



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İŞİTME CİHAZI KULLANIMININ TEMPORAL ÇÖZÜNÜRLÜK  
ÜZERİNE ETKİSİ**

BİRGÜL GÜMÜŞ  
DOKTORA TEZİ

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI  
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI DOKTORA PROGRAMI

DANIŞMAN  
Doç. Dr. UFUK DERİNSU

2022-İSTANBUL

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Birgöl Gümüş

## TEŞEKKÜRLER

Dürüstlüğü ve dik duruşu ile beni kendine hayran bırakan, akademik hayatımın haricinde sosyal hayatımda da fikrine güvendiğim, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, öğrencisi olmaktan dolayı onur duyduğum tez danışmanım Doç. Dr. Ufuk Derinsu' ya,

Eğitimim süresince ve sonrasında değerli bilgi ve deneyimine ihtiyaç duyduğum her an koşulsuz benimle paylaşan, mesleğime kıymetli katkılar sağlamış, çalışma disiplini örnek aldığı ve öğrencisi olmaktan dolayı onur duyduğum hocam Prof. Dr. Ayça Çiprut' a,

Doktora eğitimime öncülük eden ve bu süreçte desteğini hissettiğim, mesai dışında da yardımını esirgemeyen, beraber çalıştığım hocam Prof. Dr. Armağan İncesulu' ya,

Marmara Odyoloji' de geçirdiğimiz zaman ve sonrasında varlıklarını hep hissettiğim değerli büyüklerim Dr. Öğr. Üyesi Başak Mutlu ve Dr. Öğr. Üyesi Atılım Atılğan' a,

Bilgisine ve tecrübesine güvendiğim, dürüstlüğüne takdir ettiğim, klinik sınırlarını aşan dostluğu ile desteğini hep hissettiren Dr. Öğr. Üyesi Sıdika Cesur'a,

Beraber yürüdüğümüz akademik yolda bana keyif ve mutluluk veren dönem arkadaşlarım Dr. Ody Mustafa Yüksel' e, Dr. Ody Bahtiyar Çelikkün' e ve Dr. Ody. Nilüfer Bal' a

Bir parçası olmaktan dolayı mutluluk duyduğum başta Uzm. Ody. Cennet Reyhan Geçici ve Dr. Ody. Merve Torun Topçu olmak üzere Marmara Odyoloji ekibinin her bir ferdine,

Hayatta en büyük erdemin insan olmak olduğu düşüncesi ile beni yetiştiren sevgili annem Musaliye Gümüş ve sevgili babam Alinaz Gümüş'e tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ÖZET</b>                                                          | <b>1</b>  |
| <b>2. SUMMARY</b>                                                       | <b>2</b>  |
| <b>3. GİRİŞ VE AMAC</b>                                                 | <b>3</b>  |
| <b>4. GENEL BİLGİLER</b>                                                | <b>5</b>  |
| 4.1. İŞİTSEL TEMPORAL İŞLEMLEME                                         | 5         |
| 4.1.1 TEMPORAL SIRALAMA (TEMPORAL ORDERİNG/ SEQUENCİNG)                 | 8         |
| 4.1.2. TEMPORAL BİRLEŞTİRME (TEMPORAL İNTEGRATION/ SUMMATION)           | 9         |
| 4.1.3. TEMPORAL MASKELEME (TEMPORAL MASKİNG)                            | 9         |
| 4.1.3. TEMPORAL ÇÖZÜNÜRLÜK (TEMPORAL RESOLUTION/ DISCRİMİNATION)        | 10        |
| 4.2. TEMPORAL ÇÖZÜNÜRLÜĞÜN DEĞERLENDİRİLMESİ                            | 11        |
| 4.2.3. BOŞLUK TANIMA TESTLERİ                                           | 13        |
| 4.3. BİNAURAL İŞİTME                                                    | 16        |
| 4.4. KONUŞMA ALGISI                                                     | 19        |
| 4.4.1. GÜRÜLTÜDE KONUŞMA ALGISI                                         | 20        |
| 4.4.2. GÜRÜLTÜDE KONUŞMAYI ANLAMANNIN DEĞERLENDİRİLMESİ                 | 25        |
| <b>5. GEREÇ VE YÖNTEM</b>                                               | <b>28</b> |
| 5.1. İŞİTME CİHAZLI VE CİHAZSIZ İŞİTMENİN KONTROLÜ                      | 30        |
| 5.2. TÜRKÇE MATRİKS CÜMLE TESTİNİN UYGULANMASI                          | 31        |
| 5.3. GÜRÜLTÜDE BOŞLUK TANIMA TESTİNİN UYGULANMASI                       | 32        |
| 5.4. İSTATİSTİKSEL YÖNTEM                                               | 33        |
| <b>6. BULGULAR</b>                                                      | <b>34</b> |
| 6.1. İŞİTME CİHAZSIZ KOŞULDA ELDE EDİLEN SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI | 35        |
| 6.2. İŞİTME CİHAZLI KOŞULDA ELDE EDİLEN SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI  | 38        |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.3. KORELASYON ANALİZLERİ                                                  | 39        |
| <b>7. TARTIŞMA VE SONUÇ</b>                                                 | <b>42</b> |
| 7.1. İŞİTME KAYBI İLE TEMPORAL ÇÖZÜNÜRLÜK ARASINDAKİ İLİŞKİ                 | 42        |
| 7.2. İŞİTME CİHAZI İLE TEMPORAL ÇÖZÜNÜRLÜK ARASINDAKİ İLİŞKİ                | 44        |
| 7.3. İŞİTME CİHAZI VE KONUŞMAYI ANLAMA PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİ        | 45        |
| 7.4. TEMPORAL ÇÖZÜNÜRLÜK İLE GÜRÜLTÜDE KONUŞMAYI ANLAMA ARASINDAKİ İLİŞKİSİ | 47        |
| 7.4. OBJEKTİF SÜBJEKTİF DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ          | 48        |
| <b>8. KAYNAKLAR</b>                                                         | <b>52</b> |
| <b>9. EKLER</b>                                                             | <b>75</b> |
| EK 1. ETİK KURUL RAPORU                                                     | 75        |
| EK 2. GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME VE ONAY FORMU                                   | 76        |
| EK 3. ANAMNEZ FORMU                                                         | 78        |
| EK 4. KONUŞMA, UZAYSAL ALGI VE İŞİTME KALİTESİ ÖLÇEĞİ                       | 79        |
| <b>10. ÖZGEÇMİŞ</b>                                                         | <b>85</b> |

## KISALTMALAR ve SİMGELER

**A. th.:** Approximate threshold

**GBT:** Gürültüde boşluk tanıma

**GIN:** Gaps in noise

**Mak:** Maksimum

**Min:** Minimum

**MMN:** Mismatch negativity

**N:** Örneklem sayısı

**p:** Anlamlılık değeri

**r:** Korelasyon katsayısı

**RBTT:** Rastgele boşluk tanıma testi

**RİFT:** Revize işitsel füzyon testi

**SD:** Standard deviation

**SL:** Sensation level

**SPSS:** Statistical package for social sciences

**SS:** Serbest saha

**SSQ:** Speech, spatial and quality of hearing scale

**TMTF:** Temporal modülasyon transfer fonksiyon

**TMC:** Türkçe Matriks Cümle

**TURMatrix:** Turkish matrix sentence test

**†:** Kruskal-wallis testi

**‡:** Dunn's çoklu karşılaştırma testi

**±:** Artı-eksi işareti

**%:** Yüzde

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Boşluk tanıma testleri

Tablo 2. Anamnez parametrelerine göre tanımlayıcı istatistik

Tablo 3. İşitme cihazlı ve cihazsız işitme eşikleri

Tablo 4. Gruplar arası GBT testi yaklaşık eşik (ms) karşılaştırılması

Tablo 5. Gruplar arası GBT testi doğru cevap yüzdesi karşılaştırılması

Tablo 6. Gruplar arası TMC testinin karşılaştırılması

Tablo 7. Gruplar arası konuşmayı ayırt etme skoru karşılaştırılması

Tablo 8. İşitme cihazlı GBT testi, TMC testi ve konuşmayı ayırt etme skor sonuçlarının karşılaştırılması

Tablo 9. İşitme cihazlı geçirilen süre ile GBT ve TMC testleri arasındaki ilişki

Tablo 10. GBT sonuçları ile TMC testi sonuçları arasındaki ilişki

Tablo 11. Ölçek skorları ile GBT ve TMC test sonuçları arasındaki ilişki

## 1. ÖZET

**Tezin başlığı:** İşitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük üzerine etkisi

**Öğrencinin Adı, Soyadı:** Birgül Gümüş

**Danışmanın Adı, Soyadı:** Ufuk Derinsu

**Programın Adı:** Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Doktora Programı

**Amaç:** Çalışmanın amacı unilateral ve bilateral işitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük üzerine etkisini belirlemektir. İkincil amaç temporal çözünürlük ile gürültüde konuşmayı anlama performansı arasında ve bu testler ile bireyin subjektif algısı arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Sensörinöral işitme kayıplı bilateral, unilateral işitme cihazı kullanan ve işitme cihazı kullanmayan olmak üzere 3 gruptaki 60 katılımcı Gürültüde Boşluk Tanıma (GBT) testi ve Türkçe Matriks Cümle (TMC) testi kullanılarak değerlendirildi. Tüm testler işitme cihazlı ve cihazsız olarak uygulandı. Katılımcıların subjektif algısı Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi (KUIK) ölçeği ile değerlendirildi.

**Bulgular:** GBT testinin yaklaşık eşik sonuçları gruplar arasında benzerdi. Ancak unilateral işitme cihazı kullanan grupta doğru yanıt yüzdesi bilateral işitme cihazı kullanan gruba kıyasla daha düşük bulundu. Unilateral işitme cihazı kullanan katılımcıların cihazsız koşulda sağ kulaktan elde edilen yaklaşık eşik ve doğru yanıt yüzdesi düşük elde edildi. TMC testi sonuçları bilateral işitme cihazı kullanıcılarında daha iyi bulundu. GBT testi ile TMC testi arasında ve bu testler ile subjektif algı arasında tutarlı bir ilişki bulunmadı.

**Sonuç:** Bilateral işitme cihazı kullananlarda gürültüde konuşmayı performansı daha iyidir. Tek taraflı işitme cihazı kullanımı GBT testinin doğru cevap yüzdesini olumsuz etkilemektedir. Bilateral işitme kaybında unilateral işitme cihazı kullanımı sağ kulakta olsa bile temporal çözünürlük etkilenmektedir. Bu testler arasında ilişkinin bulunmaması, bu değerlendirme yöntemlerinin birbirini tahmin etmede kullanılamayacağını göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Konuşma anlaşılabilirliği, İşitme cihazı, temporal çözünürlük, gürültüde boşluk testi, matriks cümle testi

## 2. SUMMARY

**Title of Thesis:** Effect of hearing aid use on temporal resolution

**Student Name, Surname:** Birgül Gümüş

**Supervisor Name:** Ufuk Derinsu

**Program Name:** Audiology and Language Disorders PhD Program

**Objective:** The primary goal of our study was to determine the effects of using unilateral and bilateral hearing aids on temporal resolution. The other was to reveal the relationship between temporal resolution and speech understanding performance in noise, and between these tests and the subjective perception.

**Material and Methods:** Sixty participants with sensorineural hearing loss in 3 groups which are bilateral, unilateral hearing aid users, and not using a hearing aid were evaluated with the Gaps In Noise (GIN) test and the Turkish Matrix Sentence Test (TURMatrix). All test were conducted with and without hearing aids. The Speech, Spatial and Quality of Hearing Scale (SSQ) was used for subjective perception.

**Results:** The approximate threshold (A. th.) was similar between the groups, but the percentage of correct responses was found to be lower in the unilateral hearing aid group. Both the values of GIN obtained from the right ear without hearing aids were low in the unilateral group. TURMatrix results were better in bilateral hearing aid users. There was no consistent relationship between the GIN test and TURMatrix test and between these tests and SSQ.

**Conclusion:** Bilateral hearing aids is advantageous for speech recognition in noise. Unilateral device use affected the percentage of correct responses, but not the A. th. Even if the unilateral hearing aid is used in the right ear in bilateral hearing loss affects the temporal resolution obtained especially in the right ear. These evaluation methods cannot be used to predict each other because of absence of relationship.

**Keywords:** Speech intelligibility, hearing aid, temporal resolution, gap in noise test, matrix sentences test

### 3. GİRİŞ ve AMAÇ

İşitsel temporal işleme, işitsel sistemin bir zaman aralığında uyarının dinamik zamansal özelliklerini kodlama yeteneğini ifade etmektedir (Musiek ve Chermak, 2015). Konuşmanın anlaşılmasında sesin yerinin, süresinin, diğer uyarılar içindeki farkının fark edilmesi ve tüm bu bilgilerin toplanıp birleştirilmesi son derece önemlidir. Konuşmanın anlaşılması uyarının zamansal değişikliklerini fark edebilme kabiliyetine bağlıdır (Shannon ve ark., 1995). İşitsel temporal işlemenin sessizlik ve rakip uyarının olduğu arka plan gürültüsünde konuşmayı anlamak için kritik öneme sahip olduğu belirtilmiştir (Gordon-Salant ve ark., 2011). İşitsel temporal işleme işitsel sistemin birbirinden farklı dört işleme becerisini kapsayan genel bir terim olarak kullanılmaktadır. Bu işleme becerileri; temporal sıralama, temporal birleştirme, temporal maskeleme ve temporal çözünürlüktür (Musiek ve Chermak, 2015).

İşitsel temporal işlemenin bir bileşeni olan temporal çözünürlük uyarandaki hızlı değişiklikleri algılama becerisini temsil ettiğinden, konuşmada bulunan fonetik bileşenleri ve fonemleri algılamaya yardımcı olur (Fortes ve ark., 2007; Shinn, 2003). Temporal çözünürlüğün değerlendirilmesinde yaygın olarak boşluk tanıma testleri kullanılmaktadır. Geleneksel boşluk tanıma testleri genellikle klinikte pratik uygulamada zaman alıcı testlerdir. Gürültüde Boşluk Tanıma (GBT) testinin kullanım kolaylığı, uygulama süresinin kısalığı ve her bir kulağı ayrı ayrı değerlendirmeye olanak sağlaması ile geleneksel boşluk tanıma testleri içerisinde ön plana çıkar (Chermak ve Lee, 2005). Yetişkin popülasyonda temporal çözünürlük becerisinin değerlendirilmesinde kullanılan GBT testi diğer boşluk tanıma prosedürlerinden farklı olarak, gürültü içerisine gömülü 2 ile 20 ms arasında değişen boşlukları kullanan bir testtir (Musiek ve ark., 2005).

İşitme kaybı bireyin sosyal ve emosyonel durumunu olumsuz etkileyerek günlük yaşantısını etkileyebilme potansiyeline sahiptir. İşitme kaybının, bireyin yaşam kalitesinde oluşturacağı sorunlar işitsel rehabilitasyon ile çözümlenebilmektedir (Brodie ve ark., 2018; Shukla ve ark., 2020). Sensörinöral tip işitme kaybının rehabilitasyonunda öncelikli yaklaşım işitme cihazı kullanımıdır. İşitme cihazı

belirlenmiş işitme eşiklerinin üzerine kazanç sağlayarak bireyin sesleri duymasına ve böylelikle günlük hayatta konuşmaları anlamasına yardımcı olur. Bununla birlikte işitme kayıplı birey işitme cihazı kullansa bile gürültüde konuşmayı anlayabilmesi için daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaç duymaktadır (Kochkin, 2009). Çalışmalar bilateral işitme cihazı kullananların unilateral işitme cihazı kullananlara kıyasla, sessizlikte ve gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama performansının daha iyi olduğunu göstermiştir (McArdle ve ark., 2012; Nábělek ve Pickett, 1974).

Literatür incelendiğinde temporal çözünürlük becerisi ile yaş, matürasyon, işitme kaybı ve koklear implant kullanımı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların varlığı gözlenmektedir (Cesur ve Derinsu, 2017; John ve ark., 2012; Zhao ve ark., 2015). Buna karşın konuşmayı anlama performansı ile yakın ilişkisi ortaya konulmuş temporal çözünürlük ile işitme cihazının kullanımı arasındaki ilişkiyi inceleyen sınırlı sayıda çalışma söz konusudur. Bu bağlamda çalışmamızın amacı unilateral ve bilateral işitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük üzerine etkisinin nasıl ve ne derecede olduğunu belirlemektir. Çalışmanın ikincil amacı ise gürültüde konuşmayı anlama performansı ile temporal çözünürlük becerisi arasındaki ilişkinin ve bu davranışsal testler ile kişinin sübjektif algısı arasındaki ilişkinin ortaya konulmasıdır. Bu sayede işitme cihazının bilateral veya unilateral kullanımının işitsel sistemdeki etkisi derinlemesine incelenmiş olacaktır.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1. İşitsel Temporal İşleme

Genel anlamı ile işitsel işleme kulağın duyduğu ile beynin ne yaptığıdır (Katz, 1992). Detaylandırmak gerekirse işitsel işleme terimi, merkezi sinir sistemine gelen işitsel bilgilerin algısal olarak işlenmesi, bu işlemenin altında yatan ve elektrofizyolojik işitsel potansiyelleri ortaya çıkaran nörobiyolojik aktiviteyi ifade eder([https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#collapse\\_8](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#collapse_8) Erişim tarihi: 8 Haziran 2022). İşitsel uyaranların işlenmesinde temporal, parietal, frontal ve oksipital alanlar olmak üzere korpus kallosum gibi bağlantı yollarının da dahil olduğu bir çok nörolojik yapının sorumlu olduğu belirtilmiştir (Bellis, 2011; Chermak ve Musiek, 2013). İşitsel işleme için en dikkat çeken bölgeler birincil işitsel korteks, işitsel asosiyasyon alanları ve temporal lobdaki transvers temporal kıvrımdır (Mangold ve Das, 2020). İşitsel işleme, lateralizasyon ve lokalizasyon gibi sesin yön algısı, işitsel ayırt etme, patern algısı, işitmenin temporal yönleri, çoklu sinyal koşulunda işitsel performans gibi birçok farklı beceriyi içermektedir ([https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#collapse\\_8](https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/#collapse_8) Erişim tarihi: 8 Haziran 2022). Sesin ya da belirli bir zaman dilimindeki ses değişikliğinin algılanması şeklinde tanımlanan işitsel temporal işlemenin, birçok işitsel işleme becerisi için önemli bir bileşen olduğu söylenmektedir. Bu görüşün oluşmasındaki başlıca neden işitsel bilgiyi kapsayan bir çok özelliğin bir şekilde zamandan etkileniyor olmasıdır (Shinn, 2003).

Binaural işitme ve konuşma algısı için işitsel temporal işleme, işitme sinirindeki nöral zamanlamadan kortikal işleme düzeyine kadar çeşitli seviyelerde gözlemlenmektedir (Shinn, 2014). Temporal işlemenin gerçekleşmesi için işitsel yolda bazı bölümler önemli görev üstlenmektedir. İşitme siniri, uyaranın zamansal özelliklerini kodlayan faza kilitleme olarak bilinen yanıtla temporal işleme sürecini başlatır (Oline ve ark., 2016). Ventral koklear nukleus işitme sinirinden gelen frekans ve zaman bilgisini geliştirip üst merkeze taşımaktadır (Eggermont, 2001). Lateral leminiskusta yer alan ventral nukleuslar uyaranın başlangıcına hassas faza kilitleme özelliğine sahiptir. Bu nedenle bu yapının hem temporal işleme hem de

bilginin bir üst yapıya taşınmasında önemli rol oynadığı düşünülmektedir. İnferior kollikulus, işitsel sinir sisteminde sesin süresine duyarlı nöronların bulunduğu ilk seviye olması ile dikkat çekmektedir. İnferior kollikulustaki bu özel nöron karakteristiği sayesinde ses uyarandaki zamansal değişikliklere yanıt oluşmaktadır (Musiek ve Baran, 2018). Bir çalışmada medial genikulat cisiminde küçük lezyonlara sahip hayvanların, iki akustik elemanın hızlı sıralanması gibi temporal işleme görevlerinde zorluk yaşadıkları gösterilmiştir (Peiffer ve ark., 2002). Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ile yapılmış bir çalışma, insular korteksin temporal işleme dahil olmak üzere bir çok işitsel fonksiyonda görev aldığını göstermektedir (Bamiou ve ark., 2003). Kortikal seviyede temporal işleme sürecinde her iki hemisferde aktivasyon oluşmasına rağmen sol hemisferin daha baskın olduğu, bu durumunun hemisferler arası miyelinizasyon farklılığından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Zatorre ve Belin, 2001).

Konuşmayı tanımak için dinleyicinin, zaman içerisinde hızla değişen akustik bilgileri işleyebilmesi gerekir. Temporal işleme, merkezi işitsel sinir sisteminin konuşma gibi karmaşık akustik sinyaller içindeki çok kısa zamansal ipuçlarını doğru bir şekilde kodlama yeteneğini açıklar (Moncrieff ve ark., 2013). Araştırmacılar temporal işitsel işleme yeteneğinin çeşitli nedenlerden dolayı konuşmayı anlamak için kritik bir öneme sahip olduğunu belirtmektedir. Bu nedenlerden ilki fonemlerin tanınması için konuşmada zamanla değişen akustik bilginin hızlı işlenmesi gerekliliğidir. Bununla birlikte değişen akustik sinyal içerisindeki fonemler ayrı ayrı ve sıralı bir şekilde işlenmelidir. Bu durum kısa sinyallerin başlangıç ve bitişini doğru işleme yeteneği gerektirir. Son olarak konuşma uyarınının genel zamanlama yapısının da takip edilmesi zorunluluğu diğer bir nedeni oluşturmaktadır (Gordon-Salant ve ark., 2011). Bu nedenler düşünüldüğünde temporal işleminin sessizlikte ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı anlamak için çok önemli olduğunu söylemek mümkündür.

Literatürde normal işitmeye sahip kişilerin de gürültüde konuşmayı anlamada sıkıntı yaşadığı gösterilmiştir (Stephens ve ark., 2003; Tremblay ve ark., 2015). Bireyin konuşmayı düzgün bir şekilde anlayabilmesi için işitsel işleminin doğru çalışması gerekmektedir. Konuşmanın anlaşılmasında sesin yerinin, süresinin, diğer uyarılar içindeki farkının fark edilmesi ve tüm bu bilgilerin toplanıp birleştirilmesi son

derece önemlidir. Konuşmanın anlaşılması, dinleyicinin uyarının zamansal değişiklikleri fark edebilme kabiliyetine bağlıdır (Shannon ve ark., 1995)

Temporal işleme görevleri kullanılarak yapılmış güncel çalışmalar, işitsel işleme problemlerinin fonolojik işleme sorunu ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Fostick ve ark., 2014; Murphy-Ruiz ve ark., 2013; Walker ve ark., 2011; Zaidan ve Baran, 2013). İşitsel uyarıların zamansal olarak işlenmesindeki problem, bireyin konuşma ve dil edinimi yanı sıra okuma becerisine de engel oluşturabilmektedir. Normal okuma becerisine sahip çocuklara kıyasla disleksi problemi olan çocukların temporal işleme kabiliyetlerinde bozulma olduğu belirlenmiştir (Murphy ve Schochat, 2009). Sekiz yaşındaki öğrencilerde yürütülmüş bir çalışma, işitsel temporal işlemenin okuduğunu anlama ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir (Malenfant ve ark., 2012). Bu bulgular zamansal işlemenin okuma ve okuduğunu anlama becerileri ile de ilişkili olduğunu göstermektedir.

Yine benzer şekilde temporal görevler kullanılarak yürütülmüş elektrofizyolojik ve davranışsal tabanlı çalışmalar, yaşlanmanın temporal işitsel işleme yeteneğini olumsuz etkilediğini göstermiştir (Bertoli ve ark., 2002; Harris ve ark., 2012; Poth ve ark., 2001). Bu durum yaşlı bireylerde işitme kaybı varlığında kullanılacak işitme cihazının konuşmayı anlama performansı üzerine yararını etkileyebilecek bir probleme yol açabilir.

