2. GENEL BİLGİLER

İşitmek, Türk Dil Kurumu sözlüğünde ‘kulakla algılamak, duymak’ olarak tanımlanırken dinlemek; ‘işitmek için kulak vermek’ olarak tanımlanmış olup Oxford İngilizce sözlükte ‘herhangi bir sese dikkatini vererek dinlemek’ olarak tanımlanmıştır (4,5). Bu ifadelerin basit bir dinlemeyi ifade etmediğini dikkatin ve bilişsel bir yükün de var olduğunu belirterek tanımladıkları görülmektedir. İşitme pasif bir durumdur ve ses dalgalarının işitme sinirini uyarması ile kendiliğinden oluşmaktadır. Dinleme, işitsel uyarılara bilinçli ve aktif bir çaba ile kulak vermeyi ve dikkat etmeyi gerektirir. Bu doğrultuda baktığımızda dinlemenin bir işlemlemeyi gerektirdiği ve bu işlemlemenin bir dikkate ve bilişsel yüke bağımlı olarak ilerlediği varsayılmaktadır.

Günlük hayatta dinleme koşulları düşünüldüğünde çabayı etkileyen hem iç (dinleyiciye bağlı) hem dış (dinleyicinin dışında) bazı faktörler oluşmaktadır. Dış faktörlerin temeli genellikle dinleyicinin dışındaki faktörleri kapsar; bunlar bireyin hangi ortamlarda, hangi akustik uyaranlarda daha çok zorlandığını tespit etmeye yöneliktir. İç faktörler ise bireysel özelliklerin yarattığı farklılıkları ortaya çıkarmaktadır. Aynı zamanda iç faktörler analiz edildiğinde işitme kayıplı bireylere daha çok yardımcı olmada başarılı olunabilir. İç ve dış faktörler arasında eşleşmez bir ilişki meydana geldiği zaman dinleme çabası meydana gelmektedir. Dinleme çabası, işitsel bir sinyali anlamak için gereken zihinsel çaba, dikkat ve bilişsel kaynaklar olarak tanımlanabilir (6). Koklear implant bilateral ileri/çok ileri derecede işitme kayıplı ve amplifikasyondan yarar göremeyen bireylerde iletişim becerilerini geliştirmek için kullanılan implante edilen sistemlerdir. Koklear implant kullanıcılarında bu çabayı rutin odyolojik testlerle ortaya çıkarmamız çok zor olduğundan ayırıcı tanı testleri ve fizyolojik ölçümlere ihtiyacımız vardır. Değerlendirmede kullanılan yöntemler arasında öznel raporlar, davranışsal ölçümler ve fizyolojik ölçümler yer almaktadır.

## 2.1. Dinleme Çabası Nedir?

Dinleme çabası, belirli bir dinleme görevi sırasında kişiye ve/veya işitsel uyarının özelliğine bağlı olan zorlukların üstesinden gelebilmek için bilişsel kaynakların kullanılması olarak tanımlanır (7). Dinleme çabası terimi, işitme araştırmalarında 1980'lerin başından beri kullanılsa da (Downs 1982), konu son 10-15 yılda daha çok ilgi görmüştür. Dinleme çabası ile ilgili çalışmalar teknolojik gelişmeler ışığında son yıllarda çok fazla hız kazanmıştır. Bu dönemde çaba, birçok günlük dinleme görevinin önemli bir boyutu olarak kabul edilmiş ve hem öznel, hem davranışsal hem de fizyolojik ölçüler dâhil olmak üzere dinleme çabasını ölçmeye yönelik çeşitli yaklaşımlar ortaya çıkmıştır (8).

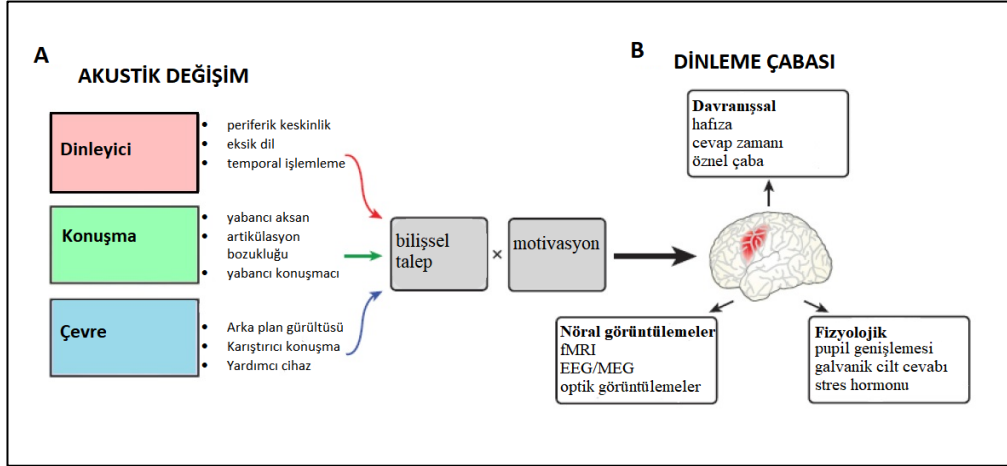
Bunun yanı sıra dinleme çabası sıklıkla 'konuşmayı anlamak için gereken dikkat ve bilişsel kaynaklar' olarak da tanımlanmasına rağmen, dinleme çabasının standart bir tanımı henüz yapılmamıştır (3,7,9,10). Bununla birlikte, konuşma algısı, çaba gerektiren tek işitsel işlem türü olmayabilir. İşitme kayıplı bireylerin karmaşık bir işitsel ortamda ses kaynağının lokalizasyonu (11) ve farklı algısal işitsel nesnelerin oluşumu ile yaşadıkları zorluklar göz önüne alındığında; çevresel seslerin (örn. bir ambulans sireninin yerinin belirlenmesi), müziğin (örn. bir orkestradaki belirli bir enstrümana odaklanmak vb.) ve konuşmanın algılanması için zorlu koşullarda ek zihinsel çabanın gerekli olacağı düşünülmektedir (6). Konuşulan dilin anlaşılması sırasında işitsel ve bilişsel işlevlerin ve diğer birçok dinleme görevinin birbirine bağlı olduğu anlayışının ardından (12), bilişsel işitme bilimi alanı son yıllarda gelişmiştir (13). Bu bağlamda, bilişsel işlem kaynaklarının yoğun kullanımını gerektiren durumlarda dinlemenin zahmetli olabileceği kabul edilmiştir (14). Konuşma anlaşılabilirliği ne kadar az ise, dinleyici mesajı anlamak için o kadar çok bilişsel mekanizmaları kullanır (15,16,17,18,19,20).

İşitme kayıplı birçok kişi, işitmeye yardımcı cihazları kullanarak dinlemenin daha iyi olduğunu ancak bazı durumlarda birtakım sorunlar yaşadığını veya işitmelerini iyileştirmek için daha fazla enerjiye ihtiyaç olduğunu bildirmektedir. Genellikle gün sonunda işitsel uyarıların anlamak için gösterilen çaba sonrasında baş ağrısı, fiziksel yorgunluk ve işitsel yorgunluk (*fatigue*) ortaya çıkmaktadır. Bu bilişsel enerjiler bütünü dinleme çabası olarak değerlendirilmektedir (6).

Dinleyicilerden gelen öznel raporlar; dinleyicilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları zorlukların dinlemenin zor olduğu ortamlarda ses seviyesinin duymak için yeterince yüksek olmamasına bağlı olduğunu bildirmektedir. Bu sorunların çözümlerine yönelik olarak sadece seslerin işitilebilirliğini yeniden sağlamanın ötesine geçilmelidir. Saf ses eşik ortalamaları normal veya çok hafif derecede işitme kayıplılar, yaşlılar gibi eşiküstü işitsel ve bilişsel işleme düşük olanlar ve daha ileri derecede saf ses eşiklerine sahip olup sosyal hayatı çok daha aktif bireyler için dinleme görevi oldukça zordur. Gürültülü ve yankılı ortamlar gibi akustik olarak uygun olmayan ve çoklu görevler gibi bilişsel olarak karmaşık durumlarda ise dinleme görevi çok daha zorlu olmaktadır. İşitsel girdinin kalitesi, bozulmuş işitsel yetenekler veya olumsuz akustik ortamlar nedeniyle azaldığında, dinleyiciler dikkati bir veya daha fazla ses kaynağına yönlendirmek, bunlara odaklanmak için daha fazla zihinsel çaba harcar. Bireylerin ayrıca algıladıkları işitsel nesnelere ve olayları anlamak, hatırlamak ve bunlara yanıt vermek için daha fazla bilişsel kapasite tahsis etmesi gerekir. Bu nedenle, dinleme hedeflerine ulaşmadaki başarı, dinleyici için mevcut sinyalin kalitesi yetersiz olduğunda daha fazla bilişsel enerjinin dağıtılmasına bağlı olabilmektedir. Bununla birlikte, artan bilişsel enerjinin tüm dinleme problemlerini çözeceğinin garantisi yoktur. Bazı durumlarda dinleyiciler dinlemek için gösterdikleri çabayı yüksek düzeyde sürdürmek konusunda isteksiz olduklarında yorgunluk yaşayabilir veya yorulmamak için dinlemeyi bırakmaya karar verebilirler. Günlük hayatta dinlemek, eğer dinleyicilerin harcayabileceğinden yada motivasyonlarından daha fazla çaba gerektiriyorsa, uzun vadede kronik stres yarattığından biliş, genel sağlık ve esenliğe olumsuz sonuçları olup bu kişilerde sosyal etkileşimlerden geri çekilmeler görülmektedir (21). En sık karşılaştığımız hatalardan bir tanesi de dinleme çabasını fatik; başka bir deyişle işitsel yorgunluk ile beraber düşünmektir. Aslında her ikisi de birbirinden oldukça farklı iki terimdir. Fatik; mental ya da fiziksel çaba sonrası görülen 'aşırı yorgunluk' olarak ifade edilmektedir. Bu da işitme kayıplı bireylerde daha çok karşılaştığımız bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dinleme çabası ise işitme kaybından bağımsız bütün bireylerde görülebilir. Örneğin; yabancı aksanlı birini dinlerken, konuşma bozukluğu olan bir kişiyi dinlerken bireyler bir dinleme çabası içerisine girmektedirler. Dinleme çabası her zaman karşımıza çıkabilecek bir durumdur; gürültülü ya da reverberasyonlu ortamlarda, yabancı dilde konuşan bir

kişiyi dinlerken bu türlü daha fazla çaba gerektiren bir dinleme içerisine girilebilmektedir.

**Şekil 1.** Akustik değişim ve dinleme çabası arasındaki şema



Peelle (2018) bu zorlukları dinleyiciye, konuşmaya ve çevreye bağlı olarak üç gruba ayırmaktadır (22). Şekil 1’de görüldüğü gibi A bölümünde, belirli bir dinleyici tarafından yaşanan genel akustik sorun bireysel işitme yeteneği ve dış akustik özelliklerin (konuşma kalitesi ve arka plan gürültüsü dâhil) bir kombinasyonudur. Akustik zorluk, dinleme çabasına önemli bir katkıda bulunan bilişsel talebi artırır ve motivasyonla yönetilir. B bölümünde ise, dinleme çabasındaki artışlar nöral görüntülemeler, fizyolojik tepkiler ve davranışsal ölçümler ile gözlemlenebilmektedir. Akustik değişimler iletişimin zorlandığı durumları ifade etmektedir. İletişimin zorlandığı durumlarda bilişsel bir talep ortaya çıkar ve bu bilişsel (kognitif) yük motivasyon ile birlikte dinleme çabasını ortaya çıkarmaktadır. Bu çabayı davranışsal, fiziksel ve nöral görüntüleme ölçüm yöntemleri ile ölçümlenmek mümkündür.

Dinleme çabası, çabayı etkileyen hem iç (dinleyiciye bağlı) hem dış (dinleyicinin dışında/uyarana bağlı) bazı faktörlerden oluşmaktadır. Dinleyiciye bağlı faktörler periferik keskinlik (*peripheral acuity*), tamamlanmamış dil bilgisi (*incomplete language*) ve temporal işleme (*temporal processing*) olarak yer almaktadır. Dış faktörlerin temeli genellikle dinleyicinin dışındaki faktörleri kapsar; bunlar bireyin hangi ortamlarda, hangi akustik uyarılarda daha çok zorlandığını tespit etmeye yöneliktir. Dinlemede etkili olan dış faktörlerden konuşma ile ilgili olanlar; yabancı aksan (*unfamiliar accent*), artikülasyon bozukluğu (*underarticulation*) ve yabancı konuşmacı (*unfamiliar speaker*) olarak sıralanabilir. Dinlemeyi etkileyen

çevreye bağlı faktörler; arka plan gürültüsü (*background noise*), karıştırıcı konuşma (*competing talkers*) ve dinlemeye yardımcı cihaz (*assistive device*) olarak sıralanmaktadır. Bireysel özelliklerin yarattığı farklılıkları ortaya çıkarabildiği için iç faktörler esasında daha çok üzerinde çalışılması gereken konudur. Aynı zamanda işitme kayıplı bireylere yardımcı olmada iç faktörler analiz edildiğinde daha başarılı olunabilir. Çünkü her birey aynı şekilde çabada bulunamayıp bilişsel yükleri taşıyamayabilir. İç ve dış faktörler arasında eşleşmez bir ilişki meydana geldiği zaman dinleme çabası meydana gelmektedir. Bu çabayı rutin odyolojik testlerle ortaya çıkarmamız çok zor olduğundan ayırıcı tanı testleri ve fizyolojik ölçümlere ihtiyacımız vardır. Değerlendirmede kullanılan yöntemler arasında öznel raporlar, davranışsal ölçümler ve fizyolojik ölçümler mevcuttur. Fizyolojik ölçümler otonomik ve merkezi sinir sistemine bağlı değişen değişiklikleri gözleyebilmek için değerlendirilen bir ölçüm yöntemidir (23).

## **2.2 Dinleme Çabası ile İlişkili Modeller**

### **2.2.1. Kahneman Kapasite Modeli (1973)**

Kahneman Kapasite modeli (1973), çoğu çalışmanın temelinde kaynaklık eden bir teoridir (24). Genel olarak çaba, ‘görev yerine getirilirken hedefin önündeki engellerin üstesinden gelmek amacıyla zihinsel kaynakların tahsis edilmesi’ şeklinde tanımlanır (25). Kahneman'a (1973) göre, kaynakların tahsisi hem seçici dikkatten (örneğin, görev yönergelerini takip etme) hem de spontan dikkatten (örneğin, yeni uyaranlara tepki) etkilenir. Davranışsal görevlerdeki performans ve öznel bildirimler, davranışsal ölçümler ve öz bildirim ölçümleri ile dinleme çabasıyla ilgili değişiklikleri dikkat ile ilgili yanıtlar açısından ölçmenin mümkün olacağını savunur. Kahneman Kapasite Modeli'ne göre; dinleme çabası, dinlemeyi içeren görevlere özgüdür. Bu modele göre iki veya daha fazla görevin aynı anda gerçekleştirildiği durumlarda bilişsel kaynakların birincil görevi yerine getirmek için çok fazla miktarda kullanıldığı ve ikincil görevin yerine getirilmesi için yedek (*spare*) olan bilişsel kapasitenin kullanıldığını savunulmaktadır. Birincil görev zorluğunun arttığı durumlarda görev için kullanılan bilişsel kaynakların miktarı bununla birlikte artış gösterirken buna bağlı yedek (*spare*) olan bilişsel kaynaklarda bir azalma meydana gelmektedir ve sonuç olarak ikincil görev performansı düşmeye başlamaktadır (25).

### **2.2.2. Dil Anlama Kolaylığı (DAK) Modeli (*Ease of Language Understanding-ELU*)**

Dil Anlama Kolaylığı (DAK) modeli (26-28), bilişsel yeteneklerin ve çalışma belleğinin özellikle dinlemenin zorlu koşullarda ilişkili olduğunu belirtir. Dil Anlama Kolaylığı (DAK) Modeli'ne göre, karmaşık dinleme durumlarında, daha geniş bellek kapasitesine sahip dinleyiciler için bilişsel işleme yükü daha az olacaktır (26). Bu nedenle Dil Anlama Kolaylığı (DAK) modeli, daha iyi bilişsel yeteneklerin zorlu koşullarda daha az bilişsel yük ile ilişkili olmasını öngörür. DAK modelinin temeli, konuşmayı anlama sürecinde çalışma belleğinin ne kadar rol aldığı ve dinleme çabası ile olan ilişkisidir. Akıl yürütme, öğrenme ve anlamada karmaşık olan bilişsel görevleri yerine getirmek amacıyla gerekli olan bilgileri, geçici olacak şekilde depolama ve işlemeye yarayan sınırlı olan kapasite sistemini 'çalışma belleği' olarak tanımlamaktadır (29). Yapılan son çalışmalar, bilişsel yetenekler ile konuşma algısı sırasındaki işlem yükü arasındaki ilişki ile ilgili olarak bilişsel kapasitenin özellikle dinlemenin zor olduğu koşullarda çok önemli olduğunu göstermektedir ki bu da DAK modelini dolaylı olarak desteklemektedir (30-33). Değişen zorlu dinleme koşulları altındaki dinleme çabası için modellenen dil anlama modellerinden biri olan Dili Anlama Kolaylığı Modeli (ELU, Rönnberg ve ark., 2013) (29), etkili dinleme ile ilgili bilişsel becerilerdeki bireysel farklılıkların rolünü açıklamak için literatürde başarıyla kullanılmıştır (19).

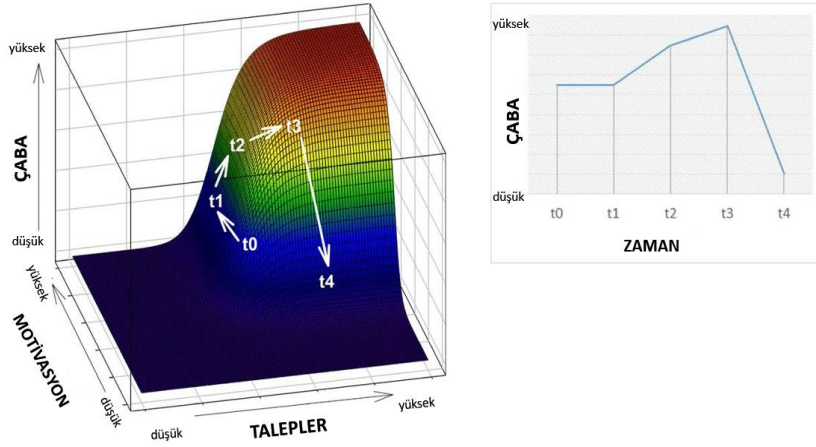
### **2.2.3. Çaba Gereksinimi Olan Zorlu Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (*The Framework For Understanding Effortful Listening - FUEL*)**

Çaba Gereksinimi Olan Zorlu Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (The Framework For Understanding Effortful Listening – FUEL), dinleme çabası ile ilgili en güncel yaklaşımlardan biri olup Kahneman Kapasite (1973) Modeli'nin bir uyarlamasıdır. Talebi ve/veya motivasyonu etkileyen çeşitli faktörlerin bağımsız ve etkileşimli katkılarının olasılığını açıkça tasvir ederek, mekanizmalar arası bağlantıların çalışma prensibini ve arka plandaki ne tür mekanizmaların olduğunu keşfetmek için araştırmalara rehberlik eden *FUEL* talebe ve/veya motivasyon boyutuna ilişkin faktörleri değiştirerek çabaları azaltmak için danışmanlık ve müdahalelerin planlanması ve değerlendirilmesi için yararlı bir destek sağlayabilir. Çaba gereksinimi

olan zorlu dinlemeyi anlama çerçevesinde; harcanan çabanın talep ve bununla birlikte motivasyon boyutları ile nasıl değişebileceğini göstermek için Kahneman Kapasite Modeli'ne ek olarak motivasyonu çizerek üçüncü bir boyut olarak ekleyip yeni bir üç boyutlu bir model geliştirmişlerdir (Şekil 2.). Bu yeni 3 boyutlu modelde; talep boyutu, girdi ile ilgili değişkenlere (örn. Sinyal özellikleri, işitme kaybı) dikkat faktörlerine dayalı görev taleplerine bağlı değişebileceği açıklanmıştır. Motivasyon boyutu, uyarılma veya yorgunluğun bireyin başarısının önemini değerlendirmesini ve kapasite taleplerini karşılamak için kaynakların harcanmasının değerini nasıl etkileyebileceğine bağlı olacaktır. Şekil 2.'de yer alan üç boyutlu (3D) grafik, çabanın bir etkinliği gerçekleştirmek için gereken kapasite taleplerine ve kişinin motivasyonel uyarılmasına bağlı olarak nasıl değişebileceğini göstermektedir. Çaba, Talepler ve Motivasyon eksenleri düşükten yükseğe doğru ölçekleri gösterir; ancak birim belirtilmez. Bir kişinin harcadığı çabanın hem talebin hem de motivasyonun bir işlevi olarak bir görevin süresi boyunca nasıl değişebileceğinin bir örneği 3D grafik üzerine eklenmiştir. Zaman içinde çabadaki değişiklikleri gösteren panel, 3D figürde gösterilen üç segmente karşılık gelir. Örneğin, arka plan gürültüsü seviyesindeki değişikliklere ve kişinin görevi gerçekleştirirken motivasyonundaki değişikliklere bağlı olarak bir görev süresince talep değişebilir. Değişiklikler segmentlere şu şekilde yansır: T0 ila T1, talebin sabit tutulduğunu ancak görevdeki katılım arttıkça motivasyonun arttığını gösterir (örneğin, ortam gürültü seviyesi sabittir, ancak konuşma konusu oldukça ilginç bir hikayeye dönüşür); T1-T2'den T3'e, motivasyonun sabit tutulduğunu, ancak talebin arttığını ve buna karşılık gelen çabada bir artış olduğunu gösterir (örneğin, konuşma oldukça ilginç olmaya devam eder, ancak partiye daha fazla insan geldikçe arka plan gürültüsü artar); T3'ten T4'e, talebin sabit tutulduğunu gösterir, ancak motivasyon azaldığında çabada bir azalma olur (örneğin, arka plandaki gürültü seviyesi sabit kalır, ancak oldukça ilginç hikaye biter ve konuşma daha az ilgi çekici bir konuya dönüşür). Özetlemek gerekirse; talep sabit kalıp ve göreve katılım artarsa motivasyonun arttığı görülür. Motivasyon sabit kalıp talep artarsa buna bağlı çabanın arttığı görülür. Talep sabit tutulup motivasyon azalırsa çabanın azaldığı görülür. Çaba, talep ve motivasyon eksenleri düşük ile yüksek arasında değişir; ancak birimler sayısal olarak belirtilmemiştir. Özellikle, üç boyuttan herhangi biri için neyin uygun bir ölçek olacağına dair henüz bir anlaşma yoktur.



