

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİNLEME EFORU DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN
OBJEKTİF YÖNTEMLERİN NÖRAL KAYNAKLAR
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ody. Samet KILIÇ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
Doktora Tezi

ANKARA
2022

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİNLEME EFORU DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN
OBJEKTİF YÖNTEMLERİN NÖRAL KAYNAKLAR
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ody. Samet KILIÇ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
Doktora Tezi

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. MERAL DİDEM TÜRKYILMAZ

ANKARA

2022

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİNLEME EFORU DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN OBJEKTİF
YÖNTEMLERİN NÖRAL KAYNAKLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Samet KILIÇ

Danışman: Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ

Bu tez çalışması 23.11.2022 tarihinde, jürimiz tarafından Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Esra YÜCEL

Hacettepe Üniversitesi

Üye:

Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU

Hacettepe Üniversitesi

Üye:

Prof. Dr. Özgür AYDIN

Ankara Üniversitesi

Üye:

Dr. Öğr. Üyesi Asuman ALNIAÇIK

Başkent Üniversitesi

Üye:

Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ERBİL

Hacettepe Üniversitesi

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

06 Aralık 2022

Prof. Dr. Müge Yemişçi Özkan

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin 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 tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾

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

o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

29 /11/2022

Samet KILIÇ

¹“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 internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

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

ETİK BEYAN

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

Samet KILIÇ

TEŞEKKÜR

“Gücün tanımı finansal başarı, statü veya başkaları üzerindeki etkimiz değil; kendi yaşamımız üzerinde kontrol sahibi olma derecemizdir.”

Rollo Tomassi

Tezimi hazırlarken değerli bilgilerini benimle paylaşan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, fikirleri ve bilgisi ile yanımda olan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen, danışman hocam Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ’a,

Tez için deney düzeneği kurma aşamasındaki ve sonuçların analizi kısımlarındaki önemli desteklerinden ötürü tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Özgür AYDIN ve Dr. Öğr. Üyesi Nurhan Erbil’e,

Doktora eğitimi boyunca sürekli bizlere destek olan, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen bölüm başkanımız Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU’na, tez savunması jüri ekibinde bulunan Prof. Dr. Esra YÜCEL ve Dr. Öğr. Üyesi Asuman ALNIAÇIK’a,

Eğitimim boyunca bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, onlardan birçok şey öğrendiğim değerli bölüm hocalarıma ve iş arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde en önemli katkıya sahip olan değerli aileme,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Kılıç, S., Dinleme Eforu Değerlendirilmesinde Kullanılan Objektif Yöntemlerin Nöral Kaynaklar Açısından Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2022. Dinleme eforu değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin ne tür nöral kaynaklara daha hassas olduğu ve bu ölçüm sonuçlarının birbiriyle ilişkisinin nasıl olduğu hala tam olarak açıklanamamıştır. Dinleme eforu değerlendirme yöntemlerinin eş zamanlı yapılması, katılımcının aynı motivasyon ve nöral kaynak seviyesinde olmasını sağlamak açısından çok önemlidir. Bu çalışmanın amacı, dinleme eforu ölçümünde kullanılan objektif yöntemlerin farklı şekilde bozulmuş konuşma uyarıları kullanarak, dinleme eforu için gerekli hangi nöral kaynaklara daha hassas olduğunun bireysel bilişsel ve işitsel işleme becerileri kontrolünde belirlenmesidir. Çalışmaya normal işitmeye sahip 19-34 yaş arası 49 birey katılmıştır. Çalışma iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada katılımcılara, bozulmuş konuşma uyarıları ile (noise vocoded speech) zorlu dinleme ve tekrar etme görevi sırasında eşzamanlı pupillometri, EEG ve reaksiyon zamanı ölçümleri yapılmıştır. İkinci aşamada ise ilk aşama ile günün aynı saatinde ve aynı yorgunluk seviyesinde olmak kaydıyla; İşitsel Sözel Öğrenme Testi (İSÖT), Türkçe Matris Testi (TM) ve Dinlemede Dikkat Testi (DDT) uygulanmıştır. İSÖT sonuçları EEG alfa bandı genliği değişimi ile ilişkili iken DDT sonuçları pupillometri sonuçları ile daha ilişkilidir. Uyarı zorluğu arttıkça pupil dilatasyonu da artmış iken, EEG sonuçları ile uyumlu değildir. Eş zamanlı dinleme eforu değerlendirilmesi yapılan bu çalışma işitsel dikkat ve belleğin eforla ilişkisini de değerlendiren ilk çalışma olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dinleme Eforu, Elektroensefalografi, Pupillometri, İşitsel Dikkat, Sözel Çalışma Belleği

ABSTRACT

Kılıç, S., Evaluating Objective Methods in Terms of Neural Resources in the Evaluation of Listening Effort, Hacettepe University Health Sciences Graduate School, PhD Thesis in Audiology and Speech Pathology Program, Ankara, 2022.

It is still not fully explained what kind of neural sources the methods used in the assessment of listening effort are more sensitive to and how these measurement results are related to each other. The simultaneous implementation of listening effort assessment methods is very important in order to ensure that the participant is at the same motivation and neural resource level. The aim of this study is to determine which neural resources required for listening effort are more sensitive, under the control of individual cognitive and auditory processing skills, by using differently distorted speech stimuli and objective methods used in the measurement of listening effort. 49 individuals between the ages of 19-34 with normal hearing participated in the study. The study was carried out in two stages. In the first stage, simultaneous pupillometry, EEG and reaction time measurements were made during the challenging listening and repetition task with the impaired speech stimulus (noise vocoded speech). In the second stage, at the same time of the day and at the same level of fatigue as the first stage; Auditory Verbal Learning Test, Turkish Matrix Test and Listening Attention Test were applied. TAIL results are more correlated with pupillometry results, while AVLT results are associated with EEG alpha band amplitude change. While pupil dilatation increased as the stimulus difficulty increased, it was not compatible with EEG results. This study, in which simultaneous listening effort was evaluated, was the first study to evaluate the relationship between auditory attention and memory with effort.

Keywords: Listening Effort, Electroencephalography, Pupillometry, Auditory Attention, Verbal Working Memory

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
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Dinleme Eforu Nedir?	4
2.2 Dinleme Eforu ve Yorgunluk	5
2.3 Dinleme Eforunun İnternal ve Eksternal Bileşenleri	6
2.4 Bozulmuş Konuşmayı Anlamada Devreye Giren Bilişsel Süreçler	9
2.4.1 Sözel Çalışma Belleği	10
2.4.2 İşitsel Dikkat ve Performans	11
2.5 Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi	12
2.5.1 Subjektif Değerlendirmeler	13
2.5.2 Davranışsal Ölçümler	14
2.5.3 Fizyolojik Ölçümler	15
3. BİREYLER VE YÖNTEM	17
3.1. Bireyler	17
3.1.1. Çalışmaya Dahil Olma Kriterleri	17
3.1.2 Dışlama kriterleri	17
3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem	18

3.2.1. İlk Aşama İçin Oluşturulan Konuşma Uyararı ve Özellikleri	20
3.2.2. EEG Kayıt ve Yürütme Parametreleri	21
3.2.3. Pupillometre Kayıt ve Yürütme Parametreleri	22
3.2.4. Dinlemede Dikkat Testi (DDT)	23
DDT Test İçeriği ve Koşullar	24
Test Parametreleri	24
Sonuçların Analizi	25
3.2.5. İşitsel Sözel Öğrenme Testi (İSÖT)	25
Sonuçların Hesaplanması ve Analizi	27
3.2.6. Türkçe Matris Testi (TM)	27
3.2.7. İstatistiksel Analiz	28
4. BULGULAR	29
4.1. Katılımcı Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	30
4.2. İSÖT Sonuçları	32
4.3. Dinlemede Dikkat Testi Sonuçları	33
4.4 Cümle Tekrarı Başlama Zamanı (RT) Sonuçları	35
4.5 Pupillometrik Ölçüm Sonuçları	36
4.6 EEG Alfa Bandı Genliği Ölçümü Sonuçları	37
4.7 Dinleme Eforu ve İSÖT İlişkisi	38
4.8 Dinleme Eforu ve DDT İlişkisi	39
4.9 Dinleme Eforu ve Türkçe Matris Test İlişkisi	40
4.10 Tüm İnternal ve Eksternal Bileşenlerin Dinleme Eforu ile İlişkisi	40
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
7. KAYNAKLAR	49
8. EKLER	
EK-1: Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı	
EK-2: İşitsel Sözel Öğrenme Testi	
EK-3: Turnitin Orijinallik Raporu Ekran Görüntüsü	
EK-4: Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
C	Kontrol koşulu
CR	Karmaşıklık Çözümü
DDT	Dinlemede Dikkat Testi
EAS	Efor Analog Skalası
EEG	Elektroensefalografi
FAS	Yorgunluk Analog Skalası
FL	Frekans Koşulu
fMRI	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
GAS	Görsel Analog Skala
IO	İstemsiz Yönelim
İSÖT	İşitsel Sözel Öğrenme Testi
Kİ	Koklear İmplant
KUİK	Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi Ölçeği
LF	Lokasyon Koşulu
OİP	Olaya İlişkin Potansiyel
RT	Cümle Tekrarı Başlama Zamanı (Reaction Time)
RZ	Reaksiyon Zamanı
RZ	Reaksiyon Zamanı (Dinlemede Dikkat Testi)
SBS	Ses Basınç Seviyesi
SGO	Sinyal Gürültü Oranı
SH	Serbest Hatırlama
SS	Standart Sapma
TM	Türkçe Matris Test
yy	Yüzyıl

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Akustik Zorluk ve Dinleme Eforu.	7
2.2. Dinleme Eforu-Motivasyon-Bilişsel Gereksinim İlişkisi.	8
3.1. Test Odası ve Kullanılan Bilgisayarlar.	19
3.2. Çalışma için Oluşturulan Konuşma Uyarısı.	21
3.3. Kayıt Odası	22
4.1. İşitsel Sözel Öğrenme Testi Tüm Skorları.	32
4.2. Dinlemede Dikkat Testi Reaksiyon Zamanı Sonuçları.	33
4.3. DDT Karmaşıklık Çözümü ve İstemsiz Yönelim Sonuçları.	34
4.4. Cümle Tekrarı Başlama Zamanı (RT) Sonuçları.	35
4.5. Pupillometrik Ölçüm Sonuçları.	36
4.6. EEG Alfa Bandı Genliği Değişimi Sonuçları.	37

TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
3.1. İSÖT’de Hesaplanan Puanlar ve Kısaltmaları	26
4.1. Katılımcı Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	30
4.2. Yapılan Tüm Ölçümlerin Sonuçları	31
4.3. 5016 Koşulu için Dinleme Eforu ve İSÖT Skorları Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları	38
4.4. 5016 koşulu için dinleme eforu ve DDT skorları Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları	39
4.5. Dinleme Eforu ve TM Skorları Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları	40
4.6. 5016 koşulu için dinleme eforu ile İSÖT, DDT ve TM skorları aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları.	41

1. GİRİŞ

Dinleme eforu genellikle 'konuşmayı anlamak için gereken dikkat ve bilişsel kaynaklar' olarak tanımlanır (1). Yorgunluk ise sözlük anlamıyla, çalışma vb. sebeplerle bireyin ruh ve beden etkinlikleri açısından verimlilik düzeyinin azalmasıdır. İşitsel yorgunluk, uzun süreli eforlu dinleme sonucu ortaya çıkar ve birey bu yorgunlukla birlikte dinleme eylemini ya tamamen bırakır ya da dinleme eylemini sürdürmekte zorlanır. Bununla birlikte, gerçek zamanlı dinleme eforu ile bu eforun bir sonucu olarak ortaya çıkan (daha uzun vadeli) yorgunluk arasındaki sezgisel bağlantıya rağmen, işitme araştırmalarında bu bağlantı için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Artmış akustik zorluk, dinleyicinin motivasyonu tarafından modüle edilen daha fazla bilişsel gereksinim ile sonuçlanır ve bu da artan dinleme eforuna yol açar. Dinleyiciler, net bir sinyale kıyasla akustik olarak bozulmuş bir konuşma sinyalinden başarılı bir şekilde anlam çıkarmak için bilişsel sistemlere daha fazla güvenmeye zorlanırlar. Bilişsel gereksinimin aksine, dinleme eforu, bir dinleyici tarafından bilişsel talepleri karşılamak için fiilen kullanılan kaynakları veya enerjiyi ifade eder (2).

Son dönemde yapılan çalışmalar, dinleyicilerin bozulmuş konuşmayı işlerken bilişsel işlemlenin arttığına işaret etmektedir. Bilişsel işlemlerdeki bu değişiklikler, fMRI ve EEG ile gösterilmekte (3), pupil dilatasyonunda değişikliklere yol açmakta (4) ve dinleyicilerin davranışlarına yansımaktadır (5).

Akustik olarak bozulmuş konuşmayı anlamada bilişsel kaynakların rolünü inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte, devreye giren belirli bilişsel süreçler hakkında daha az şey bilinmektedir (6). Konuşma akustik olarak zor olduğunda dinleyicilerin tek bir bilişsel ağa güvendiği ya da duruma göre seçici olarak işe alınan çözülebilir süreçler olduğu görüşleri bulunmaktadır. Bu konuda üzerinde en çok durulan kısımlardan ikisi ise sözel çalışma belleği ve dikkat temelli performanstır.

İşitme kaybı olan bireylerin gerçek dünya ortamlarında karşılaştıkları bilişsel zorlukları daha iyi yansıtabilme potansiyeline sahip olan dinleme eforunu değerlendirebilmek için çok çeşitli yöntemler ve araçlar kullanılmıştır. Bu tür ölçümler, subjektif değerlendirmeler (ölçekler ve anketler), davranışsal ölçümler (tekli

görev paradigması veya eşzamanlı olarak bir görevin zorluğu değişirken diğer görevdeki performans ölçümlerini) ve fizyolojik ölçümleri (pupillometri, deri iletkenliği, elektroensefalogram (EEG) salınımları ve kortizol seviyeleri) gibi ölçümleri içerir (3). Pupillometri ve EEG, invaziv olmamaları, taşınabilir olmaları ve standart klinik konuşma algısı değerlendirmeleri sırasında kullanılabilme özellikleri nedeniyle dinleme eforunu değerlendirmek için klinik potansiyele sahip ve en çok atıfta bulunulan fizyolojik ölçümlerdir (7, 8).

Dinleme eforu değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin ne tür nöral kaynaklara daha hassas olduğu ve bu ölçüm sonuçlarının birbiriyle ilişkisinin nasıl olduğu hala tam olarak açıklanamamıştır. Dinleme eforu değerlendirme yöntemlerinin eş zamanlı yapılması, katılımcının aynı motivasyon ve nöral kaynak seviyesinde olmasını sağlamak açısından çok önemlidir. Bu çalışmanın amacı, dinleme eforu ölçümünde kullanılan objektif yöntemlerin farklı şekilde bozulmuş konuşma uyaranları kullanarak, dinleme eforu için gerekli hangi nöral kaynaklara daha hassas olduğunun bireysel bilişsel ve işitsel işleme becerileri kontrolünde belirlenmesidir.

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda çalışmanın hipotezleri aşağıda belirtilmiştir:

Hipotez 1:

H₀: İşitsel dikkat ile pupil çapı değişimi arasında herhangi bir ilişki yoktur.

H_a: İşitsel dikkat ile pupil çapı değişimi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Hipotez 2:

H₀: İşitsel dikkat ile EEG alfa bandı genliği değişimi arasında herhangi bir ilişki yoktur.

H_a: İşitsel dikkat ile EEG alfa bandı genliği değişimi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Hipotez 3:

H₀: Sözel çalışma belleği ile pupil çapı değişimi arasında herhangi bir ilişki yoktur.

H_a: Sözel çalışma belleği ile pupil çapı değişimi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Hipotez 4:

H₀: Sözel çalışma belleği ile EEG alfa bandı genliği değişimi arasında herhangi bir ilişki yoktur.

H_a: Sözel çalışma belleği ile EEG alfa bandı genliği değişimi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Hipotez 5:

H₀: Dinleme eforunu belirlemede sözel çalışma belleği sonuçları ile işitsel dikkat sonuçları arasında fark yoktur.

H_a: Dinleme eforunu belirlemede sözel çalışma belleği sonuçları ile işitsel dikkat sonuçları arasında anlamlı fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Dinleme Eforu Nedir?

Normal işiten bireyler için günlük dinleme genellikle zahmetsiz bir süreçtir (9). Gürültülü ortamlarda dinlerken, beyin, belirli bir sesin seçici olarak işlenmesine ve alakasız bilgilerin eş zamanlı olarak filtrelenmesine izin veren gerekli tüm "sahne arkası işlemleri" gerçekleştirir. Bu durum 'seçici kazanç' mekanizması biçimi olarak tanımlanmıştır (10). Buna karşılık, işitme kaybı olan bireyler için (cihazla veya cihazsız) dinlemenin genellikle oldukça zorlayıcı olduğu bildirilmektedir.

İşitme kaybı olan bireyler genellikle günlük dinleme ortamlarında (örneğin kafeterya) konuşmayı anlamak için gereken yüksek konsantrasyon veya efor ile ilişkili yorgunluktan şikâyet ederler. Zorlu akustik ortamlarda dinleme eylemi sırasında meydana gelen efordaki bu artışın, kronik yorgunluk ve stres duygularına yol açtığı düşünülmektedir (11), bu da strese bağlı hastalık izni vakalarının daha sık görülmesine neden olmakta ve mesleki performansı olumsuz etkilemektedir. Artan efor sonrası daha fazla bilişsel kaynağa ihtiyaç duyulacaktır. Bilişsel kaynak ihtiyacının artması, bireyin çoklu görev durumlarında diğer zihinsel işlemleri gerçekleştirme yeteneğini de olumsuz etkileyebilir (12, 13).

Son zamanlarda, odyoloji alanında dinleme eforunun ve dinleme eylemi sonucu oluşan yorgunluğun en iyi nasıl tanımlanacağı ve değerlendirileceği konusunda yapılan çalışmalarda artış olduğu gözlenmiştir. Ancak, bu alandaki araştırmaların henüz emekleme aşamasında olduğu ve dinleme eforunun nasıl kavramsallaştırılacağı ve farklı dinleyiciler tarafından neden ve nasıl deneyimlendiği konusunda önemli anlaşmazlıklar olduğu belirtilmiştir (3).

