

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

**İŞİTME KAYIPLI BİREYLERDE EŞİKÜSTÜ İŞİTSEL İŞLEMLEME  
BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Aysun PARLAK KOCABAY**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA**

**2018**



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞİTME KAYIPLI BİREYLERDE EŞİKÜSTÜ İŞİTSEL İŞLEMLEME  
BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Aysun PARLAK KOCABAY**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

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

**ANKARA  
2018**

**İŞİTME KAYIPLI BİREYLERDE EŞİKÜSTÜ İŞİTSEL İŞLEMLEME BECERİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ  
AYSUN PARLAK KOCABAY**

Bu çalışma 03.01.2018 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı" nda yüksek lisans olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:** Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

**Tez Danışmanı:** Doç. Dr. Meral Didem TÜRKİYILMAZ  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

**Üye:** Prof. Dr. Levent SENNAROĞLU  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

**Üye:** Prof. Dr. Esra YÜCEL  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

**Üye:** Doç. Dr. Suna YILMAZ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ

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

09 Ocak 2018

Prof. Dr. Diclehan Orhan  
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.

o Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

⊗Tezimin 03/01/2023 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

o Tezimin .....tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

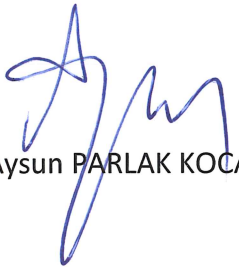
o Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

15 /01/2018

  
Aysun PARLAK KOCABAY

## 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.



Aysun PARLAK KOCABAY

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince desteği, anlayışı, özverisi ve yol gösterici katkılarından dolayı çok değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Didem Türkyılmaz'a,

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince ihtiyacım olan her zaman bilgi ve desteğine erişebilmeme imkan sağlayan sayın hocam Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu'na,

Tez çalışmam süresince fikirleri ve desteğiyle yanımda olan sayın Prof.Dr. Levent Sennaroğlu, Prof. Dr. Esra Yücel ve Doç. Dr. Suna Yılmaz'a,

Tezimin planlanması ve yürütülmesinde akademik deneyim ve fikirlerini esirgemeyen, desteğini her zaman yanımda hissettiğim sayın Dr. Ody. Filiz Aslan'a,

Tezimdeki test materyallerinin oluşturulmasında destek veren, başım her sıkıştığında yardım eden sayın Dr. Nurhan Erbil, Bünyamin Çıldır, Emre Gürses ve Yasemin Bostan'a,

Bu süreçte bana her daim destek olan ve kıymetli fikirlerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili çalışma arkadaşım Samet Kılıç'a,

Güleryüzleri ve sevgi dolu kalpleri ile desteklerini hep yanımda hissettiğim sevgili çalışma arkadaşlarım Merve İkiz ve Seda Ercan'a,

Yüksek lisans eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen sevgili Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü ailesine,

Her zaman yanımda olarak sonsuz sevgi ve anlayış gösteren eşim İlhan Veli Kocabay ve minik elleriyle resimler yaparak benimle birlikte çalışan bal yanaklı kızım Asya Kocabay'a,

En içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**Parlak Kocabay, A., İşitme Kayıplı Bireylerde Eşiküstü İşitsel İşleme Becerilerinin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2018.**

Günlük hayattaki iletişim becerilerimizi büyük ölçüde etkileyen işitsel performansımız; periferal işitme, işitsel işleme ve bilişsel işleme sistemlerinin bütünlüğüne bağlıdır. İşitme kayıplı bireylerin, azalan işitme hassasiyetlerinin yanında; eşik üstü ses kaynaklarındaki temporal ipuçlarını da işleyemedikleri, bu nedenle gürültü ya da birden fazla ses kaynağı olan ortamlarda iletişim problemleri yaşadıkları belirlenmiştir. Yaşlanma ile beraber işitsel ve bilişsel birçok fonksiyonun etkilendiği ve azalan fonksiyonel becerilerin, iletişim becerilerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir. Bu çalışmada; yaş ile sensörinöral işitme kaybının, gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme becerileri üzerine etkilerinin değerlendirilmesi ve gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda; çalışma grubunda sensörinöral işitme kaybına sahip 18-39 yaş ve 40-60 yaş aralığında 10'ar birey; kontrol grubunda ise normal işiten 18-39 yaş ve 40-60 yaş aralığında 10'ar birey çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm katılımcılara; gürültüde konuşmayı anlama becerisini değerlendiren Türkçe Matris Test ve Ünsüz Ses Tanımlama Testi, eşiküstü işitsel işleme becerisini değerlendiren *Temporal Fine Structure* (TFS) Hassasiyet Testi ile bilişsel becerileri değerlendiren Görsel-İşitsel Sayı Dizileri Testi-B Formu ve İşitsel Sözel Öğrenme Testi uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda gürültüde konuşmayı anlama testlerinde ve TFS Hassasiyet Testinde işitme kayıplı bireyler ile normal işiten bireyler arasında, işitme kayıplı genç bireyler ile işitme kayıplı orta yaşlı bireyler arasında ve normal işiten genç bireyler ile normal işiten orta yaşlı bireyler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bilişsel testlerin tamamında, normal işiten genç ve orta yaşlı bireyler arasında anlamlı farklılık bulunurken ( $p<0,05$ ), bazı alt testlerde diğer gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Gürültüde konuşmayı anlama testleri ile eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme testleri arasında korelasyon bulunmuştur. Ayrıca eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme testleri arasında da korelasyon mevcuttur. Çalışma sonucunda; sadece işitme kaybının değil yaşın da işitsel performansı önemli derecede etkilediği gözlemlenmiş, bu nedenle hem işitme kaybına sahip hem de normal işiten bireylerde, dinleme becerilerinin ya da işitme fonksiyonların tam olarak değerlendirilmesi ve problemlerin ortaya çıkartılabilmesi için daha bütüncül bir yaklaşımın gerekliliği vurgulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Eşiküstü işitsel işleme, gürültüde konuşmayı anlama, bilişsel beceriler, temporal fine structure, sensörinöral işitme kaybı.



## ABSTRACT

**Parlak Kocabay, A., Assessment of Suprathreshold Auditory Processing Skills in Individuals With Hearing Loss, Hacettepe University Institute of Health Science Master Thesis in Audiology And Speech Disorders Programme, Ankara, 2018.** Our auditory performance that highly affecting our daily communication skills, depends on the integrity of peripheral hearing, auditory processing and cognitive processing systems. It's determined that besides their decreasing auditory sensitivity, people with hearing loss can't process temporal cues in suprathreshold sound sources and so they have some communication problems in the surroundings where there are more than one sound source or noise. It's reported that a lot of auditory and cognitive functions are affected by aging and decreasing functional skills, affects communication skills in a negative way. In this study, it's aimed to evaluate the effects of sensorineural hearing loss and age in speech in noise, suprathreshold auditory processing and cognitive processing skills, and to examine the relationship between speech in noise, suprathreshold auditory processing and cognitive processing. In accordance with this purpose, in the study group 10 individuals with hearing loss in the age range of 18-39 and 40-60 are included, and in the control group 10 normal hearing individuals in the age range of 18-39 and 40-60 are included. To the all participants, Turkish Matrix Test and Consonant Identification test that evaluating speech in noise skills, TFS Sensitivity Test that evaluating suprathreshold auditory processing skills, The Visual Aural Digit Span Test and Auditory Verbal Learning Test that evaluating cognitive skills are applied and compared. As a result of the study, in speech in noise tests and TFS Sensitivity Test, significant difference was found between the individuals with hearing loss and normal hearing individuals; young individuals with hearing loss and mid-aged individuals with hearing loss; normal hearing young individuals and normal hearing mid-aged individuals ( $p < 0,05$ ). While a significant difference was found between normal hearing young and mid-aged individuals in all cognitive tests ( $p < 0,05$ ), in some subtests a significant difference wasn't found between other groups. A correlation was found between the speech in noise tests, suprathreshold auditory processing and cognitive processing tests. Also there is a correlation between suprathreshold auditory processing and cognitive processing tests. In the results of this study, it is observed that not only hearing loss but also age significantly affects auditory performance, and so the need for a more holistic approach has been emphasized for finding out the problems and the exact evaluation of listening skills or listening functions of the individuals with hearing loss and normal hearing individuals.

**Keywords:** Suprathreshold auditory processing, speech in noise, cognitive skills, temporal fine structure, sensorineural hearing loss.

**İÇİNDEKİLER**

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
GRAFİKLER	xiv
TABLolar	xv
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>4</b>
2.1. Sensör Organdaki Yaşa Bağlı Değişiklikler	4
2.1.1. Sensör Presbiakuzi	4
2.1.2. Nöral presbiakuzi	5
2.1.3. Metabolik presbiakuzi	5
2.1.4. Mekanik presbiakuzi	6
2.2. Santral İşitsel Yoldaki Yaşa İlgili Değişiklikler	6
2.2.1. Koklear Nükleus	6
2.2.2. <i>Superior Olivary Complex</i>	7
2.2.3. <i>Inferior Colliculus</i>	8
2.2.4. İşitsel Talamus ve Korteks	9
2.3. Bilişsel Fonksiyonlarda Yaşa Bağlı Değişiklikler	10
2.3.1. Beyin Hacim Ölçümleri	10
2.3.2. Beyaz ve Gri Cevher Ölçümleri	11
2.3.3. Serebral Kan Akışı ve Metabolizma Ölçümleri	11

2.3.4.	Dopamin Ölçümleri	13
2.4.	Sensör İşlemedeki Yaşa Bağlı Değişikliklerin Konuşmayı Anlama Üzerine Etkileri	13
2.4.1.	Sessiz Ortamda Konuşmayı Anlama	13
2.4.2.	Gürültüde Konuşmayı Anlama	14
2.5.	İşitsel İşlemedeki Yaşa Bağlı Değişikliklerin Konuşmayı Anlama Üzerine Etkileri	15
2.6.	Bilişsel İşlemede Yaşa Bağlı Değişikliklerin Konuşmayı Anlama Üzerine Etkileri	16
2.7.	Eşiküstü İşitsel İşleme ve TFS	17
<b>3.</b>	<b>BİREYLER VE YÖNTEM</b>	<b>20</b>
3.1.	Bireyler	20
3.1.1.	Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri:	20
3.1.2.	Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	21
3.2.	Araçlar ve Yöntem	21
3.2.1.	Odyolojik Değerlendirme	21
3.2.2.	Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi	22
3.2.3.	Gürültüde Konuşmayı Anlama Testleri	22
3.2.4.	Eşiküstü Psikoakustik Testler	25
3.2.5.	Bilişsel Testler	26
3.3.	İstatistiksel Analiz	27
<b>4.</b>	<b>BULGULAR</b>	<b>28</b>
4.1.	Bireylerin Demografik Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	28
4.2.	Bireylerin İşitme Testi Bulguları	28
4.3.	Gürültüde Konuşmayı Anlama Testlerinin Karşılaştırılması	33
4.3.1.	Ünsüz Ses Tanımlama Testi	33
4.3.2.	Türkçe Matris Test	34
4.4.	Eşiküstü Psikoakustik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması	36
4.4.1.	TFS Hassasiyet Testi	36
4.5.	Bilişsel Test Sonuçlarının Karşılaştırılması	37

4.5.1.	GİSD-B	37
4.5.2.	İSÖT	38
4.6.	Gürültüde Konuşmayı Anlama ve TFS Hassasiyeti Arasındaki İlişki	41
4.7.	TFS Hassasiyet Testi ve Bilişsel Testler Arasındaki İlişki	43
4.8.	Gürültüde Konuşmayı Anlama ve Bilişsel Testler Arasındaki İlişki	45
<b>5.</b>	<b>TARTIŞMA</b>	<b>47</b>
<b>6.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>61</b>
<b>8.</b>	<b>EKLER</b>	<b>74</b>
	<b>EK-1:</b> Tez çalışmasıyla ilgili etik kurul izinleri	
	<b>EK-2:</b> tez çalışmasıyla ilgili testler	
<b>9.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>AVCN</b>	Anteroventral koklear nükleus
<b>CBF</b>	Serebral kan akışı
<b>DA</b>	Dopamin
<b>dB</b>	Desibel
<b>DCN</b>	Dorsal koklear nükleus
<b>dk</b>	Dakika
<b>FRA</b>	Frekans yanıt alanı
<b>GİSD-B</b>	Görsel İşitsel Sayı Dizileri Testi B-Formu
<b>HL</b>	<i>Hearing level</i>
<b>Hz</b>	Hertz
<b>IPD</b>	Kulaklar arası faz farkı
<b>IC</b>	<i>Inferior colliculus</i>
<b>İSÖT</b>	İşitsel Sözel Öğrenme Testi
<b>kHz</b>	Kilo-Hertz
<b>LSO</b>	<i>Lateral superior olive</i>
<b>MNTB</b>	<i>Medial nucleus of the trapezoid body</i>
<b>MRI</b>	Manyetik rezonans görüntüleme
<b>ms</b>	Milisaniye
<b>MSO</b>	<i>Medial superior olive</i>
<b>p</b>	İstatistiksel yanılma düzeyi
<b>PET</b>	Pozitron emisyon tomografi
<b>PVCN</b>	Posteroventral koklear nükleus
<b>r</b>	Korelasyon katsayısı
<b>rCBF</b>	Bölgesel serebral kan akışı
<b>rCMRglc</b>	Glikozun serebral bölgesel metabolik oranı
<b>rCMRO<sub>2</sub></b>	Oksijenin serebral bölgesel metabolik oranı
<b>SAM</b>	Sinüzoidal amplitüde-modüle
<b>SGC</b>	Spiral ganglion hücreleri

<b>SL</b>	<i>Sensation level</i>
<b>SNR</b>	Sinyal-gürültü oranı
<b>SOC</b>	<i>Superior olivary complex</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
<b>SS</b>	Standart sapma
<b>TFS</b>	<i>Temporal fine structure</i>
<b>VCN</b>	Ventral koklear nükleus

## ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
4.1.	ÇG I ve ÇG II'ye ait sağ ve sol kulak saf ses havayolu işitme eşikleri.	31
4.2.	KG I ve KG II'nin saf ses havayolu işitme eşiği ortalamaları (sağ kulak).	32
4.3.	KG I ve KG II'nin saf ses havayolu işitme eşiği ortalamaları (sol kulak).	32
4.4.	Grupların ünsüz ses tanımlama testi ortalama değerleri.	33
4.5.	Grupların Türkçe Matris Testi (adaptif olmayan prosedür) ortalama değerleri.	34
4.6.	Grupların Türkçe Matris Testi (adaptif prosedür) ortalama değerleri.	35
4.7.	Grupların TFS Hassasiyet Testi ortalama değerleri.	36
4.8.	Grupların GİSD-B Testi ortalama değerleri.	37
4.9.	Grupların İSÖT (A <sub>1-5</sub> Listesi) ortalama değerleri.	38
4.10.	Grupların İSÖT (B Listesi) ortalama değerleri.	39
4.11.	Grupların İSÖT (A <sub>6</sub> Listesi) ortalama değerleri.	40
4.12.	Gürültüde konuşmayı anlama ve TFS hassasiyeti arasındaki ilişki.	42
4.13.	TFS Hassasiyet Testi ve Bilişsel Testler arasındaki ilişki.	44
4.14.	Gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel testler arasındaki ilişki	46

**TABLULAR**

<b>Tablo</b>		<b>Sayfa</b>
<b>3.1.</b>	Ünsüz ses tanımlama testi tur döngüsü.	23
<b>3.2.</b>	Türkçe matris cümle testinin 50-kelimelelik konuşma materyali.	25
<b>4.1.</b>	Bireylerin cinsiyet, yaş ve eğitim süresinin gruplara göre dağılımı.	28
<b>4.2.</b>	Gruplara ait hava yolu işitme eşiği ortalamaları (sağ kulak).	29
<b>4.3.</b>	Gruplara ait hava yolu işitme eşiği ortalamaları (sol kulak).	30
<b>4.4.</b>	Ünsüz ses tanımlama testi tanımlayıcı istatistik sonuçları.	33
<b>4.5.</b>	Türkçe Matris Test (adaptif olmayan prosedür) tanımlayıcı istatistik sonuçları.	34
<b>4.6.</b>	Türkçe Matris Test (adaptif prosedür) tanımlayıcı istatistik sonuçları	35
<b>4.7.</b>	TFS Hassasiyet Testi tanımlayıcı istatistik sonuçları.	36
<b>4.8.</b>	GİSD-B Testi tanımlayıcı istatistik sonuçları.	37
<b>4.9.</b>	İSÖT tanımlayıcı istatistik sonuçları (A <sub>1-5</sub> Listesi).	38
<b>4.10.</b>	İSÖT tanımlayıcı istatistik sonuçları (B Listesi).	39
<b>4.11.</b>	İSÖT tanımlayıcı istatistik sonuçları (A <sub>6</sub> Listesi).	40
<b>4.12.</b>	Gürültüde konuşmayı anlama ve TFS Hassasiyeti arasındaki korelasyon.	41
<b>4.13.</b>	TFS Hassasiyet Testi ve Bilişsel Testler arasındaki korelasyon.	43
<b>4.14.</b>	Gürültüde konuşmayı anlama ve Bilişsel Testler arasındaki korelasyon	45



## 1. GİRİŞ

İşitmenin değerlendirilmesinde odyometrik test sonuçları çok önemli bir gösterge olarak kabul edilmesine rağmen, günlük hayattaki işitsel sorunları kısmen yansıtılabildiği çok uzun zamandır bilinmektedir. İletişim becerileri, benzer odyometrik değerlendirme sonuçlarına sahip bireylerde bile çok farklı olabilmekte ve test sonucunda beklenen tahmini işitsel becerileri performansından büyük ölçüde sapma gösterebilmektedir (1). Çünkü günlük hayattaki iletişimimiz sessiz ortamda iletişim kurmaktan çok, gürültülü ortamlardaki iletişime ve rahatlıkla işitilebilen seslerin işlenmesine dayanmaktadır (2).

Yaşlanma ile meydana gelen fizyolojik değişiklikler sonucu işitme hassasiyeti azalmakta, tanımlamadan kavramaya kadar konuşma işlenmesindeki her seviyede bozulmalar meydana gelmekte; bu durum da özellikle gürültülü ortamlarda artan bir dinleme çabasıyla ve iletişim problemleriyle sonuçlanmaktadır (3).

Sensörinöral işitme kaybına sahip bireyler azalan işitme hassasiyetleri nedeniyle iletişim kurmakta zorlandıklarını bildirmektedir. Frekansa özel amplifikasyon sağlayan dijital işitme cihazları, işitme engelli bireylerin algılamadığı seslerin duyulabilirliğini kısmen sağlamakta, ancak gözlenen fayda saf ses işitme eşikleri baz alındığında beklenilenden daha az olmaktadır. Çünkü, birçok işitme cihazı kullanıcısı için, azalan işitme duyusu amplifikasyon sistemleriyle kompanse edilse bile iletişim problemleri devam etmektedir. Sessiz bir ortamda konuşmanın tanımlanması için gerekli ana faktör uyarıcı işitilebilirliği olsa da gürültülü bir ortam için bu durum değişiklik göstermekte olup, işitme kaybının derecesi ile gürültüde konuşmayı anlama arasında sadece kısmi bir korelasyon bulunmaktadır (4, 5). Bu durumun olası nedenlerinden biri, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel becerilerdeki muhtemel azalmanın konuşmayı anlama becerisini olumsuz yönde etkilemesidir (6).

Daha önce yapılmış çok sayıda çalışmada, işitsel ya da bilişsel işleminin gürültüde konuşmayı anlama üzerine etkisi incelenmiş ve bu inceleme çoğunlukla tek ölçüm üzerinden yapılmıştır. Çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlama,

eşiküstü işitsel beceriler ve bilişsel beceriler eşzamanlı olarak birden çok testle değerlendirilmiştir.

Konuşma uyarınının dalga formunda bulunan *temporal envelop* ve *temporal fine structure* bilgileri işitsel sistemde konuşmayı tanıma için kullanılmaktadır. Çalışmamızda *temporal fine structure* (TFS) hassasiyetini hızlı bir şekilde binaural olarak değerlendiren ve adaptif bir test olan TFS hassasiyet testi kullanılmıştır.

Psikoakustik değerlendirme yanı sıra bilişsel bir değerlendirme yapmamızın sebebi bilişsel süreçlerin de konuşma işlenmesine katılması ve literatürde birçok bilişsel işlevin yaşla birlikte gerilediğine dair ampirik kanıtlar bulunmasıdır. Çalışmamızda dikkat, bellek ve öğrenme gibi bilişsel fonksiyonları değerlendirmek amacıyla Görsel İşitsel Sayı Dizileri Testi (GİSD-B) ve İşitsel Sözel Öğrenme Testi (İSÖT) kullanılmıştır.

Son olarak; çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlamayı değerlendiren iki tür konuşma görevinin (semantik ya da sentaktik konseptte olmayan kapalı-set fonem tanıma testi ve linguistik konseptte olan açık-set cümle tanıma testi) seçilmesinin nedeni farklı seviyelerdeki işlemeyle değerlendirilebilmektir. Gürültüde konuşma anlaşılabilirliğini değerlendiren birçok test bulunmaktadır. Çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlamayı günlük hayattaki gibi cümle yapısıyla değerlendiren Türkçe Matris Testi ve ünsüz ses tanımayı değerlendiren bir kelime testi olan Ünsüz Ses Tanımlama Testi kullanılmıştır.

Çalışmamızda bilateral yüksek frekans sensörinöral işitme kaybı olan bireylerin eşiküstü işitsel işleme, bilişsel işleme ve gürültüde konuşmayı anlama becerileri değerlendirilmiş ve normal işiten bireylerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Hem yaş hem de işitme kaybı etkisini gözlemleyebilmek için; bilateral sensörinöral işitme kayıplı 18-39 yaş aralığında ve 40-60 yaş aralığında iki çalışma grubu ile normal işiten 18-39 yaş aralığında ve 40- 60 yaş aralığında iki kontrol grubu olmak üzere toplam dört grup oluşturulmuştur. Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

- I. İşitme kayıplı bireyler eşiküstü işitsel işleme, bilişsel işleme ve gürültüde konuşmayı anlama testlerinde normal işiten bireylerden daha kötü performans göstermektedir.
- II. Orta yaşlı bireyler eşiküstü işitsel işleme, bilişsel işleme ve gürültüde konuşmayı anlama testlerinde genç bireylerin bireylerden daha kötü performans göstermektedir.
- III. Gürültüde konuşmayı anlama testleri, eşiküstü işitsel işleme testleri ve bilişsel testler arasında korelasyon bulunmaktadır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sensör Organdaki Yaşa Bağlı Değişiklikler

Yaşa bağlı işitme kaybı (presbiakuzi); bilateral, progresif ve simetrik işitme kaybıdır. Schuknecht (1974) insanlarda dört tip presbiakuzi tanımlamıştır:

(i) Çoğunlukla koklear tüy hücrelerini ve destek hücreleri etkileyen sensör presbiakuzi,

(ii) kokleadaki afferent nöronların kaybıyla karakterize nöral presbiakuzi,

(iii) kokleada lateral duvar ve stria vascularisin atrofisi sonucu meydana gelen metabolik presbiakuzi ve

(iv) baziler membranın ve Corti organının sertleşmesi nedeniyle oluşan mekanik presbiakuzi (7).

#### 2.1.1. Sensör Presbiakuzi

Yaşlanma sonucu meydana gelen sensör tüy hücresi kaybı, morfolojik olarak hem insanlarda hem de hayvanlarda temporal kemikte görülen en belirgin değişikliklerden biridir (8). Diğer önemli patolojik değişiklikler ise, Rosenthal kanalındaki daralma ve spiral ganglion hücrelerinde (*spiral ganglion cells-SGC*) kayıp meydana gelmesidir; bu nedenle presbiakuzinin yaygın olarak pek çok kişi tarafından "sensörinöral" kökenli olduğunun düşünülmesi doğaldır.

İnsanlarda işitme eşikleri ile temporal kemikteki değişiklikler karşılaştırıldığında presbiakuzide sıklıkla görülen yüksek frekans kaybının kokleanın bazal bölgesindeki dış tüy hücre kaybıyla eşleştiği bulunmuştur (7, 9). Ancak, batı toplumunda çoğu insanın -özellikle erkeklerin- aşırı gürültüye maruziyetinin olması ve gürültüye yaşam boyunca maruz kalmaları nedeniyle tüy hücre kaybının altında yatan neden tartışmalıdır. Çünkü sessiz ortamda yaşlanan hayvanların tüy hücrelerini kokleanın bazalinden çok apeks bölgesinde kaybettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca hayvan modellerinden elde edilen nöral ve davranışsal eşikler dış tüy hücre kaybıyla karşılaştırıldığında zayıf bir korelasyon bulunmuştur (8, 10).

### 2.1.2. Nöral presbiakuzi

Nöral presbiakuzideki en bariz değişim Rosenthal kanalındaki SGC'lerin boyutlarında hacimsel küçölme meydana gelmesi ve hücrelerin sayı olarak azalmasıdır. Tüm koklear kanal boyunca yaklaşık %15-25'lik bir ganglion hücresi kaybı söz konusudur (11).

Nöral presbiakuzide şaşırıcı bulgulardan biri, nispeten küçük lif kayıplarının bilinen fonksiyonel bir bozukluğa neden olmamasıdır. Schuknecht ve ark.'larının (1955) çalışmalarında (eğitilmiş) kedilerin işitme sınırları davranışsal test öncesi parsiyel olarak kesilmiş, ancak kedilerin çoğunun eşik değerlerinde çok az yükselme olduğu gözlenmiştir. Bu veriler, santral sinir sisteminde bir sesi tespit etmek için çok sayıda nörona ihtiyaç olmadığı görüşünü ortaya atmıştır (12). Öte yandan, yaşlı bireylerde işitme kaybının yanında birçok algısal problem de görölmekte; bu nedenle nöral presbiakuzinin etkilerinin, eşiküstü uyaranlar kullanılarak psikoakustik testler yardımıyla araştırılmasının önemi vurgulanmaktadır.