Motivasyon ve taleplerin çabayı etkilemek için nasıl etkileşime girebileceğini henüz anlaşılmamaktadır. Bununla birlikte, genel olarak Kahneman'ın görüşleriyle tutarlı olarak çaba ölçümünün daha geleneksel bir sinyal algılama yaklaşımıyla uyumlu olma potansiyeli olduğu görülmektedir. FUEL, farklı amaçlar için ve farklı popülasyonlarda dinleme çabalarını ölçmek için potansiyel önlemlerden hangisinin tek başına veya kombinasyon halinde en iyi olduğunu belirlemek için araştırmada kullanılabilir (7).



**Şekil 2.** *The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL* (Pichora-Fuller ve ark., 2016) için oluşturulan üç boyutlu şema

Yukarıda açıklanan teorilerden başka, Siegrist (1998)'in Çaba- Ödül Dengesizliği Modeli, Hockey (1997) 'in Kompansatuar Kontrol Mekanizması Modeli, Sanders (1983)' in Bilgi İşleme ve Stresin Aşamalı Lineer Kognitif- Enerji Modeli, Yates ve Kulick (1977)'in Çaba ve Performans Modeli, Pribram ve Mcguinness (1975)' in Enerji Mekanizması Modeli gibi dinleme çabası ile ilgili birçok teori dinleme çabası literatürüne katkı sağlamıştır (7).

### 2.3. Dinleme Çabasının Değerlendirilmesi

Dinleme çabasını ölçülebilmesi için subjektif, davranışsal ve objektif yöntemler literatürde tanımlanmıştır. Subjektif ölçümler bireylerin kendi öznel değerlendirmelerine dayanan anketleri ve geri bildirimleri içermektedir. Objektif yöntemler pupillometri, fonksiyonel MRI (fMRI), elektroensefalografi (EEG), olaya ilişkin potansiyeller (Event Related Potentials-ERP), hormonal yanıtlar, cilt iletkenliği

gibi yöntemler ile ölçülebildiğinden daha objektif sonuçları içermektedir. Öznel bildirimler, dinleme çabasının ikili görev paradigmaları gibi davranışsal ölçümlerine ve pupillometri, fonksiyonel MRI (fMRI), elektroensefalografi (EEG) gibi fizyolojik ölçümlerine tamamlayıcı bir yöntem sunar. Dinleme çabasının davranışsal olarak ölçümü tekli veya ikili görev paradigmaları ile birlikte gerçekleştirilmektedir. Tek görev paradigmasında, konuşmaları belleğe kodlamak gibi konuşmaları anlamaya yönelik ve bununla birlikte ek işlemleri de içeren ek başka görev ile dinleme çabası değerlendirilmektedir. Bu görev, konuşmayı anlamadan bağımsız bir görev olmayan ve tek bir görevi içeren sözlü olarak sunulmuş kelime serisindeki son üç harfi hatırlamak, sözlü olarak tekrarlamak ya da bir yanıt düğmesine basma gibi görevler olabilir. Görev esnasında katılımcıların cevap verme süreleri ölçülürken cevap sürelerindeki uzama dinleme çabasını göstermektedir. Dinleme çabasının davranışsal değerlendirmelerinde çok sık kullanılan ikili görev paradigması, katılımcının iki görevi ayrı ayrı olacak şekilde, birlikte veya ardışık olacak şekilde gerçekleştirilmesi istenerek uygulanabilmektedir. İkincil görevler; bilişsel kapasite ile rekabet eden bir ışık uyarısına olan cevabın reaksiyon zamanı, görsel olarak sunulan sayı serisini hatırlama, taktik patern tanıma görsel motor izleme, birincil görevde veya birincil görev öncesi sunulmuş olan kelimeleri hatırlama gibi çok çeşitli görevlerdir. Davranışsal ölçüm yöntemlerinden olan ikili görev paradigmalarında konuşma algısını ölçen birincil bir görevin belirli bir bilişsel yükü işgal ettiği varsayılırken, sınırlı kapasite kullanılarak ikincil bir görev tamamlandığı rapor edilmektedir (Kahneman, 1973). Birincil görevin daha zor olduğu durumlarda bilişsel kaynak kapasitesi birincil görevde daha fazla kullanıldığından bu durum ikincil görev performanslarında bir bozulmaya yol açmaktadır (34).

Günlük hayatta dinleme genellikle işitsel sinyali bozan akustik zorluklar etrafında gerçekleşir (35). Dinlemeyi zorlu hale getiren dış faktörlerden; konuşma girdisi ile ilgili yabancı aksan (*unfamiliar accent*), çevre ile ilgili arka plan gürültüsü (*background noise*) ve karıştırıcı konuşma (*competing speech*) durumlarında konuşma sinyalinin doğru iletilmemesine neden olur (36). Çevreden dinleyiciye ulaşan akustik sinyalin girdileri sorunsuz olduğu durumda dahi işitme kaybı, dinleyicilerin işleme sürecine aldıkları bilgilerin güvenilirliğini azaltmaktadır. Dinleyicilerin günlük hayatta karşılaştıkları ve çoğu zaman odyolojik ölçümler ile birlikte ortaya

çıkarılamayan dinleme zorluklarını tanımlamakta bilişsel talep ve dinleme çabası kavramlarının rolü büyüktür. Dinleme çabasının bilişsel yönünün doğru, ölçümlenebilir ve bilgilendirici olduğu çoğu çalışmanın analizleri doğrultusunda gösterilmektedir (22).

## **2.4. Davranışsal Ölçüm Yöntemleri**

### **2.4.1. Görev Paradigmaları**

Görev paradigmatları, dinleme çabasını objektif olarak değerlendirmek için kullanılan farklı yaklaşımlardan biri olan tek ve ikili görev paradigmatları daha önce yapılan çalışmalarda sıkça kullanılmıştır. Son yıllarda çok sayıda çalışma, dinleme çabasını incelemek için ikili görev paradigmatlarını uygulamıştır. İkili görev paradigmatında konuşma algısını ölçen birincil bir görevin belirli bir bilişsel yükü işgal ettiği varsayılırken, sınırlı kapasite kullanılarak ikincil bir görev tamamlanır (37). Dinleme çabası araştırmalarında, primer görev genellikle zorlu bir dinleme görevi ve sürecini ifade eder (örn. gürültülü konuşmayı anlama görevi). İşitme kayıplı bireylerde, dinleme çabalarının azaltılması veya normal işitmeye sahip kişilerle farklılıklar açısından işitme cihazı veya koklear implant avantajını değerlendirmek için çoğunlukla görsel veya hafıza ile ilgili bir görevden oluşan ikili görev paradigmatları kullanılmaktadır. Bilişsel kaynakların kullanımına dayalı olarak ikili görev paradigmatları tanımlanmaktadır (25). Görev paradigmatları ayrıca okul çağındaki çocuklar veya yetişkinler, dâhil olmak üzere tüm yaş grubundaki bireyler için dinleme çabalarının değerlendirilmesinde ve arka plan gürültüsü veya yankı varlığı gibi farklı dinleme durumlarının değerlendirilmesinde bireylerin iki rakip görevi yerine getirdiği durumlarda kullanılabilir. Bu yaklaşımın avantajı, çoklu görevin gerekli olduğu günlük hayattaki birçok dinleme durumlarını temsil etmesidir. Davranışsal değerlendirmelerde kullanılan görevlerin zorlukları, artan dinleme talebini performansın doğruluğunu etkilemeden gösterebilmektedir. Ayrıca birincil görevin zorluk seviyesinin arttığı durumlarda ikincil görevin performansının azalması dinleme çabasının bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Çift görev paradigmatı seçici dikkati incelerken, çalışma belleği kaynağı serbest geri çağırma göreviyle değerlendirilebilir. Çalışma belleği, bilginin işlenmesi ve karmaşık bir etkinlik boyunca saklanmasından

sorumlu bellektir. Bu alandaki sınırlı kaynakların işitsel yetenekler ve dinleme çabaları üzerinde etkisi vardır (2, 38).

#### **2.4.2. Objektif/ Fizyolojik Ölçüm Yöntemleri**

Fizyolojik cevaplar daha objektif sonuçlar ortaya koyduğu için işitme cihazı ve koklear implant stratejilerinde çok sıklıkla kullanılmaktadır. Dinleme çabalarını ölçmek için kullanılan fizyolojik ölçümler beyin aktivitesi kaydı ve otonom sinir sistemi değerlendirmeleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Dinleme çabalarını incelemek için yararlı olabilecek sinirsel beyin aktivitesini ölçmek için ana teknikler manyetik ensefalografi (MEG), olaya ilişkin yanıt potansiyelleri (ERP'ler), (39) elektroensefalografide alfa gücü (EEG) (40, 41) ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemesidir (fMRI) (42). Genel olarak, bu teknikler beyin aktivitesinin zamanlaması ve bölgeye özgü lokalizasyonu ile ilgili verdikleri bilgilerin kalitesine göre değişir, ERP en kesin zamanlama bilgilerini verirken fMRI en hassas bilgileri verir (43).

Otonom sinir sisteminin ölçümleri, sempatik veya parasempatik tepkilere yansımaktadır. Genel olarak sempatik sinir sisteminin "savaş ya da kaç" yanıtı vücudu yüksek enerjili aktiviteye hazırlarken parasempatik sinir sistemi vücudu rahatlatmak ve birçok yüksek enerjili fonksiyonu inhibe etmek veya yavaşlatmak gibi tamamlayıcı bir etkiye sahiptir. Otonom yanıtlar pupil, kardiyak, cilt iletkenliği veya hormonal yanıtlar kullanılarak ölçülebilir (44 - 47).

#### **Pupillometri**

Pupillometre herhangi bir görev ile ortaya çıkan pupil dilatasyonunu fizyolojik olarak değerlendirir. Öncesi ve sonrası değerlendirme olarak pupil boyutuna bağlı değişiklikleri kaydedip karşılaştırabildiğimiz bu sayede dinleme çabasını değerlendirebildiğimiz bir yöntemdir. Herhangi bir akustik uyaranda bir değişiklik meydana geldiği zaman bunun pupilin boyutlarının büyüklüğüne ne kadar yansıdığı pupillometri sayesinde ölçülebilmektedir. Gürültüde ayırt etme testleri, cümle tanıma, cümle algısı gibi akustik değişimleri değerlendirmek için yapılmaktadır. Bu testlerle birlikte ardından ikinci bir görev verilip yürütücü sistemler değerlendirilmektedir. Pupil çapı bilişsel işlem yükünün bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (37, 48). Pupil

çapının zihinsel görevler sırasında anlık, görevden kaynaklanan yüke ve çabaya duyarlı olduğunu gösteren çok sayıda kanıt vardır. Işık (pupil ışık refleksi) ile uyarılan pupil daralması, parasempatik aktiviteyi tetikler. Böylece pupil tepkisi hem sempatik hem de parasempatik sinir sistemlerinin aktivitesini birleştirir. Pupil genişlemesi, uyarıların akustiğindeki değişiklikler ve öznel hissedilen ses yüksekliği ile ilişkilendirilmiştir (49). Motivasyonla ilgili olarak, maymunlarda yapılan yakın tarihli bir çalışmada beyindeki noradrenerjik koruleus nöronlarının ateşlenme oranının arttığını ve hem pupil genişlemesi hem de davranışın enerjilendirilmesiyle ilgili çaba ile ilişkili olduğunu bulmuştur (50). Anlık pupil genişlemesi gibi pupil tepkilerinin uzun vadede yorgunlukla veya kortizol veya diğer stres biyobelirteçleri tarafından tetiklendiği gibi stresle nasıl ilişkisi olduğu bilinmemektedir ancak son yapılan çalışmalarda bu keşfedilmeye başlanmıştır (48). Pupillometri kullanarak dinleme sırasında bilişsel işleme yükü üzerine yapılan araştırmalar; dinleme sırasındaki pupil tepkisinin konuşma anlaşılabilirliğine (Zekveld ve ark. 2010), arka plan gürültüsü türüne (Koelewijn ve ark. 2012), sözdizimsel karmaşıklığına (Piquado ve ark. 2010), işitsel uyarıcı özelliklerine (Kramer ve ark. 2013), bozulmuş spektral çözünürlüğe (Winn ve ark. 2015), bilişsel yeteneklere (Zekveld ve ark. 2011) ve bölünmüş (odaklanmış) dikkate (Koelewijn ve ark. 2014) duyarlı olduğunu göstermiştir. Genellikle pupil tepkisi; bilişsel bellek yükü (Kahneman ve Beatty 1966), seçici dikkat (Hillyard ve ark., 1973), motivasyon (Kahneman ve ark., 1968) ve uyarıların dilsel tutarlılığı (Schluroff 1983) ölçüleriyle de ilişkilendirilmiştir. Bu alanların her birinde, pupil tepkisi, değişen bilişsel taleplerin duygusal olarak yansımalarına göre değişmektedir. Örneğin, daha kısa bir diziye kıyasla ezberlenecek daha uzun bir basamak dizisi için artan pupil boyutu buna örnek verilebilir (21).

Pupillometri, bireyler arasındaki farklılıkları ölçmek için kullanılabilen hassas bir araçtır (51). Pupil genişlemesi, uyarılardaki değişikliklere yanıt olarak meydana gelir ve bazı durumlarda uyarılarda ani değişimler meydana geldiğinde pupil çapı büyümeyebilir. Bu da sinyal kalitesindeki değişikliklerin katılımcıların pupil genişlemesinde farklılıklara neden olabileceği anlamına gelmektedir (52). Örneğin; katılımcılar aritmetik problemleri çözmek için daha fazla çaba sarf ettiklerinde pupil boyutu da artar (53,54).

Pupillometri bir fizyolojik ölçüm olarak davranışsal testlerle birlikte kullanılırsa çok değerli bilgiler vermektedir. Davranışsal yöntemler iki sistemde kullanılır: Tekli görev ve çoklu (genellikle ikili) görev. En sık kullanılan yöntemlerden biri ikili görevlerdir. Gürültüde ayırt etme testleri birinci görev, pupil boyutunu ve görsel reaksiyon zamanını değerlendirme gibi görevler ikinci görev olarak değerlendirilmektedir. İlk görev ile ikinci görev arasındaki fark pupillometrede değerlendirilebilir. Son zamanlarda yapılmış uluslararası birçok çalışmada gürültülü koşullarda bireylerin yaşadıkları zorluk ve dinleme çabasını değerlendirmek için pupillometri cihazı kullanılmıştır (40).

### **Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)**

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme, beyindeki kan akış hızını ve kandaki oksijen yoğunluğunun ölçülerek görüntüleme yapılmasıdır. Dinleme çabasında artan dikkat seviyesine bağlı olarak beyinde meydana gelen kan akışının değerlendirilmesinde fMRI kullanılabilir. Özellikle, genç ve yaşlı yetişkinlerdeki frontal (ön) beyin bölgeleri, dinleme görevleri zorken yüksek bir hemodinamik tepki gösterir. Bu ön bölgede bulunan *Singulat* korteksteki yüksek aktivitenin görev talepleriyle ilişkili kandaki oksijen düzeyine bağlı görevden elde edilen sonuçların bir yorumu olarak görev performansını optimize etmesini yansıttığı düşünülmektedir (55).

### **Olaya İlişkin Potansiyeller (*Event Related Potentials-ERP*)**

Bir uyarı başlangıcı veya kaymasına bağlı zamana kilitli olan EEG sinyallerini toplayarak veya ortalamasını alarak elde edilen Olaya ilişkin potansiyeller (*Event Related Potentials-ERP*) sinyalinin, zorlu dinleme koşullarının N1 bileşeni için artan dalga genliği, uzayan süre ve daha zayıf faz senkronizasyonu ile sonuçlandığı görülmektedir (56 -58). Olaya ilişkin potansiyel ölçümleri, uyarıların sunumu ve yanıtıyla uyarılan zamana kilitli sinirsel aktiviteyi incelemek için kullanılmıştır (59). Zamana kilitlenmiş işitsel uyandırılmış P3a genliğinin bir görevin artan görev taleplerine ve dinleyicilerin artan çabalarına duyarlı olduğu gösterilmiştir (60,61). ERP ölçümlerinde artan görev zorluğu ile N100 dalgasında genliğin arttığı, oluşma süresinin uzadığı bilinmekte olup böylece dinleme çabasının bir göstergesi olarak

kabul edilmektedir. Çalışmalarda N100 bileşeninin büyüklüğü, sinyalin akustik olarak bozuk olduğu bir durumda (örn.yabancı aksanlı konuşmayı dinlerken) zihinsel çabanın derecesini de yansıttığı kabul edilmektedir (39). Song ve Iverson (2018) tarafından kullanılan yaklaşım, bireysel ERP bileşenleri beyindeki farklı bilgi işleme türleri ile tanımlandığından farklı bilişsel süreçlerdeki talebi belirleme yöntemi olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu nedenle, ERP bileşenlerinin büyüklüğü veya gecikmesi bir çaba ölçüsü olarak alınmaktadır (21).

Çevredeki değişikliklere dikkat ve uyaran değişikliği (59) beyin aktivitesi ile ilişkilidir. Gürültüde konuşma testlerinin zorluğu arttığında (örn. SGO azaldığında), P3'ün genliği artar ve uzamış potansiyel değişiklikler olur bu nedenle ERP'lerin dinleme çabasının dolaylı fizyolojik bir ölçüsünü sağladığı düşünülmektedir (58).

### **Elektroensefalografi (EEG)**

EEG, nöral aktivite ile ilişkili elektrik dalgalanmalarını değerlendirmek için doğrudan kafa derisine yerleştirilmiş elektrotlar ile ölçümlemeyi sağlayan EEG, alfa, teta ve diğer yanıtlardaki değişiklikler dâhil olmak üzere, bilginin depolanması ve engellenmesi konusundaki artan talepleri yansıttığı şeklinde yorumlanmıştır. EEG sinyalinin 8-13 Hz'deki artan alfa gücünün beynin işlevsel olarak uyaran işlemlerinde görev almadığı bölgelerdeki faaliyetlerin bastırılması olan fonksiyonel inhibisyonu yansıttığı düşünüldüğünden artan bilişsel çabasından dolayı çaba gerektiren dinleme durumlarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur (6, 62). Yapılan son araştırmalarda, sinyalin akustik bozulmasının (*vocoding*) dinleme sırasında alfa salınımlarını artırdığını göstermiştir. Bu artışın bir sonucu olarak gelişmiş alfa gücünün aynı zamanda hafif şiddetli duyusal bozulmada bu sistemi etkilediği ve her iki manipülasyon da aynı zaman frekansı aralığında salınım gücünün artmasına neden olduğu gösterilmiştir (39). Özellikle, uzun süreli işitme kaybı olan dinleyicilerde *working memory* paradigması kullanılarak alfa güç modülasyonu üzerine yapılan yeni bir çalışmada işitme kaybının derecesinin alfa güç artırımını öngördüğünü göstermiştir (21, 63).

## **Cilt İletkenliği**

Cilt iletkenliği ölçümleri cilt yüzeyindeki elektriksel aktiviteyi ölçer. Bu aktiviteye sempatik sinir sistemi aracılık eder. Cilt iletkenliği ölçümleri otomatik dikkat (yönlendirme), çaba, motivasyon ve duygusal reaktiviteyi (48,64,65) değerlendirmektedir. Bazı konuşmayı tekrar etme görevleri için artan dinleme görevi talepleri ile cilt iletkenliğinde bir artış gözlenmiştir, bu da dinleme çabalarının değerlendirilmesinde potansiyel bir rolü olduğunu düşündürmektedir. Cilt iletkenliği, 2014 yılında Hogervorst ve ark. nın yaptığı çalışmada kullanılan diğer ölçümlere göre duygusal faktörlere karşı daha hassas olduğu gözlemlenmiştir (44).

## **Kardiyak Yanıtlar, Elektromiyografik Aktivite**

Dinleme çabasıyla ilgili olabilecek iki kalp ölçüsü kalp atış hızı değişkenliği HRV (*Heart rate variability*) ve PEP (*Pre-Ejection Period*)'dir. HRV ölçümleri zamanla kalp atış hızındaki varyasyon miktarını ölçer. HRV hem zaman (interbeat aralıklarının standart sapmaları) hem de frekans alanlarında (ara aralıklardaki varyasyonların spektral analizi) analiz edilebilir. Çoğu HRV metriği hem sempatik hem de parasempatik sinir sistemlerinin aktivitesini yansıtır; Bununla birlikte bu iki ölçü öncelikle parasempatik aktiviteyi yansıtır.