Dinleme eforunun güvenilir bir ölçümünün, odyoloji alanında çalışanlar için önemli bir değer olduğu ve odyologların standart değerlendirme yöntemlerine ek olarak dinleme eforunu da değerlendirmesi gerektiği belirtilmektedir (6). Dinleme eforu ve yorgunluk ölçümleri, işitme kaybının standart odyometrik testler tarafından belirlenemeyen sonuçları hakkında bilgi vermektedir ve her bir birey için işitme engelinin daha kapsamlı bir değerlendirmesini sağlayabilir.

Dinleme eforu genellikle “konuşmayı anlamak için gereken dikkat ve bilişsel kaynaklar” olarak tanımlansa da literatürde dinleme eforunun kesinleşmiş standart bir tanımı bulunmamaktadır (1, 13-15). Üstelik konuşma algısı, efor gerektiren tek işitsel işleme türü olmayabilir. İşitme engelli bireylerin karmaşık bir işitsel sahnede ses kaynağı lokalizasyonu veya aynı anda farklı ses kaynaklarının oluşumu sonrası yaşadıkları zorluk göz önüne alındığında (16), zorlu koşullarda ek zihinsel çaba sarf etmeleri kaçınılmazdır. Zorlu koşullar olmasa da efor oluşturan durumlar bulunmaktadır. Örneğin, çevresel seslerin yerini belirleme, bir orkestradaki belirli bir enstrümana odaklanma veya konuşmanın algılanması için ekstra bir efora ihtiyaç duyulması gibi (17).

Kelime anlamlarına bakıldığında; dinleme eforu işitsel bir mesajı katılmak ve anlamak için gereken zihinsel çaba olarak tanımlanmaktadır (3). Dinleme ise aşağıda belirtilen bir dizi aşamada, optimal olmayan koşulların bir sonucu olarak zahmetli/eforlu hale gelebilir:

- Tanıdık olmayan veya bozulmuş bir kaynak sinyali, örneğin, aksanlı konuşma
- Ses iletimi sırasında parazit, örneğin, arka plan gürültüsü, yankılanma, işitme cihazı sinyal işleme vb.
- Dinleyici problemleri, örneğin, işitme kaybı, anadili olmayan bir dili dinleme gerekliliği (18)

2.2 Dinleme Eforu ve Yorgunluk

Dinleme eforu konuşmayı anlamak için gereken dikkat ve bilişsel kaynaklar olarak tanımlanırken; yorgunluk ise sözlük anlamıyla, çalışma vb. sebeplerle bireyin ruh ve beden etkinlikleri açısından verimlilik düzeyinin azalması, bitaplık olarak tanımlanır (19). Bu terim uluslararası literatürde *fatigue* olarak kullanılmaktadır (20). Türkçe literatürde hem yorgunluk hem de bitkinlik olarak çevrilebilecek olan bu terimin, odyolojik terminolojide standart bir kullanımı bulunmamaktadır. Bu çalışmada *fatigue* kelimesinin Türkçe karşılığı olarak yorgunluk terimi kullanılmaktadır.

Yorgunluğa sebep olan birçok etmen bulunmaktadır ve farklı duyularda ve organlarda yorgunluk oluşabilir. Bu çalışmada, işitme kaybı olan bireylerde sıklıkla

bildirilen, eforlu dinlemeden kaynaklanan zihinsel yorgunluk üzerine odaklanılmıştır. İşitme kaybı olan bireylerin dinlemeye bağlı yorgunluk şikayetleri, dinleme eforunun nesnel ölçümlerinin belirlenmesi için bir teşvik sağlamaktadır. İşitsel yorgunluk, uzun süreli eforlu dinleme sonucu ortaya çıkar ve birey bu yorgunlukla birlikte dinleme eylemini ya tamamen bırakır ya da dinleme eylemini sürdürmekte zorlanır (3). Gerçek zamanlı dinleme eforu ile bu eforun bir sonucu olarak ortaya çıkan (daha uzun vadeli) yorgunluk arasındaki sezgisel bağlantıya rağmen, işitme araştırmalarında bu bağlantı için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (3, 21, 22).

Dinleme eforu ölçümü sırasında, işitsel uyarının katılımcıya göre oldukça zor olması ya da testin süresinin uzun tutulması yorgunluk oluşturabilir ve dinleme eforunu değil de yorgunluğu ölçmemize sebep olabilir (23). Bu yüzden dinleme eforu test tasarımı sırasında özellikle bu gibi parametreler özenle hazırlanmalı ve ön çalışma yapılarak yorgunluğun oluşup oluşmadığı değerlendirilmelidir.

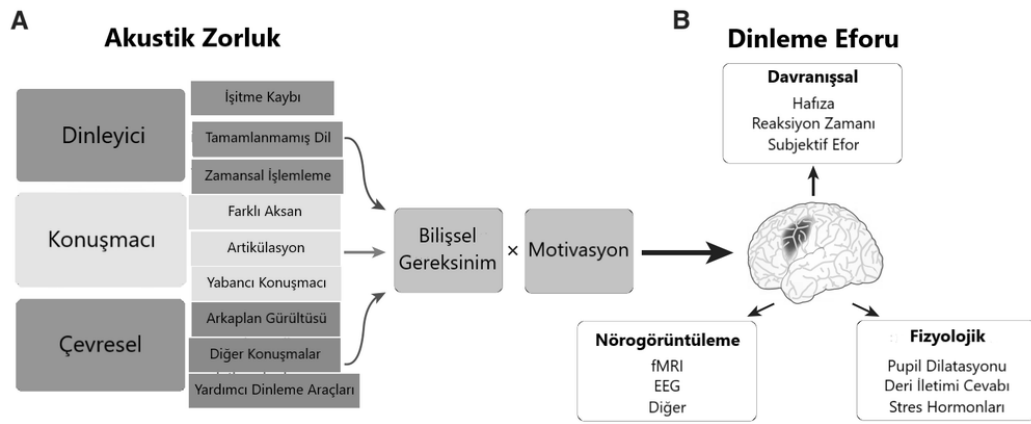
2.3 Dinleme Eforunun İnternal ve Eksternal Bileşenleri

Günlük dinleme, sıklıkla işitsel sinyali bozan akustik zorluklar ile gerçekleşir (18). Akustik zorluğun eksternal kaynakları olarak arka plan gürültüsü, çevredeki diğer konuşmalar veya yabancı aksanlı konuşmacılar sayılabilir. Eksternal işitsel sinyal tamamen net olduğunda bile işitme bozukluğu, dinleyicinin algı sistemine ulaşan bilgilerin doğruluğunu azaltır. Bu nedenle, eksternal ve internal bileşenler, dinleyicilerin akustik düzeyde anlamalarına meydan okumak için birleşir (24).

Daha önce yapılmış olan çalışmalar, dinleme eforunun bilişsel yönlerinin, konuşmayı anlamının hem teorik hem de pratik yönleriyle ilgili olarak gerçek, ölçülebilir ve bilgilendirici olduğunu göstermektedir (25-27). Çeşitli akustik zorluk türleri, konuşma sinyalinin farklı yönlerini etkiler. Örneğin, *noise vocoded speech*'te (28) bilgi tamdır ancak spektral olarak incelendiğinde bilgide azalma olduğu görülürken arka plan gürültüsünün varlığında bazı akustik bilgiler maskelenir. Spesifik akustik bozulma türünün dinleyicilerin kullandığı bilişsel süreçleri etkilediği muhtemeldir (29).

Dinleyicilerin konuşmayı anlamayı başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmesi için hızlı gelen konuşma uyarısında bulunan kelimeleri ve fonemleri önceden depolanmış

temsilleriyle eşleştirmiş olmaları gerekir. Konuşma akustik olarak bozulduğunda sesleri doğru tanımlama süreci daha da zorlaşır: dinleyiciye daha az bilgi verilir, bu da konuşma ipuçlarının kalitesini düşürür ve dolayısıyla hata olasılığını artırır. Şekil 1'de herhangi bir uyararla ilişkili akustik zorluğun, dinleyicinin yeteneğine, dış sinyalin netliğine ve akustik ortama bağlı olduğu gösterilmiştir (18, 30).



Şekil 2.1. Akustik Zorluk ve Dinleme Eforu.

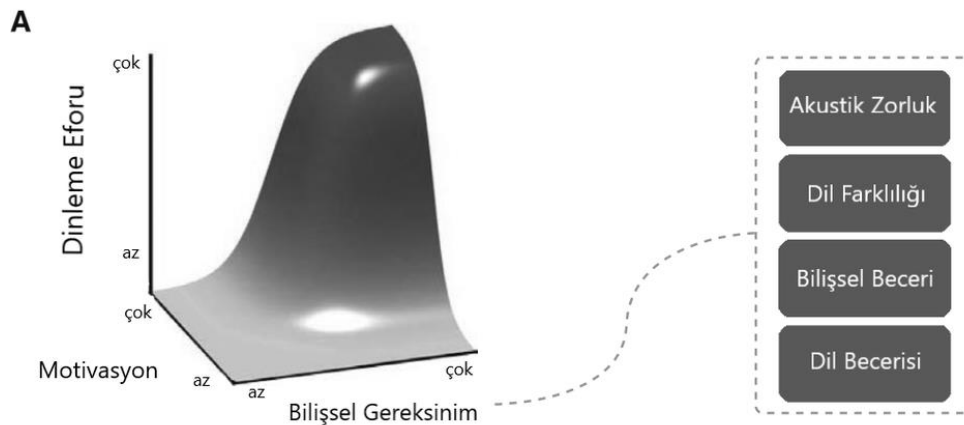
Belirli bir dinleyicinin yaşadığı genel akustik zorluğun, dinleyicinin işitme yeteneği ile eksternal akustik bileşenlerin (konuşma kalitesi ve arka plan gürültüsü dahil) birleşimi olduğu görülmektedir (Şekil 2.1-A). Akustik zorluk, dinleme eforu açısından önemli olan (motivasyon tarafından yönlendirilen) bilişsel gereksinimi artırır. Konuşma, dinleyicinin beklentisiyle tam olarak uyuşmadığında, sıklıkla ek nöral işleme gerek duyar. Şekil 2.1 B bölümünde ise dinleme eforundaki artışın, nörogörüntüleme teknikleri yoluyla gözlemlenebilir, beyin dışındaki fizyolojik tepkilere yansımış ve sıklıkla davranışsal olarak ölçülebilir farklılıklara neden olduğu gösterilmiştir.

Bilişsel gereksinimler; akustik sinyale yönelik zorluklar (Şekil 2.1'de gösterildiği gibi) ve diğer gereksinimler (işleme gibi) dahil olmak üzere, belirli bir dinleme durumuyla ilişkili çeşitli zorlukları yansıtır (25). Artmış akustik zorluk, dinleyicinin motivasyonu tarafından modüle edilen daha fazla bilişsel gereksinim ile

sonuçlanır ve bu da artan dinleme eforuna yol açar. Dinleyiciler, net bir sinyale kıyasla akustik olarak bozulmuş bir konuşma sinyalinden başarılı bir şekilde anlam çıkarmak için bilişsel sistemlere daha fazla güvenmeye zorlanırlar (3). Bilişsel gereksinimin aksine, dinleme eforu, bir dinleyici tarafından bilişsel talepleri karşılamak için fiilen kullanılan kaynakları veya enerjiyi ifade eder (2).

Pichora-Fuller'ın başlıca yazar olduğu 2016 tarihli konsensusta dinleme eforu, işitsel bir görevi yerine getirirken hedef arayışındaki engellerin üstesinden gelmek için zihinsel kaynakların kasıtlı olarak tahsis edilmesi olarak tanımlanmıştır ve dinleme eforu ile ilgili bilişsel gereksinim ve talebin de motivasyon, yorgunluk ve psikosozyal durumlardan da etkilendiğinin unutulmaması gerektiği vurgulanmıştır (2).

Son dönemde yapılan çalışmalar, dinleyicilerin bozulmuş konuşmayı işlerken bilişsel işlemlenin arttığına işaret etmektedir. Bilişsel işlemedeki bu değişiklikler, fMRI ve EEG ile gösterilmekte (31, 32), pupil dilatasyonunda değişikliklere yol açmakta (33-35) ve dinleyicilerin davranışlarına yansımaktadır (22, 36, 37).



Şekil 2.2. Dinleme Eforu-Motivasyon-Bilişsel Gereksinim İlişkisi.

Dinleme eforu arttıkça; bilişsel gereksinim de artmaktadır. Şekil 2.2’de, yalnızca bilişsel gereksinimin değil, aynı zamanda dinleyicinin anlama motivasyonunun da dinleme eforundaki önemini vurgulayan bir grafik gösterilmektedir. Diğer bir anlatımla, bir dinleyicinin duyduklarını anlamak için çok az motivasyonu varsa, artan bilişsel gereksinim eforda çok az değişiklikle

sonuçlanabilir veya hiçbir değişlikle sonuçlanmayabilir (3, 6). Bilişsel gereksinimin, akustik zorlukla oldukça ilişkili olduğu ama aynı zamanda dil farklılığı, bilişsel beceri ve dil becerisi gibi faktörlerden de etkilendiği belirtilmiştir (38).

Düşük akustik zorluk seviyelerinde, konuşmayı anlama büyük ölçüde otomatik gerçekleşmektedir; bu durumda anlama doğruluğu genellikle yüksektir. Akustik zorluk arttıkça, konuşmayı anlamak için daha fazla bilişsel işleme ihtiyaç duyulur (39). Orta düzeyde akustik zorluk içeren birçok durumda, davranışsal performans yüksektir; yani konuşma, sinyalde bir miktar bozulmaya rağmen, ek bir efor ile doğru bir şekilde anlaşılabilir. Bununla birlikte, daha şiddetli akustik zorluk seviyelerinde, artan efora rağmen performans düşebilir (40). Bu durum iletişimi engellemez, ancak anlamayı zorlaştırabilir. Örneğin, gürültülü bir restoranda bir konuşmanın her kelimesini yakalayamayabiliriz, ancak genel olarak konuşmayı takip edip katılmaya yetecek kadar anlarız. Son derece yüksek akustik zorluk seviyelerinde, dinleyiciler anlamada başarılı olamayacaklarını düşünürlerse dinleme eforu azalabilir (2, 41).

Bilişsel yetenekteki bireysel farklılıkları dikkate almak da önemlidir. Örneğin, sözel çalışma belleği söz konusu olduğunda, dinleyiciye çalışma belleği testi yaparak yeteneğini ölçebilir ve bazı dinleyicilerin diğer dinleyicilerden daha fazla ögeyi doğru şekilde hatırlayabildiğini görebiliriz. Bununla birlikte, bozulmuş konuşmayı anlamada birden fazla bilişsel sürecin dahil olduğu durumlar olduğu göz önüne alındığında, tek bir bilişsel sürece odaklanmak yerine birçok süreç hakkında düşünmenin daha faydalı olduğu belirtilmiştir (42). Akustik zorluk arttıkça, düşük bilişsel yeteneğe sahip dinleyiciler yüksek bilişsel yeteneğe sahip dinleyicilere göre, daha fazla efor sarf etmektedir.

2.4 Bozulmuş Konuşmayı Anlamada Devreye Giren Bilişsel Süreçler

Akustik olarak bozulmuş konuşmayı anlamada bilişsel kaynakların rolünü inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte, devreye giren belirli bilişsel süreçler hakkında daha az şey bilinmektedir (6). Konuşma akustik olarak zor olduğunda dinleyicilerin tek bir bilişsel ağa güvendiği ya da duruma göre seçici olarak başka bilişsel ağları kullandığına dair görüşler bulunmaktadır (42, 43). Bu konuda

üzerinde en çok durulan kısımlardan ikisi ise sözel çalışma belleği ve dikkat temelli performanstır (42-44).

2.4.1 Sözel Çalışma Belleği

Akustik olarak bozulmuş konuşmayı anlamada bireyler sözel çalışma belleğine daha çok ihtiyaç duymaktadır (45-48). Bu bağlamda, birbiriyle ilişkili iki bellek türü arasında ayırım yapmak değerlidir. Kısa süreli bellek tipik olarak bilgiyi akılda tutma yeteneğini ifade eder (örneğin, bir telefon numarasını yazacak kadar uzun süre hatırlamak), çalışma belleği ise bilginin hem korunmasını hem de işlenmesini içerir (örneğin, bir telefon numarasının rakamlarını artan sırada söylemek) (49). Bu iki yapı, farklı çalışmalarda değişen derecelerde vurgulanmaktadır. Sözel çalışma belleği terimi her ikisini de kapsamaktadır.

Sözel çalışma belleğinin bozulmuş bir konuşmayı anlama işlemleri sırasında önemli bir rolü bulunmaktadır (43). Gelen bir sinyal anlaşılıyorsa, diğer bilişsel süreçlerin devreye girmesi için gelen bilginin daha uzun süre korunması gerekir. Örneğin, bir cümledeki ilk kelime akustik olarak net değilse, ardından gelen cümlenin diğer kelimeleri tarafından sağlanan semantik ya da sentaktik bağlam, dinleyicilerin yine de ilk kelimeyi doğru bir şekilde tanımlamasına izin verebilir (50). Ancak bu durumun sadece orijinal ögenin izi tutulmuşsa (zarf bilgisi) gerçekleşebileceği belirtilmiştir. Orijinal ögenin izinin tutulmasında da sözel çalışma belleği temel bilişsel gereksinimlerden (43).

Sözel çalışma belleği sıklıkla katılımcıların bir dizi cümleyi okudukları ve daha sonra belirtilen ana listedeki son kelimeleri tekrar etmeleri istenen bir test bataryası ile değerlendirilmektedir (51). Bu değerlendirmenin amacı aynı olmak şartıyla birçok farklı uygulaması bulunmaktadır (52). Sözel çalışma belleği testlerinde katılımcıların aynı anda yeni bilgileri (örneğin o anki cümle okunmakta iken) işlerken sözlü bilgileri (örneğin cümledeki son kelimelerin listesi) akıllarında tutmaları gerektirir. Bu şekilde ölçülen sözel çalışma belleği puanlarının hem normal işiten hem de işitme engelli dinleyicilerin akustik olarak bozulmuş konuşmayı işleme yetenekleriyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (53-55). Bozulmuş konuşmanın işlenmesi sırasında daha önce ya da

sonra duyulan sözcüklerden faydalandığını gösteren çalışmalar da bu tezi doğrular niteliktedir (56, 57).