### 2.1.3. Metabolik presbiakuzi

Kokleada lateral duvar ve stria vascularisin atrofisi sonucu oluşan metabolik presbiakuzide işitme kaybının profili, ~1,5 kHz' den düşük frekanslarda 10 ila 40 dB HL arasında düz bir konfügrasyona sahipken, 1,5 Hz' den sonra yüksek frekanslara doğru düşüş gösteren konfügrasyona sahiptir. Erkeklerde, yüksek frekanslardaki işitme kaybı, kadınlardakinden daha dik bir eğime sahiptir. Bu durumun yaşlanma ve kümülatif gürültüye maruziyet sonucu aşırı dış tüy hücre kaybı ile oluştuğu düşünülmektedir (13).

İnsanlarda görölen işitme kaybı profili hayvan modelleme çalışmalarıyla da örtüşmektedir. Yaşlı *chinchilla*, fare ve *gerbil*'lerde yapılan çalışmalar sonucu yine alçak frekanslarda düz konfügrasyonda bir kayıp görülürken yüksek frekanslarda düşen konfügrasyonda bir kayıp bulunmuştur (14, 15).

Schunecht ve Gacek (1993), yayınladıkları bir raporda gürültü, ototoksosite maruziyeti ve genetik bozukluk gibi faktörler elimine edildiğinde yaşlı bireylerdeki işitme kaybının ana sebebinin sensör tüy hücrelerdeki kayıptan ziyade stria

vaskularisteki atrofi olduğunu bildirmişlerdir (16). Gürültü öyküsünü ve genetik mutasyonları hariç tutan *chinchilla*, tavşan ve CBA farelerinin yer aldığı hayvan modelleme çalışmaları da bu sonuca destek vermektedir (17-19).

#### **2.1.4. Mekanik presbiakuzi**

Mekanik presbiakuzinin, zamanla baziler zarın ve Corti organının sertleşmesi nedeniyle meydana geldiği varsayılmasına rağmen bugüne kadar Corti organının mekanik yapısının yaşla sertleştiğine dair gerçek bir kanıt bulunamamıştır. Mekanik presbiakuzi tanısı işitme eşiğindeki 30-40 dB'lik düz konfügrasyonlu bir kayıp ile karakterizedir ve genellikle spiral bağdaki koklear lateral duvar boyunca oluşan dejenerasyon ile eşleştirilmiştir. Geçmişte spiral bağın baziler zara yapısal olarak destek verdiği düşünülmekte iken günümüzde tüy hücrelerinden endolenfe geri salınan K<sup>+</sup> akışı döngüsünde rol alan iyon-transfer fibrositlerinden oluştuğu bilinmektedir. Bu nedenle, Schuknecht tarafından anlatılan mekanik presbiakuzinin, metabolik presbiakuzinin şiddetli bir şekli olduğu düşünülmektedir. Çok düşük endokoklear potansiyele sahip hayvanlar ile yapılan çalışmalarda da mekanik presbiakuziye benzer şekilde alçak frekanslarda sıklıkla 40 dB ve üzerinde kayıp gözlemlendiği bildirilmiştir (20).

### **2.2. Santral İşitsel Yoldaki Yaşla İlgili Değişiklikler**

#### **2.2.1. Koklear Nükleus**

Koklear nükleusun anatomik ve bağlantısal mimarisindeki çeşitlilikten dolayı, her subnükleusta farklı özellikleri ve görevleri olan hücreler bulunmaktadır. Koklear nükleusta 'ne' ve 'nerede' yolu olmak üzere iki kodlama yolu olduğu varsayılır. Bunlardan 'ne' yolunu anteroventral koklear nükleus (AVCN) ve posteroventral koklear nükleus (PVCN) oluşturur. Buradaki nöronlar sesin frekans, durasyon, şiddet gibi karakteristik özelliklerinin analizini yaparlar (21). 'Nerede' yolu ise AVCN ve dorsal koklear nükleustan (DCN) oluşur. AVCN'nin *spherical* ve *bushy* hücreleri, horizontal düzlemdeki lokalizasyon ipuçlarını işlerken, DCN'nin *fusiform* hücreleri, lokalizasyon için önem arz eden ipuçlarının işlenmesinde rol oynar (22). Ne yazık ki,

hayvan modellerinde koklear nükleustaki yaşla ilişkili fonksiyon bozukluğunu araştıran nörofizyolojik araştırmalar az sayıdadır. Bu durumun en önemli sebebi yaşlı farelerde koklear nükleusa erişmek için yapılan cerrahi işlemin zorluğu ve morbidite oranının yüksek olmasıdır.

Willott (1991), yaşlı CBA farelerinin koklear nükleusunda temel ses özelliklerinin nöral kodlamasını araştıran ilk kişidir. CBA farelerinin insan yaşlanmasına en uygun hayvan modellerinden biri olduğu varsayılmaktadır, çünkü işitme duyarlılığını orta yaşlardan itibaren çok yavaş, progresif şekilde kaybetmektedir. Willott ve ark. (1991), farklı yaştaki CBA farelerinde ventral koklear nükleus (VCN) ve DCN'den alıcı alanları (*receptive area*) ölçerek minimum eşikler ve eksitator frekans yanıt alanının (*frequency response area-FRA*) bant genişliği değişikliklerini araştırmışlar, yaşlı hayvanlarda gençlere kıyasla minimum eşikler ve FRA'larda anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada yaşa bağlı işitme kaybının çok daha erken ve ciddi boyutlarda olduğu C57 fareleri ile aynı yaştaki CBA fareleri karşılaştırdıklarında ise, C57 farelerinde 60 dB üzeri eşiğe sahip nöral birimlerin oranında ciddi bir artış bulmuşlardır. Ayrıca, bu hassasiyet değişikliğinin VCN'de çok daha şiddetli olduğunu bildirmişlerdir (23). Caspary ise Fischer-344 ratlarında yaptığı çalışmada DCN'de şiddet kodlanmasında yaşa bağlı değişiklikler meydana geldiğini rapor etmiş ve bunu inhibitör mekanizmadaki yaşa bağlı bozukluklara bağlamıştır (24).

### **2.2.2. Superior Olivary Complex**

*Superior Olivary Complex* (SOC), binaural bilgilerin büyük çoğunluğunun santral işitsel sistemde ilk bütünleştiği ve interaural zaman ile şiddet farkının işlemlendiği yerdir. Çıkan yolda *lateral superior olive* (LSO), *medial superior olive* (MSO) ve *medial nucleus of the trapezoid body* (MNTB) olmak üzere üç majör nükleus bulunmaktadır. LSO ve MSO'daki nöronlar, her iki kulaktan gelen inputları koklear nükleusta işlendikten sonra alırlar ve özellikle iki kulak arasındaki şiddet ve zaman farklarını karşılaştırırlar (25).

LSO'da doğru işitsel kodlamanın yapılması eksitasyon ve inhibisyon dengesine bağlıdır. LSO nöronlarının deşarj oranları, interaural şiddet farklılıklara

göre değişir. Oranlar yüksek ipsilateral uyaran şiddetiyle artar ve kontralateral uyaran şiddetinin artmasıyla azalır. İpsilateral işitsel uyaranlar, büyük eksitatör post-sinaptik potansiyelleri oluştururken, kontralateral işitsel uyaranlar da aynı derecede inhibitör post-sinaptik potansiyelleri oluştururlar (26). Binaural girdilerin LSO'daki nöral işilemesi, eksitatör ve inhibitör döngülerin etkileşimi ile şekillendirildiğinden, inhibitör mekanizmadaki nöron kaybının binaural işilemeyi değiştirebileceği varsayımı ile yapılan bir çalışmada, genç ve yaşlı Fischer-344 farelerin LSO' larındaki tek nörondan alınan kayıtlar sonucu binaural yanıtlarda ve şiddet farklılıklarının kodlanmasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (27). Ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen, kontralateral uyarımda yaşlı farelerin daha düşük inhibitör cevaplar verdikleri bildirilmiştir. Bu sonuçlar insanlarda yaşa bağlı inhibitör nöron fonksiyon kaybının -özellikle gürültüde-konuşma anlaşılabilirliğini etkilediği görüşünü desteklemektedir (28).

### **2.2.3. *Inferior Colliculus***

İşitsel orta beyin, *inferior colliculus*'tan (IC) oluşur ve işitme sisteminde binaural ve monaural sinirsel işilemenin entegre olduğu ilk büyük alanı temsil eder.

İşitsel orta beyin sinir hücrelerinin yanıt özelliklerinde yaşa bağlı değişikliklerin araştırılması 80'li yılların sonlarında başlamıştır. Willot ve ark., presbiakuzili CBA farelerinde IC nöronlarının yanıt özelliklerinde yaşla ilgili hafif değişiklikler bildirmişler; periferik ölçümlerle uyumlu olarak tüm frekanslarda hafif bir duyarlılık azalması olmasına rağmen tonotopik organizasyonun korunduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca tüm kayıt süresince daha az aksiyon potansiyeline sahip "yavaş" nöronların sayısında bir artış bulmuşlar, yavaş nöronların yaşla birlikte anlamlı derecede arttığını (genç IC'de %3 iken yaşlı IC'de %22) bildirmişlerdir (29).

Yaşla birlikte, sesin temporal özelliklerinin kodlanmasında değişiklikler meydana gelmektedir. Yaşlı bireylerde konuşma tanımının kötüleşmesine neden olan en önemli etkenlerden biri temporal rezolsyondaki bozukluklardır ve temporal işileme görevlerinden biri olan boşluk tanıma testi (*gap detection test*) ile değerlendirilebilir (30-32). Farelerde davranışsal boşluk tespiti ile IC nöronlarında boşluk tespitinin nöral bağlantıları arasındaki ilişki araştırıldığında, IC nöronları



tarafından kodlanan en kısa boşlukların davranışsal olarak elde edilen minimum boşluk eşikleri aralığında olduğu bulunmuştur (33, 34). Daha sonra yapılan bir çalışmada ise, CBA farelerinden alınan birim yanıtlarda, minimum boşluk eşğine sahip birimlerin oranında yaşla azalma görülmüş ve yaşlı farelerden alınan nöral yanıtların genç farelerdekine kıyasla daha büyük boşluk eşğine sahip olduğu bildirilmiştir. Genç ve yaşlı CBA farelerinde, 100'den fazla IC nöronundan alınan yanıtlara göre hem genç hem de yaşlı hayvanlarda 1-3 ms' lik en küçük boşluk eşikleri gözlemlenmesine rağmen, yaşlı CBA farelerinde %50'den daha az nöronun 2 ms veya daha düşük boşluk eşik değerlerine sahip olduğu rapor edilmiştir (35). Davranışsal veriler de yaşlı farelerin gürültülü bir arka plandaki boşlukları tespit etmede daha başarısız olduklarını desteklemektedir.

Özetle, laboratuvarlardaki hücre kayıtlarından elde edilen bulgular, yaşa bağlı olarak IC'de temporal işlemlerin bozulduğunu göstermektedir.

#### **2.2.4. İşitsel Talamus ve Korteks**

Nöropsikolojik rahatsızlıkları olmayan yaşlı insan beyinleri üzerinde yapılan araştırmalar, duyuşal kortekste (Brodmann'ın 40 bölgesi) sitoplazmada, dendritlerde ve aksonlarda değişiklikler gözlemlendiğini bildirmektedir. Ayrıca insan korteksindeki elementlerin korunma derecesini anlamak için yaşlı kedilerle yapılan karşılaştırmalarda da işitme kortekslerinde benzer değişiklikler olduğu rapor edilmiştir (36).

Vaughan ve ark. (1984), 3, 12 ve 24 aylık farelerde korpus kallozumu keserek kısmi harabiyet (*deafferentation*) sonucu morfolojik yanıtta yaşla ilgili farklılıklar olup olmadığını belirlemek için 3 ay sonra farelerin işitme korteksini incelemiştir. Analiz, yoğun kallozal projeksiyon alan katmanlardan katman II ve III ile kallozal afferentlere postsinaptik olarak bilinen nöronlara yani katman V'teki piramidal nöronlara odaklanmıştır. İncelemeler sonucunda, yaşla ilgili kortekste veya korteks katmanların kalınlığında değişiklik gözlemlenmemesine rağmen, V. tabakadaki piramidal nöronların apikal dendritlerinin yaşla birlikte dendritik dal kaybettiği ve incelendiği gözlenmiştir. Her üç lezyon grubunda da III. katmandaki apikal dendrit dalların yoğunluğunda bir azalma ve IV. katmandaki dalların yoğunluğunda bir artış

meydana gelmiştir. Her iki etki yaşa göre değişmekte, katman III'teki dal azalmaları yaşlı hayvanlarda en fazla iken, katman IV'teki dal artışları ise genç hayvanlarda en fazladır. Apikal dendritlerin ortalama çapları genç lezyonlu grupta azalmış, yaşlı lezyon grubunda ise artmıştır (37). Bu sonuçlar, kallozal harabiyet (*deafferentation*) sonucu yaşa bağlı değişikliklerin oldukça karmaşık olduğunu göstermektedir.

### 2.3. Bilişsel Fonksiyonlarda Yaşa Bağlı Değişiklikler

Yapılan çalışmalar sonucunda, reaksiyon zamanı ve doğruluk kriterlerini baz alan davranışsal test sonuçları; işleme hızı, dikkat, algı, çalışan bellek ve serbest hatırlama gibi birçok bilişsel fonksiyonda yaşa bağlı performans düşüşü olduğunu işaret etmektedir. Teknolojideki gelişmelerle birlikte, manyetik rezonans görüntüleme (*magnetic resonance imaging-MRI*) ve pozitron tomografi (*positron emission tomography-PET*) gibi nörogörüntüleme teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalar da bu sonucu doğrulamaktadır.

#### 2.3.1. Beyin Hacim Ölçümleri

Yaşlanma ile birlikte beyin hacminde meydana gelen değişiklikler birçok çalışmada incelenmiştir. Genel olarak bu değişiklikler lineer olmayıp, yaş ilerledikçe kaybın seviyesinde artış gözlenmektedir. Örneğin; serebral korteks hacmi genç yetişkinlerde yılda %0,12 oranında, 52 yaş üzerindeki yetişkinlerde ise yılda %0,35 oranında azalmaktadır (38).

Yaşa bağlı meydana gelen atrofide en ilginç bulgu, atrofinin bölgeler arasında farklılık göstermesidir. Frontal lob, yılda % 0,9- 1,5 aralığında bir kayıp oranına sahiptir ve yaşa bağlı kayıp oranının en yüksek olduğu alandır (38-40). Gunning-Dixon ve ark. (2003), ileri yaştaki yetişkinlerin büyük bir grubunda, yürütme işlevinin bir ölçütü olan Wisconsin Kart Sıralama Görevi skorları ile prefrontal hacim arasında korelasyon olduğunu bildirmiştir (41). Bellek işlevindeki rolü nedeniyle, temporal lobla ilgili de çok sayıda çalışma yapılmış olup, hacimsel küçülme ile bellek performansları arasında korelasyon bulunmuştur (42, 43).

Sağlıklı yaşlanmada subkortikal atrofi görülmektedir ve longitudinal çalışmalarda atrofinin erken yetişkinlik döneminden itibaren başladığı gözlenmiştir.

Genç erişkinlerdeki atrofiyi değerlendiren dört araştırma (ortalama yaş = 29 yıl), yılda %1' i aşan kaudat küçülme rapor etmiştir (44-47).

Serebellum, vermis, pons gibi bazı metensefalik yapılar da yaşla birlikte atrofi göstermektedir. Atrofi en fazla serebellumda, sonra sırasıyla vermis ve ponsta gözlenmektedir (38).

Son olarak, korpus kallozumda yaşa bağlı atrofi görülmekte olup, 4 yıllık süre boyunca korpus kallozumdaki değişikliklerin, yaşlı erişkinlerde Stroop görevindeki performans değişikliği ile korelasyon gösterdiği rapor edilmiştir (48).

### **2.3.2. Beyaz ve Gri Cevher Ölçümleri**

Postmortem çalışmalar, yaşla ilişkili beyaz cevher kaybının beynin tamamında, özellikle de frontal loblarda meydana geldiğini ve beyaz cevher kaybının gri madde kaybından daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır (49-51). İn vivo çalışmalarda ise bazı kanıtlar kaybın frontal bölgeyle sınırlı olduğunu bildirmesine rağmen, bazı çalışmalar beyaz cevherde yaşa bağlı anlamlı bir kayıp olmadığını ve kaybın ancak beşinci dekad sonrası başladığını rapor etmişlerdir (52-54).

Kortikal atrofi gibi, gri ve beyaz cevher hacmindeki azalmalar da yaşlı bireylerde bilişsel performans ile korelasyon sergilemektedir. Buna göre, frontal beyaz cevherdeki düşüşler işleme hızı (Sembol Sayı Modaliteleri Testi), muhakeme becerileri (Raven'in Aşamalı Matris Testi) ve hafıza becerileri performansları ile ilişkilendirilmiştir (43, 55). Birlikte değerlendirildiğinde, frontal lobdaki hem beyaz hem de gri madde yoğunluğundaki değişimin, bu bölgenin yönettiği bilişsel süreçlerde performans azalmasına katkıda bulunduğu gözlenmektedir.

### **2.3.3. Serebral Kan Akışı ve Metabolizma Ölçümleri**

Yaşa bağlı beyin hacminde, gri ve beyaz cevherde meydana gelen değişikliklere ek olarak, serebral kan akışında (*cerebral blood flow*-CBF) ve metabolik aktivitelerde de etkilenimler olmaktadır. Nörogörüntüleme yöntemleri kullanılmadan yapılan ilk araştırmalar CBF ile metabolik aktivitenin yaşla birlikte

azaldığını göstermiş ve bu azalmanın korteks yoğunluğundaki düşüğe paralel olduğu bildirilmiştir (56).

Görüntüleme yöntemlerinden elde edilen son kanıtlar ise, sağlıklı yaşlanmada CBF ve metabolik aktivite açısından karmaşık sonuçlar ortaya koymaktadır (57). Örneğin, glikozun bölgesel serebral metabolik oranını (*regional cerebral metabolic rate for glucose-rCMRglc*) değerlendiren bazı çalışmalarda, yaşla beraber değişiklik gözlenmemişken (58-60), çalışmalarda frontal ve parietal alanda rCMRglc'de yaşla ilişkili bir düşüş olduğu bildirilmiştir (61-64). Yakın tarihli çalışmalar, glukoz regülasyonunun yaşlı bireylerde bilişsel fonksiyonlar üzerinde önemli bir etkisi olabileceğine dikkat çekmiştir (65, 66). Örneğin, Kaplan ve ark. (2000), glukoz regülasyonunun, sağlıklı yaşlı erişkinlerde hem sözel bellek hem de vizüo-motor performans ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır (65).

Yaşa bağlı bölgesel oksijen serebral metabolik oranının (*regional cerebral metabolic rate for oxygen-rCMRO<sub>2</sub>*) değişimi de çalışmalarda değişiklik göstermektedir, bazı çalışmalarda yaşlar arasında fark bulunamamış (67, 68), bazı çalışmalarda ise birçok alanda yaşa bağlı düşüşler gözlenmiştir (69-71). RCMRglc gibi, rCMRO<sub>2</sub> düşüşü de frontal ve parietal bölgelerde daha sık gözlenmiş olup (70), rCMRO<sub>2</sub>'deki çoğu azalma yaşla birlikte lineer düşüş göstermiştir.

Son olarak, bölgesel CBF'nin (*regional CBF-rCBF*) yaşla beraber değişimi belirsiz olup stabil kaldığını gösteren çalışmaların yanı sıra (67, 68, 71) düşüğe uğradığını gösteren çalışmalar (69, 72, 73) da bulunmaktadır. Bu belirsizlik son yıllardaki çalışmalarda da devam etmektedir. Örneğin, Larsson ve ark. (2001), orta-yaşlı (40 yaş), genç-yaşlı (75 yıl) ve yaşlı (88 yıl) bireylerle yaptıkları çalışmada, 28 gri ve beyaz cevher bölgesinde rCBF' de yaşla ilişkili bir azalma bulmuşlardır (74). Ancak, Meltzer ve ark. (2000), yaşa bağlı kısmi hacim etkisi düzeltilirse rCBF' de yaşa bağlı bir azalma meydana gelmeyeceği görüşündedir (75). Bu yüzden yazarlar, yaşa bağlı oluşan serebral atrofının çalışmalardaki metabolik ölçümlerin yorumlanmasını karıştırdığını ve bu nedenle gruplar arasında rCBF'deki farkı yorumlamak için önce hacim etkisinin göz önüne alınması ve düzeltilmesi gerektiğini önermektedirler.

### **2.3.4. Dopamin Ölçümleri**

Yaşa bağlı nörotransmitter farklılıklarını değerlendiren araştırmaların büyük bir kısmı dopaminin (DA) rolü üzerine yoğunlaşmıştır. DA reseptörlerinin D1 ve D2 olmak üzere iki ana ailesi vardır. Dopamin sistemi, üst düzey bilişsel işlevler için gereklidir. Örneğin, Huntington's ve Parkinson hastalığı gibi DA eksikliği olan hastalar, genellikle dopamin agonistleri ve antagonistleri tarafından modüle edilen bilişsel bozuklukları gösterirler. DA'nın bilişsel sistemdeki rolü, ontogenetik ve filogenetik kanıtlarla da desteklenmektedir.

PET ve tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi kullanılan in vivo çalışmalarda striatumda erişkin dönemden başlayan ve ilerleyen her dekatta %7-10 oranında azalan D1 ve D2 bağlayıcı reseptör kaybı bulunmuştur (76-79).

Yaşa bağlı DA farklılıkları ile bilişsel değişiklikler arasındaki ilişki çok az çalışmada incelenmiştir. Verilerin azlığına rağmen, bulgular son derece tutarlıdır. Yaşla beraber striatumda DA kaybı, epizodik hafızada, yürütücü işlevlerde ve motor performansta düşüş ile ilişkilendirilmiştir (79-83). Hatta DA reseptörlerinin, yaşın bilişsel performans üzerine etkilerini değerlendirmede önemli bir gösterge olduğu, yaşa bağlı bilişsel bozuklukların DA işlevindeki azalma nedeniyle meydana geldiği rapor edilmiştir (81).

## **2.4. Sensör İşlemelemedeki Yaşa Bağlı Değişikliklerin Konuşmayı Anlama Üzerine Etkileri**

### **2.4.1. Sessiz Ortamda Konuşmayı Anlama**

Yaşlanma sonucu işitsel sistemde; özellikle yüksek frekans bölgesindeki işitme eşiklerinin yükselmesi, temporal keskinlik kaybı ve işitsel yollardaki nöronal senkronizasyonun bozulması gibi deformasyonlar meydana gelebilir (30). Bu kayıpların ileri boyutta olmadığı durumlarda -sinyal seviyesinin yeterli olması koşuluyla- sessiz ortamdaki konuşmayı tanıma performansı çok az etkilenmektedir.

Yüksek frekans sensör işitme kaybında bazı fonemleri tanımada zorluk yaşanmakta; fakat bu fonemler bir cümle içine gömülürse semantik içerik kullanılarak zorluk aşılabilmektedir (84, 85). Başka bir anlatımla, kişi dile ilişkin bilgi

birikimini kullanarak fonemi ya da sözcüğü tanımlayabilmektedir. Ancak üst merkezlerin, fonem veya sözcük tanımayı desteklemek için kullanılması, üst düzey beceriler için gerekli mevcut kaynakların kullanılabilirliğini azaltabilmektedir. Bu nedenle, presbiakuzinin erken evrelerindeki bireyler, istenilen basit görevlerde genç yetişkinler kadar iyi performans gösterebilirken; daha zorlayıcı görevlerde performanslarında düşüş meydana gelebilmektedir. Sessiz bir ortamda okunan kısa metin sorgulandığında yaşlı bireylerin gençlere göre ayrıntıları hatırlama, çıkarım yapma ve temaları açıklama gibi görevlerde daha başarısız oldukları rapor edilmiştir. Bu durumun nedeni; yaşlı yetişkinlerin, periferik işitsel sistem bozukluğundan dolayı, kelime tanıma için üst bilişsel merkezleri sıklıkla devreye sokmaları ve bu yüzden de sözcüklerle bir örüntü oluşturma, temaları çıkarma ve daha sonra hatırlamak üzere ilgili bilgileri depolama sürecini yapamamaları olarak belirtilmiştir (86). Diğer yandan, bazı bilişsel beceriler yaşla azalma gösterebildiğinden sonuçların tek yönlü yorumlanmaması gerektiği önerilmektedir.

#### **2.4.2. Gürültüde Konuşmayı Anlama**

Konuşmanın işlenmesi ile ilgili temporal ipuçları başlıca subsegmental (fonetik), segmental (fonemik) ve suprasegmental (seslemsel ve sözdizimsel) düzeyde incelenir (87). Subsegmental ipuçları, fundamental frekans ve sesin harmonik yapısını temel alan frekans ile ilgili ipuçlarını içerir. Segmental bilgiler ise fonem tanıma katkıda bulunan bir patlamalı ünsüz (*stop consonant*) varlığı ya da kelime içindeki boşluklar ve durasyon ipuçlarından yararlanılarak elde edilir. Suprasegmental ipuçları ise konuşmanın hızı ve ritmi ile prozodik bilginin iletilmesini ve konuşma sinyalindeki hem sentaktik hem de sözlüksel bilginin işlenmesini sağlar. Shannon ve ark. gürültüde konuşmayı kodlama ile ilgili yaptıkları araştırmada segmental ve subsegmental bilgilerin çoğu çıkarılsa bile sağlıklı bireylerin gürültüde konuşmayı tanıyabileceğini belirtmişlerdir (88). Ancak normal işitmeye sahip yaşlı bir birey, genç bir birey kadar iyi bir konuşmayı tanıma performansı gösterebilmek için daha çok temporal ipucuna ihtiyaç duymaktadır (89). Bu sonuç, temporal işleme becerilerinin yaşa bağlı azaldığını desteklemektedir.