Mackersie ve Calderon-Moultrie (44) tarafından incelendiği üzere, çeşitli HRV ölçümlerinde artan dinleme görevi talebi ile HRV'de bir azalma gözlenmiştir ve bu nedenle bir dinleme çabası endeksi olarak yararlı olabileceği düşünülmüştür. PEP, sol kalp ventrikülünün uyarılmasının başlangıcı ile aort kapağının açılması arasındaki zaman aralığını ifade etmektedir. Miyokard kasılma kuvvetinin doğrudan bir göstergesidir yani kalp ne kadar güçlü kasılırsa, PEP o kadar kısadır. Miyokard kasılma kuvvetinin esas olarak sempatik aktivite ile belirlendiği göz önüne alındığında, PEP'deki değişiklikler miyokard sempatik aktivitesindeki değişiklikleri yansıtır. Motivasyonel Yoğunluk Teorisi üzerinde çalışan araştırmacılar (66,67) PEP ve sempatik aktivite arasındaki bu ilişkiyi çaba ile ilgili tahminleri test etmek için kullanmıştır (68). Dinleme çabası üzerine yapılan araştırmalarda PEP' in kullanılması, araştırmacıların dinleme çabasıyla ilişkili miyokard sempatik aktivitesindeki değişiklikleri değerlendirmelerini sağlayabilir. Parasempatik aktivitenin bir göstergesi



olarak yüksek frekanslı HRV' nin değerlendirilmesi ile birlikte, zorlu dinlemeyi karakterize eden otonom sinir sistemi tepkisi incelenebilmektedir.

### **Hormonal Yanıtlar**

Endokrin biyobelirteçler otonom sinir sisteminin aktivitesini indekslemek için kullanılabilir. Strese tepki olarak vücutta meydana gelen değişikliklerin düzenlenmesinde birkaç stres hormonu rol oynar. Özellikle, strese karşı reaksiyonlar, kortizol, kromogranin A ve  $\alpha$  -amilaz dâhil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere bir dizi hormonun salgılanmasıyla ilişkilidir. İşitme kaybı çalışmalarında sadece birkaç çalışma hormonal tepkileri ölçmüştür; örneğin, bir çalışma gürültünün hafıza ve dikkat görevlerinin performansı, öznel yorgunluk ve kortizol ve katekolaminlerle ölçülen stres üzerindeki etkilerinin normal veya işitme bozukluğu olan katılımcılar arasında farklılık gösterdiğine dair ön çalışmalar bildirilmiştir (69). Kramer ve ark. (7), stres biyobelirteçleri ile işitme kaybı veya konuşma testiyle uyandırılan anlık stres nedeniyle ortaya çıkan kronik stres arasındaki ilişki hala tartışmalıdır.

### **2.5. Subjektif Ölçüm Yöntemleri**

Sürekli yüksek bir dinleme çabası içinde olmanın, işitme kaybı olan yetişkinlerin günlük dinleme aktivitelerini etkilediği buna bağlı olarak sosyal yaşantısı, refahı ve yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir (20,70). Klinik odyolojik uygulamalarda, mevcut rutin değerlendirmelerin çoğu, akustik sinyalin işitilebilirliğine dair görüşler sağlayabilir, ancak ölçülen performansı değerlendiren dinleme çabası gibi temel süreçler ve mekanizmalarla ilgili bilgileri sağlayamaz. İşitme uzmanlarının işitme kaybının yönetimine daha bütünsel bir yaklaşım benimsemeleri için bu altta yatan faktörleri değerlendiren iyi doğrulanmış yöntemlere ihtiyaçları vardır. Hastalar tarafından bildirilen sonuç ölçümleri (*Patient-Reported Outcome Measures-PROM*) gibi doğrulanmış öznel bildirim araçları, günlük dinleme durumlarında bir bireyin dinleme çabasının klinik ölçümde anlaşılmasına yardımcı olma potansiyeline sahiptir (71).

Öznel değerlendirme ölçümleri, bir bireyin hastalık şiddeti, semptomları ve işleyişi, yaşam kalitesi veya iyilik hali hakkındaki algısını değerlendiren öznel bildirim araçlarıdır (72, 73). Son yapılan çalışmalarda, rutin klinik odyolojik uygulamalarda

dinleyicilerin algıladıkları stres, çaba veya yorgunluğu değerlendirmek için öznel değerlendirme ölçümleri ve ölçekleri artık daha fazla kullanılmaktadır (74).

Görsel analog ölçekler (Visual Analog Scala (VAS)) genellikle, ilgilenilen koşullardaki bir dizi deneme sırasında veya sonrasında, belirli girdiyle ilgili dinleme taleplerini karşılamak için bilişsel kapasitenin anlık olarak bildirilen tahsisini değerlendirmek için kullanılır. Örneğin, dinleyiciden 1'den 10'a kadar bir görsel skala üzerinde farklı SNR koşullarında sözcükleri dinlemenin ve tekrar etmenin onun için ne kadar zorlu olduğunu belirtmesi istenir. VAS' lar aynı zamanda bir dinleyicinin bir görevi tamamlama motivasyonunu değerlendirmek için de kullanılabilir (7). Alternatif olarak dinleme çabasını maddeler halinde teker teker ele alan Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi Ölçeği içerisinde yer alan işitme kalitesi bölümü (Speech Spatial and Qualities of Hearing Scale-SSQ) (75), NASA TLX (76), ve Listening Effort Questionnaire-Cochlear Implant (LEQ-CI) (71) gibi ölçekler kullanılmaktadır. Özellikle görev performansı sırasında algılanan çaba, dinleme çabasının bir göstergesi olabilir ancak bu tür öznel bildirim ölçümleri doğası gereği genel geçer olabilir ve stres, iyileşme ihtiyacı (Nachtegaal ve ark. 2009) ve yorgunluk (Hornsby ve ark. 2016) gibi nedenlerden kaynaklanabilir (21).

Konuşma algılama testlerindeki performans, dinlemeyle ilgili çabayı veya yorgunluğu göstermez. Bu nedenle işitme kaybının önemli bir boyutunu gözden kaçırabilir. Odyoloji'de kullanılan öznel bildirim ölçütlerinin çoğu, dinlemeyle ilgili çaba ve yorgunlukla ilgili öğeleri içermez. Dinleme çabası hakkında üç öge içeren Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi (KUİK) işitme ölçeğini bunun dışında tutabiliriz (75). KUİK işitme ölçeği klinik ortamlarda dinleme çabası, yorgunluğun derecelendirilmesi ve işitme kaybı ile ilgili sorunların daha ayrıntılı bir değerlendirmesini sağlayabilir. Ölçek sayesinde müdahale stratejilerini karşılaştırırken yararlı bir sonuç elde edilip buna yönelik müdahalelerde bulunulabilir (77). Dinleme çabasının öznel bildirim (*self-report*), davranışsal ve fizyolojik ölçümleri arasında tutarsız korelasyonlar rapor edilmiştir. Deneysel yöntemlerdeki değişkenlik ve bilişsel/duygusal taleplerin farklı ölçülerle değerlendirilebilecek yönleri bu tutarsız bulgulara katkıda bulunmuş olabilir. Bazı çalışmalar ise öznel bildirim, davranışsal ve fizyolojik ölçümler arasında ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Örnek olarak, duygusal olarak çağrıştıran görsel ve işitsel uyaranlara yanıt olarak

kendi kendine bildirilen uyarılma ile pupil boyutu arasındaki ilişkiler (78); işitsel *oddball* paradigmasında uyarın öncesi pupil çapı ile elektroensefalografi (EEG) aktivitesi arasındaki ilişki (79) ve tek dilli ve iki dilli küçük çocuklarda pupil boyutu ile olayla ilgili potansiyel aktivite arasındaki ilişki (80) bahsedilebilir. Bununla birlikte, dinleme çabasına odaklanan diğer çalışmalarda, varsayılan öz bildirim, davranışsal ve dinleme çabasının fizyolojik ölçümleri arasında hiçbir ilişki bildirmediği raporlanmıştır. Örneğin Zekveld ve ark.'nın 2011 (19) yılında bir çalışmada bir dinleme görevi sırasında artan pupil boyutu, artan çabayı yansıtıyor olarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte, bazı durumlarda (81), artan pupil boyutunun, kişinin bildirdiği çabanın azalması ve geliştirilmiş görev performansı ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, daha büyük pupil genişlemesi bazen, algılanan çaba ve zorlanma anlamına gelmeyen daha yüksek seviyelerde dikkat odağı ve uyanıklığın bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (81). Agrawal, 2014 yılında yaptığı çalışmada (82) kategorik bir Dinleme Kolaylığı Ölçeği kullanarak öznel bir zorluk derecesi ölçülmüştür. Dinleme Kolaylığı Ölçeği; 1 'son derece kolay', 2 'kolay', 3 'orta', 4 'zor' ve 5 'son derece zor' olarak derecelendirilmiş beş noktalı bir ölçektir.

Dinleme çabasının farklı fizyolojik ölçümleri arasında anlamlı ilişkiler genellikle eksiktir. Örneğin McMahon ve ark. (2016), öznel bildirim ölçümleri ile dinleme çabasının davranışsal, fizyolojik ölçümleri arasında sıklıkla bildirilen anlamlı olmayan ilişkilerin fizyolojik ölçümlerin dinleme çabası yorgunluğunun farklı yönlerini değerlendirmesinden kaynaklanabileceği öne sürülmüştür (40).

Öznel bildirimler, klinisyenlerin, hastanın durumu ve gördükleri tedavi hakkındaki bakış açısı hakkında fikir edinmelerini sağlar. Daha da önemlisi, bu araçlar bir hastalığın veya durumun gözlemlenemeyen, aksine sadece hastanın kendisi tarafından bilinebilen yönleri hakkında fikir verir. Öznel bildirimler, dinleme çabasının mevcut davranışsal (örn. ikili görev paradigmaları) ve fizyolojik ölçümlerine (örn. pupillometri, fonksiyonel MRI (fMRI), elektroensefalografi (EEG)) tamamlayıcı bir yöntem sunar. Dinleme çabasının çok boyutlu bir yapı olduğunu ve bu farklı ölçümlerin bu fenomenin farklı yönlerini değerlendirebileceğini öne süren giderek artan sayıda araştırma vardır (83). Dinleme çabasının öznel ölçümlerini inceleyen önceki çalışmalar tipik olarak öz değerlendirme ölçeklerini içeren çalışmaları incelemişlerdir (70,84,85). Bununla birlikte, dinleme çabasının öznel bildirim

ölçümlerinde birçok limitasyon vardır. İlk olarak katılımcıların gözlem ve yanıt vermede tarafsız olma yeteneklerinde farklılıklar görülebilir. İkincisi, anketler görev tamamlandıktan sonra doldurulduğundan algılanan çabanın doğru bir şekilde hatırlanmama olasılığı artar yanıtlar birçok denemede ve birçok farklı koşulda algılanan çabanın ortalamasını yansıtır. Bu faktörler, öznel derecelendirmeler ile çaba ölçümleri arasında tutarlı korelasyonların olmamasına neden olmaktadır (3,47).

## **2.6. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi**

Gürültüde anlama problemleri sadece işitme kayıplı bireylerin değil, normal işiten bireylerin de bildirdiği problemlerden biridir. Birçok birey özellikle birden fazla kişinin aynı anda konuştuğu ortamlarda yani gürültülü ortamlarda anlama zorlukları çekmektedir. Günümüzde bireylerdeki işitme kaybının tedavi edilmesinde en sık kullanılan işitme cihazları ve koklear implant sistemleridir. Ancak işitme cihazları ve koklear implantlardan hastaların yarar görmesi, kabullenmesi ve adaptasyonu halen istenilen seviyede değildir. Bu gerçeğin yanında, diğer bir durum da gürültüde konuşmayı ayırt etme probleminin standart saf ses odyogram bulgularına tam olarak yansıtılamamasıdır. Hastanın probleminin tam olarak anlaşılması için, bireyin gürültülü ortamlardaki iletişim becerilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durumun değerlendirilmesi ile bireyin işitme kaybı sonucu işitme sisteminde oluşan eşik üstü dinleme problemlerin de değerlendirilmesi sağlanır. Ancak bu değerlendirme sessiz şartlarda yapılan saf ses ve konuşma testlerinden bağımsızdır. Yapılan çalışmalarda gürültüde yapılan konuşmayı anlama testlerinin tüm işitme cihazı ve koklear implant seçim ve ayarlama işlemlerinde çok değerli ve somut kanıtlar sunduğu vurgulanmıştır. Gürültüde ayırt etme test sonuçlarının uygun amplifikasyon stratejileri açısından değerli görüşler vermesi, bireylerin gündelik gerçekçi beklentilerini karşılamış olması ve işitme cihazı ayar sonrası ölçümlerinin bireylerdeki gelişmeyi daha somut, daha geçerli bir sistemle göstermiş olması bu testlerin yapılması gerekli olduğunu göstermektedir.

Literatürde mevcut gürültüde konuşmayı anlama testleri hem gerçek hayatta sıkça karşılaşılabilecek zor dinleme durumlarına benzer, diğer yandan işitsel protezlerindeki çeşitli teknik özellikler veya gelişmeler arasındaki performans farklılıklarına duyarlı bir konuşma algısı testlerinden olan Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (Hearing in Noise

Test - HINT) (86), Matris Cümle Testi (Oldenburg Satztest-OLSA) (87) ve STARR (the Sentence Test with Adaptive Randomized Roving level) (88) testi olarak sıralanabilir.

Konuşma ve gürültü sinyallerinin tipik olarak birlikte değiştiği günlük hayatta sıkça karşılaşılabilen ve sürekli değiştiği için tahmin edilemeyen dinleme koşullarını daha iyi temsil etmeyi sağlayıp gerçek yaşamdaki zor dinleme durumlarında bir koklear implant veya işitme cihazının sağladığı fayda hakkında daha doğru bilgi sağladığı için bu testlerin önemi büyüktür. Matris Testi, konuşmayı anlama becerisini cümle düzeyindeki materyaller ile ölçen açık uçlu veya kapalı uçlu olarak uygulanarak adaptif psikofiziksel yöntem ve kelime skorlaması kullanıp bireyin gürültüde konuşmayı alma eşiğini belirleyen (KAE %50 konuşmanın anlaşılabilirlik değerinde) bir testtir. Zokoll ve arkadaşları tarafından Türkçe uygulaması hazırlanmış olan testin günümüzde birçok farklı dillere uyarlanmış versiyonu bulunmaktadır. Kabinde konuşmacı ve Türk dilbilim uzmanı tüm kayıtlar boyunca bulunmuş, aynı konuşma seviyesinde ve mikrofondan belirli uzaklıkta kayıtları tamamlamışlardır. Ayrıca konuşmacıdan doğal tonlamayı yapması istenmiş, aşırı efor ve abartılı ifade kullanılmaması ve tüm kelimelerin açık ve belirgin olması istenmiştir (89). Değerlendirmelerde adaptif ve nonadaptif prosedürler kullanılmaktadır. Adaptif test prosedüründe; arka plan gürültüsü ile birlikte %50 konuşma anlaşılabilirliğinin elde edildiği sinyal gürültü oranı (SGO) tespit edilir. Gürültü olmadan yapılan değerlendirme ise konuşma anlaşılabilirliği eşiğini belirlemeyi içermekte olup anlaşılabilirliğin belirlenmesinde %50 haricinde %20 - 80 arasında olan yüzdeler de kullanılmaktadır (90).

## **2.7. Koklear İmplant ve Dinleme Eforu**

Doğuştan veya kazanılmış çeşitli sebeplerden ötürü hasara uğrayabilen işitme duyusu iletimdeki en temel gereksinimlerinden biridir. Koklear implant sistemi, işitmenin işlevselliğinin tekrar kazanılmasında rol alan ve işitmeyi restore edebilen implante bir tıbbi cihaz olup iki kısımdan oluşur. Birinci kısım cerrahi olarak yerleştirilen, intrakoklear elektrotları içeren bir parçadır. İkinci kısım ise bir mikrofon ve akustik sinyalleri elektrik sinyallerine dönüştüren harici olarak giyilen bir konuşma işlemcisi olarak adlandırılan parçadan oluşur. İşitsel uyarınları toplamaya yardımcı olan konuşma işlemcileri sayesinde kokleaya çeşitli cerrahi yöntemlerle yerleştirilen elektrotlar ile birlikte işitme ile ilgili girdiler kodlanıp işitme siniri lifleri elektriksel sinyallerle uyarılmaktadır (91). Geleneksel amplifikasyon yöntemlerinden yarar

göremeyen ileri ve çok ileri derecede sensörinöral tip işitme kayıplı bireyler için endike olan koklear implantasyonun, işitsel sinirin doğrudan elektriksel stimülasyonla uyardığı ve bu bireylerde başarılı sonuçlar elde edildiği kanıtlanmıştır (92,93). Yetişkin ve pediatrik bireylerde koklear implantlar işitsel uyarıyı oluşturarak iletişimlerinin gelişmesini ve çevresel farkındalıklarının artmasını sağlamaktadır. Postimplantasyon sürecinden sonra, birçok koklear implant kullanıcısı sessiz ve akustik olarak dengeli dinleme koşullarında çok daha iyi bir konuşmayı anlama becerisi elde eder (94). Bununla birlikte, koklear implant kullanıcıları arasındaki bu bireysel performanslar oldukça değişkendir (95). Günlük hayatta dinleme zorlu ve dinamik olabilir. Genellikle sosyal hayat gürültülü ortamlardan oluşur. Bu tür ortamlarda dinleyicinin, aynı anda bilgiyi işlerken ve uygun yanıtları formüle ederken, konuşmacılar arasında dikkatini değiştirmesi gerekir. Koklear implantlı olan bu bireylerden gelen raporlar, bu karmaşık dinleme ortamlarında harcanan çabanın bir sonucu olarak genellikle yorgunluğu vurgulamaktadır. Öğrenme ve sosyal etkileşimleri sürdürme gibi diğer işlevlere aynı anda katılmak için dinlemeye yönelik artan çaba harcaması da mevcut olan bilişsel kaynaklarda bir azalmaya neden olmaktadır (96). Gürültülü ortamlar ve zayıf oda akustiği gibi nedenler gibi diğer çevresel dış faktörler tarafından daha da bozulan konuşmanın anlaşılabilirliği, bu bireyler için dinlemenin daha da zorlu olmasına neden olmaktadır (97).

## 2.8. Pupil Cevabı Kaynağı

Pupil büyüklüğü genellikle bilişsel görevlerde dikkat ve zihinsel çaba göstergesi olarak kullanılır. Pupil büyüklüğü, dikkat ve bilişsel uyarılmayı modüle eden *Lokus Coeruleus* (LC) tarafından nörepinefrin salınımı ile sıkı bir şekilde ilişkilendirilir (98). Pupil çapı, Locus Coeruleus'un (LC) aktivitesiyle sıkı bir şekilde bağlantılıdır (99). Locus Coeruleus'un nöradrenerjik sistemi(LC-NE), dikkat dâhil olmak üzere çeşitli psikolojik süreçlerle ilişkilidir. LC-NE'nin aktivitesinin fazik ve tonik olmak üzere iki işlev modu vardır. Fazik mod, görev performansı sırasında görevle ilgili olaylara verilen büyük yanıtlarla ve LC-NE'nin düşük temel atış hızıyla ilişkilendirilir. Tonik mod, LC-NE'nin yüksek bazal aktivitesi ve fazik tepkilerin eksikliği ile ilişkilidir. Aston-Jones ve Cohen'in (2005) uyarlanabilir kazanç teorisi; fazik modun performans optimizasyonu ve görev katılımı tarafından yönlendirildiğini,

tonik modun ise çevrenin keşfedilmesini, dikkat dağınıklığını (görevle alakasız uyarılara duyarlılık) ve görevden ayrılmayı desteklediğini öne sürer. Rajkowski ve ark. (1994), temel pupil çapı ile LC-NE modu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Fazik ve tonik modlar, sırasıyla nispeten küçük ve büyük pupil çap değerleri ile işaretlenmiştir. Görevle uyarılmış pupil yanıtının LC-NE'nin fazik aktivitesine karşılık geldiği, temel gözbebeği çapının ise tonik aktiviteye karşılık geldiği öne sürülmüştür (100). Dikkati uyarıya yönelik olan uyarılara karşı olan cevaplarda veya birey zorlu bir göreve odaklandığında (Laeng ve ark., 2011) gerçekleşen pupil genişlemesi, fizyolojik tepki türleri arasında en önemli ve güvenilir bir tepki türü olarak ortaya çıkmaktadır (101). Psikosensöriyel pupil tepkileri olarak tanımlanan bu pupil genişlemeleri, modern pupil takip cihazlarıyla iyi bir çözünürlükte görüntülenebilmekte ve anlık dikkat dalgalanmalarının bir göstergesi olarak izlenebilmektedir (98).

Bu çalışmanın amacı; dinleme çabasının objektif ölçümü için önemli fizyolojik kanıtlardan biri olan pupillometri yöntemi ile tek taraflı (*unilateral*) koklear implant kullanıcısı olan bireylerde dinleme çabasını objektif ve subjektif olarak değerlendirmek ve normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmaktır.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Türü

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans programı kapsamında yapılmış olup 269-ODTU-2020 protokol numaralı izin ile Ek-1’de sunulan Ortadoğu Teknik Üniversitesi ‘Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu’ tarafından onaylanan izin yazısı verilmiştir.

Çalışmamızın türü Olgu - Kontrol araştırmasıdır. Çalışmaya katılan tek taraflı koklear implant kullanıcısı ve normal işitmeye sahip bireylerin ikili görev paradigmasıyla test edilen pupillometri cihazı ölçümleri Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri F Odyoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır. Tüm katılımcılara çalışmanın içeriği ve amacı anlatılmış, çalışmaya katılmayı onayladıklarını ifade eden yazılı izinleri alınmıştır.

#### 3.2. Araştırma Örnekleme

G-Power programı ile örneklemin büyüklüğü ve gücü hesaplanmıştır. Hem grup içi hem de gruplar arası etkileşim için yapılan ANOVA testinin istatistiksel değerlendirmeleri sonucunda araştırmanın örneklem büyüklüğünün bağımlı gruplarda  $\alpha=0,05$  anlamlılık düzeyinde ve araştırma gücünün  $(1- \beta)= 0,87$  değerinde olması sonucuyla en az 28 katılımcının yer alması planlanmıştır.

##### 3.2.1. Katılımcı Bireylerin Belirlenmesi ve Araştırmanın Dahil Etme - Dışlama Kriterleri

Çalışma grubu için çalışmaya dâhil edilme kriterleri aşağıda belirtilmiştir:

- 18 - 40 yaş aralığında olmak,
- Görme yetisini etkileyecek tanılanmış herhangi bir bozukluğun olmaması,
- En az bir yıldır tek taraflı koklear implant kullanıyor olması,
- Koklear implantlı serbest alan eşiklerinin 500, 1k, 2k, 4k Hz’de konuşma muzu içerisinde yer alıyor olması.