Literatürde yer alan bu çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlar dikkate alındığında, temporal işitsel işlemenin çeşitli yönlerini tanımak ve değerlendirmek hasta yaklaşımında klinisyene avantaj sağlamaktadır. Belirli bir zaman dilimindeki akustik uyarıların algılanması olarak tanımlayabileceğimiz (Pinheiro ve Musiek, 1985) işitsel temporal işlemenin dört bileşenin olduğu belirtilmiştir. Bunlar; temporal sıralama, temporal birleştirme, temporal maskeleme ve temporal çözünürlüktür. Bu bileşenlerin her birinin değerlendirilmesi işitsel temporal işleme eksikliğinin doğru tanınması için önemlidir. Ancak temporal birleştirme ve temporal maskeleme bileşenlerinin değerlendirilmesi için klinikte kullanılabilecek testler günümüzde mevcut değildir (Musiek ve Chermak, 2015).

#### 4.1.1 Temporal sıralama (temporal ordering/ sequencing)

Temporal sıralama iki ya da daha fazla işitsel uyarının oluşum sırasına göre işlenme becerisini tanımlar (Musiek, 1994). Doğada akustik uyarıların çoğu birbirini takip eder. Örneğin konuşmada seslerin, müzikte notaların belli bir sırası vardır. Bu nedenle, konuşmanın doğru algılanması için minimum boşluklarla gelen farklı seslerin zamansal sırasını belirlemek önemlidir. İşitsel sırayı doğru bir şekilde tanımlama ve sıralama becerisi birkaç algısal ve bilişsel süreci içerdiği gibi (Pinheiro ve Musiek, 1985), korpus kallosum vasıtası ile her iki hemisferin aktif işleyişini de içerir (Musiek ve ark., 1980). Konuşma algısında oldukça önemli kabul edilen bu temporal sıralama, uyarıların sayısı, dizilerin nasıl sunulduğu (aynı anda veya sürekli olarak), kişinin yapması gereken görev ve değerlendirme öncesi alıştırmaya testi miktarı gibi faktörlerden oldukça etkilenir (Musiek, 1994). Temporal sıralamanın değerlendirilmesinde klinikte en yaygın olarak kullanılan testlerden biri “Frekans Patern Testi” diğeri ise “Süre Patern Testi” dir (Emanuel ve ark., 2011).

Frekans patern testi adından anlaşılacağı gibi uyaranda frekans değişiklikleri kullanılarak yapılan bir testtir. Bu test literatürde perde patern testi olarak da tanımlanmaktadır. Testte 1122 Hz’lik yüksek frekanslı (Y) ve 880 Hz’lik alçak frekanslı (A) iki ses üçlü kombinasyonda sunulur. Bu şekilde altı farklı uyarın kombinasyonu elde edilebilir. Bu kombinasyonlar “AAY, AYA, AAY, YAY, YAA, YYA” şeklinde oluşmaktadır. Üçlü kombinasyonlar sunulurken, uyarın süresi 150 ms ve uyarınlar arası süre 200 ms’dir. Testin uygulamasında bireyden, duyduğu ses örüntüsünü sözel olarak tarif etmesi istenir (Örneğin; alçak-alçak-yüksek). Test puanı, doğru tanımlanmış ses örüntülerinin yüzdesi şeklinde hesaplanmaktadır. Süre patern testi frekans patern testine benzer özelliktedir. Bu testte, bireyden uyarınların süresini tanımlaması istenir (kısa-uzun-uzun gibi). Süre patern testinde 1000 Hz frekansta uyarın süresi 250 ms (K) ve 500 ms (U) olacak şekilde iki farklı süredeki uyarının üçlü kombinasyonu kullanılır. Bu sayede “UUK, KKU, UKU, KUK, UKK, KUU” şeklinde altı kombinasyon elde edilir. Kombinasyonlarda uyarınlar arası süre 300 ms’dir. Her iki test için sunulacak uyarın şiddet seviyesinin test sonuçları üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda uyarın şiddetinin 20 dB SL ve 50 dB SL seviyelerinde elde edilen değerlerin benzer olduğu belirtilmiştir (Musiek, 1994).

#### **4.1.2. Temporal birleştirme (temporal integration/ summation)**

Temporal birleştirme zaman içinde veya kritik bir sureye kadar işitsel sistemin bilgi toplama kabiliyetini ifade eder. Bu beceri çok kısa sureli uyaranlar için sure ayırt etmek adına önemli bilgi sağlar. Temporal birleştirme eşik seviyesinin yakınında veya stunde işitsel uyaran sunularak llebilir (Rawool, 2007). Normal popülasyonda uyaran suresinin 200 ila 300 ms civarında olması en doğru şekilde temporal birleştirme eşiğinin belirlenmesini sağlar. Uyaran suresi ile elde edilen eşik arasında ters bir orantı soz konusudur. Örneğin normal işiten bireyde; uyaran suresi 200 ms de sunulduğunda elde edilen eşik, uyaran suresi 20 ms dşrldnde 10 dB artar. Bu ilişkiye “sure-şiddet değişim” fenomeni denir. Aynı fenomen şiddet için de geçerlidir. Eşik stu seviyelerde kısa bir sinyalin suresi artıkça ses daha yüksek olarak algılanır. Merkezi işitsel sinir tutulumu, saf ses gibi basit uyaranlar kullanıldığında elde edilen eşik seviyesini genellikle etkilemez (Musiek ve Chermak, 2015; Shinn, 2003).

Temporal birleştirme değerlendirilmesinde sbjektif ve objektif yöntemler kullanılabilir. Akustik refleks eşiği objektif yöntem olarak kullanılmaktadır. Sbjektif yöntem olarak da davranışsal eşikler kullanılmaktadır. Ne yazık ki günümüz odyometrelerinde kısa durasyonlu uyarıcılar kullanılamadığından temporal birleştirme sbjektif olarak değerlendirilememektedir (Musiek ve Chermak, 2015; Rawool, 2007).

#### **4.1.3. Temporal maskeleme (temporal masking)**

Temporal maskeleme başka bir uyaran varlığında bir hedef uyarının tespit eşiğindeki değişiklikleri ifade eder. Bu yetenek, yeterli sure ve şiddete sahip bir maskeleme tonu sunarak değerlendirilir. Maskeleme tonu hedef uyarandan önce (ileriye doğru maskeleme) ya da sonra (geriye doğru maskeleme) sunulabilir.

Temporal maskelemeyle ilgili çalışmalar 1950’lerin başına dayanmasına ve literatürde temporal maskelemenin etkileri açıkça gösterilmesine rağmen, bu temporal becerinin altında yatan mekanizmalar tam anlamıyla belirlenememiştir. Maske ve sinyal arasındaki zaman aralığı, maske seviyesi, maske suresi ve maske ile sinyal arasındaki akustik benzerlik dahil olmak üzere çeşitli parametreler temporal

maskeleme yeteneğini değerlendirmek için kullanılmıştır (Musiek ve Chermak, 2015). Temporal maskeleme değerlendirilirken ileriye doğru maskeleme, maskenin süresinden etkilenirken geri doğru maskeleme etkilenmemektedir. Maske ile sinyal arasındaki spektral ilişki maskeleme derecesini de etkilemektedir. Şöyle ki maske ile hedef uyaran benzer spektral özelliklere sahip olduğunda maskeleme daha fazla iken, spektral farklılıklar arttıkça maskeleme derecesi azalır (Elliott, 1967). Bilindiği gibi maskenin şiddeti arttıkça maskeleme derecesi artar. Literatürde maskenin derecesi ile maskeleme şiddeti arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin mevcut olduğu belirtilmiştir. Örneğin, maskeleme seviyesindeki 10 dB'lik bir artış yaklaşık 3 dB'lik bir eşik kaymasına neden olabilir (Gelfand, 2016).

#### **4.1.3. Temporal çözünürlük (temporal resolution/ discrimination)**

Temporal işlemlenin bir bileşeni olan temporal çözünürlük becerisi, bireyin iki işitsel uyaran arasında ayrım yapabildiği en kısa süreyi ifade eder. “Minimum İntegrasyon Süresi” ya da “Temporal İşitsel Keskinlik” terimleri literatürde temporal çözünürlük değerlendirmesi sonucunda elde edilen eşiği tanımlamak için kullanılmaktadır (Shinn, 2003). Başka bir ifade ile temporal çözünürlük işitsel sistemin zaman içinde bir ses uyarınının zarfındaki hızlı değişikliklere cevap verme yeteneğini ifade eder (Plack ve Viemeister, 1992).

Merkezi işitsel sinir sisteminde sıkıntı olan bireylerin boşlukları tespit etmek için daha uzun süreli boşluklara ihtiyaç duydukları belirlenmiştir (Bamiou ve ark., 2006; Musiek ve ark., 2005). Bu durum konuşmada hızla meydana gelen unsurları işlemede sıkıntı oluşturabilmektedir. Konuşma hızının yüksek olduğu koşulda kelime veya cümleler arasında daha küçük boşluklar vardır. Temporal çözünürlük kabiliyetinin zayıf olması küçük boşlukların algılanmasını zorlaştırabilir, bu da sesleri birbirinden ayırt etmeye engel oluşturur. Boşluk tanıma eşiğinin gürültüde konuşmayı anlama ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür (Feng ve ark., 2010; Glasberg ve Moore, 1988). Genelde günlük hayatta arka plan gürültüsünün şiddeti değişkendir. Gürültü şiddet seviyesinin daha düşük olduğu anlarda konuşmanın anlaşılması için gerekli bilgiler daha rahat anlaşılır. Temporal çözünürlük becerisi zayıf olan kişiler, arka plan gürültüsünün daha düşük olduğu koşulu avantaja dönüştüremeyebilirler.

Yaşlanma ile uyarının zamansal ipuçlarının işlenmesinde değişiklik olduğu bilinmektedir. Bu konuda yapılmış birçok çalışma yaşlanmanın temporal çözünürlüğü olumsuz etkilediğini göstermektedir (Cesur ve Derinsu, 2017; Fitzgibbons ve Gordon-Salant, 1994; Lister ve ark., 2002; Snell, 1997; Strouse ve ark., 1998).

#### **4.2. Temporal Çözünürlüğün Değerlendirilmesi**

Temporal çözünürlük kişinin işitsel uyarılar arasındaki zaman aralığını algılayabildiği ya da iki ses uyarısı arasında ayırım yapabildiği minimum süre olarak tanımlanır. Temporal çözünürlük değerlendirmesinde işitme sisteminin uyarının zamansal özelliğini çözümleme yeteneğinin alt sınırı belirlenir. Temporal çözünürlük çeşitli metodolojiler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu metotlar hem davranışsal hem de elektrofizyolojik yöntemleri içermektedir. Dikkat eksikliği ya da isteksizlik gibi durumların davranışsal olarak boşluk tanıma test sonuçlarını olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir (Cromwell ve ark., 2008). Bireye bağlı faktörleri ekarte eden bir çalışma gürültüde boşlukları (3, 6, 9 or 15 ms) oddball paradigması olarak kullanıp Mismatch Negativity (MMN) cevaplarının ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Sonuç olarak MMN cevabı katılımcıların birinde 6 ms’de, beşinde 9 ms’ de tespit edilebilmiştir. Boşluk süresinin 3 ms olduğu koşulda hiçbir katılımcıda MMN cevabı elde edilememiştir (Bertoli ve ark., 2001). Davranışsal ve elektrofizyolojik yöntemlerin ilişkisinin incelendiği çeşitli çalışmalar davranışsal ve elektrofizyolojik eşikler arasındaki korelasyonun her zaman güçlü olmadığını ortaya konmuştur. Özellikle yaşlı popülasyonda, davranışsal eşiklere kıyasla elektrofizyolojik eşiklerin daha büyük değerde olduğu belirlenmiştir (Bertoli ve ark., 2001; Bertoli ve ark., 2002; Poth ve ark., 2001; Werner ve ark., 2001).

Temporal çözünürlük eşiğinin belirlenmesinde kullanılan davranışsal yöntemlerden biri Temporal Modülasyon Transfer Fonksiyon (TMTF) testi, diğeri ise boşluk tanıma testleridir. Boşluk tanıma testleri çalışmanın ana konusunu oluşturduğundan ayrı bir bölümde detaylı incelenecektir.

Temporal modülasyon bir uyarının zaman içerisinde amplitüdündeki değişiklikleri ifade eder. Amplitüd modülasyonlu bir sinyal tariflenirken, modülasyon derinliği ve modülasyon oranı kullanılır. Modülasyon derinliği değişim derecesini

ifade etmektedir. Örneğin, sinyalin amplitüdü zaman içinde çok yüksek seviyeden çok düşük seviyeye değişirse, sinyalin daha büyük modülasyon derinliğine sahip olduğu kabul edilir. Modülasyon oranı ise değişikliğin gerçekleştiği hızı ifade eder. Mesela, sinyalin amplitüdü zaman içinde çok sık değişiyor ise modülasyon oranı yüksek olarak kabul edilir. Bir uyarının modüle edildiğini tespit etmek için uyarının minimum modülasyon derinliğine sahip olması yeterlidir. Aynı zamanda yüksek modülasyon oranına sahip sinyalleri tanımlayabilmek için modülasyon derinliğinin daha büyük olması gerekmektedir (Lorenzi ve ark., 2001; Viemeister, 1979). Temporal modülasyonu tespit etme yetenekleri zayıf olan bireyler, konuşmayı işlemede zorluk yaşayabilir. Çünkü konuşmada birçok ünsüz harf hızlı amplitüd değişikliklerine veya modülasyona sahiptir, ünsüz harflerin doğru algılanması için bu beceri önemlidir. Günlük yaşamda gürültü sürekli sabit şiddette bulunmaz. Uyarının temporal modülasyonunu tespit etme kabiliyeti iyi olan bireyler gürültünün dalgalandığı ve daha düşük gürültü şiddeti seviyelerinde konuşmayı anlamak için ipuçlarını yakalayabilir. Fakat temporal modülasyonu tespit etme yetenekleri zayıf olan bireyler, arka plan gürültüsünde konuşmayı anlayabilmek için gürültüdeki şiddet dalgalanmalarından yararlanamayabilir (Geffner ve Ross-Swain, 2013).

Temporal modülasyon transfer fonksiyon testinin uygulamasında taşıyıcı sese uygulanan sinüzoidal amplitüd modülasyonunun birey tarafından tespit edilmesi istenir. TMTF, genel anlamı ile modülasyon algılama eşiğini, modülasyon hızı ile ilişkilendiren bir fonksiyondur. Geniş bant uyarılar için düşük modülasyon oranı kullanıldığında modülasyon algılama eşiği değişiklik göstermez ve düşüktür. Modülasyon oranı yaklaşık 60 Hz'i aştığında ise eşiklerde oktav başına yaklaşık 3-4 dB' lik artma olur (Viemeister, 1979). TMTF değerlendirmesinde geniş bant uyarı kullanılabileceği gibi dar bant uyarılar da kullanılabilir. Ancak dar bant uyarı kullanımında, spektral ipuçların karışıklık yaratma potansiyeli nedeniyle değerlendirmede zorluklar ortaya çıkabilir (Kohlrausch ve ark., 2000; Strickland ve Viemeister, 1997). TMTF, hassasiyet ve kesim frekansı (cut off frequency) olmak üzere iki parametre ile tanımlanmaktadır. Temporal çözünürlüğün değerlendirilmesinde kullanılan TMTF ile boşluk tanıma testlerinin birbirine eşdeğer olup olmadığı konusunda literatürde fikir birliği yoktur. Bu konuda yapılmış bir çalışma TMTF'nin hassasiyeti ve kesim frekansı ile boşluk tanıma eşiği arasında bir

korelasyonun olmadığını (Shen, 2014), başka bir çalışma ise boşluk tanıma eşiği ile TMTF hassasiyeti arasında negatif bir ilişkinin olduğu ve kesim frekansının boşluk tanıma eşiği ile nispeten benzer olduğunu bulunmuştur (Formby ve Muir, 1988). Bir başka çalışmada ise sadece TMTF'nin hassasiyeti ile boşluk tanıma eşiği arasında korelasyonun olduğu belirtilmiştir (Shen ve Richards, 2013).

#### **4.2.3. Boşluk tanıma testleri**

İki uyaran art arda sunulurken iki uyaran arasında yeterli sürede boşluk bırakılması durumunda bu uyaranlar birbiri ardına gelen iki uyaran olarak algılanır. Boşluk tanıma testleri temelde bu prensip kullanılarak geliştirilmiştir (Leigh-Paffenroth ve Elangovan, 2011).

Phillips ve ark.'na göre, temporal çözünürlüğün değerlendirilmesinde davranışsal olarak en yaygın kullanılan yöntem boşluk tanıma testidir. Boşluk tanıma testleri kanal içi (within channel) ve kanallar arası (between/ across channel) olmak üzere iki prosedür kullanılarak uygulanabilir. Her iki prosedürde de boşluk ve akustik uyaran (gürültü, saf ses ton gibi) kullanılmaktadır. Kanal içi boşluk tanıma testinde spektral olarak benzer uyaranlar arasında boşluk sunulur. Başka bir deyişle, bu prosedürde boşluktan önce ve sonra aynı uyaran kullanılmaktadır. Kanallar arası prosedürde ise spektral olarak birbirinden farklı uyaranlar kullanılır (Phillips ve ark., 1997). Kanallar arası yöntemde uyaran olarak gürültü kullanıldığında, boşluğun öncesindeki gürültü ile sonrasındaki gürültü arasında yarım oktavlık fark vardır. Kanallar arası prosedürde birey birinci gürültünün bitişi ve ikinci gürültünün başlaması ile boşluğu saptarken, kanal içi prosedürde ise birey ikinci uyarınının başlangıcı ile boşluğu saptayabilmektedir (Lister ve ark., 2002).

Kanallar arası prosedür kullanılarak elde edilen temporal çözünürlük eşiği, kanal içi prosedüre kıyasla daha büyüktür (Leigh-Paffenroth ve Elangovan, 2011). İşitsel işleme bozukluğu olan ve olmayan çocuklarda yürütülmüş bir çalışma, boşluk tanıma testini kanallar arası ve kanal içi prosedürleri kullanarak değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda kanal içi prosedürde gruplar arası fark bulamazken, kanallar arası prosedürde gruplar arası farklılık olduğu belirlemiştir. Çalışma sonucunda işitsel işleme bozukluğu olan çocukların değerlendirmesinde

kanallar arası prosedürü kullanan boşluk tanıma testlerinin daha hassas olabileceği belirtilmiştir (Phillips ve ark., 2010).

Boşluk tanıma eşiğini belirleyebilmek için piyasada ulaşılabilir üç test vardır. Bunlar; Revize İşitsel Füzyon Testi (RİFT), Rastgele Boşluk Tanıma Testi (RBTT) ve GBT testidir. Temporal çözünürlük işitme eşik seviyesinde kötüleşeceğinden tüm testler rahat dinleme seviyesinde uygulanmaktadır. Bununla birlikte kulağa özgü veri elde edilirken, bir kulağa sunulan uyaran seviyesinin diğer kulaktan duyulamayacak seviyede tutulmasına özen gösterilmelidir (Geffner ve Ross-Swain, 2013). Hem RBTT hem de GBT testi kanal içi paradigmayı kullanmaktadır (Fulton ve Lister, 2016).

Revize işitsel füzyon testi McCrosky ve Keith tarafından geliştirilmiştir. RİFT testinde 250 Hz ile 4000 Hz frekanslar arasında ton burst uyaran çiftlerini kullanılmaktadır. Uyaran çiftleri arasındaki boşluk 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 ms arasında değişmektedir. RİFT değerlendirmesinde uyaranlar arası boşluk, ilk önce 0 ms' den 40 ms' e doğru artmakta sonrasında 40 ms' den 0 ms' e doğru azalmaktadır. Bireyden duyduğu sesin bir tane mi yoksa iki tane mi olduğunu sözel olarak belirtmesi istenir. Bu testte bireyin, sunulan iki uyaranı tek bir uyaran gibi algıladığı en küçük boşluk süresi belirlenir. Test uygulamasında artan ve azalan prosedür ile elde edilen füzyon noktalarının ortalaması, değerlendirilen frekans için işitsel füzyon eşiğini belirler. RİFT' de birey en uzun boşluk süresi olan 40 ms' de duyduğu sesin tek uyaran olduğunu belirtirse, uyaranlar arası boşluğu 10 ms artışlar ile 300 ms' e kadar artırmaya olanak sağlayan alt testler bulunmaktadır (Geffner ve Ross-Swain, 2013).

Rastgele boşluk tanıma testi RİFT' ye kıyasla daha kısa sürede uygulanan bir versiyonu olarak Keith tarafından geliştirilmiştir. RBTT testinde 500 Hz ile 4000 Hz arasında değişen frekanslarda 1 ms' lik beyaz gürültü (klik uyara) ve 15 ms' lik ton burst uyaran çiftleri kullanılır. Uyaranlar arası boşluk rastgele sırayla 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 ms arasında değişmektedir. Bu testte bireyden sözel ya da motor olarak (parmakla gösterme gibi) duyduğu sesin bir tane mi yoksa iki tane mi olduğunu belirtmesi istenir. Test sonucunda boşluk tanıma eşiği belirlenirken, deneğin iki uyaranı ayrı ayrı algılayabildiği en küçük boşluk tespit edilir. RBTT' nin uyaranlar arası boşluk süresinin 300 ms kadar çıkarılabilen genişletilmiş bir versiyonu da mevcuttur (Geffner ve Ross-Swain, 2013). RBTT de uyaran seviyesi 55 dB HL olup

binaural sunulmaktadır. Tonal uyaran için normatif değer frekans cevabına göre 6 ile 7.8 ms arasında değişmektedir (Chermak ve Musiek, 2013). Klik uyaran için normatif verinin frekans cevabına göre 6, 03 ms ile 7, 25 ms arasında değiştiği ve ortalama eşiğin 6, 43 ms' e olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışma tonal ya da klinik uyaran kullanımında elde edilen eşiklerin benzer olduğunu da belirtmiştir (Sousa ve ark., 2012).

Musiek, yaş gruplarındaki değişkenliklerden ve periferik işitme fonksiyonlarından daha az etkilenmesinden dolayı boşluk tanıma testlerinde uyaran olarak geniş bant gürültü kullanımının en iyi yöntem olduğunu belirtmiştir. Temporal çözünürlük değerlendirmesinde kullanılabilecek bir test olan GBT testi bu görüşe inanan Musiek ve ark. tarafından geliştirilmiştir. Test 6 saniyelik geniş bant gürültü segmentlerinden oluşmaktadır. Bu segmentlerden oluşturulmuş serilerde 0 ila 3 adet arasında değişen boşluklar mevcuttur. Yani gürültünün içerisinde bazen hiç boşluk bulunmaz, bazen en fazla 3 tane boşluk vardır. Boşlukların süresi 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 ve 20 ms arasında değişmekte olup, bir testte her boşluk süresi 6 kez sunulur. Değerlendirmede birey bir testte farklı sürelerde 60 tane boşluk duyar. Yazılım aracılığı ile uygulanan GBT testinde boşlukların süresi ve yeri tesadüfiye benzer şekilde dağıtılmıştır. Boşluk tanıma testleri içerisinde GBT testinin diğer testlere göre üstünlüğü uygulanabilir dört listesinin olmasıdır. Bu durum istenilirse bir kişiyi aynı seansta dört kez değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Testin uygulamasında denekten gürültü içerisinde boşluk duydukları anda düğmeye basması gibi motor bir cevap vermesi istenmektedir. GBT testi değerlendirmesi sonucunda “yaklaşık eşik” ve “doğru cevap yüzdesi” olmak üzere iki sonuç elde edilmektedir. Yaklaşık eşik, altı kez sunulmuş aynı süredeki boşluklardan en az dördünün doğru tanımlandığı seviye olup, en küçük boşluk süresini belirtmektedir. Doğru cevap yüzdesi, toplam boşluk sayısına göre doğru yanıtların yüzdesi şeklinde hesaplanmaktadır. Merkezi işitsel sinir sistemi lezyonları için GBT testinden elde edilen yaklaşık eşik %94 spesifiteye, %67 sensitiviteye, doğru cevap yüzdesi ise %100 spesifiteye, %44 sensitiviteye sahip bir testtir. Her iki GBT test sonucu arasında duyarlık bakımından fark mevcuttur. Bununla birlikte en iyi klinik yaklaşıma ilişkin GBT testinden elde edilen sonucun seçiminde kesin bir öneri için ek araştırmalara ihtiyaç olduğu da belirtilmiştir. GBT testinin ortalama eşikleri geleneksel psikoakustik boşluk tanıma test sonuçlarından biraz daha

uzundur. GBT testi için ortalama yaklaşık eşikleri sol ve sağ kulaklar için sırasıyla 4, 8 ve 4, 9 ms'dir. (Musiek ve ark., 2005). Shinn ve ark. tarafından GBT testinin pediatrik grup içinde normatif değerleri belirlenmiştir. Aynı çalışma 7 ile 18 yaş arası çocuklarda matürasyonun sonuçları olumsuz etkilemediğini, yedi yaşındaki bir çocuğun yetişkinlerle aynı performansı sergilediğini belirtilmiştir (Shinn ve ark., 2009). GBT testinin uygulamasında uyaran şiddet seviyesi saf ses işitme eşik ortalaması baz alınarak 30 ile 50 dB SL arasında sunulduğunda en iyi performansın elde edildiği bildirilmiştir (Weihsing ve ark., 2007). GBT testi kullanılarak disleksi problemi olan ve olmayan çocuklarda yürütülmüş bir çalışma, disleksi problemi olan çocukların boşluk tanıma performansının önemli derecede düşük olduğunu belirlenmiştir (Zaidan ve Baran, 2013). Aşağıdaki tabloda piyasada ulaşılabilir boşluk tanıma testlerinin genel özellikleri karşılaştırmalı olarak özetlenmiştir.