Bazı çalışmalar, yaşlı bireylerde nöral senkronizasyon kaybı olduğunu rapor

etmişlerdir (11, 90). Nöral senkronizasyondaki yaşa bağlı dejenerasyonlar sonucu yaşlı bireyler, karakteristik fundamental frekans ipucunu kullanarak konuşmacıyı tanımakta ya da ayırt etmekte ve kompleks işitsel ortamlarda konuşmacının sesini takip etmekte zorlanmaktadırlar. Bu nedenle gürültülü ortamlarda yaşlı bireyler konuşmayı anlamakta ve hatırlamakta gençler bireylere göre daha düşük performans göstermektedirler (91).

### **2.5. İşitsel İşlemedeki Yaşa Bağlı Değişikliklerin Konuşmayı Anlama Üzerine Etkileri**

İşitsel sahneyi tamamen kavramak için, ses kaynaklarını lokalize etmek ve ses kaynaklarının birbirinden ayrımını algılamak en gerekli ipuçlarını sağlamaktadır (92). Böylece dinleyiciler dikkatlerini hedef kaynağa yöneltebilmekte ve ilgisiz kaynaktan gelen bilgileri işlemeyi baskılayabilmektedirler. Dinleyiciler, her bir ses kaynağından gelen direkt dalgayı değil, çevresel yüzeylerden yansıyan dalgaları da almakta; işitsel sistem, bir kulağa diğer kulaktan milisaniyeler önce ulaşan dalga formunun gecikmeli versiyon olduğunu tanıyıp her iki dalgayı da tek bir kaynakla bütünleştirip diğer kaynaktan ayırt edebilmektedir (93).

İşitsel sahneleri çözümlenebilme becerisi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. İlk olarak, kaynaklar arasındaki spektral farklılıklar ne kadar büyük olursa, onları ayırmak da o kadar kolay olur. Brungart (2001), iki konuşmacının sesinin fundamental frekansları ve diğer akustik özellikleri önemli ölçüde farklılaştığında, bir konuşmacıyı diğerinden ayırmanın daha kolay olduğunu göstermiştir (94). Diğer bir faktör, iki ses kaynağı arasındaki harmonik yapıdaki farklılıklardır. Bu farklılıklar kaynak ayrımını kolaylaştırabilmektedir. Örneğin, kompleks bir tonun harmoniklerinden birinin frekansının değiştirilmesi ikinci bir işitsel olayı ortaya çıkarmaktadır (95, 96). Üçüncü faktör, uzaysal olarak ayrılan ses kaynaklarının lokasyonunun daha kolay olmasıdır (97).

Kompleks bir ortamdaki ses kaynakları algılanıp ayrıştırıldıktan sonra, kişiler dikkatlerini hedef konuşmacıya odaklamayı ve diğer konuşmacılardan gelen bilgileri baskılamayı daha kolay bulmaktadır. Aksi halde, diğer konuşmacılardan bilgi girişi

hedef konuşmacının mesajına karışmakta, bu durumda algısal maskeleye etkisi yaşanmaktadır (97, 98).

Birçok bilişsel kuram, yaşlı yetişkinlerin, yaşa bağlı bilişsel sistem değişiklikleri nedeniyle, alakasız veya dikkat dağıtıcı uyarılara karşı genç yetişkinlerden daha duyarlı olduğunu desteklemektedir (99, 100). Bu yüzden yaşlı bireyler kaynak ayrımını yapmakta zorlanıyor olabilirler. Bu zorluğun bir sebebi de sensör sistemdeki yaşla ilgili dejenerasyondan dolayı bozulan sinyallerin daha fazla algısal maske etkisine neden olması ile, hedef konuşmacıyı diğerlerinden ayırmanın zorlaşması olabilir.

Sonuç olarak başarılı bir işitsel sahne analizi yaşla beraber işitsel işlemedeki limitasyonlardan olumsuz etkilenmektedir (101).

## **2.6. Bilişsel İşlemede Yaşa Bağlı Değişikliklerin Konuşmayı Anlama Üzerine Etkileri**

Uzun yıllardır bilişsel mekanizmalardaki yaşla ilişkili değişikliklerin konuşmayı işleme üzerine etkileri araştırılmasına rağmen, bu konuda yapılan çalışmaların çoğu konuşma uyarısıyla değil, yazılı materyal ile anlama ve hatırlama becerilerini değerlendirilmiştir (102, 103). Azalan çalışan bellek kapasitesi, inhibisyon kontrolü ve işleme hızının konuşmayı anlamayı etkilediğine dair kanıtlar bulunurken, hangisinin daha çok etkilediği halen tartışmalıdır.

Günümüzde çalışan bellek, "sinyallerin çözüldüğü, kavramların aktive edildiği, dil unsurlarının ayrıştırıldığı, tematik rollerin atandığı ve fikirler arasındaki tutarlılığın araştırıldığı kritik darboğazı" temsil etmektedir (104). Bu sebeple yaşla ilgili konuşmayı anlama becerisindeki düşüşlerde, çalışan belleğin işleme ve depolama kapasitesinin önemli rol oynadığı düşünülmektedir (105-107).

Bazı araştırmacılar konuşmayı anlama becerisine ilgisiz uyarının işlenmesini inhibe etme yeteneğindeki azalmanın da etki ettiğini öne sürmektedir. İnhibisyon bozukluğu hipotezine göre; yaş, ilgisiz uyarın aktivasyonunu baskılamak için gerekli inhibitör mekanizmalarda deformasyona neden olmakta ve sonuçta ilgisiz uyarınlar çalışan belleğe alınmakta ve artık alakasız



olan bilgiler çalışan bellekten boşaltılamamaktadır (99). İlgisiz bilgiler hedef bilginin işlenmesini bozarak, dinleyicinin konuşmanın tutarlı bir temsilini oluşturmasını engellemektedir. Literatürde inhibisyon etkinliğini değerlendiren çalışmalar inhibisyon bozukluğu hipotezini destekleyen değerler barındırmasına(108, 109) rağmen, kaydedilen tüm verilerin bu hipotezle uyumlu olmadığı, uyumlu olanların da alternatif yorumlamalara açık olduğu belirtilmektedir (110).

Birçok çalışmada işleme hızının da konuşmayı anlama üzerine etkisi değerlendirilmiş, ancak bu değerlendirme konuşmayı yapay olarak hızlandırarak yaşlı ve genç bireylerde anlama performansının karşılaştırılması şeklinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise tipik olarak, konuşma hızı arttıkça yaşlıların performansının gençlere göre çok daha hızlı kötüleştiği yönündedir (111-115). Fakat konuşmayı hızlandırmak, bilgi akış hızını arttırmanın yanı sıra, konuşma sinyalindeki ünsüz sesleri bozma eğilimi göstermekte ve yaşla birlikte işitsel sistemde meydana gelen değişikliklerden dolayı bozulmuş akustik uyarınları işleme performansında düşüş gözlenmektedir (114, 116). Bu görüş, bilişsel yavaşlamadan ziyade işitsel sistemdeki deformasyonun yaşlı bireylerin hızlandırılmış konuşma durumundaki düşük performanslarından sorumlu olabileceğini desteklemektedir (117).

## **2.7. Eşiküstü İşitsel İşleme ve TFS**

İşitme sürecindeki eşiküstü işitsel işleme bozukluğunun, işitme kayıplı bireylerde iletişim problemlerine neden olduğu bilinmektedir. İşitme kayıplı bireylerde genel olarak sesin duyulabilir seviyede olmaması ana problem olarak düşünülmekte, ancak amplifikasyon sistemleri aracılığıyla ses yükseltip duyulabilir seviyeye getirilse bile, spektral yapıdaki distorsiyonlar sonucu eşiküstü işlemede bozukluk oluşabilmektedir. Aynı zamanda yaşla ve işitme kaybıyla beraber hem periferik hem de santral sistemde meydana gelen değişikliklerden dolayı konuşma uyarınının dalga formunda bulunan temporal bilgilerin kullanılmadığı ve bu durumun konuşma anlaşılabilirliğini etkilediği düşünülmekte olup, bu konudaki araştırmaların halen devam ettiği belirtilmektedir (118).

Sağlıklı bir kokuada kompleks geniş bant bir ses analiz edilirken, her biri

baziler membran üzerindeki spesifik bir konuma karşılık gelen *bandpass-filtered* sinyal serileri haline getirilmektedir. İşitsel analizin bu yönü genellikle sinyali spektral bileşenlerinin büyüklüğü ve fazı açısından temsil eden Fourier analizi ile modellenmektedir. Bazı durumlarda spektral büyüklük (amplitüd) algısal açıdan daha önemli rol oynarken, bazı durumlarda ise faz bilgisi daha önemli olmaktadır (119).

Bazılar membranda spesifik bir alandaki *bandpass* sinyaller Hilbert dönüşümü kullanılarak analiz edilmekte ve sonucunda 'analitik sinyal' oluşturulmaktadır. Analitik sinyal zaman fonksiyonlu dönen bir vektör olarak düşünüldüğünde; vektörün herhangi bir zamandaki uzunluğu o anda sinyalin envelop büyüklüğünü temsil ederken, dönüş hızı sinyalin anlık frekansını temsil etmektedir. Diğer bir deyişle Hilbert dönüşümü sinyalin zamana göre çözümlemesini göstermekte, sinyali envelop (E) ve temporal fine structure (TFS) komponentlerine ayırmaktadır. E komponentinin bilgi taşımada daha önemli olduğu kabul edilirken, son yıllarda TFS bilgisinin de gürültüde konuşmayı anlama, tonlar arası akış ayrımı, perde algısı ve *dip listening* için önemli olduğu vurgulanmaktadır (120).

Hem E hem de TFS zamana göre nöral deşarjları göstermekte olup; TFS bilgisi dalga formunun döngüsünde *phase-locking*'e bağlıdır. Çoğu memelide 4-5 kHz üstündeki frekanslarda *phase locking* zayıflamakta olup, insanlardaki *phase locking* üst sınırı halen bilinmemekle birlikte, işitme sinirinde *phase locking* paternindeki TFS bilgisinin yüksek frekanslarda zayıfladığı belirtilmektedir (121). İnsan işitsel sistemindeki TFS bilgisi, frekans fonksiyonu baz alınarak çeşitli işitsel görevlerdeki performans değişikliklerine göre psikoakustik metodlarla araştırılmaktadır.

Birçok araştırmacı, konuşma seslerini başlıca E veya TFS ipuçlarını içerecek şekilde işleyerek, E ve TFS bilgisinin konuşma algılamasındaki rolünü araştırmaktadır. Bu ayrıştırma işlemi, farklı *vocoder* formları kullanılarak yapılmaktadır (122). Bu işlem sonucu, başlıca E bilgisini içeren konuşmayla yapılan çalışmalarda, sessiz bir ortamda anlaşılabilirliğin iyi olduğu ancak arka planda gürültü mevcut olduğunda anlaşılabilirliğin çok düşük olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle gürültüde konuşmayı anlama için sadece E bilgisinin yeterli

olmadığını göstermekle beraber, işitsel sistemin gürültüde konuşma anlaşılabilirliği için çoğunlukla TFS bilgisinden yararlandığı görüşünü de desteklemektedir (123).

Konuşma sinyalinden E bilgisinin çıkarılıp sadece TFS bilgisinin bırakılması çok zor bir işlemdir. Bu işlem gerçekleştirilirken E bilgisinin fiziksel olarak çıkarıldığı konuşma uyarılarında bile E ipuçlarının işitsel filtre outputlarında yeniden yapılandığı ve muhtemelen konuşma anlaşılabilirliğine az da olsa katkı yaptığı yapılan çalışmalar sonucunda rapor edilmiştir (124). Bu yüzden Moore ve ark. (2009) TFS bilgisinin kullanımını değerlendirmek için farklı bir yaklaşım kullanmışlar, binaural tonal uyarılar kullanarak faz farkı ayırımı yoluyla TFS bilgisini hızlıca değerlendiren bir test yöntemi geliştirmişlerdir (125).

Günümüzde, işitsel sistemin TFS ipuçlarına hangi görevlerde ihtiyaç duyduğuna, bu görevlerde yetişkin ve bebeklerdeki E ve TFS ipuçlarına bağımlılığın aynı olup olmadığına ve işitme kaybının E ve TFS işleme üzerine etkisine duyulan merak gittikçe artmakta; bu konuda yapılan çalışmalar hız kazanmaktadır.

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji ve Dil-Konuşma Terapisi Ünitesi ile Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır. Katılımcılar çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında bilgilendirilmiş ve yazılı onam formları alınmıştır. Hacettepe Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından GO 17/326 numarası ile izlenen çalışma, 02.05.2017 tarihinde değerlendirilmiş olup, tıbbi etik açısından uygun bulunmuştur (EK 1).

#### 3.1. Bireyler

Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji ve Dil-Konuşma Terapisi Ünitesi'nde sensörinöral işitme kaybı tanısı alan 18-39 yaş aralığında 10 birey (ÇG I) ve 40-60 yaş aralığında 10 birey (ÇG II) çalışma grubu olarak; bilateral normal işitme tanısı alan 18-39 yaş aralığında 10 birey (KG I) ve 40- 60 yaş aralığında 10 birey (KG II) de kontrol grubu olarak toplam 40 birey dahil edilmiştir.

##### 3.1.1. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri:

Çalışma grubu için;

- 18-60 yaş aralığında olmak
- Bilateral hafif ya da orta derecede sensörinöral işitme kaybı bulunması (126)
- 0.125-8 kHz frekans aralığında kulaklar arası işitme eşiği farkının 20 dB HL'i aşmaması
- Normal immitansmetrik bulgulara sahip olmak (127)
  - a. Tip A timpanogram elde edilmesi
  - b. Orta kulak basıncının  $\pm 50$  daPa sınırlarında olması
- Ana dilin Türkçe olması
- Normal görmeye veya düzeltilmiş görmeye (gözlük/kontakt lens ile normal görmenin sağlanabilmesi) sahip olmak
- MOBİD testinden 21 ve üzerinde puan almak

Kontrol grubu için;

- 18-60 yaş aralığında olmak
- 0.125-8 kHz frekans aralığında bilateral işitme eşiğinin 20 dB HL'den küçük olması
- Normal immitansmetrik bulgulara sahip olmak (127)
  - a. Tip A timpanogram elde edilmesi
  - b. Orta kulak basıncının  $\pm 50$  daPa sınırlarında olması
  - c. Her iki kulakta 0.5, 1, 2, 4 kHz aralığında kontralateral ve ipsilateral reflekslerin elde edilmesi
- Ana dilin Türkçe olması
- Normal görmeye veya düzeltilmiş görmeye (gözlük/kontakt lens ile normal görmenin sağlanabilmesi) sahip olmak
- MOBİD testinden 21 ve üzerinde puan almak

### **3.1.2. Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri**

- Herhangi bir dış kulak ya da orta kulak patolojisi olması
- Test sonuçlarını etkileyebilecek nörolojik ve/veya psikiyatrik bir hastalığı olması
- MOBİD testinden 21'in altında puan almak

## **3.2. Araçlar ve Yöntem**

Tüm bireylere odyolojik testler, gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme testleri uygulanmıştır. Odyolojik testler standart değerlendirme prosedürlerine uygun şekilde, IAC (*Industrial Acoustics Company*) sessiz odalarında, klinik odyometre kullanılarak yapılmıştır. Bilişsel beceri testleri sertifikalı uzman odyolog tarafından uygulanmıştır.

### **3.2.1. Odyolojik Değerlendirme**

Kulak burun boğaz muayenesinin ardından, çalışma ve kontrol grubunu oluşturan bireylerin hava yolu işitme eşikleri *Otometrics astra-2* marka klinik

odyometre ve TDH 49 supraaural kulaklıklar kullanılarak, 0.125-8 kHz frekans aralığında belirlenmiştir. Kemik yolu işitme eşikleri ise 0.5-4 kHz frekans aralığında kemik vibratör kullanılarak değerlendirilmiştir. Bireylerin immitansmetrik değerlendirmesi ise 226 Hz probe tone kullanılarak GSI marka immitansmetre ile yapılmıştır.

### **3.2.2. Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi**

Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MOBİD); dikkat ve konsantrasyon, lisan, bellek, görsel-mekansal beceriler, soyut düşünme, yönetici işlevler, hesaplama ve yönelimden oluşan farklı bilişsel boyutları değerlendiren hızlı bir tarama aracıdır (EK 2). MOBİD'in uygulanması yaklaşık 10 dakika sürmekte olup, testten alınabilecek en yüksek toplam puan 30'dur. Türk toplumu için 21 ve üstü skorlar bilişsel bir bozukluk olmadığı yönünde yorumlanır (128).

Bilişsel işlevlerdeki bireysel farklılıklar insan ömrü boyunca stabil bir şekilde devam etmekte (129) ve çeşitli bilişsel yeteneklerdeki bireyler arası farklılıklar da yaşla birlikte önemli bir değişime uğramamaktadır (130, 131). Bu nedenle bireyler arası farklılık etkisini minimize etmek için çalışmamıza MOBİD'den 21 ve üstü skor alan bireyler dahil edilmiştir.

### **3.2.3. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testleri**

#### **Ünsüz Ses Tanımlama Testi**

Testte Türkçede bulunan 20 farklı ünsüz sesin tanınması değerlendirilmektedir. Test anlamsız iki heceli kelimelerden oluşmakta olup, uyarılar ünlü-ünsüz-ünlü ses şeklinde sıralıdır. Her kelimenin başlangıcı ve bitişinde ünlü ses olarak /a/ fonemi kullanılmıştır. Testte kullanılan ünsüz sesler /b, c, ç, d, f, g, h, j, k, l, m, n, p, r, s, ş, t, v, y, z/ dir. Yumuşak g (ğ), Türkçede bir ses olmayıp iki ünlü ses arasında ses bağı kurmak ya da ünlü sesleri uzatmak için kullanıldığından, listede yer verilmemiştir (132).

Her bir kelime standart Türkçe aksanı ile ikinci heceye vurgu yapılarak profesyonel bir kadın spiker tarafından seslendirilmiştir. Kayıtlar sessiz odada, 16-bit *quantization* ve 44.1-kHz örnekleme hızında alınmış ve daha sonra dijital olarak 16

kHz örneklem hızına düşürülmüştür.

Uyaranlar her bir seferde randomize olarak sunulmuş ve sunumun ardından hastadan hangi ünsüz sesi duydu ise sanal klavyeden göstermesi istenmiştir. Doğru cevapların yüzdesi otomatik olarak kaydedilmiştir.

Ünsüz ses tanınması iki döngü halinde tablo 3.1.'de özetlendiği şekilde değerlendirilmiştir. Her iki döngü de, arka planda gürültü olmadan başlamış sonrasında ilk döngüde sırasıyla %100 4-Hz, 8-Hz ve 16-Hz SAM (sinüzoidal amplitüde modüle gürültü eklenerek uyaranlar sunulmuştur. İkinci döngüde ise tam tersi sırada sunum yapılmıştır. Her iki döngüde de sinyal gürültü oranları artan sırayla verilmiş 0, -3 ve -6 sinyal-gürültü oranı (*signal-noise ratio* - SNR) kullanılmıştır.

**Tablo 3.1.** Ünsüz ses tanımlama testi tur döngüsü.

1. Tur		2. Tur
1. Gürültü Yok		1. Gürültü Yok
2. 4-Hz SAM		2. 16-Hz SAM
0 SNR		0 SNR
-3 SNR		-3 SNR
-6 SNR		-6 SNR
3. 8-Hz SAM	ARA	3. 8-Hz SAM
0 SNR		0 SNR
-3 SNR		-3 SNR
-6 SNR		-6 SNR
4. 16-Hz SAM		4. 16-Hz SAM
0 SNR		0 SNR
-3 SNR		-3 SNR
-6 SNR		-6 SNR

%100, 4-Hz, 8-Hz ve 16-Hz SAM maske MATLAB programında aşağıdaki denkleme göre oluşturulmuştur.

$$m(t) = [1 + m \sin(2\pi f m t + \phi)]n(t)$$

$m$ ; modülasyon derinliğidir ve 1 (%100 modülasyon) olarak alınmıştır.

$f$ ; modülasyon frekansıdır ve testte 4, 8 ve 16 Hz olmak üzere 3 farklı modülasyon

frekansı bulunmaktadır.

$\varphi$ ; modülasyonun başlangıç fazını belirtir ve her bir uyarın için randomize olacak şekilde alınmıştır.

Testte gürültü uyarınlarla senkronize olarak başlayıp bitmektedir. Uyarınlar dikotik olarak katılımcıların en rahat işitme seviyesinde verilmiştir.

Veri toplanmadan önce testin her bir versiyonu için pratik yapılmış, katılımcılara görsel geribildirim verilerek motive edilmiş ve eğer gerekiyorsa tekrar seçeneğini kullanmaları için cesaretlendirilmiştir. Test sırasında geribildirim sağlanmamış, yorgunluk ve öğrenme etkisini ortadan kaldırmak için testin iki versiyonu arasında ara verilmiştir. Test ses korumalı odada, Sennheiser HDA200 kulaklık kullanılarak yapılmış olup, toplam 15 dk sürmektedir.

### **Türkçe Matris Test**

Türkçe Matris Test, Türkçede sık kullanılan elli adet Türkçe kelimeyi rastgele seçerek sentaktik olarak sabit şekilde cümleler oluşturan ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliğini günlük hayatta kullanılan cümle yapısı ile değerlendiren matris tabanlı bir test yöntemidir.

Matris testindeki kelimeler Türkçe cümle yapısına uygun olarak isim+ sayı+ sıfat+ nesne+ fiil şeklinde sıralanmış olup, her katagoride 10 kelime bulunmaktadır. İsim, sayı, sıfat ve nesnelere hiçbir son ek kullanılmamış, fiillerde ise üçüncü tekil şahıs ve geçmiş zaman ekleri kullanılmıştır. Böylece sistem dil bilgisel yapıları doğru olan 100.000 farklı cümle oluşturabilmekte ve bu da öğrenme etkisini imkansız kılmaktadır (133).

Çalışmamızda hem adaptif olmayan hem de adaptif prosedür kullanılmış, her biri 20 cümle ile değerlendirilmiştir. Uyarınlar 65 dB SPL şiddetinde sunulmuş olup, adaptif olmayan prosedürde katılımcıların konuşma anlaşılabilirliği % olarak değerlendirilirken, adaptif prosedürde %50 eşik SNR değeri dB olarak değerlendirilmiştir.

Teste başlamadan önce katılımcılar test hakkında bilgilendirilmiş, duydukları her kelimeyi tekrar etmeleri için teşvik edilmiştir. Test sırasında herhangi bir geri bildirim verilmemiş, 2 işlem arasında ara verilmiştir. Test ses korumalı odada,



Sennheiser HDA200 kulaklık kullanılarak yapılmıştır ve test iki işlem için toplam 15 dk sürmüştür.

Tablo 3.2' de Matris testte kullanılan konuşma materyali yer almakta olup koyu renkte yazılmış kelimeler rastgele seçilmiş örnek bir test cümlesini temsil etmektedir.

**Tablo 3.2.** Türkçe matris cümle testinin 50-kelimelelik konuşma materyali.

<i>İsim</i>	<i>Sayı</i>	<i>Sıfat</i>	<i>Nesne</i>	<i>Fiil</i>	<i>İngilizce Çevirisi</i>
Gönül	yedi	mavi	sepet	haketti	Gönül deserved seven blue baskets
Zuhal	bir	<b>yeni</b>	Kilim	verdi	Zuhal gave a single new rug
Fırat	sekiz	beyaz	yatak	satmış	Fırat sold seven white beds
Hikmet	üç	küçük	<b>çatal</b>	getirdi	Hikmet brought three small forks
Tuncay	altı	yeşil	cımbız	bulmuş	Tuncay found six green tweezers
<b>Nurşen</b>	beş	temiz	gömlek	çizdi	Nurşen drew five clean shirts
Poyraz	dokuz	renkli	balon	fırlatmış	Poyraz threw nine colourful balloons
Seyhan	on	bordo	minder	gördü	Seyhan saw ten maroon cushions
Meltem	iki	güzel	terlik	<b>kazanmış</b>	Meltem won two nice slippers
Dilek	<b>dört</b>	siyah	fincan	yolladı	Dilek sent four black cups

Koyu renkte yazılmış kelimeler rastgele seçilen kelimelerle oluşturulan test cümlelerinden birini temsil etmektedir.

### 3.2.4. Eşiküstü Psikoakustik Testler

#### *Temporal Fine Structure* Hassasiyet Testi

TFS hassasiyet testi, Moore ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olup, binaural olarak TFS hassasiyetini değerlendirmektedir. Testte 2-interval, 2-alternatif zorunlu seçim metodu kullanılmıştır. Test birbirinden 500 ms ile ayrılmış 2 intervalden oluşur. Her iki interval de, birbirinden 100 ms ile ayrılan 400 ms'lik 4 ardışık ses içermektedir. Rastgele seçilen bir intervalde tüm seslerin kulaklar arası faz farkı (*interaural phase difference*-IPD) 0° iken (standart); diğer intervaldeki (amaçlanan) bir ve üçüncü tonun IPD'si standart intervaldeki ile aynı, iki ve dördüncü tonun IPD'si  $\varphi$  değeri dolayısıyla farklıdır. Normal TFS hassasiyetine sahip bir birey IPD=0° olan sesleri başın merkezinde algılamakta; yeterince büyük IPD ye sahip sesleri bir kulağa lateralize olarak algılamakta bu yüzden de IPD bilgisi değişken diziyi tanımlayabilmektedir (134).