- Serbest alanda koklear implant ile 3 heceli kelimelerde konuşma ayırt etme skorunun 20/30' un üzerinde elde edilmesi,
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MOCA)' ne göre normal olarak kabul edilen 21 puan alması,
- Tanılı nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığı olmaması,
- Okuryazar olmak,
- Anadilinin Türkçe olması kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

Kontrol grubu için çalışmaya dâhil edilme kriterleri aşağıda belirtilmiştir:

- 18-40 yaş aralığında olmak,
- Her iki kulaktaki hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 6k ve 8k Hz'lerde 15 dB HL'in altında bulunması ve hava kemik aralıklarının 5dB'den az olması,
- Görme yetisini etkileyecek tanılanmış herhangi bir bozukluğun olmaması,
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MOCA)' ne göre normal olarak kabul edilen 21 puan alması,
- Tanılı nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığı olmaması,
- Okuryazar olmak,
- Anadilinin Türkçe olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

Yukarıdaki kriterler dışında kalan ve aşağıda belirtilen özelliklere sahip olan katılımcılar çalışma dışında bırakılmıştır:

- Aktif orta kulak enfeksiyonu geçiriyor olmak
- 18 yaşından küçük veya 40 yaşından büyük olmak
- Tanılı nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığının olması
- Lens veya gözlük kullanılması

Çalışmaya toplam 38 birey davet edilmiş ve gönüllü olarak katılmayı kabul etmişlerdir. Ancak yapılan değerlendirmeler sonucunda, Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi' ne (MOCA) göre normal kabul edilen yirmi bir puanın altında bir puan alınması, dâhil olma kriterlerini sağlamasına rağmen teste kooperasyon

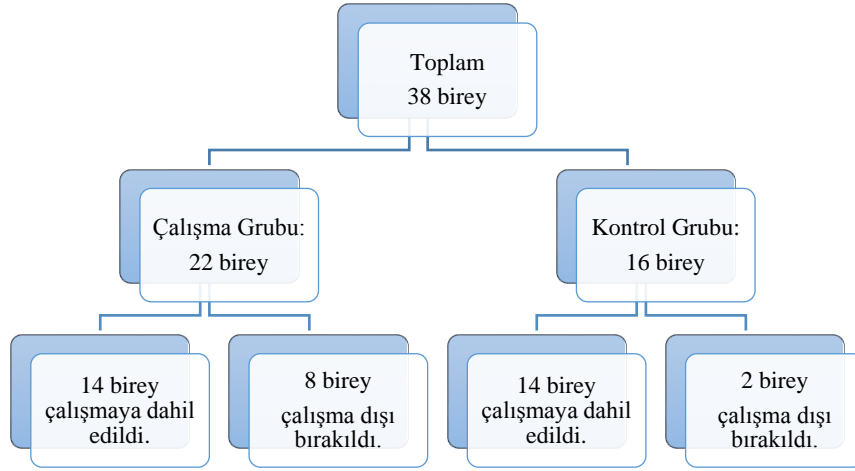
problemi olmasından dolayı çalışma grubunda 8 birey, kontrol grubunda 2 birey olmak üzere toplam 10 birey değerlendirme dışında bırakılmıştır. Sonuç olarak çalışmaya toplam 28 birey (16 K, 12 E) katılmıştır (Şekil 3.).

Çalışmanın, araştırma grubunda Hacettepe Üniversitesi Hastanesi'nde koklear implant takipleri devam eden, 14 tek taraflı koklear implant kullanıcısı yer almıştır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 3.1' de yer almaktadır. Koklear implant kullanıcıları rutin kontrolleri esnasında çalışmaya davet edilmiştir. Kontrol grubunu ise gönüllülük esasına göre katılan normal işitmeye sahip 14 katılımcı oluşturmaktadır. Kontrol grubundaki katılımcıların demografik bilgileri yaş ortalamaları  $26,07(\pm 5,83)$  yıl ve eğitim durumları 3 üniversite öğrencisi, 1 lise ve 11 üniversite mezunundan oluşmaktadır.

**Tablo 3.1.** Çalışma Grubundaki Katılımcıların Demografik Bilgileri

	Çalışma grubu
Yaş (y)	25,78( $\pm$ 6,21)
Eğitim durumu	4 lise mezunu 4 üniversite öğrencisi 6 üniversite mezunu
Amplifikasyona başlama yaşı (ay)	26,85( $\pm$ 18,76)
İmplant olma yaşı (y)	12,71( $\pm$ 7,79)
İmplant markası	11 katılımcı <i>Medel</i> 3 katılımcı <i>Cochlear</i>
İmplant konuşma işlemcisi	5 katılımcı <i>Opus2</i> 3 katılımcı <i>Rondo1</i> 2 katılımcı <i>Sonnet</i> 1 katılımcı <i>Rondo3</i> 1 katılımcı <i>Nucleus5</i> 2 katılımcı <i>Kansol</i>

**Şekil 3.** Katılımcıların Belirlenmesi



### 3.3. Gereç ve Yöntem

Tüm katılımcılara çalışmanın içeriği ve amacı hakkında bilgi verilmiş, çalışmaya katılmayı onayladıklarını ifade eden yazılı izin ve aydınlatılmış onam formları alınmıştır. Değerlendirmeye başlamadan önce değerlendirmede gerçekleştirmesi istenen görevlerin anlatıldığı birkaç dakikalık bir bilgilendirme yapılmıştır. Katılımcı bilgilendirmesi ve yazılı izinler alındıktan sonra değerlendirmeye geçilmiştir. Ön değerlendirme; Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi ve işitme değerlendirmesini içermektedir. Değerlendirmeler sonrası dâhil olma kriterlerini sağlayan bireyler çalışmaya başlamadan önce teste hazırlık amaçlı pratik yaparak testi anlamaları sağlanmıştır. Tüm katılımcılara teste başlamadan önce birincil ve ikincil görevler anlatılmış, dikkatlerinin öncelikli olarak birincil görevde olması gerektiği vurgulanmıştır. Testi anladığına emin olduğumuz katılımcılar ile teste başlanmıştır.

#### 3.3.1. Bilişsel Değerlendirmeler

Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Selekler ve ark. (2010) tarafından yapılan hafif dereceli bilişsel bozukluklar için hızlı tarama testi olan Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MOCA) çalışmamızda uygulanmış olup test sonucuna göre normal kabul edilen 21 puan ve üzerinde puan alınan katılımcılara bir diğer ön değerlendirme basamağı olan saf ses ve timpanometrik işitme değerlendirmesi

yapılmıştır. Ek-3'te yer alan MOCA test formu; iz sürme testi, görsel yapılandırma becerileri (saat ve küp), dikkat, isimlendirme, sözel akıcılık, cümle tekrarı, soyut düşünme, gecikmeli hatırlama ve yönelim olmak üzere 11 bölümden oluşur ve testin uygulanması ortalama 10 dakika sürmektedir. Testten alınabilecek en yüksek toplam puan 30'dur. Buna göre 21 puan ve üzerinde alınan puan teste göre 'Normal' olarak değerlendirilmektedir. MOCA testi Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü test odalarında deney öncesi Odyolog tarafından uygulanmıştır. Öğrenciler için sertifika gerekliliği olmadığından MOCA programını takip etmiş bir sağlık profesyoneli tarafından denetlenerek uygulanmıştır.

### **3.3.2. Saf Ses Odyometrisi ve Konuşmayı Tanıma Testi**

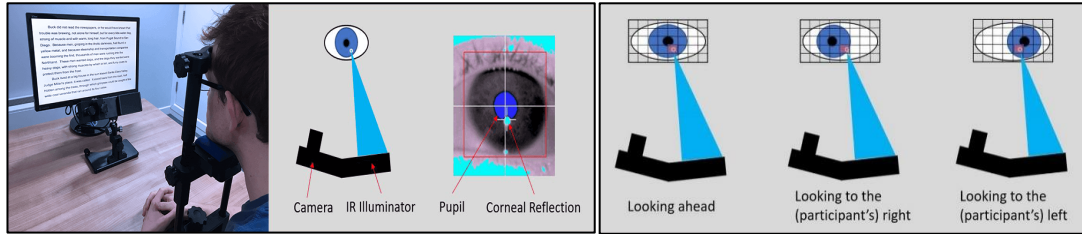
İşitme değerlendirmeleri tek taraflı koklear implant grubu için koklear implant ile serbest alan değerlendirmelerini içermektedir. Serbest alan değerlendirmesi hoparlör sistemi ile 0 derece açıyla ve 1 metre uzaklık mesafesinde yapılmıştır. Kontrol grubunun işitme değerlendirmesi saf ses ve timpanometrik değerlendirme testleri uygulanmasını içermektedir. Kontrol grubundaki tüm katılımcılara IAC standartlarındaki sessiz odada GSI 61 klinik odyometre cihazı kullanılarak C598723 seri numaralı TDH39 kulak üstü kulaklıklarla hava yolu işitme eşikleri ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kemik yolu işitme eşik ölçümü B71 kemik vibratör ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki katılımcıların her iki kulağında ölçümlenen hava yolu ve kemik yolu işitme eşiklerinin 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 6k ve 8k Hz'lerde 15 dB HL'in altında bulunması ve hava kemik aralıklarının 5dB'den az olması esasına göre çalışmaya dahil edilmiştir.

### **3.3.3. Pupillometri**

Bu çalışmada kullanılan EyeLink göz izleyicileri, göz bebeği çapının sadece %0,1'i büyüklüğündeki değişiklikleri tespit edip ve yüksek örnekleme oranları ile pupil tepkilerinin olağanüstü ayrıntılarla ölçülmesine olanak sağlamaktadır. Çalışmamızda kullandığımız EyeLink 1000 Plus cihazı, gözün saniyede 2000'e kadar görüntüsünü çekebilen kameralar kullanmaktadır. Alınan göz görüntüsünden 3 ms sonra, EyeLink sistemleri katılımcının ekranda nereye baktığını bulunmakta ve bilgisayar bu bilgileri

kontrol uyarın sunumuna geri göndermektedir. Bu şu şekilde yapılır: pupil izleme yazılımı, pupil izleme kamerası tarafından gönderilen görüntülerin her birinde pupilin merkezi ve kornea yansımalarının merkezi olmak üzere iki önemli konumu tanımlamak için görüntü işleme algoritmaları kullanır. Kornea yansıması, aşağıda gösterildiği gibi, kameranın yanında oturan sabit bir ışık kaynağının yansımasıdır. Göz döndüğünde, pupilin merkezinin kamera sensöründeki konumu değişir. Bununla birlikte, (baş stabilize edildiğinde), kornea yansımasının (Corneal Reflection-CR) konumu kamera sensöründe nispeten sabit kalır (çünkü yansımanın kaynağı kameraya göre hareket etmez) (102).

**Şekil 4.** Pupilometri çalışma düzeneği (<https://www.sr-research.com>)



Çalışmamızda göz hareketleri, pupil boyutu ve cevap süresi ölçümleri sırasında EyeLink 1000 Plus cihazı 'Desktop Mount' yerleşiminde uygulanmıştır (Şekil 4.). EyeLink 1000 Plus, ortalama 0.5 derecelik doğruluk payı ile 1 kHz'e kadar güvenilir pupil izleme gücüne sahiptir (103). Deneye katılan katılımcılar kelimeleri tekrar ederken çene hareketi olacağı için çene tutacağı kullanılmadan değerlendirmeye alınmıştır. EyeLink 1000 Plus cihazı ile katılımcının gözü arasındaki uzaklık 50 cm olacak şekilde uygulanmış ve EyeLink 1000 Plus test bilgisayarını monitörünün altında konumlandırılmıştır (Şekil 4.). Bilgisayar monitörü ile katılımcının gözü arasındaki mesafe ise 60 cm olarak ayarlanmıştır. Çalışmada deney Experiment Builder v.2.3.38 programı üzerinden Microsoft Windows XP ile sunulmuş olup program görsel uyarı ikincil görev uyarı olarak sunmayı sağlamıştır. Ekran parlaklığı çalışma boyunca değiştirilmemiştir. Tüm katılımcıların testleri sağ göz hareketlerinin 1 kHz frekansında kaydedilmesiyle uygulanmıştır. Her durumdan önce gerçek deney başlamadan Experiment Builder programı üzerinden kalibrasyon yapılmıştır. EyeLink sistemi üzerinden de pupil ölçümü için kalibrasyon ve validasyon yapıldıktan sonra teste başlanmıştır. Pupil hareketleri takibi için dokuz ölçümlü kalibrasyon uygulanmıştır.

Analiz edilen pupil boyutları bütün deneylerde sadece uyarıların geldiği sürelerde kaydedilmiştir. Pupil boyutlarının kaydı sırasında meydana gelen göz kırpmalar artefakt olarak kabul edilmiştir ve eksik olan veriler analizlerden çıkarılmıştır. Piksel sayısı hesaplanarak ölçülen pupil boyutlarının analizinde ortalama pupil boyutları kullanılmıştır. Pupil boyutları ve cevap süreleri verileri Data Viewer v.4.2.1 (104)' den elde edildikten sonra analizlerde kullanılmıştır.

### 3.3.4. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi

Çalışmamızda katılımcı bireylerin dinleme çabası çift görev paradigması ile değerlendirilmiştir. Çift görev paradigmasında birincil görev olarak gürültüde cümle tanıma testi olan Türkçe Matris testinde duyulan uyarıların tekrar etme görevi, ikincil görev ise gerekli kognitif yükü taşıyan ve görsel olarak sunulan fonetik dengeli tek heceli kelimeler arasında uyak bulma görevi olacak şekilde uygulanmıştır. Cümle tanıma testinde işitsel performansı yansıtmak için gürültüde konuşmayı anlama testlerinden biri olan “Türkçe Matris Testi” kullanılmıştır. Çalışmamızda Türkçe Matris Testinin uygulamaya karar verilmesinin en önemli sebepleri arasında; gündelik hayatla örtüşme göstermesi, hızlı ve güvenli konuşmayı alma eşiği ölçümüne olanak sağlaması, aynı hasta ile defalarca ölçüm yapılması, her işitme bozukluğuna uygun olması yer almaktadır. Tablo 3.2.' de, aynı cümle yapısındaki beş kelimelik 10 cümle temel matrisi gösterilmiştir. Kelime sıralaması aşağıdaki şekilde olmuştur: ‘isim+sayı+sıfat+nesne+fiil’. Türkçe Matris test cümleleri, diğer dillerdeki versiyonlarında olduğu gibi sözdizimsel açıdan net ve açık fakat anlambilimsel açıdan tahmin edilme oranı daha düşük cümlelerdir.

**Tablo 3.2.** Türkçe Matris Test kelimeleri

<i>İsim</i>	<i>Sayı</i>	<i>Sıfat</i>	<i>Nesne</i>	<i>Yüklem</i>
Tuncay	altı	beyaz	cimbız	fırlatmış
Meltem	iki	temiz	terlik	kazanmış
Fırat	dört	yeşil	yatak	satmış
Dilek	sekiz	siyah	fincan	verdi

Türkçe Matris testi; Industrial Acoustic Company (IAC) standartlarındaki sessiz odada hoparlör ve kulaklık sistemi kullanılarak, koklear implant kullanıcısı katılımcılar için uyarının katılımcının test edilen kulağının tam karşısından gönderildiği 0 derece açıda, sessizlikte ve adaptif olmayan prosedürde yapılmıştır.

Çalışmanın 1. koşulu olarak katılımcıların önce sessizlikte gürültü olmadan konuşmayı anlama performansına bakılmış daha sonra çalışmanın 2. koşulu olarak adaptif SGO'nı bulunmuş ve %50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyelerine sabitlenmiştir. Deney durumunda ise sabitlenen kişiye özel SGO'da tekrar anlaşılabilirlik yüzdelerine bakıp SGO'ları %50 ve %70 seviyesine çıkıp çıkamadığını test edilmiştir. Türkçe Matris test cümleleri sessiz test kabini içinde koklear implant kullanıcısı katılımcılara hoparlör kullanıcının 1 metre uzağında bulunacak şekilde hoparlörden sunulurken normal işitmeye sahip katılımcılara ise monaural olarak *Sennheiser HDA200 sirkumaural* kulaklık aracılığıyla sunulup değerlendirilmiştir. Testte; katılımcıdan cümleleri, duyduğu şekilde tekrar etmesi istenmiştir. Katılımcıdan alınan geri bildirimler uygulayıcı odyolog tarafından kaydedilmiştir. Uygulamada hastanın testi tanınması ve test akışına alışması için değerlendirmeden önce test deneme amaçlı olarak yapılarak bu konuya dikkat edilmiştir.

### 3.3.5. Davranışsal ve Objektif Değerlendirme

Katılımcı bireylerin dinleme çabasını çift görev paradigması ile değerlendirdiğimiz çalışmamızda çift görev paradigmasında birincil görev olarak gürültüde cümle tanıma testi olan ve işitsel performansı yansıtmak için "Türkçe Matris Testi" kullanılmış, Matris testinde duyulan uyarıların tekrar etme görevi, ikincil görev ise gerekli kognitif yükü taşıyan ve görsel olarak sunulan fonetik dengeli tek heceli kelimeler arasında uyak bulma görevi olacak şekilde uygulanmıştır. Pupillometri cihazı Türkçe Matris Testi için gerekli ekipmanın bulunduğu laboratuvarında çalışmaya uygun olarak konumlandırılmıştır (Şekil 5.). Test düzeneği; birincil görev olan Türkçe Matris Testi'nin sunulduğu hoparlör ve kulaklık sistemi ile katılımcı arasındaki uzaklık 1 metre, ikincil görev olarak uygulanan ekrandaki tek heceli kelimeler içinden uyak bulma görevinin sunulduğu bilgisayar monitörü ile katılımcılar arasındaki uzaklık 60 santimetre olacak şekilde uygulanmıştır. Matris Test için gerekli ekipmanların bulunduğu test odası *Wintact* marka, WT1357 model *Sound Level Meter(SLM)* ölçülmüştür. Ölçüm sonucu 29-33 dBA aralığında tespit edilmiştir. Test odası

ışık açısından standardize edilmiş, bütün katılımcılar standart bir ışık lümeninde pupil boyutlarından kayıt alınması için teste alınmıştır.

**Şekil 5.** Dinleme çabasının değerlendirilmesinde kullanılan test düzeneği



Testin ilk ve son bölümü 15 dakika olmak üzere test toplamda yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Çalışmamızda katılımcılar deneye başlamadan önce deney hakkında bilgilendirilmiş ve test akışına koopere olmaları açısından test edilmiştir.

Dinleme çabasını değerlendirmek için kullanılan çift görev paradigmasında birincil görev olarak gürültüde cümle tanıma testi olan Türkçe Matris testinde duyulan uyarıların tekrar etme görevi, ikincil görev olarak gerekli kognitif yükü taşıyan ve görsel olarak sunulan fonetik dengeli tek heceli kelimeler arasında uyak bulma görevi olacak şekilde uygulanmıştır. Birincil ve ikincil görev arasında etkileşim ihtimalini en aza indirmek için ikincil görev monitör üzerinden görsel şekilde sunulmuştur.

Yapılan çalışmalar pupilin boyutunun sempatik sinir sistemini uyarabilecek duygusal görsellerden ve ortamın parlaklığından etkilenebilme durumunun birbirleriyle ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur (105,106). Bu sebeple bizim çalışmamızda ikili görev paradigması kapsamında ikincil görevin uygulanmasında sempatik sinir sistemini etkileyebileceği düşünülen şekiller veya fotoğraflar tercih edilmeyip buna karşılık görsel şekilde sunulan ve test esnasında ekran arka planı sabit ve ekran parlaklığı hiç değiştirilmeden beyaz ekran üzerinde siyah renkte yazan kelimeler arasında uyak bulma testi uygulanmıştır. Deneyler Experiment Builder v.2.3.38 (107) programı ile oluşturulmuş olup Arıöz ve Günel (2015)'in oluşturdukları uyaklı kelime listeleri uygulanmıştır (108).

Bu paradigma doğrultusunda tüm katılımcılarda birincil görev olan Türkçe Matris Test uygulanmasında adaptif prosedür kullanılmıştır. Her bir dinleyici 20 cümlelik test



listelerinden program içindeki randomize seçilen listelerle test edilmiştir (Tablo 3.2). Çalışmada Anadili Türkçe olan tek taraflı implant kullanıcılarının ikili görev paradigmasında Türkçe Matris test cümleleri kullanılarak, çalışmanın 1. koşulu olarak katılımcıların önce sessizlikte gürültü olmadan konuşmayı anlama performansına bakılmış daha sonra çalışmanın 2. koşulu olarak adaptif SGO'nı bulunmuştur. Deney durumunda bulunan SGO'nı kişiye özel konuşma anlaşılabilirliğine sabitleyip (%50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyelerine) SGO'ların %50 ve %70 seviyesine çıkıp çıkmadığını test edilirken EyeLink 1000 Plus pupillometre cihazı ile pupil boyutları ve cevap süreleri ölçümleri bu 2 farklı durumda ayrı ayrı test edilip uygulanmıştır.

Tek taraflı koklear implant kullanıcısı bireylere test hoparlör ile sunulmuştur. Normal işitmeye sahip katılımcılara ise sessiz kabinde monaural olarak *Sennheiser HDA200* sirkumaural kulaklık aracılığıyla test cümleleri sunulmuştur. Katılımcılardan duydukları Matris test cümlelerini dinleyip duydukları cümleleri sunumun hemen sonrasında anladıkları kadarını tekrar etmeleri ve cümleleri dinlerken aynı zamanda ekranda görsel olarak sunulan uyaklı kelimeleri bulmaları istenmiştir. Bu sırada EyeLink 1000+ cihazı ile pupillometre ölçümü yapılırken kişilerin konuşmayı anlama skorları, pupil boyutu ve cevap süreleri analiz edilmiştir.