Tablo 1. Boşluk tanıma testleri

|                               | <b>RİFT</b>                           | <b>RBTT</b>                                | <b>GBT</b>                           |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Geliştiren</b>             | McCroskey& Keith                      | Keith                                      | Musiek                               |
| <b>Prosedür</b>               | Birleştirme                           | Boşluk tanıma                              | Boşluk tanıma                        |
| <b>Uyaran</b>                 | Ton çifti                             | Ton ve klik çifti                          | Gürültüde boşluk                     |
| <b>Boşluk Süresi Aralığı</b>  | 2-300 ms                              | 2-40/300 ms                                | 2-20 ms                              |
| <b>En küçük boşluk süresi</b> | 2 ms                                  | 2 ms                                       | 2 ms                                 |
| <b>Cevap şekli</b>            | Sözel                                 | Sözel/ motor                               | Motor                                |
| <b>Ölçülen unsur</b>          | Tek ton olarak algılanan en kısa süre | İki ton/klik olarak algılanan en kısa süre | Boşluk olarak algılanan en kısa süre |
| <b>Test liste sayısı</b>      | 1                                     | 1                                          | 4                                    |

#### 4.3. Binaural İşitme

Binaural işitme terimi, her iki kulaktan alınan işitsel bilginin işitsel sistemde işlenişi anlamına gelmektedir. Monaural işitmeye kıyasla binaural işitme günlük hayatta belirgin avantajlar sunmaktadır. Binaural işitme genellikle işitsel sistemin işitsel uyaranının tanınması, bulunması ve lokalizasyonu ile ilişki görevleri sağlamak için gereklidir. Aynı zamanda gürültü varlığında hedef uyaranın belirli özelliklerini

ayırt ederek tespit etmek içinde binaural işitme gereklidir. İşitme kayıplı bireylerin seslerin uzaysal algısı ve rakip uyaran varlığında hedef konuşmayı anlamada zorlandıkları bilinmektedir (Best ve ark., 2009; Mackersie ve ark., 2001; Marrone ve ark., 2008).

İki kulağımızın olması ve baştaki pozisyonuna bağlı olarak ses kaynağının konumu belirlenirken iki ipucunun işitsel sistem tarafından kullanılmasını sağlar. Birincisi, sesin iki kulağa gelmesi arasındaki zaman farkı, ikincisi ise iki kulak arasındaki ses şiddet farklılığıdır. Akustik uyarının her iki kulağa ulaşma süresi arasındaki farklılığa kulaklar arası zaman farklılığı, şiddet bazında azalıp farklı seviyelerde ulaşmasına da kulaklar arası şiddet farklılığı olarak isimlendirilir. Bu iki kabiliyet uyarının frekansına bağlıdır. Bu bağımlılık kafa boyutunun uzunluğu ile yani başın gölge etkisi ile ilişkilidir. Alçak frekansların dalga boyunun kafanın boyutundan daha uzun olması başın gölge etkisinden daha az etkilenmesine, yüksek frekansların dalga boyunun daha kısa olması ise daha çok etkilenmesine neden olur. Lord Rayleigh'in ikili teorisi horizontal düzlemdeki sesin konumunun belirlenmesinde, frekansa göre işitsel sistemin iki kulak arasındaki zaman farklılık ipuçlarından, şiddet farklılık ipuçlarına geçme ihtiyacını açıklamak için ortaya konulmuştur. Buna göre alçak frekanslar için kulaklar arası zaman farklılığı önemliyken, yüksek frekanslar için kulaklar arası şiddet farklılığı daha çok önem teşkil etmektedir (Braasch, 2005). Vertikal düzlemde sesin konumunun belirlenmesi daha zorlu bir görevdir. Bu düzlemde ses kaynağının konumu belirlenirken işitme sistemi, sesin kafa ve kulaklarla etkileşiminden kaynaklı kulak zarına ulaşan sesin şiddeti ve fazındaki frekansa özgü değişiklikleri kullanır. Kulak kepçesi ve konkası tarafından meydana gelen spektral değişiklik ipuçları aynı zamanda vertikal düzlemde sesin yüksekliğini belirlemek içinde kullanılmaktadır (Grothe ve ark., 2010). Normal işitmesi olan bireylerde dahi vertikal düzlemde spektral açıdan yetersiz bir ses kaynağının lokalizasyonunda zorluklar yaşanabilir. İşitme kayıplı bireylerde ise genellikle işitme kaybının yüksek frekans bölgesinde olması bu kabiliyeti kullanılamaz hale getirir (Avan ve ark., 2015). Çoğunlukla işitme kayıplı bireylerin öncelikli şikayetleri içerisinde ses lokalizasyon problemi yer almasa da, konu ile ilgili spesifik soru sorulduğunda özellikle çok ileri derecede işitme kaybı olan hastaların ses lokalizasyon sorunu nedeni ile karşılaştıkları problemler ortaya çıkmaktadır (Byrne ve

Noble, 1998). Alçak frekanslarda sensörinöral işitme kaybı arttıkça horizontal düzlemde ses lokalizasyon yeteneği kötüleşmektedir (Noble ve ark., 1994; Noble ve ark., 1997).

Binaural işitmenin bir avantajı da gürültü gibi rakip seslerin var olduğu koşulda hedef uyarının duyarlılığının artırılma becerisidir. İnsanların bir kulaktan işitmeye kıyasla iki kulakla işitme ile konuşmayı daha kolay anlayabilmesinin üç nedeni vardır. Bu nedenlerden biri akustik bir fenomen olan başın difraksiyon etkisi (head diffraction effects), bir diğeri literatürde farklı terimler ile de yer alan binaural bastırma (binaural squelch) ve son olarak binaural birleştirmedir ( binaural sumation) (Dillon, 2012). Başın difraksiyon etkisi basitçe rakip uyarın ile hedef uyarının farklı konumda olduğu koşulda sinyal- gürültü oranını artırması bakımından avantaj sağlar. Rakip uyarana uzak olan kulakta sinyal gürültü oranı başın etkisi ile yakın olan kulağa kıyasla daha fazladır. Başın difraksiyon etkisi ile iki kulak arasında sinyal gürültü oranının 15 dB' den daha fazla olabileceği gibi ses kaynaklarının konumu ve frekans spektrumuna bağlı olarak bu oranın yaklaşık birkaç dB civarında da değişebileceği belirtilmiştir (Avan ve ark., 2015). Başın difraksiyon etkisi akustik bir olay olmasından kaynaklı hem işitme kayıplı hem de normal işiten bireylerde sinyal gürültü oranı açısından değişimler aynı olmaktadır. Bununla birlikte işitme kaybının derecesi ve konfigürasyonu bu akustik fenomenin kullanımını etkilemektedir. Yüksek frekanslara doğru ani düşüş olan işitme kayıplıların normal işitenlere kıyasla başın difraksiyon etkisinden daha az yararlandığı ve alçak frekans bilgisine daha bağımlı olduğu belirtilmiştir (Dubno ve ark., 2002). Binaural bastırma merkezi işitsel sistemin her iki kulağa gelen sinyaller arasındaki farklılıklardan yararlanmasına dayanır. Binaural bastırma terimi literatürde “binaural masking level difference”, “binaural release from masking”, “binaural unmasking” şeklinde de yer almaktadır. Binaural bastırma horizontal düzlemde rakip uyarın ile hedef uyarının fiziksel olarak ayrı konumlarda olduğu koşulda, her iki kulağa farklı girdilerin ulaşması ile meydana gelir. Bu koşul gürültüde daha iyi anlamak için merkezi işitsel sisteme sinyal- gürültü oranı iyi olan ve olamayan kulaklar arasındaki zamanlama, amplitüd ve spektral farklılıkları kıyaslama fırsatı sunar (Basura ve ark., 2009; Dillon, 2012). Binaural birleştirme binaural bastırma gibi merkezi işitsel sistemin bir sonucudur. Her iki kulağa benzer bir sinyal verildiğinde algılanan ses, her bir kulağa tek başına sunulan duruma kıyasla

daha yüksek olarak algılanır. Algısal olarak gürülüğün artması binaural birleştirme olarak belirtilir. Bu terim literatürde binaural fazlalık (binaural redundancy) olarak da yer almaktadır. Binaural birleştirme işitmede 3 dB' lik bir avantaj sağlamaktadır (Dillon, 2012; Gelfand, 2018).

#### 4.4. Konuşma Algısı

İnsanların iletişimde konuşma ve konuşulanı anlama önemli bir unsurdur. Karmaşık sesler bütünü olarak tanımlayabileceğimiz konuşmayı özellikle gürültülü ortamlarda anlamaya ait mekanizma henüz tam olarak bilinmemektedir. Konuşma hem fonetik özelliklere (artikülasyon) hem de perde (pitch), tını (timbre) ve zamanlama (timing) gibi akustik özelliklere sahiptir (Yost, 2000). Zamanlama konuşma uyarının süreye dayalı örüntüsünün, perde ise uyarının temel frekansının algısal olarak ifadesini anlatmaktadır. Sesin kalitesi başka bir değiş ile tınısı aynı gürülük ve perdeye sahip iki sesin farklı olduğunu ayırt edebilmek. Bir sesin tınısı (veya kalitesi) aynı gürülük ve perdeye sahip iki sesin farklı olduğuna karar vermesi açısından işitsel hassasiyeti tanımlar (Cutler, 2005). Rosen konuşmanın akustik yapısını zamansal özellikleri açısından incelediği çalışmada; konuşmanın temporal zarf (temporal envelope), periyodiklik ve hassas yapı (fine structure) şeklinde üç özelliği olduğunu belirtmiştir. Temporal zarf özelliği gürülük, zamanlama, uyarının yükselme ve alçalmasını içermektedir. Periyodiklik periyodik olan ve olmayan seslerin dalgalanmasından kaynaklanır ve konuşmanın perdesi, melodisi, tonlaması ile ilgilidir. Hassas yapının ise tını yani sesin kalitesi ile ilgili olduğunu belirtilmiştir (Rosen, 1992). Beynin sol hemisferinin konuşmanın hızlı zamansal özelliklerinin işlenmesi için, sağ hemisferin ise konuşmanın perde algısı gibi spektral özelliklerinin işlenmesi için özelleşmiş olduğu düşünülmektedir (Zatorre ve ark., 2002).

Evans'a göre konuşmayı işlerken kulağın en az üç görevi vardır. Birincisi karmaşık konuşma sesini kendi frekanslarına bölmektir. Bunu yaparken konuşmanın belirleyici perde frekansı, farklı konuşma seslerini ayırt etmeye olanak sağlar. İkinci görevi, özellikle zayıf sinyal- gürültü oranına sahip dinleme koşulunda frekans bileşenlerinin spektral ve temporal kontrastlarını artırmaktır. Üçüncüsü ise,

konuşmanın temporal ve tonotopik ipuçlarını belirleyerek davranışsal anlamlı konuşma ipuçlarını çıkarmaktır (Evans, 1992). Benzer şekilde, işitsel yolun ötesinde, konuşma seslerinin işlenmesinde yer alan temel hususlar arasında karakteristik frekans, tonotopik özellik, lineer olmayan supresyon ve nöronal aktivitenin faza kilitlenme özelliği bulunur (Moore ve ark., 2008)

#### **4.4.1. Gürültüde konuşma algısı**

Kişinin konuşmayı anlaması, konuşmanın şiddet seviyesine bağlı olduğu kadar arka plan gürültü seviyesine de bağlıdır. Sinyal gürültü oranı olarak belirtilen bu ilişkide gürültüye kıyasla konuşma sinyali şiddetinin artması gürültüde konuşmayı anlama becerisinde avantaj sağlar. İşitme kaybı olan bireylerde gürültü varlığında konuşmayı anlama en zorlayıcı koşuldur. Bununla birlikte normal işitmeye sahip olmasına rağmen işitsel işleme bozukluğu, öğrenme güçlüğü, dikkat eksikliği, hiperaktivite bozukluğu gibi problemleri olan bireylerde ve aynı zamanda yaşlılarda da gürültüde konuşmayı anlama sıkıntısının olduğu bildirilmiştir (Anderson ve ark., 2010; Bogardus Jr ve ark., 2003; Souza ve ark., 2007; Warrier ve ark., 2004).

Konuşmanın temel frekansı gürültüde konuşmayı anlama için önemli bir faktördür. Çünkü konuşma bileşenleri, frekans boyunca ve zaman içinde gruplandırılarak konuşmanın tanımlanmasına yardımcı olur (Assmann ve Summerfield, 2004; Stickney ve ark., 2007; Summers ve Leek, 1998). Gürültü varlığında dinleyici konuşmanın temel frekansını ve buna ek olarak konuşmanın perdesini ve formatını da kullanmaktadır (Baumann ve Belin, 2010).

Gürültüde konuşmayı anlama üzerine yapılmış bir derleme, birbirleri ile ilişkili beş mekanizmanın bu süreçte etkili olabileceğinden bahsetmiştir. Bu mekanizmalardan ilki nöral kodlama ve kod çözme kabiliyetidir. Gürültü, konuşma uyarısına cevaben oluşan nöronların sayısını ve senkronizasyonunu azaltacağından, konuşmanın işe yarar şiddet seviyesini azaltmaya benzer bir etkiye neden olur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için sağlam nörolojik fonksiyonun gerekliliğini anlatılmaktadır. İkinci mekanizma perde algısı olup gürültüde konuşmayı anlamada önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Üçüncü mekanizma, zamanda asimetrik örneklem olarak isimlendirilmiştir. Bu mekanizma, uyaran neticesinde oluşan her bir

hemisferde nöral aktivite asimetrisinin konuşma algısını kolaylaştıran temel biyolojik faktör olduğunu ifade eder. Gürültüde konuşma algısını etkileyen son iki mekanizmanın ise bilişsel beceri ve efferent sistem olduğu belirtilmiştir (Aarabi ve ark., 2016).

Efferent sistem, gürültülü ortamlarda konuşmanın işitsel işlenmesinde önemli bir rol oynar. Efferent fibriller afferent fibrillere oranla daha fazla sayıdadır. Efferent sistemin görevi şiddeti, netliği ve sinyal gürültü oranını artırmaktır (Gao ve Suga, 2000; Luo ve ark., 2008). Daha çok keşfedilen kaudal efferent sistemin lateral ve medial olmak üzere iki ana hattı mevcuttur. Lateral efferent yolun miyelinize olmayan lifleri çoğunlukla ipsilateral yolu izleyerek iç tüy hücrelerine yakın Tip 1 nöronlar ile sinaps yaparken, medial efferent yolun miyelinize lifleri çoğunlukla kontralateral yolu izleyerek dış tüy hücreleri ile sinaps yaparlar (Musiek ve Baran, 2018). Hayvan çalışmaları medial liflerden oluşan medial olivokoklear sistemin gürültüde işitme fonksiyonu ile ilgili rolünü açıklamaktadır. Yapılan bir çalışmada olivokoklear demette oluşturulan atrofinin gürültüde işitme fonksiyonunu zayıflattığını bildirilmiştir (Pickles ve Comis, 1973). Başka çalışmalar ise medial olivokoklear demetin gürültüdeki sinyallerin kodlamasını arttırdığını göstermiştir (Kawase ve Liberman, 1993; Winslow ve Sachs, 1988). Hayvan çalışmalarından elde edilen sonuçlar ışığında insan çalışmaları, medial olivokoklear sistemin arka plan gürültüsü varlığında konuşma anlaşılabilirliğini artırabileceğini ortaya koymuştur (Brown ve ark., 2010; Kumar ve Vanaja, 2004). İpsilateral gürültü varlığında kontralateral akustik uyarıların konuşmayı tanıma skoru üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada, kontralateral akustik uyarıların, ipsilateral sinyal / gürültü oranı +10 ve +15 dB aralığında olduğunda konuşma algısını arttırdığını bulmuşlardır. Bu artış otoakustik emisyon cevaplarının kontralateral baskılanması ile anlamlı pozitif korelasyon göstermiştir (Kumar ve Vanaja, 2004). Efferent olivokoklear yapının gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine etkisini araştırmak için kokleanın bilgisayar modelleme yöntemini kullanan çalışmalar da sisteme medial olivokoklear etkinin eklenmesinin arka plan gürültüsünde konuşmanın tanınmasını iyileştirdiğini belirtmişlerdir (Brown ve ark., 2010; Messing ve ark., 2009). Elde edilen bu sonuçlar medial olivokoklear yapının insanlarda gürültüde konuşmayı anlamayı nasıl iyileştirebileceğini gösteren kanıtlardır

Günlük hayattaki iletişimde konuşma bazen gereğinden fazla, çokça bilgi içerebilir. Dinleyici gürültüyle maskelenmiş konuşmayı anlamaya çalışırken, bireyin sahip olduğu bilgi ve deneyimler konuşmadaki boşlukları doldurmasına yardımcı olur. Bu olay konuşmanın akustik özelliklerinin hiyerarşik olarak alt kısımda, dilsel ve bilişsel özelliklerinin ise üst kısmında olduğu yukarıdan aşağıya yönelimli mekanizmalar (top-down schema-driven mechanisms) teorisine dayanmaktadır. Bregman tarafından önerilen teori, duyuşsal verileri zihinsel temsillerinden ayrı olarak gruplandırma ve sınıflandırma olarak tanımlanan işitsel olay analizini (auditory scene analysis) ifade eder. İşitsel olay analizinin hem ilkel (aşağıdan yukarıya) hem de bilgiye dayalı (yukarıdan aşağı) yönleri vardır. İlkel yön duyuşsal girdinin akustik yapısı tarafından sağlanan ipuçlarına dayanırken, bilgiye dayalı yönü ise bilinç, dikkat gerektiren veya belirli ses sınıflarıyla geçmiş deneyime dayanan süreçleri anlatmaktadır (Bregman, 1994). Benzer şekilde Baddeley dikkat, merkezi yürütme, seslendirme döngüsü ve görsel kopyalama olmak üzere dört bileşenli modeli, konuşmanın çalışma belleği için önermiştir (Baddeley, 1992). Dikkat bileşeninin işitsel işleme ve dinleme için önemli olduğu ön görülmektedir (Moore, 2012). Dikkat, aşağıdan yukarıya (tüylü hücrelerden talamokortikal yolla işitsel kortekse) ve yukarıdan aşağıya (korteksten kortikotalamik yolla tüylü hücrelere) doğru uyarı akışını güçlendiren ve geri bildirim yolu ile en üst seviyeye çıkaran birden fazla işitsel yol içerir (Wood ve Cowan, 1995).

Gürültülü ortamlarda dudak okumanın işitmeyi artırdığını kanıtlayan çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışma 15 dB' lik sinyal gürültü oranı varlığında görsel ipuçlarının gürültüde konuşmanın anlaşılmasına katkı sağladığını göstermiştir (Sumby ve Pollack, 1954). McGurk gördüğümüz şeyin duyduğumuzu etkilediğini ve bunun henüz konuşma becerisi geliştirmemiş 6 aylık bebeklerde bile gözlendiğini belirtmiştir (McGurk ve MacDonald, 1976). Bu görsel işitsel işleme sürecinde dikkat önemli bir unsurdur (Alsius ve ark., 2005).

Nörolojik görüntüleme yöntemlerinden fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ve pozitron emisyon tomografisi, konuşma işlemlenmesi sırasında nöral beyin aktiviteleri hakkındaki bilgilere katkı sağlamışlardır. Pozitron emisyon tomografisi kullanılarak sessizlikte, konuşma uyarısında, gürültüde ve gürültüde konuşma uyarısında olmak üzere dört koşulda kortikal değişiklikleri inceleyen bir

Çalışma sonucunda temporal girusun superior ve orta kısım alanları ile girus precentralis alanın aktive olduğunu gösterilmiştir. Gürültü ve gürültüde konuşmanın olduğu uyarı koşullarında bu alanlara ek olarak medial frontal alan, serebellar alanlar ve talamus bölgesinde de aktivasyonun olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç gürültülü ortamlarda dinlemenin sadece bilinen işitsel yolla sınırlı olmadığını, bilişsel ve dikkat gerektiren serebral alanlar ile de ilişkili karmaşık işitsel bir görev olduğunu göstermektedir (Salvi ve ark., 2002). Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme kullanılarak yetişkin katılımcılarda gürültü seviyesi sabit tutularak farklı şiddetlerde konuşma uyarını ile yapılan çalışma sonucunda, konuşmanın anlaşılır olduğu seviyelerde sol temporal bölge dominant olmak üzere sol frontal korteks ve oksipital kortekste aktivasyon kaydedilmiştir. Bu çalışmanın ilginç bulgusu ise düşük sinyal-gürültü seviyesinde anlaşılmaz konuşma uyarını sunulduğunda Broca'nın 44. alanında aktivasyonun olduğunu gözlenmesidir. Yazarlar bu aktivasyonun, konuşmayı tanımlamayı kolaylaştırmak için yukarıdan aşağıya yönelimli mekanizmanın tetiklenmesi sonucunda olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. (Zekveld ve ark., 2006). Ana dili İngilizce olan 20 katılımcıda yürütülen bir çalışmada dört farklı işitsel uyarın kullanılmıştır. Bunlar; net konuşma cmleri (anlaşılır), gürültüde seslendirilmiş konuşma (anlaşılabilir), spektral olarak dönüştürülmüş konuşma (anlaşılmaz) ve gürültü olarak dönüştürülmüş konuşma (anlaşılmaz) uyarınlardır. Bu koşullar sırasında, aktivasyonun büyük ölçüde her iki hemisferin lateral superior temporal korteksinde olduğunu kaydetmiştir. Aynı zamanda bilateral olarak superior temporal sulkus ve superior temporal girusun hem anterior hem de posterior kısımlarında da aktivasyon olduğunu belirlemişlerdir. Benzer uyarınlar ile yapılmış önceki çalışmalarda bilateral aktivasyon kaydedilmezken bu çalışmada kaydedilmesini, yazarlar çalışmanın katılımcı sayısının büyük olması ile açıklamışlardır. (Okada ve ark., 2010). Ana dili İngilizce olan 13 katılımcıda yürütülmüş başka bir çalışma -5 ile 0 dB arasında altı sinyal-gürültü oranı seviyesinde mantıklı ama gramer yapısı bozuk cmlerler kullanılmıştır. Bu çalışmanın literatüre katkısı, gramer yapısı bozuk cmlerlerin kavranması sırasında anterior temporal ve inferior frontal bölgelerde aktivasyonun olduğu ve temporal lobun anterior-lateral, posterior-lateral ve medial bölgelerinin cümle tipi ve anlaşılabilirliği arasında farklı etkileşimlerin olduğunu göstermesidir (Davis ve ark., 2011). Sağ elini kullanan ana

dili İngilizce olan 19-27 yaş aralığında değişen bireylerin dahil olduğu başka bir çalışmada görüntüleme cihazının ses artefağından kaçınmak için konuşma uyarını sunulduğunda tarayıcı kapatılıp aralıklı görüntüleme yapılmıştır. Çalışmada uyaran olarak işitsel ve görsel çeldirici varlığında cümleler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda superior temporal sulkusda bilateral aktivasyonun olduğu ve cümle anlaşılabilirliği ile ilişki olduğu bulunmuştur. Ayrıca cümlenin net anlaşılabilir olduğu duruma göre, anlaşılabilirliğin bozulduğu koşulda sol inferior frontal girus’da aktivasyonun olduğu ve bu sonuca göre beynin daha üst bölgelerinin de devreye girerek konuşmanın işlemlerini arttırdığı öne sürülmüştür (Wild ve ark., 2012).