Tek bir bilişsel yapı olarak sıklıkla tartışılrsa da, sözel çalışma belleği, nöral ağlar aracılığıyla desteklenen birden çok bileşene sahiptir (58). Literatürde sözel çalışma belleğini destekleyen çoklu süreçler göz önüne alındığında, sözel çalışma belleğinin belirli yönlerinin bozulmuş konuşmanın işlenmesiyle daha yakından ilişkilendirmeye izin verebilecek davranışsal veya nörolojik imgelerin olup olmadığını belirlemenin önemli olduğu vurgulanmıştır (59, 60). Obleser ve ark. (2012) sözel çalışma belleği testi ile bozulmuş konuşmayı anlama sırasında artan bellek yükünün etkilerini karşılaştırmak için manyetoensefalografiyi kullanmıştır ve alfa bandındaki gücün (8-12 Hz) her iki görev sırasında da görevin zorluğu ile orantılı arttığını ifade etmiştir (61). Zorluk seviyesinin en yüksek olduğu bozulmuş konuşma uyarısında ve bellek testindeki alfa bandı genliği artışı, her iki testten ayrı ayrı olarak tahmin edilen değerinden daha büyüktür. Bu bulgu hem bozulmuş konuşma hem de çalışma belleği görevlerinin paylaşılan, sınırlı kapasiteli bir sözel çalışma belleği kaynağına dayandığı hipotezi ile tutarlıdır (9).

2.4.2 İşitsel Dikkat ve Performans

İşitsel performans, dikkat ve bellek eşliğinde görsel, duygusal ve çeşitli diğer etmenlerin etkileşimi ile belirlenir (62). Dikkat ve bellek, işitme güçlüğünün değerlendirilmesi ve rehabilitasyonu için özellikle önemli oldukları için daha çok ilgi görmüştür (63, 64). Dikkatin etkisi tipik olarak, dikkati hedef uyarılara veya hedef uyarıların uyarı özelliklerine yönlendirmenin ve bunlardan uzaklaştırmanın, ses algısının psikofiziksel veya fizyolojik ölçümlerini nasıl değiştirdiğini inceleyerek gösterilmiştir (65).

İşitsel dikkat, dinleyicinin ilgi uyandıran uyarana seçici olarak odaklanmasını ve çeldirici olan diğer uyarıları görmezden gelmesini sağlayan bilişsel bir süreçtir, böylece dinleyici takip edeceği uyarı bilinçli olarak seçer ve diğerlerine odaklanmaz (66). İşitsel dikkat sayesinde akustik ortamdaki ilgi çekici seslere hızlı ve hassas bir şekilde yönlenebiliriz.

İşitsel dikkat, yukarıdan aşağıya (gönüllü veya göreve bağlı) veya aşağıdan yukarıya (akustik belirginlik) doğru olabilir (67). Algısal ve eylemsel olarak yukarıdan aşağıya dikkat; gelişmiş bilgi işlemeye, davranışsal duyarlılığa ve hızlı yanıt verebilme yeteneğine yol açar. Yukarıdan aşağıya dikkat, birden fazla ve rekabet halindeki uyaranlardan dolayı oluşan dikkat dağınıklığı varlığında hedefe yönelik davranışı sürdürmek için kortikal işlem kaynaklarını en uygun duyusal bilgi üzerinde odaklayan bir seçim sürecidir ve birden çok düzeyde işleyen birkaç farklı davranışsal ve sinirsel süreci içerir (16). Aşağıdan yukarıya doğru dikkat ise, akustik sahnenin anlamlandırılmasında ve gelen sinyallerin seçici olarak kontrol edilmesinde önemli bir rol oynar (65).

Nöroanatomik temelli dikkat modelleri bağlamında, dorsal anterior singulat ve bilateral anterior insula/frontal operkulumdan oluşan singulo-operküler ağın yukarıdan aşağı dikkat kontrolünde önemli bir rol oynadığı öne sürülmüştür (68, 69). Singulo-operküler ağ, akustik olarak zorlu dinleme sırasında veya katılımcıların performansı tam olarak yeterli olmadığında devreye girer. Singulo-operküler ağdaki aktivite, katılımcıların performanslarını değerlendirmeleri gereken çok çeşitli görevler sırasında gözlemlenmiştir ve bu aktivitenin, dikkat temelli performans izlemede önemli bir parametre olduğu belirtilmiştir (70). Konuşmayı anlama bağlamında, singulo-operküler ağın performans izleme rolü, doğru kelime tekrarına kıyasla yanlış kelime tekrarı için artan aktivite ile de tutarlıdır (71).

2.5 Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi

İşitme kaybı olan bireylerin gerçek dünya ortamlarında karşılaştıkları bilişsel zorlukları daha iyi yansıtılabilir potansiyeline sahip olan dinleme eforunu değerlendirebilmek için çok çeşitli yöntemler ve araçlar kullanılmıştır (4). Bu tür ölçümler, anket/sormaca yöntemleri (ölçekler ve anketler), davranışsal ölçümler (tekli görev paradigması veya eşzamanlı olarak bir görevin zorluğu değişirken diğer görevdeki performans ölçümleri) ve fizyolojik ölçümler (pupillometri, deri iletkenliği, elektroensefalogram (EEG) salınımları ve kortizol seviyeleri) gibi ölçümleri içerir (3). Pupillometri ve EEG, invaziv olmamaları, taşınabilir olmaları ve standart klinik konuşma algısı değerlendirmeleri sırasında kullanılabilir özellikleri nedeniyle

dinleme eforunu değerlendirmek için klinik potansiyele sahip ve en çok atıfta bulunulan fizyolojik ölçümlerdir (7).

2.5.1 Subjektif Değerlendirmeler

Ölçekler ve anketler basit ve uygun maliyetlidir ve birçok çalışma, öznel derecelendirmelerin dinleme eforundaki değişikliklere duyarlı olduğunu göstermiştir (72). En yaygın olarak kullanılan yöntemler, kategorilere ayrılmış kapalı uçlu sorular olan anketler ve görsel analog skalalardır.

Ölçeklere örnek olarak kapalı uçlu sorular ile oluşturulmuş ve ülkemizde de dinleme eforu değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan konuşma, uzaysal algı ve işitme kalitesi (KUIK) ölçeği bulunmaktadır (73). Dinleme eforuna özel hazırlanmamış bu ölçek ile konuşma kalitesi, uzaysal algı ve işitme kalitesi de değerlendirilmektedir. Sadece dinleme eforu için oluşturulan ölçekler dünya genelinde giderek yaygınlaşmaktadır fakat ülkemizde henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Görsel analog skala (GAS), basitçe 100 mm. uzunluğunda yatay ekseninde oluşturulmuş düz bir çizgiden ibarettir (74). Katılımcıdan görev ya da günlük hayattaki dinlemeler sırasında yaşadığı eforu skala üzerinde işaretlemesi istenmektedir. GAS'lar, dinleme çabasının değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Alhanbali ve arkadaşları tarafından iki farklı GAS ölçeği tanımlanmıştır: Dinleme Eforu Değerlendirme Ölçeği (EAS) ve Yorgunluk Değerlendirme Ölçeği (FAS) (23). EAS, günlük durumlarda dinlemeyi inceler ve yanıtları 0 (fazla efor) ile 10 (efor yok) arasındadır. FAS, kişinin tipik bir günde ne kadar eforlu hissettiğini inceler (her zaman dinleme durumlarıyla ilgili değildir) ve kapalı uçlu 10 sorudan oluşur (1: asla ile 5: her zaman). Yazarlar, EAS ve FAS'ın iki farklı boyutu değerlendirdiğini göstermiş, ancak işitme engelli katılımcılar, normal işitmeye sahip katılımcılara kıyasla hem EAS hem de FAS anketlerinde daha yüksek puanlar elde etmiştir. Bu çalışma, öz-bildirim anketlerinin dinleme çabasını ve yorgunluğunu araştırmak için hızlı ve basit araçlar olduğunu, ancak FAS ve EAS arasındaki zayıf korelasyon nedeniyle yorgunluğun kişinin bildirdiği anketten güvenilir bir şekilde tahmin edilemeyeceğini vurgulamaktadır (57).

Bu ölçekler ve skalalar oldukça öznel ve bir bireydeki değişimi değerlendirirken daha anlamlı olmaktadır, ancak bir grup birey değerlendirilirken öznellikten ötürü dikkatle ele alınmalıdır (4).

2.5.2 Davranışsal Ölçümler

Davranışsal ölçümler; çalışma belleği, işitsel dikkat ve reaksiyon zamanı gibi bilişsel becerilerin katılımına dayanır. Bilişsel gereksinimleri değerlendirmek için en yaygın olarak kullanılan test, ikili görev paradigmasına dayanmaktadır (36). Bu paradigma, eşzamanlı rekabet eden süreçlerin yürütülmesi sırasında ihtiyaç duyulan tek bir sınırlı bilişsel kaynağın bulunduğu bahsedilen teorilerden türetilmiştir (36). Bu bilgi ile uyumlu olarak, bir denek aynı anda iki görevi yerine getirdiğinde ve birincil görev için bilişsel talep arttığında, ikincil görev için bilişsel kaynaklar azalmaktadır. İkincil görevin performans değerlendirmesi, birincil görevde yer alan efor miktarını yansıtır (5).

İşitme kayıplı katılımcılarda, işitme cihazı ya da koklear implantın dinleme eforunu ne kadar azalttığını belirlemek ya da normal işitenlere göre ne kadar fazla efor harcadığını belirlemek için ikili görev paradigması sıklıkla kullanılmaktadır (13-15, 24,27,29). Bu yöntem aynı zamanda, okul çağındaki çocuklar veya daha büyük yetişkinler de dahil olmak üzere tüm yaş gruplarını ve farklı dinleme durumlarını (arka plan gürültüsü, reverberasyon vb.) değerlendirmek için kullanılmıştır. İkili görev paradigmasının avantajı günlük hayattaki çoklu görevin gerekli olduğu bazı dinleme durumlarını taklit edebilme özelliğidir (14, 36, 75-77).

Tekli görev paradigmasında ise, katılımcıya dinleme ile ilgili tek bir görev verilmektedir (Ör: cümle tekrar etme). Genellikle uyarının bitişi ile katılımcının göreve başlaması arasında geçen süre hesaplanmaktadır ve süre arttıkça eforun da arttığı varsayılmaktadır (78). Tekli görev paradigmasında da sonuçların gürültü miktarı ile diğer ölçümlere göre daha anlamlı ilişki göstermesi, dinleme eforundan ziyade gürültü etkisinin ölçüldüğü tartışmalarına sebep olmuştur (43).

Davranışsal ölçümlerde, konuşmayı anlama becerisi çok önemli bir rol oynadığı için, gönderilecek uyarının sinyal gürültü oranının (SGO) kişiye özel belirlenmesi çok önemlidir. Kişiselleşmiş SGO kullanılmadığı zaman, efordan çok

konuşmayı anlama becerisi etkin olacaktır (4). Kişiselleştirilmiş SGO, çalışmaya katılan her birey için ayrı olarak belirlenmektedir. Elde edilen bu değer baz alınarak davranışsal ölçüm için kullanılacak konuşma uyarısının SGO'su belirlenmektedir (75).

2.5.3 Fizyolojik Ölçümler

Dinleme eforunun fizyolojik ölçümleri, merkezi sinir sistemindeki veya otonom sinir sistemindeki değişikliklere dayanır. Merkezi sinir sistemindeki değişiklikler EEG, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve olayla ilgili potansiyeller (OİP) ile değerlendirilebilirken, otonom sinir sistemindeki değişiklikler pupillometri, deri iletkenliği ve kardiyak veya hormonal cevaplar ile değerlendirilebilir. Literatürde dinleme eforunu değerlendiren ölçüm yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalar incelendiğinde fizyolojik ölçümlerin bu konuda en güvenilir yöntemler olduğu ortak görüşüne rastlanmaktadır (5, 12, 79). Sonuç olarak, klinik araştırmalarda fizyolojik ölçümlerin kullanımı diğer yöntemlere göre büyük ölçüde artmaktadır.

EEG ölçümleri, bir dinleme görevi ile oluşan zihinsel işleme (beyindeki sinirsel salınımlar) hakkında bilgi sağlar. Dinleme eforu değerlendirmesinde frontal teta (4-8 Hz) ve parietal alfa (8-12 Hz) salınımları en çok değerlendirilen EEG aktiviteleridir (80).

Frontal aktivite esas olarak konuşma dışı işleme (Ör: perde ayırt etme) ile bağlantılıdır (46). Alfa aktivitesi hem konuşma hem de konuşma dışı görevlerde aktif dinleme ya da pasif dinleme ile ilişkilidir. Dinleme eforunun değerlendirilmesi, kullanılan dinleme materyaline bağlı olarak bu parametre için literatürde çelişkili sonuçlar göstermektedir. Örneğin, daha zorlu durumlarda artan alfa aktivitesi Obleser ve Weisz, Miles, ve Dimitrijevic tarafından gözlemlenirken, benzer koşullarda Marsella ve Seifi Ala'nın çalışmalarında alfa aktivitesi azalmış olarak bulunmuştur (80-84).

Dinleme eforunu değerlendirmede kullanılan bir diğer ölçüm türü de OİP'dir. Bazı çalışmalar, bir dinleme görevi sırasında OİP'lerin kaydedilmesinin, davranışsal ölçümlerle ilişkilendirilebilecek nesnel ve basit bir fizyolojik test oluşturabileceğini

bildirmiştir (85, 86). Dinleme eforu özellikle, OİP'lerin genliği ve latansındaki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. OİP'lerdeki değişikliklerin derecesi, katılımcı özelliklerine ve dinleme zorluğunun düzeyine bağlıdır (86).

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), insan beyin fonksiyonunu ve uzamsal bilgiyi ölçmek için kullanılan en yaygın yöntemdir (3). Çeşitli çalışmalarda, zorlu dinleme koşullarında dinleme eforunu değerlendirmek için fMRI kullanılmıştır. Bu çalışmalarda, katılımcıların normal olana kıyasla bozulmuş bir işitsel girdi duyduğunda farklı beyin bölgelerinin aktive olduğu belirtilmiştir (31). Örneğin, Davis ve Johnsrude, farklı zorlu dinleme koşullarında sol temporal korteks, frontal korteks ve premotor kortekste beyin aktivasyonunun arttığını göstermiştir (87). Ancak, işitme kaybı olan kişilerde fMRI kullanımının çeşitli sınırlamaları vardır. fMRI, testin işitsel uyarılarının işitilebilirliğini etkileyebilecek ve işitsel kortekste işitsel aktivasyona duyarlılığın azalmasına yol açabilecek önemli bir arka plan gürültüsü içerir. Ayrıca, fMRI, koklear implant (Kİ) kullanıcılarına uygulanamamaktadır; çünkü Kİ, manyetik rezonans tarayıcı tarafından üretilen yüksek manyetik alanlarla uyumlu değildir (88).

Son yıllarda dinleme eforunu değerlendirmede en sık kullanılan fizyolojik ölçüm pupillometridir (6). Pupilometri, zorlu bir bilişsel göreve bağlı olarak pupil dilatasyonundaki değişiklikleri ölçer. Pupil çapı değişiklikleri, bir uyarının işlenmesi sırasında otonom sinir sisteminin bilişsel kaynaklara etkisini yansıtır. Çeşitli uyarın türleri, işitsel uyarılar da dahil olmak üzere pupil boyutunda değişikliklere neden olabilir. Görev, büyük bir zihinsel kaynak tahsisi (dinleme eforu) gerektirdiğinde, pupil çapı tipik olarak artar (33).

Pupilometri, olayın zaman içinde sürekli değerlendirilmesini sağlayan ve aynı zamanda yorgunluğun ortaya çıkışını da yansıtan bir zaman serisi ölçümü olduğu için benzersiz ve ideal bir metodolojidir (33). Aslında, pupil genişlemesi doğrusal olmayan bir tepkidir, görevin zorluğu mevcut bilişsel kaynaktan daha yüksek olduğunda, bilişsel bağlılık yeterli olmaz ve yorgunluk ortaya çıkar. Pupilometri, gözbebeği boyutundaki artışı ölçerek dinleme eforunun derecesini tespit eder. Eğer başlangıç durumuna göre pupil çapında bir azalma varsa bu yorgunluk ya da motivasyon kaybı ile ilişkili olabilir (34).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Anabilim Dalında yapılmıştır. Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın içeriği anlatılmış ve onayları alınmıştır. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihinde GO 20/888 kayıt numarasıyla onaylanmıştır.

3.1 Bireyler

Çalışmaya katılan bireylerin demografik bilgileri ve hikayeleri ayrıntılı şekilde alınmıştır. Çalışmaya normal işitmeye sahip 19-34 yaş arası 49 birey katılmıştır.

3.1.1 Çalışmaya Dahil Olma Kriterleri

- Normal işitmeye sahip olmak
- Çalışmadan en az 48 saat öncesine kadar alkol almamış olmak
- Tanılı otolojik, nörolojik, mental, psikiyatrik veya herhangi bir patolojiye sahip olmamak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

3.1.2 Dışlama kriterleri

- Göz bebeği ve görme ile ilgili (gözlük kullanma dışında) bir hastalığa ya da probleme sahip olmak
- Gözbebeği genliğini etkileyecek ilaç kullanımı, sigara veya kahve tüketimi
- İşitsel yollara ve işitmeye ait bir hastalık öyküsünün bulunması

Çalışma sırasında 7 bireyin EEG kayıtları artefaktlı olduğu için, 3 bireyin pupillometre sonuçları artefaktlı olduğu için ve 6 birey ise ikinci aşamaya katılmadığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Kalan 33 katılımcının 17'si kadınlardan oluşmaktadır. Çalışmaya katılmadan önce tüm katılımcılara tarama odyometresi yapılarak saf ses işitme eşiklerinin normal sınırlarda olup olmadığı kontrol edilmiştir.