TFS testinde frekans adaptif olarak artırılmış, psikometrik fonksiyonda %71'lik doğru nokta tahmini için 2-çıkan 1-inen basamak kuralı uygulanmıştır (135). Testin başlangıç frekansı 200 Hz'dir. Program, ses şiddetini katılımcının 2 kHz ve altındaki odyometrik işitme eşiklerini kullanarak, eşleşen frekanslardaki ses düzeyini 30 dB SL'e ayarlamaktadır.

Katılımcılara dinledikleri iki intervalden hangisindeki seslerin kafa içinde hareket ediyormuş gibi olduğu sorulmuş, cevaplar klavye ya da monitördeki sanal butonlar yoluyla alınmıştır. Bireyleri cesaretlendirmek amacıyla, kayıt alınmadan önce testi öğrenmeleri için pratik yapılmış; test sırasında da görsel geribildirim kullanılmıştır. Test ses korumalı odada, Sennheiser HDA200 kulaklık kullanılarak yapılmıştır. Testin uygulama süresi yaklaşık 15 dakikadır.

### **3.2.5. Bilişsel Testler**

#### **Görsel İşitsel Sayı Dizileri Testi B Formu**

Görsel İşitsel Sayı Dizileri Testi B Formu (GİSD-B) dikkat ve bellek işlevlerini sayı dizileri yoluyla değerlendirmektedir. İşitsel veya görsel olarak sunulan sayı dizilerine sözel veya yazılı tepkiler istenmekte olup test işitsel-sözel, görsel-sözel, işitsel-yazılı ve görsel-yazılı olmak üzere çok yönlü ölçümü sağlayan 4 alt testten oluşmaktadır. En kısa sayı dizisi 2 birim sayı ile başlamakta ve ardışık diziler birer sayı uzamakta, en uzun dizi ise 9 birim sayıdan oluşmaktadır (136).

GİSD-B'deki sayı dizilerinin hem işitsel hem görsel sunumları 1 sn hızda yapılmıştır. Bu bağlamda uygulayıcı tarafından işitsel uyarılar 1 sn hızında okunmuş, görsel uyarıların sunulduğu kitapçığın sayfaları da 1 sn ara ile çevrilerek katılımcıların her saniye ayrı bir sayı görmesi sağlanmıştır. Nöropsikolojik testlerde 1 sn gecikme ile tepki alınması bilginin kısa süreli bellekte kalmasını sağlamada kullanıldığından sözel ve yazılı tepkiler dizideki son sayı sunulduktan 1 sn sonra alınmıştır (137).

GİSD-B'nin uygulama süresi yaklaşık 20 dakika olup puanlama doğru tekrarlanan sayı dizisindeki birimler üzerinden yapılmaktadır. Toplam puan 4 alt testin temel puan toplamı sonucu elde edilmektedir.

### **İşitsel Sözel Öğrenme Testi**

İşitsel Sözel Öğrenme Testi (İSÖT), bilgi işleme sürecini çok yönlü değerlendiren bir testtir. Bu süreçler arasında sözel öğrenme, serbest hatırlamaya dayanan kısa ve uzun süreli bellek, geriye bozucu etki ile tanıma türü hatırlama yer almaktadır. Test yüksek kullanım sıklığına sahip somut ve yalın kelimelerden oluşmakta olup serbest hatırlamanın değerlendirildiği A ve B Listeleri (15'er kelime) ile tanıma türü hatırlamanın değerlendirildiği Tanıma Listesini (50 kelime) içermektedir (138).

Testte 5 tür performans ölçülmüş olup bunlar; yanlış tepki sayısı, doğru tepki sayısı, tekrarlanan kelime sayısı, tekrar durumu katılımcı tarafından sorgulanan kelime sayısı ve tekrar durumunda düzeltilen kelime sayısıdır. Alınabilecek maksimum puanlar A ve B Listeleri için 15, Tanıma Listesi için ise 30'dur.

İSÖT'ün uygulama süresi gecikmeli hatırlama için bekleme süresi ile beraber yaklaşık 40 dakikadır.

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde IBM SPSS Statistics 21.0 programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik olarak aritmetik ortalama, standart sapma, median, minimum ve maksimum değerler verilmiştir. Verilerin karşılaştırılmasında parametrik durumlarda t test, parametrik olmayan durumlarda ise Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme testleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Spearman Korelasyon Analizi kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

Tüm grupların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** Bireylerin cinsiyet, yaş ve eğitim süresinin gruplara göre dağılımı.

Gruplar	Sayı	Cinsiyet				Yaş Aralığı	Yaş	Ortalama Eğitim Süresi
		K		E				
		N	%	N	%			
ÇG I	10	6	60%	4	40%	18-39	25,0 ± 7,67	12,5 ± 2,07
KG I	10	7	70%	3	30%	18-34	22,9 ± 5,93	13,2 ± 1,93
ÇG II	10	6	60%	4	40%	42-59	52,2 ± 4,85	12,4 ± 2,07
KG II	10	6	60%	4	40%	40-58	48,6 ± 6,83	11,8 ± 2,20
Toplam	40	25	62,5%	15	37,5%	18-59	37,1 ± 14,87	12,4 ± 2,05

Her grupta 10’ar birey olmak üzere toplamda 40 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Bireylerin cinsiyet dağılımı, 25 (%62,5) kadın ve 15 (%37,5) erkek şeklindedir.

Yaş ortalaması dağılımını incelediğimizde; ÇG I için yaş ortalamasının 25,0 ± 7,67 ve yaş aralığının 18-39, KG I için yaş ortalamasının 22,9 ± 5,93 ve yaş aralığının 18-34, ÇG II için yaş ortalamasının 52,2 ± 4,85 ve yaş aralığının 42-59, KG II için yaş ortalamasının 48,6 ± 6,83 ve yaş aralığının 40-58 olduğu görülmektedir. ÇG I ile KG I arasındaki ve ÇG II ve KG II arasındaki yaş uygunluğu Ki Kare Testi ile değerlendirilmiş ve yaş bakımından farklılık olmadığı bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Ortalama eğitim süresinin gruplara göre dağılımı ise; ÇG I için 12,5, KG I için 13,2, ÇG II için 12,4 ve KG II için 11,8’dir. Gruplar arasındaki ortalama eğitim süreleri Ki Kare Testi ile değerlendirilmiş ve anlamlı farklılık olmadığı bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

### 4.2. Bireylerin İşitme Testi Bulguları

Gruplara ait saf ses havayolu işitme eşiği ortalamaları sağ kulak ve sol kulak için sırasıyla Tablo 4.2 ve Tablo 4.3’te verilmiştir.

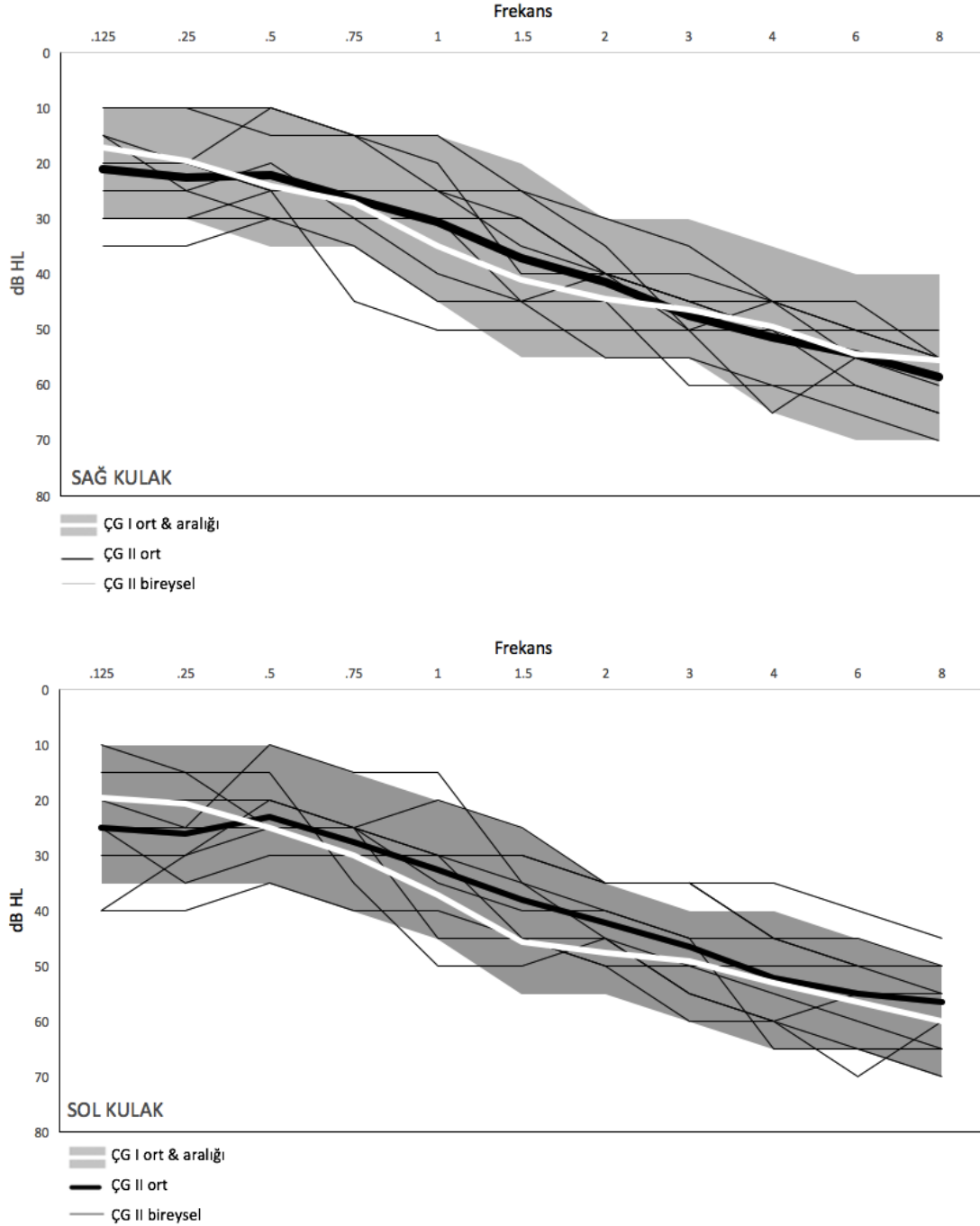
**Tablo 4.2.** Gruplara ait hava yolu işitme eşiği ortalamaları (sağ kulak).

Frekans	Hava Yolu İşitme Eşikleri Ortalaması (dB HL)							
	.125 kHz	.25 kHz	.5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz
ÇG I	17,0 ± 6,33	19,5 ± 7,62	24,0 ± 7,75	35,0 ± 10,27	44,5 ± 8,32	49,5 ± 9,27	54,5 ± 10,39	55,5 ± 9,56
Min.-Mak.	10- 30	10 - 30	10 - 35	15 - 45	30 - 55	35 - 65	40 - 70	40 - 70
ÇG II	21,0 ± 8,76	22,5 ± 8,25	22,0 ± 7,89	30,5 ± 11,17	41,5 ± 7,09	51,5 ± 7,47	54,5 ± 5,99	58,5 ± 6,26
Min.-Mak.	10 -35	10 - 35	10 - 30	15 - 50	30 - 55	45 - 65	45 - 65	50 - 70
KG I	4,0 ± 6,15	4,0 ± 5,68	1,0 ± 7,38	-2,0 ± 7,15	-1,5 ± 7,09	0,0 ± 6,24	2,5 ± 6,77	3,0 ± 6,33
Min.-Mak.	-5 - 15	-5 - 10	-10 - 10	-10 - 10	-10 - 10	-10 - 10	-5 - 15	-5 - 15
KG II	7,5 ± 7,9	6,5 ± 6,69	6,5 ± 7,42	3,0 ± 6,75	3,0 ± 7,89	2,5 ± 7,17	4,5 ± 7,62	6,5 ± 6,26
Min.-Mak.	-5 - 20	-5 - 15	-10 - 15	-10 - 10	-10 - 15	-10 - 15	-5 - 15	-5 - 15

**Tablo 4.3.** Gruplara ait hava yolu işitme eşiği ortalamaları (sol kulak).

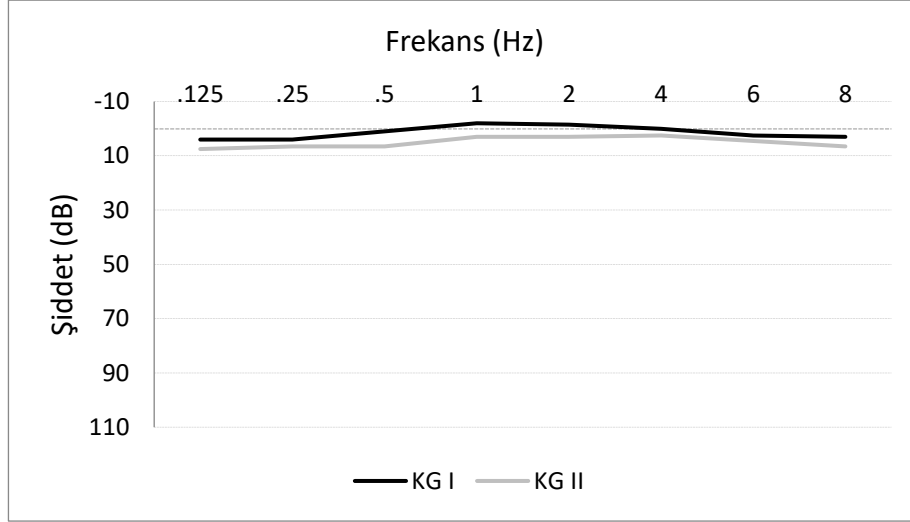
Frekans	Hava Yolu İşitme Eşikleri Ortalaması (dB HL)							
	.125 kHz	.25 kHz	.5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz
ÇG I	19,5 ± 10,12	20,5 ± 8,32	25,0 ± 8,17	37,0 ± 8,88	47,5 ± 6,77	53,0 ± 7,53	56,5 ± 6,69	60,0 ± 7,07
Min.-Mak.	10 – 35	10 – 35	10 – 35	20 – 45	35 – 55	40 – 65	45 – 65	50 – 70
ÇG II	25,0 ± 9,72	26,0 ± 8,1	23,0 ± 7,15	32,5 ± 10,61	42,0 ± 5,87	52,0 ± 9,49	55,0 ± 9,72	56,5 ± 8,18
Min.-Mak.	10 - 40	15 - 40	10 - 35	15 – 50	35 – 50	35 – 65	40 - 70	45 - 70
KG I	5,0 ± 4,71	3,0 ± 5,38	0,5 ± 6,85	-2,5 ± 7,55	-2,5 ± 6,35	0,5 ± 7,81	2,5 ± 6,35	4,5 ± 4,97
Min.-Mak.	-5 - 10	-5 - 10	-10 - 10	-10 - 10	-10 - 10	-10 - 15	-10 - 15	-5 - 15
KG II	6,0 ± 6,15	5,5 ± 6,85	4,5 ± 7,62	3,0 ± 7,53	2,0 ± 8,56	5,5 ± 9,56	7,0 ± 8,23	8,0 ± 7,53
Min.-Mak.	0 - 15	-5- 15	-10 - 15	-10 - 15	-10 - 15	-10 - 20	-5 - 20	0 - 20

ÇG I ve ÇG II'nin sağ ve sol kulak saf ses havayolu işitme eşikleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

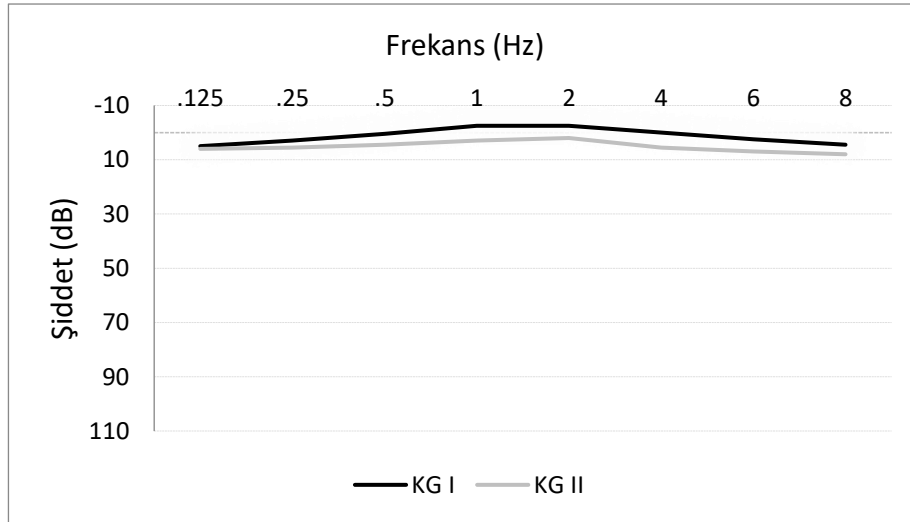


**Şekil 4.1. ÇG I ve ÇG II'ye ait sağ ve sol kulak saf ses havayolu işitme eşikleri.** Kalın beyaz çizgi ve taralı gri alan sırasıyla ÇG I'in havayolu işitme eşiği ortalamasını ve işitme eşiği aralığını göstermektedir. İnce siyah çizgiler ÇG II'deki bireylerin havayolu işitme eşiklerini; kalın siyah çizgi ise ÇG II'nin ortalama havayolu işitme eşiğini ifade etmektedir.

KG I KG II'nin sağ ve sol kulak saf ses havayolu işitme eşikleri sırasıyla Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.2.** KG I ve KG II'nin saf ses havayolu işitme eşiği ortalamaları (sağ kulak).



**Şekil 4.3.** KG I ve KG II'nin saf ses havayolu işitme eşiği ortalamaları (sol kulak).



### 4.3. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testlerinin Karşılaştırılması

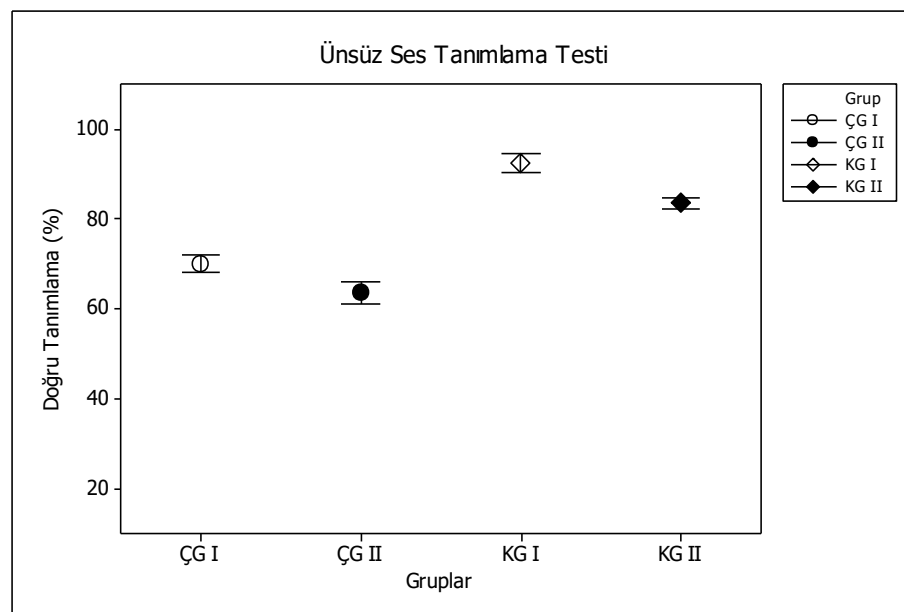
#### 4.3.1. Ünsüz Ses Tanımlama Testi

Grupların ünsüz ses tanımlama testi tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.4'te verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Ünsüz ses tanımlama testi tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Gruplar	Sayı	Ünsüz Ses Tanımlama Testi				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	70	6,24	70	60	80
ÇG II	10	63,5	8,18	62,5	55	80
KG I	10	92,5	6,77	90	85	100
KG II	10	83,5	4,12	85	75	90

Grupların ünsüz ses tanımlama testi skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,000$ ), ÇG II ile KG II arasında ( $p=,000$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,004$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). ÇG I ile ÇG II arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Şekil 4.4'te grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.4.** Grupların ünsüz ses tanımlama testi ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

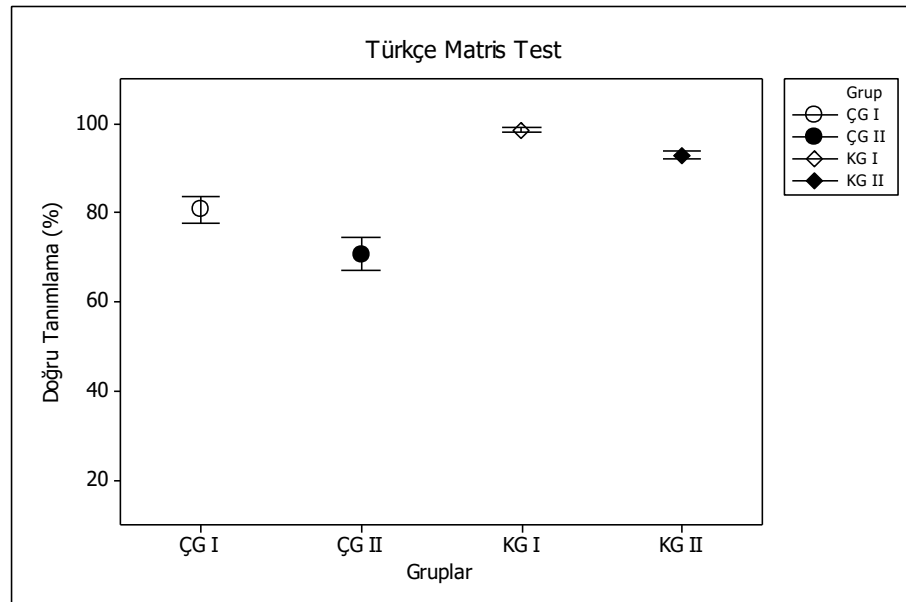
### 4.3.2. Türkçe Matris Test

Türkçe Matris Test'te adaptif olmayan ve adaptif prosedür kullanılmıştır. Grupların adaptif olmayan prosedürdeki Türkçe Matris Test'te tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Türkçe Matris Test (adaptif olmayan prosedür) tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Gruplar	Sayı	Türkçe Matris Test (Adaptif Olmayan Prosedür)				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	80,6	9,01	82	62	92
ÇG II	10	70,7	11,73	73	51	85
KG I	10	98,5	1,84	99,5	95	100
KG II	10	92,9	2,88	93,5	88	97

Grupların Türkçe Matris Test (adaptif olmayan prosedür) skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,000$ ), ÇG II ile KG II arasında ( $p=,04$ ), ÇG I ile ÇG II arasında ( $p=,048$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,000$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Şekil 4.5'te grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



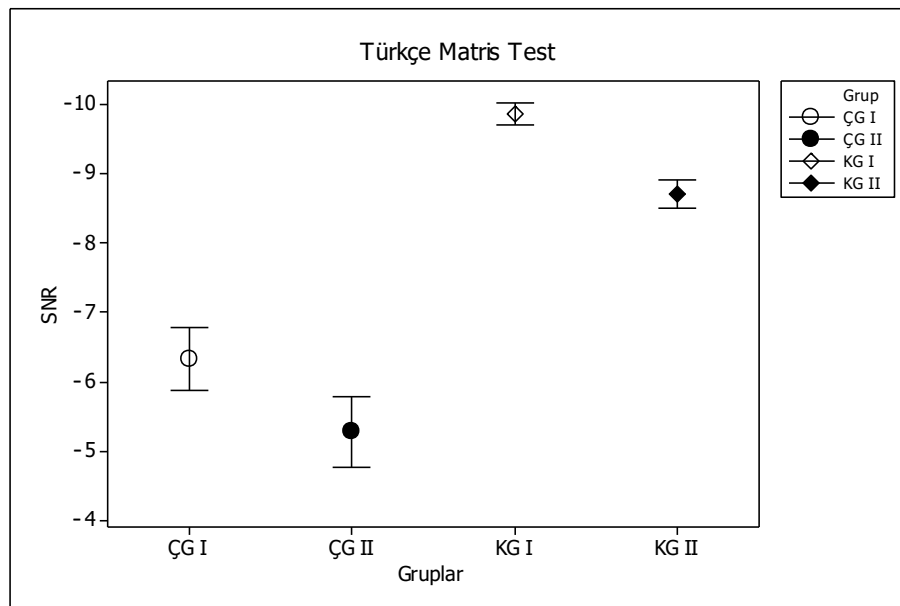
**Şekil 4.5.** Grupların Türkçe Matris Testi (adaptif olmayan prosedür) ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

Grupların adaptif prosedürdeki Türkçe Matris Test'te tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Türkçe Matris Test (adaptif prosedür) tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Gruplar	Sayı	Türkçe Matris Test (Adaptif Prosedür)				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	-6,33	1,42	-6,3	-3,4	-8,9
ÇG II	10	-5,27	1,63	-5,95	-2,1	-7,2
KG I	10	-9,86	0,52	-9,8	-9,3	-11
KG II	10	-8,71	0,64	-8,85	-7,6	-9,5

Grupların Türkçe Matris Test (adaptif prosedür) skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,000$ ), ÇG II ile KG II arasında ( $p=,000$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,000$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). ÇG I ile ÇG II arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Şekil 4.6'da grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.6.** Grupların Türkçe Matris Testi (adaptif prosedür) ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

