

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE SENTETİK OLARAK BOZULMUŞ
KONUŞMA UYARANININ DİNLEME ÇABASI ÜZERİNE ETKİSİ**

Ody. Fahrettin Deniz ŞENLİ

Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA

2021

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE SENTETİK OLARAK BOZULMUŞ
KONUŞMA UYARANININ DİNLEME ÇABASI ÜZERİNE ETKİSİ**

Ody. Fahrettin Deniz ŞENLİ

Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

ANKARA

2021

ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE SENTETİK OLARAK BOZULMUŞ
KONUŞMA UYARANININ DİNLEME ÇABASI ÜZERİNE ETKİSİ
Fahrettin Deniz ŞENLİ
Danışman: Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

Bu tez çalışması 08/09/2021 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

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

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

Üye: *Doç. Dr. Cengiz ACARTÜRK*
(Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

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

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

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

13/09/2021

Prof. Dr. Diclehan Orhan
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

Tezimin 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 tezimin aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

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

15 /09/2021

(İmza)

Fahrettin Deniz ŞENLİ

/

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 tezimin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*

(2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulgular içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezimin erişime açılması engellenebilir.*

(3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezini yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarda yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*

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

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

ETİK BEYAN

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

(İmza)

Ody. Fahrettin Deniz ŞENLİ

TEŞEKKÜR

Yüksel lisans eğitimim boyunca beni destekleyen, fikirlerime değer veren sevgili danışman hocam Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR'a

Tezin oluşturulmasında akademik bilgi ve deneyimlerini sunarak bana yol gösteren sayın Doç. Dr. Cengiz ACARTÜRK'e,

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

Desteklerini hiç esirgemeyen Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Bölüm Başkanı sayın Doç. Dr. Banu MÜJDECİ'ye, bütün bölüm öğretim üyelerine ve araştırma görevlilerine,

Anlayışı ve yardımıyla bana hep destek olan Ody. Sinem ÖZTAŞ'a

Beni bugünlere getirip, hayatımın her alanında bana destek veren, her koşulda yanımda olan aileme,

Teşekkürlerimi, sevgilerimi ve saygılarımı sunarım.

ÖZET

Şenli, F.D.; Normal İşiten Bireylerde Sentetik Olarak Bozulmuş Konuşma Uyarınının Dinleme Çabası Üzerine Etkisi Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2021. Dinleme çabası, dinleme görevi sırasında, dinleme performansı gerektiren durumlarda işitsel uyarana özel olarak kullanılması gereken mental kaynakların paylaşılması olarak ifade edilebilir. Gelen sesin kalitesinin azalması konuşmayı anlamak için gereken dinleme çabasını artırabileceği düşünülür. Koklear implant aracılığıyla gelen konuşma sinyali, normal işitme ile karşılaştırıldığında hem spektral hem de zamansal boyutlarda akustik-fonetik ayrıntılarının daha az olduğu bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı koklear implant simülasyonunda işitsel spektral çözünürlüğün dinleme çabasına etkisini değerlendirmektir. Çalışmaya 24-25 yaş aralığında normal işitmeye sahip 21 yetişkin birey dahil edilmiştir. Çalışmada birincil görev işitsel sunulan uyarıların tekrarlanması ve ikincil görev görsel sunulan tek heceleri kelimeler arasında uyak bulma testi olan çift görev paradigması kullanılmıştır. Dinleme çabası normal konuşma (NK), koklear implant uyarısına benzer 12, 8, 6 ve 4 kanallı spektral olarak bozulmuş toplamda beş farklı durumda, cevap süresi ve pupil boyutları ölçülerek değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda cevap süresi ölçümlerinde NK-6 kanal, NK-4 kanal, 12-6 kanal, 12-4 kanal, 8-6 kanal, 8-4 kanal ve 6-4 kanallar arasında, pupil boyutları ölçümlerinde ise NK-12 kanal, NK-8 kanal, NK-6 kanal, NK-4 kanal, 12-4 kanal, 8-4 kanal ve 6-4 kanal durumları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Kanal sayısı azaldıkça cevap süresinde ve pupil boyutlarında artış gözlenmiştir. Sonuç olarak kanal sayısı azaldıkça cevap süresinin ve pupil boyutunun artması spektral çözünürlüğün dinleme çabasına etkisi olarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dinleme çabası, koklear implant, kanal sayısı, cevap süresi, pupil boyutu

ABSTRACT

Şenli, F.D.; The Impact of Degraded Speech on Listening Effort Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Master Thesis of Audiology, Ankara, 2021. Listening effort can define as the deliberate allocation of cognitive resources to overcome obstacles in goal pursuit when performing a task. Reduced quality of incoming sound may increase the listening effort required to understand speech. The speech signal coming through the cochlear implant has lower acoustic-phonetic details in both spectral and temporal dimensions than the normal speech. This study aims to evaluate the effect of auditory spectral resolution on listening effort in cochlear implant simulation. Twenty-one normal-hearing participants aged between 24-25 years listened to normal speech (NS) and CI simulations with 12, 8, 6, and 4 numbers of spectral channels. In the study, a dual-task paradigm was used. The secondary task was a rhyme judgment. In the response time measurements between NS-6 channels, NS-4 channels, 12-6 channels, 12-4 channels, 8-6 channels, 8-4 channels, and 6-4 channels, in the pupil size measurements between NS-12 channel, NS-8 channels, NS-6 channels, NS-4 channels, 12-4 channels, 8-4 channels and 6-4 channels significant differences were found. As the number of channels decreased, response time and pupil size increased. As a result, as the number of channels decreases, the increase in response time and pupil size is interpreted as the effect of spectral resolution on listening effort.

Key Words: Listening effort, cochlear implant, channel number, response time, pupil dilation

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	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dinleme Çabası Nedir?	4
2.2. Dineleme Çabası ile İlişkili Modeller ve Teoriler	4
2.2.1. Kahneman'ın Kapasite Modeli	4
2.2.2. Dil Anlama Kolaylık Modeli (Ease of Language Understanding- ELU)	5
2.2.3. Çaba Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL)	5
2.3. Dinleme Çabasının Değerlendirilmesi	6
2.3.1. Subjektif Ölçüm Yöntemleri	6
2.3.2. Davranışsal Ölçüm Yöntemleri	7
Tek Görev Paradigması	7
Çift Görev Paradigması	7

	x
2.3.3. Fizyolojik Ölçüm Yöntemleri	8
Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)	8
Elektroensefalografi (EEG)	9
Olaya İlişkin Potansiyeller	9
Cilt İletkenliği, Cilt Sıcaklığı, Kalp Atış Hızı, Elektromiyografik Aktivite	9
Pupillometri	10
2. BİREYLER VE YÖNTEM	11
3.1. Araştırmanın Türü	11
3.2. Araştırmanın Örneklemi	11
3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi	11
3.2.2. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlama Kriterleri	11
3.3. Gereç ve Yöntem	12
3.3.1. Uyarıların Oluşturulması	12
3.3.2. Deneyin Uygulanması	15
3.3.3. Verilerin Toplanması	16
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	16
4. BULGULAR	17
4.1. Konuşmayı Anlama Skorlarına Ait Bulgular	17
4.2. Cevap Süresine Ait Bulgular	18
4.3. Pupil Boyutuna Ait Bulgular	20
4.4. Cevap Süresi ve Pupil Boyutu Bulguları Arasındaki Korelasyon	22
5. TARTIŞMA	23
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
7. KAYNAKÇA	29
8. EKLER	35

EK – 1 Etik Kurul Onay Yazısı

EK – 2 Turnitin Ekran Görüntüsü

EK – 3 Dijital Makbuz

9. ÖZGEÇMİŞ

38

SİMGELER VE KISALTMALAR

ark	Arkadaşlar
dB	Desibel
dba	Desibel A
EEG	Elektroensefalografi
ELU	Ease Of Language Understanding
ERP	Event Related Potentials
fMRI	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
FUEL	The Framework For Understanding Effortful Listening
HL	Hearing Level
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
LEQ-CI	Listening Effort Questionnaire-Cochlear Implant
ms	Milisaniye
n	Olgu Sayısı
rms	Root Mean Square
s	Saniye
SS	Standart Sapma
SSQ	The Speech, Spatial And Qualities Of Hearing Scale
O	Ortalama
X	Ortalama Değer
%	Yüzde

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. <i>The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL</i> (Pichora-Fuller ve ark., 2016) için oluşturulan üç boyutlu şekil	6
3.1. Normal konuşma uyarını spektral görünüm	14
3.2. 12 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma	14
3.3. 8 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma	14
3.4. 6 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma	14
3.5. 4 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma	14
4.1. Durumlara Göre Konuşmayı Anlama Skorları	17

TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
3.1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler	11
4.1. Konuşmayı Anlama Skorları Tanımlayıcı İstatistikler	18
4.2. Cevap Süresi Skorları Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler	19
4.3. Cevap Süresi Arasındaki Farklılık	19
4.4. Durumlar ile Cevap Süresi Arasındaki İlişki	20
4.5. Pupil Boyutları Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler	20
4.6. Pupil Boyutları Arasındaki Farklılık	21
4.7. Durumlar ve Pupil Boyutu Arasındaki İlişki	21
4.8. Cevap Süresi ve Pupil Boyutu Arasındaki Korelasyon	22

1. GİRİŞ

Günlük hayatta gerçek dinleme durumu sessiz ortamda gerçekleşmez ve zorludur. Gürültü sebebiyle konuşma uyarılarını anlamak herkes için zor olabilmekle birlikte özellikle işitme kayıplı bireylerde daha zorlayıcı iletişim koşullarına sebep olur (1).

Dinleme çabası, dinleyicinin dinleme görevi üzerinde belirli bir performans sergilemesi gerektiği ve göreve bağlı gereklilikler arttığında (kötü dinleme ortamları gibi), belirlenmiş bir işitsel görev için ayrılmış olan bilişsel işleme kaynaklarının miktarını ifade etmektedir (2). Gelen sesin kalitesinin azalması, ortamda gürültü olması, dinleyen kişide işitme kaybı bulunması gibi etmenlerin konuşmayı anlamak için gereken dinleme çabasını artırabileceği düşünülür.

Bilişsel yük işitme kayıplı bireylerin karşılaştıkları zorlukları görebilmek için önemli bir parametredir. Klinikte kullanılan konuşmayı anlama testlerinin dinleme çabasını değerlendirmek için de yetersiz kaldığı düşünülür (3, 4). Yapılan çalışmalarda işitme kayıplı bireylerin akranlarına göre daha fazla dinleme çabası harcadıkları gösterilmiştir (5, 6). Dinlemeye harcanan çabada artış sosyal iletişim gibi diğer kaynaklara harcanan bilişsel yükte azalmaya sebep olduğu için kişinin hayat kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceği bildirilmiştir (7).

İşitme kaybı kişinin yaşamını depresyon (8), yalnız hissetme (9) ve gürültüde konuşmayı anlama performansında düşüş (10, 11) gibi birçok yönden olumsuz etkileyebilir. İşitme kayıplı bireylerde işitme cihazı, işitmenin sağlanabilmesi için kullanılan geleneksel yöntemdir. Ancak ileri-çok ileri derecede işitme kaybı olan bireylerde işitme cihazı yetersiz kaldığı için işitmesini geri kazanımı için koklear implant bir seçenek olarak kullanılmaktadır. Koklear implant; ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan ve işitme cihazından fayda görmeyen kişiler için tasarlanmış, işitmenin geri kazanılması için cerrahi ile iç kulağa yerleştirilen bir cihazdır (12).

Koklear implant aracılığıyla gelen konuşma sinyalinin, normal işitme ile karşılaştırıldığında hem spektral hem de zamansal boyutlarda akustik-fonetik ayrıntılarının daha az olduğu bilinmektedir. Kısmen bozulmuş olarak gelen sesi anlamak için daha fazla bilişsel çaba harcanması gerektiği düşünülür (13, 14). Bu doğrultuda, normal işitmeye sahip bireylerde yapılan çalışmalarda normal konuşma ile karşılaştırıldığında koklear implant uyarısına benzer sentetik olarak bozuk konuşma uyararı kullanıldığında daha fazla dinleme

abası harcandığı bildirilmiştir (15, 16). Ayrıca, uyarın içerisinde spektral ayrıntıların artmasıyla ise daha az dinleme çabası harcandığı gözlenmiştir (17).