3.2 Kullanılan Testler ve Yöntem

Çalışma iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada katılımcılara, bozulmuş konuşma uyararı ile (*noise vocoded speech*) zorlu dinleme ve tekrar etme görevi sırasında eşzamanlı pupillometri, EEG ve reaksiyon zamanı ölçümleri yapılmıştır. İkinci aşamada ise ilk aşama ile günün aynı saatinde ve aynı yorgunluk seviyesinde olmak kaydıyla; İşitsel Sözel Öğrenme Testi, Türkçe Matris Testi ve Dinlemede Dikkat Testi uygulanmıştır.

İlk aşama Ankara Üniversitesi Dil Tarih ve Coğrafya Fakültesi Dilbilim Bölümü Laboratuvarında (diLAB, <http://dilab.ankara.edu.tr>) gerçekleştirilmiştir. Pupillometre ve EEG objektif ölçümleri için laboratuvar düzenlenmiş ve testlere uygun hale getirilmiştir. EEG sırasında şebeke elektrik sistemi ya da diğer elektriksel artefaktların önlenmesi için düzenlemeler yapılmıştır. Pupillometre ölçümü için aydınlık derecesi ölçülmüş ve tüm deney boyunca sabit kalması sağlanmıştır. Laboratuvar iki farklı odadan oluşmaktadır. İlk odada tüm uyararı ve kayıt bilgisayarları, ikinci odada ise katılımcı ve kayıt sistemleri bulunmaktadır. İkinci odanın deney sırasında kontrol edilmesi için ilk odada ikinci odayı gösteren ve kontrol edilmesine olanak sağlayan bir kamera sistemi bulunmaktadır.

Eforlu dinleme sırasında eş zamanlı EEG ve pupillometre kaydı için 4 farklı bilgisayar kullanılmıştır (Şekil 3.1). Konuşma uyararının gönderildiği bilgisayar *Linux* tabanlı *Debian* işletim sistemine sahip bir bilgisayardır. Uyarılar MATLAB üzerinde oluşturulduktan sonra bu bilgisayarda *OCTAVE* programı kullanılarak insert kulaklıklar vasıtasıyla katılımcılara uygulanmıştır. Aynı zamanda EEG kayıt ve pupillometre kayıt bilgisayarlarındaki kayıtlar her deney sonrası uyararı bilgisayarına aktarılmıştır ve veriler bu bilgisayarda saklanmıştır.



Şekil 3.1. Test Odası ve Kullanılan Bilgisayarlar.

EEG kayıt bilgisayarı Windows XP işletim sistemine sahiptir. Bu bilgisayar üzerinde EEG kayıtları için Neuroscan 4.2 programı kullanılmıştır. EEG kaydına her cümle başladığı sırada uyarıcı bilgisayarı aracılığıyla bir tetik gönderilmiştir ve bu süre uyarıcı başlangıcı olarak EEG kaydına işlenmiştir.

Pupillometre kayıt sistemi ise *EyelinK 1000 Plus* göz izleme cihazı ve bilgisayarından oluşmaktadır. Pupillometre kaydı, cihaz kalibrasyonu ve veri depolanması bu bilgisayar üzerinde gerçekleşmektedir. Uyarıcı başlayınca uyarıcı bilgisayarı bir mesaj pupillometre kayıt bilgisayarına iletilmekte ve pupillometre kaydı başlamaktadır. Uyarıcı bilgisayarı ile pupillometre kayıt bilgisayarı arasında ethernet bağlantısı ile iletişim sağlanmaktadır.

Apple iPhone 4s cihazı ve mikrofon ile katılımcı odasının tüm deney boyunca ses kaydı sağlanmıştır. Bu kayıtlar hem tekrarların doğruluğunu daha sonra hesaplamak ve uyarıcı bittikten ne kadar süre sonra tekrara başladıklarını belirlemek (reaksiyon zamanı) için kullanılmıştır.

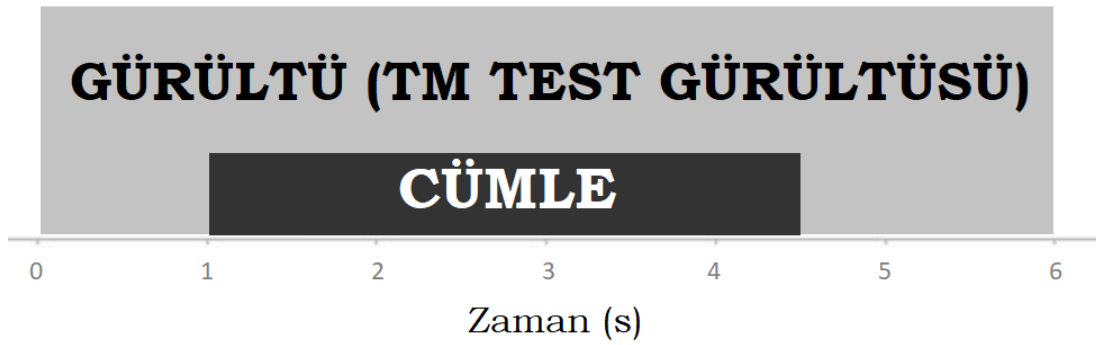
İkinci aşama Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İşitsel sözel öğrenme testi yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Türkçe Matris ve Dinlemede Dikkat Testi ise bir bilgisayar ve kulaküstü bir kulaklık vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu testler sırasında katılımcılar sessiz odada bulunmuştur.

Çalışmanın ilk aşaması katılımcı başına ortalama 2 saat; ikinci aşaması ise ortalama 1,5 saat sürmüştür. Ayrıca laboratuvara test sırasında katılımcıyı izleyebilmek için bir kamera sistemi yerleştirilmiştir (Şekil 3.1).

3.2.1 İlk Aşama İçin Oluşturulan Konuşma Uyaranı ve Özellikleri

İlk aşama ölçümler için Türkçe Matris (TM) cümleleri kullanılmıştır. Tüm cümlelerden seçilerek rastgele oluşturulan 60 cümle belirlenmiş ve tüm cümlelerin süresi 3,5 s olacak şekilde eşitlenmiştir. Eşitleme işleminden sonra bu cümlelerin *noise-vocoded speech* olacak şekilde düzenlenmesi aşamasına geçilmiştir. Cümleler ve arka plan gürültüsü (TM test gürültüsü - *multi-talker babble*), toplam frekans aralığının logaritmik olarak aralıklı 6 veya 16 kanallara bölündüğü özel *MATLAB* komut dosyaları kullanılarak işlemlendirilmiştir. Daha sonra her kanaldan zarf bilgisinin amplitüdü Hilbert dönüşümünden mutlak değer alınarak çıkarılmıştır. Çıkarılan zarf bilgisi, aynı frekans bandındaki dar bant gürültü ile gürültüyü modüle etmek için kullanılmıştır. Her bir gürültü bandı daha sonra gürültüyle kodlanmış cümleleri ve arka plan gürültüsünü üretmek için yeniden birleştirilmiştir. *Noise-vocoded speech* üretimi sonrası sonra *MATLAB*'da cümlelerin ve arka plan gürültüsünün karekök ortalamaları eşitlenmiştir.

Uyaran oluşturulurken eforlu dinleme sırasında pupil değişimi ya da EEG alfa bandı değişimi hesaplanması için ölçü olması amacıyla cümle başlamadan önceki bir saniyeye ve cümle bittikten sonraki 1,5 saniyeye sadece gürültü eklenmiştir ve toplam 6 saniyelik bir uyaran oluşturularak (Şekil 3.2) ve bu çalışmada kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Çalışma için oluşturulan konuşma uyararı.

Oluşturulan konuşma uyararı; katılımcıların daha önceden TM uygulanarak hesaplanmış olduğu bireysel SGO'larının %50'si ve %80'inde, 6 ve 16 kanal *noise-vocoded speech* olacak şekilde 4 farklı zorluk seviyesinde sunulmuştur (%80 SGO'da 16 kanal uyararı için "8016", %80 SGO'da 6 kanal uyararı için "806", %50 SGO'da 6 kanal uyararı için "5016" ve %50 SGO'da 6 kanal uyararı için "506" isimlendirmeleri kullanılmıştır).

Katılımcıların hepsine 4 farklı zorluk seviyesinde ve her bir seviyede 60 cümle olmak üzere toplam 240 cümle sunulmuştur. 6s'lik uyarıdan sonra 3s beklenmiş ve daha sonra diğer cümle sunulmuştur. Yorgunluğu önlemek amacıyla her bir zorluk seviyesi oturumu sonrası 5 dakika mola verilmiştir. Bu konuşma tekrarı görevi boyunca simultane EEG ve pupillometri kayıtları alınmaya devam etmiştir.

3.2.2 EEG Kayıt ve Yürütme Parametreleri

EEG kaydı, 19 kanallı bir *NuAmps II Neuroscan* amplifikatörü ile alınmıştır. Standart 10-20 konfigürasyonunda kafa derisine 19 elektrot yerleştirilmiştir ve her iki kulak memesine klips elektrotlar yerleştirilerek elektriksel aktivite kaydedilmiştir. Sağ kulak memesinde yer alan A2 numaralı elektrot, kayıt sırasında referans elektrot olarak seçilmiştir ve bu referans elektrota göre değişimler hesaplanmıştır. Kayıt sırasında tüm elektrotların empedansları 5 k ohm'un ($k\Omega$) altında tutulmuştur. Kayıt sonrasında elde edilen tüm verilerin analizi *MATLAB* 2016a yazılımı kullanılarak *EEGLab* v14.1.2 ile yapılmıştır. EEG verileri öncelikle 1 ile 60 Hz arasında filtrelenmiştir ve 50 Hz artefaktını önlemek için bir çentik filtresi kullanılmıştır. Oküler artefaktlar, standart bir oküler redüksiyon algoritması kullanılarak elimine edilmiştir. 8 ila 12 Hz arasında bir bant geçiren filtre kullanılarak P3, P4, Pz elektrotlarında yer alan EEG

verilerinden alfa bandı genliği ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen her bir EEG segmentinin zarfı için Hilbert dönüşümü uygulanmış ve her bir katılımcının alfa bandı genliği, sunulan uyarının özömlene periyodu (cümlelerin bitiminden 200 ms önce biten 1 sn süre) sırasında hesaplanmıştır. Sonrasında elde edilen bu değer taban çizgisindeki (gürültü başlangıcından 300-800 ms sonra) alfa bandı genliği değerinden çıkarılmıştır ve taban çizgisindeki alfa bandı genliği değerine bölünmüştür. Sonuç olarak ortaya çıkan değer, taban çizgisindeki alfa bandı genliğinin uyarının özömlene periyoduna kadar olan yüzdelerik değerini göstermek için 100 ile çarpılmıştır.

3.2.3 Pupillometre Kayıt ve Yürütme Parametreleri

Pupil dilatasyonu ölçümü için göz bebeği hacmi değerini kamera yardımıyla kaydedip ölçen *EyelinK 1000 Plus* (SR Research, Ontario, Kanada) pupillometri cihazı kullanılmıştır. Bu sistem aracılığıyla pupil çapındaki değerimler 1000 Hz'lik bir örnekleme hızında kaydedilmüştir. Pupillometri, cihazın bulunduğu odada ilk kalibre edildiği ışık seviyelerinde gerekleştirilmüştir (şekil 3.3).



şekil 3.3. Kayıt Odası.

Deney öncesinde cihaz, ekranda bulunan 9 noktalı kalibrasyon sistemi kullanılarak kalibre edilmiştir. Daha sonra, R v4.2 yazılımı ile komut dosyaları kullanılarak, her denemeden elde edilen pupil çapı dalga formları -1 ile 7 saniye aralığında olmak üzere düzenlemiştir. Alışma, heyecan veya uyarılma gibi potansiyel etkilerden kaçınmak için ilk beş uyarı veri analizinden çıkarılmış, ortalama pupil çapının üç standart sapmasının altındaki değerler göz kırpması olarak belirlenmiştir. Ayrıca fiksasyon hedefinden 10°'den fazla sapma gösteren göz hareketleri analizden çıkarılmıştır. Bununla birlikte eğer deney boyunca katılımcının %20'den fazla göz kırpması varsa o katılımcı analizden çıkarılmıştır. Bunun dışında herhangi bir sorun belirlenemeyen deneylerde katılımcının göz kırpmasından kaynaklanan artefaktları azaltmak için doğrusal interpolasyon işlemi uygulanmıştır.

İnterpolasyon, göz kırpmasının başlamasından 60 ms önce, göz kırpmasını takiben 130 ms'ye kadar gerçekleştirilmiştir. Deney sırasında her katılımcının ortalama pupil çapı değerlendirilmiştir. Katılımcıların deney sırasında elde edilen maksimum pupil boyutu değişimini hesaplamak için taban çizgisi olarak konuşma uyarısı başlamadan önceki (0-1 s) gürültü sırasındaki ortalama pupil çapı kullanılmıştır. Sonrasında her katılımcının maksimum pupil boyutu için uyarının çözümleme süreci (2-6 s) içerisindeki ortalama pupil boyutu incelenerek süreç içerisinde yer alan maksimum pupil çapından taban çizgisi sırasındaki ortalama pupil çapı değeri çıkarılmış ve elde edilen bu değer taban çizgisi sırasındaki ortalama pupil çapına bölünmüştür. Sonrasında maksimum pupil çapının taban çizgisi sırasındaki ortalama pupil çapından yüzde kaç değişiklik gösterdiğini belirlemek için bu değer 100 ile çarpılmıştır.

3.2.4 Dinlemede Dikkat Testi (DDT)

Dinlemede Dikkat Testi (Test of Attention in Listening-TAIL), 2012 yılında Yu-Xuan Zhang ve ark. (62) tarafından işitsel dikkati ve işitsel performansı değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. DDT testinin kendine ait yazılımı bulunmaktadır ve bu yazılım Windows tabanlı bir bilgisayarla çalışmaktadır.

DDT, temel olarak işitsel dikkat ve performansı ölçmek için tepki süresi – reaksiyon zamanı (RZ) kullanmaktadır. Testin üç farklı koşulu bulunmaktadır ve

verilen görevle ilgili koşula odaklanma ve diğer koşulların sağlamış olduğu bilgilere odaklanmama becerilerini değerlendirmektedir. Test edilmeyen koşullar, dikkat dağıtıcı olarak kullanılmaktadır.

DDT Test İçeriği ve Koşullar

DDT'nin 3 test koşulu bulunmaktadır. İlki kontrol koşuludur (Cued Reaction Time-C), bu koşulda 2 ses uyararı geldiği zaman katılımcıdan düğmeye basması istenmez. İkinci ses uyararı bittikten sonrası ile katılımcının düğmeye basması arasında geçen süre RZ olarak belirlenip değerlendirilmektedir. Bu görevde ne frekans ne de lokasyon görevle ilgili değildir.

İkinci koşul frekans koşuludur (*Attend Frequency-FL*). Bu testte yine 2 ses uyararı katılımcıya sunulmaktadır ve seslerin aynı ya da farklı olmasına göre klavye üzerinde farklı tuşlara basma talimatı verilmiştir. FL görevinde uyarıların frekansı görev boyutu, lokasyonu ise dikkat dağıtma boyutudur. Sesler sürekli aynı kulağa gönderilmeyerek çeldiricilik oluşturulmuştur.

Üçüncü ve son koşul lokasyon koşuludur (*Attend Location-LF*). Bu testte de 2 ses uyararı katılımcıya sunulmaktadır ve seslerin aynı ya da farklı kulaktan gelmesine göre klavye üzerinde farklı tuşlara basılması istenmiştir. Bu testte seslerin sağ ya da sol kulaktan gelmiş olması değil, her iki sesin sağ sol kulak önemi olmadan aynı kulağa gelip gelmediği önem taşımaktadır. LF testinde çeldirici etki olarak farklı frekanslardaki sesler kullanılmıştır.

Test Parametreleri

DDT Windows 8.1 işletim sistemine sahip bir dizüstü bilgisayar vasıtasıyla uygulanmıştır. İşletim sistemi kaynaklı uyarı gecikmelerini engellemek için *ASIO4ALL* sanal ses sürücüsü programı kullanılmıştır.

DDT'de uyarıların sunumu *Beats Studio 3 ANC* kulak üstü kulaklık kullanılarak yapılmıştır. Test sırasında uyarı bozulmasını engellemek için, kulaklıkların aktif gürültü kontrolü mekanizması devre dışı bırakılmıştır. Katılımcıların test sırasında kullandığı düğmeler, sabit klavye üzerindeki Q, W ve E harf tuşlarıdır.

DDT testi öncesinde test yapıldığı bilgisayar ve kulaklık kullanılarak kalibrasyon yapılmıştır. Kalibrasyon test yazılımı içinde bulunmaktadır ve ses seviyesi ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır.

DDT testi uygulanırken her 3 koşul için de test öncesi alıştırma oturumu düzenlenmiştir. Bu alıştırmalar yazılımda bulunan demo özelliği kullanılarak yapılmıştır. Alıştırma oturumunda görevler 5 kez sunulmakta ve katılımcının başarı oranına göre sonlandırılmaktadır. Test oturumunda ise her bir koşul için uyarılar 40 kez sunulmaktadır.

Testte kullanılan uyarıların süresi 200 ms'dir ve katılımcılara 70 dB A seviyesinde sunulmuştur. Gönderilen ilk ve ikinci ses uyarısı arasında 200 ms zaman gecikmesi vardır.

Sonuçların Analizi

DDT yazılımı yapılan her test sonrası RZ, uyarı özellikleri ve yanıtların bilgisini içeren bir sonuç çıktısı oluşturmaktadır. DDT testinde koşulun temel boyutu ve çeldirici boyutunu değerlendirerek oluşturulan üç sonuç elde edilmektedir. Bu sonuçlar:

- Reaksiyon Zamanı (*Reaction Time, RZ*)
- Karmaşıklık Çözümü (*Conflict Resolution, CR*)
- İstemsiz Yönelim (*Involuntary Orienting, IO*)

RZ, 3 koşul için de hesaplanmaktadır. CR ise FL ve LF koşullarında verilen görevin zorluğuna göre yanıtlama süresindeki değişimi belirtmektedir. IO ise frekans koşulunda lokasyonun ve lokasyon koşulunda frekansın testi ne kadar etkilediğini belirtmektedir.