Literatürde yer alan nöro-radyolojik görüntüleme çalışmalarında bazı farklı sonuçların olmasının temel nedeni metodolojinin farklı olmasından kaynaklı olabilir. Bu farklılıklardan birincisi kullanılan uyaran farklılığı (kelime, cümle, anlaşılır konuşma, tanıdık olmayan konuşma gibi), diğeri maskeleme gürültüsünün tipidir (beyaz gürültü, rakip cümle, çoklu konuşmacı kaynaklı gürültü gibi). Güncel çalışmaları önceki çalışmalarla kıyasladığımızda da katılımcı sayısının önceki çalışmalarda az oluşu dikkat çekmektedir. Aynı zamanda fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme cihazının genel gürültüsünün çalışmada bertaraf edilip edilmediği de açıkça önceki çalışmalarda belirtilmemiştir. Çalışmalarda yöntem farklılıkları sonuçların yorumlanmasında sınırlılık oluşturmalarına rağmen, genel kanaat temporal lobun gürültüde konuşmayı anlama işlemi ile tutarlı bir şekilde aktive olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte dominant olan kısmın tek hemisfer mi yoksa bilateral hemisfer mi olduğu konusu net değildir. Özellikle uyaran zorlaştırıldığında, beynin frontal ve parietal gibi diğer alanlarında da aktivasyon kaydedilmiştir. Bu sonuç gürültüde konuşmayı anlamada sadece işitsel işleme değil bilişsel kaynaklarında devreye girdiğini göstermektedir.

Konuyu özetlemek gerekirse gürültüde konuşmayı anlama henüz tam olarak bilinmeyen, işitsel, dilsel, bilişsel ve görsel bileşenler gibi çok sayıda beyin aktivitesini içeren karmaşık ve çok modlu işlem gerektirir. Gürültüde konuşmayı anlama mekanizmaları hakkında kesin bilginin sağlanması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu söylemek mümkündür.

#### 4.4.2. Gürültüde konuşmayı anlamamanın değerlendirilmesi

Gürültüde konuşmayı anlamak sadece işitme kaybı olan bireyler için değil, normal işitmeye sahip bireyler için de zaman zaman zorlayıcı bir durum olabilir. İnsanlar günlük yaşamda zorlu dinleme koşullarıyla karşı karşıya kalırlar. Konuşmanın anlaşılabilirliği, sessiz kabinlerde konuşma odyometresi ile ölçülebilir. Ancak bu testlerden elde edilen sonuçlar bireyin arka plan gürültüsü varlığında yaşadığı sorunları açıklamaya yetmez. Bireyin işitme eşiklerinin normal sınırlarda olması gürültü varlığında konuşmayı anlama güçlüğü olmadığını göstermez. Yapılan çalışmalar normal sınırlarda saf ses işitme eşiğine sahip bireylerin de gürültüde konuşmayı anlama zorluğu yaşayabildiğini göstermiştir (Stephens ve ark., 2003; Tremblay ve ark., 2015). Gürültüde konuşma testleri, işitme kaybı olsun ya da olmasın gürültülü ortamlarda dinleme güçlüğünden şikayet eden tüm hastaların odyolojik değerlendirmesine dahil edilmelidir (Wilson ve McArdle, 2005). Bu testler, gürültülü ortamlarda yaşanan zorluğu tamamen olmasa da bir ölçüde değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (Spyridakou ve ark., 2012). Gürültüde konuşma testlerinin önemi herkes tarafından kabul edilip bu anlamda birçok test geliştirilmesine rağmen günümüzde bu testler rutin odyolojik test bataryasının bir parçası olamamıştır. Wilson ve arkadaşlarına göre bu durumun birkaç nedeni vardır. Bu duruma yol açan nedenlerden biri 2003 yılına kadar cümle yerine kelimelerin sunulduğu, klinikte kullanılabilecek gürültüde konuşma testlerinin mevcut olmayışıdır. Diğer bir sıkıntı ise klinik uygulamada gürültüde konuşma testlerinin puanlamasından elde edilen sonuçların, hastaya danışmanlık verme aşamasında klinisyenin yaşadığı zorluktur. Başka bir problem ise gürültüde konuşma testlerinin zaman alıcı olmasıdır (Wilson ve ark., 2007). Rutin klinik uygulamada sıkıntılar mevcut olsa da bu testlerin kullanılması, merkezi işitsel sistemin genel bütünlüğünü ve işitme kaybına yönelik tercih edilen rehabilitasyon yönteminin sonuçlarını değerlendirme açısından avantaj sağlayacaktır.

Literatür incelendiğinde çeşitli gürültüde konuşma testlerinin olduğu görülmektedir. Bu testler genel anlamda kullanılan hedef uyaran, gürültünün tipi, gürültünün sunulma şekli gibi metot farklılıkları ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Hedef uyaran olarak tek heceli kelime kullanılan testlerden bazıları; “Speech Perception in Noise” test (Bilger ve ark., 1984), “Quick Speech in Noise” test (Killion

ve ark., 2004) ve “Word in Noise” testtir (Wilson, 2003). Hedef uyaran olarak cümle kullanan testlerden bazıları ise; “Hearing in Noise” test (Nilsson ve ark., 1994), “Listening in Spatialized Noise Sentence” test (Cameron ve Dillon, 2007) ve “Matrix Sentence” testidir (Hagerman, 1982). Gürültüde konuşma testleri içerisinde uyaran olarak cümle kullanan testlerin, gerçek hayattaki iletişimi daha iyi yansıtmaları açısından kelime kullanan testlere kıyasla daha çok tercih edildiği söylenebilir.

Cümle kullanan gürültüde konuşma testlerinden Matriks cümle testinin birçok dilde versiyonu vardır. Matriks cümle testinin Türkçe normalizasyonu Zokoll ve ark. (Zokoll ve ark., 2015) tarafından yapılmıştır. Bu test bireyin gürültüde konuşmayı anlama becerisini ölçmeye olanak sağlar. Normalizasyon çalışmasında testin dizaynı için Uluslararası Rehabilitatif Odyoloji Birliği tarafından önerilen tasarım kriterleri dikkate alınmıştır (Akeroyd ve ark., 2015), materyal seçimi ise Hagerman’ın cümle testine (Hagerman, 1982) dayanmaktadır. Testte kullanılan cümlelerin yapısı; özne+ sayı+ sıfat+ nesne+ fiil şeklinde düzenlenmiş olup Türkçe’de en sık kullanılan kelimelerden seçilmiştir. Türkçe Matriks Cümle (TMC) testi özel bir yazılım kullanılarak odyometre ile uygulanabilmektedir. Bu yazılım klinisyenin test parametrelerini değiştirmesine olanak sağlar. Gürültü, adaptif ve adaptif olmayan şekilde sunulabilir. Gürültüde konuşmayı anlama eşiği belirlenirken %50 oranı kullanılabileceği gibi, bu oranı %20 ve %80 arasında değiştirmek de mümkündür. Kullanılan ekipmana (kulaklık ya da hoparlör) bağlı olarak yazılım gürültü ve hedef konuşma uyaran seviyesini değiştirmeye imkân sağlar. Aynı zamanda testte kullanılacak cümle sayısı da 20 veya 30 olarak isteğe göre seçilebilir.

TMC testinin adaptif gürültü prosedüründe gürültü şiddet seviyesi 65 dB SPL’ de sabit tutularak ilk cümle 0 dB sinyal gürültü oranında sunulur. Sunulan beş kelimelik cümleden üçünün doğru tekrar edilmesi (%50 oran) halinde konuşma uyaranının şiddeti azaltılır, yanlış tekrar etmesi halinde uyaranın şiddeti artırılır. Verilen cevaba göre konuşma uyaranının şiddet değişimi otomatik olarak yazılım tarafından düzenlenir. Elli kelimelik listeden rastlantısal olarak seçilmiş gramer yapısı düzgün ama anlam olarak bozuk yaklaşık 100.000 farklı cümle oluşturması sayesinde aynı oturumda test tekrarına olanak sağlar. TMC testinin uygulamasında 20 cümlelik testin klinik değerlendirme için yeterli olduğu ve  $\pm 1$  dB aralığında ölçüm

hassasiyetine sahip olduğu belirtilmiştir (<https://www.mack-team.de/pdf/ht-internationalermatrixtest.pdf> Erişim tarihi: 8 Haziran 2022).



## 5. GEREÇ ve YÖNTEM

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından 8.12.2017 tarihinde 09.2017.556 protokol numarası ile onaylanan çalışmamız (Ek 1) Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ABD, Odyoloji Bilim Dalında yürütülmüştür. Çalışmanın hipotezlerinden biri bilateral işitme kaybı olan bireylerde bilateral işitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük performansı üzerine pozitif yönde katkısının var olduğudur. Diğer hipotez ise temporal çözünürlük ile gürültüde konuşmanın anlaşılması arasında pozitif bir ilişkinin var olduğudur.

Çalışma bireyleri 2014-2018 yılları arasında klinikte takip edilen hastalar arasından retrospektif olarak seçilmiştir. Bilateral simetrik hafiften orta dereceye kadar sensörinöral (S/N) işitme kaybı olan, 0,5- 4 kHz arası frekanslarda saf ses işitme eşik ortalaması 70 dB' i geçmeyen, işitme cihazı kullanan ve kullanmayan 18-65 yaş arası bireyler dosya taramasından belirlenmiştir. Dosya taraması yapılırken hikâye formunda geçirilmiş kulak cerrahisi öyküsü ya da tanılanmış nörolojik ve mental probleminin olmamasına dikkat edilmiştir. Belirlenen kişilere telefonla ulaşıp, çalışma içeriği anlatılarak kliniğe davet edilmiştir.

Kliniğe gelen katılımcılar, çalışmaya katılmaya gönüllü olduklarını beyan eden gönüllü onam formunu okuyup imzalamışlardır (Ek 2). Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan detaylı anamnez alınmıştır. Çalışma sırasında bireylerin orta kulak problemi, kulak cerrahisi öyküsü, nörolojik ve mental bir problemi olmadığı tekrar teyit edilmiştir. Katılımcıların değerlendirilmesinde kullanılan detaylı anamnez formu ekte sunulmuştur (Ek 3).

İşitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük üzerine etkisini detaylı bir şekilde değerlendirmek için çalışmamız üç grupta yürütülmüştür. Grupların sınıflandırması ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

**Grup SN;** Bilateral simetrik S/N işitme kaybı olup işitme cihazı kullanmayan bireyler

**Grup U;** Bilateral simetrik S/N işitme kaybı olup unilateral işitme cihazı kullanan bireyler

**Grup B;** Bilateral simetrik S/N işitme kaybı olup bilateral işitme cihazı kullanan bireyler

İşitme cihazı kullanan katılımcılar belirlenirken en az bir yıldır düzenli olarak kulak arkası tip modellerden işitme cihazı kullanan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. İşitme kayıplı grup için katılımcılar kesinlikle hiçbir zaman işitme cihazı kullanmayanlardan seçilmiştir.

Çalışmamız iki aşamada yürütülmüştür. Çalışmanın her iki aşamasında kullanılan tüm testler çift cidarlı sessiz kabinde Otometrics Madsen Astera (Natus Medical, Danimarka) klinik odyometre ile yapılmıştır. Test koşuluna bağlı olarak uyaranlar JBL Control One (JBL, Harman International ABD) hoparlör ve TDH-39 kulak üstü kulaklık aracılığıyla sunulmuştur.

Çalışmanın ilk aşamasında katılımcıların işitme eşiklerinin çalışma kriterlerine uygunluğu ve işitme cihazı kazançları doğrulanmıştır. İşitme cihazı kazancının düşük olduğu belirlenen kişilerin işitme cihazları güncel odyogramına göre gerçek kulak ölçümü yöntemi ile ayarlanmıştır. İşitme cihazı ayarlanmasından sonra işitme cihazlı eşikleri tekrar kontrol edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında katılımcıların temporal çözünürlük becerisi ve konuşmayı anlama performansı değerlendirilmiştir. İkinci aşamadaki değerlendirmeye başlanmadan önce katılımcıların işitsel algıları sözel sayı menzilli test ile mental durumları ise mini mental test ile belirlenmiştir. Sayı menzilli test, ileri sayım menzili ve geri sayım menzili olarak uygulanmıştır. Sayı menzilli testin her iki uygulamasında katılımcıya listedeki rakamlar birer saniye aralıklarla okunmuş, katılımcının rakamları tekrar etmesi istenmiştir. Bireyin iki kez yanlış tekrar ettiği sayı serisinden bir önceki seri menzil olarak belirlenmiştir. İleri sayım skoru 6'nın ve geri sayım skoru 4'ün altında olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Aynı zamanda katılımcılara uygulanan standardize mini mental testinin toplam puanı 24'ün altında olan katılımcılar da çalışma dışı bırakılmışlardır.

Temporal çözünürlüğün değerlendirilmesinde GBT testi, gürültüde konuşmayı alma eşiğinin belirlenmesinde TMC testi ve sessizlikte ayırt etme skorunun belirlenmesinde fonetik dengeli kelime listesi kullanılmıştır. Tüm testler katılımcıların

İşitme cihazı kullanıp kullanmamasına bağlı olarak dört koşulda gerçekleştirilmiştir. Bu koşullar aşağıda açıklanmıştır.

1. İşitme cihazsız sağ kulak ölçümleri
2. İşitme cihazsız sol kulak ölçümleri
3. İşitme cihazsız serbest saha ölçümleri
4. İşitme cihazlı serbest saha ölçümleri

Dördüncü koşul ölçümleri sadece işitme cihazı kullanan katılımcılardan unilateral veya bilateral işitme cihazı hastanın kulağında iken elde edilmiştir.

Katılımcıların günlük hayatlarında karşılaştıkları kompleks sesleri nasıl algıladıklarını sübjektif olarak değerlendirmek için Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi (KUIK) ölçeği kullanılmıştır (Ek 4). Kırk dokuz sorudan oluşan bu anketi katılımcılar kendileri okuyup, “0” ile “10” arasında puan vererek cevaplamışlardır. Genel KUIK skoru, katılımcıların tüm sorulara verdiği cevapların puan karşılığının toplanıp 49’a bölünmesi ile hesaplanmıştır. Ölçeğin konuşma algısı, uzaysal algı ve işitme kalitesini değerlendiren 3 alt skalasına ait skorlar da hesaplanmıştır. Konuşma algısını değerlendiren 14 soruya verilen puanların toplanıp 14’ e bölünmesi ile konuşma algı skoru, uzaysal algıyı değerlendiren sorulara verilen cevapların toplanıp 17’ e bölünmesi ile uzaysal algı skoru, işitme kalitesini değerlendiren sorulara verilen cevapların toplanıp 18’ e bölünmesi ile işitme kalitesi skoru elde edilmiştir.

Dahil edilme kriterlerini sağlayan 5 hasta GBT testine kooperasyon sağlayamadığından, 1 hasta sayı menzilli testten düşük puan aldığından ve 2 hasta da işitme cihazı kullanım süresi yeterli olmadığından çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışma dışı bırakılan bireylerin yerine yeni bireyler değerlendirilerek her bir grup için 20 katılımcı olacak şekilde 60 katılımcı değerlendirilmiştir.

### **5.1. İşitme Cihazlı ve Cihazsız İşitmenin Kontrolü**

Çalışmanın birinci aşamasında saf ses odyometrisi, konuşma odyometrisi, immitansmetrik değerlendirme ile katılımcıların işitme kaybı derecesi ve tipi belirlenmiştir. İmmittansmetrik değerlendirmede tip A timpanogram elde edilen bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Saf ses odyometrisinde ayrı ayrı her bir kulak için

hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri belirlenmiştir. Hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri arasında 10 dB ya da daha az aralık olanlar çalışmaya dahil edilmiştir. İşitme kaybı derecesi üç frekans (0,5- 2 kHz) hava yolu işitme eşikleri ortalaması hesaplanarak; normal (<26 dB), çok hafif (26–40 dB), hafif (41–55 dB), orta (56–70 dB), ileri (71–90 dB), çok ileri (>90 dB) şeklinde sınıflandırılmıştır. Konuşmayı ayırt etme skorları belirlenirken tek heceli fonemik dengeli 25 kelimelik listelerin (Durankaya ve ark., 2014) ses kayıtları odyometre aracılığıyla konuşmayı alma eşiği üzerine 35 dB eklenerek sunulmuştur. Her bir kulak için ayrı ayrı konuşmayı ayırt etme skoru belirlenirken kulak üstü kulaklık kullanılmıştır. İşitme cihazsız serbest sahada konuşmayı ayırt etme skoru belirlenirken birey hoparlörün karşısına (0° azimuth) 1 metre uzaklıkta oturtulmuştur. Katılımcının doğru tekrar ettiği kelimeler listeden işaretlenmiştir.

İşitme cihazı kullanan bireylerin işitme cihazları data logging aracılığıyla kontrol edilip günlük ortalama 8, 5 saat kullanım süresinden daha az olan bireyler çalışmadan çıkarılmıştır. İşitme cihazı kullanımı uygun olan bireylerin serbest sahada işitme cihazlı eşikleri 250 Hz- 6 kHz frekansları arasında, hoparlöre (0° azimuth) 1 metre uzaklıkta konumlanmış şekilde saptanmıştır. İşitme cihazlı eşiklerinde yeterli kazanç görülmeyen bireylerde mevcut işitme cihazlarının kazançları gerçek kulak ölçümü yöntemi kullanılarak hedeflerle eşleştirilmiştir. Ayrıca katılımcıların gürültüde konuşmayı daha iyi anlamasına olanak sağlayan cihaz özellikleri (frekans sıkıştırma, mikrofon yönselliği, dijital gürültü azaltma gibi) aktif hale getirilmiştir. İşitme cihazı ayarlamasından sonra katılımcıların tekrar işitme cihazlı eşikleri belirlenmiş ve serbest sahada işitme cihazlı konuşmayı ayırt etme skorları hesaplanmıştır.

## **5.2. Türkçe Matriks Cümle Testinin Uygulanması**

Türkçe matriks cümle testi Oldenburg Measurement Application yazılımı kullanılarak odyometre aracılığı ile yapılmıştır. Uyaran şiddeti katılımcılardan elde edilen konuşmayı alma eşiği üzerinden 35 dB SL olacak şekilde ayarlanıp sunulmuştur. TMC testi adaptif gürültü prosedürü kullanılarak uygulanmıştır. Değerlendirme her bir kulak için ayrı ayrı uygulanırken kulak üstü kulaklık, serbest

sahada işitme cihazlı ve işitme cihazsız uygulanırken katılımcıya 0° azimuth’ da 1 metre uzaklıkta hoparlör kullanılmıştır. Katılımcının testi doğru anladığını ve şiddet seviyesinden memnuniyetini belirlemek için değerlendirme öncesi alıştırma testi yapılmış elde edilen sonuçlar çalışma verisine dahil edilmemiştir. Katılımcıdan gürültü içerisinde anladığı kelimeleri tekrar etmesi istenmiş ve tekrar ettiği kelimeler testör tarafından yazılıma işaretlenmiştir. TMC testi uygulamasında katılımcıya 5 kelimeden oluşmuş 20 cümle sunulmuştur. Sinyal gürültü oranı 0 dB’ de başlayıp, bireyin tekrar edebildiği doğru kelime sayısına göre gürültü seviyesi yazılım tarafından otomatik olarak değiştirilmiştir. Değerlendirme sonucunda gürültüde %50 konuşmayı alma eşiği saptanmıştır.

### **5.3. Gürültüde Boşluk Tanıma Testinin Uygulanması**

Gürültüde boşluk tanıma testi CD’si (Auditec Inc.) kalibrasyonu yapılmış odyometrenin içerisine aktararak kullanılmıştır. Uyarın şiddeti katılımcılardan elde edilen her bir koşuldaki (ayrı ayrı her iki kulak ve serbest saha işitme cihazlı/ işitme cihazsız) saf ses ortalaması üzerinden 35-50 dB SL olacak şekilde ayarlanıp rahat dinleme koşulunda sunulmuştur. Serbest saha ölçümlerinde hoparlör (0° azimuth, 1 metre uzaklıkta), ayrı ayrı kulak bilgisi elde edilirken kulak üstü kulaklık kullanılmıştır. Katılımcılardan gürültü içerisinde kesinti (boşluk) fark ettikleri anda düğmeye basmaları ve dikkat seviyesini artırmak için boşlukları saymaları istenmiştir. Testin anlatımı sonrasında alıştırma testi yapılmış, kooperasyon sağlayamayan katılımcılar çalışma dışı bırakılmıştır. Alıştırma testinden elde edilen sonuçlar çalışma verisine katılmamıştır. Katılımcının verdiği cevapların doğruluğunu belirlemesi için boşluklarla eş zamanlı olarak 40 dB HL şiddet seviyesinde saf ses kulaklıkla testöre sunulmuştur. Katılımcı boşlukla eş zamanlı olarak düğmeye bastığında doğru cevap, eşzamanlı basmadığı zaman yanlış cevap, boşluk olmadığı halde bastıklarında ise yanlış pozitif cevap olarak kabul edilip testör tarafından işaretlenmiştir. Gürültüde boşluk tanıma testi sonrasında elde edilen “yaklaşık eşik” ve “doğru cevap yüzdesi” Musiek tarafından önerilen şekilde hesaplanmıştır (Musiek ve ark., 2005). Tüm katılımcıların serbest saha, ayrı ayrı her bir kulak ve işitme cihazı kullanan katılımcılar için işitme cihazlı yaklaşık eşik ve doğru cevap yüzdesi hesaplanmıştır.

#### 5.4. İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel testler SPSS versiyon 20 (SPSS Inc, Chicago IL, USA) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistik sonuçları ortalama ve standart sapma değerleri ile verilmiştir. İstatistik değerlendirmede verilerin normal dağılıma uyup uymadığını belirlemek için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Normal dağılım gösterip göstermemesine bağlı olarak gruplar arası karşılaştırmada Student T testi, Wilcoxon testi, Mann-Whitney U testi ve Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede anlamlılık derecesi  $p < 0.05$  kabul edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı değerler vurgulu olarak gösterilmiştir. Korelasyon analizinde Spearman korelasyon katsayısına bakılmıştır.

## 6. BULGULAR

Katılımcılardan alınan detaylı anamneze göre işitme kaybı geçirilen süre, işitme cihazı kullanan gruplarda işitme cihazlı geçirilen süre, kullanılan el, cinsiyet, işitme kaybı şekli, yaş ortalaması parametrelerinin gruplara göre tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 2’ de belirtilmiştir. Unilateral cihaz kullanan grupta katılımcıların 11’i (%55) sağ kulağında, 9’u (%45) sol kulağında işitme cihazı kullanmaktadır.