Bu çalışmanın amacı işitsel spektral zlmn dinleme çabasına etkisini değerlendirmektir.

Çalışmanın hipotezleri;

H0: Sentetik olarak bozulmuş konuşma durumlarında, kanal sayısı azaldıkça cevap süreleri değerliklik göstermemektedir.

H1: Sentetik olarak bozulmuş konuşma durumlarında, kanal sayısı azaldıkça cevap süreleri değerliklik göstermektedir.

H0: Sentetik olarak bozulmuş konuşma durumlarında, kanal sayısı azaldıkça pupil boyutları değerliklik göstermemektedir.

H1: Sentetik olarak bozulmuş konuşma durumlarında, kanal sayısı azaldıkça pupil boyutları değerliklik göstermektedir.

2. GENEL BİLGİLER

İşitme, gelen seslere erişim sağlayan pasif bir süreçken, dinleme istemli bir işlemdir. Dinleme, işitmenin ilerisinde bilişsel süreçler içermektedir. Dinleme sırasındaki bilişsel süreçler gelişirken kişinin duyduğunu anlaması için bir çaba harcaması gerekebilmektedir (18).

Günlük hayatta en ideal dinleme ortamı, işitsel uyarıların bir kaynaktan geldiği, arka plan gürültünün olmadığı, sessiz durumlardır (19). Fakat günlük hayatta dinleme sıklıkla ideal ortamlarda değil zorlu koşullarda gerçekleşmektedir (20). Peelle (2018) bu zorlukları kişiye, uyarana ve çevreye bağlı olarak üç gruba ayırmaktadır (21). Zorlu dinleme koşullarına neden olan dinleyiciye bağlı faktörlerde periferik keskinlik (*peripheral acuity*), tamamlanmamış dil bilgisi (*incomplete language*), temporal işleme (*temporal processing*) yer almaktadır. Uyarana bağlı faktörlerde alışılmadık aksan (*unfamiliar accent*), eksik sesletim (*underarticulation*) ve yabancı konuşmacı (*unfamiliar speaker*) yer almaktadır. Çevreye bağlı faktörlerde arka plan gürültüsü (*background noise*), birden fazla konuşmacı (*competing talkers*) ve dinlemeye yardımcı cihaz (*assistive device*) yer almaktadır.

Dinleyiciler konuşmayı duyduklarında, uyarıyı başarılı bir şekilde anlamak için, kelimeleri ve fonemleri kortekse depolanmış temsilleriyle eşleştirmeleri gerekmektedir. Konuşma uyarıyı akustik olarak bozulduğunda konuşma ipuçlarının kalitesi düşmektedir. Bu durumda dinleyiciye daha az bilgi verilmektedir ve sesleri doğru tanımlama süreci zorlaşmaktadır (21).

Koklear implant; ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan ve işitme cihazından fayda görmeyen kişiler için tasarlanmış, işitmenin geri kazanılması için cerrahi ile iç kulağa yerleştirilen bir cihazdır (12). Koklear implant çalışmaları daha önce konuşmayı anlamayı iyileştirmeyi amaçlamıştır. Bu nedenle, koklear implantın faydaları konuşma anlaşılabilirlik testleri ile ölçülmüştür (22-24). Rubinstein (2004)'ın yaptığı çalışmada koklear implant aracılığıyla gelen konuşma sinyalinin, normal işitme ile karşılaştırıldığında hem spektral hem de zamansal boyutlarda akustik-fonetik ayrıntılarının daha az olduğu görülmüştür (25). Son araştırmalarda, sinyal kalitesi düştüğünde konuşma işleminin daha fazla bilişsel çaba gerektirebileceği düşünülmüştür (26, 27). Konuşma uyarıyı sentetik olarak bozulduğunda, kişilerin yanıt sürelerinde uzama (28) ve pupil boyutlarında değişim olduğu (29) görülmüştür. Artan dinleme taleplerinin performans ve fizyoloji üzerindeki etkisi, dinleme çabasının dolaylı bir göstergesi olduğu düşünülmüştür (7).

2.1. Dinleme Çabası Nedir?

Türk Dil Kurumu'nda; dinlemek, işitmek için kulak vermek olarak tanımlanırken, çaba ise herhangi bir işi yapmak için ortaya konan zorluk, gayret olarak tanımlanmaktadır (30). Bu anlamlara göre basit bir tanım yapacak olursak, işitsel olarak gelen uyarıyı duymak için çaba göstermek denebilir. Dinleme çabasının tanımı için kabul gören birkaç tanım olsa da henüz tam olarak uzlaşma sağlanamamaktadır.

Dinleme çabası, dinleme görevi sırasında, dinleme performansı gerektiren durumlarda işitsel uyarana özel olarak kullanılması gereken mental kaynakların paylaşılması olarak ifade edilebilir.

Konuşmayı anlamak için gereken çaba her durum için aynı olmamakla birlikte dinleme çabasını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Örneğin; bozuk bir sinyal, işitme kaybı, yaş, konuşma hızı, arka plan gürültüsü gibi birçok etmen dinleme çabasını etkilediği görülmektedir (5, 31-33).

2.2. Dineleme Çabası ile İlişkili Modeller ve Teoriler

Dinleme çabası hakkında yapılan çalışmalar 1980'lerin başında (34) başlamasına karşın, çaba hakkında çeşitli bakış açıları ve modeller bulunmaktadır. Bu modellerin çoğu aslında genel çaba kavramını tanımlamakla birlikte daha sonradan dinleme çabası için özelleşmiştir. Bu modeller; Kahneman'ın (1973) Kapasite (*Capacity*) modeli, Rönnberg ve arkadaşlarının (2008) Dil Anlayış Kolaylığı (*Ease of Language Understanding- ELU*) modeli ve Kahneman'nın (1973) teorisinin uyarlaması olan Pichora-Fuller ve arkadaşlarının (2016) Çaba Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (*The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL*) modelleridir. Bazı modeller tez içerisinde İngilizce isimleriyle kullanılacaktır.

2.2.1. Kahneman'ın Kapasite Modeli

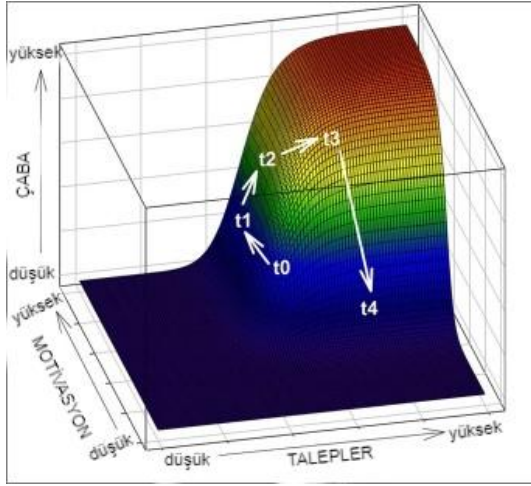
Kahneman'ın (1973) ortaya koyduğu Kapasite modeli birçok çalışmanın altyapısını oluşturan ve sıkça kullanılan bir teoridir (35). Modelin temeli çaba kavramına dayanır. Dikkat kapasitesi ve dikkat kaynağı eş değer kabul edilir ve ayrı olarak bahsedilmez. Bu modelde bireylerin görev performansları için sınırlı bilişsel kaynaklara sahip olduğu varsayılır. İki veya daha fazla görevi aynı anda gerçekleştirirken, bilişsel kaynakların çoğu birincil görevi yerine getirmek için kullanılır. İkincil görevin yerine getirilmesi için ise yedek (*spare*) bilişsel kapasite kullanılır. Birincil görev zorluğu arttıkça kullanılan bilişsel kaynak da artar ve yedek kaynaklardaki azalmanın ikincil görev performansının düşmesine yol açtığı düşünülür (36).

2.2.2. Dil Anlama Kolaylık Modeli (Ease of Language Understanding- ELU)

Dinleme çabasının daha iyi anlaşılması için Rönberg ve ark. (2008) *ELU* modelini kullanarak dinleme çabasını açıklar (13, 14). Bu modele göre otomatik konuşmayı işleme fonksiyonu kesintiye uğradığında dinleme çabası gerçekleşir. Model, çalışma belleğinin dili anlamada önemli bir yeri olduğunu gösterir. Çalışma belleği; anlama, öğrenme ve akıl yürütme gibi karmaşık bilişsel görevleri yerine getirmek için gereken bilgileri geçici olarak depolamak ve işlemek için sınırlı bir kapasite sistemi olarak tanımlanır (14). Çalışma belleği konuşma algısı modellerine entegre edilir çünkü konuşma anlayışı için önemli olan iki görevden; işlemeden ve saklamadan sorumludur (37). Yetersiz dinleme koşulları, sinyalin bozulmasına ve bunun sonucunda ise sinyal ve uzun süreli hafızadaki bilgi arasında bir eşleşme belirlenememesine neden olur. Uyumsuzluk durumunda bozulmuş iletiyi anlamak için çalışma belleğinin katılımı gerekir. Çalışma belleği, önceki bilgi ve deneyime dayanarak algılanan sinyalin bağlamını kullanarak sinyalin belirsizliğini giderir (38). *ELU* modeline göre, zorlu dinleme koşullarında artan bilişsel işlem, dinleme çabası kavramının temelini oluşturur.

2.2.3. Çaba Gerektiren Dinlemeyi Anlama Çerçevesi (The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL)

The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL, dinleme çabasıyla ilgili yeni bir yaklaşımdır ve Kahneman'ın (1973) modelinin bir uyarlamasıdır (39). Bu teoriye göre, artan görev taleplerinin daha fazla çabaya yol açtığını öne sürülür. Artan talepler motivasyon düşük olduğunda her zaman artan bir çaba ile sonuçlanmayabilir. Özellikle artan çaba başarılı bir sonuca dönüşmediği zamanlarda bu durum görülebilir. Bilişsel kapasite sınırı aşılsa bile motivasyon düşükse bireyler çaba göstermeyebilir. *FUEL* tarafından sağlanan argümanlar, performansın düşmesi sonucu görevi yapma motivasyonu azaldığında, dinleme çabasının azaldığını bildiren çalışmaların bulgularıyla da desteklenir (40). Pichora-Fuller ve ark. (2016) çaba gerektiren dinlemeyi anlama sisteminde; çaba, talep ve motivasyon ilişkisini göstermek için üç boyutlu bir model geliştirir. Kahneman'ın modelinde motivasyona değinilmeyen bu model Kahneman modeline getirilen bir yeniliktir. 3 boyutlu modelde; talep sabit kalırsa ancak göreve katılım artarsa motivasyonun arttığı görülür. Motivasyon sabit kaldığında ancak talep artarsa buna bağlı olarak çabada bir artış olduğu görülür. Talep sabit tutulursa ancak motivasyon azalırsa çabada bir azalma olduğu görülür.



Şekil 2.1. *The Framework for Understanding Effortful Listening- FUEL* (Pichora-Fuller ve ark., 2016) için oluşturulan üç boyutlu şekil

2.3. Dinleme Çabasının Değerlendirilmesi

Dinleme çabasını ölçmek için farklı yöntemler kullanılabilir. Dinleme çabası, kişilerin kendi beyanlarına dayanan sübjektif ölçüklerin ve anketlerin (41), davranışsal cevapların (42) ve fizyolojik cevapların (43) değerlendirilmesi ile ölçülmeye çalışılır.

2.3.1. Sübjektif Ölçüm Yöntemleri

Sübjektif ölçüm yöntemleri kişilerin kendi deneyimine dayanır. Dinleme çabası NASA TLX (44), *The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ)* içerisinde bir bölüm (45) ve *Listening Effort Questionnaire-Cochlear Implant (LEQ-CI)* (46) gibi görev performansıyla ilişkili talepleri değerlendirmek için tasarlanmış ölçük kullanılarak ölçülebilir.

Genel olarak sübjektif ölçümlerin avantajlı yönleri maliyetinin düşük, kolay ve hızlı uygulanabilir olmasıdır (7). Uygulamak için herhangi bir uzmanlığa ihtiyaç duymamaktadır.