Okuyucuların bir kelimeyi okumak için aralarında çeşitlilik bile olsa ortalama odaklanma süresi yaklaşık 200-250 milisaniye sürdüğünden (109) cevap süresi verileri düzenlenirken 500 milisaniye ve altında olan cevap süreleri kayıtlardan temizlenip veriler temizlenmiş şekilde analiz edilmiştir.

### 3.3.6. Subjektif (Öznel) Ölçüm Yöntemi

Öznel raporlar destekleyici bir ölçüm metodu olarak bir değerlendirme ölçütü sağlamaktadır. Tek başına kullanım anlamında anlamlı olmamaları ve uygulama ile ilgili zorluklar yaşanması dezavantajları arasındadır. *Visuel Analog Scale* (Görsel Analog Skala - GAS) sayısal olarak ölçülemeyen bazı değerleri sayısal hale çevirmek için kullanılır. Test çok uzun süreden beri kendini kanıtlamış, güvenli, basit, etkin ve tekrarlanabilen, minimal araç gerektiren kolay uygulanabilir ve tüm dünya literatüründe kabul görmüş bir test olduğu için tercih edilmiştir. Günümüzde yaygın olarak subjektif parametrelerin ölçümünde sıklıkla kullanılan tek boyutlu bir ölçektir. Bu öznel derecelendirme yöntemi olan Görsel Analog Skala, Benedetti ve arkadaşları

tarafından 1991’de geliştirilmiştir (110). Vertikal şeklinin horizontal şekline daha 43 yüksek puan işaretleme eğilimine neden olduğu ve horizontal şeklinin daha güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmektedir (111,112).

VAS’ın çabuk sonuç vermesi ve kolay anlaşılır olması nedeniyle dinleme çabasının subjektif (öznel) değerlendirmesini belirlemede yapılan değerlendirmeler sonucunda uygun bir yöntem olduğu düşünülmüştür. Dinleme çabasının subjektif (öznel) değerlendirmesi için her iki gruptaki katılımcı bireylere test sonunda “Söylenilen cümleleri anlayıp tekrar etmek için ne kadar çaba harcadınız?” şeklinde bir soru yöneltilerek ölçülmüştür. Katılımcıların zorlanma seviyelerine göre 1-10 arasında bir puan vermeleri istenmiştir. 1’den 10’a kadar olan horizontal puan skalasında, 1 puan “çaba yok” ve 10 puan “çaba düzeyi çok yüksek” anlamına gelmektedir. Çalışmada kullanılan bu soru dinleme çabasının öznel derecelendirmelerini değerlendirmek için kullanılmıştır.

### **3.4. İstatistiksel Değerlendirme**

İstatistiksel değerlendirme, Windows tabanlı JASP 0.16.1.0 programı kullanılarak yapılmıştır (113,114). Çalışmadaki 2 farklı durumla test edilen iki bağımsız grubun, ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi ile değerlendirilme yapılmıştır. ANOVA testinde tespit edilen farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Çoklu karşılaştırma testinde (Post-Hoc Analiz) p değeri için Bonferroni düzeltmesi ve Hugn-Feldt correction kullanılmıştır. Post-Hoc analizde hangi yöntemin kullanılacağına karar vermek amacıyla Post-Hoc analiz öncesinde verilerin normallik dağılımı Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Yapılan istatistiksel analizlerde p değerinin 0,05’in altında bulunduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

Anadili Türkçe olan tek taraflı implant kullanıcılarının ikili görev paradigması ile pupil boyutları ve cevap süreleri analiz edilerek dinleme çabasının değerlendirildiği çalışmanın bulguları aşağıda sunulmuştur.

### 4.1. Çalışma ve Kontrol Gruplarının Demografik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Çalışmaya 18-40 yaş aralığında toplam 28 birey (16 K, 12 E) dâhil edilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan 14 tek taraflı koklear implant kullanıcısının yaş ortalaması 25,78( $\pm$  6,21)'tir. Kontrol grubunda yer alan normal işitmeye sahip 14 katılımcının yaş ortalaması ise 26,07( $\pm$ 5,83)'dir. Normal işitmeye sahip katılımcıların her iki kulağındaki hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 6k ve 8k Hz'de 15 dB HL'in altında ve hava kemik aralıklarının 5 dB'den az olarak elde edilmiştir. Bütün katılımcıların cinsiyet ve yaş ortalaması dağılımları Tablo 4.1'de özetlenmiştir.

**Tablo 4.1.** Katılımcılara ait demografik veriler

Gruplar	Sayı n	Cinsiyet		Minimum (yaş)	Maksimum (yaş)	Yaş ortalaması aralığı (yaş)
		Erkek n	Kadın n			
Çalışma Grubu	14	6	8	18	40	25,78 $\pm$ 6,21
Kontrol Grubu	14	6	8	19	39	26,07 $\pm$ 5,83

n=Birey sayısı

### 4.2. Türkçe Matris Test Sonuçlarına Ait Bulgular

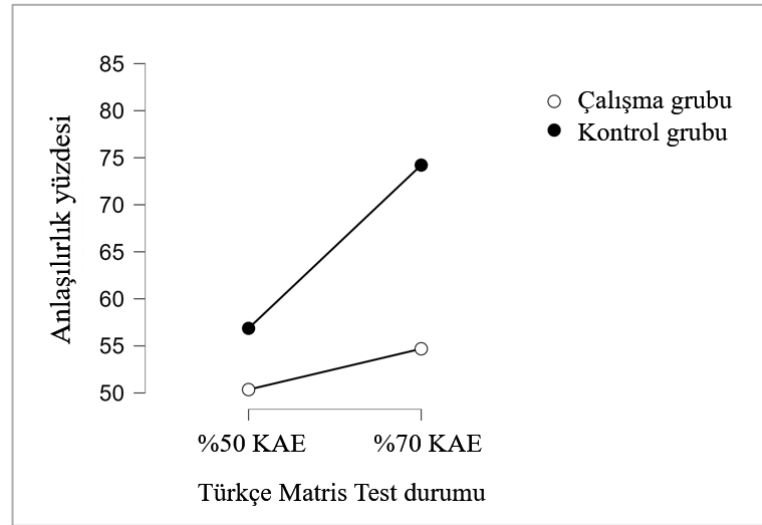
Çalışmada Anadili Türkçe olan tek taraflı implant kullanıcılarının ikili görev paradigmasında Türkçe Matris test cümleleri kullanılarak, çalışmanın 1. koşulu olarak katılımcıların önce sessizlikte gürültü olmadan konuşmayı anlama performansına bakılmış daha sonra çalışmanın 2. koşulu olan adaptif gürültüde kişiye özel SGO bulunduktan sonra konuşma anlaşılabilirliğini %50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyelerine sabitlenmiştir. Deney durumunda sabitlenen konuşma anlaşılabilirliğinde SGO'ların %50 ve %70 seviyesine çıkıp çıkamadığını test edilirken %50 ve %70 olarak ayrı ayrı test

edilen Türkçe Matris test sonuçlarının; çalışma ve kontrol gruplarında istatistiksel tanımlayıcı tabloları Tablo 4.2. ve Şekil 6. 'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.** %50-70 KAE seviyesinde Türkçe Matris Test sonuçlarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

Türkçe Matris Test	Çalışma grubu (n=14)			Kontrol grubu (n=14)		
	Ortalama (O)	Standart sapma (SS)	Min.-Maks. Değer	Ortalama (O)	Standart sapma (SS)	Min.-Maks. Değer
%50 KAE seviyesinde anlaşılrlık yüzdesi	%50.35	16.16	%14-68	%56.35	12.03	%32-79
%70 KAE seviyesinde anlaşılrlık yüzdesi	%56.07	17.28	%22-74	%74.21	5.25	%64-80

**Şekil 6.** Anlaşılrlık yüzdesi (%) ve Türkçe Matris Test durumu tanımlayıcı istatistik grafiği



- Türkçe Matris test sonuçları karşılaştırıldığında %50 KAE seviyesinde kişiye özel SGO' da anlaşılrlık yüzdesi, ortalama değer çalışma grubunda %50.35, kontrol grubunda ise %56.35 olarak ölçülmüştür.
- Türkçe Matris test sonuçları karşılaştırıldığında %70 KAE seviyesinde kişiye özel SGO' da anlaşılrlık yüzdesi, ortalama değer çalışma grubunda %56.07, kontrol grubunda ise %74.21 olarak ölçülmüştür.

### 4.3. Pupil Boyutuna Ait Bulgular

Çalışmamızda; gruplar arası pupil boyutunun değerlendirilmesi sonuçlarının karşılaştırılması için “Tek Yönlü Varyans Analiz (One-Way ANOVA)” kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arası anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 4.3.). Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş ve bütün durumlar için veriler normal dağılım sergilememiştir ( $p < .001$ ). Pupil boyutu için ortanca, çeyrekler arası açıklık, Shapiro-Wilk testi, Shapiro-Wilk testi p, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.’te sunulmuştur.

**Tablo 4.3.** Gruplar arası pupil boyutuna göre tek yönlü varyans analizi

	<b>Sd</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Gruplar arası	2	243.624	<0.001

Sd: Serbestlik derecesi, F: F testi, p: p değeri

**Tablo 4.4.** Gruplar arasında pupil boyutuna göre tanımlayıcı istatistikler tablosu (nm)

<b>Türkçe Matris Test durumu</b>	<b>Katılımcı gruplar</b>	<b>Ortalama (nm)</b>	<b>Standart Sapma(SS)</b>
<b>%50 KAE seviyesi</b>	Kontrol grubu	2265.81	719.71
	Çalışma grubu	2596.48	718.50
<b>%70 KAE seviyesi</b>	Kontrol grubu	2174.47	625.03
	Çalışma grubu	2620.77	829.11

**Tablo 4.5.** Pupil boyutunun Türkçe Matris Test durumları arasındaki tanımlayıcı istatistik tablosu (nm)

	<b>PUPİL BOYUTU</b>	
	<b>%50 KAE</b>	<b>%70 KAE</b>
<b>Ortanca</b>	2279.00	2305.91
<b>Ortalama</b>	2422.76	2390.27
<b>Standart Sapma</b>	737.64	763.96
<b>Çeyrekler Arası Açıklık</b>	944.75	1006.62
<b>Shapiro-Wilk Testi</b>	0.96	0.97
<b>Shapiro-Wilk Testi p Değeri</b>	<b>&lt; .001</b>	<b>&lt; .001</b>
<b>Minimum</b>	936.00	785.50
<b>Maximum</b>	5054.00	5451.67

Pupil boyutu test durumlarına göre (%50 KAE (O=2422.76, S=737.64), %70 KAE (O=2390.27, S=763.96)) farklılık göstermiştir. (Tablo 4.4.) Analiz sonucunda elde edilen anlamlı farklılığın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığı ya da hangi gruplar arasında olduğunun belirlenmesi için tanımlayıcı istatistikler (Tablo 4.5. ve Şekil 7.) ve “Çoklu Karşılaştırma Testleri” (Post-Hoc Analiz) yapılmıştır. Post Hoc testleri analizi sonucunda; çalışma grubu ve kontrol grubu arasında pupil boyutuna göre anlamlı fark elde edilmiştir ( $p < .001$ ). Bu farkın hangi koşullar arasında olduğunu anlamak için yapılan çoklu karşılaştırmalar (Post Hoc) testleri analizi sonucunda;

- %50 KAE seviyesinde çalışma grubu (O=2596.48, SS=718.50) ve kontrol grubu (O=2265.81, SS=719.71) arasında ( $p < .001$ ) anlamlı farklılık edilmiştir.
- %70 KAE seviyesinde çalışma grubu (O=2620.77, SS=829.11) ve kontrol grubu (O=2174.47, SS=625.03) arasında ( $p < .001$ ) anlamlı farklılık edilmiştir.
- Kontrol grubu iki farklı durumda kendi içinde pupil boyutu açısından değerlendirildiğinde deneyin %50 ve %70 KAE iki farklı seviyesi arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ( $p = 0.048$ ).
- Çalışma grubunda iki farklı durumda kendi içinde pupil boyutu açısından değerlendirildiğinde (%50 ve %70 KAE seviyeleri) arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p = 1.000$ ) (bkz. Tablo 4.5.).

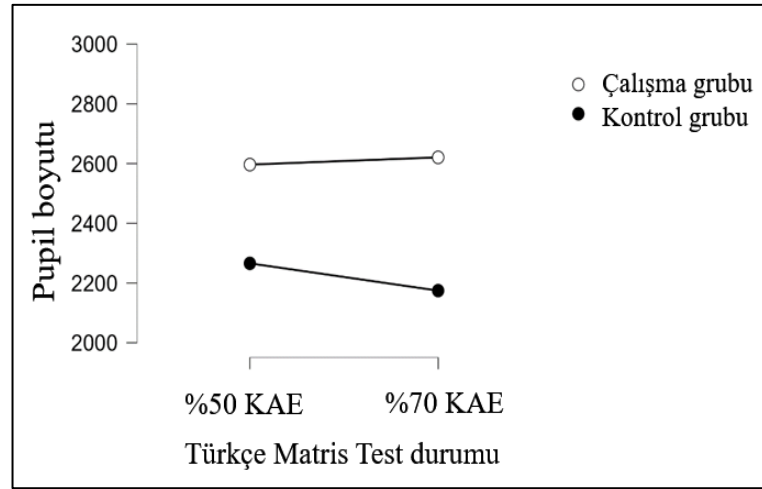
**Tablo 4.6.** Post Hoc Karşılaştırmalar – Türkçe Matris Test Durumu & Katılımcı grupların pupil boyutu (nm) arasındaki ilişki

**Post Hoc karşılaştırmalar**

		<b>t</b>	<b>p<sub>bonf</sub></b>
%50 KAE çalışma grubu	%70 KAE çalışma grubu	-0.676	1.000
	%50 KAE kontrol grubu	9.096	< <b>.001</b>
	%70 KAE kontrol grubu	11.920	< .001
%70 KAE çalışma grubu	%50 KAE kontrol grubu	10.144	< .001
	%70 KAE kontrol grubu	13.124	< <b>.001</b>
%50 KAE kontrol grubu	%70 KAE kontrol grubu	2.652	<b>0.048</b>

KAE: konuşmayı ayırt etme eşiği, t: t testi, p bonf: Bonferroni p değeri

**Şekil 7.** Pupil boyutu (nm) ve Türkçe Matris Test durumu tanımlayıcı istatistik grafikleri



#### 4.4. Cevap Süresine Ait Bulgular

Çalışmamızda; gruplar arası cevap süresi değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması için “Tek Yönlü Varyans Analiz (One-Way ANOVA)” kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arası anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 4.7.). Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş ve bütün durumlar için veriler normal dağılım sergilememiştir ( $p < .001$ ). Cevap süresi (ms) için ortanca, çeyrekler arası açıklık, Shapiro-Wilk testi, Shapiro-Wilk testi p, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Tablo 4.8. ve 4.9.’da sunulmuştur.

**Tablo 4.7.** Gruplar arası cevap süresine göre tek yönlü varyans analizi

	Sd	F	p
Gruplar arası	2	22.972	<0.001

Sd: Serbestlik derecesi, F: F testi, p: p değeri

**Tablo 4.8.** Gruplar arasında cevap süresine göre tanımlayıcı istatistikler tablosu (ms)

Türkçe Matris Test durumu	Katılımcı gruplar	Ortalama (ms)	Standart Sapma(SS)
%50 KAE seviyesi	Kontrol grubu	1071.94	481.84
	Çalışma grubu	1152.04	522.37
%70 KAE seviyesi	Kontrol grubu	1031.43	494.13
	Çalışma grubu	1115.93	505.30

**Tablo 4.9.** Cevap süresinin Türkçe Matris Test durumları arasındaki tanımlayıcı istatistik tablosu (ms)

	CEVAP SÜRESİ	
	%50 KAE	%70 KAE
<b>Ortanca</b>	954.00	909.00
<b>Ortalama</b>	1109.96	1072.29
<b>Standart Sapma</b>	502.92	501.21
<b>Çeyrekler Arası Açıklık</b>	526.00	516.25
<b>Shapiro-Wilk Testi</b>	0.83	0.82
<b>Shapiro-Wilk Testi p Değeri</b>	< .001	< .001
<b>Minimum</b>	508.00	501.00
<b>Maximum</b>	2992.00	2972.00

Cevap süresi test durumlarına göre (%50 KAE (O=1109.96, S=502.92), %70 KAE (O=1072.29, S=501.21)) anlamlı farklılık göstermiştir. (Tablo 4.7.) Analiz sonucunda elde edilen anlamlı farklılığın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığı ya da hangi gruplar arasında olduğunun belirlenmesi için tanımlayıcı istatistikler (Tablo 4.8. ve Şekil 8.) ve “Çoklu Karşılaştırma Testleri” (Post-Hoc Analiz) yapılmıştır. Post Hoc testleri analizi sonucunda; çalışma grubu ve kontrol grubu arasında cevap süresine göre anlamlı fark elde edilmiştir ( $p < .001$ ). Bu farkın hangi koşullar arasında olduğunu anlamak için yapılan çoklu karşılaştırmalar (Post Hoc) testleri analizi sonucunda;

- %50 KAE seviyesinde çalışma grubu (O=1152.04, SS=522.37) ve kontrol grubu (O=1071.94, SS=481.84) arasında anlamlı farklılık edilmemiştir ( $p=0.008$ ).
- %70 KAE seviyesinde çalışma grubu (O=1115.93, SS=505.30) ve kontrol grubu (O=1031.43, SS=494.13) arasında anlamlı farklılık edilmiştir ( $p=0.002$ ).
- Kontrol grubunda iki farklı durumda kendi içinde cevap süresi açısından değerlendirildiğinde deneyin %50 ve %70 KAE iki farklı seviyesi arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=0.530$ ).
- Çalışma grubunda iki farklı durumda kendi içinde cevap süresi açısından değerlendirildiğinde deneyin %50 ve %70 KAE iki farklı seviyesi arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=0.872$ ) (bkz. Tablo 4.8.).



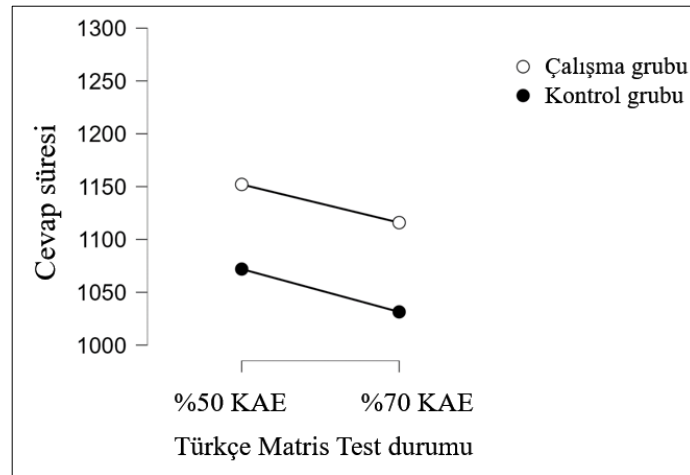
**Tablo 4.10.** Post Hoc Karşılaştırmalar – Türkçe Matris Test Durumu & Katılımcı grupların cevap süresi (ms) arasındaki ilişki

**Post Hoc Karşılaştırmalar**

		t	p <sub>bonf</sub>
%50 KAE çalışma grubu	%70 KAE çalışma grubu	1.457	0.872
	%50 KAE kontrol grubu	3.194	<b>0.008</b>
	%70 KAE kontrol grubu	4.938	<b>&lt; .001</b>
%70 KAE çalışma grubu	%50 KAE kontrol grubu	1.822	0.411
	%70 KAE kontrol grubu	3.602	<b>0.002</b>
%50 KAE kontrol grubu	%70 KAE kontrol grubu	1.705	0.530

KAE: konuşmayı ayırt etme, t: t testi, p bonf: Bonferroni p değeri

**Şekil 8.** Cevap süresi ve Türkçe Matris Test durumu tanımlayıcı istatistik grafikleri



#### 4.5. Cevap Süresi ve Pupil Boyutu Bulguları Arasındaki Korelasyon

Cevap süresine ve pupil boyutuna ait verilerimiz normal dağılmadığı için korelasyon hesaplanmasında Spearman testi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda cevap süresi ve pupil boyutu arasında anlamlı korelasyon bulunmuştur ( $r = .177, p < .001$ ) (Tablo 4.9.). Cevap süresi uzadığında pupil boyutlarında artış olduğu bulunmuştur.

**Tablo 4.11.** Cevap süresi ve Pupil boyutu arasındaki korelasyon

		Spearman's r	p
Cevap Süresi	Pupil boyutu	0.177 ***	< .001

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

r: spearman's korelasyon katsayısı, p: p değeri

#### 4.6. Subjektif (Öznel) Değerlendirme Sonuçlarına Ait Bulgular

Çalışmamızda; gruplar arası VAS puanlaması değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması için “Mann-Whitney U Test” kullanılmıştır. Mann-Whitney U Test sonuçlarına göre gruplar arası anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 4.11.) VAS puanları için ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.10.’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre tek taraflı koklear implant kullanıcısı ve normal işitmeye sahip katılımcılar arasında VAS puanları anlamlı olarak farklılık göstermiştir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 4.11.).

**Tablo 4.12.** Subjektif (öznel) değerlendirme sonucuna ait tanımlayıcı istatistik tablosu

	Grup	N	O	SD	Min.	Max.	Ortanca
VAS puanı	Çalışma grubu	14	8.071	0.73	7	9	8
	Kontrol grubu	14	4.0	0.87	3	6	4

**Tablo 4.13.** Gruplar arasında VAS sonuçlarına göre bağımsız gruplar t testi tablosu

	W	p	Hodges-Lehmann Estimate
VAS puanı	196.000	< .001	4.000

## 5. TARTIŞMA

Erken dönemde koklear implant uygulanan kullanıcılarının birçoğunda koklear implant ile birlikte normal işitmeye sahip bireylere yakın konuşmayı anlama performansı elde edilmesine karşılık koklear implant kullanıcılarının aynı performansı sergilemek için çok daha fazla dinleme çabası harcadığı düşünülmektedir. Bilişsel işlemlerin zor ve anlık olması durumunda pupil çapında artış gözlenir (115) ve böylece davranışsal görevden (*behavioral task*) bağımsız olarak bilişsel talebin ölçülmesi sağlanır. Pals (2015)'ın yaptığı bir çalışmada konuşma uyarısında spektral ayrıntıların azalması ile kişilerin pupil boyutlarının arttığı gözlemlenirken, spektral ayrıntıların arttığında ise pupil boyutunun azaldığı tespit edilmiştir. Pupil boyutlarının arttığı durumda buna bağlı olarak dinleme çabalarının arttığı; pupil boyutunun azaldığı durumda ise daha az dinleme çabası harcadığı görülmüştür (116).