#### 4.4. Eşiküstü Psikoakustik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

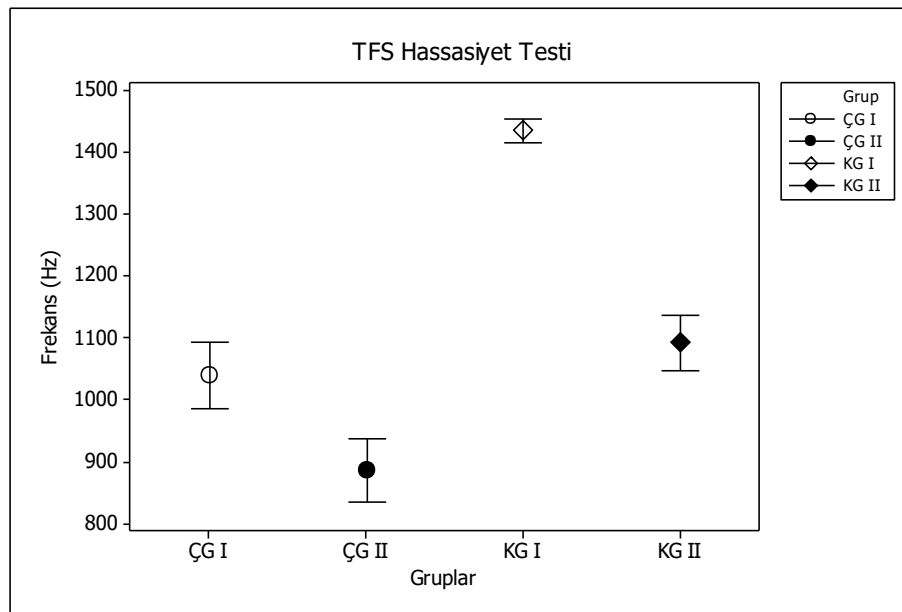
##### 4.4.1. TFS Hassasiyet Testi

Grupların TFS Hassasiyet Testi tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.7'de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** TFS Hassasiyet Testi tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Gruplar	Sayı	TFS Hassasiyet Testi				
		Ortalama(Hz)	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	1038,4	169,18	1043	823	1369
ÇG II	10	884,9	162,91	961,5	605	1018
KG I	10	1435	61,80	1442	1326	1523
KG II	10	1091,5	142,93	1078	875	1369

Grupların TFS Hassasiyet Testi skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,000$ ), ÇG II ile KG II arasında ( $p=,009$ ), ÇG I ile ÇG II arasında ( $p=,048$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,000$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Şekil 4.7'de grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.7.** Grupların TFS Hassasiyet Testi ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

#### 4.5. Bilişsel Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

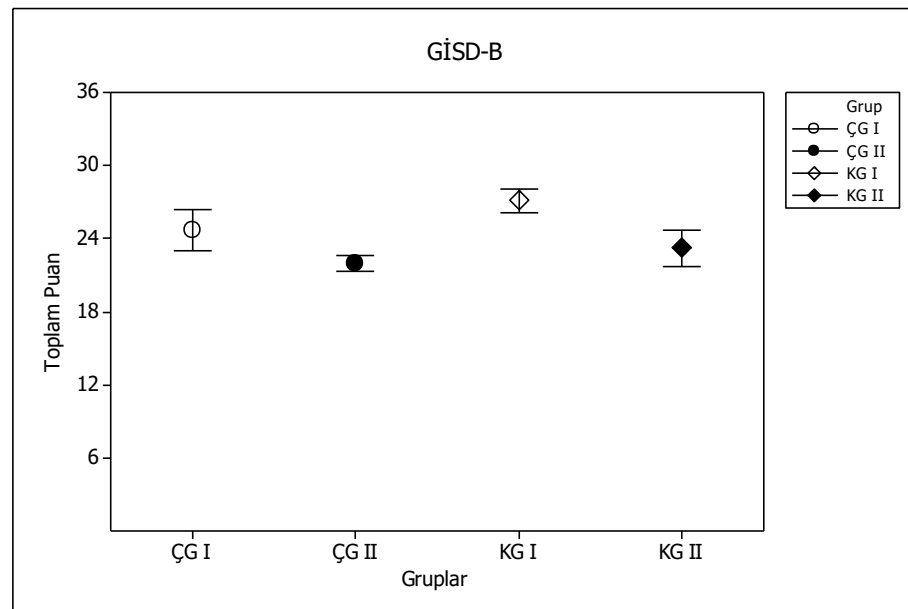
##### 4.5.1. GİSD-B

Grupların GİSD-B Testi tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.8'de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** GİSD-B Testi tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Gruplar	Sayı	GİSD-B Testi				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	24,7	5,25	23,5	16	32
ÇG II	10	22	2,05	21,5	19	26
KG I	10	27,1	3,14	26,5	22	32
KG II	10	23,2	4,54	23	18	30

Grupların GİSD-B Testi skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. KG I ve KG II arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=,038$ ). ÇG I ile KG I, ÇG II ile KG II ve ÇG I ile ÇG II arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Şekil 4.8'de grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.8.** Grupların GİSD-B Testi ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

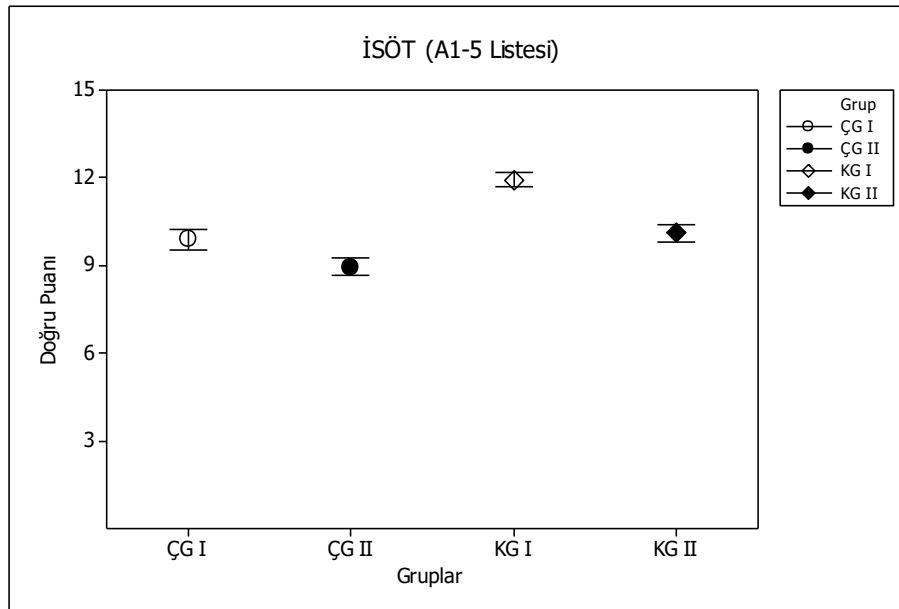
#### 4.5.2. İSÖT

Grupların  $A_{1-5}$  Listesi için İSÖT tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.9'da verilmiştir.

**Tablo 4.9.** İSÖT tanımlayıcı istatistik sonuçları ( $A_{1-5}$  Listesi).

Gruplar	Sayı	İSÖT ( $A_{1-5}$ Listesi)				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	9,9	1,09	10	8,2	11,2
ÇG II	10	8,96	1,01	9,1	7	10,8
KG I	10	11,92	0,79	12	10,6	13,2
KG II	10	10,12	0,95	10,4	8,4	11

Grupların İSÖT ( $A_{1-5}$  Listesi) skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,000$ ), ÇG II ile KG II arasında ( $p=,017$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,000$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). ÇG I ile ÇG II arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Şekil 4.9'da grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



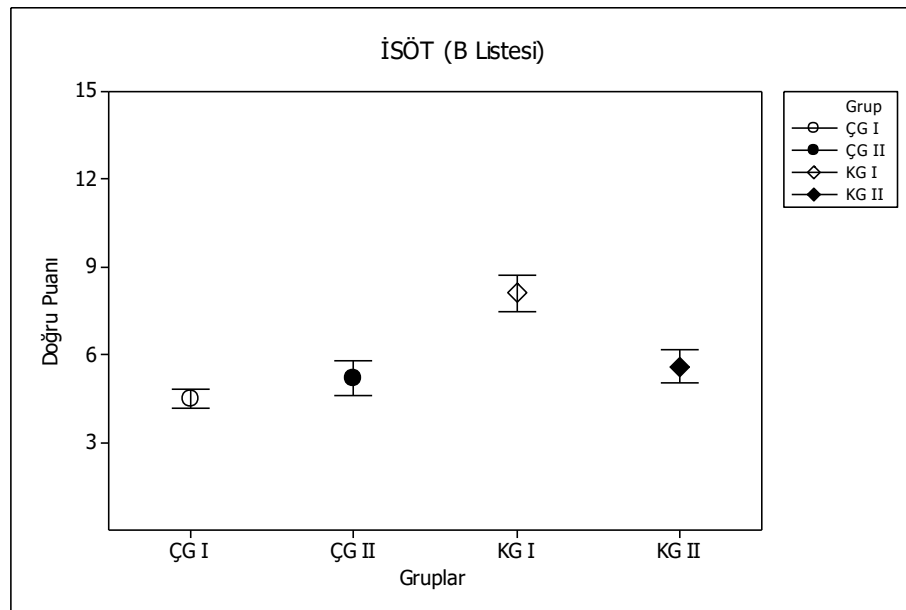
**Şekil 4.9.** Grupların İSÖT ( $A_{1-5}$  Listesi) ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

Grupların B Listesi için İSÖT tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10.** İSÖT tanımlayıcı istatistik sonuçları (B Listesi).

Gruplar	Sayı	İSÖT (B Listesi)				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	4,5	0,97	4	3	6
ÇG II	10	5,2	1,87	6	2	8
KG I	10	8,1	1,97	8	6	11
KG II	10	5,6	1,78	5	4	9

Grupların İSÖT (B Listesi) skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,000$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,008$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). ÇG II ile KG II ve ÇG I ile ÇG II arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Şekil 4.10'da grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



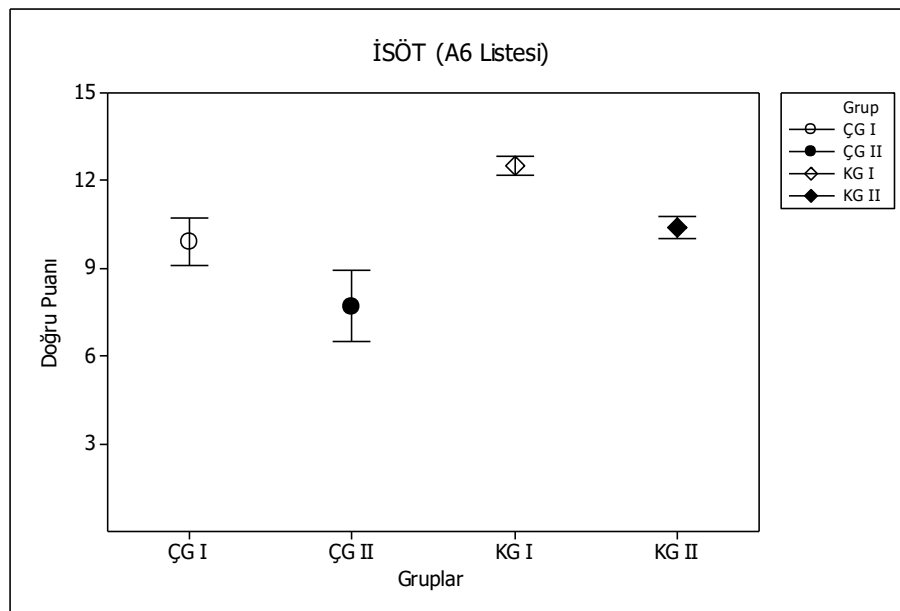
**Şekil 4.10.** Grupların İSÖT (B Listesi) ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.

Grupların A<sub>6</sub> Listesi için İSÖT tanımlayıcı istatistik analizi Tablo 4.11'de verilmiştir.

**Tablo 4.11.** İSÖT tanımlayıcı istatistik sonuçları (A<sub>6</sub> Listesi)

Gruplar	Sayı	İSÖT (A <sub>6</sub> Listesi)				
		Ortalama	SS	Medyan	Minimum	Maksimum
ÇG I	10	9,9	2,60	10,5	5	13
ÇG II	10	7,7	3,83	7,5	2	13
KG I	10	12,5	1,08	12,5	11	14
KG II	10	10,4	1,26	10	9	12

Grupların İSÖT (A<sub>6</sub> Listesi) skorları arasındaki fark t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. ÇG I ile KG I arasında ( $p=,015$ ) ve KG I ile KG II arasında ( $p=,002$ ) anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ). ÇG II ile KG II ve ÇG I ile ÇG II arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Şekil 4.11'de grupların ortalama değerleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.11.** Grupların İSÖT (A<sub>6</sub> Listesi) ortalama değerleri. Hata barları  $\pm 1$  SS'yi temsil etmektedir.



#### 4.6. Gürültüde Konuşmayı Anlama ve TFS Hassasiyeti Arasındaki İlişki

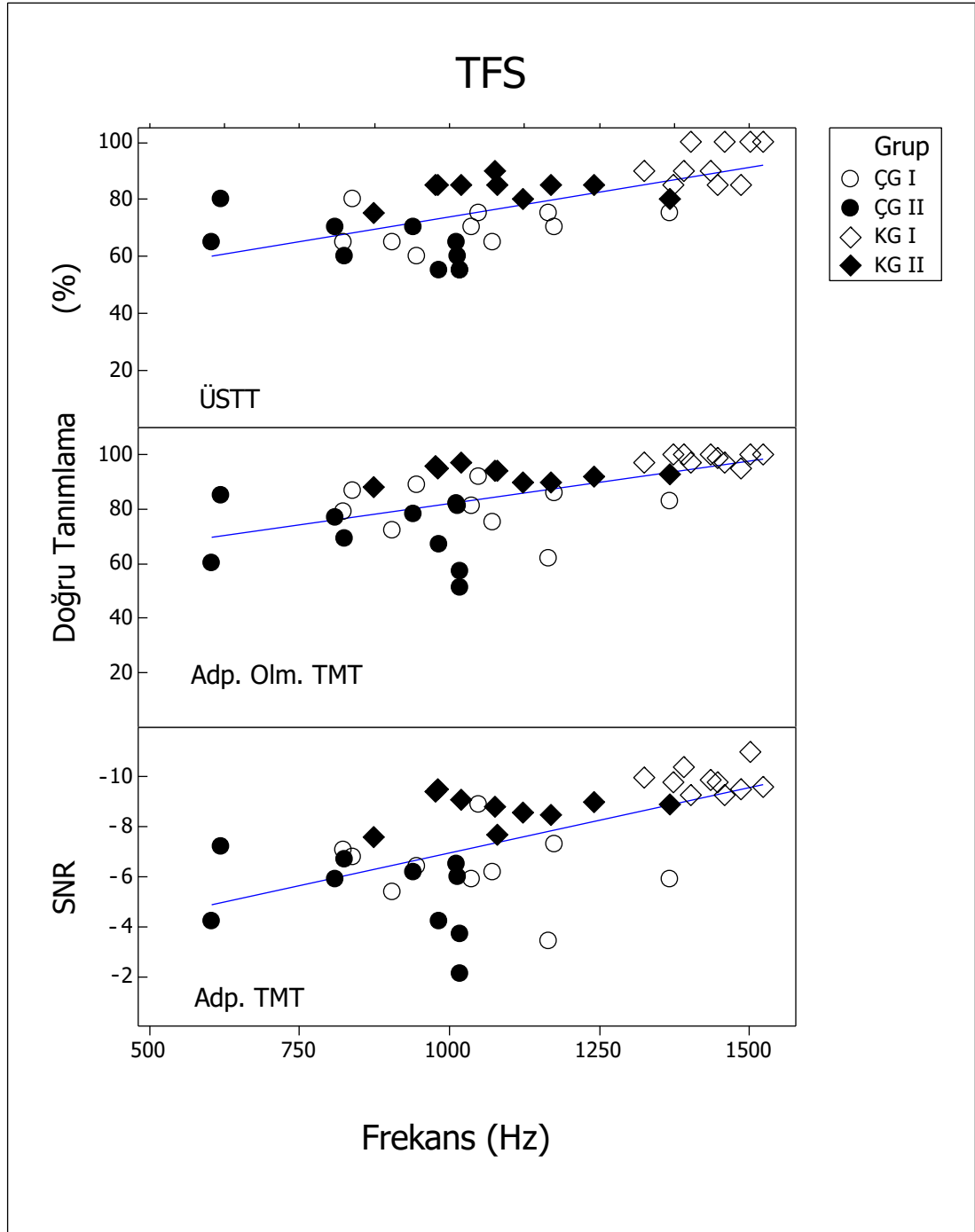
Gürültüde konuşmayı anlama testleri (Ünsüz Ses Tanımlama Testi, Adaptif Olmayan Prosedürdeki Türkçe Matris Test ve Adaptif Prosedürdeki Türkçe Matris Test) ile TFS Hassasiyeti Testi arasındaki ilişkiye Spearman Korelasyon Testi ile bakılmıştır. Korelasyon katsayıları ve p değerleri Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.12.** Gürültüde konuşmayı anlama ve TFS Hassasiyeti arasındaki korelasyon.

	TFS Hassasiyet Testi	
	$r_s$	p
Ünsüz Ses Tanımlama Testi	,679	,000*
Türkçe Matris Test (Adaptif Olmayan Prosedür)	,685	,000*
Türkçe Matris Test (Adaptif Prosedür)	-,628	,000*

\*İstatistiksel olarak anlamlı ilişki ( $p < 0,05$ )

Tablo 4.12’de görüldüğü üzere TFS Hassasiyet Testi ile Ünsüz Ses Tanımlama Testi arasında ( $r_s = ,679$ ,  $p < 0,05$ ) ve Adaptif Olmayan Türkçe Matris Test arasında ( $r_s = ,685$ ,  $p < 0,05$ ) pozitif yönde orta derecede korelasyon elde edilmiştir. TFS Hassasiyet Testi ile Adaptif Türkçe Matris Test arasında ( $r_s = -,628$ ,  $p < 0,05$ ) ise negatif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur. Şekil 4.12’de gruplara göre saçılma grafiği verilmiştir.



ÜSTT: Ünsüz Ses Tanımlama Testi

Adp. Olm. TMT: Türkçe Matris Test (Adaptif Olmayan Prosedür)

Adp. TMT: Türkçe Matris Test (Adaptif Prosedür)

**Şekil 4.12.** Gürültüde konuşmayı anlama ve TFS hassasiyeti arasındaki ilişki.

#### 4.7. TFS Hassasiyet Testi ve Bilişsel Testler Arasındaki İlişki

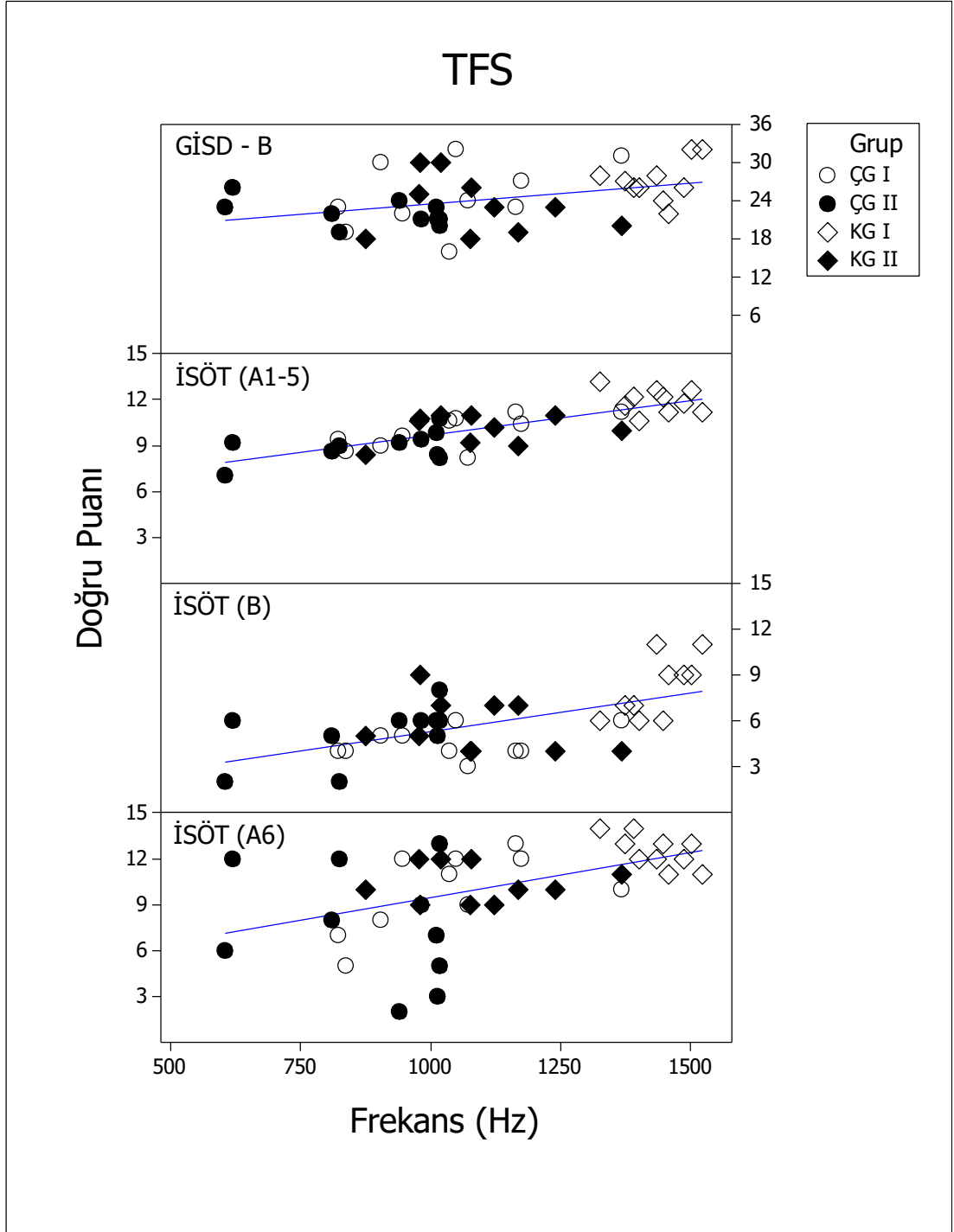
TFS Hassasiyet Testi ve bilişsel testler (GİSD-B, İSÖT -A<sub>1-5</sub>, B ve A<sub>6</sub> Listesi-) arasındaki ilişkiye Spearman Korelasyon testi ile bakılmıştır. Korelasyon katsayıları ve p değerleri Tablo 4.13'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.13.** TFS Hassasiyet Testi ve Bilişsel Testler arasındaki korelasyon.

	TFS Hassasiyet Testi	
	rs	p
GİSD-B Testi	,380	,015*
İSÖT (A <sub>1-5</sub> Listesi)	,761	,000*
İSÖT (B Listesi)	,499	,001*
İSÖT (A <sub>6</sub> Listesi)	,527	,000*

\*İstatistiksel olarak anlamlı ilişki ( $p < 0,05$ )

Tablo 4.13'de görüldüğü üzere TFS Hassasiyet Testi ile GİSD-B Testi arasında ( $r_s = ,380$ ,  $p < 0,05$ ) pozitif yönde zayıf korelasyon bulunmuştur. TFS Hassasiyet Testi ile İSÖT (A<sub>1-5</sub> Listesi) arasında ( $r_s = ,761$ ,  $p < 0,05$ ) pozitif yönde kuvvetli korelasyon elde edilmiş olup, TFS Hassasiyet Testi ile İSÖT (B Listesi) arasında ( $r_s = ,499$ ,  $p < 0,05$ ) ve İSÖT (A<sub>6</sub> Listesi) arasında ( $r_s = ,527$ ,  $p < 0,05$ ) ise pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur. Şekil 4.13'de gruplara göre saçılma grafiği verilmiştir.