Dezavantajlı yönlerine baktığımızda ilk olarak tamamen öznel olması karşımıza çıkmaktadır. Bireyler bir durumun ne kadar çaba gerektirdiğine karar vermek için farklı standartlara sahip olabilirler. Harcanan çabanın değerlendirilmesi kişiden kişiye yorumlanma biçiminden etkilenebilir. Bazı katılımcılar çabadan ziyade görevdeki performansını değerlendirebilir (47). Bir diğer sınırlılığı ise yapılan çalışmalarda fizyolojik ve davranışsal yöntemler ile ilişkili bulunmayabilmesidir. (48-51). Ayrıca sübjektif cevaplar çabanın fizyolojik sürecini de açıklamamaktadır (7).

2.3.2. Davranışsal Ölçüm Yöntemleri

Dinleme çabasını değerlendirmek için kullanılan davranışsal ölçüm yöntemleri kendi içerisinde ikiye ayrılır. Bu ölçüm yöntemleri tek görev paradigması ve çift görev paradigması kullanılarak yapılan ölçümlerdir.

Tek Görev Paradigması

Tek görev paradigmalarında, katılımcılar ya duyulan kelimeleri sözlü olarak tekrarlayarak ya da bir yanıt düğmesine basarak (42) gelen uyarılara yanıt verirler ve cevap sürelerinin zamanları ölçülür. Doğru verilen bir yanıt hızının dinleme çabasını ölçmek için kullanılabileceği öne sürülmüştür (28). Cevap süresi; bir işitme cihazının etkisini görmek (28), arka plan gürültüsü gibi olumsuz dinleme koşullarında dinleme çabasını değerlendirmek (38), arka plan gürültüsünde sunulan rakamlar üzerinde zihinsel hesaplamalar yapmak gibi zorlu bir görev gerçekleştirmeyle ilişkili dinleme çabasını değerlendirmek (42) gibi bir çok farklı çalışmada kullanılır. Tek görev paradigması kullanılırken, zorlu dinleme görevlerinin artan dinleme çabasının bir sonucu olarak cevap sürelerinin artmasına neden olduğu ileri sürülür.

Tek görev paradigması ölçüm yönteminde, saf bir değerlendirme ölçütünün olmaması bir sınırlılık olarak değerlendirilmektedir (39). Cevap süresi ölçülen durumlarda artan görev zorluğunun daha uzun işlem süresi ile sonuçlandığı varsayılır çünkü uyarıyı tanımak ve bunlara yanıt vermek için daha fazla bilişsel işlem gerekir. Ancak, artan işlem süresinin daha fazla çaba olarak algılanması her zaman doğru değildir çünkü artan görev zorluğu, aynı performansı sürdürmek için daha fazla bilişsel çaba harcanmasına neden olabilir ve bu çabaya rağmen cevap süresinde fark olmayabilir (7).

Çift Görev Paradigması

Çift görev paradigması Kahneman'ın (1973) merkezi kapasite modeline dayanan bir ölçüm yöntemidir. Kahneman, kapasite modelinde bireylerin görevleri yerine getirmek için sınırlı bilişsel kaynaklara sahip olduğunu ileri sürer. İki veya daha fazla görevi aynı anda gerçekleştirirken, bilişsel kaynakların çoğu birincil görevi yerine getirmek için kullanılır. İkincil görev için herhangi bir yedek kaynak kullanılır. Birincil görev daha zor oldukça daha fazla bilişsel kaynak birincil görevde kullanılır ve bu durum ikincil görev performansında bir bozulmaya yol açabilir (52).

Dinleme çabası değerlendirmelerinde, çift görev paradigmasını kullanırken birincil görev genellikle verilen uyarının dinlenilmesidir (53-57). İkincil görev olarak ise görsel bir

uyarana cevap süresi (58-60), araba sürme simülasyonu (57), görsel olarak sunulan kelimelerde uyak bulma (56, 61), görsel olarak sunulan sayı dizisini hatırlama (62) gibi birçok farklı görev kullanılabilir.

Çift görev paradigmasının avantajı, çoklu görevlerin gerekli olabileceği gerçek dünyada dinleme durumlarını simüle etmesidir. Örneğin bir sınıf ortamında öğrencilerin aynı anda dinleme, anlama ve not olma görevleri çoklu görev olarak değerlendirilir (47).

Çift görev paradigmasında birincil ve ikincil görev üç farklı durumda uygulanır. Öncelikle tek başına birincil görev uygulanır. Daha sonra tek başına ikincil görev uygulanır. Son olarak çift görev olarak birincil ve ikinci görev aynı anda uygulanır. Dinleme çabası, yalnızca ikincil görevdeki performans ve çift görev sırasındaki ikincil görev performans farkı bulunarak ölçülür. Çift görev paradigmasında dinleme çabası aşağıdaki şekillerde değerlendirilebilir:

Dinleme Çabası = (Yalnız İkincil Görevdeki Performansı) – (Çift Görevdeki İkincil Görev Performansı) (63) ve ya;

Dinleme Çabası = [(Yalnız İkincil Görevdeki Performans) – (Çift Görevdeki İkincil Görev Performansı)] / (Yalnız İkincil Görevdeki Performans) * 100.

İki formül de dinleme çabasının hesaplanmasında sıkça kullanılır (64).

2.3.3. Fizyolojik Ölçüm Yöntemleri

Fizyolojik ölçüm yöntemleri santral sinir sistemi ve otonom sinir sistemindeki değişiklikleri ölçmeye dayanır. Merkezi sinir sistemindeki değişiklikler fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) (65), elektroensefalografi (EEG) (66, 67), ve olaya ilişkin potansiyeller (ERP) (68) ile ölçülürken, otonom sinir sistemindeki değişiklikler pupil boyutu (69, 70), cilt iletkenliği, cilt sıcaklığı, kalp atış hızı ve elektromiyografik aktivite (51, 71) ile ölçülür.

Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme beyindeki kan akış hızını ve kandaki oksijen yoğunluğunu ölçerek görüntüleme yapmaya yarar (72).

Dinleme çabasında artan dikkat seviyesinden dolayı ortaya çıkan beyindeki kan akışının değerlendirilmesi için fMRI kullanılabilir (65). Wild ve ark. (2012) normal konuşma ve bozulmuş konuşma uyaranını karşılaştırarak, bozulmuş uyaran sırasında frontal kortekste kan

akışının arttığını bulmuşlardır. Bu değişim dinleme çabasının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Elektroensefalografi (EEG)

EEG, nöral aktiviteyi değerlendirmek için direkt kafa derisine yerleştirilmiş elektrotlar aracılığı ile ölçümleri içerir.

Dinleme çabasını değerlendirmede, çabanın göstergesi olarak alfa (8-12 kHz) ve teta (4-4 kHz) bant aralığındaki değişiklikler kullanılır (66, 73). Gürültüde dinleme sırasında alfa aktivitesi artar ve bunun istenmeyen gürültüyü bastırmak, uyarıyı daha iyi seçebilmek için olduğu düşünülür (74). Sentetik olarak bozulmuş cümle sırasında ise teta aktivitesinin arttığı görülmüştür (75). Bu yüzden alfa ve teta dalgalarındaki değişim dinleme çabasının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Olaya İlişkin Potansiyeller

Olaya ilişkin potansiyeller (*Event Related Potentials*), EEG ölçümlerinde belirli bir uyaran sonucu nöronlarda oluşan elektriksel değişimdir (76). ERP ölçümlerinde artan görev zorluğu ile N100 dalgasında genliğin arttığı, oluşma süresinin uzadığı bilinmektedir. N100 dalga genliği ve uzama süresi, sinyalin akustik bozulma oranıyla doğru orantılı olarak değiştiği bildirilmiştir (68) ve böylece dinleme çabasının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Cilt İletkenliği, Cilt Sıcaklığı, Kalp Atış Hızı, Elektromiyografik Aktivite

Otonom sinir sistemi sempatik ve parasempatik dallardan oluşur. Sempatik sinir sistemi stresli olaylarda, artan kalp atış hızı ve hızlanmış nefes alma gibi bedensel değişikliklerden sorumludur. Parasempatik sinir sistemi, sempatik sinir sisteminin tersi etkisine sahiptir; azalmış kalp atış hızı ve yavaş nefes alma ile sonuçlanır (77). Artan zihinsel yük, sempatik dalda artış ve parasempatik dalda azalışa neden olur (78). Artan sempatik aktivite cilt iletkenliğinde, cilt sıcaklığında, elektromiyografik aktivitede ve kalp atış hızında değişikliklere yol açabilmektedir (79).

Dinleme çabası ile ilgili yapılan çalışmalarda artan görev zorluğunda sempatik dalda artışlara yol açmaktadır ve bu yüzden dinleme çabasının bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır (51, 71).

Pupillometri

Pupillometri, kamera yardımıyla pupil hareketinin ve boyutunun ölçülmesidir (80). Yapılan çalışmalar pupil boyutunun belirli bir ilgi veya zihinsel yük endeksi olarak uygunluğunu gösterir (81, 82). Artan dikkat ve uyarılma gibi durumlarda, otonom sinir sisteminde artan aktivitenin bir sonucu olarak pupil boyutunda artış görülmektedir (83). Pupil boyutu ölçümü işitsel dinleme görevlerinde çabayı ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Zorlu dinleme koşullarında artan pupil boyutu, artan dinleme çabasının göstergesi olarak yorumlanmaktadır.

Genellikle, katılımcılardan arka plan gürültüsünde sunulan konuşma uyarılarını tekrar etmeleri istenmektedir. Arka plandaki gürültü seviyesi arttıkça pupil boyutu artar ve dinleme çabasının bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır (84, 85). Benzer olarak, spektral olarak bozulmuş cümlelerde ise bozulma arttıkça pupil boyutunda artış gözlenir ve yine dinleme çabasının bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır (29, 86).

2. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Çalışmamız Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programında, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 232 ODTU 2020 protokol numarası ile onaylanmıştır. Etik kurul izin yazısı Ek-1’de sunulmuştur.

Çalışmaya katılan normal işitmeye sahip bireylerin pupillometri kayıtları Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı laboratuvarında yapılmıştır. Çalışmaya katılmayı onaylayan bireylere çalışmanın içeriği ve amacı anlatılmış olup yazılı izinleri alınmıştır.

3.2. Araştırmanın Örneklemi

3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi

Normal işitmeye sahip 21 (14 kadın, 7 erkek) birey gönüllülük esasına göre çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş aralığı 24-25 yaşdır. Katılımcıların her iki kulaktaki hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 6k ve 8k Hz’de 15 dB HL’in altında olması esasına göre çalışmaya dahil edilmiştir. Hava kemik aralığı 5dB’den azdır. Bütün katılımcıların cinsiyet ve yaş ortalaması dağılımları Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

Sayı	Cinsiyet		Yaş	
	<i>Kadın</i>	<i>Erkek</i>	X±SS	Değer Aralığı (Yıl)
21	14	7	24,61±0,49	24-25

X: Ortalama SS: standart sapma

3.2.2. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlama Kriterleri

Araştırmaya dahil olmak için aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur:

1. 18-25 yaş aralığında olması
2. Bilateral işitme düzeyinin normal sınırlarda olması
3. Normal görmeye sahip olması
4. Okuryazar olması

5. Anadilinin Türkçe olması
6. Araştırmaya katılmaya gönüllü olması

Aşağıda belirtilen özelliklere sahip olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmemiştir:

1. Aktif orta kulak hastalığı geçiriyor olması
2. 18 yaşından küçük veya 25 yaşından büyük olması
3. Diyabet hastası olması
4. Bilinen nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığı olması
5. Gözlük veya lens kullanması

3.3. Gereç ve Yöntem

Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılara *Industrial Acoustics Company* sessiz odalarında *Interacoustics* odyometre cihazı ve C598723 seri numaralı TDH-39 kulak üstü kulaklık kullanılarak işitme taraması yapılmıştır. Deneyler sessiz bir odada yapılmıştır. Deney odası *Wintact* markalı ve WT1357 model *sound level meter* ile ölçülmüş ve ölçümler 29-33 dBA aralığında bulunmuştur.

Dinleme çabasını değerlendirmek için çift görev paradigması kullanılmıştır. Çift görev paradigmasında birincil görev olarak duyulan uyarıların tekrar etme görevi, ikincil görev olarak görsel sunulan tek heceli kelimeler arasında uyak bulma görevi verilmiştir.