3.2.5 İşitsel Sözel Öğrenme Testi (İSÖT)

İşitsel Sözel Öğrenme Testi (Auditory Verbal Learning Test: AVLT) ilk olarak 1907 yılında Édouard Claparède tarafından Fransızca olarak hazırlanmıştır (89). İngilizce versiyonu ise Rey ve ark. Tarafından 1946 yılında oluşturulmuştur (90). Ülkemizde ise farklı popülasyonlarda ve yaş gruplarında olmak üzere birçok geçerlik

çalışması yapılması yapılmıştır ve yaş gruplarına göre norm değerlerine ulaşılmıştır (91, 92). İşitsel ve sözel öğrenme ile uzun ve kısa süreli belleği kısa bir sürede düşük bir maliyetle değerlendirebildiği için bellek testleri arasında en sık kullanılan testlerden biridir (93).

İSÖT, serbest hatırlamanın (SH) ölçüldüğü 15'er kelimedenden oluşan A ve B listelerinden oluşmaktadır. A listesindeki kelimeler 5 kez üst üste olacak şekilde katılımcıya okunmakta ve doğru hatırlanan kelime sayısı not edilmektedir. Daha sonra çeldirici olarak B listesi sunulmakta ve doğru sayısı hesaplanmaktadır. B listesinin hemen ardından A listesindeki kelimelerin tekrar hatırlanması istenmektedir. Gecikmeli hatırlama için de 20 dk. beklendikten sonra A listesindeki kelimelerin tekrar hatırlanması istenmektedir.

Gecikmeli hatırlamadan sonra katılımcılara A ve B listelerindeki kelimelerle birlikte 30 tane de çeldirici kelimenin bulunduğu bir tanıma listesi verilmektedir ve katılımcılardan kelimelerin A ya da B listesine ait olduğunu ya da herhangi bir listeye ait olmadığı belirtmeleri istenmektedir. Tanıma listesindeki çeldirici kelimeler, semantik, fonetik ve semantik-fonetik çeldirici olarak şekilde 3 gruptadır. Tablo 3.1'de İSÖT'de hesaplanan puanlar ve kısaltmaları bulunmaktadır.

Tablo 3.1. İSÖT'de Hesaplanan Puanlar ve Kısaltmaları

Kısaltma	Puan
A1	A listesi Serbest Hatırlama: 1. tekrar: doğru puanı
A2	A listesi Serbest Hatırlama: 2. tekrar: doğru puanı
A3	A listesi Serbest Hatırlama: 3. tekrar: doğru puanı
A4	A listesi Serbest Hatırlama: 4. tekrar: doğru puanı
A5	A listesi Serbest Hatırlama: 5. tekrar: doğru puanı
Aort	A listesi Serbest Hatırlama: 1-5. tekrarlar: doğru ortalaması
B	B listesi Serbest Hatırlama: Doğru puanı
A6	A listesi Serbest Hatırlama: 6. tekrar: doğru puanı
A7	A listesi Serbest Hatırlama: 7. tekrar: doğru puanı
Ath	A listesi Tanıyarak Hatırlama: Doğru Puanı
Bth	B listesi Tanıyarak Hatırlama: Doğru Puanı
ABth	Tüm Liste Tanıyarak Hatırlama: Doğru Puanı

Sonuçların Hesaplanması ve Analizi

İSÖT’de tüm serbest hatırlama testlerindeki doğru hatırlanan kelime sayısı o testin puanı olarak belirlenmektedir. Bu yöntem sonucunda bir katılımcının testlerde alabileceği en yüksek puan, A ve B testi için 15, tanıma listesi için de 30’dur. Bu hesaplama dışında testin Türkçe versiyonunda yanlış cevap sayısı, kelime tekrarı sayısı, aynı kelimeyi tekrar sayısı ve tekrarlandığında eklenen kelime sayısı puanları bulunmaktadır, fakat bu puanların kullanımı isteğe bağlıdır (91). Testte çeldirici puanları çeldirici özelliğine göre ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu çalışmada dinleme eforu ile SH’nin ilişkisinin değerlendirilmesi açısından İSÖT’ün Aort, A6, A7 ve ABth puanları kullanılmıştır.

3.2.6 Türkçe Matris Testi (TM)

Katılımcıların gürültüde konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmek için TM kullanılmıştır (94). TM materyali içerisinde yer alan kelimelerin dizilimi isim+rakam+sıfat+nesne+fiil şeklindedir. TM içerisinde toplamda sadece 50 kelime olmasına rağmen, kelimeleri farklı kelime grupları arasında özgürce birleştirme imkânı sağlaması nedeniyle, 100.000 farklı cümle ile değerlendirme olanağı sunabilmektedir (95). Sunulan cümleler sentaktik olarak uygun ancak semantik olarak uygun olmadığı için katılımcılar tarafından tahmin edilme olasılığı oldukça düşüktür. Bu çalışmada her biri 20 cümleden oluşan 30 farklı liste aynı katılımcıda tekrar edilmeden rastgele kullanılmıştır. Testin başlangıcında, cümleler, açık uçlu olarak Sennheiser HDA200 kulaklıklarla 0 dB SGO’da sunulmuştur. Test sırasında kullanılan gürültü seviyesi sabit (65 dB SBS) iken, konuşma uyararı adaptif olarak değişmektedir. Test sırasında SGO düzeyi, katılımcılar için önceden belirlenen doğru cevap yüzdesinin (%80) üzerinde kalırsa orantılı olarak azalmakta, altında kalırsa orantılı olarak artmaktadır. Test sonucunda katılımcılardan, kendilerine sunulan kelimelerin %80’inin doğru bir şekilde tahmin edilebildiği bir SGO elde edilmektedir (94).

3.2.7 İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler için *IBM SPSS Statistics 26* yazılımı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistiksel veriler olarak ortalama standart sapma ve minimum maksimum değerler verilmiştir. Grupların normal dağılıma sahip olup olmadığını değerlendirmek için grafiksel (histogramlar, Q-Q grafiği) ve istatistiksel (*Shapiro-Wilk* Testi) yöntemler uygulanmıştır. RT, EEG alfa gücü ve pupil dilatasyonu değişimlerinin zorlu dinleme koşullarına göre fark gösterip göstermediği tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Eğer ANOVA sonucunda anlamlı bir fark varsa, farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Bonferroni* düzeltilmeli bir anlamlılık seviyesine sahip *post-hoc* testler kullanılmıştır. TM testi ile dinleme eforu sonuçları arasındaki ilişkiye pearson korelasyon analizi ile bakılmıştır. 4 farklı koşulda sunulan eforlu dinleme görevi sırasında kaydedilen davranışsal ve objektif değerlendirme yöntemleri sonuçları ile DDT ve İSÖT sonuçları arasında ilişkiye çoklu-doğrusal regresyon analizi ile bakılmıştır. Regresyon analizlerinde metot olarak adımli ve zorlu katılım seçilmiştir. Hata marjı $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, normal işitmeye ve işitme sistemi fonksiyonuna sahip genç erişkinlerin EEG, pupillometri ve davranışsal ölçümler ile elde edilen dinleme eforu skorlarının işitsel dikkat ve işitsel sözel öğrenme becerileri ile ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca çalışmada objektif ve subjektif her bir ölçüm metodu için 4 farklı zorluk seviyesinde oluşturulmuş konuşma uyararı ile elde edilmiş dinleme eforu skorlarının işitsel dikkat ve öğrenme ile nasıl değiştiği de değerlendirilmiştir.

Araştırmada oluşturulan hipotezler sonucunda; işitsel dikkati ve performansı değerlendirmek amacıyla yapılan Dinlemede Dikkat Testinde her 3 koşul için (koşul, frekans ve lokasyon) reaksiyon zamanları, karmaşıklık çözümü ve istemsiz yönelim parametreleri için de frekans ve lokasyon puanları belirlenmiş ve analizde kullanılmıştır. Serbest hatırlama ve çalışma belleği değerlendirilmesinde kullanılan İşitsel Sözel Öğrenme Testinde A testi ilk 5 tekrar skorları ortalaması (Aort), A testi 6. ve 7. tekrar skorları (A6 ve A7) ve tüm liste hatırlama puanı (ABth) belirlenerek analizde kullanılmıştır. 4 farklı zorluktaki konuşma uyararı ile eş zamanlı olarak elde edilen EEG alfa bandı gücü değişimi, pupil dilatasyonu değişim yüzdesi ve reaksiyon zamanları dinleme eforu skoru olarak belirlenmiş ve değerlendirilmiştir.

4.1 Katılımcı Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo 4.1’de çalışmaya katılan bireylerin tüm tanımlayıcı istatistiksel verileri gösterilmektedir:

Tablo 4.1 Katılımcı Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	
Özellik	Katılımcılar (n=33)
Yaş (Yıl) (SS)	23,84 (3,2)
Cinsiyet, (%) n	
Kadın	51,5% (17)
Erkek	48,5% (16)
Eğitim Durumu (%) n	
Lisans Öğrencisi	60,6% (20)
Lisans	27,3% (9)
Yüksek Lisans	12,1% (4)
Meslek (%) n	
Öğrenci	75,6% (25)
Araştırma Görevlisi	12,2% (4)
Diğer	12,2% (4)
Saf Ses İşitme Eşikleri Ortalaması (SS)	
Sağ Kulak	2,3 (5,6)
Sol Kulak	3,4 (5,9)

Katılımcıların demografik özellikleri incelendiğinde cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Sağ ve sol kulak işitme eşikleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Katılımcıların yaş ortalaması $23,84\pm 3,2$ ’dir ve 17 kadın katılımcı bulunmaktadır.

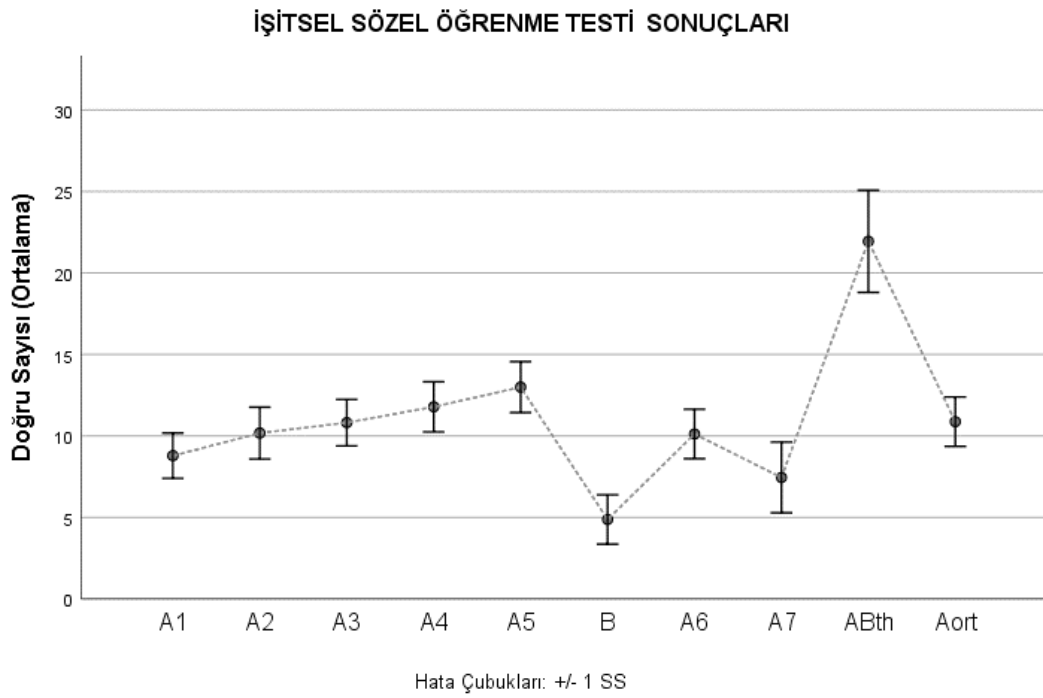
Tablo 4.2’de çalışma boyunca katılımcılardan elde edilen tüm test ve ölçümlerin sonuçlarının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Yapılan Tüm Ölçümlerin Sonuçları

Test-Ölçüm	Ortalama (SS)	Min-Maks
Dinlemede Dikkat Testi (DDT)		
C-RZ	328,69±45,18	230-402
F-RZ	503,72±64,22	386-616
L-RZ	491,67±64,4	371-602
FL-CR	0,11±0,04	0,03-0,21
LF-CR	0,08±0,02	0,02-0,14
FL-IO	0,07±0,02	0,02-0,12
LF-IO	0,05±0,02	0,02-0,09
İşitsel Sözel Öğrenme Testi (İSÖT)		
Aort	10,87±1,51	8,3-14,2
A6	10,12±1,51	8-13
A7	7,45±2,16	4-12
ABth	21,93±3,13	15-27
Türkçe Matris Test (TM)		
SGO	-1,54±2,61	(-8)-2
Pupil Çapı Değişim Yüzdesi		
p506	11,42±2,2	7,32-16,45
p806	8,45±2,09	4,12-11,24
p5016	10,27±2,36	6,43-15,85
p8016	8,27±2,23	3,34-12,59
EEG Alfa Bandı Değişim Yüzdesi		
p506	224,87±54,93	124,87-299,12
p806	259,27±25,77	215,67-2916,82
p5016	193,42±44,36	132,54-290,64
p8016	257,96±27,32	212,34-300,87
Cümle Tekrarı Başlama Zamanı (RT)		
p506	257,33±36,89	170-329
p806	247,97±39,91	155-314
p5016	234,81±38,52	145-296
p8016	223,78±43,41	130-296

4.2 İSÖT Sonuçları

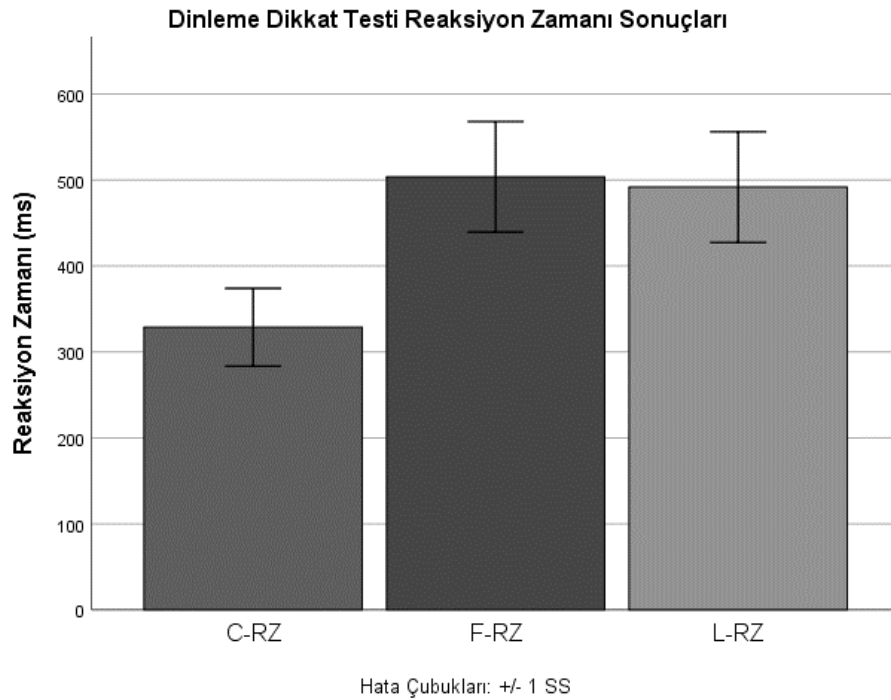
İSÖT çalışmada ikinci aşama sırasında katılımcılara uygulanmıştır. Cevaplar sözel olarak alınıp puanlamalar yapılmıştır. Şekil 4.1’de İSÖT sonuçları gösterilmektedir. A listesi tekrar puanları 5. tekrara kadar düzenli bir artış göstermiştir. Çeldirici olan B listesi okunduktan sonra yapılan 6. tekrarda katılımcılar ilk 5 tekrara göre düşük bir performans göstermiştir. 6. tekrardan 20 dakika sonra ve uzun süreli hatırlamayı değerlendirmek için yapılan 7. tekrarda ise katılımcılar en düşük skorları almıştır. Çeldirici olarak sunulan B listesi tekrar skorları da A listesine göre düşük çıkmıştır.



Şekil 4.1. İşitsel Sözel Öğrenme Testi Tüm Skorları.

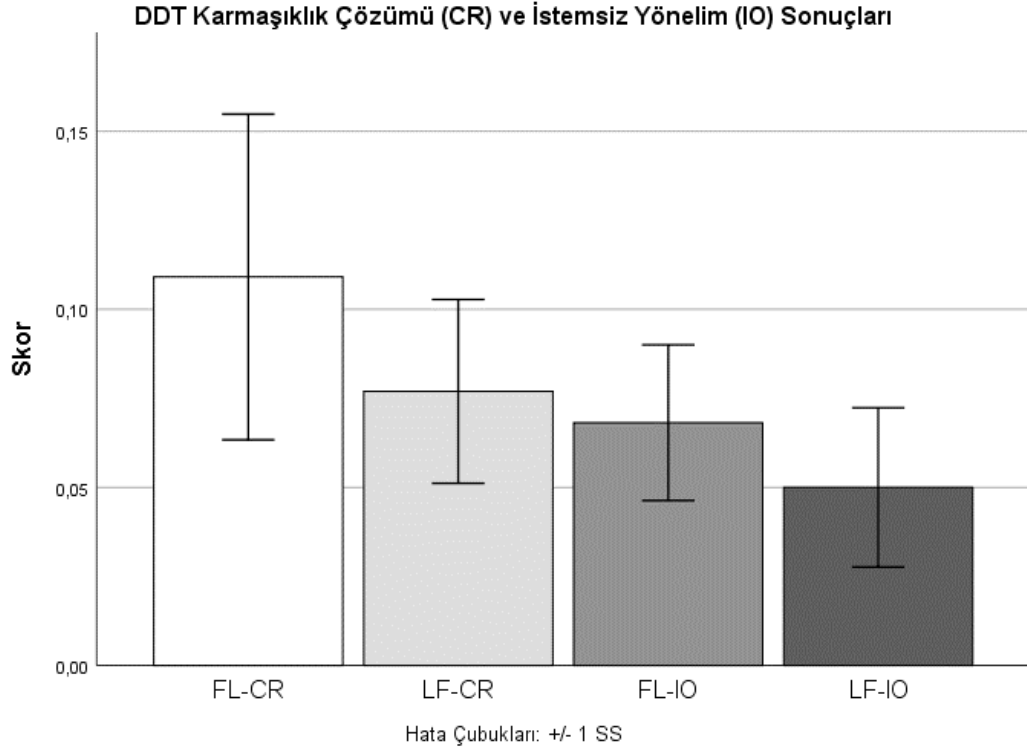
4.3 Dinlemede Dikkat Testi Sonuçları

DDT ikinci aşama sırasında bilgisayar vasıtasıyla katılımcılara uygulanmıştır. Şekil 4.2’te DDT koşulları RZ sonuçları gösterilmektedir. 3 koşulun RZ’leri tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır ve 3 koşul arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,02$). Grup içi karşılaştırmalarda ise C-RZ’nin anlamlı olarak diğer iki koşuldan daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$). F-RZ ile L-RZ arasında RZ açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).