Tablo 2. Anamnez parametrelerine göre tanımlayıcı istatistik

|                                                 |             | Grup SN      | Grup U        | Grup B        |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>Yaş ortalaması (yıl ± SD)</b>                |             | 45,92 ±12,01 | 51,45 ±12,59  | 45,83 ± 19,73 |
| <b>İşitme kaybı geçirilen süre (yıl ± SD)</b>   |             | 15,1 ± 11,20 | 10,45 ± 11,34 | 8,6 ±6,41     |
| <b>Cinsiyet</b>                                 | Kadın n (%) | 11 (%55)     | 10 (%50)      | 5 (%25)       |
|                                                 | Erkek n (%) | 9 (%45)      | 10 (%50)      | 15 (%75)      |
| <b>İşitme kaybı seyri</b>                       | Progresif   | 9 (%45)      | 15 (%75)      | 18 (%90)      |
|                                                 | Sabit       | 11 (%55)     | 5 (%25)       | 2 (%10)       |
| <b>Kullanılan el</b>                            | Sağ el      | 19 (%95)     | 16 (%80)      | 20 (%100)     |
|                                                 | Sol el      | 1 (%5)       | 4 (%20)       | -             |
| <b>İşitme cihazlı geçirilen süre (yıl ± SD)</b> |             | -            | 4,15 ± 4,28   | 6 ± 4,24      |

Gruplarının ölçüm koşuluna göre (sağ kulak, sol kulak, serbest saha) işitme cihazsız ve işitme cihazı kullanan gruplarda işitme cihazlı olarak 4 frekanstaki (0.5- 4 kHz) işitme eşiklerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 3. İşitme cihazlı ve cihazsız işitme eşikleri

| Gruplar         | Ölçüm Koşulu | 0,5 kHz (dB)  | 1 kHz (dB)    | 2 kHz (dB)    | 4 kHz (dB)    |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                 |              | Ortalama ± SD | Ortalama ± SD | Ortalama ± SD | Ortalama ± SD |
| Grup SN<br>N=20 | Sağ          | 35,50 ± 12,01 | 38,75 ±10,37  | 45,00 ±12,24  | 49,50 ± 17,53 |
|                 | Sol          | 34,50 ± 14,03 | 41,00 ± 13,33 | 45,5 ± 13,26  | 52,25 ± 19,89 |
|                 | SS           | 31,00 ± 12,31 | 40,25 ± 13,12 | 45,75 ±13,30  | 53,50 ± 20,58 |

Tablo 3. İşitme cihazlı ve cihazsız işitme eşikleri (Devam)

| Gruplar        | Ölçüm Koşulu | 0,5 kHz (dB)      | 1 kHz (dB)        | 2 kHz (dB)        | 4 kHz (dB)        |
|----------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                |              | Ortalama $\pm$ SD | Ortalama $\pm$ SD | Ortalama $\pm$ SD | Ortalama $\pm$ SD |
| Grup U<br>N=20 | Sağ          | 44,50 $\pm$ 16,85 | 48,50 $\pm$ 16,86 | 54,00 $\pm$ 10,33 | 57,75 $\pm$ 10,57 |
|                | Sol          | 38,75 $\pm$ 13,56 | 45,75 $\pm$ 12,69 | 53,5 $\pm$ 8,44   | 62,25 $\pm$ 8,65  |
|                | SS           | 34,50 $\pm$ 10,99 | 39,00 $\pm$ 12,09 | 48,50 $\pm$ 12,98 | 56,00 $\pm$ 9,81  |
|                | Cihazlı      | 23,50 $\pm$ 5,40  | 24,00 $\pm$ 5,75  | 25,00 $\pm$ 4,86  | 31,25 $\pm$ 4,83  |
| Grup B<br>N=20 | Sağ          | 38,00 $\pm$ 16,81 | 39,00 $\pm$ 17,06 | 50,00 $\pm$ 12,35 | 57,00 $\pm$ 8,94  |
|                | Sol          | 33,75 $\pm$ 13,46 | 39,50 $\pm$ 16,35 | 44,75 $\pm$ 20,42 | 59,00 $\pm$ 7,36  |
|                | SS           | 30,75 $\pm$ 15,24 | 35,75 $\pm$ 16,72 | 43,75 $\pm$ 18,41 | 56,25 $\pm$ 11,68 |
|                | Cihazlı      | 17,75 $\pm$ 9,24  | 18,60 $\pm$ 8,22  | 23,75 $\pm$ 10,24 | 33,75 $\pm$ 9,15  |

### 6.1. İşitme Cihazsız Koşulda Elde Edilen Sonuçlarının Karşılaştırılması

İşitme cihazı katılımcının kulağında olmadığı durumda her üç ölçüm koşulundan elde edilen GBT testinden elde edilen yaklaşık eşikler gruplar arası Kruskal-Wallis testi ile incelendiğinde, sadece sağ kulaktan elde edilen yaklaşık eşik sonucunun gruplar arasında istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte elde edilen p değeri anlamlılık değerine çok yakın olduğu için gruplar arası çoklu karşılaştırma yapılamamıştır. İstatistiksel değerlendirmeye göre sağ kulaktan elde edilen yaklaşık eşik sonucu Grup U' da diğer gruplara kıyasla daha düşüktü. Değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Gruplar arası GBT testi yaklaşık eşik (ms) karşılaştırması

| GBT yaklaşık eşik | Grup SN                       | Grup U                        | Grup B                        | P değeri |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|
|                   | Ortalama $\pm$ SD<br>Min; Mak | Ortalama $\pm$ SD<br>Min; Mak | Ortalama $\pm$ SD<br>Min; Mak |          |
| Sağ               | 2, 00 $\pm$ 0,00              | 2,35 $\pm$ 0,93               | 2,00 $\pm$ 0,00               | 0,045    |
|                   | 2, 00; 2,00                   | 2,00;5,00                     | 2,00;2,00                     |          |
| Sol               | 2, 05 $\pm$ 0,22              | 2,15 $\pm$ 0,67               | 2,00 $\pm$ 0,00               | 0,601    |
|                   | 2, 00; 3, 00                  | 2,00;5,00                     | 2,00;2,00                     |          |
| SS                | 2, 00 $\pm$ 0, 00             | 2,00 $\pm$ 0,00               | 2,00 $\pm$ 0,00               | 0,5      |
|                   | 2, 00; 2, 00                  | 2,00;2,00                     | 2,00;2,00                     |          |

İşitme cihazsız olarak tüm ölçüm koşullarından elde edilen GBT testi doğru cevap yüzdeleri gruplara göre karşılaştırıldığında gruplar arasında fark istatistiksel olarak belirlenmiştir (Kruskal-Wallis testi). GBT doğru cevap yüzde sonuçlarının gruplara göre farklılığın nasıl olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma yapılmıştır (Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi). Her üç ölçüm koşulundan elde edilen sonuçların Grup U için Grup B'ye göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sağ kulak ve serbest saha ölçüm koşulundan elde edilen sonuçların Grup SN' ye göre Grup U' da daha düşük olduğu belirlendi. Elde edilen sonuçlar Tablo 5' de belirtilmiştir.

Tablo 5. Gruplar arası GBT testi doğru cevap yüzdesi karşılaştırılması

|            | <b>Grup SN (1)</b> | <b>Grup U (2)</b> | <b>Grup B (3)</b> |                  |                              |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
|            | Ortalama $\pm$ SD  | Ortalama $\pm$ SD | Ortalama $\pm$ SD |                  |                              |
|            | Min; Mak           | Min; Mak          | Min; Mak          | <b>P değeri†</b> | <b>Çoklu Karşılaştırma ‡</b> |
|            | Q2 (Q1-Q3)         | Q2 (Q1-Q3)        | Q2 (Q1-Q3)        |                  |                              |
| <b>Sağ</b> | 98,75 $\pm$ 2,98   | 94,05 $\pm$ 8,60  | 99,90 $\pm$ 0,44  | 0,001            | <b>2-1 p = 0,028</b>         |
|            | 88; 100            | 76; 100           | 98;100            |                  | <b>2-3 p = 0,001</b>         |
|            | 100(100-100)       | 98(89,75-100)     | 100(100-100)      |                  |                              |
| <b>Sol</b> | 97,00 $\pm$ 4,44   | 95,80 $\pm$ 5,97  | 99,8 $\pm$ 0,89   | 0,002            | <b>2-3 p = 0,002</b>         |
|            | 88;00              | 75;100            | 96;100            |                  |                              |
|            | 100(93-100)        | 98(93-100)        | 100(100-100)      |                  |                              |
| <b>SS</b>  | 99,55 $\pm$ 1,60   | 95,75 $\pm$ 4,81  | 100 $\pm$ 0,00    | <0,001           | <b>2-1 p = 0,003</b>         |
|            | 93;100             | 86;100            | 100;100           |                  | <b>2-3 p &lt;0,001</b>       |
|            | 100(100-100)       | 98(91-100)        |                   |                  |                              |

Q1: 25. Persantil, Q2: Medyan (50. Persantil) , Q3: 75. Persantil

İşitme cihazsız olarak her üç ölçüm koşulundan elde edilen TMC testi sonuçları gruplara göre karşılaştırılmıştır. Normal dağılım göstermeyen çalışma verilerinin istatistiksel değerlendirmesinde yine Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6' de belirtilmiştir.

Tablo 6. Gruplar arası TMC testinin karşılaştırılması

| Matriks | Grup SN                   | Grup U                     | Grup B                     | P değeri† |
|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
|         | Ortalama ± SD             | Ortalama ± SD              | Ortalama ± SD              |           |
|         | Min; Mak                  | Min; Mak                   | Min; Mak                   |           |
|         | Q2 (Q1-Q3)                | Q2 (Q1-Q3)                 | Q2 (Q1-Q3)                 |           |
| Sağ     | -0, 91± 4, 34             | -0, 38± 4, 75              | -1, 92± 3, 32              | 0, 173    |
|         | 10, 70; -5,50             | 16, 50; -7, 20             | 8, 30;-5, 00               |           |
|         | -2,10[(-4, 02)- (1,42)]   | -1,15[(-3,47)- (0,30)]     | -2, 85[(-4, 30)- (0, 10)]  |           |
| Sol     | -1, 33 ± 3, 47            | -0, 48 ±3, 45              | -2,10 ± 2, 59              | 0, 324    |
|         | 7, 00; -5,70              | 11,10; -5, 20              | 2, 80; -7, 70              |           |
|         | -2, 35[(-3, 95)- (0, 20)] | -0, 90[(-2, 10)- (0, 50)]  | -2, 25[(-4, 30)- (0, 60)]  |           |
| SS      | -2, 04± 3, 35             | -1, 59±1, 92               | -2, 63± 2, 50              | 0, 360    |
|         | 4, 70;- 6,50              | 1, 70; -6, 40              | 5, 10; -6, 10              |           |
|         | -3, 00[(-4, 90)-(-0, 57)] | -1, 65[(-2, 60)- (-0, 47)] | -3, 00[(-4, 60)- (-1, 40)] |           |

†: Kruskal-Wallis Test. Q1: 25. Persantil, Q2: Medyan (50. Persantil), Q3: 75. Persantil

İşitme cihazsız üç koşulda elde edilen konuşmayı ayırt etme skorları gruplar arası karşılaştırıldığında, sağ kulaktan elde edilen konuşmayı ayırt etme skorunda fark belirlenmiş fakat çoklu karşılaştırmada bu fark bulunamamıştır. Analiz değerleri Tablo 7’ da gösterilmiştir.

Tablo 7. Gruplar arası konuşmayı ayırt etme skoru karşılaştırması

|     | Grup SN       | Grup U        | Grup B        | P değeri† |
|-----|---------------|---------------|---------------|-----------|
|     | Ortalama ± SD | Ortalama ± SD | Ortalama ± SD |           |
| Sağ | 87,70± 15,27  | 72,80± 23,27  | 76,90± 13,64  | 0,025     |
| Sol | 80,20± 18,14  | 75,80± 18,42  | 79,80± 14,88  | 0,706     |
| SS  | 87,30± 10,26  | 95,75 ± 4,81  | 87,40± 10,64  | 0,836     |

## 6.2. İşitme Cihazlı Koşulda Elde Edilen Sonuçlarının Karşılaştırılması

Sadece Grup U katılımcılarının işitme cihazı kullanılan ve kullanılmayan kulağından elde edilen konuşmayı ayırt etme skoru Student T testi ile TMC testi sonucu ve GBT testi sonucu Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. İşitme cihazı kullanılan ve kullanılmayan kulak arasında fark bulunmamıştır. Sırasıyla elde edilen p değerleri 0. 52, 0. 681, 1.00 şeklindedir.

İşitme cihazı kullanan gruplarda (Grup U, Grup B) işitme cihazlı olarak elde edilen konuşmayı ayırt etme skorları, GBT testi ve TMC testi sonuçları Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sadece GBT testinden elde edilen doğru cevap yüzdesi ve TMC testi sonuçları arasında fark bulunmuştur. Elde edilen sonuç Tablo 8’de özetlenmiştir.

Tablo 8. İşitme cihazlı GBT testi, TMC testi ve konuşmayı ayırt etme skor sonuçlarının karşılaştırılması

|                            | <b>Grup U</b><br><b>Mean± SD</b><br><b>Q2 (Q1-Q3)</b> | <b>Grup B</b><br><b>Mean± SD</b><br><b>Q2 (Q1-Q3)</b> | <b>P değeri</b> |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>GBT</b>                 | 96, 05± 6, 20                                         | 99, 90± 0, 44                                         | <b>0, 005</b>   |
| <b>Doğru cevap yüzdesi</b> | 98 (95-100)                                           | 100 (100-100)                                         |                 |
| <b>Matriks</b>             | -1, 30± 2, 27<br>-1, 85[(-2, 67)- (0, 32)]            | -2, 68± 2, 33<br>-2, 85[(-4, 50)- (1, 55)]            | <b>0, 035</b>   |
| <b>GBT Eşik</b>            | 2, 02 ± 0, 69<br>2, 00; 5, 00                         | 2, 00 ± 0, 00<br>2, 00; 2, 00                         | 0, 152          |
| <b>Ayırt etme skoru</b>    | 87, 20± 10, 51<br>88 (81-92)                          | 92, 30± 8, 20<br>94 (89- 99)                          | 0, 102          |

Q1: 25. Persantil, Q2: Medyan (50. Persantil), Q3: 75. Persantil

### 6.3. Korelasyon Analizleri

Tüm gruplarda işitme kayıplı geçirilen süre ile cihazsız üç ölçüm koşulundan (sağ, sol, serbest saha) elde edilen GBT test sonuçları arasındaki ilişki Sperman korelasyon analizi ile araştırılmıştır. GBT testi yaklaşık eşik gruplar içerisinde benzer olduğundan istatistiksel olarak korelasyon analizi yapılamamıştır. Bununla birlikte GBT testi doğru cevap yüzdesi ile işitme kayıplı geçirilen süre arasındaki ilişki incelenmiş olup ilişki bulunmamıştır. Ölçüm koşulunun sırasına göre elde edilen p değerleri 0.957, 0.902, 0.980 şeklindedir.

İşitme cihazı kullanan gruplar (Grup U ve Grup B) için işitme cihazı katılımcının kulağında olduğu koşulda elde edilen GBT testi doğru cevap yüzdesi ve TMC testi sonuçları ile işitme cihazı kullanım süresi arasında ilişki aynı istatistiksel analiz yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 9. da özetlenmiştir. İşitme cihazı kullanım süresi ile GBT doğru cevap yüzdesi arasında orta düzeyde pozitif yönlü bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. TMC testi sonucu ile işitme cihazı kullanım süresi arasında negatif yönlü zayıf bir korelasyon bulunmuştur.

Tablo 9. İşitme cihazlı geçirilen süre ile GBT ve TMC testleri arasındaki ilişki

| (N: 40)                |   | GBT                 | Matriks |
|------------------------|---|---------------------|---------|
|                        |   | Doğru cevap yüzdesi |         |
| Cihazlı geçirilen süre | r | 0,424**             | -0,327* |
|                        | p | 0,006               | ,040    |

\* = Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir, \*\* = Korelasyon 0,001 düzeyinde önemlidir.

İşitme cihazı kullanan gruplarda işitme cihazlı olarak elde edilen GBT testi doğru cevap yüzdesi ve yaklaşık eşik ile TMC testi sonuçları arasında korelasyon incelenmiş fakat ilişki bulunmamıştır (sırasıyla p: 0.202, p: 0.249). Buna karşın işitme cihazsız tüm gruplardan (N=60) ölçüm koşuluna göre (sağ kulak, sol kulak, serbest saha) elde edilen GBT testi doğru cevap yüzdeleri ve yaklaşık eşik ile TMC testi sonuçları arasındaki ilişki Spearman korelasyon katsayısı hesaplanarak değerlendirilmiş ve Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. GBT sonuçları ile TMC testi sonuçları arasındaki ilişki

| (N= 60)            |          | GBT           |       |    | GBT                 |       |                |
|--------------------|----------|---------------|-------|----|---------------------|-------|----------------|
|                    |          | Yaklaşık eşik |       |    | Doğru cevap yüzdesi |       |                |
|                    |          | Sağ           | Sol   | SS | Sağ                 | Sol   | SS             |
| <b>Matriks Sağ</b> | <b>r</b> | <b>0,302*</b> | ,076  | -  | -,148               | -,217 | <b>-,416**</b> |
|                    | <b>p</b> | ,019          | ,566  | -  | ,259                | ,096  | ,001           |
| <b>Matriks Sol</b> | <b>r</b> | -,034         | ,062  | -  | -,080               | -,201 | <b>-,315*</b>  |
|                    | <b>p</b> | ,797          | ,639  | -  | ,546                | ,124  | ,014           |
| <b>Matriks SS</b>  | <b>r</b> | ,074          | -,153 | -  | ,008                | -,153 | <b>-,316*</b>  |
|                    | <b>p</b> | ,573          | ,244  | -  | ,954                | ,244  | ,014           |

\* = Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir, \*\* = Korelasyon 0,001 düzeyinde önemlidir.

KUIK ölçeğinin her bir alt bileşene ait skor ve toplam skorlar sonuçları ile GBT testi ve TMC testi sonuçları arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Korelasyon analizi hem tüm gruplar hem de işitme cihazı kullanan gruplar baz alınarak ayrı ayrı yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 11’de özetlenmiştir.

Tablo 11. Ölçek skorları ile GBT ve TMC test sonuçları arasındaki ilişki

|                                  |          | GBT yaklaşık eşik |       |       |         | GBT doğru cevap yüzdesi |        |        |         | Matriks |         |         |         |
|----------------------------------|----------|-------------------|-------|-------|---------|-------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                  |          | N: 60             |       | N: 40 |         | N: 60                   |        | N: 40  |         | N: 60   |         | N: 40   |         |
|                                  |          | Sağ               | Sol   | SS    | Cihazlı | Sağ                     | Sol    | SS     | Cihazlı | Sağ     | Sol     | SS      | Cihazlı |
| <b>Konuşma<br/>algı skoru</b>    | <b>r</b> | -,320*            | -,147 | -     | -,159   | ,422**                  | ,471** | ,501** | ,393*   | -,341** | -,377** | -,398** | -,279   |
|                                  | <b>p</b> | ,013              | ,262  | -     | ,327    | ,001                    | ,000   | ,000   | ,012    | ,008    | ,003    | -,002   | ,081    |
| <b>Uzaysal<br/>algı skoru</b>    | <b>r</b> | -,172             | -,094 | -     | -,180   | ,197                    | ,291*  | ,259*  | ,113    | -,346** | -,245   | -,311*  | -,195   |
|                                  | <b>p</b> | ,190              | ,474  | -     | ,267    | ,132                    | ,024   | ,046   | ,487    | ,007    | ,059    | ,016    | ,227    |
| <b>İşitme<br/>kalitesi skoru</b> | <b>r</b> | -,352**           | -,057 | -     | -,227   | ,283*                   | ,389** | ,347** | ,260    | -,381** | -,254   | -,375** | -,324*  |
|                                  | <b>p</b> | ,006              | ,666  | -     | ,160    | ,028                    | ,002   | ,014   | ,105    | ,003    | ,050    | ,003    | ,041    |
| <b>Genel Skor</b>                | <b>r</b> | -,355**           | -,105 | -     | -,204   | ,327*                   | ,408** | ,410** | ,292    | -,388** | -,317*  | -,394** | -,298   |
|                                  | <b>p</b> | ,005              | ,423  | -     | ,206    | ,011                    | ,001   | ,001   | ,067    | ,002    | ,014    | ,002    | ,062    |

\* = Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir, \*\* = Korelasyon 0,001 düzeyinde önemlidir.

## 7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızda işitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük ve bu beceri ile ilişkili olduğu belirtilen konuşmayı anlama performansı üzerine etkisinin nasıl olduğu değerlendirilmiştir. Kullanılan testler, katılımcının işitme cihazının kulağında olduğu ve olmadığı koşullarda uygulanarak elde edilen sonuçlar gruplar arası karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda çalışmamızda kullanılan objektif davranışsal testlerin birbiri arasındaki ilişki ve bu testler ile katılımcının sübjektif algısı arasındaki ilişki de değerlendirilmiştir.

### 7.1. İşitme Kaybı ile Temporal Çözünürlük Arasındaki İlişki

Literatür incelendiğinde işitme kaybı ve temporal çözünürlük arasındaki ilişkiye dair yargının tartışmaya açık olduğu görülmektedir. Sensörinöral işitme kaybı olan bireylerin normal sınırlarda temporal çözünürlük becerisi olduğunu gösteren çalışmalar (Grose ve ark., 2001; Lister ve ark., 2000) ve normal işiten bireylerde bozulmuş temporal çözünürlük becerisini gösteren çalışmalar (Fitzgibbons ve Gordon-Salant, 1994; Lister ve ark., 2002) tek başına işitme hassasiyetinin temporal çözünürlük için belirleyici faktör olamayacağını düşündürmektedir. Konuya ilişkin yapılmış bir çalışmada yüksek frekans bölgesindeki işitme kaybının temporal çözünürlüğü olumsuz etkilediğini bildirilmiştir (Feng ve ark., 2010). Bu çalışmada temporal çözünürlüğün değerlendirilmesinde TMTF testi kullanılmıştır. TMTF testi ile boşluk tanıma testleri arasında korelasyonun olmaması (Shen, 2014), her iki testin birbiri yerine kullanılamayacağını göstermektedir. GBT testi boşluk tanıma testleri içerisinde yer almaktadır. Boşluk tanıma testleri kullanılarak temporal çözünürlük ve işitme kaybı ilişkisini araştıran çalışmalar temporal çözünürlüğün işitme kaybından etkilenmediğini belirtmektedir (Fitzgibbons ve Gordon-Salant, 1994; Grose ve ark., 2001; Lister ve ark., 2000).

İşitme kaybı olan bireylerdeki temporal çözünürlük becerisinin gürültü uyarısının şiddeti ile yakın ilişkisi olduğu ve düşük şiddet seviyelerinde bu becerinin zayıfladığı ifade edilmiştir (Nelson ve Thomas, 1997). Bu sebeple doğru uyarın

şiddetinde testin uygulanması gerekmektedir. Çalışmamızda saf ses işitme eşik ortalaması baz alınarak rahat dinleme koşulunda duyulabilir seviyede GBT testi uygulanmıştır. İşitme cihazı katılımcının kulağında olmadan, her üç koşuldan elde edilen GBT testi sonuçları normal sınırlar içerisinde yer almaktır. Elde edilen GBT testinin her iki sonucu Musiek ve arkadaşlarının belirttiği referans değerlerinden (Musiek ve ark., 2005) daha iyi elde edilmiştir. Çalışmamızdaki katılımcılar, GBT testi öncesi nörolojik testler ile değerlendirilerek bilişsel ve dikkat performansı yüksek kişilerden seçilmiştir. Boşluk tanıma performansının bilişsel durum veya dikkat ile ilişkili olabileceği bildirildiğinden (Günel ve ark., 2018; Leung ve ark., 2015) referans değerlerinden daha iyi elde edilen sonuçların bunun ile ilişkili olabileceği düşüncesindeyiz. Çalışmamızdaki tüm katılımcılar (N: 60) dikkate alınır ve işitme kaybının hafif ya da orta derece olduğu hatırlanırsa, bu derecedeki sensörinöral işitme kaybının temporal çözünürlüğü olumsuz etkilemediğini söyleyebiliriz.