**Şekil 4.13.** TFS Hassasiyet Testi ve Bilişsel Testler arasındaki ilişki.

#### 4.8. Gürültüde Konuşmayı Anlama ve Bilişsel Testler Arasındaki İlişki

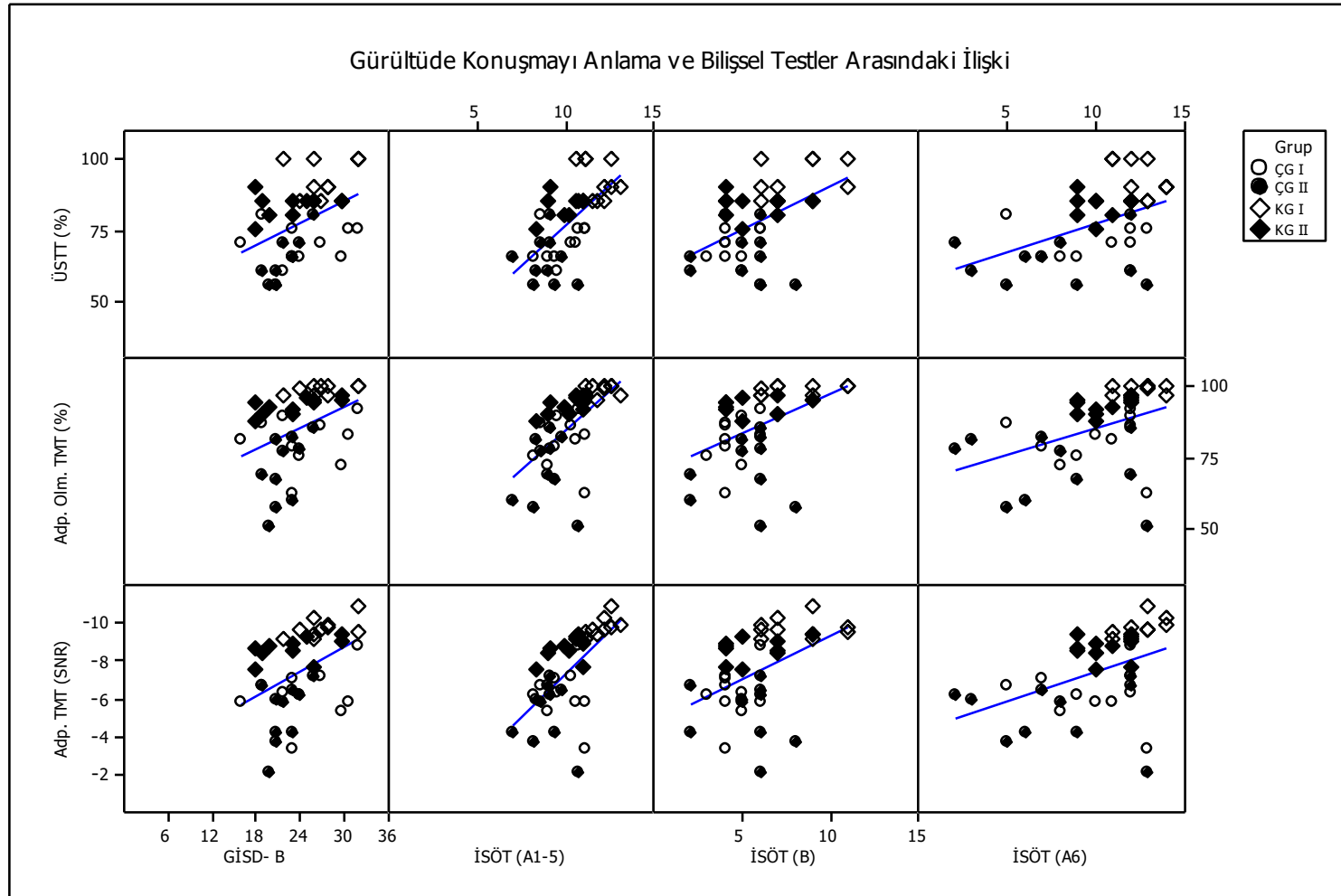
Gürültüde konuşmayı anlama testleri (Ünsüz Ses Tanımlama Testi, Adaptif Olmayan Türkçe Matris Test ve Adaptif Türkçe Matris Test) ile bilişsel testler (GİSD-B, İSÖT -A<sub>1-5</sub>, B ve A<sub>6</sub> Listesi-) arasındaki ilişkiye Spearman Korelasyon Testi aracılığıyla bakılmıştır. Korelasyon katsayıları ve p değerleri Tablo 4.14'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.14.** Gürültüde konuşmayı anlama ve Bilişsel Testler arasındaki korelasyon.

	GİSD-B		İSÖT (A <sub>1-5</sub> Listesi)		İSÖT (B Listesi)		İSÖT (A <sub>6</sub> Listesi)	
	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p
Ünsüz Ses Tanımlama Testi	,422	,007*	,656	,000*	,465	,003*	,450	,004*
Türkçe Matris Test (Adaptif Olmayan Prosedür)	,485	,002*	,706	,000*	,536	,000*	,521	,001*
Türkçe Matris Test (Adaptif Prosedür)	-,480	,002*	-,669	,000*	-,504	,001*	-,519	,001*

\*İstatistiksel olarak anlamlı ilişki (p<0,05)

Tablo 4.14'de görüldüğü üzere Ünsüz Ses Tanımlama Testi ile GİSD-B Testi arasında ( $r_s=,422$ ,  $p<0,05$ ), İSÖT B Listesi arasında ( $r_s=,465$ ,  $p<0,05$ ), ve İSÖT A<sub>6</sub> Listesi arasında ( $r_s=,450$ ,  $p<0,05$ ) pozitif yönde zayıf korelasyon bulunmuştur. Ünsüz Ses Tanımlama Testi ile İSÖT A<sub>1-5</sub> Listesi arasında ( $r_s=,656$ ,  $p<0,05$ ) ise pozitif yönde orta derecede korelasyon elde edilmiştir. Adaptif olmayan prosedürdeki Türkçe Matris Testin GİSD-B Testi ile arasında ( $r_s=,485$ ,  $p<0,05$ ) pozitif yönde zayıf korelasyon bulunurken; İSÖT (A<sub>1-5</sub> Listesi) ile arasında ( $r_s=,706$ ,  $p<0,05$ ) pozitif yönde kuvvetli korelasyon bulunmuştur. Adaptif olmayan prosedürdeki Türkçe Matris Test ile İSÖT B Listesi arasında ( $r_s=,536$ ,  $p<0,05$ ), ve İSÖT A<sub>6</sub> Listesi arasında ( $r_s=,521$ ,  $p<0,05$ ) ise pozitif yönde orta derecede korelasyon elde edilmiştir. Adaptif prosedürdeki Türkçe Matris Testin GİSD-B Testi ile arasında ( $r_s=-,480$ ,  $p<0,05$ ) negatif yönde zayıf korelasyon bulunurken; İSÖT (A<sub>1-5</sub> Listesi) ile arasında ( $r_s=-,669$ ,  $p<0,05$ ), İSÖT B Listesi ile arasında ( $r_s=-,504$ ,  $p<0,05$ ) ve İSÖT A<sub>6</sub> Listesi ile arasında ( $r_s=-,519$ ,  $p<0,05$ ) negatif yönde orta derecede korelasyon elde edilmiştir.



ÜSTT: Ünsüz Ses Tanımlama Test    Adp. Olm. TMT: Türkçe Matris Test (Adaptif Olmayan Prosedür)    Adp. TMT: Türkçe Matris Test (Adaptif Prosedür)

**Şekil 4.14.** Gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel testler arasındaki ilişki

## 5. TARTIŞMA

İşitme duyusu genel olarak, odyometrik testler ile değerlendirilmesine rağmen; günlük hayattaki iletişim, rahatlıkla duyulabilen sesler üzerinedir. Günlük yaşantıdaki işitsel performans, fonksiyonel işitme becerilerine bağlıdır ve eşiküstü seslerin algılanması, işlenmesi ve anlamlandırılması sürecini içermektedir. Bu nedenle, işitmenin değerlendirildiği başlıca testler olan saf ses ve konuşma testleri, bireylerin fonksiyonel işitme becerilerini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Benzer odyometrik sonuçlara sahip bireylerin bile (normal işitmeye sahip olsalar dahi), yaşadıkları iletişim problemleri birbirinden oldukça farklı olmakta ve işitme eşğine göre beklenen işitsel performanstan büyük ölçüde sapmalar gösterebilmektedir (1, 5).

Bireylerarası işitsel performanstaki farklılık sebebinin, bilişsel işleme ya da periferik ve nöral kodlamadaki bozukluklardan kaynaklanabileceği bildirilmektedir. Bu bozukluklar, fonksiyonel işitme becerilerini değerlendiren testler ile açığa çıkarılabilmektedir (2).

Çalışmamızda işitme kayıplı ve normal işiten bireylerin işitsel performansları; gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme testleri ile değerlendirilmiştir. Yaşlanma ile birlikte tüm sistemlerde fizyolojik değişiklikler meydana geldiği için, bireyler genç ve orta yaş olmak üzere gruplara ayrılmıştır.

Gürültüde konuşmayı anlama testleri, günlük hayattaki işitsel sahneye benzer bir durum oluşturduğundan, yaşanan iletişim problemlerini sessiz ortamdaki konuşmayı anlama testlerine göre daha iyi yansıtmaktadır. Gürültüde konuşmayı anlama testleri ve işitme kaybının derecesi arasında çok zayıf bir korelasyon olduğu daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir. Ayrıca, gürültüde konuşmayı anlama testleri sessiz ortamda yapılan saf ses odyometri ve konuşma odyometrisi ile değerlendirilen işitme hassasiyeti kaybından bağımsız olarak, işitsel sistemdeki olası eşiküstü işitsel işleme bozukluklarının da tespit edilmesini sağlamaktadır (139). Çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlamayı değerlendiren iki

tür konuşma görevi kullanmamızın nedeni farklı seviyelerdeki konuşma işlemleri değerlendirilebilmektir.

Çalışmamız için semantik içerikte olmayan ve ünsüz ses tanımlamayı değerlendiren kapalı-set bir kelime testi oluşturulmuştur. Ünsüz Ses Tanımlama Testinde kelimeler ünlü-ünsüz-ünlü ses şeklinde sıralanmış, yumuşak g (ğ) haricinde Türkçe’de bulunan tüm ünsüz sesler kelime listesine dahil edilmiştir. Yumuşak g (ğ), Türkçede bir ses olmayıp iki ünlü ses arasında ses bağı kurmak ya da ünlü sesleri uzatmak için kullanıldığından, listede yer verilmemiştir (132). Kelime başlangıç ve bitişlerinde konuşma anlaşılabilirliği açısından orta frekans bölgesinde yer alması ve literatürdeki diğer çalışmalarda kullanılması nedeniyle sonuçları karşılaştırma kolaylığı sağlayacağı için /a/ sesi tercih edilmiştir.

Çalışmamızda cümle tanımlamayı değerlendirmek için linguistik konseptte olan Türkçe Matris Test açık set formatında uygulanmıştır. Türkçe Matris Test düşük semantik (anlamsal) içerik göstermekte, bu nedenle tahmin etme ve öğrenme etkisini ortadan kaldırmaktadır. Bu da Türkçe Matris Testi, araştırma ve rehabilitasyon uygulamaları gibi sık sık yeniden test uygulamalarının gerektiği durumlarda daha uygun kılmaktadır. Ayrıca kayıtlardaki cümlelerin kesim tekniği ve arka arkaya kullanılan kelimeler arasında eş söyleyişin korunmasına bağlı olarak Türkçe Matris Testinde konuşma doğallığı oldukça yüksek seviyededir (133).

Literatürde maske gürültüsü kullanarak konuşmayı anlama değerlendirmesi yapan birçok çalışmada *steady-state* gürültü kullanılmıştır. Literatürde *steady-state* olarak geçen gürültü, hiçbir amplitüd modülasyonun uygulanmadığı gürültüyü tanımlamaktadır. Ancak, bu gürültünün kendinde var olan rastgele amplitüd fluktuasyonları ihmal edilmektedir (140, 141). Çalışmamızda Ünsüz Ses Tanımlama Testi’nde *steady-state* yerine modüle gürültü kullanmamızın nedeni; Stone ve ark. tarafından *steady state* gürültüdeki rastgele amplitüd fluktuasyonlarının konuşma algısını engellediğini rapor etmesi ve modüle gürültünün yaşa bağlı konuşmayı anlama bozukluğunu daha iyi tespit ettiğinin bildirilmesidir (140-144). 4, 8 ve 16-Hz frekanslarında SAM gürültü kullanmayı tercih etmemizin nedeni ise; Füllgrabe ve ark. (2006) tarafından, modüle edilmemiş gürültü ile karşılaştırıldığında en iyi ünsüz



ses tanımlama performansının 4 ila 16 Hz arasında SAM frekansı olan gürültüde gerçekleştiğinin rapor edilmesidir (145).

Türkçe Matris Testte, test içinde kullanılan kelimelerin üst üste bindirilmesi sonucu oluşan Türkçe Matris Test gürültüsü kullanılmıştır. Konuşma materyali ile uzun süreli eş spektrum göstermesi ya da spektral olarak eşleşmesi için bu gürültü tercih edilmiştir (133).

Literatürde daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda, farklı *vocoder* formları kullanılarak konuşmadaki E ve TFS bilgileri ayrıştırılıp, bu şekilde TFS hassasiyeti değerlendirilmiştir. Ancak bu işlem gerçekleştirilirken E bilgisinin fiziksel olarak çıkarıldığı uyarılarda bile, E ipuçlarının işitsel filtre outputlarında yeniden yapılandığı ve muhtemelen konuşma anlaşılabilirliğine az da olsa katkı yaptığı yapılan çalışmalar sonucunda rapor edilmiştir (124). Bu nedenle; Moore ve ark. (2009) TFS bilgisinin kullanımını değerlendirmek için farklı bir yaklaşım kullanmışlar, binaural tonal uyarılar kullanarak faz ve tını farkı ayırımı yoluyla TFS bilgisini hızlıca değerlendiren bir test yöntemi geliştirmişlerdir (125). Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı çalışmamızda Moore ve ark. (2017) tarafından geliştirilen binaural adaptif TFS Hassasiyet Testi kullanılmıştır. TFS hassasiyet testinde ses şiddeti; katılımcıların .125 kHz ve 2 kHz frekans aralığındaki HL birimindeki işitme eşikleri, eşleşen tüm frekanslarda 30 dB SL olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda 30 dB SL'e kadar artırılan ses seviyelerinde performansta artış görüldüğü ancak 30 dB SL'i aşan ses seviyelerinde performansta herhangi bir artış gözlenmediği (146) için çalışmamızda bu değer kullanılmıştır. Ayrıca bu değer alçak frekanslarda hafif-orta derecede işitme kaybı olan bireyleri rahatsız etmediği bildirilmiştir (134).

Çalışmamızda bilişsel işlemelemeyi çok yönlü değerlendirebilmek amacıyla GİSD-B Testi ve İSÖT kullanılmış; dikkat, kısa süreli ve uzun süreli bellek ile öğrenme gibi bilişsel fonksiyonlar işitsel, görsel ve yazılı materyaller aracılığıyla ölçümlenmiştir. Hiçbir işitsel parametre kullanılmadan, bilişsel becerilerin değerlendirilmesi oldukça zordur. Bilişsel fonksiyonları değerlendiren birçok bilişsel test, işitsel alt testler içermektedir. Bu nedenle uygulama sırasında, özellikle işitsel

fonksiyona dayalı test maddelerinin işitilmesindeki güçlük, düşük performans ve işitme kaybı olan bireylerde bilişsel bozukluk seviyesinin olduğundan daha yüksek çıkmasına neden olabilmektedir (117, 147-149). Ayrıca, işitmenin bilişsel ölçümler üzerindeki etkisi, dinleme çabası yüksek olduğunda -paylaşılan işlem kaynakları üzerindeki talep arttığı için- daha belirgin hale gelmektedir (150). Ancak, Dupuis ve ark. (2015), bilişsel testlerden işitsel parametreler çıkarılsa bile işitme kaybı ve bilişsel gerileme arasında ilişki olduğunu bildirmiştir (149). Lin (2013) ve Wong (2014) da, işitsel fonksiyona dayanmayan bilişsel testler kullanıldığında işitme kaybı ve bilişsel düşüş arasında ilişki bulunduğunu; bununla birlikte işitsel parametre içeren bilişsel testlerin korelasyon gücünü olduğundan daha fazla çıkardığını rapor etmişlerdir (148, 151). Bazı araştırmalar ise, bilişsel testlerin deneyimli klinisyenler tarafından uygulandığında, bilişsel ölçümlerin işitme engelinden etkilenmeyebileceğini bildirmişlerdir (151, 152). Çalışmamızda kullanılan GiSD-B Testi ve İSÖT, işitsel fonksiyona dayalı alt testler içermektedir. Bu testler, sertifikalı uzman odyolog tarafından uygulanmış ve işitsel parametrelerin etkisini minimale indirmek amacıyla uygulayıcı ve katılımcılar yüzyüze olacak şekilde pozisyonlanmış, böylece katılımcıların işitsel-görsel ipuçlarını kullanmalarına olanak sağlamıştır.

Çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlama testlerinin tamamında ÇG I ile KG I arasında, ÇG II ile KG II arasında ve KG I ile KG II arasında anlamlı fark bulunmuştur. Bu bulgular literatür ile benzer şekilde yaş ve işitme kaybının, gürültüde konuşmayı anlama becerisi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Adaptif olmayan Türkçe Matris Test'te ÇG I ve ÇG II arasında da anlamlı farklılık gözlenirken, adaptif Türkçe Matris Test ile Ünsüz Ses Tanımlama Testinde bu gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Bu bulgu, işitme kaybının, gürültüde konuşmayı anlama becerileri üzerinde yaştan daha etkili bir faktör olduğunu göstermektedir. Jerger ve ark. (1977), işitme eşikleri benzer olan bireylerle yaptıkları çalışmada konuşma anlama skorlarının 50 yaşından 90 yaşına kadar olan bireylerde değişiklik göstermediğini bildirmiştir. Ayrıca, Jerger (1973), 2162 kişilik büyük bir örneklem grubu ile yaptığı çalışmada, konuşmayı anlama becerilerine yaşın ve işitme kaybının etkisini araştırmış ve grupların test skorları arasındaki farklılığın yaş

ve işitme kaybı arttıkça daha fazla olduğunu vurgulamıştır. Çalışmamızda, genç ve orta yaş aralığındaki bireyleri karşılaştırdığımız ve orta yaştaki bireylerin yaş ortalamasının da nispeten küçük olmasından dolayı, işitme kayıplı grupta yaşın etkisinin tam olarak görülmediğini düşünmekteyiz.

Binaural TFS hassasiyeti için seslerin kulaklararası zaman farkı ve faz farkı (IPD) değiştirilmektedir. Moore (2014), standart odyometrik test bataryası ile işitme kaybı görülme bile, yaşla birlikte santral işitsel sistemde meydana gelen değişikliklerden dolayı ITD ve IPD ayırt etme yeteneğinin azaldığını ve buna bağlı TFS hassasiyetinin düştüğünü rapor etmiştir (153). Çalışmamız da bu bulguyu desteklemekte olup; ÇG I ile ÇG II arasında ve KG I ile KG II arasında TFS Hassasiyet performansında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır. Ayrıca Füllgrabe ve ark. (2017), normal işiten 19-25 yaş aralığındaki 9 genç ve 65-84 yaş aralığındaki 23 yaşlı bireyin TFS hassasiyetini adaptif yöntemle değerlendirmişler; genç bireylerin eşiklerini 1100 ile 1700 Hz aralığında, yaşlı bireylerin eşiklerini ise 400 ile 1000 Hz aralığında elde etmişlerdir (134). Çalışmamızda da benzer şekilde KG I'in eşikleri 1326 ile 1523 Hz aralığında bulunmuştur. KG II'nin eşikleri ise 875 ile 1369 Hz aralığındadır. Bu bulgular literatüre uyumlu şekilde TFS hassasiyetinin normal işiten bireylerde 40 yaşından itibaren anlamlı derecede azaldığını desteklemekte; ayrıca işitsel sistemdeki dejenerasyonun orta yaşlarda başladığını göstermektedir.

Ayrıca çalışmamızda TFS hassasiyetinde, ÇG I ile KG I ve ÇG II ile KG II arasında da anlamlı fark bulunmuştur. Literatürde sensörinöral işitme kaybının, TFS bilgisi kullanımını olumsuz yönde etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (119, 154). Hopkins ve Moore (2007); monaural olarak TFS hassasiyetini değerlendirdikleri, orta derecede işitme kaybı olan 23-88 yaş aralığındaki bireylerle yaptıkları çalışma sonucunda orta derecede işitme kaybı olan bireylerin TFS bilgisini kullanma becerisinde düşüş olduğunu rapor etmişlerdir (154). Literatürde henüz işitme kayıplı bireylerin binaural TFS hassasiyetini adaptif olarak değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır.

İşitme kaybının, TFS hassasiyeti üzerindeki etki mekanizması henüz tam olarak anlaşılammış olup; konuyla ilgili literatürde farklı görüşler bulunmaktadır.

Bunun olası bir nedeni faz kilitlemesinin koklear işitme kaybı nedeniyle azalmasıdır. Bir çalışma, işitme kaybı olan hayvanlarda faz kilitlemesinin azaldığını tespit etmiştir (155). Ancak başka bir araştırma, işitme kayıplı hayvanlarda normal faz kilitleme fonksiyonu olduğunu bildirmiştir (156). İnsanlarda faz kilitlemesinin ölçümü zor olduğundan, koklear işitme kaybının faz kilitlemeyi nasıl etkilediği ve hangi koklear patolojinin faz kilitlemesinde azalmaya yol açtığı henüz tam olarak bilinmemektedir.

Sensörinöral işitme kaybı olan insanlarda ve gürültüye maruz kalan farelerde yapılan çalışmalar, işitsel sinir fibrillerinin sayısında azalma olduğunu bildirmekte; bu durumun faz kilitlemesi yoluyla bilgi kodlama yeteneğini etkileyebileceğini vurgulamaktadır (157). Özellikle yüksek frekanslarda işitsel sinir liflerinin tamamı uyarı dalga formunun her döngüsünde ateşlenmemekte; bu nedenle uyarı dalga formunun doğru projeksiyonunu vermek için birçok işitsel sinir lifinin outputu birleşmektedir. İşitsel sinir liflerinin sayısının azalması, bu projeksiyonun doğruluğunu azaltabilmekte, bu da TFS'ye hassasiyetin azalmasına neden olabilmektedir (158). Ayrıca koklear işitme kaybı anormal baziler membran faz cevabına da neden olabilmektedir (159). TFS bilgisi bazı çalışmalarda belirtildiği üzere baziler membran boyunca farklı noktaların outputlarının çapraz korelasyonu elde ediliyorsa, faz cevabındaki bir anormalliğin bu mekanizmayı bozacağı ve TFS hassasiyetinde azalmaya neden olacağı görüşü ileri sürülmektedir (160, 161).

Salthouse (2009), 18-60 yaş arası sağlıklı bireylerde yaptığı çalışma sonucu bilişsel becerilerdeki azalmanın 20'li ve 30'lu yaşlarda başladığını rapor etmiştir (162). Çalışmamızda hem GİSD-B Testinde hem de İSÖT listelerinin tamamında KG I ve KG II arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu bulgu literatürle uyumlu şekilde, sağlıklı bireylerde bilişsel becerilerin yaşlanma ile birlikte azaldığını ve azalmanın orta-yaşlarda başladığını göstermektedir. Ancak çalışmamızda GİSD-B testinde ÇG I ile KG I, ÇG II ile KG II ve ÇG I ile ÇG II arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. İSÖT'ün alt testlerinde ise ÇG I ve ÇG II arasında anlamlı fark yoktur. Literatürde Anstey ve ark. (2001) da, 2087 kişilik büyük bir örneklem ile yaptıkları çalışma

sonucunda işitme kaybı ve bilişsel düşüş arasında ilişki olmadığını rapor etmiştir (163). Ancak bu veri, literatürdeki diğer birçok çalışma ile çelişmektedir (151, 152, 164). Çalışmamızdaki bu bulguya; hafif ve orta derece işitme kayıplarının bilişsel fonksiyonlar üzerine, performans testlerinde açığa çıkacak kadar belirgin etki etmemesinin yol açmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca, bilişsel beceri testlerinde kullanılan kesitsel çalışmalar; bilişsel gerileme için gruplar arasındaki farklardan, bireysel risk hakkında bilgi çıkarttıkları için boylamsal çalışmalarla değerlendirmenin daha doğru olacağını; bu bağlamda 5 yıllık süreci içerecek şekilde bireylerde test tekrarı yapmanın ve bu verilerle karşılaştırmanın bilişsel fonksiyonlar ve işitme kaybı açısından daha değerli bilgiler sunacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlama testleri ve TFS hassasiyet testi arasında ilişki bulunmuştur. Literatürde farklı gürültüde konuşmayı anlama testleri kullanan çalışmalar da bulgumuzu desteklemektedir (5, 165). Füllgrabe ve ark.'nın (2014), normal işitmeye sahip genç ve yaşlı bireylerle yaptıkları çalışmada gürültüde konuşmayı anlama ve TFS hassasiyeti arasında çok güçlü korelasyon bulunmuştur (5). Ancak Neher ve ark. (2011), genç ve yaşlı bireylerle yaptıkları çalışmada TFS hassasiyeti ve gürültüde konuşmayı anlama arasında korelasyon bulamamıştır. Bu sonuçta; çalışmaya katılan genç grubun da aslında yaş ortalamasının yüksek olmasının (26-44; ort. 35) ve genç grubun sadece 8 bireyden oluşmasının etkili olduğu düşünülmektedir (166).

TFS bilgisinin konuşma anlaşılabilirliğine katkısı henüz tam olarak anlaşılammıştır. Literatürde TFS bilgisinin ses lokalizasyonu, perde algısı ve tonlar arasındaki akış ayrımı için kullanıldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (167-169). Neher ve ark. binaural TFS bilgisi işlemlenmesinin, dinleyicilerin hedef konuşma ile biyolojik ve biyolojik olmayan diğer sesler arasında uzaysal ayırım yapmalarında önemli olduğunu bildirmişlerdir (170). Ayrıca TFS ipuçlarının, hedef konuşmanın diğer seslerden algısal olarak ayrılması ve *dip listening* yeteneği için önemli olabileceği de düşünülmektedir (153, 158). Ancak bu görüş, sağlam TFS ipuçları ve zayıflatılmış TFS ipuçları içeren gürültüde konuşma için *dip listening* performanslarının benzer olduğunu gösteren çalışmalarla çelişmektedir (171, 172).

Buna ek olarak, Fullgrabe, Moore ve Stone (2014), genç ve yaşlı normal işiten dinleyiciler için TFS hassasiyeti ile dip dinleme ölçümü arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır (5).

Duyu, algı ve kavrama arasında keskin bir çizgi olmadığı için, işitme ve bilişsel fonksiyonlar işlevsel olarak birbirine bağlıdır. Birçok çalışma, konuşma sinyali gürültülü bir arka planda olduğunda ve semantik belirsizlik veya alışılmadık aksan içerdiğinde bilişsel yeteneklerin konuşma anlaşılabilirliğini desteklediğinin altını çizmektedir. Konuşma seslerinin, ilgili dilsel gösterimlere haritalanması sürecinin; çalışan bellek, yürütücü işlevler ve işleme hızına bağlı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca gürültülü bir ortamda dikkatin hedef konuşmacıya yöneltilmesi, diğer uyarıların baskılanması ve diyalogun devamı için bilgilerin hafızada tutulması süreci bilişsel fonksiyonlarla ilişkilidir (173, 174).

Çalışmamızda gürültüde konuşmayı anlama testleri ile bilişsel testler arasında ilişki bulunmuştur. Özellikle linguistik konseptte olan Türkçe Matris Test ve İSÖT arasında kuvvetli ilişki görülmesinin nedeninin; Matris Testin açık set bir cümle testi olması dolayısıyla üst merkez bilişsel fonksiyonlarla ilişkili olması ve İSÖT'ün de öğrenme ve uzun süreli bellek gibi üst düzey bilişsel fonksiyonları değerlendirmesi olduğunu düşünmekteyiz. Yine bu bağlamda; ünsüz ses tanımlama testinin bilişsel testler ile zayıf korele olmasını, kapalı set semantik içerikte olmayan bir kelime testi olmasına bağlamaktayız. Çalışmamızda kullandığımız bilişsel testlerden GİSD-B Testi ile gürültüde konuşmayı anlama testleri zayıf korelasyon göstermekle birlikte; GİSD-B testinin kısa süreli bellek fonksiyonlarını değerlendirmesi ve orta yaşlarda kısa süreli bellek fonksiyonundaki düşüşün performans testleri ile tam olarak açığa çıkartılamaması nedeniyle, düşüşün belirgin olmaması dolayısıyla zayıf ilişki bulunduğunu düşünmekteyiz.

İşitmenin ve bilişsel fonksiyonların tanımlanma ve değerlendirilme şekilleri, aralarındaki ilişkiyi belirlemek açısından önemlidir. Literatürde bilişsel düşüş ile ilişkili olarak, işitme kaybının odyometri ile ölçülemeyen fonksiyonel ölçümleri sık çalışılmamıştır. Pek çok çalışma odyometrik işitme eşiklerini kullanarak bilişsel testler ile işitme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Lindenberger ve Baltes (1994), 70-

103 yaş aralığında olan 156 birey ile yaptığı çalışmada, işitme kaybı ile (odyometrik teste göre) işleme hızı, hafıza, sözel bilgi ve akıcılığı kapsayan bilişsel testler arasında orta derecede korelasyon ( $r=0.58$ ) bulmuştur. Lin ve ark. (2011a) ise; yaş, cinsiyet, gelir seviyesi, eğitim düzeyi, kardiyovasküler ve metabolik hastalıklar, depresyon ve sigara kullanımı gibi pek çok değişkenin kontrol edildiği 55 yaş üstü bireylerin dahil edildiği çalışmada, 25 dB üstü işitme kayıplarının bilişsel düşüşe neden olabileceğini veya var olan düşüşü hızlandırabileceğini vurgulamıştır (152). Ayrıca Lin ve ark. (2011b), demans tanısı alan hastaların saf ses ortalamasının yılda 0.52 dB artış göstermesine karşın, kontrol grubunun ortalamasının yılda 0.27 dB arttığını rapor etmişlerdir (164). Ancak işitme kaybı ve bilişsel beceriler arasında ilişki tüm çalışmalarda gözlenememiştir. Lin ve ark. (2004), 2 kHz' deki işitme eşikleri 40 dB üzerinde olan 65 yaş üstü kadınlarda yaptıkları çalışmada işitme eşikleri ve Mini Mental Test arasında ilişki bulamamıştır.

Literatürde odyometrik ölçümlerde normal işitmeye sahip olmalarına rağmen, yaşlı bireylerin çoğunda fonksiyonel kayıp meydana geldiğini destekleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, fonksiyonel işitmenin ölçülmesinin, bilişsel fonksiyonlardaki bozulma ile işitme arasındaki ilişkiyi daha sağlıklı değerlendirebileceği; sadece işitme eşiklerine odaklanmanın bilişsel işlevle olan ilişkiyi tam olarak yansıtamayacağı belirtilmektedir. Ancak, literatürde gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel beceriler arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalarda sonuçlar oldukça değişkenlik göstermektedir. Wong ve ark. (2014), işitme cihazı kullanan yaşlı bireylerde gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel beceriler arasında ilişki olduğunu bildirmişler ve işitme cihazının işitsel deprivasyonu önlemede yetersiz kaldığını rapor etmişlerdir (148). Gennis ve ark. (1991) ise, 60 yaş üstü 224 bireyi dahil ettikleri çalışmalarında gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel beceriler arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir (175). Gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel beceriler arasındaki ilişki halen tam olarak anlaşılabilmiştir.

Temporal görevler ayırt etme, çözümlenme, patern tanıma ve bütünleştirme gibi beceriler gerektirdiğinden bilişsel fonksiyonlarla yakından ilişkilidir. Troche ve ark. (2009), 200 birey ile yaptıkları çalışmada temporal görevler ve bilişsel

fonksiyonlar arasında kuvvetli korelasyon bulmuşlardır (176). Füllgrabe ve ark. (2014) ise, her iki becerinin de nöral kodlama hassasiyeti ve doğruluğu gerektirdiğinden, TFS hassasiyeti ve bilişsel fonksiyonların ilişkili olduğunu vurgulamışlardır (5). Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak TFS hassasiyeti ile bilişsel testler arasında ilişki bulunmuştur.

İşitme kaybı ve bilişsel becerilerdeki azalma; iletişim güçlüklerine, sosyal izolasyona, yaşam kalitesinde azalmaya ve depresyona neden olmaktadır (177).Literatürde, işitme kaybının bilişsel düşüşün hızlanmasında nedensel bir rol oynayabileceğine dair çalışmalar artış göstermektedir. İşitme kaybı ile bilişsel gerileme arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde anlamak, bu etkileri en aza indirmek ve etkili önleme ve rehabilitasyon stratejileri geliştirmek için kritik bir önem taşımaktadır (151, 152, 164).

Yapılan bu çalışma sonucunda; işitme kaybında ya da normal işitmeye sahip ama anlama problemleri olan bireylerde, dinleme becerilerinin ya da işitme fonksiyonlarının tam olarak değerlendirilmesi ve problemlerinin ortaya çıkartılabilmesi için daha bütüncül bir yaklaşım benimsenmesinin gerekliliği gösterilmiş ve bu yaklaşıma uygun rehabilitasyon stratejilerinin belirlenerek bireylerin tam sağlıklı olma halinin sağlanması gerektiği belirlenmiştir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, işitme kayıplı bireylerde gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme becerilerini değerlendirmek ve normal işiten bireylerle karşılaştırmak; ayrıca yaşın bu beceriler üzerine etkisini araştırmak ve gürültüde konuşmayı anlama, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmamızda; 18-39 yaş aralığında işitme kayıplı (ÇG I) ve normal işiten (KG I) bireyler ile 40-60 yaş aralığında işitme kayıplı (ÇG II) ve normal işiten (KG II) bireylerden oluşan dört grup oluşturulmuştur. Bu gruplara farklı yapıdaki ve farklı seviyelerdeki işlemeyi değerlendirebilmek için Türkçe Matris Testi ve Ünsüz Ses Tanımlama Testi olmak üzere iki farklı gürültüde konuşmayı anlama testi uygulanmıştır. Gürültüde konuşmayı anlamanın yanında, işitsel performansa etki eden diğer faktörleri de açığa çıkarabilmek için katılımcıların; gürültüde konuşma anlaşılabilirliği ve işitsel sahne analizi için önemli olduğu bilinen TFS ipuçlarına hassasiyetleri ile dikkat, bellek ve öğrenme gibi farklı bilişsel yeteneklerdeki performansları da değerlendirilmiştir. Temel bulgular aşağıda özetlenmiştir:

1. Ünsüz Ses Tanımlama Testinde hem genç işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında, hem de orta yaş işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında anlamlı derecede farklılık çıkmıştır.
2. Ünsüz Ses Tanımlama Testinde genç ve orta yaşlı normal işiten bireyler arasında anlamlı derecede farklılık çıkmıştır. Genç ve orta yaşlı işitme kayıplı bireylerin arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamasına rağmen, yaşla birlikte tanımlama performansında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Çalışmamız 10'ar kişilik gruplardan oluşmaktadır. Gruplardaki birey sayısı artırıldığında anlamlı farklılık elde edileceği düşünülmektedir.
3. Adaptif ve adaptif olmayan Türkçe Matris Testte hem genç işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında, hem de orta yaş işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında anlamlı derecede farklılık çıkmıştır.

4. Adaptif ve adaptif olmayan Türkçe Matris Testte genç ve orta yaşlı normal işiten bireyler arasında anlamlı derecede farklılık çıkmıştır. Adaptif olmayan Türkçe Matris Testte genç ve orta yaşlı işitme kayıplı bireylerin arasında anlamlı farklılık bulunurken, adaptif Türkçe Matris Testte genç ve orta yaşlı işitme kayıplı bireylerin arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Gruplardaki birey sayısı artırıldığında anlamlı farklılık elde edileceği düşünülmektedir.
5. TFS Hassasiyet Testinde hem genç işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında, hem de orta yaş işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında anlamlı derecede farklılık çıkmıştır. Bu bulguya göre, TFS hassasiyetinde işitme kaybının önemli bir faktör olduğu ve hassasiyetin hafif-orta derecedeki işitme kayıplarında bile önemli derecede azaldığı sonucuna varılmıştır.
6. TFS Hassasiyet Testinde hem genç ve orta yaşlı işitme kayıplı bireyler arasında, hem de normal işiten genç ve orta yaşlı bireyler arasında anlamlı derecede farklılık bulunmuştur. Bu bulguya göre, TFS hassasiyetinde yaşın önemli bir faktör olduğu ve hassasiyetin orta yaşlardan itibaren önemli derecede azaldığı sonucuna varılmıştır.
7. GİSD-B Testinde genç ve orta yaşlı normal işiten bireyler arasında anlamlı derecede farklılık çıkmıştır. Genç ve orta yaşlı işitme kayıplı bireylerin arasında ise anlamlı farklılık bulunamamıştır. Bu bulguda; çalışmamızdaki orta yaşlı bireylerin yaş ortalamasının küçük olmasının ve kesitsel çalışmaların bilişsel stabilite faktörünü değerlendirememesinin etkili olduğu düşünülmektedir.
8. GİSD-B Testinde genç işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında ve orta yaş işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Hafif-orta derecede işitme kaybının kısa süreli bellek fonksiyonunda performans testlerinde açığa çıkacak kadar belirgin bir azalma meydana getirmediği düşünülmüştür.

9. İSÖT’de tüm alt testlerde genç işitme kayıplı bireyler ile genç normal işiten bireyler arasında ve genç normal işiten bireyler ile orta yaşlı normal işiten bireyler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Ancak bazı alt testlerde genç işitme kayıplı bireyler ile orta yaşlı işitme kayıplılar ve orta yaşlı işitme kayıplı bireyler ve normal işiten bireyler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır. Bu bulguya; bilişsel beceri testlerinde kullanılan kesitsel çalışmaların, bilişsel gerileme için gruplar arasındaki farklılardan, bireysel risk hakkında bilgi çıkartmalarının neden olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle bilişsel becerilerinin boylamsal çalışmalarla değerlendirmenin daha doğru olacağı sonucuna varılmıştır.
10. Gürültüde konuşmayı anlama testleri ile TFS Hassasiyet Testi arasında korelasyon bulunmuştur. TFS ipuçları; ses lokalizasyonu, perde algısı ve tonlar arasındaki akış ayrımı için kullanıldığından gürültüde konuşmayı anlama becerisi ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.
11. Gürültüde konuşmayı anlama testleri ile bilişsel beceri testleri arasında korelasyon bulunmuştur. Hedef uyarana dikkati toplama, ilgisiz uyarıları baskılama ve konuşmayı hafızada tutup sağlıklı şekilde diyalogun devamını sağlama gibi beceriler bilişsel fonksiyonlarla ilişkili olduğundan korelasyon bulunduğu düşünülmektedir.
12. TFS Hassasiyet Testi ile bilişsel beceri testleri arasında korelasyon bulunmuştur. TFS hassasiyetinin, dikkat ve ayırt etme gibi beceriler gerektirdiğinden bilişsel fonksiyonlarla yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızın sınırlılıkları göz önünde bulundurulduğunda, ileride yapılacak çalışmalar için önerilerimiz aşağıda belirtilmiştir:

- Çalışmada yer alan gruptaki birey sayısı artırılmalı; ayrıca 65 yaş üstü normal işiten ve işitme kayıplı bireyler çalışmaya dahil edilerek, genç-orta yaş-yaşlı olmak üzere tüm testlerde yaşın etkisi araştırılmalı,

- Çalışma kesitsel bulguların yanında, boylamsal bulguları da içermeli; böylece özellikle bilişsel fonksiyonlardaki değerlendirmenin daha güvenilir olması sağlanmalı ve selektif dikkat becerisini değerlendiren bilişsel testler çalışmaya dahil edilmeli,
- Gürültüde konuşmayı anlama ve bilişsel testlerde her birey için bir kompozit puan hesaplanmalı, böylece temporal görevlerle olan ilişki daha anlaşılır şekilde gösterilmeli ve kompozit puanlardan yararlanarak işitme kaybı ve yaşın etkisini değerlendiren korelasyon testleri uygulanmalıdır.

Çalışmanın sonuçları doğrultusunda aşağıdaki öneriler verilmiştir:

- İşitmenin değerlendirilmesinde; periferal işitme, eşiküstü işitsel işleme ve bilişsel işleme bir bütün olarak ele alınmalıdır.
- İşitme kayıplı bireylere müdahaleler, sadece periferal fonksiyon bozukluğuna yönelik amplifikasyon sistemleri ile sınırlı kalmamalı, işitsel algı ve bilişsel işleme eğitimlerini de içermelidir.
- Yaşla beraber, saf ses ile eşik tespiti sonucu işitme normal değerlerde gözlemlense de; periferal, santral ve bilişsel sistemlerdeki dejenerasyonlar nedeniyle iletişim becerileri etkilendiği için, bireylere uygun rehabilitatif ve stratejik eğitimler verilmelidir.
- İşitmenin değerlendirilmesinde odyometrik test bataryası genişletilmeli, olası eşiküstü işitsel işleme bozukluğunu açığa çıkarabildiği ve günlük hayattaki iletişim problemlerini yansıtılabildiği için gürültüde konuşmayı anlama testleri dahil edilmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Moore DR, Fullgrabe C. Cognitive contributions to hearing in older people. *J Hear Sci.* 2012;2:58-60.
2. Ruggles D, Bharadwaj H, Shinn-Cunningham BG. Normal hearing is not enough to guarantee robust encoding of suprathreshold features important in everyday communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2011;108(37):15516-21.
3. CHABA. Speech understanding and aging. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1988;83:859-95.
4. Ching TY, Dillon H, Byrne D. Speech recognition of hearing-impaired listeners: Predictions from audibility and the limited role of high-frequency amplification. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1998;103(2):1128-40.
5. Füllgrabe C, Moore BC, Stone MA. Age-group differences in speech identification despite matched audiometrically normal hearing: contributions from auditory temporal processing and cognition. *Frontiers in Aging Neuroscience.* 2014;6.
6. Humes LE, Kidd GR, Lentz JJ. Auditory and cognitive factors underlying individual differences in aided speech-understanding among older adults. *Frontiers in systems neuroscience.* 2013;7.
7. Schuknecht H. Pathology of the ear. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1974.
8. Dayal VS, Bhattacharyya TK. Comparative study of age-related cochlear hair cell loss. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology.* 1986;95(5):510-3.
9. Johnsson L-G, Hawkins Jr JE. Sensory and neural degeneration with aging, as seen in microdissections of the human inner ear. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology.* 1972;81(2):179-93.
10. Tarnowski B, Schmiedt R, Hellstrom L, Lee F, Adams J. Age-related changes in cochleas of Mongolian gerbils. *Hearing research.* 1991;54(1):123-34.
11. Mills JH, Schmiedt RA, Schulte BA, Dubno JR, editors. Age-related hearing loss: A loss of voltage, not hair cells. *Seminars in Hearing;* 2006: Copyright© 2006 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA.
12. Schuknecht HF, Woellner RC. An experimental and clinical study of deafness from lesions of the cochlear nerve. *The Journal of Laryngology & Otology.* 1955;69(2):75-97.
13. Jerger J, Chmiel R, Stach B, Spretnjak M. Gender affects audiometric shape in presbycusis. *J Am Acad Audiol.* 1993;4(1):42-9.

14. Henry KR. Age-related auditory loss and genetics: an electrocochleographic comparison of six inbred strains of mice. *Journal of gerontology*. 1982;37(3):275-82.
15. Schmiedt RA, Lang H, Okamura H-o, Schulte BA. Effects of furosemide applied chronically to the round window: a model of metabolic presbycusis. *Journal of Neuroscience*. 2002;22(21):9643-50.
16. Schuknecht HF, Gacek MR. Cochlear pathology in presbycusis. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 1993;102(1\_suppl):1-16.
17. Bhattacharyya TK, Dayal VS. Age-related cochlear hair cell loss in the chinchilla. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 1985;94(1):75-80.
18. Bhattacharyya TK, Dayal VS. Influence of age on hair cell loss in the rabbit cochlea. *Hearing research*. 1989;40(1):179-83.
19. Spongr VP, Flood DG, Frisina RD, Salvi RJ. Quantitative measures of hair cell loss in CBA and C57BL/6 mice throughout their life spans. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1997;101(6):3546-53.
20. Gordon-Salant S, Frisina RD, Fay RR, Popper A. *The aging auditory system*: Springer Science & Business Media; 2010.
21. Rhode WS, Greenberg S. Encoding of amplitude modulation in the cochlear nucleus of the cat. *Journal of neurophysiology*. 1994;71(5):1797-825.
22. May BJ. Role of the dorsal cochlear nucleus in the sound localization behavior of cats. *Hearing research*. 2000;148(1):74-87.
23. Willott JF, Parham K, Hunter KP. Comparison of the auditory sensitivity of neurons in the cochlear nucleus and inferior colliculus of young and aging C57BL/6J and CBA/J mice. *Hearing research*. 1991;53(1):78-94.
24. Caspary DM, Hughes LF, Schatteman TA, Turner JG. Age-related changes in the response properties of cartwheel cells in rat dorsal cochlear nucleus. *Hearing research*. 2006;216:207-15.
25. Caspary D, Finlayson P. Superior olivary complex: functional neuropharmacology of the principal cell types. *Neurobiology of hearing: the central auditory system* Raven Press, New York. 1991:141-61.
26. Finlayson P, Caspary D. Synaptic potentials of chinchilla lateral superior olivary neurons. *Hearing research*. 1989;38(3):221-8.
27. Finlayson P, Caspary D. Response properties in young and old Fischer-344 rat lateral superior olive neurons: a quantitative approach. *Neurobiology of aging*. 1993;14(2):127-39.
28. Hirsh IJ. Masking of speech and auditory localization. *Audiology*. 1971;10(2):110-4.
29. Willott JF, Parham K, Hunter KP. Response properties of inferior colliculus neurons in young and very old CBA/J mice. *Hearing research*. 1988;37(1):1-14.

30. Fitzgibbons PJ, Gordon-Salant S. Auditory Temporal Processing in Elderly Listeners. *Journal of the American Academy of Audiology*. 1996;7(3):183-9.
31. Schneider BA, Pichora-Fuller MK, Kowalchuk D, Lamb M. Gap detection and the precedence effect in young and old adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1994;95(2):980-91.
32. Snell KB, Mapes FM, Hickman ED, Frisina DR. Word recognition in competing babble and the effects of age, temporal processing, and absolute sensitivity. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2002;112(2):720-7.
33. Walton J, Frisina R, Ison J, O'Neill W. Neural correlates of behavioral gap detection in the inferior colliculus of the young CBA mouse. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*. 1997;181(2):161-76.
34. Barsz K, Ison JR, Snell KB, Walton JP. Behavioral and neural measures of auditory temporal acuity in aging humans and mice. *Neurobiology of aging*. 2002;23(4):565-78.
35. Walton JP, Frisina RD, O'Neill WE. Age-related alteration in processing of temporal sound features in the auditory midbrain of the CBA mouse. *Journal of Neuroscience*. 1998;18(7):2764-76.
36. Iontov A, Shefer V. The morphological basis of age-induced memory changes. *Neuroscience and behavioral physiology*. 1984;14(5):349-53.
37. Vaughan DW, Cahill CJ. Long term effects of callosal lesions in the auditory cortex of rats of different ages. *Neurobiology of aging*. 1984;5(3):175-82.
38. Raz N, Lindenberger U, Rodrigue KM, Kennedy KM, Head D, Williamson A, et al. Regional brain changes in aging healthy adults: general trends, individual differences and modifiers. *Cerebral cortex*. 2005;15(11):1676-89.
39. Pfefferbaum A, Sullivan EV, Rosenbloom MJ, Mathalon DH, Lim KO. A controlled study of cortical gray matter and ventricular changes in alcoholic men over a 5-year interval. *Archives of general psychiatry*. 1998;55(10):905-12.
40. Resnick SM, Pham DL, Kraut MA, Zonderman AB, Davatzikos C. Longitudinal magnetic resonance imaging studies of older adults: a shrinking brain. *Journal of Neuroscience*. 2003;23(8):3295-301.
41. Gunning-Dixon FM, Raz N. Neuroanatomical correlates of selected executive functions in middle-aged and older adults: a prospective MRI study. *Neuropsychologia*. 2003;41(14):1929-41.
42. Du A, Schuff N, Zhu X, Jagust W, Miller B, Reed B, et al. Atrophy rates of entorhinal cortex in AD and normal aging. *Neurology*. 2003;60(3):481-6.
43. Persson J, Nyberg L, Lind J, Larsson A, Nilsson L-G, Ingvar M, et al. Structure–function correlates of cognitive decline in aging. *Cerebral cortex*. 2005;16(7):907-15.

44. Wu H, Kinon B, Ashtari M. Increase in caudate nuclei volumes of first-episode schizophrenic patients taking antipsychotic drugs. *Am J Psychiatry*. 1994;151:1430-6.
45. Lang DJ, Kopala LC, Vandorpe RA, Rui Q, Smith GN, Goghari VM, et al. An MRI study of basal ganglia volumes in first-episode schizophrenia patients treated with risperidone. *American Journal of Psychiatry*. 2001;158(4):625-31.
46. Lieberman J, Chakos M, Wu H, Alvir J, Hoffman E, Robinson D, et al. Longitudinal study of brain morphology in first episode schizophrenia. *Biological psychiatry*. 2001;49(6):487-99.
47. Tauscher-Wisniewski S, Tauscher J, Logan J, Christensen BK, Mikulis DJ, Zipursky RB. Caudate volume changes in first episode psychosis parallel the effects of normal aging: a 5-year follow-up study. *Schizophrenia research*. 2002;58(2):185-8.
48. Sullivan E, Pfefferbaum A, Adalsteinsson E, Swan G, Carmelli D. Differential rates of regional brain change in callosal and ventricular size: a 4-year longitudinal MRI study of elderly men. *Cerebral Cortex*. 2002;12(4):438-45.
49. Double K, Halliday G, Krill J, Harasty J, Cullen K, Brooks W, et al. Topography of brain atrophy during normal aging and Alzheimer's disease. *Neurobiology of aging*. 1996;17(4):513-21.
50. Esiri M. Dementia and normal aging: Neuropathology. *Dementia and normal aging*. 1994:385-436.
51. Kemper TL. Neuroanatomical and neuropathological changes during aging and dementia. 1994.
52. Raz N. Neuroanatomy of the aging brain observed in vivo. *Neuroimaging II: Springer*; 1996. p. 153-82.
53. Raz N, Gunning FM, Head D, Dupuis JH, McQuain J, Briggs SD, et al. Selective aging of the human cerebral cortex observed in vivo: differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cerebral cortex (New York, NY)*. 1997;7(3):268-82.
54. Pfefferbaum A, Mathalon DH, Sullivan EV, Rawles JM, Zipursky RB, Lim KO. A quantitative magnetic resonance imaging study of changes in brain morphology from infancy to late adulthood. *Archives of neurology*. 1994;51(9):874-87.
55. Stebbins G, Poldrack R, Klingberg T, Carrillo M, Desmond J, Moseley M, et al., editors. Aging effects on white matter integrity and processing speed: A diffusion tensor imaging study. *Neurology*; 2001: Lippincott Williams & Wilkins 530 Walnut St., Philadelphia, PA 19106-3621 USA.
56. Kety SS. Human cerebral blood flow and oxygen consumption as related to aging. *Journal of chronic diseases*. 1956;3(5):478-86.
57. Madden D, Hoffman J. Application of positron emission tomography to age-related cognitive changes. *Brain imaging in clinical psychiatry*. 1997:575-613.



58. de Leon MJ, Ferris SH, George AE, Christman DR, Fowler JS, Gentes C, et al. Positron emission tomographic studies of aging and Alzheimer disease. *American Journal of Neuroradiology*. 1983;4(3):568-71.
59. Duara R, Margolin R, Robertson-Tchabo E, London E, Schwartz M, Renfrew J, et al. Cerebral glucose utilization, as measured with positron emission tomography in 21 resting healthy men between the ages of 21 and 83 years. *Brain*. 1983;106(3):761-75.
60. Haxby JV, Grady CL, Duara R, Robertson-Tchabo EA, Koziarz B, Cutler NR, et al. Relations among age, visual memory, and resting cerebral metabolism in 40 healthy men. *Brain and cognition*. 1986;5(4):412-27.
61. Azari N, Rapoport S, Salerno J, Grady C, Gonzalez-Aviles A, Schapiro M, et al. Interregional correlations of resting cerebral glucose metabolism in old and young women. *Brain research*. 1992;589(2):279-90.
62. Horwitz B, Duara R, Rapoport SI. Age differences in intercorrelations between regional cerebral metabolic rates for glucose. *Annals of neurology*. 1986;19(1):60-7.
63. Kuhl DE, Metter EJ, Riege WH, Phelps ME. Effects of human aging on patterns of local cerebral glucose utilization determined by the [18F] fluorodeoxyglucose method. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 1982;2(2):163-71.
64. Riege WH, Metter EJ, Kuhl DE, Phelps M. Brain glucose metabolism and memory functions: age decrease in factor scores. *Journal of Gerontology*. 1985;40(4):459-67.
65. Kaplan RJ, Greenwood CE, Winocur G, Wolever TM. Cognitive performance is associated with glucose regulation in healthy elderly persons and can be enhanced with glucose and dietary carbohydrates. *The American journal of clinical nutrition*. 2000;72(3):825-36.
66. Messier C, Gagnon M. Glucose regulation and brain aging. *The journal of nutrition, health & aging*. 2000;4(4):208-13.
67. Herscovitch P, Auchus AP, Gado M, Chi D, Raichle ME. Correction of positron emission tomography data for cerebral atrophy. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 1986;6(1):120-4.
68. Itoh M, Hatazawa J, Miyazawa H, Matsui H, Meguro K, Yanai K, et al. Stability of cerebral blood flow and oxygen metabolism during normal aging. *Gerontology*. 1990;36(1):43-8.
69. Leenders K, Perani D, Lammertsma A, Heather J, Buckingham P, Jones T, et al. Cerebral blood flow, blood volume and oxygen utilization: normal values and effect of age. *Brain*. 1990;113(1):27-47.

70. Pantano P, Baron JC, Lebrun-Grandié P, Duquesnoy N, Bousser MG, Comar D. Regional cerebral blood flow and oxygen consumption in human aging. *Stroke*. 1984;15(4):635-41.
71. Yamaguchi T, Kanno I, Uemura K, Shishido F, Inugami A, Ogawa T, et al. Reduction in regional cerebral metabolic rate of oxygen during human aging. *Stroke*. 1986;17(6):1220-8.
72. Frackowiak RS, Lenzi G-L, Jones T, Heather JD. Quantitative measurement of regional cerebral blood flow and oxygen metabolism in man using <sup>15</sup>O and positron emission tomography: theory, procedure, and normal values. *Journal of computer assisted tomography*. 1980;4(6):727-36.
73. Marchal G, Rioux P, Petit-Taboué M-C, Sette G, Travère J-M, Le Poec C, et al. Regional cerebral oxygen consumption, blood flow, and blood volume in healthy human aging. *Archives of neurology*. 1992;49(10):1013-20.
74. Larsson A, Skoog I, Aevansson O, Ärlig Å, Jacobsson L, Larsson L, et al. Regional cerebral blood flow in normal individuals aged 40, 75 and 88 years studied by <sup>99</sup>Tcm-d, I-HMPAO SPET. *Nuclear medicine communications*. 2001;22(7):741-6.
75. Meltzer CC, Cantwell MN, Greer PJ, Ben-Eliezer D, Smith G, Frank G, et al. Does cerebral blood flow decline in healthy aging? A PET study with partial-volume correction. *Journal of Nuclear Medicine*. 2000;41(11):1842-8.
76. Antonini A, Leenders KL. Dopamine D2 Receptors in Normal Human Brain: Effect of Age Measured by Positron Emission Tomography (PET) and [<sup>11</sup>C]-Raclopride. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1993;695(1):81-5.
77. Ichise M, Ballinger JR, Tanaka F, Moscovitch M. Age-related changes in D2 receptor binding with iodine-123-iodobenzofuran SPECT. *The Journal of nuclear medicine*. 1998;39(9):1511.
78. Suhara T, Fukuda H, Inoue O, Itoh T, Suzuki K, Yamasaki T, et al. Age-related changes in human D1 dopamine receptors measured by positron emission tomography. *Psychopharmacology*. 1991;103(1):41-5.
79. Wang Y, Chan GL, Holden JE, Dobko T, Mak E, Schulzer M, et al. Age-dependent decline of dopamine D1 receptors in human brain: A PET study. *Synapse*. 1998;30(1):56-61.
80. Volkow N, Wang G-J, Fowler J, Ding Y-S, Gur R, Gatley J, et al. Parallel loss of presynaptic and postsynaptic dopamine markers in normal aging. *Annals of neurology*. 1998;44(1):143-7.
81. Erixon-Lindroth N, Farde L, Wahlin T-BR, Sovago J, Halldin C, Bäckman L. The role of the striatal dopamine transporter in cognitive aging. *Psychiatry Research: Neuroimaging*. 2005;138(1):1-12.
82. Bäckman L, Ginovart N, Dixon RA, Wahlin T-BR, Wahlin Å, Halldin C, et al. Age-related cognitive deficits mediated by changes in the striatal dopamine system. *American Journal of Psychiatry*. 2000;157(4):635-7.

83. Mozley LH, Gur RC, Mozley PD, Gur RE. Striatal dopamine transporters and cognitive functioning in healthy men and women. *American Journal of Psychiatry*. 2001;158(9):1492-9.
84. van Rooij JC, Plomp R. Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. III. Additional data and final discussion. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1992;91(2):1028-33.
85. Humes LE. Speech understanding in the elderly. *Journal-American Academy of Audiology*. 1996;7:161-7.
86. Schneider BA, Daneman M, Murphy DR, See SK. Listening to discourse in distracting settings: the effects of aging. *Psychology and aging*. 2000;15(1):110.
87. Greenberg S. Auditory processing of speech. In: Lass N, editor. *Principles of Experimental Phonetics*. St. Louis: Mosby; 1996. p. 362-407.
88. Shannon RV, Zeng F-G, Kamath V, Wygonski J, Ekelid M. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*. 1995;270(5234):303.
89. Sheldon S, Pichora-Fuller MK, Schneider BA. Effect of age, presentation method, and learning on identification of noise-vocoded words. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2008;123(1):476-88.
90. Boettcher FA, Mills JH, Swerdloff JL, Holley BL. Auditory evoked potentials in aged gerbils: responses elicited by noises separated by a silent gap. *Hearing research*. 1996;102(1):167-78.
91. Pichora-Fuller M, Schow R. Audiologic rehabilitation for adults: assessment and management. *Introduction to Audiologic Rehabilitation, 5th Ed* Boston: Allyn Bacon. 2007:367-434.
92. Bregman AS. *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*: MIT press; 1994.
93. Bruce A, Schneider KP-F, and Meredyth Daneman. Effects of Senescent Changes in Audition and Cognition on Spoken Language Comprehension. In: Sandra Gordon-Salant RDFA, N. Popper, Richard R. Fay, editor. *The Aging Auditory System*. New York: Springer; 2010. p. 174-6.
94. Brungart DS. Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2001;109(3):1101-9.
95. Alain C, McDonald KL, Ostroff JM, Schneider B. Age-related changes in detecting a mistuned harmonic. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2001;109(5):2211-6.
96. Alain C, Dyson BJ, Snyder JS. Aging and the perceptual organization of sounds: A change of scene. *Handbook of models for human aging*. 2006:759-69.
97. Freyman RL, Helfer KS, McCall DD, Clifton RK. The role of perceived spatial separation in the unmasking of speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1999;106(6):3578-88.

98. Schneider BA, Li L, Daneman M. How competing speech interferes with speech comprehension in everyday listening situations. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2007;18(7):559-72.
99. Hasher L, Zacks RT. Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *Psychology of learning and motivation*. 1988;22:193-225.
100. Hasher L, Zacks RT, May CP. Inhibitory control, circadian arousal, and age. 1999.
101. Snyder JS, Alain C. Toward a neurophysiological theory of auditory stream segregation. *Psychological bulletin*. 2007;133(5):780.
102. Light LL. Interactions between memory and language in old age. *Handbook of the psychology of aging*. 1990:275-90.
103. Stine EA. Aging and the distribution of resources in working memory. *Advances in psychology*. 1995;110:171-86.
104. Stine EA, Cheung H, Henderson D. Adult age differences in the on-line processing of new concepts in discourse. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. 1995;2(1):1-18.
105. Van der Linden M, Hupet M, Feyereisen P, Schelstraete M-A, Bestgen Y, Bruyer R, et al. Cognitive mediators of age-related differences in language comprehension and verbal memory performance. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. 1999;6(1):32-55.
106. Brébion G. Working memory, language comprehension, and aging: Four experiments to understand the deficit. *Experimental Aging Research*. 2003;29(3):269-301.
107. DeDe G, Caplan D, Kemtes K, Waters G. The relationship between age, verbal working memory, and language comprehension. *Psychology and aging*. 2004;19(4):601.
108. Zacks RT, Hasher L. Directed ignoring: Inhibitory regulation of working memory. 1994.
109. Kwong See ST, Ryan EB. Cognitive mediation of adult age differences in language performance. *Psychology and aging*. 1995;10(3):458.
110. Burke DM, College P. Language, aging, and inhibitory deficits: Evaluation of a theory. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 1997;52(6):P254-P64.
111. Wingfield A, Poon LW, Lombardi L, Lowe D. Speed of processing in normal aging: Effects of speech rate, linguistic structure, and processing time. *Journal of gerontology*. 1985;40(5):579-85.
112. Gordon-Salant S, Fitzgibbons PJ. Temporal factors and speech recognition performance in young and elderly listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1993;36(6):1276-85.

113. Gordon-Salant S, Fitzgibbons PJ. Selected cognitive factors and speech recognition performance among young and elderly listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1997;40(2):423-31.
114. Gordon-Salant S, Fitzgibbons PJ. Profile of auditory temporal processing in older listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1999;42(2):300-11.
115. Wingfield A. Cognitive Factors in Auditory Performance: Context, Speed of Processing, and Constraints of Memory. *Journal of the American Academy of Audiology*. 1996;7(3):175-82.
116. Wingfield A, Tun PA, Koh CK, Rosen MJ. Regaining lost time: adult aging and the effect of time restoration on recall of time-compressed speech. *Psychology and aging*. 1999;14(3):380.
117. Schneider BA, Daneman M, Murphy DR. Speech comprehension difficulties in older adults: Cognitive slowing or age-related changes in hearing? *Psychology and aging*. 2005;20(2):261.
118. Summers V, Makashay MJ, Theodoroff SM, Leek MR. Suprathreshold auditory processing and speech perception in noise: hearing-impaired and normal-hearing listeners. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2013;24(4):274-92.
119. Moore BC, Skrodzka E. Detection of frequency modulation by hearing-impaired listeners: Effects of carrier frequency, modulation rate, and added amplitude modulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2002;111(1):327-35.
120. Moore BC. The role of temporal fine structure processing in pitch perception, masking, and speech perception for normal-hearing and hearing-impaired people. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2008;9(4):399-406.
121. Heinz MG, Colburn HS, Carney LH. Evaluating auditory performance limits: I. One-parameter discrimination using a computational model for the auditory nerve. *Neural computation*. 2001;13(10):2273-316.
122. Dudley H. Remaking speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1939;11(2):169-77.
123. Lorenzi C, Moore BC, editors. Role of temporal envelope and fine structure cues in speech perception: A review. *Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research*; 2007.
124. Ghitza O. On the upper cutoff frequency of the auditory critical-band envelope detectors in the context of speech perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2001;110(3):1628-40.
125. Moore BC, Sek A. Development of a fast method for determining sensitivity to temporal fine structure. *International journal of audiology*. 2009;48(4):161-71.

126. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *Asha*. 1981;23(7):493-500.
127. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of otolaryngology*. 1970;92(4):311-24.
128. Selekler K, Cangöz B, Uluç S. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MOBiD)'nin hafif bilişsel bozukluk ve Alzheimer hastalarını ayırt edebilme gücünün incelenmesi. *Turkish Journal of Geriatrics*. 2010;13:166-71.
129. Gow AJ, Johnson W, Pattie A, Brett CE, Roberts B, Starr JM, et al. Stability and change in intelligence from age 11 to ages 70, 79, and 87: the Lothian Birth Cohorts of 1921 and 1936. *Psychology and aging*. 2011;26(1):232.
130. Salthouse TA. What and when of cognitive aging. *Current directions in psychological science*. 2004;13(4):140-4.
131. Salthouse TA. Are individual differences in rates of aging greater at older ages? *Neurobiology of aging*. 2012;33(10):2373-81.
132. Fidan D. Teaching soft g (< ğ>) in acquisition of literacy processing. *Theoretical and Applied Researches on Turkish Language Teaching*. 2011:101-12.
133. Zokoll MA, Fidan D, Türkyılmaz D, Hochmuth S, Ergenç İ, Sennaroğlu G, et al. Development and evaluation of the Turkish matrix sentence test. *International journal of audiology*. 2015;54(sup2):51-61.
134. Füllgrabe C, Harland AJ, Şek AP, Moore BC. Development of a method for determining binaural sensitivity to temporal fine structure. *International Journal of Audiology*. 2017:1-10.
135. Levitt H. Transformed up-down methods in psychoacoustics. *The Journal of the Acoustical society of America*. 1971;49(2B):467-77.
136. Karakaş S, Yalın A. Görsel işitsel sayı dizileri testi B formunun 13-54 yaş grubu üzerindeki standardizasyon çalışması. *Türk Psikoloji Dergisi*. 1995;10(34):20-31.
137. Karakas S. A descriptive framework for information processing: an integrative approach. *International Journal of Psychophysiology*. 1997;26(1):353-68.
138. Genç-Açıkgöz D, Karakaş S. Bellek ve dikkat fonksiyonlarını ölçen nöropsikolojik testlerin faktör yapısı. IX Ulusal Psikoloji Kongresi. 1996:591-6.
139. Kollmeier B. On the four factors involved in sensorineural hearing loss. *Psychophysics, physiology and models of hearing* World Scientific, Singapore. 1999:211-8.
140. Stone MA, Füllgrabe C, Mackinnon RC, Moore BC. The importance for speech intelligibility of random fluctuations in "steady" background noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;130(5):2874-81.
141. Stone MA, Füllgrabe C, Moore BC. Notionally steady background noise acts primarily as a modulation masker of speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012;132(1):317-26.

142. Takahashi GA, Bacon SP. Modulation detection, modulation masking, and speech understanding in noise in the elderly. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1992;35(6):1410-21.
143. Stuart A, Phillips DP. Word recognition in continuous and interrupted broadband noise by young normal-hearing, older normal-hearing, and presbycusis listeners. *Ear and hearing*. 1996;17(6):478-89.
144. Dubno JR, Horwitz AR, Ahlstrom JB. Benefit of modulated maskers for speech recognition by younger and older adults with normal hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2002;111(6):2897-907.
145. Füllgrabe C, Berthommier F, Lorenzi C. Masking release for consonant features in temporally fluctuating background noise. *Hearing Research*. 2006;211(1):74-84.
146. Hopkins K, Moore BC. Development of a fast method for measuring sensitivity to temporal fine structure information at low frequencies. *International journal of audiology*. 2010;49(12):940-6.
147. Jorgensten L. The potential impact of undiagnosed hearing loss on the diagnosis of dementia. Graduate Faculty of Health and Rehabilitation Sciences. University of Pittsburgh; 2012.
148. Wong LLN, Yu JKY, Chan SS, Tong MCF. Screening of cognitive function and hearing impairment in older adults: a preliminary study. *BioMed research international*. 2014;2014.
149. Dupuis K, Pichora-Fuller MK, Chasteen AL, Marchuk V, Singh G, Smith SL. Effects of hearing and vision impairments on the Montreal Cognitive Assessment. *Ageing, Neuropsychology, and Cognition*. 2015;22(4):413-37.
150. Murphy DR, Craik FI, Li KZ, Schneider BA. Comparing the effects of aging and background noise of short-term memory performance. *Psychology and aging*. 2000;15(2):323.
151. Lin FR, Yaffe K, Xia J, Xue Q-L, Harris TB, Purchase-Helzner E, et al. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA internal medicine*. 2013;173(4):293-9.
152. Lin FR, Ferrucci L, Metter EJ, An Y, Zonderman AB, Resnick SM. Hearing loss and cognition in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Neuropsychology*. 2011;25(6):763.
153. Moore BC. *Auditory processing of temporal fine structure: Effects of age and hearing loss*: World Scientific; 2014.
154. Hopkins K, Moore BC. Moderate cochlear hearing loss leads to a reduced ability to use temporal fine structure information. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2007;122(2):1055-68.
155. Woolf NK, Ryan AF, Bone RC. Neural phase-locking properties in the absence of cochlear outer hair cells. *Hearing research*. 1981;4(3):335-46.

156. Harrison R, Evans E. Cochlear fibre responses in guinea pigs with well defined cochlear lesions. *Scandinavian audiology Supplementum*. 1979(9):83.
157. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. *Journal of Neuroscience*. 2009;29(45):14077-85.
158. Hopkins K, Moore BC. The effects of age and cochlear hearing loss on temporal fine structure sensitivity, frequency selectivity, and speech reception in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;130(1):334-49.
159. Ruggero M, Rich N, Robles L, Recio A. The effects of acoustic trauma, other cochlear injury, and death on basilar-membrane responses to sound. *Scientific basis of noise-induced hearing loss*. 1996:23-35.
160. Loeb GE, White MW, Merzenich MM. Spatial cross-correlation. *Biological cybernetics*. 1983;47(3):149-63.
161. Shamma S, Klein D. The case of the missing pitch templates: How harmonic templates emerge in the early auditory system. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2000;107(5):2631-44.
162. Salthouse TA. When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of aging*. 2009;30(4):507-14.
163. Anstey KJ, Luszcz MA, Sanchez L. Two-year decline in vision but not hearing is associated with memory decline in very old adults in a population-based sample. *Gerontology*. 2001;47(5):289-93.
164. Lin FR, Metter EJ, O’Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Archives of neurology*. 2011;68(2):214-20.
165. Füllgrabe C. Age-dependent changes in temporal-fine-structure processing in the absence of peripheral hearing loss. *American journal of audiology*. 2013;22(2):313-5.
166. Neher T, Laugesen S, Sjøgaard Jensen N, Kragelund L. Can basic auditory and cognitive measures predict hearing-impaired listeners’ localization and spatial speech recognition abilities? a. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;130(3):1542-58.
167. Füllgrabe C, Moore BC. Objective and subjective measures of pure-tone stream segregation based on interaural time differences. *Hearing research*. 2012;291(1):24-33.
168. Füllgrabe C, Moore BC. Effects of age and hearing loss on stream segregation based on interaural time differences. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2014;136(2):EL185-EL91.
169. Rayleigh L. XII. On our perception of sound direction. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*. 1907;13(74):214-32.



170. Neher T, Lunner T, Hopkins K, Moore BC. Binaural temporal fine structure sensitivity, cognitive function, and spatial speech recognition of hearing-impaired listeners (L) a. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012;131(4):2561-4.
171. Oxenham AJ, Simonson AM. Masking release for low-and high-pass-filtered speech in the presence of noise and single-talker interference. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2009;125(1):457-68.
172. Freyman RL, Griffin AM, Oxenham AJ. Intelligibility of whispered speech in stationary and modulated noise maskers. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012;132(4):2514-23.
173. Akeroyd MA. Are individual differences in speech reception related to individual differences in cognitive ability? A survey of twenty experimental studies with normal and hearing-impaired adults. *International Journal of Audiology*. 2008;47(sup2):S53-S71.
174. Heald SL, Nusbaum HC. Speech perception as an active cognitive process. *Frontiers in systems neuroscience*. 2014;8.
175. Gennis V, Garry PJ, Haaland KY, Yeo RA, Goodwin JS. Hearing and cognition in the elderly: new findings and a review of the literature. *Archives of internal medicine*. 1991;151(11):2259-64.
176. Troche SJ, Rammsayer TH. The influence of temporal resolution power and working memory capacity on psychometric intelligence. *Intelligence*. 2009;37(5):479-86.
177. Comijs HC, Dik MG, Deeg DJ, Jonker C. The course of cognitive decline in older persons: results from the longitudinal aging study Amsterdam. *Dementia and geriatric cognitive disorders*. 2004;17(3):136-42.

## 8. EKLER

## EK-1: Tez Çalışması İle İlgili Etik Kurul İzinleri



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

Sayı : 16069557-715

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 02 MAYIS 2017 SALI  
Toplantı No : 2017/12  
Proje No : GO 17/326 (Değerlendirme Tarihi: 04.04.2017)  
Karar No : GO 17/326- 08

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ' ın sorumlu araştırmacı olduğu, Doç. Dr. Süha YAĞCIOĞLU, Dr. Ody. Filiz ASLAN ile birlikte çalışacakları ve Aysun Parlak KOCABAY' ın yüksek lisans tezi olan, GO 17/326 kayıt numaralı, "İşitme Kayıplı Bireylerde Eğitim İhtiyaç İyileştirme Becerilerinin Değerlendirilmesi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekeçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- |   |        |   |
|---|--------|---|
| 1. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Başkan)     | IZINLI | 10. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye)      |
| 2. Prof. Dr. Sevda I. MÜFTÜOĞLU (Üye)   |        | 11. Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye)          |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım SAKAL (Üye)    |        | 12. Doç. Dr. Güzde GİRGİN (Üye)             |
| 4. Prof. Dr. Neçdet SAGLAM (Üye)        |        | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye)         |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) |        | 14. Yrd. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye)       |
| 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye)      |        | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüseyin TURNAGOZ (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye)      | IZINLI | 16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye)          |
| 8. Prof. Dr. Elmas Şen-YALÇIN (Üye)     |        | 17. Öğr. Gör. Meltem ŞENGELEN (Üye)         |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye)  |        | 18. Av. Meltem ONURLU (Üye)                 |

## EK-2: Tez Çalışması İle İlgili Testler

**MONTREAL BİLİŞSEL DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ**  
 Montreal Cognitive Assessment (MOCA)

 İsim:  
 Eğitim:  
 Cinsiyet:

 Protokol:  
 Test Tarihi:  
 Doğum Tarihi:

GÖRSEL MEKANSAL / YÖNETİCİ İŞLEVLER		SAAT çizme (On biri on geçe) (3 puan)		PUAN			
		Çevresi [ ] Rakamlar [ ] Kollar [ ]			___/5		
<b>ADLANDIRMA</b>							
[ ]		[ ]		___/3			
<b>BELLEK</b>							
Kelime listesini okuyun ve hastaya tekrar ettirin. İki deneme yapın. 5 dakika sonra tekrar sorun.		BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR	Puan yok
1. deneme							
2. deneme							
<b>DİKKAT</b>							
Sayı listesini okuyun (1 sayı / san.). Hasta sayıları baştan sona doğru saymalı		[ ] 2 1 8 5 4		___/2			
Hasta sayıları sondan başa doğru saymalı		[ ] 7 4 2					
Herf listesini hastaya okuyun. Hastaya her A harfi okunduğunda masaya eli ile vurmasını söyleyin. İki veya daha fazla hata var ise puan vermeyin. [ ] FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAJAMOF AAB ___/1							
100 den başlayarak yedişer çıkarma [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65 ___/3 4 veya 5 doğru çıkarma: 3 puan, 2 veya 3 doğru çıkarma: 2 puan, 1 doğru :1 puan, 0 doğru 0 puan.							
<b>LİSAN</b>							
Tekrar ettirin: Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur. [ ]		Köpekler odadayken kedi hep kanapenin altında saklanırdı. [ ]		___/2			
Akıcılık / 1 dakikada K harfi ile başlayan maksimum sayıda kelime saydırın. [ ] _____ N ≥ 11 kelime				___/1			
<b>SOYUT DÜŞÜNME</b>							
Benzerlik. Örn. muz-portakal = meyve. [ ] tren - bisiklet [ ] saat - otel				___/2			
<b>GEÇİKMELİ HATIRLAMA</b>							
Kelimeleri İPUCU OLMADAN hatırlama		BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR	___/5
[ ]		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	Sadece İPUCUSUZ hatırlanan kelimeler için puan verin
<b>SEÇMELİ</b>							
Kategori ipucu							
Çoklu seçmeli ipucu							
<b>YÖNELİM</b>							
[ ] Gün [ ] Ay [ ] Yıl [ ] Gün adı [ ] Yer [ ] Şehir				___/6			
© Z.Nasreddine MD Version November 7, 2004 www.mocatest.org Normal 21 / 30				<b>TOPLAM</b> ___/30			
Türkçe versiyon 2009. K. Seleker & B. Cangöz							

## ÖZGEÇMİŞ

### Bireysel Bilgiler

<b>Adı Soyadı</b>	Aysun PARLAK KOCABAY
<b>Doğum Yeri ve Tarihi</b>	KONYA – 13.06.1989
<b>Uyruğu</b>	T.C.

### İletişim

<b>Adres</b>	Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fak. Odyoloji Bölümü Sıhhiye/ANKARA
<b>E-mail – Tel.</b>	<a href="mailto:aysun.kocabay@hacettepe.edu.tr">aysun.kocabay@hacettepe.edu.tr</a> - 3123051667

### Eğitim Bilgileri

<b>Yüksek Lisans</b>	Hacettepe Üniversitesi - Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları (2018)
<b>Lisans</b>	Hacettepe Üniversitesi - Fizyoterapi ve Rehabilitasyon (2012)

### Mesleki Deneyimi

2015 -	Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü - Araştırma Görevlisi
2013 – 2015	Ankara Halide Ballı Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi - Fizyoterapist
2012 -2013	Konya Çare Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi - Fizyoterapist

### Bilimsel Faaliyetler

<b>Kongreler</b>	13th Congress of the European Federation of Audiology Societies (7-10 Haziran 2017) 8. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi (12-15 Ekim 2016)
------------------	--