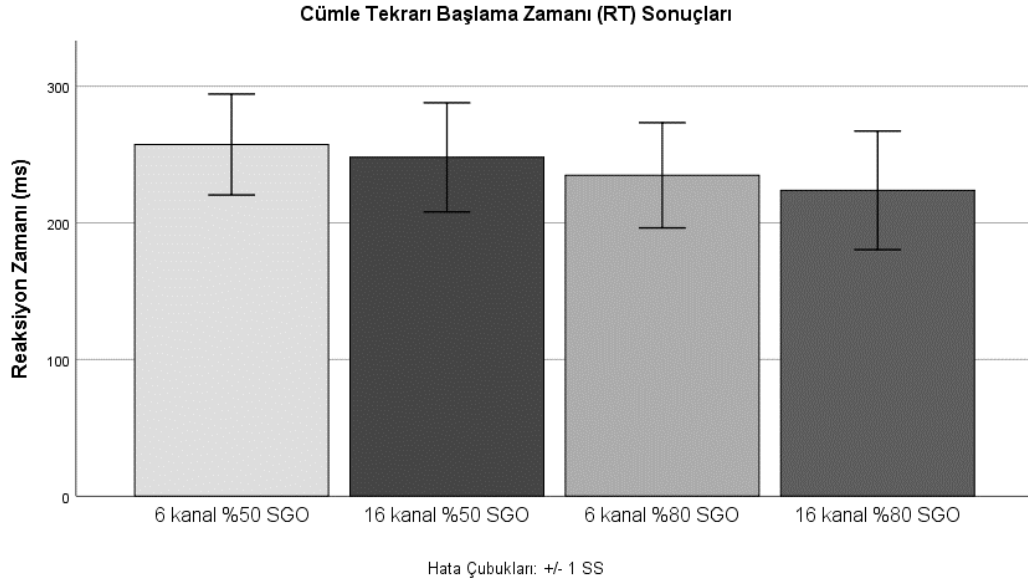
Şekil 4.2. Dinlemede Dikkat Testi Reaksiyon Zamanı Sonuçları.

Şekil 4.3’de DDT CR ve IO sonuçları gösterilmektedir. CR ve IO sonuçları aralarında bağımlı değişkenlerde t testi ile değerlendirildi. Her iki durumda da frekans ya da lokasyon açısından anlamlı fark elde edilememiştir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da her iki durumda da frekans sonuçları daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.3. DDT Karmaşıklık Çözümü ve İstemsiz Yönelim Sonuçları.

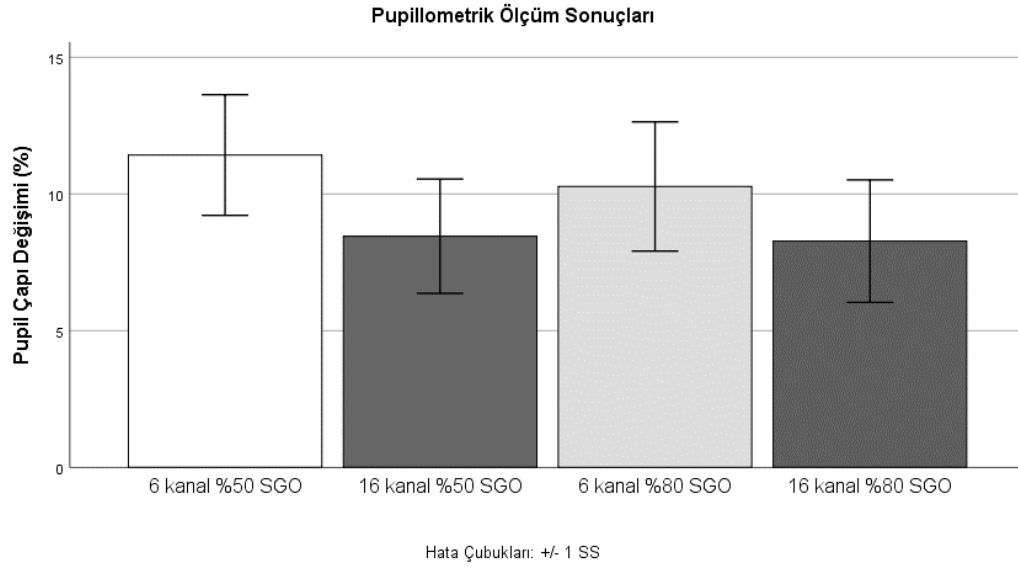
4.4 Cümle Tekrarı Başlama Zamanı (RT) Sonuçları



Şekil 4.4. Cümle Tekrarı Başlama Zamanı Sonuçları.

RT'ler ilk aşama sırasında alınan ses kaydının analizi ile belirlenmiştir. Şekil 4.4'de farklı zorlu dinleme koşullarında RT sonuçları gösterilmektedir. RT açısından farklı dinleme koşulları arasındaki farka tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi ile bakıldı. ANOVA testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,03$), ancak grup içi karşılaştırmalarda anlamlı bir fark elde edilememiştir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da koşullar arasında ortalama olarak en büyük RT, en zor koşul olan 6 kanal %50 SGO'ya sahip 506 koşulunda gözlenmiştir.

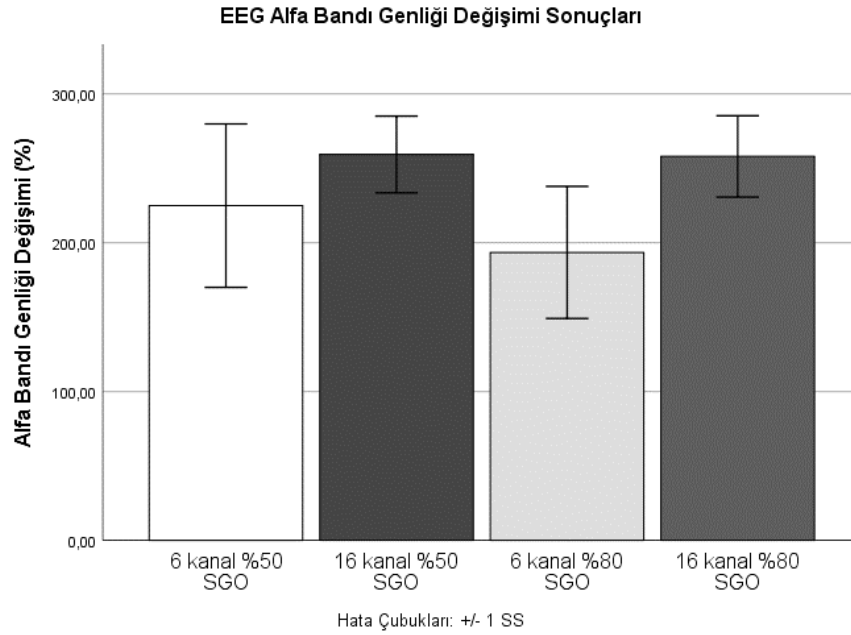
4.5 Pupillometrik Ölçüm Sonuçları



Şekil 4.5. Pupillometrik Ölçüm Sonuçları.

Pupil çapı değişim yüzdesi açısından farklı dinleme koşulları arasındaki farka tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi ile bakılmış, test sonucu istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$, $F = 61,48$, $\eta_p^2 = 0,86$). Grup içi karşılaştırmalara bakıldığında en yüksek pupil çapı değişimi 6 kanal %50 SGO'ya sahip p506 koşulunda görülmüştür ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0,001$). Grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı olmayan tek eşleşme %80 SGO'ya sahip p806 ve p8016 koşulları arasında bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.6 EEG Alfa Bandı Genliği Ölçümü Sonuçları



Şekil 4.6. EEG Alfa Bandı Genliği Değişimi Sonuçları.

Alfa bandı genliği değişim yüzdesi açısından farklı dinleme koşulları arasındaki farka tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi ile bakılmış. Test sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$, $F = 112,33$, $\eta_p^2 = 0,78$). Grup içi karşılaştırmalara bakıldığında en düşük alfa bandı genliği değişimi 6 kanal %80 SGO'ya sahip a506 koşulunda görülmüştür ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı olmayan tek eşleşme 16 kanal %50 SGO'ya ve %80 SGO'ya sahip a5016 ve a8016 koşulları arasında bulunmuştur ($p > 0,05$).

4.7 Dinleme Eforu ve İSÖT İlişkisi

Dinleme eforu sonuçları ile İSÖT test sonuçları arasındaki ilişki çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir. Regresyon metodu olarak zorla ekleme (*forced entry*) seçilmiştir. Tablo 4.3'te 5016 koşulu için analiz sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.3. 5016 Koşulu için Dinleme Eforu ve İSÖT Skorları Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları

	β	SE	Standardize β	t	p değeri	95% Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
p5016	Sabit	18.161	2.117		8.579	0.000***	13.825	22.497
	Aort	0.072	0.161	0.052	0.444	0.660	-0.258	0.401
	A6	-0.051	0.167	-0.037	-0.305	0.763	-0.393	0.291
	A7	-0.456	0.166	-0.472	-2.755	0.010*	-0.796	-0.117
	ABth	-0.299	0.105	-0.448	-2.856	0.008**	-0.514	-0.085
a5016	Sabit	497.364	19.522		25.478	0.000***	457.376	537.352
	Aort	-3.059	1.485	-0.105	-2.060	0.049*	-6.101	-0.017
	A6	-8.896	1.540	-0.304	-5.778	0.000***	-12.050	-5.743
	A7	-7.425	1.527	-0.363	-4.861	0.000***	-10.554	-4.296
	ABth	-5.710	0.967	-0.403	-5.907	0.000***	-7.689	-3.730
rt5016	Sabit	360.323	66.790		5.395	0.000***	223.510	497.136
	Aort	-4.225	5.081	-0.147	-0.832	0.413	-14.632	6.182
	A6	-3.689	5.267	-0.129	-0.700	0.490	-14.479	7.101
	A7	-11.317	5.226	-0.565	-2.165	0.039*	-22.022	-0.612
	ABth	1.419	3.307	0.102	0.429	0.671	-5.355	8.192

*p <0.05, **p <0.01, ***p <0.001; *unstandardized coefficients* β değerleri gösterilmektedir. p5016 16 kanal %50 SGO koşulu pupil çapı değişim yüzdesi, a5016 16 kanal %50 SGO koşulu EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi, rt5016 16 kanal %50 SGO koşulu reaksiyon zamanı, SE standart hata

Çoklu doğrusal regresyon analizleri incelendiğinde pupil çapı değişim yüzdesi ile İSÖT skorlarından A7 ve ABth arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p<0,05). EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi ile İSÖT skorlarından Aort, A6, A7 ve ABth arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p<0,05). RT ile sadece A7 skorunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

4.8 Dinleme Eforu ve DDT İlişkisi

Dinleme eforu sonuçları ile DDT test sonuçları arasındaki ilişki çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir. Regresyon metodu olarak zorla ekleme (*forced entry*) seçilmiştir. Tablo 4.4'te 5016 koşulu için analiz sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.4. 5016 koşulu için dinleme eforu ve DDT skorları Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları

	β	SE	Standardize β	t	p değeri	95% Güven Arahığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
p5016	Sabit	-6.545	1.758		-3.724	0.001**	-10.165	-2.925
	C-RZ	0.033	0.017	0.639	2.024	0.047*	-0.001	0.067
	F-RZ	0.032	0.014	0.864	2.323	0.029*	0.004	0.060
	L-RZ	-0.020	0.012	-0.556	-1.685	0.004**	-0.045	0.005
	FL-CR	8.405	5.791	0.163	1.451	0.159	-3.522	20.331
	LF-CR	21.926	7.692	0.239	2.850	0.009**	6.084	37.768
	FL-IO	-34.731	12.015	-0.321	-2.891	0.008**	-59.477	-9.985
	LF-IO	-7.899	13.915	-0.075	-0.568	0.575	-36.557	20.758
a5016	Sabit	93.961	21.797		4.311	0.000***	49.069	138.853
	C-RZ	0.274	0.205	0.453	1.337	0.093*	-0.148	0.695
	F-RZ	0.160	0.170	0.376	0.941	0.045*	-0.190	0.509
	L-RZ	-0.035	0.150	-0.081	-0.230	0.076	-0.343	0.274
	FL-CR	74.531	71.811	0.125	1.038	0.309	-73.366	222.428
	LF-CR	95.119	95.387	0.090	0.997	0.328	-101.334	291.572
	FL-IO	-318.71	148.998	-0.255	-2.139	0.042*	-625.581	-11.846
	LF-IO	335.818	172.550	0.275	1.946	0.063	-19.556	691.192
rt5016	Sabit	-1.900	47.769		-0.040	0.969	-100.281	96.481
	C-RZ	1.321	0.449	1.618	2.945	0.007*	0.397	2.245
	F-RZ	-0.220	0.372	-0.383	-0.592	0.559	-0.986	0.546
	L-RZ	0.018	0.329	0.031	0.054	0.957	-0.659	0.695
	FL-CR	-71.922	157.374	-0.089	-0.457	0.652	-396.039	252.195
	LF-CR	-79.438	209.041	-0.056	-0.380	0.707	-509.966	351.091
	FL-IO	-777.62	326.531	-0.461	-2.381	0.025	-1450.132	-105.126
	LF-IO	-117.52	378.146	-0.071	-0.311	0.759	-896.325	661.285

*p <0.05, **p <0.01, ***p <0.001; *unstandardized coefficients* β değerleri gösterilmektedir. p5016 16 kanal %50 SGO koşulu pupil çapı değişim yüzdesi, a5016 16 kanal %50 SGO koşulu EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi, rt5016 16 kanal %50 SGO koşulu reaksiyon zamanı, SE standart hata

Çoklu doğrusal regresyon analizleri incelendiğinde pupil çapı değişim yüzdesi ile DDT skorlarından C-RZ, F-RZ, L-RZ, LF-CR VE FL-IO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$). EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi ile DDT skorlarından C-RZ, F-RZ ve FL-IO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$). RT ile sadece C-RZ skorunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

4.8 Dinleme Eforu ve Türkçe Matris Test İlişkisi

Dinleme eforu sonuçları ile TM test sonuçları arasındaki ilişki pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Tüm zorlu dinleme koşullarında ve tüm dinleme eforu ölçümü sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p < 0,001$). Tablo 4.5'te pearson korelasyon analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Dinleme Eforu ve TM Skorları Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

	r	p		r	p		r	p
p506	,556**	0.001	a506	,799**	0.000	rt506	,562**	0.001
p5016	,676**	0.000	a5016	,742**	0.000	rt5016	,555**	0.001
p806	,704**	0.000	a806	,746**	0.000	rt806	,564**	0.001
p8016	,715**	0.000	a8016	,722**	0.000	rt8016	,540**	0.001

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; p5016 16 kanal %50 SGO koşulu pupil çapı değişim yüzdesi, a5016 16 kanal %50 SGO koşulu EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi, rt5016 16 kanal %50 SGO koşulu reaksiyon zamanı, r korelasyon katsayısı

4.9 Tüm İnternal ve Eksternal Bileşenlerin Dinleme Eforu ile İlişkisi

Katılımcıların dinleme eforlarının; DDT, İSÖT ve TM sonuçları ile ne oranda yordandığını belirlemek ve her bir dinleme eforu ölçüm yöntemi ile en ilişkili olan parametreleri bulmak amacıyla aşamalı (*stepwise*) çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Tablo 4.6'da 5016 zorluk seviyesinde elde edilen dinleme eforu değerleriyle diğer parametrelerin ilişkisini belirleyen aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.6. 5016 koşulu için dinleme eforu ile İSÖT, DDT ve TM skorları aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları.

	β	SE	Standardize β	t	p değeri	95% Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
p5016	Sabit	9.732	3.895		2.499	0.019*	1.754	17.710
	C-RZ	0.055	0.014	1.116	3.978	0.000***	0.026	0.083
	Aort	-0.305	0.148	-0.210	-2.057	0.013*	-0.610	-0.001
	A6	-0.367	0.185	-0.252	-1.991	0.024*	-0.746	0.011
	L-RZ	-0.019	0.011	-0.545	-1.724	0.046*	-0.041	0.004
a5016	Sabit	115.888	25.765		4.498	0.000***	63.192	168.583
	F-RZ	0.137	0.099	0.342	1.389	0.000***	-0.065	0.339
	L-RZ	0.206	0.101	0.516	2.047	0.032*	0.000	0.413
	Aort	-2.508	1.292	-0.147	-1.941	0.045*	-5.150	0.134
rt5016	Sabit	45.377	37.688		1.204	0.238	-31.488	122.243
	C-RZ	0.616	0.114	0.698	-5.425	0.000***	0.385	0.848

*p <0.05, **p <0.01, ***p <0.001; *unstandardized coefficients* β değerleri gösterilmektedir. p5016 16 kanal %50 SGO koşulu pupil çapı değişim yüzdesi, a5016 16 kanal %50 SGO koşulu EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi, rt5016 16 kanal %50 SGO koşulu reaksiyon zamanı, SE standart hata

Pupillometre için aşamalı regresyon analizi incelendiğinde, son olarak belirlenen modelde C-RZ, Aort, A6 ve L-RZ'nin pupil çapı değişim yüzdesinin anlamlı yordayıcıları olduğu belirlenmiştir. En önemli yordayıcı ise C-RZ olarak bulunmuştur (p<0,05).

EEG için aşamalı regresyon analizi incelendiğinde, son olarak belirlenen modelde F-RZ, L-RZ, Aort'un alfa bandı gücü değişim yüzdesinin anlamlı yordayıcıları olduğu belirlenmiştir. En önemli yordayıcı ise F-RZ olarak bulunmuştur (p<0,05).

Tekli görev paradigması için aşamalı regresyon analizi incelendiğinde, son olarak belirlenen modelde C-RZ'nin RT'nin anlamlı yordayıcı olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, dinleme eforu ölçümünde kullanılan objektif yöntemlerin farklı şekilde bozulmuş konuşma uyarıları kullanarak, dinleme eforu için gerekli hangi nöral kaynaklara daha hassas olduğunun bireysel bilişsel ve işitsel işleme becerileri kontrolünde belirlenmesidir. Dinleme eforu değerlendirme yöntemlerinin eş zamanlı yapılması, katılımcının aynı motivasyon ve nöral kaynak seviyesinde olmasını sağlamak açısından çok önemlidir (80). Bu çalışmada tüm dinleme eforu ölçümleri eş zamanlı olarak yapılmış ve üstte belirtilen koşullar sağlanmıştır. Ulaşabildiğimiz literatür çalışmaları değerlendirildiğinde bu çalışma, eşzamanlı pupilometre ve EEG ölçümleri ile dinleme eforunun ölçülüp nöral kaynaklar ile ilişkisinin incelendiği ilk çalışma olmuştur.

Bu çalışmada katılımcılara dinleme eforunun objektif değerlendirme metotlarından olan EEG ve pupillometri ölçümleri eş zamanlı olarak yapılmıştır. Dinleme eforu oluşturabilmek için katılımcılara 2 farklı kanallı ve 2 farklı SGO'da olmak üzere 4 farklı zorluk seviyesinde *noise vocoded speech* konuşma uyarısı sunulmuştur. *Noise vocoded speech* uyarılar literatürde birincil olarak koklear implantı simule etmesi için kullanılmaktadır (29). Bu çalışmada bu uyarı zorlu dinleme koşulları oluşturmak için kullanılmıştır.

Miles ve ark. (2017) yapmış oldukları eşzamanlı dinleme eforu kaydı çalışmasında konuşma uyarısı olarak bu çalışmada olduğu gibi 6 ve 16 kanal %50 ve %80 SGO'da olmak üzere 4 farklı zorlukta *noise vocoded speech* kullanmıştır. Hem pupil çapı değişimi hem de EEG alfa bandı gücü değişiminde 6 ve 16 kanal uyarılar arasında anlamlı fark bulunmuştur. Kanal sayısı azaldıkça efor arttığı belirlenmiştir. Bu sonuçların bu çalışmada elde edilen bulgular ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (80).

Bu çalışmada dinleme eforunu değerlendirmede davranışsal ölçüm metotlarından biri olan tekli görev paradigması RT sonuçları elde edilmiştir. Farklı zorluk seviyelerinde RT'ler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatürde tekli görev paradigması ile yapılan dinleme eforu çalışmaları incelendiğinde, gürültünün tekli görev paradigmasında daha etkili olduğu ve efordan çok SGO'nun görevi etkilediği bildirilmiştir (21, 96). Bu çalışmada gürültü şiddeti sabit kalmakla birlikte

%50 ve %80 oranında iki farklı SGO'ya sahip konuşma uyarınları kullanılmış, ancak önceki çalışmaların aksine bu çalışmada SGO'lar arasında RT'ler açısından anlamlı fark bulunamamıştır. Bu uyumsuzluğun sebebinin standart SGO yerine bireysel SGO'ların kullanılmasının etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada bazı katılımcıların zorlu dinleme görevi sırasında pupil çaplarının başlangıca göre görece azaldığı belirlenmiştir. Literatürde dinleme eforu arttıkça pupil çapının arttığı belirtilmektedir (34, 75, 97). Alhanbali ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada pupil çapı azalmasının yorgunlukla veya motivasyon kaybıyla ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (98). Çalışmamızın ilk aşamasında farklı zorluk seviyelerinde 4 kez olmak üzere her bir oturumda 60 cümle sunulmuş, cümleler arası yorgunluk oluşmaması için 6 s beklenmiştir. Her bir cümlenin uzunluğu 3,5 s'dir ve bu deney düzeneği literatürde yorgunluğun oluşmadığı çalışmalar incelenerek belirlenmiştir (14, 21, 23, 86, 98). Bu nedenle bu çalışmada pupil çapı azalmasının sebebinin yorgunluktan ziyade motivasyon kaybı olduğu düşünülmektedir. Pupil çapı azalmasının görüldüğü oturumların hepsinin 3. ve 4. oturumlarda gerçekleştiği görülmüştür. Uzun süreli benzer cümlelerden oluşan deney düzeneğinde katılımcıların bir süre sonra motivasyonunu kaybedebileceğinin olası olduğu düşünülmektedir (38). Gelecek çalışmalarda motivasyon kaybını önleyebilecek çözümler üretilebilir (ödül veya odağı değiştirme gibi).

Bu çalışmada farklı zorluk seviyelerinde pupil çapı değişim yüzdesi incelendiğinde, pupil çapında en çok değişim oranı en zor koşul olan 506 koşulunda gözlenmiştir. 6 kanallı koşullarda pupil çapı daha çok artarken, bu artış 16 kanallı koşullarda daha az olmaktadır. Kanal sayısı azaldıkça dinleme eforu artmaktadır. Bu sonuç literatürde daha önce yapılan çalışmalardaki sonuçlarla uyum göstermektedir (80, 84).

Literatürde, EEG alfa bandı gücündeki değişiklikler ile dinleme durumunda sunulan uyarın için tahsis edilen nöral kaynakların büyüklüğü arasında ilişki olduğu belirtilmiştir (32, 80). Dinleme devam ederken sunulan uyarının anlaşılması için ekstra çaba gösterilmektedir. Eforun artmasıyla birlikte uyarının işlenmesini ve analizini sağlamak için beyinde ayrılan nöral kaynaklarının sayısı artış olduğu belirtilmiştir. Uyarının kodlaması için ihtiyaç duyulan nöral kaynakların artmasıyla

birlikte mevcut genel inhibisyon mekanizmasında bir azalma olduğu belirtilmiştir. Önceki çalışmalarda, EEG alfa bandı genliğinin beyindeki inhibisyon mekanizması ile yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir (83, 99). Bu çalışmalarda inhibisyon mekanizmasındaki azalma ile birlikte EEG alfa bandı genliğinin azaldığı, inhibisyon mekanizmasının artmasıyla da EEG alfa bandı genliğinin arttığı gösterilmiştir. Bireylere sunulan işitsel uyarana karşı oluşan dinleme eforu ile birlikte genel inhibisyon mekanizmasında azalma ve bunun sonucunda ise EEG alfa bandı genliğinde düşüş beklenmektedir. Bu çalışmada EEG alfa bandı genliği başlangıca göre daha düşük çıkmıştır. Literatürde bulunan dinleme eforu çalışmaları incelendiğinde, Obleser ve ark. (2012), Miles ve ark. (2017) ve Dimitrijevic ve ark. (2017) alfa gücünde artış belirtmişken; Marsella ve ark. (2017) ve Seifi Ala ve ark. (2020) alfa gücünde azalma olduğunu belirtmiştir (80-84).

Farklı işitsel uyaralar ile bu durumun tekrarının sağlanmasını hedefleyen sonraki çalışmalarda, katılımcılara sunulan uyarının zorluk derecesi arttıkça EEG alfa bandı genliğinin azaldığı görülürken, uyarının zorluk seviyesi belirli bir noktaya geldikten sonra EEG alfa bandı genliğinin azalmaya devam etmediği ve artmaya başladığı görülmüştür (84). Sunulan işitsel uyarının zorluğunun artmasıyla birlikte bir süre sonra bu uyarının katılımcılar tarafından anlaşılması için gerekli işitsel ipuçları sağlanamayacağı, bu noktadan sonra uyarana karşı ilgilerini kaybedecekleri ve beyinde işitsel uyarının çözümlenmesi için ayrılan nöral kaynak sayısının azalacağı yani, yorgunluğun oluşacağı belirtilmiştir (22). Yorulma sonucunda beyinde işitsel uyarının çözümlenmesi için ayrılan nöral kaynak sayısının azaldığı ve bununla birlikte beyinde genel nöral inhibisyon mekanizmasının artmasıyla EEG alfa bandı genliğinin arttığı gösterilmiştir (3).

İSÖT, belleğin kapsamlı değerlendirilmesi için sıklıkla kullanılan bir test bataryasıdır (91). Bellek dinleme eforu oluşmasında önemli nöral kaynaklardan biridir. Sözel çalışma belleği skorları düşük olan katılımcıların dinlerken daha fazla efor sarf ettiği Amichetti ve ark. (2013) ve Picou ve ark. (2013) tarafından belirtilmiştir (100, 101). Bu çalışmada da tüm İSÖT skorlarıyla dinleme eforu arasında negatif bir ilişki gözlenmiştir. Yapılan çoklu regresyon analizinde pupil çapı değişimi, uzun süreli serbest hatırlamayı test eden A7 skoru ve tüm liste hatırlama sonucu olan ABth skoru

ile anlamlı bir ilişki göstermiştir. Serbest hatırlama ve çeldirici liste sonrası sunulan serbest hatırlama skorları ise pupillometre sonucu ile anlamlı bir ilişki içerisinde değildir. Miller ve ark. (2019) 138 genç erişkin ile yapmış olduğu çalışmada, uzun süreli bellek ve çalışma belleği testleri sırasında pupillometre kaydı almıştır (102). Çalışma belleği kapasitesi daha yüksek olan katılımcılar uzun süreli geri çağırma testinde daha başarılı olmuşlardır ve pupil çapı değişimi çalışma belleği kapasitesi düşük olanlara göre daha az artmıştır. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Kısa süreli serbest hatırlama skorlarının pupillometre sonuçları ile ilişkili çıkmamasın sebebi, çalışmamıza katılan bireylerin İSÖT serbest hatırlama skorlarından yüksek puan alması ve zorlanmamaları olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda daha zorlu testlerin uygulandığı yeni çalışmalar yapılabilir.

İSÖT ile EEG alfa bandı gücü değişim yüzdesi arasındaki ilişki çoklu regresyon analizi ile incelenmiştir. Alfa bandı gücü değişimi ile çeldirici B listesi sonrası sunulan A6 listesi skoru ve uzun süreli serbest hatırlamayı değerlendiren A7 ve ABth skorları ile anlamlı ilişki elde edilmiştir. Berger ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada uzun süreli bellek ile alfa gücü arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır ve semantik uzun süreli belleğin alfa gücü ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir (103). Bu çalışmadaki sonuçlarında literatürle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Aynı pupillometre ölçümünde olduğu gibi EEG alfa bandı gücü ölçümü de İSÖT'ün kısa süreli serbest hatırlama skorlarıyla anlamlı ilişki göstermemiştir. Kısa süreli serbest hatırlama ile dinleme eforu ilişkisini değerlendiren yeni çalışmaların yapılabileceği önerilmektedir.

Tekli görev paradigması ile elde edilen dinleme eforu skoru ile İSÖT'ün sadece uzun süreli serbest hatırlama skoru (A7) arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Buradan tekli görev paradigmasının uzun süreli bellek ile ilişkili olabileceği sonucu çıkarılabilir. Ulaşabildiğimiz literatür çalışmaları değerlendirildiğinde çalışmamız literatürde tekli görev paradigması ile bellek arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma olmuştur.

Bu çalışmada işitsel dikkati değerlendirmek için DDT kullanılmıştır. DDT'de kontrol (C-RZ), frekans (F-RZ) ve lokasyon (L-RZ) koşulunda RZ'ler

hesaplanmaktadır. Pupil çapı değişimi ile tüm koşullarda dikkat skorları arasında çoklu regresyon analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Katılımcıların dikkat skorları düştükçe, pupil çapı genişliği artmaktadır. Sonuçlar literatürdeki işitsel dikkat ile pupillometre sonuçlarını karşılaştıran çalışmalarla uyum göstermektedir (104, 105). Ulaşabildiğimiz literatür çalışmaları değerlendirildiğinde çalışmamız literatürdeki dinleme eforu çalışmalarında işitsel dikkati DDT ile değerlendirmiş başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. DDT'nin RZ dışındaki boyutları olan karmaşıklık çözümü (CR) ve istemsiz yönelim (IO) ile pupil çapı değişimi ilişkisi incelendiğinde LF-CR VE FL-IO'da anlamlı bir ilişki bulunurken, FL-CR ve LF-IO'da anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu bulunan ilişkilerin tesadüfi olup olmadığı hakkında ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

DDT ile EEG alfa bandı gücü değişimi ilişkisi incelendiğinde C-RZ ve F-RZ skorları ile alfa bandı gücü arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlar pupillometriden elde edilen sonuçlar ile uyum göstermektedir. Klimesch ve ark. (1999) yapmış oldukları çalışmada EEG alfa bandının 8-10 Hz'lik kısmının daha çok dikkat ile ilgili 10-12 Hz'lik kısmının ise dilsel (semantik) işleme ile ilgili olabileceğini belirtmiştir (106). Bu çalışmada alfa bandı 8-12 Hz olarak değerlendirilmiş ve daha küçük parçalara bölerek analiz yapılmamıştır. Gelecekteki çalışmalarda dinlemede dikkat ölçümleri ile EEG alfa bandının daha küçük parçalarının güç değişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi tavsiye edilmektedir.

Bu çalışmada tekli görev paradigması sonuçları ile DDT sonuçları analiz edildiğinde sadece C-RZ ile RT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Literatürde tekli görev paradigması ile işitsel dikkati inceleyen çalışmalar bulunmakta, ancak dinleme eforu açısından inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır (107). Kontrol reaksiyon zamanı (C-RZ) ile RT'nin yapısal benzerlik göstermesi nedeniyle anlamlı bir ilişki elde edildiği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; dinleme eforunun gürültüde konuşmayı ayırt etme, işitsel dikkat ve bellek becerileri ile ilişkisi incelenmiştir. Dinleme eforu eşzamanlı olarak, pupillometre ve EEG kaydı alınarak değerlendirilmiştir. Dinleme eforu 2 objektif ve 1 davranışsal metot ile ölçülmüştür. Objektif ölçümler EEG alfa bandı gücü ve pupil çapı değişimiyken, davranışsal ölçüm yöntemi ise tekli görev paradigması reaksiyon zamanıdır. Bellek becerileri İşitsel Sözel Öğrenme Testi ile, dikkat becerileri ise Dinlemede Dikkat Testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmadan çıkarılan sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtilmiştir:

1. İşitsel dikkat ile dinleme eforu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
2. Bellek ile dinleme eforu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
3. Gürültüde konuşmayı anlama becerileri ile dinleme eforu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
4. İşitsel dikkat becerisi, bellek ya da gürültüde konuşmayı anlama becerilerine göre dinleme eforuyla daha ilişkili bulunmuştur.
5. Tekli görev paradigması sonuçları ile işitsel dikkat ve bellek becerileri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
6. Konuşma uyararı zorluk seviyesi arttıkça dinleme eforunun arttığı bulunmuştur.
7. İşitsel Sözel Öğrenme Testi sonuçlarından uzun süreli belleği değerlendiren parametreler dinleme eforunun en iyi yordayıcısı olarak belirlenmiştir.
8. Dinlemede Dikkat Testi sonuçlarından frekans ve lokasyon koşulu reaksiyon zamanları dinleme eforunun en iyi yordayıcısı olarak belirlenmiştir.
9. Çalışmada değerlendirilen tüm nöral kaynaklar arasında dinlemede dikkat becerileri, dinleme eforu ile en ilişkili olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda işitsel dikkatin dinleme eforu ile ilişkisinin belleğe göre daha belirgin olduğu bulunmuştur. Çalışmada kullanılan İSÖT'ün kısa ve uzun süreli bellek ile daha çok ilişki olduğu literatürde belirttiğinden farklı sözel çalışma belleği testleri ile yeni çalışmaların yapılması önerilmiştir.

Bu çalışmaya 19-34 yaş arası normal işitmeye sahip bireyler katılmıştır. Farklı yaş gruplarında ve/veya işitme kaybına sahip olan bireylerle yeni çalışmalar yapılarak işitme kaybının ve yaşın da etkilerini incelenmesi önerilmiştir.

Dinleme eforunu belirleyen faktörlerden olan dikkat ve belleğin tüm işitme kayıplı bireylerde değerlendirilmesi ve gerekli işitsel rehabilitasyon yöntemleri kullanılarak geliştirilmesi, günlük hayatta daha az efor sarf ederek yaşamasına ve işitme ve konuşma anlama görevlerine daha az nöral kaynak harcamasına yardımcı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Picou EM, Ricketts TA, Hornsby BW. Visual cues and listening effort: Individual variability. 2011.
2. 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.
3. McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, Stewart AJ, Moore DR, Barry JG, et al. Listening effort and fatigue: What exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group ‘white paper’. *International journal of audiology*. 2014;53(7):433-45.
4. Giuliani NP, Brown CJ, Wu Y-H. Comparisons of the sensitivity and reliability of multiple measures of listening effort. *Ear and hearing*. 2021;42(2):465-74.
5. Kiliç S, Yiğit Ö, Turkyilmaz MD. Listening effort in hearing aid users: Is it related to hearing aid use and satisfaction? *Journal of the American Academy of Audiology*. 2022(AAM).
6. Peelle JE. Listening effort: How the cognitive consequences of acoustic challenge are reflected in brain and behavior. *Ear and hearing*. 2018;39(2):204.
7. Mele ML, Federici S. Gaze and eye-tracking solutions for psychological research. *Cognitive processing*. 2012;13(1):261-5.
8. Badcock NA, Mousikou P, Mahajan Y, De Lissa P, Thie J, McArthur G. Validation of the Emotiv EPOC® EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs. *PeerJ*. 2013;1:e38.
9. Kim S, Choi I, Schwalje AT, Kim K, Lee JH. Auditory working memory explains variance in speech recognition in older listeners under adverse listening conditions. *Clinical interventions in aging*. 2020;15:395.
10. Kerlin JR, Shahin AJ, Miller LM. Attentional gain control of ongoing cortical speech representations in a “cocktail party”. *Journal of Neuroscience*. 2010;30(2):620-8.
11. Héту R, Riverin L, Lalande N, Getty L, St-Cyr C. Qualitative analysis of the handicap associated with occupational hearing loss. *British Journal of Audiology*. 1988;22(4):251-64.
12. Sarampalis A, Kalluri S, Edwards B, Hafter E. Objective measures of listening effort: Effects of background noise and noise reduction. 2009.
13. Gosselin PA, Gagné J-P. Older adults expend more listening effort than young adults recognizing audiovisual speech in noise. *International journal of audiology*. 2011;50(11):786-92.
14. Fraser S, Gagné J-P, Alepins M, Dubois P. Evaluating the effort expended to understand speech in noise using a dual-task paradigm: The effects of providing visual speech cues. 2010.
15. Hicks CB, Tharpe AM. Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. 2002.
16. Shinn-Cunningham BG, Best V. Selective attention in normal and impaired hearing. *Trends in amplification*. 2008;12(4):283-99.

17. Escobar J, Mussoi BS, Silberer AB. The effect of musical training and working memory in adverse listening situations. *Ear and hearing*. 2020;41(2):278-88.
18. Mattys SL, Davis MH, Bradlow AR, Scott SK. Speech recognition in adverse conditions: A review. *Language and Cognitive Processes*. 2012;27(7-8):953-78.
19. Türk Dil Kurumu web sayfası 2022 [Available from: <https://sozluk.gov.tr/>].
20. MacIntosh BR, Rassier DE. What is fatigue? *Canadian journal of applied physiology*. 2002;27(1):42-55.
21. Alhanbali S, Dawes P, Millman RE, Munro KJ. Measures of listening effort are multidimensional. *Ear and Hearing*. 2019;40(5):1084.
22. Picou EM, Bean B, Marcrum SC, Ricketts TA, Hornsby BW. Moderate reverberation does not increase subjective fatigue, subjective listening effort, or behavioral listening effort in school-aged children. *Frontiers in Psychology*. 2019;10:1749.
23. Alhanbali SW. *Measuring Listening Effort and Fatigue in Adults with Hearing Impairment: The University of Manchester (United Kingdom)*; 2018.
24. Peelle JE. Optical neuroimaging of spoken language. *Language, cognition and neuroscience*. 2017;32(7):847-54.
25. Krueger M, Schulte M, Zokoll MA, Wagener KC, Meis M, Brand T, et al. Relation between listening effort and speech intelligibility in noise. *American Journal of Audiology*. 2017;26(3S):378-92.
26. Winn MB, Teece KH. Listening effort is not the same as speech intelligibility score. *Trends in Hearing*. 2021;25:23312165211027688.
27. Rennie J, Kidd Jr G. Benefit of binaural listening as revealed by speech intelligibility and listening effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2018;144(4):2147-59.
28. Shannon RV, Zeng F-G, Kamath V, Wygonski J, Ekelid M. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*. 1995;270(5234):303-4.
29. Newman R, Chatterjee M. Toddlers' recognition of noise-vocoded speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2013;133(1):483-94.
30. Denes PB, Denes P, Pinson E. *The speech chain: Macmillan*; 1993.
31. 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):1410-9.
32. Bernarding C, Strauss DJ, Hannemann R, Corona-Strauss FI, editors. Quantification of listening effort correlates in the oscillatory EEG activity: a feasibility study. 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2012: IEEE.
33. Koelewijn T, Zekveld AA, Lunner T, Kramer SE. The effect of reward on listening effort as reflected by the pupil dilation response. *Hearing research*. 2018;367:106-12.
34. 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. *Hearing research*. 2015;323:81-90.
35. Winn MB, Edwards JR, Litovsky RY. The impact of auditory spectral resolution on listening effort revealed by pupil dilation. *Ear and hearing*. 2015;36(4):e153.

36. Gagne J-P, Besser J, Lemke U. Behavioral assessment of listening effort using a dual-task paradigm: A review. *Trends in hearing*. 2017;21:2331216516687287.
37. Prodi N, Visentin C. A Slight Increase in Reverberation Time in the Classroom Affects Performance and Behavioral Listening Effort. *Ear and Hearing*. 2022;43(2):460-76.
38. Picou EM, Ricketts TA. Increasing motivation changes subjective reports of listening effort and choice of coping strategy. *International Journal of Audiology*. 2014;53(6):418-26.
39. Brons I, Houben R, Dreschler WA. Effects of noise reduction on speech intelligibility, perceived listening effort, and personal preference in hearing-impaired listeners. *Trends in hearing*. 2014;18:2331216514553924.
40. Picou EM, Ricketts TA, Hornsby BW. How hearing aids, background noise, and visual cues influence objective listening effort. *Ear Hear*. 2013;34(5):e52-64.
41. Kukla A. Foundations of an attributional theory of performance. *Psychological review*. 1972;79(6):454.
42. Serri F, Boroujeni AJ, Hesabi A. Cognitive, metacognitive, and social/affective strategies in listening comprehension and their relationships with individual differences. *Theory and Practice in Language Studies*. 2012;2(4):843.
43. Rudner M, Lunner T, Behrens T, Thorén ES, Rönnberg J. Working memory capacity may influence perceived effort during aided speech recognition in noise. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2012;23(08):577-89.
44. Diaz FM. Listening and musical engagement: An exploration of the effects of different listening strategies on attention, emotion, and peak affective experiences. *Update: Applications of Research in Music Education*. 2015;33(2):27-33.
45. Rabbitt PM. Channel-capacity, intelligibility and immediate memory. *The Quarterly journal of experimental psychology*. 1968;20(3):241-8.
46. Ng EHN, Rudner M, Lunner T, Pedersen MS, Rönnberg J. Effects of noise and working memory capacity on memory processing of speech for hearing-aid users. *International Journal of Audiology*. 2013;52(7):433-41.
47. Rönnberg J, Rudner M, Foo C, Lunner T. Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). *International journal of audiology*. 2008;47(sup2):S99-S105.
48. Wingfield A, Amichetti NM, Lash A. Cognitive aging and hearing acuity: Modeling spoken language comprehension. *Frontiers in Psychology*. 2015;6:684.
49. Baddeley A, Logie R, Bressi S, Sala SD, Spinnler H. Dementia and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*. 1986;38(4):603-18.
50. Rudner M, Signoret C. The role of working memory and executive function in communication under adverse conditions. *Frontiers Media SA*; 2016. p. 148.
51. Daneman M, Carpenter PA. Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*. 1980;19(4):450-66.
52. Oswald FL, McAbee ST, Redick TS, Hambrick DZ. The development of a short domain-general measure of working memory capacity. *Behavior research methods*. 2015;47(4):1343-55.
53. Lunner T. Cognitive function in relation to hearing aid use. *International journal of audiology*. 2003;42:S49-S58.

54. Rudner M, Rönnerberg J, Lunner T. Working memory supports listening in noise for persons with hearing impairment. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(03):156-67.
55. Ward CM, Rogers CS, Van Engen KJ, Peelle JE. Effects of age, acoustic challenge, and verbal working memory on recall of narrative speech. *Experimental aging research*. 2016;42(1):97-111.
56. Cousins KA, Dar H, Wingfield A, Miller P. Acoustic masking disrupts time-dependent mechanisms of memory encoding in word-list recall. *Memory & cognition*. 2014;42(4):622-38.
57. Warden MR, Miller EK. Task-dependent changes in short-term memory in the prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*. 2010;30(47):15801-10.
58. Chein JM, Morrison AB. Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic bulletin & review*. 2010;17(2):193-9.
59. Shipstead Z, Redick TS, Hicks KL, Engle RW. The scope and control of attention as separate aspects of working memory. *Memory*. 2012;20(6):608-28.
60. Juffs A, Harrington M. Aspects of working memory in L2 learning. *Language teaching*. 2011;44(2):137-66.
61. Henry MJ, Obleser J. Frequency modulation entrains slow neural oscillations and optimizes human listening behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2012;109(49):20095-100.
62. Zhang Y-X, Barry JG, Moore DR, Amitay S. A new test of attention in listening (TAIL) predicts auditory performance. *PLoS One*. 2012;7(12):e53502.
63. Humes LE. The contributions of audibility and cognitive factors to the benefit provided by amplified speech to older adults. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2007;18(07):590-603.
64. Berl MM, Duke ES, Mayo J, Rosenberger LR, Moore EN, VanMeter J, et al. Functional anatomy of listening and reading comprehension during development. *Brain and language*. 2010;114(2):115-25.
65. Borra T, Versnel H, Kemner C, van Opstal AJ, van Ee R. Octave effect in auditory attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013;110(38):15225-30.
66. Kaya EM, Elhilali M. Modelling auditory attention. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2017;372(1714):20160101.
67. Fritz JB, Elhilali M, David SV, Shamma SA. Auditory attention—focusing the searchlight on sound. *Current opinion in neurobiology*. 2007;17(4):437-55.
68. Dosenbach NU, Fair DA, Cohen AL, Schlaggar BL, Petersen SE. A dual-networks architecture of top-down control. *Trends in cognitive sciences*. 2008;12(3):99-105.
69. Eckert MA, Menon V, Walczak A, Ahlstrom J, Denslow S, Horwitz A, et al. At the heart of the ventral attention system: the right anterior insula. *Human brain mapping*. 2009;30(8):2530-41.
70. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*. 2012;35:73.
71. Vaden Jr KI, Eckert MA, Dubno JR, Harris KC. Cingulo-opercular adaptive control for younger and older adults during a challenging gap detection task. *Journal of neuroscience research*. 2020;98(4):680-91.


72. 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(02):113-22.
73. Kılıç N, Kamışlı GİŞ, Gündüz B, Bayramoğlu İ, Kemaloğlu YK. Turkish Validity and Reliability Study of the Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale. *Turkish archives of otorhinolaryngology*. 2021;59(3):172.
74. Saksida A, Ghiselli S, Bembich S, Scorpecci A, Giannantonio S, Resca A, et al. Interdisciplinary Approaches to the Study of Listening Effort in Young Children with Cochlear Implants. *Audiology Research*. 2021;12(1):1-9.
75. Wu YH, Stangl E, Zhang X, Perkins J, Eilers E. Psychometric Functions of Dual-Task Paradigms for Measuring Listening Effort. *Ear Hear*. 2016;37(6):660-70.
76. Wu Y-H, Aksan N, Rizzo M, Stangl E, Zhang X, Bentler R. Measuring listening effort: Driving simulator vs. simple dual-task paradigm. *Ear and hearing*. 2014;35(6):623.
77. Picou EM, Ricketts TA. The effect of changing the secondary task in dual-task paradigms for measuring listening effort. *Ear and Hearing*. 2014;35(6):611-22.
78. Kwak C, Han W. Comparison of single-task versus dual-task for listening effort. *Journal of Audiology & Otology*. 2018;22(2):69.
79. Hershman R, Milshtein D, Henik A. The contribution of temporal analysis of pupillometry measurements to cognitive research. *Psychological Research*. 2022:1-15.
80. 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.
81. Obleser J, Weisz N. Suppressed alpha oscillations predict intelligibility of speech and its acoustic details. *Cerebral cortex*. 2012;22(11):2466-77.
82. Dimitrijevic A, Smith ML, Kadis DS, Moore DR. Cortical alpha oscillations predict speech intelligibility. *Frontiers in human neuroscience*. 2017;11:88.
83. Marsella P, Scorpecci A, Cartocci G, Giannantonio S, Maglione AG, Venuti I, et al. EEG activity as an objective measure of cognitive load during effortful listening: A study on pediatric subjects with bilateral, asymmetric sensorineural hearing loss. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2017;99:1-7.
84. Seifi Ala T, Graversen C, Wendt D, Alickovic E, Whitmer WM, Lunner T. An exploratory study of EEG alpha oscillation and pupil dilation in hearing-aid users during effortful listening to continuous speech. *Plos one*. 2020;15(7):e0235782.
85. Wisniewski MG, Thompson ER, Iyer N, Estep JR, Goder-Reiser MN, Sullivan SC. Frontal midline θ power as an index of listening effort. *Neuroreport*. 2015;26(2):94-9.
86. Bertoli S, Bodmer D. Effects of age and task difficulty on ERP responses to novel sounds presented during a speech-perception-in-noise test. *Clinical Neurophysiology*. 2016;127(1):360-8.
87. Hervais-Adelman AG, Davis MH, Johnsrude IS, Taylor KJ, Carlyon RP. Generalization of perceptual learning of vocoded speech. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2011;37(1):283.
88. Rovetti J, Goy H, Pichora-Fuller MK, Russo FA. Functional near-infrared spectroscopy as a measure of listening effort in older adults who use hearing aids. *Trends in Hearing*. 2019;23:2331216519886722.

89. Boake C. Edouard Claparede and the auditory verbal learning test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2000;22(2):286-92.
90. Vakil E, Blachstein H. Rey AVLT: Developmental norms for adults and the sensitivity of different memory measures to age. *The Clinical Neuropsychologist*. 1997;11(4):356-69.
91. CAN H, DOĞUTEPE E, YAZIHAN NT, KORKMAN H, BAKAR EE. İşitsel sözel öğrenme testi yapı geçerliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 2016;27(3):195-203.
92. Korkman H, Doğutepe E, Karakaş S, editors. İşitsel Sözel Öğrenme Testi Performansına Demografik Değişkenlerin Etkisi. *Yeni Symposium*; 2016.
93. Lezak M, Howieson D, Loring D. Auditory-verbal learning test (AVLT). *Neuropsychological assessment, 4th edn Oxford University Press, London*. 2004:422-9.
94. Zokoll MA, Fidan D, Turkyilmaz D, Hochmuth S, Ergenc I, Sennaroglu G, et al. Development and evaluation of the Turkish matrix sentence test. *Int J Audiol*. 2015;54 Suppl 2:51-61.
95. Çıldır B, Tokgöz-Yılmaz S. Evaluation of Speech Recognition Skills in Different Noises with the Turkish Matrix Sentence Test in Hearing Aid Users. *Turkish archives of otorhinolaryngology*. 2021;59(2):133.
96. Lau MK, Hicks C, Kroll T, Zupancic S. Effect of auditory task type on physiological and subjective measures of listening effort in individuals with normal hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2019;62(5):1549-60.
97. Winn MB, Edwards JR, Litovsky RY. The Impact of Auditory Spectral Resolution on Listening Effort Revealed by Pupil Dilation. *Ear Hear*. 2015;36(4):e153-65.
98. Alhanbali S, Munro KJ, Dawes P, Carolan PJ, Millman RE. Dimensions of self-reported listening effort and fatigue on a digits-in-noise task, and association with baseline pupil size and performance accuracy. *International Journal of Audiology*. 2021;60(10):762-72.
99. Cartocci G, Maglione AG, Rossi D, Modica E, Borghini G, Malerba P, et al., editors. Alpha and theta EEG variations as indices of listening effort to be implemented in neurofeedback among cochlear implant users. *International Workshop on Symbiotic Interaction*; 2017: Springer.
100. Picou EM, Ricketts TA, Hornsby BW. How hearing aids, background noise, and visual cues influence objective listening effort. *Ear and Hearing*. 2013;34(5):e52-e64.
101. Amichetti NM, Stanley RS, White AG, Wingfield A. Monitoring the capacity of working memory: Executive control and effects of listening effort. *Memory & cognition*. 2013;41(6):839-49.
102. Miller AL, Gross MP, Unsworth N. Individual differences in working memory capacity and long-term memory: The influence of intensity of attention to items at encoding as measured by pupil dilation. *Journal of Memory and Language*. 2019;104:25-42.
103. Berger B, Omer S, Minarik T, Sterr A, Sauseng P. Interacting memory systems—does EEG alpha activity respond to semantic long-term memory access in a working memory task? *Biology*. 2014;4(1):1-16.
104. Liao H-I, Yoneya M, Kidani S, Kashino M, Furukawa S. Human pupillary dilation response to deviant auditory stimuli: Effects of stimulus properties and voluntary attention. *Frontiers in Neuroscience*. 2016;10:43.

105. McCloy DR, Lau BK, Larson E, Pratt KA, Lee AK. Pupillometry shows the effort of auditory attention switching. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2017;141(4):2440-51.
106. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain research reviews*. 1999;29(2-3):169-95.
107. Karatekin C, Couperus JW, Marcus DJ. Attention allocation in the dual-task paradigm as measured through behavioral and psychophysiological responses. *Psychophysiology*. 2004;41(2):175-85.

8. EKLER

EK-1: Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-132
Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 19 OCAK 2021 SALI
Toplantı No : 2021/02
Proje No : GO 20/888(Değerlendirme Tarihi: 06.10.2020)
Karar No : 2021/02-50

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ERBİL, Dr. Öğr. Üyesi Filiz ASLAN ile birlikte çalışacakları ve Arş. Gör. Samet KILIÇ'ın doktora tezi olan, GO 20/888 kayıt numaralı "*Dinleme Eforu Değerlendirilmesinde Kullanılan Objektif Yöntemlerin Nöral Kaynaklar Açısından Değerlendirilmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 20 Ocak 2021-20 Ocak 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Başkan)	7. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR
2. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Üye)	8. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK
3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ
4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	10. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN	(Üye)	11. Av. Serap MORALIOĞLU
6. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)	

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için: _____

EK-3

DİNLEME EFORU DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN OBJEKTİF YÖNTEMLERİN NÖRAL KAYNAKLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%8	%8	%4	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%2
2	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	toad.halileksi.net İnternet Kaynağı	%1
4	readgur.com İnternet Kaynağı	<%1
5	erepo.uef.fi İnternet Kaynağı	<%1
6	iscs-a.org İnternet Kaynağı	<%1
7	halksagligiokulu.org İnternet Kaynağı	<%1
8	lab.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1

9lib.net

EK-4



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Samet Kiliç
Ödev başlığı: tez
Gönderi Başlığı: DİNLEME EFORU DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN OBJE...
Dosya adı: T_F_Y_NTEMLER_N_N_RAL_KAYNAKLAR_A_ISINDAN_DE_ERLEN...
Dosya boyutu: 1.54M
Sayfa sayısı: 75
Kelime sayısı: 14,142
Karakter sayısı: 93,640
Gönderim Tarihi: 05-Ara-2022 10:33ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1971812826



9. ÖZGEÇMİŞ