Dinleme çabası değerlendirilmesiyle, kliniklerde uygulanan standart test bataryası ile ortaya çıkarılamayan işitmenin boyutları hakkında oldukça önemli bilgiler sağlar. Dinleme çabasını değerlendiren objektif ve subjektif yöntemler, işitme kayıplı bireylerin günlük hayatta yaşadığı zorlukları, işitme cihazı ve koklear implantlardan gördükleri faydayı ve adaptasyon ve rehabilitasyonun başarısını ölçmede önemli bilgiler sağlar. Literatürde son yıllarda dinleme çabası ile ilgili yapılan çalışma sayısında önemli bir artış söz konusudur. Zorlu dinleme koşullarının ve işitme kaybı varlığının neden olduğu dinleme çabasını değerlendirmek için ikili görev paradigmaları, pupillometri, fMRI, MEG, ERP, EEG, cilt iletkenliği, kardiyak yanıtlar, elektromiyografik aktivite gibi ölçümleri içeren davranışsal ve fizyolojik ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır.

Literatürde yaşa bağlı olarak işitsel süreçlerdeki zayıflamanın dinleme çabasındaki artışa yol açtığını gösteren birçok çalışma mevcuttur. Lemke ve Besser, 2016'da yaptıkları çalışmada yaşa bağlı değişikliklerin etkilerini daha iyi anlamak için 'Spesifik bilişsel yetenekler ve bilişsel kaynakları esnek bir şekilde kullanma yeteneği, yaşa bağlı farklılaşmaya ve nörokognitif olarak yeniden yapılanmaya eğilimlidir.' tanımını yaparak yaşa bağlı değişikliklerin etkilerini daha iyi anlamak için bir temel sağlamışlardır (8). Bilişsel yeteneklerdeki ve nörokognitif organizasyonlarındaki yaygın yaşa bağlı değişiklikler sonucu daha genç yetişkinlere kıyasla performans

seviyelerini sürdürmek için yaşa bağlı frontal beynin aşırı aktivasyonunun özellikle yaşlı bireyler için dinleme çabalarının arttığı durumlar olabildiğinin gözlenmekte olduğunu belirtmişlerdir. Bu da bize yaşın dinleme çabasına etki edebileceği ifade etmektedir.

Artan çaba ve yorgunluk (fatik); öznel bildirimler, ikili görev paradigmalarında yavaşlamış cevap süreleri, konuşma için azalmış hafıza ve fizyolojik ölçümleri içeren dinleme çabasını değerlendirmeye yönelik ölçümlere dayalı olarak hem işitme kaybı hem de yaşa bağlı değişiklikler ile ilişkilendirilmiştir (117). Konuyla ilgili literatür incelendiğinde; yapılan çalışmalardan da ulaşılabileceği üzere beynin yaşlanmasına bağlı olarak en yaygın kullanılan fizyolojik ölçüm yöntemi olan cevap süreleri uzayabileceğinden çalışmamızda bu faktörleri elimine etmek için katılımcıların yaş ortalamaları çalışma ( $25,78 \pm 6,21$ ) ve kontrol grubu ( $26,07 \pm 5,83$ ) arasında birbirine çok yakın tutulmaya çalışılmıştır. Ek olarak cinsiyet etkisini ekarte etmek için çalışmamızdaki her bir gruptaki cinsiyet sayıları eşittir (14K, 14E).

Çalışmamızın amacı Anadili Türkçe olan tek taraflı implant kullanıcılarının ikili görev paradigmasında Türkçe Matris test cümleleri kullanılarak objektif değerlendirme yöntemlerinden biri olan EyeLink 1000 Plus pupillometre cihazı ile pupil boyutları ve cevap süreleri ölçümlerini değerlendirmek ve normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmaktır. Matris test içerisindeki gürültüde konuşmayı ayırt etme eşiklerini %50 ve % 70 anlaşılabilirlik seviyeleri için adaptif olarak kişiye özel SGO bulunduktan sonra bulunan kişiye özel sabit konuşma anlaşılabilirliğine sabitlenip pupil boyutları ve cevap süreleri ölçümleri bu 2 farklı durumda test edilip sonuçlar analiz edilerek normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmaktır. Visuel Analog Skala ile de subjektif (öznel) olarak değerlendirmek ve normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmak çalışmanın amaçları arasındadır.

Çalışmamızın hipotezleri dinleme çabasının objektif ve fizyolojik yanıtlarından biri olan pupillometri cihazından pupil boyutu ölçümü ile elde edilen sonuçların normal işiten bireyler ile tek taraflı koklear implant kullanan yetişkin birey grupları arasında pupil boyutu ve cevap süreleri açısından farklılık yaratacağı üzerinden oluşturulmuştur. Bu çalışmada 14 tek taraflı koklear implant kullanıcısı ve 14 normal işitmeye sahip 28 bireyde Türkçe Matris test öncesinde belirlenen %50 ve

%70 sabit konuşma anlaşılabilirliğinde yeni kelime listeleriyle çift görev paradigması ile pupil boyutu ve cevap süresi kaydedilerek dinleme çabası değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilerin analizleri sonucunda normal işiten bireyler ile tek taraflı koklear implant kullanan yetişkin birey grupları arasında pupil boyutu ve cevap süreleri sonuçları arasında anlamlı bir fark olduğu gösterilmiştir. Bu bulgu çalışmanın hipotezini desteklemektedir.

Literatürdeki önceki çalışmalarda pupillometri, dinlemenin zor olduğu ortamlarda konuşmayı anlama ölçümleri sırasında pupil tepkisini incelemek için kullanılmıştır. Zekveld ve ark. (2010), gürültüde adaptif yöntem ile sinyal gürültü oranları değiştirilerek sunulan cümleleri anlaşılabilirlik oranları %50, %71 ve %84 olan 3 farklı durumdaki sinyal-gürültü oranında (SNR) dinleyen normal işiten genç yetişkinlerin pupil cevaplarını incelemişlerdir. SNR'ın azalmasıyla, ortalama pupil boyutunun ve cevap süresinin anlamlı olarak arttığı bulunmuştur. Anlaşılabilirliğin azalmasıyla birlikte, bireylere sorulan öznel olarak işaretledikleri subjektif dinleme çabası puanlarının da arttığını gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada konuşmayı anlama skorları arasındaki fark büyüdükçe dinleme çabasına etkisinin ortaya çıktığı bundan dolayı da konuşmayı anlama skorlarının dinleme çabasını değerlendirmede sonuçlarımızı etkileyebilecek bir değişken olabileceği rapor edilmiştir (18).

Başka bir çalışmada; Zekveld ve ark. (2011) (19) orta yaşlı yetişkinlerde konuşma tanımayı test ederek; artan cümle anlaşılabilirliği ile pupil boyutunun azaldığını ancak işitme kayıplı bireyler için bu azalmanın daha az miktarda olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuç işitme kaybı olan yetişkinlerin nispeten kolay dinleme koşullarında bile dinlemek için daha fazla çaba gereksinimi olduğunu belirtmek için yorumlanmıştır (117). Bu sonuçlara göre bizim çalışmamızın bulguları ile Zekveld ve ark.'nın yaptığı çalışmanın bulgularının uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Bizim çalışmamızda pupil boyutları ve cevap süreleri arasındaki korelasyona bakılmış ve cevap süresi ve pupil boyutu ölçümleri arasında korelasyon elde edilmiştir. Yapılan post-hoc analizlerde cevap süresi ve pupil boyutu bulguları farklı durumlar arasında anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 4.5 ve Tablo 5.8.). Kontrol grubu iki farklı durumda kendi içinde pupil boyutu açısından değerlendirildiğinde %50 ve %70 KAE seviyeleri arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir ( $p=0,048$ ). %50 KAE seviyesinden %70 KAE seviyesine geçildiğinde normal işiten bireylerin olduğu grupta Türkçe

Matris testindeki kelimeleri ayırt etme yüzdesinin %56' dan %72'ye çıktığı gözlemlenmiştir.

Çalışma grubunda iki farklı durumda kendi içinde pupil boyutu açısından değerlendirildiğinde (%50 ve %70 KAE seviyeleri) arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ( $p=1,000$ ) (bkz. Tablo 4.5.). Bu sonuç işitme kaybı olan yetişkinlerin nispeten kolay dinleme koşullarında bile (%50 KAE seviyesi gibi) dinlemek için daha fazla çaba gereksinimi olduğu yönünde yorumlanıp hipotezlerimizi destekler nitelikte olduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcılara birincil görev olarak, Türkçe Matris Test cümleleri çalışmanın 2. Koşulu olan kişiye özel %50 ve %70 SGO seviyesi bulduktan sonra deney durumunda bu konuşma anlaşılabilirlik seviyesi sabitlenip %50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyesinde yeni cümleler ile sunulmuş ve duyduklarını tekrarlamaları istenmiştir. İkincil görev olarak ise tek heceli uyaklı iki kelime görsel olarak sunulmuştur ve kelimeler arasında uyak bulma görevi verilmiştir. Dinleme çabasını ölçmek için cevap süresi ve ortalama pupil boyutu değişimi verileri değerlendirilmiştir. Cevap süresi ve pupil boyutu ölçümleri arasında korelasyon elde edilmiştir. Türkçe Matris test sonuçları karşılaştırıldığında %50 KAE seviyesinde kişiye özel SNR' de anlaşılabilirlik yüzdesinin ortalama değeri; çalışma grubunda %50.35, kontrol grubunda ise %56.35 olarak ölçülmüştür. Türkçe Matris test sonuçları karşılaştırıldığında %70 KAE seviyesinde kişiye özel SNR' de anlaşılabilirlik yüzdesinin ortalama değeri; çalışma grubunda %56.07, kontrol grubunda ise %74.21 olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda Türkçe Matris testinde konuşma anlama eşiği seviyeleri %50'den %70'e çıkarıldığında özellikle tek taraflı implant kullanan grupta anlaşılabilirlik oranları artsa da pupil boyutunda anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. %50 ve %70 konuşma anlama eşiği seviyelerinin değişimi normal işiten grupta pupil boyutundaki değişimde anlamlı bir fark yaratmıştır. Normal işiten grupta %50 KAE seviyesinden %70 KAE seviyesine geçildiğinde yani konuşmayı ayırt etme eşiği seviyesi arttığı için konuşmayı ayırt etme yüzdesi de artmıştır (%56,35-74,21). Tek taraflı implant kullanıcılarında %50 KAE seviyesinden %70 KAE seviyesine geçildiğinde yani ayırt etme eşiği seviyesi artsa bile konuşmayı ayırt etme yüzdesi anlamlı olarak artmamıştır (%50.35 - %56.07).

Çalışmamızda çalışmanın 2. Koşulu olan adaptif SGO'nı bulunup bu oran %50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyelerine sabitlenmiştir. Sabitletiğimiz kişiye özel SGO'da tekrar anlaşılabilirlik yüzdelerine bakıp SGO'ları %50 ve %70 seviyesinde çıkıp çıkamadığını test edilmiştir. Örneğin SGO'nı +4.4 çıkan bir katılımcının asıl deney durumumuzda çıkması hedeflenen anlaşılabilirlik seviyesi %70 olmasını beklerken %65 olarak elde edilmesinin koklear implant kullanıcılarının daha çok zorlandıkları için ortalamaları hedeflenen orandan daha düşük bulunması olarak yorumlanmıştır. Bu da günlük hayatta da çoğu zaman koklear implantlı bireylerin hedeflenen seviyeye (%70) ulaşacak kadar tek taraflı koklear implantların yarar sağlamadığını ve tek taraflı koklear implantlı bireylerin normal işiten bireylere göre daha fazla dinleme çabalarının olduğunu göstermiştir. Esasen %70 anlaşılabilirlik seviyesinin SGO'ı %50 anlaşılabilirlik seviyesine göre daha fazla olduğundan bu sinyal artışına bağlı anlamının daha kolay ve dinleme çabasının daha az olması beklenmektedir. Çoğu katılımcıda benzer düşük anlaşılabilirlik oranları sonuçlarının çıkması hedeflenen %70 anlaşılabilirlik seviyesinin %56.07 olarak elde edilmesine neden olmuş ve başka bir deyişle ortalamalarımızın düşmesiyle sonuçlanmıştır.

Cevap süreleri açısından değerlendirdiğimizde çalışma grubu ve kontrol grubu arasında %50 KAE seviyesinde anlamlı farklılık elde edilemezken; %70 KAE seviyesinde anlamlı farklılık edilmiştir ( $p=0,002$ ). Bu sonuçlar normal işiten grupta konuşmayı anlama eşiği seviyeleri artınca cevap sürelerinin kısaldığını gösterirken; tek taraflı koklear implant kullanan grupta cevap sürelerindeki bu kısalmanın daha az olduğunu ve normal işiten bireylere göre daha geç cevap verdiklerini göstermiştir. Özetle, KAE seviyesini arttırsak da tek taraflı implant kullanan grupta pupil boyutu ve cevap süreleri değişimine bakıldığında dinleme çabası normal işiten gruba göre daha fazla olarak gözlenmiştir.

Çalışmamızın bir diğer hipotezi ise, tek taraflı koklear implant kullanıcılarının dinleme çabasının objektif yöntemler kullanılarak değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar ile algılanan dinleme çabası olarak ifade edilen dinleme çabasının subjektif (öznel) değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar arasında anlamlı bir ilişkinin var olduğudur. Öznel raporlar destekleyici bir ölçüm metodu olarak bir değerlendirme ölçütü sağlamaktadır. Tek başına kullanıldığında genellikle anlamlı sonuçlarının olmaması ve uygulama ile ilgili zorluklar yaşanması dezavantajları arasındadır.

Zekveld ve Kramer (18)'in çalışmasında pupil tepkisi ile öznel derecelendirmeler arasında bir ilişki olmadığı gözlenmiş fakat Koelewijn ve ark. (100) 'nın çalışmasında pupil tepkisi ve öznel derecelendirmeler arasındaki ilişki olduğu belirtilmiştir. Subjektif ölçüm yöntemleri, araştırma ortamlarında işitme kayıplı bireylerde artan dinleme taleplerine her zaman hassas değildir. Mackersie ve ark. (2015), normal işiten katılımcılar ile işitme kayıplı katılımcılarda subjektif yöntemler kullanarak dinleme çabasını değerlendirmiş ve bu iki grup arasında herhangi bir fark tespit etmemiştir. Araştırmacılar, gruplar arasında bir fark bulunmamasının; ilk kez bir araştırma deneyine katılan normal işiten katılımcıların aksine, işitme kayıplı olan grubun araştırma ortamında dinleme görevlerini yerine getirme tecrübesine sahip olmasından kaynaklanıyor olabileceğini belirtmiştir (20). Dinleme çabasında ikili görev değerlendirmelerini kullanan pek çok çalışmanın literatür taramasını yapan başka bir derleme çalışmasında incelenen ikili görev çalışmalarının 13'ünde mevcut olan öz bildirim ölçümleriyle çok az vakada ilişki bulunmuştur. İnceleme ayrıca konuşmayı anlamak için dinleme çabasını araştırmada en uygun olan ikili görev deneysel paradigma türü üzerinde bir fikir birliğinin olmadığını ortaya koymuştur (118).

Subjektif (öznel) değerlendirmelerde katılımcı bireylerin dinleme sırasında ne kadar çaba sarfettikleri 0'dan 10'a kadar hazırlanmış skalalar üzerinden veya konuya spesifik anketler (örn. Borg's CR-10) ile değerlendirilebilmektedir (119). Bizim çalışmamızda tek taraflı koklear implant kullanan yetişkin bireyler ile normal işiten bireyler arasında yapılan subjektif (öznel) değerlendirme sonucuna göre anlamlı fark bulunmuştur. Buradan hareketle normal işiten bireylerin subjektif (öznel) değerlendirme sonuçlarına göre daha az dinleme çabası sarf ettiği hipotezimizi doğruladığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmamızda elde edilen bulguların kurulan bu hipotezi desteklediği çalışma sonuçları ile gösterilmiştir.

Günümüzde koklear implantların çoğu alanda sağladığı gelişme, koklear implant kullanıcıları için giderek daha iyi derecede konuşma algıları sağlamaktadır (95) Koklear implantasyon alanındaki birçok gelişmelere rağmen koklear implantların birçok konudaki sınırlılıklarının oluşu hala devam etmektedir. Bu sınırlılıklardan en önemlisi arasında koklear implant sistemlerinin normal işitme ile karşılaştırıldığında bilişsel işleme akustik olarak bozuk sinyallerin iletilmesine neden olması gösterilebilir (97). Bilişsel işleme akustik olarak bozuk sinyallerin iletilmesinin



sebeplerinin başında sinyallerin spektral çözünürlüğündeki bozulma ve azalma gösterilebilir. Koklear implant kullanıcısı bireylerde normal işitmeye sahip bireylere göre zayıf spektral çözünürlük varlığı birçok çalışmada kanıtlanmıştır. Zayıf spektral çözünürlüklerdeki bu bozulmalar kullanıcıların konuşmaları anlama performanslarında her zaman belirgin bir azalmaya neden olmasa da aynı performansı elde etmek için gerekli dinleme çabasını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Zayıf spektral çözünürlüğün dinleme çabası üzerine olan etkisi Dil Anlama Kolaylığı (DAK) modeli ile açıklanabilmektedir. DAK modeline göre, dinleyiciye gelen konuşma sinyali girdileri zayıf spektral çözünürlük gibi birtakım nedenlerle bozulursa konuşma sinyali girdisi ile bu sinyallerin fonolojik temsilleri arasında bir uyumsuzluk meydana gelir. Bu durumda daha az miktarda çabayı gerektiren örtülü işleme, konuşmayı anlamak için yeterli olmamakta ve açık işleme de gereksinimi oluşmaktadır. Literatürdeki birçok çalışmada da bu durumun bir sonucu olarak dinleme çabasının arttığı gösterilmiştir (54, 97, 116).

Zamana bağımlı pupil boyutunun değişim oranlarını test ederek dinleme çabasının değerlendirildiği Winn ve ark. (2016)'nın yaptığı çalışmada (54); normal, sentetik olarak bozulmuş konuşma uyarını dinleyen katılımcılar ve koklear implant kullanıcısı katılımcılar olmak üzere katılımcıları 3 gruba ayırmıştır. Çalışma sonucunda dinleme çabasının sıralamasında sentetik olarak bozulmuş konuşma uyarılarını dinleyen kişiler sıralamanın başında yer alırken koklear implant kullanıcısı katılımcılar ikinci sırada en az dinleme çabası ise normal konuşma uyarını dinletilmiş katılımcılarda gözlenmiştir (120). Çalışmamızda normal işiten bireyler ve koklear implant kullanıcılarında dinleme çabası değerlendirilmesi için Matris testi kullanılarak gürültüde konuşmayı ayırt etme ve konuşma anlaşılabilirliği sonuçlarına bakılırken pupil boyutları ve cevap süreleri göz önüne alınarak dinleme çabası değerlendirilmiştir.

Spektral çözünürlükteki bozulmalar kullanıcıların konuşmaları anlama performanslarında genellikle belirgin azalmaya neden olmasa da aynı performansı elde etmek için gerekli dinleme çabasını olumsuz yönde etkilemektedir (121,122). Bizim çalışmamızda da tek taraflı koklear implant kullanıcılarında spektral çözünürlük azalmasına bağlı olarak normal işiten bireylere göre %70 konuşmayı ayırt etme eşiği seviyesinde daha geç cevap süreleri gözlenmiş ve anlamlı farklılık elde edilmiştir. Ek olarak cevap süresi arttıkça pupil boyutunun da korele bir şekilde arttığını göstermiştir.

Katılımcılar geç cevap verdiklerinde pupil boyutları da korele bir şekilde büyür ve bu sonuç daha fazla dinleme çabası harcadıklarını göstermektedir. Pupil boyutlarında tek taraflı koklear implant kullanıcılarında spektral çözünürlük azalmasına bağlı olarak normal işiten bireylere göre iki grup arasında %50 ve %70 KAE seviyelerinde anlamlı farklılık elde edilmiştir. Pupil boyutunun artması dinleme çabasının artmasının fizyolojik bir göstergesi olduğu söyleyebilmemizi destekler niteliktedir. Sonuç olarak tek taraflı koklear implant kullanan bireylerin normal işiten bireyler ile aynı konuşmayı ayırt etme eşiğindeki koşulda dinlemek için daha fazla çaba gösterdiği ve dinleme çabasında artış olduğu gözlenmiştir.

Konuşmayı anlama performansını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Erken müdahale, pediyatrik ve yetişkin koklear implant kullanıcılarının başarısı için kritik öneme sahiptir. Lin ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, daha geç implantasyon olan ve preoperatif konuşma performansı daha yüksek olan yetişkin koklear implant adaylarının koklear implantasyonu takiben konuşmayı anlama performansı açısından en yüksek sonuçları gösterdiğini göstermektedir (123). Çalışmamızda, konuşmayı anlama skorları pupil boyutunun ve cevap süresinin bağımsız bir tahmin edicisi olarak bulunmamıştır. Özellikle tek taraflı koklear implant kullanan grupta konuşmayı anlama skorlarında %50 KAE seviyesinde  $O=50.35$  elde edilirken %70 KAE seviyesinde  $O=56.07$  elde edildiğinden anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

Dinleme çabasının değerlendirilmesi ile ilgili literatür incelendiğinde, Alhanbali ve ark (2019), 116 kulak arkası işitme cihazı kullanan işitme kayıplı kişide pupil boyutları, EEG alfa gücü, cilt iletkenliği ve subjektif dinleme çabası gibi birçok dinleme ölçüm yöntemini kullanarak yaptığı çalışmada ölçümlerin kuvvetli güvenilirliğine rağmen, birbirleriyle yalnızca zayıf bir şekilde ilişkilendirildiğini vurgulamıştır. Ayrıca dinleme çabası ile ilgili teoriler ve modeller ile ilişkilendirilen farklı ölçüm yöntemlerinin kullanılmasına rağmen zayıf korelasyonların elde edilmesi, ölçümler dışında altta yatan farklı boyutlarının olduğunu düşündürmektedir. Odyoloji disiplini içinde dinleme çabası kavramının neleri kapsadığı konusunda henüz bir anlaşmaya varılamamıştır. Dinleme çabasının tek bir kavram mı yoksa birden fazla fenomen için bir şemsiye terim mi olduğu belirsizliğini korumaktadır (83). Matthen (2016), tek faktörlü bir modelin dinleme çabası deneyimini açıklama olasılığının

düşük olduğunu öne sürmüş olup bu çalışmada da tanımlanan farklı faktörler, dinleme çabasının birden çok boyutu içerdiği argümanını desteklemektedir görüşü ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda dinleme çabası ölçüm yöntemlerinin standart olmadığı ve farklı ölçüm yöntemleri ile farklı sonuçlar elde edilebileceği görüşüne varılmıştır (124).

Araştırmamızda normal işitmeye sahip grupta tek taraflı koklear implant kullanıcılarına göre dinleme çabasının azalmış bulunmasının; binaural uyarımın avantajlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna ek olarak koklear implant sistemlerinin gerekli alçak frekans spektral bilginin sonucu olarak elde edilen daha iyi spektral çözünürlük ve ince temporal (zamansal) yapı bilgisinin sağladığı avantajları sağlamadaki yetersizlikleri tek taraflı koklear implant kullanıcılarının normal işitmeye sahip gruba göre dinleme çabasının daha fazla bulunmasının nedenleri olarak gösterilebilir. Hughes ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmaya katılanların büyük bir kısmı koklear implant kullanıcılarından oluşmaktadır. Koklear implant işitme kaybı olanlar için oldukça başarılı bir tedavi yöntemi olmasına rağmen, özellikle bazı frekans alanlarında bozulmuş ses kalitesi ile sınırlı kalmaktadırlar (14). Sonuç olarak, koklear implant kullanıcılarının çoğunda çok düşük anlaşılabilirlik puanları elde edilirken konuşmayı tanıma yetenekleri ise oldukça değişken gözlenmektedir (125). Ayrıca çalışmalar koklear implant kullanıcılarının normal işiten dinleyicilere kıyasla cümlelerin anlamsal olarak tutarlı olduğu durumlarda daha yüksek ve uzun süreli dinleme çabaları yerine dinleme çabalarının azaldığını göstermektedir. Bunu takiben, Bağlamsal ipuçlarının kullanımının konuşma hızından daha fazla etkilenmesinin incelendiği mevcut çalışmaların odak noktası koklear implant kullanıcılarıdır (126).

Koklear implant kullanıcılarında yapılan çalışmalarda spektral çözünürlük ölçümleri farklılık gösterebilmektedir (127,128). Spektral çözünürlük farklılıkları yalnızca koklear implantta bulunan kanal sayısı ile açıklanamamış, bu farklılıklara aynı zamanda kanallar arası etkileşimin de etki ettiği öne sürülmüştür (121).

Pupil boyut değişiklikleri çevrede var olan değişikliklere karşı oluşan adaptif değişimlerdir. Aynı zamanda buradaki değişimler mental yük sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu mental yük durumundan yararlanarak değerlendirmeler yapılmaktadır. Pupildeki bu dilatasyonun dinleme çabasını yansıtmasını *baseline* değerlendirme olarak alınmaktadır. Pupil boyutundaki artışlar görev zorluğu ile

birliktedir. İşıtme kayıplı kişilerde pupil dilatasyonu görüldükten bir süre sonra fatik görülmeye başlanmaktadır ve pupil boyutlarının küçülmeye başlaması ile sonuçlanmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda pupillometri ile çaba sonrası görülen fatik arasında ne kadar ilişki olduğu, ne kadar zaman sonra gerçekleşmeye başladığı ve hangi ortamlarda daha çok zorlanıldığı gibi soruların cevaplarını değerlendirmeye çalışılmaktadır. Hockey (2013) yaptığı bir araştırmada dinleme görevinin süresi sadece 15 dakika olmasına rağmen, katılımcıların hızlı yanıt vermelerini gerektiren görevin tekrarlayan doğası nedeniyle yorgunluğun gelişmesi beklendiğini belirtmiştir (129). Biz de çalışmamızda bu bilgiye dayanarak katılımcıların %50 KAE seviyesi test edildikten sonra 15 dakika mola verip dinlenmeleri sağlanmıştır. Yorgunluk durumu olmaması için diğer oturum olan %70 KAE seviyesini test etmeye dinlenme arasından sonra geçilmiştir.

Sakkadlar, pupilin yeni görsel çevrede konumlanmasıyla oluşan gözün hızlı hareketleridir. (130). Sakkad oluşumu bireylerin bilişsel sistemine yeni görsel bilgi geldiğinde gözlerini bir yerden başka bir yere hareket ettirmesiyle oluşmaktadır. (131). Pupil bir konumdan başka bir konuma görsel ekrandaki en doğru izlenime ulaşmak için sakkadlar ile 250 ms kadar kısa bir sürede odaklanıp hızlı hareket etmektedir (132). Denekler arası ortalama odaklanma süresi yaklaşık 200-250 milisaniye sürmektedir (109). Bu yüzden çalışmamızda cevap süresi verileri düzenlenirken 500 milisaniye ve altında olan cevap süreleri kayıtlardan temizlenip veriler temizlenmiş şekilde analiz edilmiştir.

Çalışmamızın limitasyonlarından biri olarak tek maddeli bir ölçek yerine çok ögeli bir ölçek tercih edilmesinin dezavantajlı dinleme durumlarında katılımcıların öznel çabalarını ortaya çıkarmada daha çok yardımcı olacağı düşünülmüş olup gelecekteki çalışmalarda dinleme çabasının öznel değerlendirmesinde çok maddeli ölçekler, koklear implant kullanıcıları için geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış ölçekler ve değerlendirme anketlerinin uygulanmasının çabayı ölçmede daha doğru sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Türkiye’de dinleme çabasını objektif olarak bir test yöntemi kullanarak değerlendiren çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışma ile koklear implant kullanıcılarının sosyal yaşamlarında karşılaştığı zorlukları ortaya koymak ve gerekli düzenlemelerin sağlanması ve sorunların belirlenmesi adına literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı (*unilateral*) koklear implant kullanıcılarının dinleme çabasını objektif ve subjektif olarak değerlendirmek ve normal işiten bireylerden elde edilen değerler ile karşılaştırmaktır. Çalışmada koklear implantın pupil cevabına ve cevap süresine etkisi dolayısıyla dinleme çabasına üzerine etkisi, gürültüde konuşmayı anlama ve subjektif değerlendirmeye yansıyan çaba arasındaki ilişkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada 18-45 yaş aralığındaki; tek taraflı koklear implant kullanan ve normal işitmeye sahip yetişkin bireyler olarak gruplandırıp çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmanın istatistiksel analizleri sonucunda; çalışma grubu ve kontrol grubu arasında %50 KAE ve %70 KAE seviyesinde pupil boyutuna göre anlamlı fark edilmiştir. Ek olarak kontrol grubu iki farklı durumda kendi içinde pupil boyutu açısından değerlendirildiğinde Pupil boyutu ölçümlerinde Türkçe Matris testinde konuşma anlaşılabilirlik eşiği %50'den %70'e çıkarıldığında özellikle tek taraflı implant kullanan grupta anlaşılabilirlik oranları artsa da pupil boyutunda anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. %50 ve %70 anlaşılabilirlik seviyelerinin değişimi normal grupta anlamlı bir fark yaratmıştır. Cevap süresi için yapılan Post Hoc testleri analizleri sonucunda; çalışma grubu ve kontrol grubu arasında cevap süresine göre anlamlı fark edilmiştir. Cevap süresi ölçümlerinde %70 KAE seviyesinde çalışma grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık edilmiştir. Sonuç olarak anlaşılabilirlik seviyesi artınca tek taraflı koklear implant kullanan grupta normal işiten gruba göre cevap süresi daha uzun bulunmuş dolayısıyla anlaşılabilirlik artsa bile tek taraflı implant kullanan grupta dinleme çabası normal işiten bireylere göre daha fazla olarak gözlemlenmiştir. Özetle, pupil boyutu büyüdüğünde cevap sürelerinde bir artış gözlenmekte olup bunun dinleme çabasının objektif bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda tek taraflı koklear implant kullanan yetişkin bireyler ile normal işiten bireyler arasında yapılan subjektif (öznel) değerlendirme sonucuna göre anlamlı fark bulunmuştur. Buradan hareketle normal işiten bireylerin subjektif (öznel) değerlendirme sonuçlarına göre daha az dinleme çabası sarf ettiği hipotezimizi doğruladığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulguların kurulan hipotezlerimizi desteklediği çalışma sonuçları ile gösterilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sınırlılıkları göz önünde bulundurularak gelecek dönemlerde koklear implant kullanan bireylerde dinleme çabasının objektif ve

subjektif olarak değerlendirilmesi ve normal işitmeye sahip bireylere göre ne kadar daha fazla çaba sarf ettiklerini değerlendirmek için yapılması önerilen çalışmalar aşağıda belirtilmiştir:

- Koklear implant ve dinleme çabasını değerlendirmek için tek taraflı koklear implant kullanan katılımcılar yerine katılımcı olarak bilateral koklear implant kullanan katılımcılar binaural olarak test edilip ya da bimodal işitmeye sahip kişilerin çalışmaya dâhil edilmesi önerilmektedir.
- Koklear implantlı bireylerin subjektif değerlendirilmesi için kullandığımız Görsel Analog Skala (Visual Analogue Scale-VAS) yerine geçerlilik ve güvenirliliği olan daha kapsamlı bir dinleme çabası anketi ile detaylı çalışılması önerilmektedir.
- Çalışmamızda kullanılan pupillometri cihazının, dinleme çabası ölçümlerinde koklear implantlı veya işitme cihazlı bireylerde ikili görevlerdeki dinleme çabasına olan etkisini değerlendirmek için daha fazla araştırmada kullanımı önerilmektedir.
- Çalışmada kullanılan ikincil görev olan uyak ölçümlerinin çaba üzerine etkisini incelenmesi için yeni bir araştırma planlanabilir.
- Gelecekteki araştırmalar, farklı yaş grupları için dinleme çabasını azaltma üzerindeki etkisini inceleyen sonuçların daha kapsamlı bir halini sunmaya yardımcı olacaktır.

## 7. KAYNAKÇA

1. Hildebrand, M., Shearer, AE, Husein, M, Smith RJH. Genetic Hearing Loss and Inner Ear Diseases. C. Bluestone, Simons, JP, Healy, GB (Ed.). Pediatric Otolaryngology. USA: People's Medical Publishing House. 2014; c. 1, s. 465-496.
2. GHISELLI, S.,&CUDA, D. Objective assessment of the “listening effort” in audiology. *Otorhinolaryngology* 2021 September;71(3):172-80.
3. HICKS, Candace Bourland; THARPE, Anne Marie. Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. 2002.
4. TDK. Sozluk. 2022.
5. Oxford.dictionary. 2022.
6. McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, et al. Listening effort and fatigue: what exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group 'white paper'. *Int J Audiol* 2014;53:433–45.
7. 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 Hear*. 2016;37 Suppl 1:5S-27S.
8. Lemke, Ulrike, and Jana Besser. "Cognitive load and listening effort: Concepts and age-related considerations." *Ear and Hearing* 37 (2016): 77S-84S.
9. Gosselin, P. A., & Gagne, J. P. (2011). Older adults expend more listening effort than young adults recognizing speech in noise.
10. Picou, E. M., Ricketts, T. A., & Hornsby, B. W. (2011). Visual cues and listening effort: Individual variability.
11. Shinn-Cunningham, B. G., & Best, V. (2008). Selective attention in normal and impaired hearing. *Trends in amplification*, 12(4), 283-299.
12. Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the acoustical society of America*, 25(5), 975-979.
13. Arlinger, S., Lunner, T., Lyxell, B., & Kathleen Pichora- Fuller, M. (2009). The emergence of cognitive hearing science. *Scandinavian journal of psychology*, 50(5), 371-384.
14. Hughes SE, Hutchings HA, Rapport FL, et al. Social connectedness and perceived listening effort in adult cochlear implant users: a Grounded Theory to establish content validity for a new patient reported outcome measure. *Ear Hear* 2018;39:922–34.
15. Francis, A. L., & Nusbaum, H. C. (2009). Effects of intelligibility on working memory demand for speech perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71(6), 1360-1374.
16. Winneke, A., De Vos, M., Wagener, K. C., Derleth, P., Latzel, M., Appell, J., & Wallhoff, F. (2018). Listening effort and EEG as measures of performance of modern hearing aid algorithms. *Audiology Online*, 24198, 1-13.
17. Wingfield, A., Tun, P. A., & McCoy, S. L. (2005). Hearing loss in older adulthood: What it is and how it interacts with cognitive performance. *Current directions in psychological science*, 14(3), 144-148.
18. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Pupil response as an indication of effortful listening: The influence of sentence intelligibility. *Ear and hearing*. 2010;31(4):480-90.

19. 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 Hear.* 2011 Jul-Aug;32(4):498-510.
20. Mackersie CL, MacPhee IX, Heldt EW. Effects of hearing loss on heart rate variability and skin conductance measured during sentence recognition in noise. *Ear Hear* 2015;36:145–54.
21. 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.
22. Peelle JE. Listening effort: How the cognitive consequences of acoustic challenge are reflected in brain and behavior. *Ear and hearing.* 2018;39(2):204
23. Koelewijn, T., Zekveld, A. A., Festen, J. M., & Kramer, S. E. (2012). Pupil dilation uncovers extra listening effort in the presence of a single-talker masker. *Ear and Hearing*, 33(2), 291-300.
24. Kahneman D. *Attention and effort*: Citeseer; 1973.
25. Downs DW, Crum MA. Processing demands during auditory learning under degraded listening conditions. *J Speech Hear Res.* 1978;21(4):702-14.
26. Rönnerberg, J. (2003). Cognition in the hearing impaired and deaf as a bridge between signal and dialogue: A framework and a model. *International Journal of Audiology*, 42, S68-S76.
27. Rönnerberg, J., Rudner, M., Foo, C., & Lunner, T. (2008). Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). *International journal of audiology*, 47(sup2), S99-S105.
28. Stenfelt, S., & Rönnerberg, J. (2009). The Signal- Cognition interface: Interactions between degraded auditory signals and cognitive processes. *Scandinavian journal of psychology*, 50(5), 385-393.
29. Rönnerberg J, Lunner T, Zekveld A, Sorqvist P, Danielsson H, Lyxell B, et al. The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Front Syst Neurosci.* 2013;7:31.
30. George, D., Stickle, K., Rachid, F., & Wopnford, A. (2007). The association between types of music enjoyed and cognitive, behavioral, and personality factors of those who listen. *Psychomusicology: A Journal of Research in Music Cognition*, 19(2), 32.
31. Pichora-Fuller, M. K., Schneider, B. A., MacDonald, E., Pass, H. E., & Brown, S. (2007). Temporal jitter disrupts speech intelligibility: A simulation of auditory aging. *Hearing research*, 223(1-2), 114-121.
32. Wang, D., Kjems, U., Pedersen, M. S., Boldt, J. B., & Lunner, T. (2009). Speech intelligibility in background noise with ideal binary time-frequency masking. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(4), 2336-2347.
33. Rönnerberg, J., Rudner, M., Lunner, T., & Zekveld, A. A. (2010). When cognition kicks in: Working memory and speech understanding in noise. *Noise and Health*, 12(49), 263.
34. Downs DW, Crum MA. Processing demands during auditory learning under degraded listening conditions. *Journal of Speech and Hearing Research.* 1978;21(4):702-14.
35. Mattys, S. L., Davis, M. H., Bradlow, A. R., & Scott, S. K. (2012). Speech recognition in adverse conditions: A review. *Language and Cognitive Processes*, 27(7-8), 953-978.
36. Van Engen, K. J., & Peelle, J. E. (2014). Listening effort and accented speech. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 577.
37. Kahneman, D. (1973). *Attention and effort* (Vol. 1063, pp. 218-226). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
38. Bernarding C., Corona–Strauss F.I., Hannemann R., Strauss D,J. Objective Assessment of Listening Effort: Effects of an Increased Task Demand. *IEEE.* 2016.



39. Obleser J, Kotz SA. Multiple brain signatures of integration in the comprehension of degraded speech. *Neuroimage*. 2011;55(2):713-23
40. 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.
41. Bernarding C, Strauss DJ, Hannemann R, Seidler H, Corona-Strauss FI. Neurodynamic evaluation of hearing aid features using EEG correlates of listening effort. *Cognitive neurodynamics*. 2017;11(3):203-15.
42. Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(40):14010-21.
43. Peelle JE, Eason RJ, Schmitter S, Schwarzbauer C, Davis MH. Evaluating an acoustically quiet EPI sequence for use in fMRI studies of speech and auditory processing. *Neuroimage*. 2010;52(4):1410-1419.
44. 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):145-69.
45. Ohlenforst B, Zekveld AA, Lunner T, Wendt D, Naylor G, Wang Y, et al. Impact of stimulus-related factors and hearing impairment on listening effort as indicated by pupil dilation. *Hearing Research*. 2017;351:68-79.
46. Ohlenforst B, Wendt D, Kramer SE, Naylor G, Zekveld AA, Lunner T. Impact of SNR, masker type and noise reduction processing on sentence recognition performance and listening effort as indicated by the pupil dilation response. *Hearing research*. 2018;365:90-9.
47. Mackersie CL, Cones H. Subjective and psychophysiological indexes of listening effort in a competing-talker task. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(2):113-22.
48. Wang, Y., Naylor, G., Kramer, S. E., Zekveld, A. A., Wendt, D., Ohlenforst, B., & Lunner, T. (2018). Relations between self-reported daily-life fatigue, hearing status, and pupil dilation during a speech perception in noise task. *Ear and Hearing*, 39(3), 573.
49. Lee, S. P., Lee, S. D., Liao, Y. L., & Wang, A. C. (2015). Effects of audio-visual aids on foreign language test anxiety, reading and listening comprehension, and retention in EFL learners. *Perceptual and motor skills*, 120(2), 576-590.
50. Varazzani, C., San-Galli, A., Gilardeau, S., & Bouret, S. (2015). Noradrenaline and dopamine neurons in the reward/effort trade-off: a direct electrophysiological comparison in behaving monkeys. *Journal of Neuroscience*, 35(20), 7866-7877.
51. Beatty, J. (1982). Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological bulletin*, 91(2), 276.
52. Ruchkin, D. S., & Sutton, S. (1973). Visual evoked and emitted potentials and stimulus significance. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 2(3), 144-146.
53. Polt, J. M. (1970). Effect of threat of shock on pupillary response in a problem-solving situation. *Perceptual and motor skills*, 31(2), 587-593.
54. Winn, Matthew B., Jan R. Edwards, and Ruth Y. Litovsky. "The impact of auditory spectral resolution on listening effort revealed by pupil dilation." *Ear and hearing* 36.4 (2015).
55. Vaden, K. I., Kuchinsky, S. E., Ahlstrom, J. B., Dubno, J. R., & Eckert, M. A. (2015). Cortical activity predicts which older adults recognize speech in noise and when. *Journal of Neuroscience*, 35(9), 3929-3937.

56. Bernarding, C., Strauss, D. J., Hannemann, R., Seidler, H., & Corona-Strauss, F. I. (2017). Neurodynamic evaluation of hearing aid features using EEG correlates of listening effort. *Cognitive neurodynamics*, 11(3), 203-215.
57. Song, J., & Iverson, P. (2018). Listening effort during speech perception enhances auditory and lexical processing for non-native listeners and accents. *Cognition*, 179, 163-170.
58. Tremblay, K. L., & Backer, K. C. (2016). Listening and learning: cognitive contributions to the rehabilitation of older adults with and without audiometrically defined hearing loss. *Ear and hearing*, 37(Suppl 1), 155S.
59. Combs, L. A., & Polich, J. (2006). P3a from auditory white noise stimuli. *Clinical Neurophysiology*, 117(5), 1106-1112.
60. Bertoli, S., & Bodmer, D. (2014). Novel sounds as a psychophysiological measure of listening effort in older listeners with and without hearing loss. *Clinical Neurophysiology*, 125(5), 1030-1041.
61. Rojas MJ, Navas JA, Rector DM. Evoked response potential markers for anesthetic and behavioral states. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2006;291(1):R189-R96.
62. Weisz, N., Hartmann, T., Müller, N., Lorenz, I., & Obleser, J. (2011). Alpha rhythms in audition: cognitive and clinical perspectives. *Frontiers in psychology*, 2, 73.
63. Petersen, L., & Rogers, C. (2015). Aminoglycoside-induced hearing deficits-a review of cochlear ototoxicity. *South African Family Practice*, 57(2), 1-6.
64. Andreassi, C. L. (2007). The Relationship Among Behavior, Social Cognition, and Peer Acceptance in School-Identified Children with Learning Disabilities. Hepsomali, P., Hadwin, J. A., Liversedge, S. P., & Garner, M. (2017).
65. Society for Psychophysiological Research Ad Hoc Committee on Electrodermal Measures, Boucsein, W., Fowles, D. C., Grimnes, S., Ben-Shakhar, G., Roth, W. T., ... & Fillion, D. L. (2012). Publication recommendations for electrodermal measurements. *Psychophysiology*, 49(8), 1017-1034.
66. Brehm, J. W., & Self, E. A. (1989). The intensity of motivation.
67. Perrott, D. R., Cisneros, J., Mckinley, R. L., & D'Angelo, W. R. (1996). Aurally aided visual search under virtual and free-field listening conditions. *Human factors*, 38(4), 702-715.
68. Richter, M. (2016). The moderating effect of success importance on the relationship between listening demand and listening effort. *Ear and Hearing*, 37, 111S-117S.
69. Jahncke, H., & Halin, N. (2012). Performance, fatigue and stress in open-plan offices: The effects of noise and restoration on hearing impaired and normal hearing individuals. *Noise and Health*, 14(60), 260.
70. Nachtegaal J, Kuik DJ, Anema JR, et al. Hearing status, need for recovery after work, and psychosocial work characteristics: results from an internet-based national survey on hearing. *Int J Audiol* 2009;48:684–91.
71. Hughes, Sarah E., et al. "Study protocol for the validation of a new patient-reported outcome measure (PROM) of listening effort in cochlear implantation: the Listening Effort Questionnaire-Cochlear Implant (LEQ-CI)." *BMJ open* 9.7 (2019): e028881.
72. Noble W. *Self-Assessment of Hearing*. 2nd edn. San Diego: Plural Publishing, 2013.
73. Devlin NJ, Appleby J. Getting the most out of PROMs: putting health outcomes at the heart of NHS decision-making. 2010. <http://www.kingsfund.org.uk/sites/files/kf/Getting-the-most-out-of-PROMs-Nancy-Devlin-John-Appleby-Kings-Fund-March-2010.pdf> (accessed 16 Feb 2014).

74. Hutchings HA, Alrubaiy L. Patient-Reported Outcome Measures in Routine Clinical Care: The PROMise of a Better Future? *Dig Dis Sci* 2017;62:1841–3. Meadows KA. Patient-reported outcome measures: an overview. *Br J Community Nurs* 2011;16:146-51.
75. Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *International journal of audiology*. 2004;43(2):85-99.
76. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology*. 52: Elsevier; 1988. p. 139-83.
77. Alhanbali, Sara, et al. "Self-reported listening-related effort and fatigue in hearing-impaired adults." *Ear and Hearing* 38.1 (2017): e39-e48.
78. Burley, D. T., Gray, N. S., & Snowden, R. J. (2017). As far as the eye can see: Relationship between psychopathic traits and pupil response to affective stimuli. *PLoS One*, 12(1), e0167436.
79. Santosa, H., Hong, M. J., & Hong, K. S. (2014). Lateralization of music processing with noises in the auditory cortex: an fNIRS study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8, 418.
80. Martin, C. D., Thierry, G., Kuipers, J. R., Boutonnet, B., Foucart, A., & Costa, A. (2013). Bilinguals reading in their second language do not predict upcoming words as native readers do. *Journal of memory and language*, 69(4), 574-588.
81. WENDT, Dorothea; DAU, Torsten; HJORTKJÆR, Jens. Impact of background noise and sentence complexity on processing demands during sentence comprehension. *Frontiers in psychology*, 2016, 7: 345.
82. Agrawal, P., Girshick, R., & Malik, J. (2014, September). Analyzing the performance of multilayer neural networks for object recognition. In *European conference on computer vision* (pp. 329-344). Springer, Cham.
83. Alhanbali, Sara, et al. "Measures of listening effort are multidimensional." *Ear and hearing* 40.5 (2019): 1084-1097.
84. Héту, R., Riverin, L., Lalande, N., Getty, L., & St-Cyr, C. (1988). Qualitative analysis of the handicap associated with occupational hearing loss. *British Journal of Audiology*, 22(4), 251-264.
85. Humes, L. E. (1999). Dimensions of hearing aid outcome. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10(01), 26-39.
86. Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am* 1994; 95: 1085-1099.
87. Wagener K, Kühnel V, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satz- tests für die Deutsche Sprache. 1. Design des Oldenburger Satztests. *Z Audiol/Audiol Acoust* 1999; 38:4-15.
88. Boyle PJ, Nunn TB, O'Connor AF, Moore BCJ. STARR: A speech test for evaluation of the effectiveness of auditory prostheses under realistic conditions, *Ear Hear* 2013; 34: 203-212.
89. Türkyılmaz M.D. Tüm Yönleriyle Odyoloji, US Akademi Basım Yayın, b: 3.2.2.2, s:149-165, 2021.
90. Wong, P. C. M., Uppunda, A. K., Parrish, T. B., & Dhar, S. (2008). Cortical mechanisms of speech perception in noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(4), 1026–1041.
91. Jeong, S.-W., Kim, L.-S. (2015) A New Classification of Cochleovestibular Malformations and Implications for Predicting Speech Perception Ability after Cochlear Implantation. *Audiology and Neurotology*, 20 (2), 90-101.
92. Granço, F. S., Fernandes, N. F., Morettin, M., Costa Filho, O. A., & Bevilacqua, M. C. (2013). The relationship between the speech perception and the degree of satisfaction among adult users of cochlear implants. *International archives of otorhinolaryngology*, 17(02), 202-207.

93. Kyriafinis, G., Vital, V., Psifidis, A., Constantinidis, J., Nikolaou, A., Hitoglou-Antoniadou, M., & Kouloulas, A. (2007). Preoperative evaluation, surgical procedure, follow up and results of 150 cochlear implantations. *Hippokratia*, 11(2), 77.
94. Rouger, J., Lagleyre, S., Fraysse, B., Deneve, S., Deguine, O., & Barone, P. (2007). Evidence that cochlear-implanted deaf patients are better multisensory integrators. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(17), 7295-7300.
95. Blamey, P., Artieres, F., Başkent, D., Bergeron, F., Beynon, A., Burke, E., ... & Lazard, D. S. (2013). Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2251 patients. *Audiology and Neurotology*, 18(1), 36-47.
96. Hughes, K. C., & Galvin, K. L. (2013). Measuring listening effort expended by adolescents and young adults with unilateral or bilateral cochlear implants or normal hearing. *Cochlear implants international*, 14(3), 121-129.
97. Baskent, D., Gaudrain, E., Tamati, T. N., & Wagner, A. (2016). Perception and psychoacoustics of speech in cochlear implant users. *Scientific foundations of audiology: Perspectives from physics, biology, modeling, and medicine*, 285-319.
98. Bishop, L., Jensenius, A. R., & Laeng, B. (2021). Musical and bodily predictors of mental effort in string quartet music: An ecological pupillometry study of performers and listeners. *Frontiers in Psychology*, 12.
99. Gilzenrat, M. S., Nieuwenhuis, S., Jepma, M., & Cohen, J. D. (2010). Pupil diameter tracks changes in control state predicted by the adaptive gain theory of locus coeruleus function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 10(2), 252-269.
100. Koelewijn T, de Kluiver H, Shinn-Cunningham BG, Zekveld AA, Kramer SE. The pupil response reveals increased listening effort when it is difficult to focus attention. *Hear Res*. 2015 May;323:81-90.
101. Kennedy-Lewis, B. L., & Murphy, A. S. (2016). Listening to “frequent flyers”: What persistently disciplined students have to say about being labeled as “bad”. *Teachers College Record*, 118(1), 1-40.
102. <https://www.sr-research.com>
103. Fast A. SR Research. 2016.
104. SR Research Ltd. Data Viewer. 2014.
105. Pomplun M, Sunkara S, editors. Pupil dilation as an indicator of cognitive workload in human-computer interaction. *Proceedings of the International Conference on HCI; 2003: Citeseer*.
106. Privitera CM, Renninger LW, Carney T, Klein S, Aguilar M, editors. The pupil dilation response to visual detection. *Human Vision and Electronic Imaging XIII; 2008: International Society for Optics and Photonics*.
107. Mathôt S, Schreij D, Theeuwes J. OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior research methods*. 2012;44(2):314-24.
108. Ariöz U, Günel B. Modified rhyme test for evaluating Turkish speech intelligibility. *Gazi Medical Journal*. 2015;26(3).
109. Dussias, P. E. (2010). Uses of eye-tracking data in second language sentence processing research. *Annual Review of Applied Linguistics*, 30, 149-166.
110. Benedetti C, Butler S. *Systemic Analgesics*. 2nd Edit Vol.1 Lea and Febiger, Philadelphia, PA: Lea&Febiger 1990:1640-1675.
111. Eti Aslan F. 2002, Ağrı Değerlendirme Yöntemleri, Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 6(1):9-16.
112. Güzeldemir, M. E. (1995). Ağrı Değerlendirme Yöntemleri, *Sendrom Haziran* 11-21.

113. Love J, Selker R, Marsman M, Jamil T, Dropmann D, Verhagen J, et al. JASP: Graphical statistical software for common statistical designs. *Journal of Statistical Software*. 2019;88(1):1-17.
114. JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.1) [Computer software].
115. Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-1585.
116. Pals, C., Sarampalis, A., van Rijn, H., & Başkent, D. (2015). Validation of a simple response-time measure of listening effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(3), EL187-EL192.
117. Kuchinsky, S. E., Ahlstrom, J. B., Vaden Jr, K. I., Cute, S. L., Humes, L. E., Dubno, J. R., & Eckert, M. A. (2013). Pupil size varies with word listening and response selection difficulty in older adults with hearing loss. *Psychophysiology*, 50(1), 23-34.
118. GAGNE, Jean-Pierre; BESSER, Jana; LEMKE, Ulrike. Behavioral assessment of listening effort using a dual-task paradigm: A review. *Trends in hearing*, 2017, 21: 2331216516687287.
119. Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 55-58.
120. Winn MB. Rapid release from listening effort resulting from semantic context, and effects of spectral degradation and cochlear implants. *Trends in Hearing*. 2016;20:2331216516669723.
121. Jones GL, Ho Won J, Drennan WR, Rubinstein JT. Relationship between channel interaction and spectral-ripple discrimination in cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2013;133(1):425-33.
122. Drennan, W. R., Oleson, J. J., Gfeller, K., Crosson, J., Driscoll, V. D., Won, J. H., ... & Rubinstein, J. T. (2015). Clinical evaluation of music perception, appraisal and experience in cochlear implant users. *International journal of audiology*, 54(2), 114-123.
123. Lin FR. Cochlear implantation in older adults. *Medicine*.(Baltimore)2012;91,229-241.
124. Matthen, M. (2016). Effort and displeasure in people who are hard of hearing. *Ear and hearing*, 37, 28S-34S.
125. Holden, L. K., Finley, C. C., Firszt, J. B., Holden, T. A., Brenner, C., Potts, L. G., ... & Skinner, M. W. (2013). Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants. *Ear and hearing*, 34(3), 342.
126. Winn, M. B., & Teece, K. H. (2021). Slower speaking rate reduces listening effort among listeners with cochlear implants. *Ear and hearing*, 42(3), 584.
127. Anderson ES, Nelson DA, Kreft H, Nelson PB, Oxenham AJ. Comparing spatial tuning curves, spectral ripple resolution, and speech perception in cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;130(1):364-75.
128. Chatterjee M, Shannon RV. Forward masked excitation patterns in multielectrode electrical stimulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1998;103(5):2565-72.
129. Hockey, R. (2013). *The psychology of fatigue: Work, effort and control*. Cambridge University Press.
130. Duckowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and practice*.
131. Winke, P., Gass, S., & Sydorenko, T. (2013). Factors influencing the use of captions by foreign language learners: An eye-tracking study. *The Modern language journal*, 97(1), 254-275.
132. Buscher, G., Biedert, R., Heinesch, D., & Dengel, A. (2010). Eye tracking analysis of preferred reading regions on the screen. In *CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3307-3312).

## 8. EKLER

### EK – 1 Etik Kurul Onay Yazısı

UYGULAMALI ETİK ARAŞTIRMA MERKEZİ  
APPLIED ETHICS RESEARCH CENTER



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

DUMLUPINAR BULVARI 06800  
ÇANKAYA ANKARA/TURKEY  
T: +90 312 210 22 91  
F: +90 312 210 79 59  
ueam@metu.edu.tr  
www.ueam.metu.edu.tr

Sayı: 28620816 /

29 Eylül 2020

Konu: Değerlendirme Sonucu

Gönderen: ODTÜ İnsan Araştırmaları Etik Kurulu (İAEK)

İlgi: İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Başvurusu

**Sayın** Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

Danışmanlığını yaptığınız Ody. Ceylan KARAÇAR ve Doç. Dr. Cengiz ACARTÜRK'ün, **"Unilateral Koklear İmplant Kullanıcısı Bireylerde Dinleme Çabasının Objektif ve Subjektif Değerlendirilmesi"** başlıklı araştırmanız İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından uygun görülmüş ve **269-ODTU-2020** protokol numarası ile onaylanmıştır.

Saygılarımızla bilgilerinize sunarız.

Prof.Dr. Mine MISIRLISOY  
İAEK Başkanı

## Ek-2 Demografik Bilgi Formu

Değerlendirme Tarihi:

Ad Soyad:  
Doğum Tarihi:  
Cinsiyet:

Risk Faktörü Analizi :  
 - Akrabalık  
 - Ailede işitme kaybı  
 - İlaç kullanımı  
 - Yoğun bakım

İşitme kaybı nedeni :  
 İşitme kaybı süresi :  
 İşitme kaybı türü :  
 İşitme kaybı etiyojisi :  
 Tanılanma yaşı (yıl) :  
 Kİ olma yaşı (yıl) :  
 Ameliyat tarihi :  
 Kİ kullanım süresi :  
 Kİ tarafı :  
 Kİ markası :  
 İşlemci :  
 Kapalı e- sayısı :  
 İşleme stratejisi :  
 Eğitim durumu :

## Odyolojik değerlendirme

## Saf Ses Odyometrisi

FREKANS (Hz)	SAĞ KULAK İŞİTME EŞİKLERİ (dB)			SOL KULAK İŞİTME EŞİKLERİ (dB)			Kİ serbest alan eşikleri
	Hava Yolu	Kemik Yolu Hava	Kemik Arahğı	Hava Yolu Hava	Kemik Yolu	Kemik Arahğı	
125							
250							
500							
1000							
2000							
4000							
6000							
8000							

Fonetik dengeli 3 heceli kelimelerdeki doğru tekrar etme sayısı: ... /30

## Ek-3 MOCA Test Formu

## Montreal Bilişsel Değerlendirme

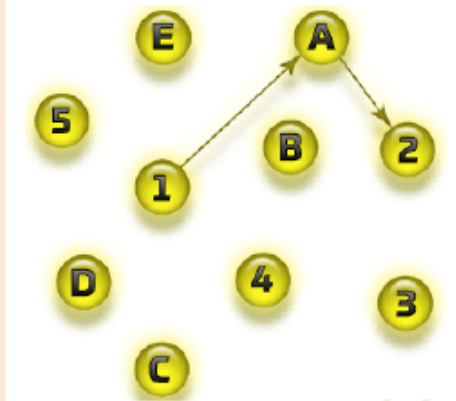
### Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_

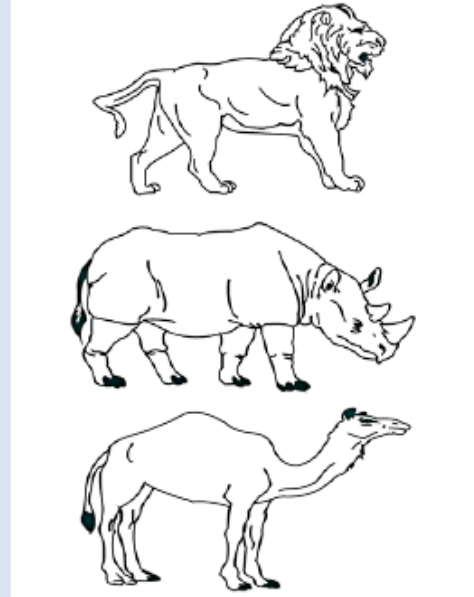
Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

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.

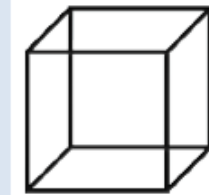
Lütfen '1' den başlayarak bir sayı bir harf sırası ile birbirini izleyen sayı ve harfleri bir çizgi ile birleştirin.

1  
□<sub>1</sub>

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

4  
□<sub>1</sub>  
□<sub>2</sub>  
□<sub>3</sub>

Bu şekli olabildiğince hızlı bir şekilde yandaki boşluğa çizin (Çizim üç boyutlu olmalı, Tüm çizgiler çizilmiş (tamam) olmalı, fazladan çizgi eklenmemiş olmalı, çizgiler görece paralel ve benzer uzunlukta olmalı; dikdörtgenler prizması kabul edilir.)

2  
□<sub>1</sub>

Bir saat çizin. Saatin tüm rakamlarını yazın ve saat 11' i 10 geçeyi göstereyin (çerçeve 1 puan, rakamlar 1 puan, akrep ve yelkovan 1 puan).

3  
□<sub>1</sub>  
□<sub>2</sub>  
□<sub>3</sub>

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'. (Katılımcının 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'. (Katılımcının söylediği her bir kelime için ilgili kutuya ilave bir işaret (x) koyun.)

5

'Testin sonunda sizden bu kelimeleri hatırlamanızı isteyeceğim' deyin.

Burun □ □

Kadife □ □

Cami □ □

Papatya □ □

Mor □ □



## Montreal Bilişsel Değerlendirme sayfa-2

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

<sub>1</sub> 2 1 8 5 4

+

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

<sub>1</sub> 7 4 2

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

<sub>1</sub> 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 A B

+

Şimdi sizden ben durun diyene 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 doğrular toplanır.)

<sub>2</sub> 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.

<sub>1</sub> *"Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına saklanırdı."*

<sub>2</sub> Tekrar tam ve doğru olmalıdır. İhmal edilerek atlanmış, yerine kullanılmış, eklenmiş kelimelerden kaynaklanan hatalara dikkat edin (Örn., ihmal edilebilecek kelimeler: 'tek', 'hep', yerine geçebilecek kelimeler: 'gizlenirdi', 'gizlenmek' ve eklenen kelimeler: Köpekler odadayken, 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 harfi ile başlayan olabildiğince çok sayıda kelime söyleyin (60 saniye süre tutulur). Durun!

<sub>1</sub> 60 saniye içinde 11 veya daha fazla sayıda kelime ürettildi ise 1 puan verin. Katılımcının yanıtlarını test formunun altındaki boşluğa kaydedin.

Bana portakal ve muz arasındaki benzerliği söyleyin' denir. Eğer katılımcının yanıtı istendiği gibi olmazsa, ek süre vererek, 'Bana bu maddelerin başka bir benzerliğini söyleyin' denir. Eğer katılımcı istenen yanıtı (meyve) vermiyorsa, 'Evet bunların ikisi de meyve' deyin. Daha fazla açıklama yapmayın.

<sub>1</sub> Her madde çiftine verilen doğru yanıt: 1 puan

<sub>2</sub>

Tren	Bisiklet	ulaşım aracı, seyahat edilir, her ikisine de binilip gezilir benzer (tekerlekleri var yanlıştır)
Saat	Cetvel	ölçü araçları, ölçmek için benzer (sayılar var yanlıştır)

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

<sub>1</sub>

<sub>2</sub>

<sub>3</sub>

<sub>4</sub> Burun <sub>1</sub> Kadife <sub>1</sub> Cami <sub>1</sub>

<sub>5</sub> Papatya <sub>1</sub> Mor <sub>1</sub>

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

BURUN ipucu: vücut bölümü	KADİFE ipucu: kumaş türü
CAMI ipucu: bina türü	PAPATYA ipucu: çiçek türü
MOR ipucu: bir renk	

İpuçlarına rağmen hala hatırlamıyorsa, izleyen yönerge verilir. 'Biraz sonra sayacağım kelimelerden hangisi daha önce sunulmuştu hatırlıyor musunuz? burun-yüz-el | İpek-pamuklu-kadife | cami-okul-hastane | gül-papatya-lale | mor-mavi-yeşil

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

Bana bugünün tarihini söyleyin.' Eğer katılımcı tam bir yanıt veremezse, 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 verin. Katılımcı tarih ve yer net ve açık (hastanenin, kliniğin, ofisin, kurumun adı) olarak söylemelidir. Katılımcı tarihin herhangi bir biriminde hata yaparsa puan verilmeyin.)

<sub>1</sub>

<sub>2</sub>

<sub>3</sub>

<sub>4</sub>

<sub>5</sub> Gün <sub>1</sub> Ay <sub>1</sub> Yıl <sub>1</sub>

<sub>6</sub> Günlerden ne <sub>1</sub> Buranın adı <sub>1</sub> Şehrin adı <sub>1</sub>

Nasreddine ZS, Phillips NA (2005) J Am Geriatr Soc. 2005 Apr;53(4):695-9

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

## EK-4 Turnitin Ekran Görüntüsü

## UNILATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI BİREYLERDE DİNLEME ÇABASININ OBJEKTİF VE SUBJEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% <b>13</b>	% <b>13</b>	% <b>1</b>	% <b>1</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>6</b>
<b>2</b>	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	% <b>5</b>
<b>3</b>	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
<b>4</b>	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>5</b>	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>6</b>	<a href="http://2019.fmgtegitimikongresi.com">2019.fmgtegitimikongresi.com</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>7</b>	<a href="http://i-sasec.org">i-sasec.org</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>8</b>	<a href="http://acikerisim.deu.edu.tr">acikerisim.deu.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>

[music-saikung.com](http://music-saikung.com)

## Ek-5 Dijital Makbuz



## Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Ceylan Ayar
Ödev başlığı:	UNILATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI BİREYLERDE Dİ...
Gönderi Başlığı:	UNILATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI BİREYLERDE Dİ...
Dosya adı:	Subat_CEYLAN_AYAR_Y_KSEK_L_SANS_TEZ_-_TURNITIN_N_OL...
Dosya boyutu:	2.79M
Sayfa sayısı:	56
Kelime sayısı:	14,286
Karakter sayısı:	101,784
Gönderim Tarihi:	03-Şub-2023 01:18ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	2005447589



Copyright 2023 Turnitin. Tüm hakları saklıdır.

## 9. ÖZGEÇMİŞ