Çalışmamızda GBT testi değerleri normal sınırlarda olmasına rağmen gruplar arasında GBT test sonuçlarının farklı olduğu gözlenmiştir. Sağ kulaktan elde edilen yaklaşık eşik değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak farklı olup ortalama değerin Grup U' da biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde sağ kulaktan elde edilen doğru cevap yüzdesi Grup U' da daha düşük elde edilmiştir. Öte yandan GBT testinden elde edilen hem yaklaşık eşik hem de doğru cevap yüzdesi Grup B ve Grup SN için benzerdi. Sağlıklı yetişkinlerde yapılan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme çalışmaları sağ elini kullanan yetişkinlerin yaklaşık %95'inin dil için sol hemisferik baskınlığa sahip olduğunu göstermiştir (Pujol ve ark., 1999; Steinmetz ve ark., 1991). Dil lateralizasyonunu belirlemek için transkraniyal doppler ultrasonografi kullanan başka bir çalışma sonucunda da benzer bulgular bildirilmiştir (Knecht ve ark., 2000). Başka bir çalışma sağ elini kullanan kişilerin sol elini kullananlara göre dili anlama için sol hemisferik lateralizasyondan daha fazla yararlandığını göstermiştir (O'Regan ve Serrien, 2018). Ayrıca sol hemisferin avantajı sayesinde sağ kulağın, zamansal bileşenli işitsel görevlerden olan boşluk tanıma testlerinde daha iyi performans gösterdiği de bildirilmiştir (Brown ve Nicholls, 1997; Sulakhe ve ark., 2003). Çalışmamızda Grup U'yu oluşturan katılımcıların %80'i sağ elini kullanmakta ve yarısından fazlası sağ kulağında işitme cihazını kullanmaktaydı. Bir derleme; normal işitmede var olan kontralateral afferent yol baskınlığının tek taraflı işitme

kaybında azaldığını, işiten kulaktan her iki hemisfere uyarı taşınarak anormal işitsel tercihin oluştuğunu ifade etmektedir (Gordon ve ark., 2015). Bilateral işitme kaybında unilateral cihaz kullanımı esasen bireyi tek taraflı işitme kayıplı yapmaktadır. Çalışmamız sonucunda elde edilen Grup U'daki GBT test puanlarının diğer gruplara göre düşük olması, asimetrik uyarım neticesinde temporal çözünürlüğün değiştiğini düşündürmektedir. İşitme cihazı sağ kulakta kullanılıyor olsa bile bilateral işitme kaybında monaural uyarım, işitsel bilgiyi sağ kulaktan ileten işitsel yolun temporal çözünürlük becerisini etkilemiş olabilir.

## **7.2. İşitme Cihazı ile Temporal Çözünürlük Arasındaki İlişki**

Çalışmanın birincil amacı bilateral veya unilateral işitme cihazı kullanımının temporal çözünürlük üzerine etkisini ortaya koymaktır. Çalışmamızda GBT testinden elde edilen yaklaşık eşik ve doğru cevap yüzdesi bakımından farklı sonuçların elde edildiği gözlenmiştir. İşitme cihazının bilateral veya unilateral kullanımının yaklaşık eşik üzerine etkisi saptanmazken, doğru cevap yüzdesi üzerine etkisi saptanmıştır. Grup U katılımcılarının işitme cihazlı olarak elde edilen doğru cevap yüzdesi Grup B'ye kıyasla istatistiksel olarak daha düşük elde edilmiştir. GBT testini geliştiren araştırmacılar doğru cevap yüzdesinin duyarlılığının yaklaşık eşığe kıyasla daha düşük olduğunu belirtmekle birlikte her iki test sonucunun başka popülasyonlarda analiz edilmesine ihtiyaç olunduğunu da ifade etmişlerdir (Musiek ve ark., 2005). Çalışmamızda elde edilen GBT testinin her iki sonucu arasındaki bulgu farklılığı duyarlılık ile ilişki olabileceği gibi tartışılması gereken bir husustur. Sesleri frekanslarına göre ayıran ve işitme cihazı kazancını daha düşük sinyal-gürültü oranlarıyla frekans bantlarına indiren dijital gürültü azaltma teknolojisi, gürültüde dinleme konforu sağlamaktadır. Dijital gürültü azaltma teknolojisinin konuşma belleği üzerine gürültünün oluşturabileceği olumsuz etkileri azalttığı, gürültülü koşullarda işitme cihazı kullanıcısına fayda sağladığı ve işitsel işleme sırasında bilişsel yükü önlediği çalışmalar ile gösterilmiştir (Ng ve ark., 2013; Obleser ve ark., 2012). Araştırmacılar tarafından dijital gürültü azaltma teknolojisinin, işitme cihazı kullanan bireyin öznel dinleme rahatlığı bakımından olumlu yönde katkı sağladığı da belirtilmektedir (Kim ve ark., 2020). Benzer şekilde, gürültü varlığından işitme cihazının yönsel mikrofon özelliğinin kullanıcıya dinleme konforu açısından fayda

sağladığı ifade edilmiştir (Ahmadi ve ark., 2018). GBT testi 6 ms' lik geniş bant gürültü arasında boşlukların tespiti ile temporal çözünürlüğü değerlendiren bir testtir. Duyarlılığı düşük olmakla birlikte doğru cevap yüzdesinin Grup B katılımcılarında yüksek olması, unilateral işitme cihazı kullanımına kıyasla bilateral işitme cihazı kullanıcılarında işitme cihazı teknolojilerinin daha etkin çalışarak işitsel işleme sürecinde avantaj sağlaması ile ilişkili olabilir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre bilateral işitme kaybı varlığında tek kulakta işitme cihazı kullanımı doğru cevap yüzdesini olumsuz etkilemektedir. Aynı etki GBT testi yaklaşık eşik sonucu açısından belirlenmemiştir.

### **7.3. İşitme Cihazı ve Konuşmayı Anlama Performansı Arasındaki İlişki**

Çalışmamızda işitme cihazının bilateral veya unilateral kullanımının gürültüde konuşmayı anlama performansı üzerine etkisi de incelenmiştir. İşitme kaybı olan bireyler, normal işiten bireylere kıyasla gürültüde konuşmayı anlamakta daha fazla zorluk yaşarlar. Hafif ya da orta derecede işitme kaybı olan yetişkinlerin günlük yaşamda yer alma, genel yaşam kaliteleri ve diğer insanları dinleme becerilerini iyileştirmesi sebebi ile işitme cihazı kullanımının etkili bir klinik seçenek olduğu bildirilmiştir (Ferguson ve ark., 2017). Çalışmamızın da profilini oluşturan hafif ya da orta derecede işitme kaybı olan katılımcıların gürültüde konuşmayı anlama becerileri TMC testi uygulanarak belirlenmiştir. İşitme cihazı katılımcının kulağında olmadığı koşulda her bir ölçüm yönünden elde edilen TMC testi sonuçlarının tüm gruplarda benzer olduğu belirlenmiştir. TMC testinin normal işitmeye sahip yetişkin bireylerde Türkçe dili için ortalama gürültüde konuşmayı alma eşiği -6.0 ile -9.7 arasında değişmektedir (<https://www.mack-team.de/pdf/ht-internationalermatrixtest.pdf> Erişim tarihi: 8 Haziran 2022). Çalışmamızda işitme cihazsız koşulda her iki kulağın da katılımının olduğu serbest saha ölçümünde grup SN, grup U, grup B için sırasıyla ortalama gürültüde konuşmayı alma eşiği sırasıyla -2.04, -1.59 ve -2.63 bulunmuştur. Bu sonuç işitme kaybı olan bireylerin normal işitmesi olan bireyler ile karşılaştırıldığında gürültüde konuşmayı anlamakta zorluk yaşadığını göstermektedir. Bununla birlikte, işitme cihazı katılımcının kulağında olduğu koşulda yapılan TMC testi sonucu cihaz kullanan gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir ( $p= 0.035$ ). Elde edilen bu sonuç bilateral işitme kaybı olan

bireylerin bilateral işitme cihazı kullanımında, gürültüde konuşmayı anlama açısından unilateral cihaz kullananlara kıyasla daha iyi bir performans sergilediğini göstermektedir. Bilateral işitme cihazı kullanımının konuşmanın anlaşılabilirliği, işitme cihazının ses kalite algısı ve gürültüde konuşmayı anlamayı arttırdığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Holmes, 2003; Noble, 2006; Simon, 2005). İşitme kaybı olup cihaz kullanan hastaların rutin kontrollerde uygulanan anket sonuçları karşılaştırıldığında, simetrik işitme kaybı olup bilateral cihaz kullanan kişilerin unilateral cihaz kullanıcılara kıyasla konuşma ve uzaysal algı performansının daha iyi olduğu da belirtilmiştir (Most ve ark., 2012). Başka bir çalışma uzaysal ayrılık etkisini bilateral ve unilateral işitme cihazı kullanıcılarında incelemiş ve bilateral cihaz kullanımının bu performansın artmasında daha avantajlı olduğunu belirtmiştir (Dawes ve ark., 2013). Çalışmamızda unilateral cihaz kullanıcılarına kıyasla bilateral cihaz kullanıcılarının gürültüde konuşmayı alma eşiğinin daha iyi olduğu bulunmuştur. Bilateral işitme cihazı kullanımının gürültüde konuşmanın tanınmasını arttırdığına dair çok sayıda bilimsel kanıt düşünüldüğünde bu sonuç şaşırtıcı değildir. Çalışmamızda elde edilen sonuç literatürde yer alan çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Sessizlikte sunulan tek heceli kelime listeleri ile konuşmayı ayırt etme başarısını değerlendirmek uzun yıllardır işitme cihazının sağladığı faydayı göstermek için kullanılmaktadır. Bu test yönteminin önemli bir avantajı yüzde oran vererek işitme cihazının sağladığı yararın hastaya kolayca anlatılabilesidir (Taylor, 2003). İşitme cihazı kullanan bireylerin ise büyük çoğunluğu arka plan gürültüsünde konuşmayı anlamakta zorlanmaktadır (Kochkin, 2000). Yaklaşık üç bin beş yüz katılımcının yer aldığı retrospektif bir çalışma sessizlikte konuşmayı tanıma performansının, gürültüde konuşmayı tanıma becerisini öngörülme için yeterli olmadığını belirtmiştir (Wilson, 2011). Bununla birlikte, gürültüde konuşma testlerinin günlük hayatta bireyin konuşmayı tanıma becerisini öngörmek için daha güçlü bir tahmin edici olduğu da belirtilmiştir (Plomp, 1978; Smoorenburg, 1992). Çalışmamızda Grup U ile Grup B arasında işitme cihazlı konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel bir fark bulunmazken gürültüde konuşmayı alma eşiği arasında fark bulunmuştur. Günlük hayatta karşılaşılan zorlukları daha çok yansıtan gürültüde konuşmayı tanıma performansı bilateral işitme cihazı kullanıcılarında daha iyidir. Elde edilen bu sonuç

sessizlikte sunulan kelimeyi ayırt etme skorunun işitme cihazının unilateral veya bilateral kullanım etkinliğinin değerlendirmesinde yeterli olmadığını göstermektedir.

#### **7.4. Temporal Çözünürlük ile Gürültüde Konuşmayı Anlama Arasındaki İlişkisi**

Çalışmamızda temporal çözünürlük ile gürültüde konuşmayı anlama arasındaki ilişkinin varlığı incelenmiştir. Literatürde bu konuya ilişkin yapılan çalışmaların sonuçları arasında tezatlıkların olduğu fark edilmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda temporal çözünürlüğü değerlendiren testler ile gürültüde konuşmayı anlama arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu belirtilirken (Feng ve ark., 2010; Glasberg ve Moore, 1988; Tyler ve ark., 1982), güncel çalışmalar bu iki bileşen arasında ilişkinin olmadığını ifade etmektedir (Heeke ve ark., 2018; Hoover ve ark., 2015). Çalışmamızda GBT testinden elde edilen her iki sonuç ile TMC testinden elde edilen sonuçlar arasındaki ilişki ölçüm koşuluna göre ayrı ayrı incelenmiştir. Sadece sağ kulaktan elde edilen GBT testi yaklaşık eşik ile TMC testi sonucu arasında pozitif yönlü zayıf bir korelasyon varlığı söz konusuysa, diğer ölçüm koşullarından (sol ve serbest saha) elde edilen test sonuçları arasında ilişki bulunmamıştır. GBT testi doğru cevap yüzdesi ile TMC testi arasında ise sadece serbest saha ölçümü için negatif bir korelasyon elde edilmiş olup diğer ölçüm koşulları için ilişki tespit edilmemiştir.

Konuşma uyarını tipik olarak amplitüd bazında oluşan daha yavaş dalgalanmaları ifade eden temporal zarf bilgisi ve frekans bandının merkez frekansı bazında oluşan daha hızlı dalgalanmaları ifade eden temporal hassas yapı bilgisinden oluşmaktadır (Moore, 2008). Çalışmalar işitsel sistemin konuşma bilgisini sınıflamak için uyarının temporal zarf bilgisi tarafından sağlanan zamansal bilgileri kullandığından bahsetmektedir (Ghitza, 2012; Ghitza ve Greenberg, 2009). Buna karşın uyarının amplitüd dalgalanmaları ortadan kaldırılarak oluşturulan işlenmiş konuşma sinyalinin kortikal düzeyde aktivasyon oluşturduğunun gösterilmesi (Zoefel ve VanRullen, 2015, 2016), temporal zarf bilgisinin konuşmanın segmentasyonu için baskın ipucu olduğu yönündeki geleneksel görüşün tartışılmasına yol açmıştır. Uyarının temporal hassas yapı bilgisinin, temporal zarf bilgisinin sağlamadığı farklı ipuçları işitsel sisteme ilettiği (Gilbert ve ark., 2007) ve arka plan gürültüsünün olduğu zorlu dinleme koşullarında konuşma algısının sağlanmasında önemli bir rol oynadığı

belirtilmiştir (Ding ve ark., 2014; Hopkins ve ark., 2008; Moore, 2008; Swaminathan ve ark., 2016). Temporal zarf bilgisi sessiz ortamda konuşma anlaşılabilirliğini sağlamak için yeterli olup arka plan gürültü varlığında yeterli değildir. Özellikle gürültü seviyesinin değişkenlik gösterdiği durumlarda konuşma algısı için uyarının temporal hassas yapı bilgisi işitsel sisteme daha iyi bilgi sağlamaktadır (Hopkins ve ark., 2008; Lorenzi ve ark., 2006; Moon ve Hong, 2014). Temporal çözünürlük işitsel sistemin zaman içinde bir ses uyarınının zarfındaki hızlı değişikliklere cevap verme yeteneğini ifade eder (Plack ve Viemeister, 1992). Bu sebeple geleneksel yargının aksine uyarının temporal hassas yapı bilgisinin gürültüde konuşmayı anlamada daha etkin olması çalışmamızda GBT testi ile TMC testi arasında tutarlı bir ilişkinin bulunmamasına neden olmuş olabilir. Aynı zamanda testler arasında ilişkinin bulunmamasının olası bir nedeni de bu iki testin farklı prosedürleri kullanmasıyla açıklanabilir. GBT testi spektral olarak benzer uyarının kullanıldığı kanal içi prosedürü kullanmaktadır (Fulton ve Lister, 2016). TMC testinde ise kullanılan konuşma uyarını ile gürültü uyarını spektral bazda farklı olup kanallar arası prosedürü kullanmaktadır. Prosedür farklılığı TMC testi ile GBT testi arasında tutarlı ilişkinin bulunmamasına sebebiyet vermiş olabilir. Güncel bir çalışma normal işiten bireylerde, temporal çözünürlüğü değerlendiren ve kanal içi prosedürü kullanan rastgele boşluk tanıma testi ile gürültüde konuşmayı anlama performansını değerlendiren ve kanallar arası prosedürü kullanan hearing in noise testi arasında tutarlı bir ilişkinin olmadığını belirtmiştir. Araştırmacılar bu iki görevin altında yatan temporal işlemlerin farklı olduğunu ifade etmişlerdir (Heeke ve ark., 2018). Çalışmamız sonucunda sensörinöral işitme kayıplı bireylerde gürültüde konuşmayı anlamayı değerlendiren TMC testi ile temporal çözünürlüğü değerlendiren GBT testi arasında ilişkinin olmadığı bulunmuştur. Çalışmamızdan elde edilen bu sonuç gürültüde konuşmayı anlama ile temporal çözünürlük arasında ilişkinin olmadığını belirten güncel çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

#### **7.4. Objektif Sübjektif Değerlendirme Yöntemleri Arasındaki İlişki**

Çalışmamızda objektif testler ile sübjektif değerlendirme yöntemi arasındaki ilişki de araştırılmıştır. TMC testi kişinin gürültüde konuşmayı alma eşiğini objektif

olarak belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. KUIK ölçeği ise kişinin günlük hayatta karşılaştığı kompleks sesleri nasıl algıladığını konuşma algısı, uzaysal algı ve işitme kalitesi olmak üzere üç alt bileşende sübjektif olarak değerlendirmeye olanak sağlar. İşitme cihazı kullanan gruplardan elde edilen TMC testi sonucu ve KUIK ölçeği sonuçları arasında ilişki araştırılmıştır. KUIK ölçeğinin sadece işitme kalitesi skoru alt bileşeni ile TMC test sonucu arasında negatif yönde zayıf bir korelasyon elde edilmiştir. Elde edilen tek bileşendeki negatif korelasyon işitme cihazı kullanıcıların gürültüde konuşmayı alma eşiği kötüleştikçe işitme kalitesi skorunun arttığını anlatmaktadır. Aynı zamanda ölçeğin diğer alt bileşenleri arasında bir ilişki istatistiksel olarak bulunmamıştır. Benzer bir tezatlık GBT testi sonuçları için de elde edilmiştir. İşitme cihazı katılımcının kulağında olduğu koşulda elde edilen GBT testi yaklaşık eşik ile KUIK ölçeği sonuçları arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. GBT testi doğru cevap yüzdesi ile kullanılan ölçeğin alt bileşeni olan konuşma algı skoru ile pozitif yönlü zayıf bir ilişki bulunmuş olup diğer alt bileşenler arasında bir korelasyon tespit edilmemiştir. Literatürde işitme kayıplı bireylerin temporal çözünürlük performansını değerlendiren testler ile sübjektif algısı arasında ilişki sıklıkla çalışılmış bir konu değildir. Çalışmamızda kullanılan ölçeğin tek bir alt bileşenindeki korelasyon, konuşma algı skoru arttıkça GBT testinin doğru cevap yüzdesinin artacağını belirtmektedir. Bununla birlikte GBT testinin diğer sonuçları arasında ilişkinin bulunmaması bu iki değerlendirme yönteminin birbirini tahmin etmede kullanılamayacağını göstermektedir.

Çalışmamızdan elde edilen bu sonuçlar işitme cihazı kullanan bireylerin objektif sonuçları ile sübjektif sonuçları arasında ilişkinin var olmadığını göstermektedir. Anketler ve hasta görüşmeleri sübjektif olarak kişinin gerçek yaşamdaki dinleme performansı hakkında değerlendirmeye olanak sağlamakla birlikte farklı hasta kişilikleri ve yaşam ortamlarından etkilenebilir (Cox ve ark., 2014). Objektif ölçüm teknikleri laboratuvar veya klinik ortamda uygulanıp faydanın doğrulanması ve hastalar arasında karşılaştırmaya olanak sağlar (Bagatto ve ark., 2011). Bu sebeple hastanın değerlendirmesinde sübjektif veri sağlayan anketler ve ölçekler ile objektif veri sağlayan testlerin aynı işitme becerilerini temsil etmediği kanısındayız. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, odyolojik objektif testler ile hasta tarafından bildirilen sübjektif sonuçlar arasında bazı tutarsızlıkların

bulunduğu fark edilmektedir. Bazı alışmalar anket skorları ile objektif konuşmayı tanıma oranları arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bulmuştur (Chang ve ark., 2016; Wu ve ark., 2019). İşitme cihazı kullanıcılarının odyolojik verileri ve gürültüde konuşmayı anlama skorları gibi objektif sonuçlar ile sübjektif sonuçların karşılaştırıldığı güncel çalışmalar ise, her iki değerlendirme yöntemi arasında bir korelasyonun olmadığını belirtmektedir (Dornhoffer ve ark., 2020; Kwak ve ark., 2020; Wang ve ark., 2021). Bu iki değerlendirme yöntemi arasında korelasyon olmadığı koklear implant kullanıcıları için de gösterilmiştir. West ve arkadaşları, koklear implant kullanan hastaların gürültüde konuşmayı alma eşiği ile KUIK ölçeğinin kısa versiyonu arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir (West ve ark., 2020). Çalışmamızda da elde ettiğimiz objektif ve sübjektif sonuçlar arasında tutarlı bir ilişkinin var olmaması her iki değerlendirme yönteminin birbirini yansıtmadığını göstermektedir. İşitme cihazının objektif yöntemler ile gösterilen yararı, birey tarafından bildirilen yarar ile örtüşmemektedir. Hasta takibinde anketlerin kullanımı, kişinin işitme cihazı kullanımından algıladığı yararın belirlenmesine olanak sağlar. Objektif değerlendirme yöntemlerinden bağımsız olarak, her iki değerlendirme yönteminin işitme cihazı faydasının belirlenmesinde kullanılmasının daha doğru bir yaklaşım olduğu kanaatindeyiz.

## SONUÇ

Hafif veya orta derecedeki sensörinöral işitme kaybı temporal çözünürlüğü olumsuz etkilememektedir. Bilateral işitme cihazı kullanıcılarının gürültüde konuşmayı anlama performansı daha iyi iken, sonuç temporal çözünürlük açısından değişkendir. Bilateral işitme kaybında tek kulakta işitme cihazı kullanımının, GBT testinden elde edilen doğru cevap yüzdesi üzerine olumsuz bir etkiye sahip olduğu, fakat yaklaşık eşik açısından aynı etkinin olmadığı belirlenmiştir. Tek taraflı cihaz kullanan bireylerde işitme cihazının olmadığı durumda sağ kulaktan elde edilen GBT testinin her iki sonucu daha düşük elde edilmiştir. Bu sonuç bilateral işitme kaybı olan bireylerde tek işitme cihazı kullanımı ile monaural uyarımın temporal çözünürlüğü etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca temporal çözünürlüğü benzer test ile değerlendirecek çalışmalarda hem yaklaşık eşik değerinin hem de doğru cevap yüzdesi değerinin dikkate alınması gerektiği kanaatindeyiz. Gürültüde konuşmayı anlama performansı ile temporal çözünürlük arasında tutarlı bir ilişki bulunmamıştır. Aynı zamanda objektif testler ile bireyin sübjektif algısı arasında da tutarlı bir ilişkinin bulunmaması bu testlerin birbirini tahmin etmekte kullanılamayacağını göstermektedir. Her bir değerlendirme yöntemin kendi içinde kıymetli olduğu, hastaların değerlendirmesinde ayrı ayrı kullanılması gerektiği düşünülmüştür.

## 8. KAYNAKLAR

Aarabi S, Jarollahi F, Badfar S, Hosseinabadi R, Ahadi M. Speech perception in noise mechanisms. *Auditory and vestibular research*. 2016;25: 221-226.

Ahmadi R, Jalilvand H, Mahdavi ME, Ahmadi F, Baghban ARA. The effects of hearing aid digital noise reduction and directionality on acceptable noise level. *Clin. Exp. Otorhinolaryngology*. 2018; 11(4): 267- 274.

Akeroyd MA, Arlinger S, Bentler RA, Boothroyd A, Dillier N, Dreschler WA, . . . Wong L. International collegium of rehabilitative audiology recommendations for the construction of multilingual speech tests: ICRA working group on multilingual speech tests. *Int J Audiol*. 2015; 54(sup2): 17-22.