3.3.1. Uyarıların Oluşturulması

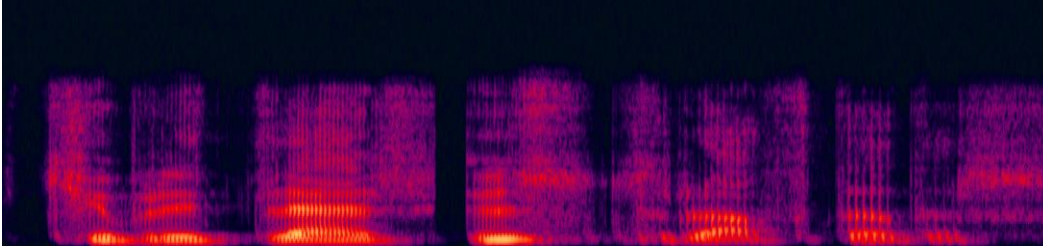
Çalışmada kullanılan cümleler Türkçe gürültüde konuşmayı anlama (HINT) testinden alınmıştır. Gürültüde konuşmayı anlama testinde toplamda 12 liste, her listede 10 cümle bulunmaktadır. Gürültüde konuşmayı anlama testinde bulunan cümle listeleri fonetik dengelidir (87). Tüm cümleler profesyonel bir erkek konuşmacı tarafından dijital olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen cümleler *root mean square* (rms) ile dengelenmiş ve 24 bit stereo 44k örnekleme hızıyla '.wav' dosyası olarak kaydedilmiştir. Her cümle için gürlük dengesi sağlanmış ve ayırt etme için ipucu olabilecek gürlük farklılığı ortadan kaldırılmıştır. Uyarılar Tiger CIS (<http://www.tigerspeech.com>) programında sentetik olarak önceki çalışmalara göre bozulmuştur (88-90). Uyarılar, Greenwood'un filtre fonksiyonu (24 dB/oktav) kullanılarak 200 ile 7000 Hz arasındaki 4,6,8,12 spektral kanala bant geçirerek filtre edilmiştir (91). Pals ve ark. (2020)'nin yaptığı gibi normal konuşma uyarıların spektral kanala bant geçirilmeden 200

ve 7000 Hz arasında filtrelenmiştir (92). Cümlelerin başlangıçları 8 saniye aralıklı olarak ayarlanmıştır. Ortalama cümle süresi 2,3 saniyedir ve sözlü yanıtlar için yaklaşık 5,7 saniye kalmıştır. Spektral kanala bant geçirilerek filtre edilmiş bir sesin örneği kanal sayılarına göre aşağıda sunulmuştur.

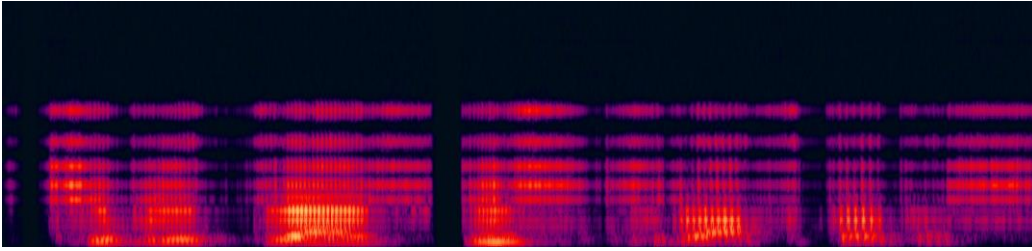
Pupil boyutlarının, ortam parlaklığı ve sempatik sinir sistemi uyaran duygusal görsellerden etkilenebileceği bilinmektedir (93, 94). Çift görev paradigmasında ikincil görev olarak sempatik sinir sistemini etkileyebilecek fotoğraflar ve şekiller tercih edilmemiş, bunlar yerine görsel sunulan kelimeler arasında uyak bulma testi seçilmiştir. Test sırasında ekran arka planı ve parlaklığı hiç değiştirilmemiştir. Kelimeler hep aynı arka plan üzerinde siyah renkte sunulmuştur. Ariöz ve Günel (2015)'in oluşturduğu uyaklı kelime listesi kullanılmıştır (95).

Deneyler *Experiment Builder* v.2.3.38 üzerinden oluşturulmuştur (96).

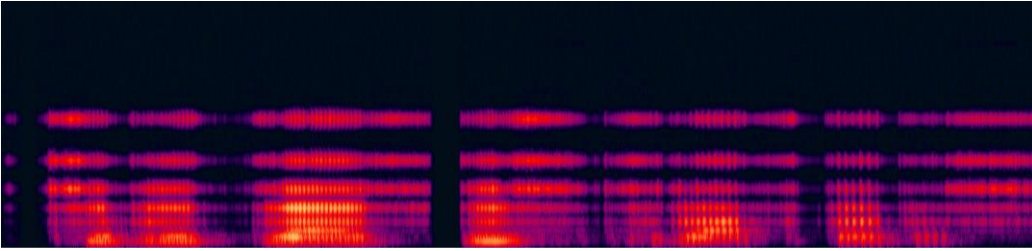
Şekil 3.1. Normal konuşma uyararı spektral görünüm



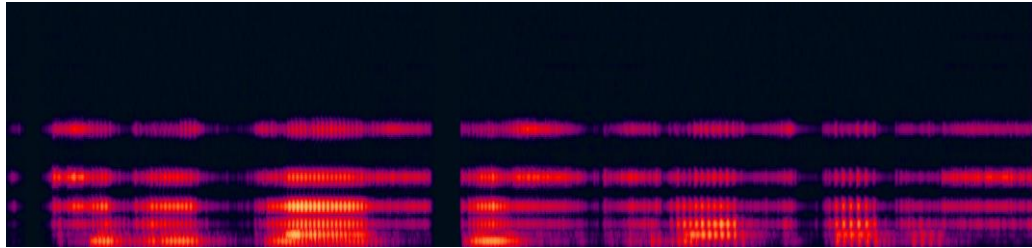
Şekil 3.2. 12 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma



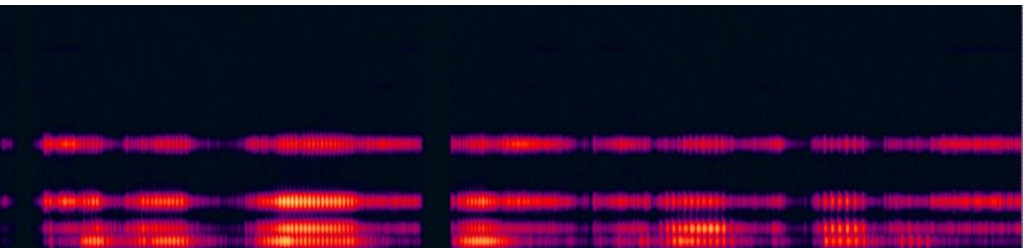
Şekil 3.3. 8 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma



Şekil 3.4. 6 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma



Şekil 3.5. 4 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşma



3.3.2. Deneyin Uygulanması

Her deneye başlamadan önce katılımcılara ne yapacakları ayrıntılı şekilde anlatılmıştır ve anladıklarından emin olunmuştur. Katılımcılara birincil görevi anlamaları için rastgele iki liste (20 cümle) dinletilmiştir ve yapabildikleri en iyi şekilde cümleleri tekrar etmeleri istenmiştir. Katılımcılara uyak bulma testinde pratik yapmaları ve testi anlamaları için 3 dakika verilmiştir. Katılımcılar çift görevi birlikte yapmakta zorlanırsa dikkatlerini öncelikli olarak birincil görevi yapmaya vermeleri açıklanmıştır ve anladıklarından emin olunmuştur.

Katılımcılar masaya sabitlenmiş ekranın 60 cm uzağına oturtulmuştur. Göz hareketleri ve pupil boyutu ölçümleri için EyeLink 1000 Plus *Desktop Mount* yerleşiminde kullanılmıştır. EyeLink 1000 Plus cihazının yaklaşık 0.5 derecelik ortalama doğrulukla 1000 Hz'e kadar tutarlı izlemeye sahip olduğu bildirilmiştir (97). Katılımcılar çene tutacağı kullanılarak değerlendirmeye alınmıştır. Bu tutacak pupil boyutu ölçümleri için katılımcıların başlarının sabit kalmasını sağlamak için katılımcıların başlarını hareket ettirmesini engellemektedir. EyeLink 1000 Plus cihazının uzaklığı katılımcının gözüne 50 cm olarak ayarlanmıştır. EyeLink 1000 Plus bilgisayar monitörünün hemen altına yerleştirilmiştir. Deney Experiment Builder v.2.3.38 programında Microsoft Windows XP üzerinden sunulmuştur. Experiment Builder programı konuşma uyarısını birincil uyarı ve görsel uyarı ikincil uyarı olarak sunmayı sağlamaktadır. Test sırasında bütün katılımcıların sağ göz hareketleri 1000 hertz frekansında kaydedilmiştir.

Katılımcılar 5 farklı durumda deney durumunda değerlendirilmiştir. Bu durumlar normal konuşma uyarısı, 4 kanal, 6 kanal, 8 kanal ve 12 kanal olarak ayrılan çift görevli testlerdir. Öğrenme etkisinin önüne geçmek için çift görev paradigması kullanılan 5 durum katılımcılara rastgele sırayla sunulmuştur. İşitsel uyarılar C598723 seri numaralı TDH-39 kulak üstü kulaklık ile yalnızca sağ kulağa, bilgisayar üzerinden 65 dBA şiddetinde sunulmuştur.

Her katılımcı farklı bir durumdan başlamış ve rastgele olarak başka durum ile teste devam etmiştir. Deney başlamadan her durumdan önce Experiment Builder programı üzerinden kalibrasyon yapılmıştır. Göz hareketleri takibi için dokuz ölçümlü kalibrasyon kullanılmıştır. Kalibrasyon ve validasyon yapıldıktan sonra teste başlanmıştır.

Her katılımcıya yalnız ikincil görev olarak ortalama 80 uyak bulma testi yapılmıştır ve göz hareketleri ve cevap süreleri kaydedilmiştir. Bu sayede ikincil görev performansı

ölçülmüştür. Daha sonra çift görev paradigması kullanılarak katılımcılardan hem duydukları cümleleri tekrar etmeleri hem de uyak bulma görevi yapmaları istenmiştir.

3.3.3. Verilerin Toplanması

Her deneyde analize dahil edilen pupil boyutları yalnızca uyarın geldiği sürece kaydedilmiştir. Pupil boyutları kaydedildiği sırada eksik olan veriler çalışmaya dahil edilmemiştir. Kayıt sırasında meydana gelen göz kırpmalar artefakt olarak kabul edilmiştir ve analizlerden çıkarılmıştır. Pupil boyutu piksel sayısı hesaplanarak ölçülmüştür. Pupil boyutları analizi için ortalama pupil boyutları kullanılmıştır. Pupil boyutları ve cevap süreleri verileri Data Viewer v.4.2.1 (98)' den elde edilmiştir.

Konuşma anlama skorları deney sırasında katılımcının verdiği cevaba göre doğru yanlış olarak işaretlenmiş ve kelime bazında yüzde olarak hesaplanmıştır.

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme Windows üzerinde JASP 0.14.1.0 kullanılarak yapılmıştır (99). Çalışmada 5 farklı durumdan elde edilen sonuçların arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Friedman testi ile değerlendirilmiştir. Verilerin normallik dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. *Post-hoc* karşılaştırmalar için Conover testi ve p değeri için *Bonferroni* düzeltmesi kullanılmıştır. Korelasyon hesaplaması için Spearman korelasyon testi kullanılmıştır. Regresyon analizi için lineer regresyon hesaplaması yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analizlerde p değerinin 0,05'in altında bulunduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

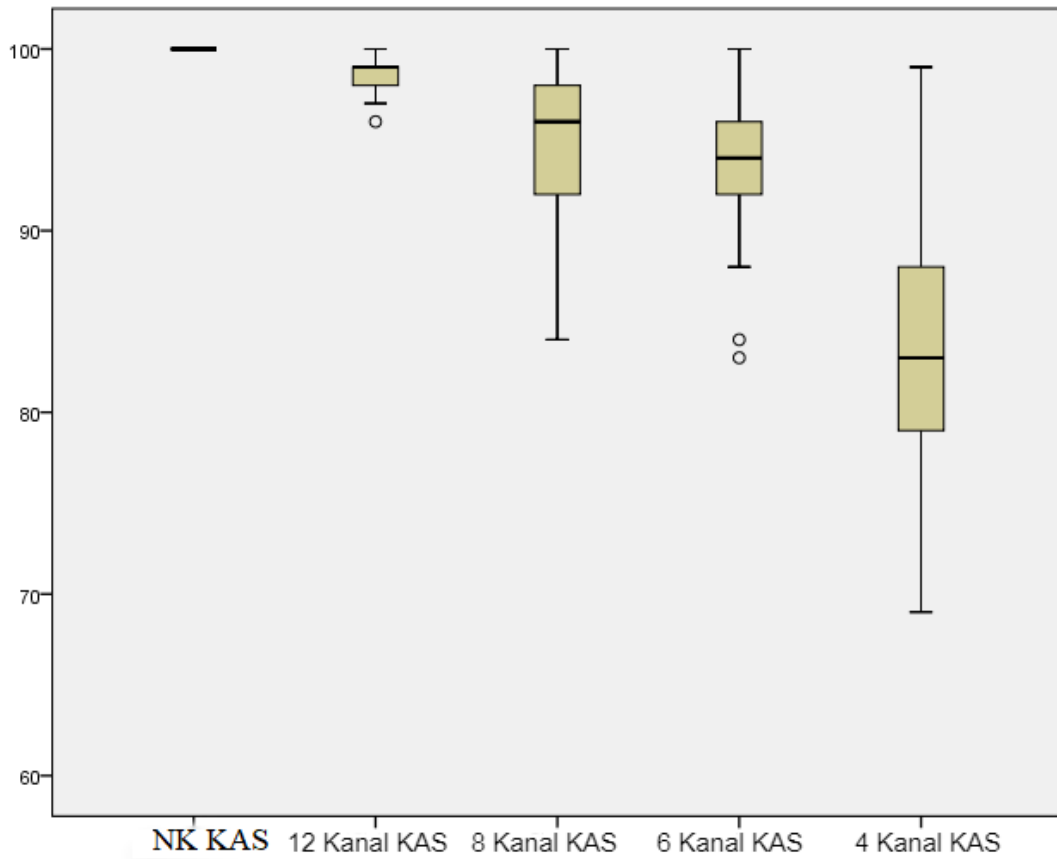
4. BULGULAR

Günlük konuşma cümlelerinin koklear implant çalışma prensibine göre farklı kanal sayılarına düzenlenmiş sentetik cümlelerin dinleme çabasına etkisini değerlendirildiği çalışmanın bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1. Konuşmayı Anlama Skorlarına Ait Bulgular

5 farklı durum için durumlara göre konuşmayı anlama skorları için ortalama, medyan, çeyrekler açıklığı, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Şekil 4.1. ve Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Şekil 4.1. Durumlara Göre Konuşmayı Anlama Skorları



NK: Normal Konuşma, KAS: Konuşmayı Anlama Skorları

Tablo 4.1. Konuşmayı Anlama Skorları Tanımlayıcı İstatistikler

Durumlar	NK	12 Kanal	8 Kanal	6 Kanal	4 Kanal
Ortalama	99	98	94	93	83
Medyan	100	99	96	94	83
Çeyrekler Açıklığı	0	1	6	4	9
Minimum	97	93	84	83	69
Maksimum	100	100	100	100	99
Standart Sapma	0,485	1,921	4,769	4,549	6,713

NK: Normal Konuşma

Konuşmayı anlama skorlarının dinleme çabası üzerindeki etkisini değerlendirmek için regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmede ANOVA testi, konuşmayı anlama skorları ve cevap süresi değerlendirmesinde normal konuşma $F(1, 19) = 0,031$, $p=0.862$, $R^2 = .002$, 12 kanal $F(1, 19) = 1,305$, $p=0.267$, $R^2 = .064$, 8 kanal $F(1, 19) = 0,566$, $p=0.461$, $R^2 = .029$, 6 kanal $F(1, 18) = 0,080$, $p=0.780$, $R^2 = .004$ ve 4 kanal $F(1, 19) = 1,524$, $p=0.232$, $R^2 = .074$) durumlarında, konuşmayı anlama skorları ve pupil boyutu değerlendirmesinde normal konuşma $F(1, 19) = 1,720$, $p=0.205$, $R^2 = .083$, 12 kanal $F(1, 19) = 0,185$, $p=0.672$, $R^2 = .010$, 8 kanal $F(1, 19) = 0,003$, $p=0.960$, $R^2 = .000$, 6 kanal $F(1, 19) = 2,791$, $p=0.111$, $R^2 = .128$ ve 4 kanal $F(1, 19) = 0,944$, $p=0.343$, $R^2 = .047$) durumlarında anlamlı bulunmamıştır. Konuşmayı anlama skorları cevap süresinin ve pupil boyutunun bağımsız bir tahmin edicisi olarak bulunmamıştır.

4.2. Cevap Süresine Ait Bulgular

Cevap süresi skorları için ortanca, çeyrekler arası açıklık, Shapiro-Wilk testi, Shapiro-Wilk testi p , minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Tablo. 4.2.'de sunulmuştur.

Durumlar arasında farklılık tekrarlı ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş ve bütün durumlar için veriler normal dağılım sergilememiştir ($p<.001$).

Tablo 4.2. Cevap Süresi Skorları Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler

	NK	12 Kanal	8 Kanal	6 Kanal	4 Kanal
Ortalama	877	906	924	995	1089
Ortanca	800	800	817	842,5	899
Çeyrekler Arası Açıklık	277.5	321	331	384	512
Shapiro-Wilk Testi	0,822	0,800	0,766	0,779	0,814
Shapiro-Wilk Testi p Değeri	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
Minimum	456	435	431	464	442
Maksimum	2958	2971	2852	2985	2997
Standart Sapma	293	359	368	443	526

NK: Normal Konuşma

Maunchly testinde sferisite varsayımı sağlanmamıştır $\chi^2(9) = 373,4$, $p <,001$. Hugnfeldt düzeltmesi kullanılmıştır ($\epsilon=0,899$). İstatistiksel analizler sonucunda $F(1,19) = 73,96$, $p <,001$, $\eta^2=0,044$ $w^2=0,034$ değerleri elde edilmiştir.

Cevap süreleri değişimi için farklı durumlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Friedman testi ile analiz edilmiştir. Friedman'ın ki-kare testi sonucu cevap süreleri değişimi ve kanal durumları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($\chi^2=167,348$; $Sd=4$; $p <,001$) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Cevap Süresi Arasındaki Farklılık

Friedman Testi	Ki-Kare	Sd	p	Kendall's W
Cevap Süresi	167,3	4	<,001	0,264

Sd: Serbestlik derecesi, p: p değeri

Conover testi analizi sonucunda normal konuşma ve 6 kanal ($p <,001$), normal konuşma ve 4 kanal ($p <,001$), 12 kanal ve 6 kanal ($p <,001$), 12 kanal ve 4 kanal ($p <,001$), 8 kanal ve 6 kanal ($p=,003$), 8 kanal ve 4 kanal ($p <,001$) ve 6 kanal ve 4 kanal ($p <,001$) durumları arasında, cevap süreleri değişimi olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Normal konuşma ve 12 kanal ($p=1,000$), normal konuşma ve 8 kanal ($p=0,097$), 12 kanal ve 8 kanal ($p=0,325$) durumları arasında, cevap süreleri değişimi olarak anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Durumlar ile Cevap Süresi Arasındaki İlişki

	Durumlar	t	p bonf
NK	12 Kanal	0,448	1,000
	8 Kanal	2,586	0,097
	6 Kanal	6,180	<,001
	4 Kanal	11,023	<,001
12 Kanal	8 Kanal	2,138	0,325
	6 Kanal	5,732	<,001
	4 Kanal	10,575	<,001
8 Kanal	6 Kanal	3,594	0,003
	4 Kanal	8,436	<,001
6 Kanal	4 Kanal	4,842	<,001

NK: Normal Konuşma, t: t değeri, p bonf: Bonferroni p değeri

Cevap süresi analizlerinde normal konuşma (O=877, SS=293), 12 kanal (O=906, SS=359), 8 kanal (O=924, SS=368), 6 kanal (O=995, SS=443) ve 4 kanal (O=1089, SS=526) durumları arasında kanal sayısı azaldıkça cevap süresinin arttığı görülmüş fakat normal konuşma durumu ile 6 kanal ve 4 kanal durumlarında dinleme çabasında farklılık gözlenmiş, 12 kanal ve 8 kanal durumlarında dinleme çabasında farklılık göstermemiştir.

4.3. Pupil Boyutuna Ait Bulgular

Pupil boyutları için ortalama, ortanca, çeyrekler arası açıklık, Shapiro-Wilk testi, Shapiro-Wilk testi p, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Tablo. 4.5.'de sunulmuştur.

Tablo. 4.5. Pupil Boyutları Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler

	NK	12 Kanal	8 Kanal	6 Kanal	4 Kanal
Ortalama	1240	1326	1355	1359	1367
Ortanca	1291	1314	1335	1306	1331
Çeyrekler Arası Açıklık	640	738	627	574	716
Shapiro-Wilk Testi	0,974	0,976	0,972	0,974	0,974
Shapiro-Wilk Testi p Değeri	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
Minimum	400	306	552	443	435
Maksimum	2335	2517	2503	2617	2458
Standart Sapma	412	456	444	472	422

NK: Normal Konuşma

Pupil boyutları için farklı durumlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Friedman testi ile analiz edilmiştir. Friedman'ın ki-kare testi sonucu cevap süreleri ve kanal durumları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($\chi^2=470,874$, $p<,001$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Pupil Boyutları Arasındaki Farklılık

Friedman Testi				
	Ki-Kare	Sd	p	Kendall's W
Pupil Boyutu	470,8	4	<,001	0,654

Sd: serbestlik derecesi, p: p değeri

Maunchly testinde sferisite varsayımı sağlanmamıştır $\chi^2(9) = 445,9$, $p<,001$. Huynh-Feldt düzeltmesi kullanılmıştır ($\epsilon=0,883$). İstatistiksel analizler sonucunda $F(1,19) = 114,93$, $p<,001$, $\eta^2=0,069$, $w^2=0,011$ değerleri elde edilmiştir.

Conover testi analizi sonucunda normal konuşma ve 12 kanal ($p<,001$), normal konuşma ve 8 kanal ($p<,001$), normal konuşma ve 6 kanal ($p<,001$), normal konuşma ve 4 kanal ($p<,001$), 12 kanal ve 4 kanal ($p<,001$), 8 kanal ve 4 kanal ($p=0,009$), 6 kanal ve 4 kanal ($p=0,015$) durumları arasında anlamlı farklılık elde edilmiş, 12 kanal ve 8 kanal ($p=0,100$), 12 kanal ve 6 kanal ($p=0,061$) ve 8 kanal ve 6 kanal ($p=1,000$) durumları arasında anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir (bkz. Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Durumlar ve Pupil Boyutu Arasındaki İlişki

Durumlar		t	p bonf
NK	12 Kanal	13,809	<,001
	8 Kanal	16,388	<,001
	6 Kanal	16,552	<,001
	4 Kanal	19,720	<,001
12 Kanal	8 Kanal	2,578	0,100
	6 Kanal	2,743	0,061
	4 Kanal	5,910	<,001
8 Kanal	6 Kanal	0,164	1,000
	4 Kanal	3,332	0,009
6 Kanal	4 Kanal	3,168	0,015

NK: Normal Konuşma, t: t testi, p bonf: Bonferroni p değeri

Pupil boyutu analizlerine göre normal konuşma durumu (O=1240, SS=412) ile 12 kanal (O=1326, SS=456), 8 kanal (O=1355, SS=444), 6 kanal (O=1359, SS=472) ve 4 kanal

($O=1367$, $SS=422$) durumları arasında dinleme çabasında farklılık gözlenmiştir. Kanal sayısı azaldıkça ortalama pupil boyutlarında artış olduğu bulunmuştur.

4.4. Cevap Süresi ve Pupil Boyutu Bulguları Arasındaki Korelasyon

12 kanal ($r = ,034$, $p = 0.173$), 8 kanal ($r = ,015$, $p = 0,551$), 6 kanal ($r = -,04$, $p = 0,116$) ve 4 kanal ($r = ,003$, $p = 0,913$) durumlarında cevap süreleri ve pupil boyutu arasında anlamlı korelasyon bulunmamıştır. (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Cevap Süresi ve Pupil Boyutu Arasındaki Korelasyon

Durumlar	r	p
12 Kanal	0,034	0,173
8 Kanal	0,015	0,551
6 Kanal	-0,040	0,116
4 Kanal	0,003	0,913

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

Yapılan analizler sonucunda cevap süresi ve pupil boyutu arasında 12, 8, 6 ve 4 kanal durumlarında anlamlı korelasyon bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada normal işitmeye sahip 21 genç yetişkinde koklear implanta benzer şekilde sentetik olarak bozulmuş cümlelerin, dört farklı (12,8,6,4) kanal sayısına göre düzenlendikten sonra, monoaural dinletilerek, çift görev paradigması ile cevap süresi ve pupil boyutu kaydedilmesi ile dinleme çabası değerlendirilmiştir.

Katılımcılara birincil görev olarak, farklı spektral çözünürlük seviyeleri ile koklear implant uyarımını simüle etmek için sentetik olarak bozulmuş konuşma uyarımları sunulmuş ve duyduklarını tekrarlamaları istenmiştir. İkincil görev olarak ise tek heceli uyaklı iki kelime görsel olarak sunulmuştur ve kelimeler arasında uyak bulma görevi verilmiştir. Dinleme çabasını ölçmek için cevap süresi ve ortalama pupil boyutu değişimi verileri değerlendirilmiştir. Sentetik olarak bozulmuş cümlelerde konuşmayı anlama skorları ile dinleme çabası arasında bir lineer regresyon elde edilememiştir. Ancak, sentetik olarak bozulmuş cümlelerde kanal sayısının dinleme çabasını etkilediği gözlenmiştir. Cevap süresi ve pupil boyutu ölçümleri arasında korelasyon elde edilmemiştir.

Spektral çözünürlüğün konuşmayı anlama skorları üzerindeki etkisi önceki çalışmalarda kapsamlı şekilde incelenmiştir (100-102). Yapılan bu güncel çalışmada ise konuşma anlama skorları ve dinleme çabası arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda birincil görevin sonuçları olan konuşmayı anlama skorları azalan kanal sayısı ile düşüş göstermiştir fakat konuşmayı anlama skorları ile dinleme çabası arasında anlamlı lineer regresyon bulunmamıştır. Winn ve ark. (2015) 20 genç yetişkinde yaptığı çalışmada, 32, 16, 8 ve 4 kanal olarak sentetik bozulmuş cümlelerde dinleme çabasını ortalama ve maksimum pupil boyutunu ölçerek değerlendirmiş ve çalışmanın sonucunda spektral çözünürlük azaldıkça pupil boyutunun arttığı bildirilmiştir. Ayrıca, konuşmayı anlama skorları ve dinleme çabası arasında anlamlı bir ilişki bulunmamış ve tek başına dinleme çabasını değerlendirmek için yetersiz olduğu düşünülmüştür (29). Winn ve Teece'nin (2020) 20 normal işiten ve 19 koklear implant kullanan bireyde yaptığı diğer bir çalışmada konuşma anlama skorları ve dinleme çabası arasındaki ilişki araştırılmış, yanlış ve doğru cevapların oranının dinleme çabası ile ilişkisinin olmadığı belirtilmiştir (103). Winn ve ark. (2015)'nin ve Winn ve Teece (2020)'in yaptığı çalışmalar ile benzer olarak bizim çalışmamızdaki bulgular eşleşmektedir. Zekveld ve ark. (2010) 38 normal işiten genç yetişkinde yaptığı çalışmada konuşma anlama skorları ve dinleme çabası arasındaki ilişki pupil boyutu ölçümü kullanarak incelenmiştir. Adaptif yöntem ile sinyal gürültü oranları değiştirilerek anlaşılabilirlik oranları %50, %71 ve %84 olan üç durum karşılaştırılmıştır. Konuşmayı anlama skorları düştükçe ortalama pupil boyutunun ve

maksimum pupil boyutunun anlamlı olarak arttığı bulunmuştur (84). Aynı çalışmada konuşmayı anlama skorları arasındaki fark açıldıkça dinleme çabasına etkisi ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Konuşmayı anlama skorları dinleme çabasını etkileyebilecek bir değişken olabilmektedir. Konuşma anlama skorları, kanal sayısını azaldıkça azalmasına rağmen, konuşma anlama skorları ile cevap süresi ve pupil boyutu arasında bir lineer regresyon bulunmamıştır.

Çalışmamızda, cevap süresi ölçümleri kullanılarak dinleme çabası değerlendirilmesinde normal konuşma-6 kanal ve normal konuşma-4 kanal, 12-6 kanal, 12-4 kanal, 8-6 kanal, 8-4 kanal ve 6-4 kanal durumları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (Tablo 4.4.). Sonuç olarak spektral kanal sayısı arttıkça cevap süresinde ve dinleme çabasında azalma olduğu gözlenmiştir. Pals ve ark. (2013) 19 normal işiten genç yetişkinde yaptığı çalışmada 2,4,6,8,12,16,24 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşmada oluşan dinleme çabası, çift görev paradigması ve *NASA Task Load* kullanılarak değerlendirilmiştir. Çift görev paradigması için ikincil görev olarak görsel olarak sunulan kelimelerin dil dışı olup olmadığını bulma görevi kullanılmıştır. Cevap süresi skorları ile dinleme çabası değerlendirildiğinde normal konuşma durumu ile 2,4,6 ve 8 kanal durumları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Cevap süresi bulgularında normal konuşma durumu ile 12, 16 ve 24 kanal durumları arasında dinleme çabasının anlamlı bir farklılık bildirilmemiştir. Sonuç olarak spektral kanal sayısı arttıkça cevap süresinde azalma olduğu, bu durumun *NASA Task Load* ile uyumlu olduğu ve bununla birlikte dinleme çabasının azaldığı vurgulanmıştır (104). Pals ve ark. (2013) yaptığı çalışmada cevap sürelerinde normal konuşma-8 kanal durumu arasında anlamlı bir farklılık varken bizim çalışmamızda yoktur. Ancak, Croghan ve ark. (2017) çalışmasında 12, 8 ve 4 kanal arasında konuşma anlaşılabilirliği değerlendirilmiş, 12 ve 8 kanalın konuşmayı anlama skorlarında birbirine yakın olduğunu ve aralarında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (105). Cevap süresi dikkate alındığında bizim çalışmamızda da bezer sonuç elde edilmiş ve 12-8 kanal arasında fark elde edilememiştir. Bu durumun, konuşma anlama skorları dinleme çabasına direkt olmasa da dolaylı yoldan etkili olduğu düşünülmüştür.

Yapılan bu tez çalışmamızda sentetik olarak bozulmuş konuşmanın dinleme çabasına etkisi, cevap süresini yanı sıra ortalama pupil boyutları ile de değerlendirilmiştir. Çalışmada normal konuşma uyararı ve 4, 6, 8 ve 12 kanal arasında pupil boyutu analizlerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir. Gruplar arasındaki bu farklılığın kaynağını bulmak için yapılan *post-hoc* analizler sonucunda normal konuşma-12 kanal, normal konuşma-8 kanal, normal konuşma-6 kanal, normal konuşma-4 kanal, 12-4 kanal ve 8-4 kanal ve 6-4 kanal durumları arasında

anlamli farklılık bulunmuştur. Kanal sayısı azaldıkça pupil boyutu anlamli olarak artmiştir. Winn ve ark. (2015) normal işiten 20 genç yetişkinde yaptığı çalışmada 4, 8, 16 ve 32 kanallı sentetik olarak bozulmuş konuşmada oluşan dinleme çabası, pupil boyutu ölçüleri kullanılarak değerlendirmek hedeflenmiştir. Bir ekran karşısında farklı durumlarda sunulan cümleleri katılımcıların tekrar etmesi istenmiştir bu sırada katılımcıların göz hareketleri ve verilen cevapların skorları kaydedilmiştir. Pupil boyutunun zamana bağlı değişimi analiz edilmiştir. Aynı çalışmada kanal sayısı azaldıkça konuşma anlama skorları da azalmasına rağmen, pupil boyutu ile arasında anlamli bir ilişki bulunmamıştır. Yapılan istatistiksel analizde kanal sayısı azaldıkça pupil boyutları anlamli olarak büyüdüğü bildirilmiştir. Farkın kaynağını bulmak için yapılan *post-hoc* analiz sonucunda bütün durumlar arasında istatistiksel olarak anlamli fark bulunmuştur (29). Miles ve ark. (2017) normal işiten 19 genç yetişkinde yaptığı çalışmada pupil boyutu ve EEG ölçümleri kullanılarak, pupil boyutu ve konuşmayı anlama skorları arasındaki ilişkiyi ve sentetik olarak bozulmuş cümlelerde kanal sayısının dinleme çabasına etkisini araştırmıştır. Konuşmayı alma eşikleri için %50 ve %80 durumunda, sentetik olarak bozulmuş cümleler için 6 ve 16 kanal durumları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada EEG ve pupil boyutu ölçüm yöntemleri sentetik olarak bozulmuş cümlelerde durumlar arasında anlamli farklılık göstermiş fakat ölçüm yöntemleri kendi aralarında korelasyon göstermemiştir (66). Winn ve ark (2015) yaptığı çalışmada pupil boyutunun zamana bağlı değişimi analiz edilmiş ve durumlar arası *post-hoc* değerlendirmede pupil boyutu değişiminde bütün kanal durumları arasında anlamli farklılık bulunmuştur. Çalışmamızda uyaran boyunca pupil boyutları kaydedilmiş ve uyaran süreleri ortalaması 2,3 saniye olarak belirlenmiştir. Winn ve ark. (2015) pupil boyutunun zamana bağlı değişimini kullanmıştır ancak biz çalışmamızda ortalama pupil boyutu değişimlerini kullandık. Sonuçlarda karşımıza çıkan 12-8 kanal, 12-6 kanal ve 8-6 kanal durumları arasında anlamli farklılık gözlenmemiş olması, iki çalışma arasında kullanılan analiz verilerinin ve yöntemin farklılığından veya bizim çalışmamızda kanal sayıları birbirine daha yakın olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bizim çalışmamızda pupil boyutları ve cevap süreleri arasındaki korelasyona bakılmış ve 12,8,6 ve 4 kanallı durumlarda anlamli bir korelasyon bulunmamıştır. Yapılan *post-hoc* analizlerde cevap süresi ve pupil boyutu bulguları farklı durumlar arasında anlamli farklılık göstermiştir (Tablo 4.4. ve Tablo 4.7.). Bu durumda dinleme çabası ölçüm yöntemlerinin standart olmadığı ve farklı ölçüm yöntemleri ile farklı sonuçlar elde edilebileceği görülmüştür. Bir ölçüm yöntemi diğerinden üstün demek yanlış olur, çalışmamızda kullanılan iki ölçüm yönteminin de güçlü yönleri olduğu görülmüştür. Alhanbali ve ark. (2019)'nın 116 kişide

yaptığı çalışmada aynı anda pupil boyutları, EEG alfa gücü, cilt iletkenliği ve sübjektif dinleme çabası ölçümleri yapılmıştır. Birincil görev işitsel olarak sunulan altılı bir diziden rastgele bir rakamın doğru söylenmesi olarak seçilmiştir. Ölçümlerin test-tekrar test güvenilirliği için 7 gün sonra 30 katılımcının yeniden test edilmiştir. Yapılan ölçümler iyi bir test-tekrar test güvenilirliği göstermiştir. Fakat ölçümler arasında korelasyon bulunmamış veya çok zayıf korelasyon bulunmuştur. Çalışmada bulunan iyi test-tekrar test güvenilirliğinden dolayı, ölçümler arasındaki korelasyon eksikliğinin sebebi zayıf test güvenilirliği olmadığı düşünülmüştür. Dinleme çabasının göstergesi olarak kullanılan ölçümlerin, temeldeki birden çok boyuta dokunduğunu belirtilmiştir. Bu nedenle, dinleme çabası ölçümlerinde standart bir ölçüm olmadığını ve farklı dinleme çabası ölçüm yöntemlerinin birbirinin yerine kullanılmaması gerektiğini önerilmiştir. Dinleme çabasını ölçmek için yöntem seçerken, görevin doğası ve artan dinleme taleplerinin ilgi çeken yönleri dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (106). Bu sonuçlara göre bizim bulgularımız Alhanbali ve ark. yaptığı çalışma ile uyumludur.

Çalışmamızda kullanılan sentetik olarak bozulmuş konuşmalar, koklear implant uyarısını simüle etmektedir fakat bu sentetik olarak bozulmuş uyarıların limitasyonları bulunmaktadır. Örneğin bir koklear implant konuşma işlemcisinin gerçek frekans analiz filtreleri simüle etmek için kullanılan çok daha farklı olabilir. Koklear implant kullanıcılarında yapılan çalışmalarda spektral çözünürlük ölçümleri farklılık gösterebilmektedir (107, 108). Spektral çözünürlük farklılıkları yalnızca koklear implantta bulunan kanal sayısı ile açıklanamamış, bu farklılıklara aynı zamanda kanallar arası etkileşimin de etki ettiği öne sürülmüştür (109). Winn (2016) zamana bağlı pupil boyutu büyüme oranlarını kullanarak dinleme çabasını değerlendirdiği çalışmada katılımcıları 3 gruba ayırmıştır; normal konuşma uyarı dinleyen katılımcılar, sentetik olarak bozulmuş konuşma uyarı dinleyen katılımcılar ve koklear implant kullanan katılımcılar. Çalışmada en az çaba normal konuşma uyarı dinleyen kişilerde, daha sonra koklear implant kullanıcılarında ve en fazla çaba sentetik olarak bozulmuş konuşma uyarı dinleyen kişilerde gözlenmiştir (110). Bizim çalışmamızda yalnızca koklear implant simülasyonu için dinleme çabası değerlendirilmiştir ve koklear implant kullanıcılarında dinleme çabası değerlendirilmesi yapılmamıştır.

Cucis ve ark. (2018) koklear implant kanal sayısı ile ilgili yaptığı çalışmada 10 kanaldan 20 kanala kadar olan koklear implant simülasyonlarında konuşmayı anlama skorlarının iyi derecede olduğu bildirilmiştir (111). Shannon ve ark. (2004) ise 12 ve 16 kanallı durumlar arasında konuşma anlama skorları arasında bir iyileşme olmadığı gözlenmiştir (112). Fakat

güncel yapılan çalışmalarda Berg ve ark. (2019) koklear implant kullanıcıları ile yaptığı çalışmada 16-8 kanal durumları arasında sessiz ortamda konuşmayı anlama skorlarında anlamlı bir farklılık olduğu bildirilmiştir (113). Loizoi ve ark. (2000) yaptığı çalışmada 30 kanala kadar olan durumlarda konuşmayı anlama skorlarının artabileceği bildirilmiştir (114). Bizim çalışmamızda yalnızca 12,8,6 ve 4 kanallı durumlar için dinleme çabası değerlendirilmiş, 30 kanala kadar çıkılmamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada normal işitmeye sahip 21 genç yetişkinde sentetik olarak bozulmuş cümlelerin koklear implanta benzer şekilde dört farklı (12-8-6-4) kanal sayısına göre düzenlendikten sonra, monoaural dinletilerek, çift görev paradigması kullanılarak cevap süresi ve pupil boyutundaki değişikliklerin kaydedilmesi ile dinleme çabası değerlendirilmiştir. Sentetik olarak bozulmuş cümlelerde konuşmayı anlama skorları ile cevap süresi ve pupil boyutu sonuçları arasında lineer regresyon olmadığı bulunmuştur. Ancak, sentetik olarak bozulmuş cümlelerde kanal sayısının cevap süresine ve pupil boyutuna etki ederek dinleme çabasını etkilediği gözlenmiştir. Cevap süresi ve pupil boyutu ölçümleri arasında anlamlı korelasyon elde edilmemiştir.

-İleride yapılacak çalışmalarda konuşma anlaşılabilirliğinin dinleme çabasına etkisini her durumda eşit yapmak ve istenilen parametreleri değerlendirmek için sinyal gürültü oranları değiştirilerek, sabit konuşmayı anlama skorlarında dinleme çabası değerlendirilmesi yapılabilir.

-Dinleme çabasını ölçmek için görevin doğası dikkate alınarak, uygun ölçüm yöntemleri daha fazla araştırılabilir ve iki ölçüm yöntemi arasındaki farkın incelenmesi için yeni bir çalışma planlanabilir.

-Koklear implant ve dinleme çabasını değerlendirmek için sentetik olarak bozulmuş konuşma yerine katılımcı olarak koklear implant kullanan kişilerin çalışmaya dahil edilmesi daha uygun olabilir.

-Yapay öğrenme modelleri ile konuşmayı anlama skorları ile pupil boyutları ve cevap süreleri arasındaki ilişkiyi nonlineer olarak modelleme çalışmaları planlanabilir.

7. KAYNAKÇA

1. Vermiglio AJ, Soli SD, Freed DJ, Fisher LMJJotAAoA. The relationship between high-frequency pure-tone hearing loss, hearing in noise test (HINT) thresholds, and the articulation index. 2012;23(10):779-88.
2. Gagne JP, Besser J, Lemke U. Behavioral Assessment of Listening Effort Using a Dual-Task Paradigm. *Trends Hear*. 2017;21:2331216516687287.
3. Stenfelt S, Rönnerberg J. The Signal-Cognition interface: Interactions between degraded auditory signals and cognitive processes. *Scandinavian journal of psychology*. 2009;50(5):385-93.
4. Edwards B. The future of hearing aid technology. *Trends in amplification*. 2007;11(1):31-45.
5. Xia J, Nooraei N, Kalluri S, Edwards B. Spatial release of cognitive load measured in a dual-task paradigm in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 2015;137(4):1888-98.
6. Picou EM, Ricketts TA. The effect of changing the secondary task in dual-task paradigms for measuring listening effort. *Ear Hear*. 2014;35(6):611-22.
7. Bess FH, Hornsby BW. Commentary: Listening can be exhausting—Fatigue in children and adults with hearing loss. *Ear and hearing*. 2014;35(6):592.
8. Strawbridge WJ, Wallhagen MI, Shema SJ, Kaplan GA. Negative consequences of hearing impairment in old age: a longitudinal analysis. *The Gerontologist*. 2000;40(3):320-6.
9. Heffernan E, Coulson NS, Henshaw H, Barry JG, Ferguson MA. Understanding the psychosocial experiences of adults with mild-moderate hearing loss: An application of Leventhal's self-regulatory model. *International Journal of Audiology*. 2016;55(sup3):S3-S12.
10. Dubno JR, Dirks DD, Morgan DE. Effects of age and mild hearing loss on speech recognition in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1984;76(1):87-96.
11. Humes LE, Roberts L. Speech-recognition difficulties of the hearing-impaired elderly: The contributions of audibility. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1990;33(4):726-35.
12. Lenarz T. Cochlear implant—state of the art. *GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery*. 2017;16.
13. Ronnerberg J, Rudner M, Foo C, Lunner T. Cognition counts: a working memory system for ease of language understanding (ELU). *Int J Audiol*. 2008;47 Suppl 2(sup2):S99-105.
14. Ronnerberg J, Lunner T, Zekveld A, Sorqvist P, Danielsson H, Lyxell B, et al. The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Front Syst Neurosci*. 2013;7:31.
15. Wagner AE, Toffanin P, Baskent D. The Timing and Effort of Lexical Access in Natural and Degraded Speech. *Front Psychol*. 2016;7:398.
16. Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *J Neurosci*. 2012;32(40):14010-21.
17. 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.
18. 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.
19. Moore R, Gordon-Hickey S, Jones A. Most comfortable listening levels, background noise levels, and acceptable noise levels for children and adults with normal hearing. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(5):286-93.
20. 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.
21. Peelle JE. Listening effort: How the cognitive consequences of acoustic challenge are reflected in brain and behavior. *Ear and hearing*. 2018;39(2):204.

22. Fu Q-J. Temporal processing and speech recognition in cochlear implant users. *Neuroreport*. 2002;13(13):1635-9.
23. Liu C, Fu Q-J, Narayanan SS. Effect of bandwidth extension to telephone speech recognition in cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2009;125(2):EL77-EL83.
24. Wilson BS, Finley CC, Lawson DT, Wolford RD, Eddington DK, Rabinowitz WM. Better speech recognition with cochlear implants. *Nature*. 1991;352(6332):236-8.
25. Rubinstein JT. How cochlear implants encode speech. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*. 2004;12(5):444-8.
26. Rönnerberg 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.
27. Rönnerberg J, Lunner T, Zekveld A, Sörqvist P, Danielsson H, Lyxell B, et al. The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Frontiers in systems neuroscience*. 2013;7:31.
28. Gatehouse S, Gordon J. Response times to speech stimuli as measures of benefit from amplification. *British journal of audiology*. 1990;24(1):63-8.
29. 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.
30. TDK. Sozluk. 2019.
31. Gosselin PA, Gagné J-P, Joo A. Older adults expend more listening effort than young adults recognizing audiovisual speech in noise. 2011;50(11):786-92.
32. Desjardins JL, Doherty KA. Age-related changes in listening effort for various types of masker noises. *Ear hearing*. 2013;34(3):261-72.
33. Neher T, Grimm G, Hohmann V. Perceptual consequences of different signal changes due to binaural noise reduction: do hearing loss and working memory capacity play a role? *Ear hearing*. 2014;35(5):e213-e27.
34. Downs DW. Effects of hearing aid use on speech discrimination and listening effort. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1982;47(2):189-93.
35. Kahneman D. *Attention and effort*: Citeseer; 1973.
36. Downs DW, Crum MA. Processing demands during auditory learning under degraded listening conditions. *J Speech Hear Res*. 1978;21(4):702-14.
37. Rudner M, Lunner T, Behrens T, Thorén ES, Rönnerberg J. Working memory capacity may influence perceived effort during aided speech recognition in noise. 2012;23(8):577-89.
38. Picou EM, Ricketts TA, Hornsby BW. Visual cues and listening effort: individual variability. *J Speech Lang Hear Res*. 2011;54(5):1416-30.
39. Pichora-Fuller MK, Kramer SE, Eckert MA, Edwards B, Hornsby BW, Humes LE, et al. Hearing Impairment and Cognitive Energy: The Framework for Understanding Effortful Listening (FUEL). *Ear Hear*. 2016;37 Suppl 1:5S-27S.
40. Ohlenforst B, Zekveld AA, Lunner T, Wendt D, Naylor G, Wang Y, et al. Impact of stimulus-related factors and hearing impairment on listening effort as indicated by pupil dilation. 2017;351:68-79.
41. Hornsby BW, Kipp AM. Subjective ratings of fatigue and vigor in adults with hearing loss are driven by perceived hearing difficulties not degree of hearing loss. *Ear hearing*. 2016;37(1):e1.
42. Houben R, van Doorn-Bierman M, Dreschler WA. Using response time to speech as a measure for listening effort. *International journal of audiology*. 2013;52(11):753-61.
43. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Pupil response as an indication of effortful listening: The influence of sentence intelligibility. *Ear hearing*. 2010;31(4):480-90.
44. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology*. 52: Elsevier; 1988. p. 139-83.
45. Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *International journal of audiology*. 2004;43(2):85-99.

46. Hughes SE, Rapport F, Watkins A, Boisvert I, McMahon CM, Hutchings HA. Study protocol for the validation of a new patient-reported outcome measure (PROM) of listening effort in cochlear implantation: the Listening Effort Questionnaire-Cochlear Implant (LEQ-CI). *BMJ open*. 2019;9(7):e028881.
47. 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):433-40.
48. Pals C, Sarampalis A, van Dijk M, Başkent D. Effects of Additional Low-Pass-Filtered Speech on Listening Effort for Noise-Band-Vocoded Speech in Quiet and in Noise. *Ear and hearing*. 2019;40(1):3.
49. Alhanbali S, Dawes P, Millman RE, Munro KJ. Measures of listening effort are multidimensional. *Ear and hearing*. 2019;40(5):1084-97.
50. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Cognitive load during speech perception in noise: The influence of age, hearing loss, and cognition on the pupil response. *Ear and hearing*. 2011;32(4):498-510.
51. Mackersie CL, MacPhee IX, Heldt EW. Effects of hearing loss on heart-rate variability and skin conductance measured during sentence recognition in noise. *Ear and hearing*. 2015;36(1):145.
52. Downs DW, Crum MA. Processing demands during auditory learning under degraded listening conditions. *Journal of Speech and Hearing Research*. 1978;21(4):702-14.
53. Desjardins JL. The effects of hearing aid directional microphone and noise reduction processing on listening effort in older adults with hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2016;27(1):29-41.
54. Desjardins JL, Doherty KA. The effect of hearing aid noise reduction on listening effort in hearing-impaired adults. *Ear and Hearing*. 2014;35(6):600-10.
55. Neher T, Grimm G, Hohmann V. Perceptual consequences of different signal changes due to binaural noise reduction: do hearing loss and working memory capacity play a role? *Ear and hearing*. 2014;35(5):e213-e27.
56. Pals C, Sarampalis A, Başkent D. Listening effort with cochlear implant simulations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2013.
57. 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.
58. 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.
59. Picou EM, Bean BN, Marcrum SC, Hornsby BW, Ricketts TA. Moderate reverberation does not increase subjective fatigue, subjective listening effort, or behavioral listening effort in school-aged children. *Frontiers in psychology*. 2019;10:1749.
60. McGarrigle R, Gustafson SJ, Hornsby BW, Bess FH. Behavioral measures of listening effort in school-age children: Examining the effects of signal-to-noise ratio, hearing loss, and amplification. *Ear and hearing*. 2019;40(2):381-92.
61. Pals C, Sarampalis A, van Rijn H, Başkent D. Validation of a simple response-time measure of listening effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2015;138(3):EL187-EL92.
62. Howard CS, Munro KJ, Plack CJ. Listening effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *International journal of audiology*. 2010;49(12):928-32.
63. Tun PA, McCoy S, Wingfield A. Aging, hearing acuity, and the attentional costs of effortful listening. *Psychology and aging*. 2009;24(3):761.
64. Somberg BL, Salthouse TA. Divided attention abilities in young and old adults. *Journal of Experimental Psychology: human perception and performance*. 1982;8(5):651.
65. Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(40):14010-21.

66. 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.
67. Bernarding C, Strauss DJ, Hannemann R, Seidler H, Corona-Strauss FI. Neurodynamic evaluation of hearing aid features using EEG correlates of listening effort. *Cognitive neurodynamics*. 2017;11(3):203-15.
68. Obleser J, Kotz SA. Multiple brain signatures of integration in the comprehension of degraded speech. *Neuroimage*. 2011;55(2):713-23.
69. Ohlenforst B, Zekveld AA, Lunner T, Wendt D, Naylor G, Wang Y, et al. Impact of stimulus-related factors and hearing impairment on listening effort as indicated by pupil dilation. *Hearing Research*. 2017;351:68-79.
70. Ohlenforst B, Wendt D, Kramer SE, Naylor G, Zekveld AA, Lunner T. Impact of SNR, masker type and noise reduction processing on sentence recognition performance and listening effort as indicated by the pupil dilation response. *Hearing research*. 2018;365:90-9.
71. Mackersie CL, Cones H. Subjective and psychophysiological indexes of listening effort in a competing-talker task. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(2):113-22.
72. Ogawa S, Lee T-M, Kay AR, Tank DW. Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *proceedings of the National Academy of Sciences*. 1990;87(24):9868-72.
73. 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.
74. 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.
75. 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.
76. Rojas MJ, Navas JA, Rector DM. Evoked response potential markers for anesthetic and behavioral states. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2006;291(1):R189-R96.
77. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
78. Staal MA. *Stress, cognition, and human performance: A literature review and conceptual framework*. 2004.
79. Andreassi JL. *Psychophysiology: Human behavior & physiological response*: Psychology Press; 2013.
80. Sirois S, Brisson J. *Pupillometry*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 2014;5(6):679-92.
81. Hess EH, Polt JM. Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*. 1960;132(3423):349-50.
82. Hess EH, Polt JM. Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. *Science*. 1964;143(3611):1190-2.
83. Kramer AF. Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress. *Multiple-task performance*. 1991:279-328.
84. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Pupil response as an indication of effortful listening: The influence of sentence intelligibility. *Ear and hearing*. 2010;31(4):480-90.
85. McGarrigle R, Dawes P, Stewart AJ, Kuchinsky SE, Munro KJ. Measuring listening-related effort and fatigue in school-aged children using pupillometry. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2017;161:95-112.

86. Ward KM, Shen J, Souza PE, Grieco-Calub TM. Age-related differences in listening effort during degraded speech recognition. *Ear and hearing*. 2017;38(1):74.
87. Cekic S, Sennaroglu G. The Turkish hearing in noise test. *International journal of audiology*. 2008;47(6):366-8.
88. Shannon RV, Zeng F-G, Kamath V, Wygonski J, Ekelid M. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*. 1995;270(5234):303-4.
89. Hunter CR. Tracking cognitive spare capacity during speech perception with EEG/ERP: Effects of cognitive load and sentence predictability. *Ear and hearing*. 2020;41(5):1144-57.
90. Fu Q. AngelSim: Cochlear implant and hearing loss simulator.[Computer program]. 2019.
91. Greenwood DD. A cochlear frequency-position function for several species—29 years later. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1990;87(6):2592-605.
92. Pals C, Sarampalis A, Beynon A, Stainsby T, Başkent D. Effect of spectral channels on speech recognition, comprehension, and listening effort in cochlear-implant users. *Trends in hearing*. 2020;24:2331216520904617.
93. Pomplun M, Sunkara S, editors. Pupil dilation as an indicator of cognitive workload in human-computer interaction. *Proceedings of the International Conference on HCI*; 2003: Citeseer.
94. Privitera CM, Renninger LW, Carney T, Klein S, Aguilar M, editors. The pupil dilation response to visual detection. *Human Vision and Electronic Imaging XIII*; 2008: International Society for Optics and Photonics.
95. Ariöz U, Günel B. Modified rhyme test for evaluating Turkish speech intelligibility. *Gazi Medical Journal*. 2015;26(3).
96. Mathôt S, Schreij D, Theeuwes J. OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior research methods*. 2012;44(2):314-24.
97. Fast A. SR Research. 2016.
98. SR Research Ltd. Data Viewer. 2014.
99. Love J, Selker R, Marsman M, Jamil T, Dropmann D, Verhagen J, et al. JASP: Graphical statistical software for common statistical designs. *Journal of Statistical Software*. 2019;88(1):1-17.
100. 2019 Q2-Q3 Social Report.
101. Chatterjee M, Peredo F, Nelson D, Başkent D. Recognition of interrupted sentences under conditions of spectral degradation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2010;127(2):EL37-EL41.
102. Won JH, Drennan WR, Rubinstein JT. Spectral-ripple resolution correlates with speech reception in noise in cochlear implant users. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2007;8(3):384-92.
103. Winn MB, Teece KH. Listening effort is not the same as speech intelligibility score. 2020.
104. Pals C, Sarampalis A, Başkent D. Listening effort with cochlear implant simulations. 2013.
105. Croghan NB, Duran SI, Smith ZM. Re-examining the relationship between number of cochlear implant channels and maximal speech intelligibility. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2017;142(6):EL537-EL43.
106. Alhanbali S, Dawes P, Millman RE, Munro KJ. Measures of listening effort are multidimensional. *Ear and Hearing*. 2019;40(5):1084.
107. Anderson ES, Nelson DA, Kreft H, Nelson PB, Oxenham AJ. Comparing spatial tuning curves, spectral ripple resolution, and speech perception in cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;130(1):364-75.
108. Chatterjee M, Shannon RV. Forward masked excitation patterns in multielectrode electrical stimulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1998;103(5):2565-72.
109. Jones GL, Ho Won J, Drennan WR, Rubinstein JT. Relationship between channel interaction and spectral-ripple discrimination in cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2013;133(1):425-33.

110. Winn MB. Rapid release from listening effort resulting from semantic context, and effects of spectral degradation and cochlear implants. *Trends in Hearing*. 2016;20:2331216516669723.
111. Cucis P, Berger-Vachon C, Gallego S, Truy E. Cochlear implant: On the number of channels. *Modelling, Measurement and Control C*. 2018;79(4):179-84.
112. Shannon RV, Fu Q-J, Galvin 3rd J. The number of spectral channels required for speech recognition depends on the difficulty of the listening situation. *Acta oto-laryngologica Supplementum*. 2004(552):50-4.
113. Berg KA, Noble JH, Dawant BM, Dwyer RT, Labadie RF, Gifford RH. Speech recognition as a function of the number of channels in perimodiolar electrode recipients. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2019;145(3):1556-64.
114. Loizou PC, Dorman MF, Tu Z, Fitzke J. Recognition of sentences in noise by normal-hearing listeners using simulations of speak-type cochlear implant signal processors. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2000;109(12_suppl):67-8.

8. EKLER

EK – 1 Etik Kurul Onay Yazısı

UYGULAMALI ETİK ARASTIRMA MERKEZİ
APPLIED ETHICS RESEARCH CENTER

DUMLUPINAR BULVARI 06800
ÇANKAYA ANKARA/TURKEY
T: +90 312 210 22 91
F: +90 312 210 79 59

veac@odtu.edu.tr
www.veac.odtu.edu.tr
Sayı: 28620816/232



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

04 AĞUSTOS 2020

Konu: Değerlendirme Sonucu

Gönderen: ODTÜ İnsan Araştırmaları Etik Kurulu (İAEK)

İlgi: İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Başvurusu

Sayın Betül Çiçek ÇINAR

Danışmanlığınızı yaptığınız Cengiz ACARTÜRK ve Fahrettin Deniz ŞENLİ'nin "Normal İşiten Bireylerde Sentetik Olarak Bozulmuş Konuşma Uyarısının Dinleme Çabası Üzerine Etkisi" başlıklı araştırması İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından uygun görülmüş ve 232 ODTU 2020 protokol numarası ile onaylanmıştır.

Saygılarımızla bilgilerinize sunarız.

Prof. Dr. Mine MISIRLISOY

Başkan

BULUNAMADI

Doç. Dr. Pınar KAYGAN

Üye

Prof. Dr. Tolga CAN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ali Emre TURGUT

Üye

BULUNAMADI

Dr. Öğr. Üyesi Şerife SEVİNÇ

Üye

BULUNAMADI

Dr. Öğr. Üyesi Müge GÜNDÜZ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Süreyya Özcan KABASAKAL

Üye

EK-2 Turnitin Ekran Görüntüsü

NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE SENTETİK OLARAK BOZULMUŞ KONUŞMA UYARANININ DİNLEME ÇABASI ÜZERİNE ETKİSİ


ORJİNALLİK RAPORU

%5	%4	%1	%3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	%1
2	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
4	Submitted to KTO Karatay Üniversitesi Öğrenci Ödevi	%1
5	Jean-Pierre Gagné, Jana Besser, Ulrike Lemke. "Behavioral Assessment of Listening Effort Using a Dual-Task Paradigm", Trends in Hearing, 2017 Yayın	<%1
6	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	Ali İrfan GÜL, Mahmut ÖZKIRIŞ, Reha AYDIN, Gülnehal ŞİMŞEK, Levent SAYDAM. "The Relationship Between Benign Paroxysmal	<%1

Ek-3 Dijital Makbuz




Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author:	Fahrettin Deniz Şenli
Assignment title:	F Deniz Şenli Tez Son
Submission title:	NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE SENTETİK OLARAK BOZULMUŞ ...
File name:	Deniz_Senli_Tez_Son_Turnitin.docx
File size:	2.58M
Page count:	29
Word count:	6,527
Character count:	44,089
Submission date:	15-Sep-2021 04:02PM (UTC+0300)
Submission ID:	1649028437



Copyright 2021 Turnitin. All rights reserved.

9. ÖZGEÇMİŞ