Alsus A, Navarra J, Campbell R, Soto-Faraco S. Audiovisual integration of speech falters under high attention demands. *Curr Biol*. 2005; 15(9): 839-843.

Anderson S, Skoe E, Chandrasekaran B, Kraus N. Neural timing is linked to speech perception in noise. *J Neurosci*. 2010; 30(14): 4922-4926.

Assmann P, Summerfield Q. The perception of speech under adverse conditions. In *Speech processing in the auditory system*. New York: Springer; 2004, p. 231-308.

Avan P, Giraudet F, Büki B. Importance of binaural hearing. *Audio Neurotol*. 2015; 20: 3-6.

Baddeley A. Working memory. *Science*. 1992; 255(5044): 556-559.

Bagatto MP, Moodie ST, Seewald RC, Bartlett DJ, Scollie SD. A critical review of audiological outcome measures for infants and children. *Trends Amplif.* 2011; 15(1): 23-33.

Bamiou D-E, Musiek FE, Luxon LM. The insula (island of reil) and its role in auditory processing: literature review. *Brain Res Brain Res Rev.* 2003; 42(2): 143-154.

Bamiou DE, Musiek FE, Stow I, Stevens J, Cipolotti L, Brown MM, Luxon LM. Auditory temporal processing deficits in patients with insular stroke. *Neurology.* 2006; 67(4): 614-619.

Basura GJ, Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications, and results. *Laryngoscope.* 2009; 119(12): 2395-2401.

Baumann O, Belin P. Perceptual scaling of voice identity: common dimensions for different vowels and speakers. *Psycholo Res.* 2010; 74(1): 110.

Bellis TJ. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice. 2st ed. UK: Plural Publishing. 2011, p:3-393.

Bertoli S, Heimberg S, Smurzynski J, Probst R. Mismatch negativity and psychoacoustic measures of gap detection in normally hearing subjects. *Psychophysiology.* 2001; 38(2): 334-342.

Bertoli S, Smurzynski J, Probst R. Temporal resolution in young and elderly subjects as measured by mismatch negativity and a psychoacoustic gap detection task. *Clin Neurophysiol.* 2002; 113(3): 396-406.

Best V, Marrone N, Mason CR, Kidd G, Shinn-Cunningham BG. Effects of sensorineural hearing loss on visually guided attention in a multitalker environment. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2009; 10(1): 142-149.

Bilger RC, Nuetzel J, Rabinowitz WM, Rzeczkowski C. Standardization of a test of speech perception in noise. *J Speech Hear Res.* 1984; 27(1): 32-48.

Bogardus Jr ST, Yueh B, Shekelle PG. Screening and management of adult hearing loss in primary care: clinical applications. *JAMA.* 2003; 289(15): 1986-1990.

Braasch J. Modelling of binaural hearing. *Communication acoustics.* Berlin, Heidelberg; Springer, p. 75-108).

Bregman AS. Auditory scene analysis: the perceptual organization of sound: MIT press. 1994 p: 213- 584.

Brodie A, Smith B, Ray J. The impact of rehabilitation on quality of life after hearing loss: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngology.* 2018; 275(10): 2435-2440.

Brown GJ, Ferry RT, Meddis R. A computer model of auditory efferent suppression: implications for the recognition of speech in noise. *J Acoust Soc Am.* 2010; 127(2): 943-954.

Brown S, Nicholls ME. Hemispheric asymmetries for the temporal resolution of brief auditory stimuli. *Percept Psychophys*. 1997; 59(3): 442-447.

Byrne D, Noble W. Optimizing sound localization with hearing aids. *Trends Amplif*. 1998; 3(2): 51-73.

Cameron S, Dillon H. Development of the listening in spatialized noise-sentences test (LISN-S). *Ear Hear*. 2007; 28(2): 196-211.

Cesur S, Derinsu EU. Effect of aging on temporal resolution. *Turkish Journal of Geriatrics*. 2017; 20(3): 178-186.

Chang YS, Choi J, Moon IJ, Hong SH, Chung W-H, Cho YS. Factors associated with self-reported outcome in adaptation of hearing aid. *Acta Otolaryngol*. 2016; 136(9): 905-911.

Chermak GD, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of temporal resolution. *J Am Acad Audiol*. 2005; 16(08): 554-563.

Chermak GD, Musiek FE. Handbook of central auditory processing disorder, volume II: Comprehensive intervention Vol. 2: Plural Publishing. 2013, p 65-589.

Cox RM, Alexander GC, Xu J. Development of the device-oriented subjective outcome (DOSO) scale. *J Am Acad Audiol*. 2014; 25(08): 727-736.

Cromwell HC, Mears RP, Wan L, Boutros NN. Sensory gating: a translational effort from basic to clinical science. *Clinical EEG Neurosci*. 2008; 39(2): 69-72.

Cutler A. Lexical stress. In: Pisoni DB, Remez RE eds. *The Handbook of Speech Perception*. 2005, p: 264-289.

Davis MH, Ford MA, Kherif F, Johnsrude IS. Does semantic context benefit speech understanding through “top–down” processes? Evidence from time-resolved sparse fMRI. *J Cogn Neurosci*. 2011; 23(12): 3914-3932.

Dawes P, Munro KJ, Kalluri S, Edwards B. Unilateral and bilateral hearing aids, spatial release from masking and auditory acclimatization. *J Acoust Soc Am*. 2013; 134(1): 596-606.

Dillon H. Binaural and bilateral considerations in hearing aid fitting. In *Hearing Aids*. 2nd ed. New York: Thieme Publishers; 2012 p. 430-469).

Ding N, Chatterjee M, Simon JZ. Robust cortical entrainment to the speech envelope relies on the spectro-temporal fine structure. *Neuroimage*. 2014; 88: 41-46.

Dornhoffer JR, Meyer TA, Dubno JR, McRackan TR. Assessment of hearing aid benefit using patient-reported outcomes and audiologic measures. *Audiol Neurotol*. 2020; 25(4): 215-223.

Dubno JR, Ahlstrom JB, Horwitz AR. Spectral contributions to the benefit from spatial separation of speech and noise. *J Speech Lang Hear Res*. 2002; 45(6): 1297-310.

Durankaya SM, Serbetçioglu B, Dalkiliç G, Gürkan S, Kirkim G. Development of a Turkish monosyllabic word recognition test for adults. *The Journal of International Advanced Otology*. 2014; 10(2): 172.

Eggermont JJ. Between sound and perception: reviewing the search for a neural code. *Hear Res.* 2001; 157(1-2): 1-42.

Elliott LL. Development of auditory narrow-band frequency contours. *J Acoust Soc Am.* 1967; 42(1): 143-153.

Emanuel DC, Ficca KN, Korczak P. Survey of the diagnosis and management of auditory processing disorder. *Am J Audiol.* 2011; 20(1): 48-60.

Evans EF. Auditory processing of complex sounds: an overview. *Phil Tran R Soc Lond B Biol Sci.* 1992; 336(1278): 295-306.

Feng Y, Yin S, Kiefte M, Wang J. Temporal resolution in regions of normal hearing and speech perception in noise for adults with sloping high-frequency hearing loss. *Ear Hear.* 2010; 31(1): 115-125.

Ferguson MA, Kitterick PT, Chong LY, Edmondson-Jones M, Barker F, Hoare DJ. Hearing aids for mild to moderate hearing loss in adults. *Cochrane Database of Sys Rev.* 2017; (9).

Fitzgibbons PJ, Gordon-Salant S. Age effects on measures of auditory duration discrimination. *J Speech Hear Res.* 1994; 37(3): 662-670.

Formby C, Muir K. Modulation and gap detection for broadband and filtered noise signals. *J Acoust Soc Am.* 1988; 84(2): 545-550.

Fortes AB, Pereira LD, Azevedo MFd. Temporal resolution: analysis in term and preterm preschoolers. *Pro Fono.* 2007; 19: 87-96.

Fostick L, Eshcoly R, Shtibelman H, Nehemia R, Levi H. Efficacy of temporal processing training to improve phonological awareness among dyslexic and normal reading students. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2014; 40(5): 1799-1807.

Fulton SE, Lister JJ. Marking time: The precise measurement of auditory gap detection across the lifespan. Paper presented at the Proceedings of Meetings on Acoustics 172ASA.

Gao E, Suga N. Experience-dependent plasticity in the auditory cortex and the inferior colliculus of bats: role of the corticofugal system. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2000; 97(14): 8081-8086.

Geffner D, Ross-Swain D. Temporal processing in the auditory system. In *Auditory processing disorders: Assessment, management, and treatment*. 2<sup>th</sup> ed. Plural publishing; 2013, p. 227-250.

Gelfand SA. *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics* 5<sup>th</sup> ed. CRC Press; 2016, p. 136-348.

Gelfand SA. *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics*. In *Binaural and spatial hearing* 6<sup>th</sup> ed. CRC Press. 2018, p. 321-346.

Ghitza O. On the role of theta-driven syllabic parsing in decoding speech: intelligibility of speech with a manipulated modulation spectrum. *Front Psychol*. 2012; 3: 238.

Ghitza O, Greenberg S. On the possible role of brain rhythms in speech perception: intelligibility of time-compressed speech with periodic and aperiodic insertions of silence. *Phonetica*. 2009; 66(1-2): 113-126.

Gilbert G, Bergeras I, Voillery D, Lorenzi C. Effects of periodic interruptions on the intelligibility of speech based on temporal fine-structure or envelope cues. *J Acoust Soc Am*. 2007; 122(3): 1336-1339.

Glasberg BR, Moore BC. Psychoacoustic abilities of subjects with unilateral and bilateral cochlear hearing impairments and their relationship to the ability to understand speech. *Scand Audiol Suppl*. 1988; 32: 1-25.

Gordon K, Henkin Y, Kral A. Asymmetric hearing during development: the aural preference syndrome and treatment options. *Pediatrics*. 2015; 136(1): 141-153.

Gordon-Salant S, Fitzgibbons PJ, Yeni-Komshian GH. Auditory temporal processing and aging: implications for speech understanding of older people. *Audiol Res*. 2011; 1(1).

Grose JH, Hall III JW, Buss E. Gap duration discrimination in listeners with cochlear hearing loss: effects of gap and marker duration, frequency separation, and mode of presentation. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2001; 2(4): 388-398.

Grothe B, Pecka M, McAlpine D. Mechanisms of sound localization in mammals. *Physiol Rev*. 2010; 90(3): 983-1012.

Günel B, Thiel CM, Hildebrandt KJ. Effects of exogenous auditory attention on temporal and spectral resolution. *Front Psychol*. 2013; 23(9): 1984.

Hagerman B. Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scand Audiol*. 1982; 11(2): 79-87.

Harris KC, Wilson S, Eckert MA, Dubno JR. Human evoked cortical activity to silent gaps in noise: effects of age, attention, and cortical processing speed. *Ear Hear*. 2012; 33(3): 330-9.

Heeke P, Vermiglio AJ, Bulla E, Velappan K, Fang X. The relationship between random Gap detection and hearing in noise test performances. *J Am Acad Audiol*. 2018; 29(10): 948-954.

Holmes AE. Bilateral amplification for the elderly: are two aids better than one? *Int J Audiol*. 2003; 42(sup2): 63-67.

Hoover E, Pasquesi L, Souza P. Comparison of clinical and traditional gap detection tests. *J Am Acad Audiol*. 2015; 26(06): 540-546.

Hopkins K, Moore BC, Stone MA. Effects of moderate cochlear hearing loss on the ability to benefit from temporal fine structure information in speech. *J Acoust Soc Am*. 2008; 123(2): 1140-1153.

John AB, Hal III JW, Kreisman BM. Effects of advancing age and hearing loss on gaps-in-noise test performance. *Am J Audiol*. 2012;21: 242-50.

Katz J. Classification of auditory processing disorders. Central auditory processing: A transdisciplinary view. St Louis,MO; 1992: 81-91.

Kawase T, Liberman MC. Antimasking effects of the olivocochlear reflex. I. Enhancement of compound action potentials to masked tones. *J Neurophysiol*. 1993; 70(6): 2519-2532.

Killion MC, Niquette PA, Gudmundsen GI, Revit LJ, Banerjee S. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 2004; 116(4): 2395-2405.

Kim HJ, Lee JH, Shim HJ. Effect of digital noise reduction of hearing aids on music and speech perception. *J Audiology Otol*. 2020; 24(4): 180.

Knecht S, Deppe M, Dräger B, Bobe L, Lohmann H, Ringelstein E-B, Henningsen H. Language lateralization in healthy right-handers. *Brain*. 2000; 123(1): 74-81.

Kochkin S. MarkeTrak V: "Why my hearing aids are in the drawer" The consumers' perspective. *The Hearing Journal*. 2000; 53(2): 34-36.

Kochkin S. MarkeTrak VIII: 25-year trends in the hearing health market. *Hearing review*. 2009; 16(11): 12-31.

Kohlrausch A, Fassel R, Dau T. The influence of carrier level and frequency on modulation and beat-detection thresholds for sinusoidal carriers. *J Acoust Soc Am*. 2000; 108(2): 723-734.

Kumar UA, Vanaja C. Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise. *Ear Hear*. 2004; 25(2): 142-146.

Kwak MY, Choi WR, Park JW, Hwang EJ, Ha YR, Chung JW, Kang WS. Assessment of objective audiometry to predict subjective satisfaction in patients with hearing aids. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2020; 13(2): 141-147.

Leigh-Paffenroth ED, Elangovan S. Temporal processing in low-frequency channels: Effects of age and hearing loss in middle-aged listeners. *J Am Acad Audiol*. 2011; 22(7): 393-404.

Leung AW, Jolicoeur P, Alain C. Attentional capacity limits gap detection during concurrent sound segregation. *J Cogn Neurosci*. 2015; 27(11): 2186-2196.

Lister J, Besing J, Koehnke J. Effects of age and frequency disparity on gap discrimination. *J Acoust Soc Am*. 2002; 111(6): 2793-2800.

Lister JJ, Koehnke JD, Besing JM. Binaural gap duration discrimination in listeners with impaired hearing and normal hearing. *Ear Hear*. 2000; 21(2): 141-150.

Lorenzi C, Gilbert G, Carn H, Garnier S, Moore BC. Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006; 103(49): 18866-18869.

Lorenzi C, Simpson M, Millman R, Griffiths T, Woods W, Rees A, Green G. Second-order modulation detection thresholds for pure-tone and narrow-band noise carriers. *J Acoust Soc Am*. 2001; 110(5): 2470-2478.

Luo F, Wang Q, Kashani A, Yan J. Corticofugal modulation of initial sound processing in the brain. *J Neurosci* 2008; 28(45): 11615-11621.

Mackersie C, Prida T, Stiles D. The role of sequential stream segregation and frequency selectivity in the perception of simultaneous sentences by listeners with sensorineural hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 2001; 44(1): 19-28.

Malenfant N, Grondin S, Boivin M, Forget-Dubois N, Robaey P, Dionne G. Contribution of temporal processing skills to reading comprehension in 8-year-olds: Evidence for a mediation effect of phonological awareness. *Child Dev.* 2012; 83(4): 1332-1346.

Mangold SA, Das JM. Neuroanatomy, Cortical Primary Auditory Area. In Stat Pearls [Internet]: StatPearls Publishing 2020.

Marrone N, Mason CR, Kidd Jr G. The effects of hearing loss and age on the benefit of spatial separation between multiple talkers in reverberant rooms. *J Acoust Soc Am.* 2008; 124(5): 3064-3075.

McArdle RA, Killion M, Mennite MA, Chisolm TH. Are two ears not better than one? *J Am Acad Audiol.* 2012; 23(03): 171-181.

McGurk H, MacDonald J. Hearing lips and seeing voices. *Nature.* 1976; 264(5588): 746-748.

Messing DP, Delhorne L, Bruckert E, Braida LD, Ghitza O. A non-linear efferent-inspired model of the auditory system; matching human confusions in stationary noise. *Speech Communication.* 2009; 51(8): 668-683.

Moncrieff D, Jorgensen L, Ortmann A. Psychophysical auditory tests. Handbook of Clinical Neurophysiology: Disorders of Peripheral and Central Auditory Processing, Amsterdam: Elsevier BV; 2013, p: 217-234.

Moon IJ, Hong SH. What is temporal fine structure and why is it important? Korean J Audiol. 2014; 18(1): 1-7.

Moore BC. The role of temporal fine structure processing in pitch perception, masking, and speech perception for normal-hearing and hearing-impaired people. J Assoc Res Otolaryngol. 2008; 9(4): 399-406.

Moore BCJ, Tyler LK, Marslen-Wilson W. Introduction. The perception of speech: from sound to meaning. Philos Trans R Society Lond B Biol Sci. 2008; 363(1493): 917-921.

Moore DR. Listening difficulties in children: Bottom-up and top-down contributions. J Commun Disord. 2012; 45(6): 411-418.

Most T, Adi-Bensaid L, Shpak T, Sharkiya S, Luntz M. Everyday hearing functioning in unilateral versus bilateral hearing aid users. Am J Otolaryngol. 2012; 33(2): 205-211.

Murphy C, Schochat E. How auditory temporal processing deficits relate to dyslexia. Braz J Med Biol Res. 2009; 42(7): 647-654.

Murphy-Ruiz PC, Penaloza-Lopez YR, Garcia-Pedroza F, Poblano A. Right cerebral hemisphere and central auditory processing in children with developmental dyslexia. Arq Neuropsiquiatr 2013; 71(11): 883-889.

Musiek FE. Frequency (pitch) and duration pattern tests. *J Am Acad Audiol.* 1994; 5: 265-268.

Musiek FE, Baran JA. *The auditory system: Anatomy, physiology, and clinical correlates* 2nd ed. San Diego: Plural Publishing. 2018.

Musiek FE, Chermak GD. Psychophysical and behavioral peripheral and central auditory tests. In *Handbook of clinical neurology* Elsevier; 2015, p: 313-332.

Musiek FE, Pinheiro ML, Wilson DH. Auditory pattern perception in split brain patients. *Arch Otolaryngol.* 1980; 106(10): 610-612.

Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiau D-E, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear.* 2005; 26(6): 608-618.

Nábělek AK, Pickett J. Reception of consonants in a classroom as affected by monaural and binaural listening, noise, reverberation, and hearing aids. *J Acoust Soc Am.* 1974; 56(2): 628-639.

Nelson PB, Thomas SD. Gap detection as a function of stimulus loudness for listeners with and without hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 1997; 40(6): 1387-1394.

Ng EHN, Rudner M, Lunner T, Pedersen MS, Rönnberg J. Effects of noise and working memory capacity on memory processing of speech for hearing-aid users. *Int J Audiol.* 2013; 52(7): 433-441.

Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am*. 1994; 95(2): 1085-1099.

Noble W. Bilateral hearing aids: A review of self-reports of benefit in comparison with unilateral fitting. *Int J Audiol* 2006; 45(sup1): 63-71.

Noble W, Byrne D, Lepage B. Effects on sound localization of configuration and type of hearing impairment. *J Acoust Soc Am*. 1994; 95(2): 992-1005.

Noble W, Byrne D, Ter-Horst K. Auditory localization, detection of spatial separateness, and speech hearing in noise by hearing impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 1997; 102(4): 2343-2352.

O'Regan L, Serrien DJ. Individual differences and hemispheric asymmetries for language and spatial attention. *Front Hum Neurosci* 2018: 380.

Obleser J, Wöstmann M, Hellbernd N, Wilsch A, Maess B. Adverse listening conditions and memory load drive a common alpha oscillatory network. *J Neurosci*. 2012; 32(36): 12376-12383.

Okada K, Rong F, Venezia J, Matchin W, Hsieh IH, Saberi K, Serences JT, Hickok G. Hierarchical organization of human auditory cortex: evidence from acoustic invariance in the response to intelligible speech. *Cerebral Cortex*. 2010; 20(10): 2486-2495.

Oline SN, Ashida G, Burger RM. Tonotopic optimization for temporal processing in the cochlear nucleus. *J Neurosci*. 2016; 36(32): 8500-8515.

Peiffer AM, Rosen GD, Fitch RH. Rapid auditory processing and MGN morphology in microgyric rats reared in varied acoustic environments. *Brain Res Dev Brain Res.* 2002; 138(2): 187-193.

Phillips D, Taylor T, Hall S, Carr M, Mossop J. Detection of silent intervals between noises activating different perceptual channels: some properties of “central” auditory gap detection. *J Acoust Soc Am.* 1997; 101(6): 3694-3705.

Phillips DP, Comeau M, Andrus JN. Auditory temporal gap detection in children with and without auditory processing disorder. *J Am Acad Audiol.* 2010; 21(6): 404-408.

Pickles J, Comis S. Role of centrifugal pathways to cochlear nucleus in detection of signals in noise. *J Neurophysiol.* 1973; 36(6): 1131-1137.

Pinheiro ML, Musiek F. Sequencing and temporal ordering in the auditory system. *Assessment of central auditory dysfunction: Foundations and clinical correlates.* 1985: 219-238.

Plack CJ, Viemeister NF. Suppression and the dynamic range of hearing. *J Acoust Soc Am.* 1992; 92(4): 2363-2363.

Plomp R. Auditory handicap of hearing impairment and the limited benefit of hearing aids. *J Acoust Soc Am.* 1978; 63(2): 533-549.

Poth EA, Boettcher FA, Mills JH, Dubno JR. Auditory brainstem responses in younger and older adults for broadband noises separated by a silent gap. *Hear Res.* 2001; 161(1-2): 81-86.

Pujol J, Deus J, Losilla JM, Capdevila A. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. *Neurology*. 1999; 52(5): 1038-1038.

Rawool VW. Temporal processing in the auditory system. *Auditory processing disorders: Assessment, management, and treatment*. San Diego: Plural Publishing; 2007, p: 117-137.

Rosen S. Temporal information in speech: acoustic, auditory and linguistic aspects. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 1992; 336(1278): 367-373.

Salvi R, Lockwood A, Frisina R, Coad M, Wack D, Frisina D. PET imaging of the normal human auditory system: responses to speech in quiet and in background noise. *Hearing Res*. 2002; 170(1-2): 96-106.

Shannon RV, Zeng F-G, Kamath V, Wygonski J, Ekelid M. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*. 1995; 270(5234): 303-304.

Shen Y. Gap detection and temporal modulation transfer function as behavioral estimates of auditory temporal acuity using band-limited stimuli in young and older adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2014; 57(6): 2280-2292.

Shen Y, Richards VM. Temporal modulation transfer function for efficient assessment of auditory temporal resolution. *J Acoust Soc Am*. 2013; 133(2): 1031-1042.

Shinn J. Temporal processing tests. Musiek FE, Chermak GD. Handbook of central auditory processing disorder: auditory neuroscience and diagnosis 2th 2014; 1: 405-434.

Shinn JB. Temporal processing: the basics. The Hearing Journal. 2003; 56(7): 52.

Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gaps-In-Noise) performance in the pediatric population. J Am Acad Audiol. 2009; 20(4): 229-238.

Shukla A, Harper M, Pedersen E, Goman A, Suen JJ, Price C, Applebaum J, Hoyer M, Lin FR, Reed NS. Hearing loss, loneliness, and social isolation: a systematic review. Otolaryngol Head and Neck Surg. 2020; 162(5): 622-633.

Simon HJ. Bilateral amplification and sound localization: then and now. J Rehabil Res Dev. 2005; 42: 117-32.

Smooenburg GF. Speech reception in quiet and in noisy conditions by individuals with noise-induced hearing loss in relation to their tone audiogram. J Acoust Soc Am. 1992; 91(1): 421-437.

Snell KB. Age-related changes in temporal gap detection. J Acoust Soc Am. 1997; 101(4): 2214-2220.

Sousa LLd, Dias KZ, Pereira LD. Temporal resolution with click and pure tone stimuli in youngsters with normal hearing sensitivity. J Soc Bras Fonoaudiol. 2012; 24(2): 168-173.

Souza PE, Boike KT, Witherell K, Tremblay K. Prediction of speech recognition from audibility in older listeners with hearing loss: effects of age, amplification, and background noise. *J Am Acad Audiol*. 2007; 18(1): 54-65.

Spyridakou C, Luxon LM, Bamiou DE. Patient-reported speech in noise difficulties and hyperacusis symptoms and correlation with test results. *Laryngoscope*. 2012; 122(7): 1609-1614.

Steinmetz H, Volkmann J, Jäncke L, Freund HJ. Anatomical left-right asymmetry of language-related temporal cortex is different in left-and right-handers. *Ann Neurol*. 1991; 29(3): 315-319.

Stickney GS, Assmann PF, Chang J, Zeng F-G. Effects of cochlear implant processing and fundamental frequency on the intelligibility of competing sentences. *J Acoust Soc Am*. 2007; 122(2): 1069-1078.

Strickland EA, Viemeister NF. The effects of frequency region and bandwidth on the temporal modulation transfer function. *J Acoust Soc Am*. 1997; 102(3): 1799-1810.

Strouse A, Ashmead DH, Ohde RN, Grantham DW. Temporal processing in the aging auditory system. *J Acoust Soc Am*. 1998; 104(4): 2385-2399.

Sulakhe N, Elias LJ, Lejbak L. Hemispheric asymmetries for gap detection depend on noise type. *Brain Cogn*. 2003; 53(2): 372-375.

Sumby WH, Pollack I. Visual contribution to speech intelligibility in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1954; 26(2): 212-215.

Summers V, Leek MR. F0 processing and the separation of competing speech signals by listeners with normal hearing and with hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 1998; 41(6): 1294-1306.

Swaminathan J, Mason CR, Streeter TM, Best V, Roverud E, Kidd G. Role of binaural temporal fine structure and envelope cues in cocktail-party listening. *J Neurosci.* 2016; 36(31): 8250-8257.

Taylor B. Speech-in-noise tests: how and why to include them in your basic test battery. *The Hearing Journal.* 2003; 56(1): 40-42.

Tremblay KL, Pinto A, Fischer ME, Klein BE, Klein R, Levy S, Tweed TS, Cruickshanks KJ. Self-reported hearing difficulties among adults with normal audiograms: the beaver dam offspring study. *Ear Hear.* 2015; 36(6): e290.

Tyler RS, Summerfield Q, Wood EJ, Fernandes MA. Psychoacoustic and phonetic temporal processing in normal and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am.* 1982; 72(3): 740-752.

Viemeister NF. Temporal modulation transfer functions based upon modulation thresholds. *J Acoust Soc Am.* 1979; 66(5): 1364-1380.

Walker KM, Brown DK, Scarff C, Watson C, Muir P, Phillips DP. Temporal processing performance, reading performance, and auditory processing disorder in learning-impaired children and controls. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology.* 2011; 35(1).

Wang X, Zheng Y, Li G, Lu J, Yin Y. Objective and subjective outcomes in patients with hearing aids: a cross-sectional, comparative, associational study. *Audiol Neurotol.* 2021; 27(1): 1-9.

Warrier CM, Johnson KL, Hayes EA, Nicol T, Kraus N. Learning impaired children exhibit timing deficits and training-related improvements in auditory cortical responses to speech in noise. *Exp Brain Res.* 2004; 157(4): 431-441.

Weihing JA, Musiek FE, Shinn JB. The effect of presentation level on the gaps-in-noise (GIN©) test. *J Am Acad Audiol.* 2007; 18(2): 141-150.

Werner LA, Folsom RC, Mancl LR, Syapin CL. Human auditory brainstem response to temporal gaps in noise. *J Speech Lang Hear Res.* 2001; 44: 737-50.

West NC, Kressner AA, Baungaard LH, Sandvej MG, Bille M, Cayé-Thomasen P. Nordic results of cochlear implantation in adults: speech perception and patient reported outcomes. *Acta Otolaryngol.* 2020; 140(11): 939-947.

Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *J Neurosci.* 2012; 32(40): 14010-14021.

Wilson RH. Development of a speech-in-multitalker-babble paradigm to assess word-recognition performance. *J Am Acad Audiol.* 2003; 14(9): 453-470.

Wilson RH. Clinical experience with the words-in-noise test on 3430 veterans: comparisons with pure-tone thresholds and word recognition in quiet. *J Am Acad Audiol.* 2011; 22(07): 405-423.

Wilson RH, McArdle R. Speech signals used to evaluate functional status of the auditory system. *J Rehabil Res Dev.* 2005; 42: 79-94.

Wilson RH, McArdle RA, Smith SL. An evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN materials on listeners with normal hearing and listeners with hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 2007; 50: 844-56.

Winslow RL, Sachs MB. Single-tone intensity discrimination based on auditory-nerve rate responses in backgrounds of quiet, noise, and with stimulation of the crossed olivocochlear bundle. *Hearing Res.* 1988; 35(2-3): 165-189.

Wood NL, Cowan N. The cocktail party phenomenon revisited: attention and memory in the classic selective listening procedure of Cherry (1953). *J Exp Psychol Gen.* 1995; 124(3): 243.

Wu X, Ren Y, Wang Q, Li B, Wu H, Huang Z, Wang X. Factors associated with the efficiency of hearing aids for patients with age-related hearing loss. *Clin Interv Aging.* 2019; 14: 485.

Yost WA. Auditory Perception and sound source determination in fundamentals of hearing: An Introduction. 4th ed. USA: Elsevier science Academic press; 2000, p: 207-225

Zaidan E, Baran JA. Gaps-in-noise (GIN©) test results in children with and without reading disabilities and phonological processing deficits. *Int J Audiol.* 2013; 52(2): 113-123.

Zatorre RJ, Belin P. Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cereb Cortex*. 2001; 11(10): 946-953.

Zatorre RJ, Belin P, Penhune VB. Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends Cogn Sci*. 2002; 6(1): 37-46.

Zekveld AA, Heslenfeld DJ, Festen JM, Schoonhoven R. Top-down and bottom-up processes in speech comprehension. *Neuroimage*. 2006; 32(4): 1826-1836.

Zhao Y, Xu X, He J, Xu J, Zhang J. Age-related changes in neural gap detection thresholds in the rat auditory cortex. *Eur J Neurosci*. 2015; 41(3): 285-292.

Zoefel B, VanRullen R. Selective perceptual phase entrainment to speech rhythm in the absence of spectral energy fluctuations. *J Neurosci*. 2015; 35(5): 1954-1964.

Zoefel B, VanRullen R. EEG oscillations entrain their phase to high-level features of speech sound. *Neuroimage*. 2016; 124: 16-23.

Zokoll MA, Fidan D, Türkyılmaz D, Hochmuth S, Ergenç İ, Sennaroğlu G, Kollmeier B. Development and evaluation of the Turkish matrix sentence test. *Int J Audiol*. 2015; 54(sup2): 51-61.

## 9. EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Raporu



Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

|                      |                               |                                                               |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| BAŞVURU<br>BİLGİLERİ | PROTOKOL KODU                 | 09.2017.709                                                   |
|                      | PROJE ADI                     | İşitme Cihazı Kullanımının Temporal Çözünürlük Üzerine Etkisi |
|                      | SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI | Doç. Dr. Emine Ufuk DERINSU                                   |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KARAR BİLGİLERİ | Tarih 08.12.2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                 | Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek proje onayının yenilenmesi gerekmektedir. |

| ÜYELER                        |                               |                                       |                              |     |                                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| Ünvanı / Adı / Soyadı         | Uzmanlık Dalı                 | Kurumu / EK Üyeligi                   | Onaylanan Proje ile İlişkisi |     | Toplantıya katılım                                                      |
| Prof.Dr. Haner DİREKENELİ     | Romatoloji                    | M.Ü Tıp Fakültesi/ Başkan             | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof.Dr. Tülin ERGUN          | Dermatoloji                   | M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.         | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof. Dr. Şefik GÖRKEY        | Tıp Tarihi ve Etik            | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof.Dr. Handan KAYA          | Patoloji                      | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof.Dr. M.Bahadır GÜLLÜOĞLU  | Genel Cerrahi                 | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof.Dr. Atilla KARAAALP      | Farmakoloji                   | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> EVET <input checked="" type="checkbox"/> HAYIR |
| Prof.Dr. Semra SARDAŞ         | Eczacı                        | M.Ü Eczacılık Fak./Üye                | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof.Dr. Başak DOĞAN          | Diş Hekimi                    | M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye            | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Prof. Dr. Beste Melek ATASOY  | Radyasyon Onkolojisi          | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Doç. Dr. Elif KARAKOÇ AYDINER | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Doç.Dr. Meltem KORAY          | Diş Hekimi                    | İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Doç. Dr. Gürkan SERT          | Hukukçu                       | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Doç.Dr. Egen DEMİR            | Halk Sağlığı                  | Acıbadem Üniv. Tıp Fak.               | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Doç.Dr. Pinar Mega TİBER      | Biyofizik                     | M.Ü Tıp Fakültesi/Üye                 | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |
| Gözde Aynur MİRZA             | Sağlık Mensubu olmayan kişi   | Serbest                               | Var                          | Yok | <input type="checkbox"/> Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır |

## Ek 2. Gönüllü Bilgilendirme ve Onay Formu

### GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

İşitme kayıplı bireylerin kullandığı işitme cihazının konuşmayı anlama üzerine etkisini değerlendirmeyi amaçlayan *İşitme Cihazı Kullanımının Temporal Çözünürlük Üzerine Etkisi*” isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın ve bu bilgileri ailenizle ve/veya doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Bu çalışmayla katılımcıların farklı sesleri ve ses gruplarını zamansal olarak ne şekilde ayırt edebildikleri test edilecektir. Araştırmamızda farklı sesler ve bu sesler arasında boşluklar duyacak ve yönlendirmeleri takip edeceksiniz. Bu testin herhangi bir girişimsel yönü yoktur. Sadece sesleri dinleyecek ve yanıt vereceksiniz.

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar vererseniz bu yazılı olarak bilgilendirilmiş olduğunuz form imzalanmak için size verilecektir. Aynı şekilde çalışmayı yürüten araştırmacı, araştırma şartları gereği sizi çalışma dışı bırakabilir. Rutin testler ve araştırma testleri toplamda 1 saat sürmektedir. Çalışma sağlık açısından herhangi bir risk taşımamaktadır.

Çalışmamıza katılarak konuşmayı anlama üzerine işitme cihazı kullanımının etkisini anlamamıza yardımcı olarak ülkemizde ve dünyada işitme biliminin gelişmesine katkıda bulunacaksınız. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluğunuz bulunmamaktadır.

Araştırmacı kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir, ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı”

(denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalamış bulunduğum bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir

### **GÖNÜLLÜ ONAY FORMU**

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı, İmzası, Adresi

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin adı-soyadı, imzası, adresi

Açıklamaları yapan araştırmacının adı-soyadı, imzası

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin adı-soyadı, imzası, görevi

### Ek 3. Anamnez Formu

#### HASTA BİLGİ FORMU

Adı Soyadı:

Doğum Tarihi

Telefon Numarası:

Test Tarihi:

Eğitim Durumu:

Kullanılan El : Sağ Sol

Müzik İlgisi:

Hastalık mevcut mu?

İşitme Kaybı Belirlenme Zamanı (çocukluk sonradan), İşitme Kaybı Seyri,  
İşitme Kaybı Hikayesi(ailede var mı? ):

İşitme Cihazı Kullanımına Başlama Zamanı, İşitme Cihazı Kullanılan Kulak

Günlük İşitme Cihazı Kullanım Süresi:

İşitme Cihazı Firması:

## Ek 4. Konuşma, Uzaysal Algı ve İşitme Kalitesi Ölçeği

### KONUŞMA, UZAYSAL ALGI VE İŞİTME KALİTESİ (KUİK) ÖLÇEĞİ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Aşağıdaki soruların amacı günlük işitme koşullarınızdaki farklı durumlarda işitme ve dinleme yeteneğinizi ve deneyiminizi ortaya koymaktır.</p> <p>Her soru için, soruların karşısında gösterilen, "0" ile "10" aralığındaki ölçeğin herhangi bir noktasını çarpı (x) ile işaretleyin. "10" noktasına bir işaret koyulması, soruda tanımlanan şeyi kusursuz biçimde yapabilir durumda olduğunuz; "0" noktasına bir işaret koyulması ise tanımlanan şeyi yapamayacak durumda olduğunuz anlamına gelir.</p> <p>Örneğin, 1. soruda televizyon açıkken aynı anda biriyle sohbet edilmesi ile ilgili bir soru yöneltilmektedir. Eğer bunu yapabilecek durumdaysanız, ölçeğin sağ ucuna yakın bir yere işaret koyun. Böyle bir ortamda sohbetin yarısını takip edebilecek durumdaysanız, ortadaki bir noktaya işaret koyun ve diğer durumlarda da aynı yöntemi kullanın.</p> <p>Tüm soruların günlük deneyimlerinize uygun sorular olduğunu düşünüyoruz, ancak bir soru sizin için geçerli olmayan bir durumu tanımlıyorsa, "uygun değil" (UD) kutusuna çarpı işareti koyun.</p> | <p><b>Ad Soyad:</b></p> <p><b>Tarih:</b></p> <p><b>İşitme cihazı kullanıyor musunuz?</b><br/><input type="checkbox"/>Evet<br/><input type="checkbox"/>Hayır</p> <p><b>Kullanıyorsanız</b><br/><input type="checkbox"/>Sağ Kulak<br/><input type="checkbox"/>Sol Kulak<br/><input type="checkbox"/>Her iki kulak</p> <p><b>Ne kadar zamandır kullanıyorsunuz?</b><br/>_____ yıldır<br/>_____ aydır<br/>veya _____ haftadır</p> <p>(İki cihazınızı da farklı zamanlarda aldıysanız lütfen belirtiniz)</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 1. KONUŞMA ALGISI

|                                                                                                                                                                         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Bir kişiyle konuşuyorsunuz ve aynı oda içinde açık bir televizyon var. Televizyonu kapatmadan konuştuğunuz kişinin ne söylediğini takip edebilir misiniz?            | UD <input type="checkbox"/> |
| <div><div></div><div>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</div></div>                                                                       |                             |
| 2. Sessiz bir salonda bir başka kişiyle konuşuyorsunuz. Karşınızdaki kişinin söylediklerini takip edebilir misiniz?                                                     | UD <input type="checkbox"/> |
| <div><div></div><div>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</div></div>                                                                       |                             |
| 3. Bir masanın etrafında oturan beş kişilik bir grubun içindesiniz. Bulduğunuz yer sessiz bir ortam. Gruptaki herkesi görebiliyorsunuz. Sohbeti takip edebilir misiniz? | UD <input type="checkbox"/> |
| <div><div></div><div>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</div></div>                                                                       |                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. Kalabalık bir restoranda beş kişilik bir grubun içindesiniz. Gruptaki herkesi görebiliyorsunuz. Sohbeti takip edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                           |
| <p>5. Bir kişiyle konuşuyorsunuz. Arka planda fan veya akan su sesi gibi sürekli bir gürültü var. Kişinin söylediklerini takip edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                |
| <p>6. Kalabalık bir restoranda beş kişilik bir grubun içindesiniz. Gruptaki herkesi göremiyorsunuz. Sohbeti takip edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                             |
| <p>7. Cami ya da tren garı gibi çok yankı yapan bir yerde biriyle konuşuyorsunuz. Karşınızdaki kişinin söylediklerini takip edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                   |
| <p>8. Sesi sizin konuştuğunuz kişiyle aynı tonda olan başka bir kişi konuşurken, biriyle sohbet edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                                               |
| <p>9. Sesi sizin konuştuğunuz kişiden farklı tonda olan başka bir kişi konuşurken, biriyle sohbet edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                                             |
| <p>10. Sizinle konuşan birini dinliyorsunuz ve aynı anda televizyondaki spikeri takip etmeye çalışıyorsunuz. Her iki kişinin de ne dediğini anlayabilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                |
| <p>11. Birçok kişinin konuşmakta olduğu bir odada bir kişiyle sohbet ediyorsunuz. Konuştuğunuz kişinin ne dediğini takip edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                      |
| <p>12. Bir grup ile birliktesiniz ve sohbet bir kişiden diğerine çok çabuk geçiyor. Her yeni konuşmacının ilk söylediklerini kaçırmadan sohbeti kolayca takip edebilir misiniz?</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p> |
| <p>13. Telefonda kolaylıkla sohbet edebiliyor musunuz? [cihaz kullanmadan, bir ya da iki cihaz kullanarak]</p> <p style="text-align: right;">UD <input type="checkbox"/></p> <p style="text-align: center;"> </p> <p>(Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)</p>                                                                      |

|                                                                                                                                        |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 14. Telefonda birini dinliyorsunuz ve yanınızdaki kişi konuşmaya başlıyor. Her iki konuşmacının da ne dediğini takip edebilir misiniz? |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                            |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                     | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |

## 2. UZAYSAL ALGI

|                                                                                                                                                                                             |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Bilmediğiniz bir dış mekanda bulunuyorsunuz. Birinin çim biçme makinesi kullandığını işitiyorsunuz. Nerede olduğunu göremiyorsunuz. Sesin nereden geldiğini anlayabilir misiniz?         |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |
| 2. Birkaç kişiyle bir masanın etrafında oturuyorsunuz veya toplantı yapıyorsunuz. Herkesi göremiyorsunuz. Bir kişi konuşmaya başlar başlamaz o kişinin nerede olduğunu anlayabilir misiniz? |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |
| 3. İki kişinin ortasında oturuyorsunuz. Biri konuşmaya başlıyor. Konuşan kişinin solunuzdaki kişi mi yoksa sağınızdaki kişi mi olduğunu bakmadan anlayabilir misiniz?                       |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |
| 4. Bilmediğiniz bir evde bulunuyorsunuz. Ev sessiz. Bir kapının gürültüyle kapandığını işitiyorsunuz. Bu sesin nereden geldiğini anlayabilir misiniz?                                       |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |
| 5. Bir binanın altınızda ve üstünüzde katların olduğu merdiven boşluğundasınız. Başka bir kattan sesler duyuyorsunuz. Sesin nereden geldiğini kolayca anlayabilir misiniz?                  |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |
| 6. Dışarıdasınız. Bir köpek yüksek sesle havlıyor. Köpeğin nerede olduğunu bakmadan anlayabilir misiniz?                                                                                    |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |
| 7. Kalabalık bir sokağın kaldırımında ayakta duruyorsunuz. Gelen aracın bir kamyon mu ya da otobüs mü olduğunu bakmadan anlayabilir misiniz?                                                |                                               |
| UD <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                               |
| (Kesinlikle değil)                                                                                                                                                                          | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde) |

|                                                                                                                                                            |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 8. Sokaktayken, yürüyen bir kişinin kendi sesinden veya ayak sesinden o kişinin ne kadar uzakta olduğunu anlayabilir misiniz?                              | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |
| 9. Bir otobüs ya da kamyonun ne kadar uzakta olduğunu sesinden anlayabilir misiniz?                                                                        | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |
| 10. Bir otobüs ya da kamyonun hangi yönde hareket ettiğini sesinden anlayabilir misiniz, örneğin soldan sağa mı yoksa sağdan sola mı hareket ediyor?       | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |
| 11. Bir kişinin hangi yönde hareket ettiğini sesinden veya ayak sesinden anlayabilir misiniz, örneğin soldan sağa mı yoksa sağdan sola mı hareket ediyor?  | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |
| 12. Bir kişinin size doğru mu geliyor yoksa uzaklaşıyor mu olduğunu sesinden ya da ayak sesinden anlayabilir misiniz?                                      | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |
| 13. Bir otobüs veya kamyonun size doğru mu geliyor yoksa uzaklaşıyor mu olduğunu sesinden anlayabilir misiniz?                                             | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |
| 14. Duyduğunuz sesler size dış dünyadan değil de kafanızın içindeymiş gibi mi geliyor?                                                                     | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kafamın içinden) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Dışardan)                                                                                                        |                             |
| 15. Sesini duyduğunuz ancak ilk başta göremediğiniz kişi veya nesnelere baktığınızda, tahmin ettiğinizden daha yakında olduğunu mu görüyorsunuz?           | UD <input type="checkbox"/> |
| (Daha yakın) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Yakın değil)                                                                                                          |                             |
| 16. Sesini duyduğunuz ancak ilk başta göremediğiniz kişi veya nesnelere baktığınızda, seslerinin tahmin ettiğinizden daha uzakta olduğunu mu görüyorsunuz? | UD <input type="checkbox"/> |
| (Daha uzak) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Uzak değil)                                                                                                            |                             |
| 17. Seslerin tam olarak tahmin ettiğiniz yerden geldiğini mi düşünüyorsunuz?                                                                               | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                           |                             |

18. İŞİTME KALİTESİ

|                                                                                                                                                                     |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. İki sesi aynı anda duyduğunuzu hayal edin; örneğin, suyun lavaboya akışı ve bir radyonun çalışması. Bu seslerin birbirinden ayrı olduğunu fark edebilir misiniz? | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 2. Aynı anda birden fazla ses duyduğunuzda, bunlar size birbiriyle karışmış tek bir ses gibi mi geliyor?                                                            | UD <input type="checkbox"/> |
| (Karışmış) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Karışmamış)                                                                                                                      |                             |
| 3. Radyodan müzik sesinin geldiği bir odadasınız. Aynı odada başka biri de konuşuyor. Konuşan kişinin sesini müzikten ayrı olarak duyabilirsiniz?                   | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 4. Bildiğiniz farklı kişileri seslerinden kolayca tanıyabilir misiniz?                                                                                              | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 5. Aşina olduğunuz farklı müzik parçalarını birbirinden kolayca ayırt edebilir misiniz?                                                                             | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 6. Farklı sesler arasındaki farkı anlayabiliyor musunuz; örneğin, bir otomobil ile otobüs; tencerede kaynayan su ile tavada pişen yiyecekler?                       | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 7. Müzik dinlerken, bildiğiniz kadarıyla hangi enstrümanların çalındığını anlayabiliyor musunuz?                                                                    | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 8. Müzik dinlerken, sesler net ve doğal geliyor mu?                                                                                                                 | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 9. Günlük hayatta duyduğunuz sesler size net bir şekilde geliyor mu?                                                                                                | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |
| 10. Diğer insanların konuşma sesleri size net ve doğal geliyor mu?                                                                                                  | UD <input type="checkbox"/> |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                                                                    |                             |

|                                                                                                                               |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 11. Günlük hayatta duyduğunuz sesler size yapay ve doğal olmayan bir şekilde mi geliyor?                                      | UD □ |
| (Doğal değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Doğal)                                                                                  |      |
| 12. Konuştuğunuzda, sesiniz kendinize doğal geliyor mu?                                                                       | UD □ |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                              |      |
| 13. Başka bir kişinin ruh halini sesinden kolayca tahmin edebiliyor musunuz?                                                  | UD □ |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                              |      |
| 14. Bir kişiyi veya şeyi dinlerken çok fazla konsantre olmak zorunda kalıyor musunuz?                                         | UD □ |
| (Çok fazla kalıyorum) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Hiç Kalmıyorum)                                                                 |      |
| 15. Başkalarıyla konuşurken ne dediklerini anlamak için çok fazla çaba sarf ediyor musunuz?                                   | UD □ |
| (Çok fazla ediyorum) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Etmiyorum)                                                                       |      |
| 16. Bir arabada sürücü olarak bulunduğunuz sırada, yan koltuğunuzda oturan kişinin ne söylediğini kolayca işitebilir misiniz? | UD □ |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                              |      |
| 17. Yolcu olarak bulunduğunuzda, yan koltuğunuzda oturan sürücünün ne dediğini kolayca işitebilir misiniz?                    | UD □ |
| (Kesinlikle değil) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Mükemmel bir şekilde)                                                              |      |
| 18. Bir şeyi dinlemeye çalışırken diğer sesleri kolayca yok sayabiliyor musunuz?                                              | UD □ |
| (Yok sayamıyorum) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (Kolaylıkla yok sayarım)                                                             |      |

## 10. ÖZGEÇMİŞ

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

### Eğitim Düzeyi

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

### İş Deneyimi

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

### Bilgisayar Bilgisi

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |