

T.C  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GENÇ VE YAŞLI BİREYLERDE  
SANTRAL İŞİTSEL SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahsen KARTAL

Odyoloji Anabilim Dalı  
Odyoloji Programı

Eylül, 2019







T.C  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GENÇ VE YAŞLI BİREYLERDE  
SANTRAL İŞİTSEL SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahsen KARTAL

(Y1716.070001)

Odyoloji Anabilim Dalı

Odyoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. B. Özlem Konukseven

Eylül, 2019



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Enstitümüz Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı Y1716.070001 numaralı öğrencisi Ahsen KARTAL'ın "GENÇ VE YAŞLI BİREYLERDE SANTRAL İŞİTSEL SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 02.09.2019 tarih ve 2019/11 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Tezli Yüksek Lisans tezi 09.09.2019 tarihinde kabul edilmiştir.

<u>Unvan</u>	<u>Adı Soyadı</u>	<u>Üniversite</u>	<u>İmza</u>
<b>ASIL ÜYELER</b>			
Danışman	Prof. Dr.	Bahriye Özlem KONUKSEVEN	İstanbul Aydın Üniversitesi
1. Üye	Dr. Öğr. Üyesi	İnci ADALI	İstanbul Aydın Üniversitesi
2. Üye	Doç. Dr.	Fikret Fulya YALÇINKAYA	Biruni Üniversitesi
<b>YEDEK ÜYELER</b>			
1. Üye	Dr. Öğr. Üyesi	Şengül TERLEMEZ	İstanbul Aydın Üniversitesi
2. Üye	Doç. Dr.	Ayşe Ayça ÇİPRUT	Marmara Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr. Ragıp Kutay KARACA  
Enstitü Müdürü





## **YEMİN METNİ**

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Genç ve Yaşlı Bireylerde Santral İşitsel Sistemin Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (09/09/2019)

**Ahsen KARTAL**



*Canım Anneme ve Babama...*



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca hayata farklı bir gözle bakmamı sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Özlem Konukseven'e tez çalışmam boyunca danışmanlık ve yazarlık için vermiş olduğu değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Santral işitsel işleme testleri için gerekli olan materyallerin oluşturulmasında değerli katkıları olan Prof. Dr. Haluk Külah'a, Dr. Aykan Batu'ya ve Akın Mert Yılmaz'a teşekkür ederim.

Tez çalışmama katkıda bulunan değerli öğretim üyesi hocalarıma, arkadaşlarıma ve Odyoloji bölümü öğrencilerimize teşekkür ederim.

Lisans eğitimimden bu yana anne şefkatini ve sevgisini her daim hissettiğim sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi İnci Adalı'ya vermiş olduğu desteklerden ve katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte yanımda olan, beni destekleyen iş arkadaşlarıma, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Ody. Edanur Işık'a teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde beni koruyup kollayan, bugünlere gelmemde en büyük emeği olan annem Ayşe Kartal'a ve babam İsmet Kartal'a ayrıca enerjisini ve sevgisini her daim hissettiğim kahramanlarıma çok teşekkür ederim.

Eylül, 2019

Ahsen KARTAL

---



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xx</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1.Çalışma Konusu .....	1
1.2.Tezin Amacı .....	1
1.3.Literatür Özeti .....	2
1.4.Hipotezler .....	5
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>7</b>
2.1.İşitsel Sinir Sistemi.....	9
2.1.1.Klasik çıkan (ascending) işitsel yollar .....	9
2.1.1.1.İşitme siniri.....	12
2.1.1.2.Koklear nukleus .....	14
2.1.1.3.Süperior olivary kompleks .....	15
2.1.1.4.Lateral lemniskus .....	16
2.1.1.5.İnferior kollikulus.....	16
2.1.1.6.Medial genikulat body.....	19
2.1.1.7.İşitsel korteks .....	20
2.1.2.Klasik olmayan ascending işitsel yollar.....	21
2.1.3.İşitsel nörofizyolojide yaşa bağlı değişimler .....	24
2.2.Santral İşitsel İşleme .....	24
2.2.1.Santral işitsel işlemedeki bottom-up ve top-down faktörler.....	24
2.2.2.Santral işitsel işleme bozukluğunun prevalansı .....	25
2.2.3.Santral işitsel işleme bozukluğunun taranması.....	25
2.2.4.Santral işitsel işleme bozukluğu için anketler ve kontrol listeleri .....	26
2.2.5.Santral işitsel işleme bozukluğu tarama testleri.....	27
2.2.6.Santral işitsel işleme bozukluğu tarama test bataryaları .....	27
2.2.7.Santral işitsel işleme de davranışsal ve elektrofizyolojik testler .....	28
2.2.7.1.Dikotik konuşma testleri .....	28
2.2.8.Binaural etkileşim testleri .....	28
2.2.8.1.Maskeleme düzeyi farkı .....	29
2.3.Temporal İşleme .....	31
2.3.1.Temporal sıralama .....	31
2.3.1.1.Frekans patern test.....	32
2.3.1.2.Süre patern test.....	34
2.3.1.3.Frekans patern test için neden 880 Hz ve 1122 Hz kullanılmaktadır? .....	36
2.3.2.Temporal çözünürlük.....	36
2.3.2.1.Boşluk tanıma.....	37
2.3.2.2.Rastgele boşluk tanıma testi.....	37

2.3.3.Temporal maskeleye .....	37
2.3.4.Temporal birleştirme.....	38
2.3.4.1.İşitme kaybı ve yaşlanmasının boşluk tanıma üzerine etkisi .....	38
<b>3.GEREÇ ve YÖNTEM.....</b>	<b>39</b>
3.1.Bireyler .....	39
3.2.Yöntem .....	40
3.2.1.Mental değerlendirme .....	40
3.2.1.1.Standardize mini mental test .....	40
3.2.2. Odyolojik değerlendirme .....	40
3.2.3. Otoskopik muayene .....	41
3.2.4. İmmitansmetrik değerlendirme .....	41
3.2.5. Saf ses odyometrisi .....	42
3.2.6. Konuşma odyometrisi .....	43
3.2.7. Santral işitsel işleme değerlendirme .....	43
3.2.7.1. Maskeleye dűzeyi farkı testi (MDF) .....	44
3.2.7.2. Frekans patern test (FPT) .....	44
3.2.7.3. Sűre patern test (SPT) .....	46
3.2.7.4. Rastgele boşluk tanıma testi .....	48
3.3. İstatistiksel Analiz .....	49
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>51</b>
<b>5. TARTIşMA .....</b>	<b>69</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>77</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>79</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>87</b>
EK A: Etik Kurul Kararı.....	87
EK B: Bilgilendirilmiř Gönűllű Olur Formu.....	87
EK C: Tűrkçe Fonetik Dengeli Üç Heceli Kelime Listesi .....	87
EK D: Tűrkçe Fonetik Dengeli Tek Heceli Kelime Listesi.....	87
EK E: Frekans Patern Testi Hasta Yanıt Formu .....	87
EK F: Sűre Patern Testi Hasta Yanıt Formu .....	87
EK G: Rastgele Boşluk Tanıma Testi Hasta Yanıt Formu .....	87
EK H: Genç ve Yaşlı Bireylere Ait Verileri Gösteren Tablo .....	87
<b>ÖZGEÇMİş.....</b>	<b>101</b>



## KISALTMALAR

<b>AAA</b>	: The American Academy of Audiology
<b>AAF</b>	: Anterior İşitsel Alan
<b>AI</b>	: İşitsel Korteks
<b>AII</b>	: Sekonder Korteks
<b>ASHA</b>	: American Speech-Language-Hearing Association
<b>AVCN</b>	: Anterior Ventral Koklear Nukleus
<b>BSA</b>	: British Society of Audiology
<b>CN</b>	: Koklear Nukleus
<b>DCN</b>	: Dorsal Koklear Nukleus
<b>FPT</b>	: Frekans Patern Testi
<b>GKAE</b>	: Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme
<b>IC</b>	: İnferior Kollikulus
<b>KAE</b>	: Konuşmayı Ayırt Etme
<b>LL</b>	: Lateral Lemniskus
<b>LSO</b>	: Lateral Süperior Olivary Çekirdek
<b>MDF</b>	: Maskeleye Düzeyi Farkı
<b>MGB</b>	: Medial Genikulat Body
<b>MSO</b>	: Medial Süperior Olivary Çekirdek
<b>PAF</b>	: Posterior İşitsel Alan
<b>PVCN</b>	: Posterior Ventral Koklear Nukleus
<b>RBTT</b>	: Rastgele Boşluk Tanıma Testi
<b>Sİİ</b>	: Santral İşitsel İşleme
<b>SİİB</b>	: Santral İşitsel İşleme Bozukluğu
<b>SİSS</b>	: Santral İşitsel Sinir Sistemi
<b>SOC</b>	: Süperior Olivary Kompleks
<b>SPT</b>	: Süre Patern Testi

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1:</b> MGB'si zaran gören bireylerde odyolojik test sonuçlarında beklenen bulguların özeti.....	19
<b>Çizelge 2.2:</b> İşitsel alanlar ve işitsel işleme bozukluğu ile ilişkisi.....	23
<b>Çizelge 2.3:</b> FPT ve SPT normatif veriler .....	35
<b>Çizelge 3.1:</b> Anatomik lokalizasyonlara göre Sİİ testleri .....	41
<b>Çizelge 3.2:</b> Goodman işitme kaybı sınıflandırması.....	43
<b>Çizelge 4.1:</b> Genç ve yaşlı gruptaki demografik özellikler .....	51
<b>Çizelge 4.2:</b> Genç ve yaşlı grupta arasındaki konuşmayı alma eşiği, konuşmayı ayırt etme skoru karşılaştırması .....	52
<b>Çizelge 4.3:</b> Genç ve yaşlı grup arasındaki gürültüde konuşmayı ayırt etme skoru karşılaştırılması .....	53
<b>Çizelge.4.4:</b> Genç ve yaşlı grup arasındaki Sİİ test sonuçlarının karşılaştırılması....	56
<b>Çizelge.4.5:</b> Genç grupta gürültülü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorlarının karşılaştırılması .....	57
<b>Çizelge 4.6:</b> Yaşlı grupta gürültülü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorlarının karşılaştırılması .....	58
<b>Çizelge 4.7:</b> Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile konuşmayı ayırt etme skorları arasındaki ilişki.....	60
<b>Çizelge 4.8:</b> Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile frekans patern ve süre patern testleri arasındaki ilişki .....	61
<b>Çizelge 4.9:</b> Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile maskeleme düzeyi farkı testi eşikleri arasındaki ilişki .....	63
<b>Çizelge.4.10:</b> Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile boşluk tanıma testi arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan korelasyon analizi .....	66
<b>Çizelge 4.11:</b> Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile Sİİ testleri arasındaki korelasyon değerlerinin Musiek ve ark. (2018)'nın belirtmiş olduğu anatomik lokalizasyon haritasında gösterimi .....	67



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Santral nukleuslar ve klasik çıkan işitsel sistem yollarının lif demetlerini gösteren diyagram .....	10
Şekil 2.2: Kokleadan inferior kollikusa uzanan çıkan işitsel yolların ayrıntılı şeması. ....	10
Şekil 2.3: Klasik ascending yolların şeması .....	11
Şekil 2.4: Miyelinli işitsel sinir liflerinin çaplarının insanlarda dağılımı. Yetişkinlerde elde edilen sonuçlar ile çocukların sonuçlarının karşılaştırılması.....	12
Şekil 2.5: Serebellopontin açıdan sekizinci kranial sinirin enine kesiti ve sinirin farklı kısımlarda saat yönüne döndüğünü gösteren şema .....	13
Şekil 2.6: İnternal işitsel meatus içerisinde kranial sinirlerin yerleşimi .....	14
Şekil 2.7: İşitme sinirinin koklear nukleusun üç ana bölümü ile yaptığı yollar .....	15
Şekil 2.8: Çıkan santral işitsel yollar. Kırmızı renk monoaural yolları, mavi renk binaural yolları ve siyah renk diğer bağlantıları göstermektedir.....	17
Şekil 2.9: Santral İşitsel Yollar .....	18
Şekil 2.10: İşitsel ve alıcı dil kortikal bölgeleri .....	20
Şekil 2.11: Klasik olmayan ascending işitsel yollar .....	22
Şekil 2.12: MDF Testi. Üst şekil homofazik, alt şekil antifazik durumdaki sinyal belirlemeyi ifade etmektedir.....	30
Şekil 2.13: FPT paternleri .....	33
Şekil 2.14: DPT Paternleri .....	35
Şekil 2.15: Eş gürlük eğrisi.....	36
Şekil 3.1: Otometrics MADSEN Otoflex 100 Timpanometri cihazı.....	42
Şekil 3.2: Otometrics MADSEN Astera <sup>2</sup> Klinik Odyometre Cihazı .....	42
Şekil 3.3: Frekans Patern Dalga Formları .....	45
Şekil 3.4: Frekans Patern Test ait Paternler .....	45
Şekil 3.5: Süre patern dalga formları .....	47
Şekil 3.6: Süre Patern Test.....	47
Şekil 4.1: Genç ve yaşlı bireylerde gürültüde ayırt etme skor sonuçları .....	53
Şekil 4.2: Genç ve yaşlı gruplarda temporal sıralama testlerinin sonuçları.....	54
Şekil 4.3: Genç ve yaşlı bireylerde rastgele boşluk tanıma test sonuçları .....	55
Şekil 4.4: Genç ve yaşlı bireylerde maskeleme düzeyi farkı sonuçları .....	57
Şekil 4.5: Genç ve yaşlı bireylerde konuşmayı ayırt etme ve gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları.....	59
Şekil 4.6: Yaşa göre gürültüde konuşmayı ayırt etme skorlarının serpilme diyagramı .....	60
Şekil 4.7: Yaşa göre frekans patern test skorlarının serpilme diyagramı .....	62
Şekil 4.8: Yaşa göre süre patern test skorlarının serpilme diyagramı .....	62
Şekil 4.9: Yaşa göre maskeleme düzeyi farkı eşiklerinin serpilme diyagramı .....	64
Şekil 4.10: Yaşa göre maskeleme düzeyi farkı eşiklerinin serpilme diyagramı .....	64
Şekil 4.11: Yaşa göre rastgele boşluk tanıma testi eşiklerinin serpilme diyagramı ..	65



## GENÇ VE YAŞLI BİREYLERDE SANTRAL İŞİTSEL SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### ÖZET

**Giriş:** Yaşlanmayla santral işitsel sinir sistemindeki anatomik lokalizasyonlardaki fonksiyon kaybıyla birlikte santral işitsel işleme (Sİİ) fonksiyonlarında da azalmalar meydana gelmektedir. Bu çalışmanın amacı genç ve yaşlı bireylerin Sİİ testleri karşılaştırılırken, testlerin anatomik lokalizasyonlara göre aynı birey üzerindeki temporal işleme fonksiyonlarını araştırmak ve aralarındaki ilişkileri değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya 18-30 yaş arasında normal işitmeye sahip 12 kadın, 12 erkek olmak üzere 24 birey ve 60-75 yaş arasında normal işitmeye sahip 7 kadın, 13 erkek olmak üzere 20 birey dahil edilmiştir. Bireylere mental değerlendirme, odyolojik değerlendirme testleri ve santral işitsel işleme testleri yapılmıştır. Santral işitsel işleme testi değerlendirilmedi; frekans patern test (FPT), süre patern test (SPT), maskeleme düzeyi farkı (MDF) testi, rastgele boşluk tanıma testi (RBTT) kullanılmıştır. Konuşmayı ayırt etme (KAE) ve gürültüde konuşmayı ayırt etme (GKAE) skorları, her iki grupta kendi içinde incelenmiştir. Gruplar arasında konuşma testleri ve Sİİ testleri karşılaştırılmıştır. Uygulanan tüm Sİİ test sonuçları ile genç grup, yaşlı grup ve yaş arasındaki ilişki araştırılmıştır.

**Bulgular:** Genç ve yaşlı bireylerde sırasıyla; GKAE skorları (%88,50/%71,40), 500 MDF eşikleri (11,33 dB/9,20 dB), 1000 Hz MDF eşikleri (8,08 dB/5,80 dB), RBTT eşikleri (1000 Hz-4,16 ms/9,45 ms), FPT skorları (%89,16/%75,75) ve SPT skorları (%95,83/%90,00) elde edilmiştir. Gruplar arasında GKAE, MDF, RBTT, FPT ve SPT skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır ( $p<0,05$ ). Genç grup ve yaşlı grup ile Sİİ testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye ( $p>0,05$ ) rastlanmamış olup yaş ile tüm Sİİ testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır ( $p<0,05$ ).

**Sonuç:** Yaşlı bireylerde genç bireylere göre temporal sıralama, temporal çözünürlük ve binaural etkileşim becerilerinde anatomik lokalizasyonlara göre fonksiyon kaybı gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** santral işitsel işleme, gürültüde konuşma testi, maskeleme düzeyi farkı, frekans patern test, süre patern test, rastgele boşluk tanıma testi, yaşlı



## EVALUATION OF CENTRAL AUDITORY SYSTEM IN YOUNG AND ELDERLY INDIVIDUALS

### ABSTRACT

**Introduction:** With aging, loss of function in the anatomical localizations of the central auditory nervous system leads to decreases in central auditory processing (CAP) functions. The aim of this study was to investigate the temporal processing functions of the tests on the young and old individuals according to the anatomical localizations and to evaluate the relationships between the CAP tests of the same individuals.

**Materials and Methods:** 24 individuals, 12 females and 12 males with normal hearing between 18-30 years of age and 20 individuals, 7 females and 13 males with normal hearing between 60-75 years of age were included in the study. Mental evaluation, audiological evaluation tests and central auditory processing tests were performed on individuals. In the evaluation of central auditory processing; frequency pattern test (FPT), duration pattern test (DPT), masking level difference (MLD) test, random gap detection test (RGDT) were used. Speech discrimination (SDS) and speech in noise (SIN) scores were analyzed in both groups. Speech tests and CAP tests were compared between the groups. The relationship between all CAP test results and the young group, the elderly group and the age was investigated.

**Results:** In young and old individuals respectively; SIN scores (88.50% / 71.40%), 500 MLD thresholds (11.33 dB / 9.20 dB), 1000 Hz MLD thresholds (8,08 dB / 5.80 dB), RGDT thresholds (1000 Hz-4.16 ms / 9.45 ms), FPT scores (89.16% / 75.75%) and DPT scores (95.83% / 90.00%) were obtained. There was a statistically significant difference between the groups in terms of SIN, MLD, RGDT, FPT and DPT scores ( $p < 0.05$ ). No statistically significant relationship was found between the younger and older groups ( $p > 0.05$ ), but a statistically significant relationship was found between age and all CAP tests ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results obtained in our study, it was observed that elderly individuals had declined temporal sequencing, temporal resolution and binaural interaction skills compared to younger individuals.

**Key Words:** central auditory processing, speech in noise, masking level difference, frequency pattern test, duration pattern test, random gap detection test, elderly







## **1. GİRİŞ**

### **1.1. Çalışma Konusu**

Santral İşitsel İşleme (Sİİ), aynı anda veya belli bir sıra ile gelen bilgilerin duysal olarak işlenmesini sağlayan işitsel çevredeki bilgileri düzenleyen, analiz eden ve değerlendiren birçok beceriden oluşmaktadır. Sİİ; ses lokalizasyonu, lateralizasyonu, işitsel ayırt etme, işitsel patern farkındalığı ve uyumsuz veya bozulmuş akustik sinyallerle karşılaşılması durumunda temporal işleme gibi birçok işitsel performans fonksiyonlarını içermektedir.

Yaşlanmayla santral işitsel sinir sistemindeki anatomik lokalizasyonlardaki fonksiyon kaybıyla birlikte Sİİ fonksiyonlarında da azalmalar meydana gelmektedir. Yaşla birlikte oluşan santral işitsel işleme bozukluğu (SİİB) işitsel algı ve/veya konuşma iletişim performansını olumsuz yönde etkileyen işitsel ağlardaki değişiklikleri ifade etmektedir (Presacco ve ark., 2016a; Tun ve ark., 2012). Özellikle arka plan gürültüsü varlığında konuşmayı dinlerken, hızlı konuşmaları takip ederken ve birden fazla konuşmacının katılmış olduğu konuşmayı dinlerken işitme kaybı olan ve olmayan yaşlı bireyler işitsel bilgileri anlamada zorluk çekmektedirler.

Literatürde yaşlanma ve SİİB arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar bu ikili arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır (Anderson ve ark., 2012a; Abdala ve ark. 2018; Chisolm ve ark., 2003; Schneider ve ark. 2000, Tun ve ark., 2012). Çalışmamızda genç (18-30 yaş) ve yaşlı (60-75 yaş) bireylerde tüm anatomik lokalizasyonu test eden Sİİ testleri kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

### **1.2. Tezin Amacı**

Santral işitsel sinir sisteminde yaşa bağlı olarak hücrelerin sayısının azalması, aksis silindirlerinin kaybı, dendritler dahil olmak üzere nöronal işleme kaybı gibi nedenlerle nörofizyolojik fonksiyon kayıpları görülmektedir (Bellis ve Jorgensen, 2014). Sİİ testlerinin ayrı ayrı yaşlılar ve gençler üzerinde normalizasyon çalışmaları yapılmıştır. Ancak ülkemizde genç ve yaşlı bireylerde binaural etkileşim, temporal

sıralama ve temporal çözünürlük gibi anatomik lokalizasyonlara göre fonksiyon kayıplarını değerlendiren Sİİ testlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı genç ve yaşlı bireylerin Sİİ testleri karşılaştırılırken, testlerin anatomik lokalizasyonlara göre aynı birey üzerindeki temporal işleme fonksiyonlarını araştırmak ve aralarındaki ilişkileri değerlendirmektir.

Bu doğrultuda;

- Genç ve yaşlı bireylerde gürültüde konuşmayı ayırt etme performanslarının belirlenip karşılaştırılması
- Genç ve yaşlı bireylerde “temporal sıralama performansının” frekans patern test ve süre patern test ile belirlenip karşılaştırılması
- Genç ve yaşlı bireylerde “temporal çözünürlük performansının” rastgele boşluk tanıma testi ile belirlenip karşılaştırılması
- Genç ve yaşlı bireylerde “binaural etkileşim performansının” maskeleye düzeyi farkı testi ile belirlenip karşılaştırılması
- Yaşlanmanın, binaural etkileşim, temporal sıralama ve temporal çözünürlük gibi fonksiyon kayıplarını değerlendiren Sİİ testleri ile korelasyonunun araştırılması ve bu testlerin yaşa bağlı anatomik lokalizasyonlardaki etkisi değerlendirilmiştir.

### **1.3. Literatür Özeti**

Yaşlanma periferik ve santral işitsel sistemlerde, vücut yapılarında ve fonksiyonlarında çeşitli değişikliklere yol açar (Gordon-Salant ve ark., 2010; Scheneider ve ark., 2010; Stach ve ark. 2008; Tun ve ark., 2012; Urry ve Gross, 2010). Yaşlı bireylerin iletişimde yaşadığı zorlukların genellikle işitme kaybı derecesi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Humes ve ark., işitme kaybının işitme cihazı ile rehabilite edildiği durumlarda bile günlük hayatta iletişim problemlerinin devam ettiğini bildirmişlerdir (Humes ve ark. 2007). Yaşlı bireylerde konuşmayı anlama zorlukları, işitsel yollardaki fonksiyon kayıpları sonucu ortaya çıkan işitsel işleme bozukluğu hipotezi ile açıklanmaktadır (Ross ve ark. 2007). Sözel iletişimde bireylerin yaşlanmasıyla konuşmayı anlamada zorluk yaşadığı belirtilmiştir (Lucker, 2007; Presacco ve ark., 2016a).

İşitme kaybı olan ve olmayan yaşlı bireyler ve genç bireyler arasında yapılan çalışmalar, işitme kaybının temporal çözünürlük üzerindeki etkisinin, yaşın etkisiyle karşılaştırıldığında daha az olduğunu doğrulamıştır (Fitzgibbons & Gordon-Salant, 1995; Gordon-Salant & Fitzgibbons, 1993; Schneider ve ark., 1994). Birçok araştırma, yaşlanan bireylerin işitsel çevrede yaşa bağlı değişiklikleri konuşmanın işlenmesi ve anlaşılmasıyla ilişkilendirmiştir (Cooper & Gates, 1991, 1992; Divenyi & Haupt, 1997; Humes, 1996; Humes & Christopherson, 1991; Humes & Roberts, 1991; van Rooij & Plomp, 1991; Wiley, Cruickshanks, Nondahl, Tweed, Klein, & Klein, 1998).

İşitsel ayırt etme, binaural ve temporal işleme gibi Sİİ fonksiyonlarından bir veya daha fazlasında eksiklik olması “yaşa bağlı santral işitsel işleme bozukluğu” olarak tanımlanmaktadır (AAA, 2010). Uluslararası Hastalık Sınıflandırması-11. Revizyonunda (ICD-11) AB5Y kodu altında yer alan SİİB; gelişimsel, kazanılmış ve sekonder olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmıştır (BSA, 2017; Iliadou ve ark., 2016; WHO, 2019). Bu sınıflandırmaya göre, santral presbiakuziye bağlı SİİB bu kategorilerin hiçbirinde yer almamaktadır (Iliadou ve ark., 2017).

Santral işitsel işleme bozukluğu, özellikle gürültüde konuşmayı anlama bozukluğu ile özdeşleşmiştir. Keith (1986) “normal işitmeye sahip” olan bireylerin arka plan gürültüsü varlığında konuşmayı dinlerken zorluk yaşadıklarını belirtmiştir. Jerger ve Musiek (2000), santral işitsel işleme bozukluğu için şüpheli davranışlardan birinin arka plan gürültüsü varlığında işitmenin daha zor olduğunu belirtmiştir. Baldry ve Hin (2008) klinisyenlerin raporlara göre SİİB’nin en sık bildirilen semptomunun arka plan gürültüsündeki konuşmayı tanımada zorluk olduğunu belirtmiştir. Pryce ve ark. (2010), bir hastanın normal saf ses eşiklerinin olmasına rağmen SİİB eşliğinde gürültüde konuşma duyma zorluğu yaşadığını bildirmiştir. SİİB’li bireyler duyabilir, ancak dili anlamlı bilgilere dönüştürmek veya duydukları sesleri anlamakta zorlanırlar (Berry ve Eisenson, 1956; Lucker, 2007). Bu bozukluğun en önemli sonucu, iletişim becerisinin bozulmasıdır. Lucker’ın (2007) açıkladığı gibi iletişim bozukluğunun kapsamı, alıcı dil zorluğundan dil edinmemeye kadar uzanan bir yelpazedir.

İnsanlar, arka plan gürültüsü gibi olumsuz koşullarda konuşmayı takip etme ve anlama konusunda önemli bir yeteneğe sahiptir ancak gürültüde konuşmayı anlama yaşla birlikte bozulmaktadır (Presacco ve ark., 2016a). Yaşlı yetişkinler sıklıkla söylenenleri duyabildiklerini ancak özellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı anlayamadıklarını bildirmektedir. Bu zorluk, konuşmanın hızla değişen unsurlarını hızlı işleyememekten

kaynaklanmaktadır. Yaşlanmaya, nöral işleme nin yavaşlaması ve nöral inhibisyonun azalması eşlik eder ve her ikisi de işitsel ve diğer sensöri alanlardaki temporal işleme ye müdahale etmektedir (Anderson ve ark., 2012a). Bu azalmalar konuşmadaki hızlı akustik değişikliklerin işleme nmesinde bir dezavantaja yol açmaktadır.

Yaşlanma ile nörofizyolojik, sosyal, duyu sal ve bilişsel kayıplar görülür (Tun ve ark., 2012). Birçok çalışma duyu sal yeteneklerde (Gordon-Salant ve ark., 2010), bilişsel yeteneklerde (Craik ve Salthouse, 2007) ve sosyo-duyu gal süreçlerde (Urry ve Gross, 2010) yaşa ba ğlı değişikliklerin olduğunu kanıtlamıştır. Yetişkinler yaşlandıkça, işitsel işleme yi de etkileyebilecek değişiklikler meydana gelmektedir (Eggermont ve ark., 2017). İşitsel sistemdeki hayvan ve insan çalışmaları yaşa ba ğlı anatomik, fizyolojik ve odyolojik yapı ve fonksiyonlarda bozulmaların olduğunu göstermektedir (Abdala ve ark., 2018; Abdala ve Dhar, 2012; Chisolm ve ark., 2003; Frisina ve Walton, 2001; Lister ve ark., 2011; Recanzone ve ark., 2011; Vander Werff ve Burns, 2011; Parthasarathy ve Kujawa, 2018; Stach ve ark., 2009; Willott, 2001). Dış kulak ve orta kulakta da yaşla birlikte değişiklikler meydana gelmektedir (Schneider, 1997; Weinstein, 2000). Dış ve orta kulak yapılarındaki yaşa ba ğlı değişiklikler yaşlı bireylerde önemli işitme defisitlerine neden olmaz ancak iç kulaktaki ve sinir yollarındaki değişikliklerin işitsel işleme üzerinde oldukça önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Abdala ve ark. 2018; Chisolm ve ark., 2003; Schneider, 1997; Schneider ve Pichora-Fuller, 2000). Sinirsel senkronizasyon kaybı, yaşın işitsel işleme yi etkilemesi nedeniyle ortaya çıkan başka bir önemli değişiklik olarak kabul edilmektedir (Schneider ve Pichora-Fuller, 2000). İşitsel nöronlar frekans, şiddet veya uzaysal lokalizasyon gibi uyarın parametrelerine ba ğlı olarak ya uyarılır ya da inhibe olur. Yaşlı yetişkinlerde, santral işitsel sinir sistemi boyunca nöral kodlamanın bozulmasına neden olan uyarıcı senkronizasyonunda inhibisyon eksikliği (Tremblay ve ark., 2003; Willot, 1996) ve azalma (Anderson ve Kraus, 2010; Schneider ve ark. 2000) görülmektedir.

Çeşitli elektrofizyolojik çalışmalar, gürültüde konuşmayı anlamada yaşanan iletişim sorunlarının subkortikal (Presacco ve ark., 2015; Presacco ve ark., 2016a) ve kortikal (Maamor ve ark., 2017; Presacco ve ark., 2016b) bölgelerden kaynaklanan temporal işleme defisitleri ile ba ğlantılı olduğunu ileri sürmektedir. Yaşlanmayla ilgili olarak orta beyin ve kortikal aktiviteyi araştıran birkaç çalışmada, işitsel yolun bu iki

bölgedeki amplitüt yanıtlarının farklı şekillerde değişebileceğini ortaya koymuştur (Bidelman ve ark., 2014; Presacco ve ark., 2016a, Presacco ve ark., 2016b). Bu çalışmaların yanı sıra yaşlanmaya eşlik eden periferik işitme kaybından dolayı konuşmayı anlama sorunlarının ortaya çıktığı da bildirilmiştir (Humes ve ark., 1991; Humes ve ark., 1990). Ayrıca birçok çalışma işitmenin azalmasının, işitsel temporal işlemeyle etkilediğini göstermiştir (Ananthakrishnan ve ark., 2016; Maamor ve ark., 2017; Humes ve ark., 1991; Henry ve ark., 2014; Petersen ve ark., 2017). Normal işitmeye sahip yaşlı yetişkinler üzerinde yapılan çalışmalarda (Presacco ve ark., 2016a, Presacco ve ark., 2016b) orta beyin yanıtlarının önemli ölçüde bozulduğu ve normal işiten gençlere göre kortikal yanıtların büyüdüğü bildirilmiştir. Genel olarak bu sonuçlar yaşlıların, temporal işleme defisitleri nedeniyle gürültüde konuşmayı anlamada sorun yaşadığını göstermektedir (Presacco ve ark., 2019).

#### **1.4. Hipotezler**

- Yaşlı bireylerin gürültüde konuşmayı ayırt etme performansları genç bireylere göre daha kötüdür.
- Yaşlı bireylerin temporal işleme performansları genç bireylerden zayıftır.
- Bireylerin yaşı ilerledikçe zamansal sıralama performansları kötüleşir.
- Genç bireylerde boşluk tanıma eşiği yaşlı bireylere göre daha düşüktür.
- Bireyler yaşlandıkça temporal çözünürlük performansları yavaşlar.
- Yaşlı bireylerin binaural etkileşim düzeyi gençlere göre daha düşüktür.
- Yaşa göre tüm Sİİ testlerinde fonksiyon kaybı görülür.
- Anatomik lokalizasyonlara göre tüm Sİİ testlerinde fonksiyon kaybı görülür.





## 2. GENEL BİLGİLER

Sİİ, santral işitsel sinir sistemindeki elektrofizyolojik işitsel potansiyellerin oluşmasıyla işitsel bilgilerin duyusal olarak işlenmesini ve bu nörobiyolojik aktiviteyi ifade eder (ASHA, 2005). Sİİ, işitsel ortamlardaki bilgiyi koruyan, düzenleyen, analiz eden, değiştiren, organize eden ve değerlendiren mekanizmalardan oluşur. Bu mekanizmalar aşağıda yer alan işitsel becerilerin temelini oluşturmaktadır:

- İşitsel Ayırt Etme
- Temporal İşleme
  - İşitsel Patern Tanıma
  - İşitsel Temporal Fonksiyonlar
    - Temporal birleştirme
    - Temporal çözünürlük (örneğin temporal aralık belirleme)
    - Temporal sıralama
    - Temporal maskeleyme
- Binaural İşleme
  - Ses lokalizasyon ve lateralizasyonu
  - Bozulmuş akustik sinyallerde işitsel performans (ASHA,2005)

Yıllar boyu çeşitli kurum ve dernekler tarafından farklı SİİB tanımları yapılmıştır. Amerikan Konuşma-Dil-İşitme Topluluğu (ASHA), santral işitsel işleme bozukluğunun (SİİB) santral işitsel sinir sisteminin (SİSS) dil, bilişsel veya ilişkili üst düzeylerinden kaynaklanmadığını belirtmiştir. Sİİ becerilerinin, en az birinde işitsel bilginin nöral işlenmesindeki eksikliklerinden kaynaklanan performans kaybı SİİB olarak tanımlamıştır (ASHA, 2005). Amerikan Odyoloji Akademi (AAA), ASHA'nın SİİB tanımını desteklemektedir. İngiliz Odyoloji Derneği (BSA) SİİB'yi şu şekilde tanımlamıştır;

- Konuşma ve konuşma dışı seslerin zayıf algılanmasıyla karakterizedir.
- Zayıflamış nöral fonksiyondan kaynaklanmaktadır.
- Dinleme yeteneğinin azalması nedeniyle özellikle günlük hayatı etkilemektedir.
- Basit talimatları anlamadaki başarısızlıktan kaynaklanmamaktadır.
- Genellikle diğer nörogelişimsel bozukluklar ile ortaya çıkan semptomlar topluluğudur (BSA, 2017).

Bir işleme bozukluğunu tanımlamak için kullanılan terimler, sorunu tanımlayan uzmanın bakış açısına göre değişebilir. Uzmanlar tarafından SİİB için kullanılan farklı terimler şu şekilde sıralanabilir; “İşitsel İşleme Bozukluğu”, “(Santral) İşitsel İşleme Bozukluğu”, “Dil İşleme Bozukluğu” ve “İşitsel Bilgi Bozukluğu” (ASHA).

Uzmanlar, SİİB'nin yorumlanmasına ilişkin çeşitli bakış açıları benimsemiştir (Cacace & McFarland, 2008; DeBonis & Moncrieff, 2008; De Wit et al., 2016; Friberg & McNamara, 2010; Jerger, 1998; McFarland & Cacace, 2006; Rees, 1973, 1981). Uzmanlar arasındaki farklı bakış açıları, işitsel işleme bozukluğunun nasıl tanımlanacağı, değerlendirileceği ve tedavi edileceği konusunda tartışmalar yaratmaktadır (ASHA).

Semptomların çeşitliliği, tanımlardaki farklılıklar, tanı için bir referans standardın olmayışı, SİİB tanısından sonra ortaya çıkan özel tedavi yaklaşımları (Kamhi, 2011; Moore, Rosen, Bamiou, Campbell, & Sirimanna, 2013; Vermiglio, 2014) gibi çeşitli nedenlerden dolayı tartışmalar sürmektedir. Iliadou ve ark. tarafından 2017 yılında SİİB fikir birliğinin yapılması için bir çalışma yapılmıştır (Iliadou ve ark., 2017). Bu çalışmada birçok ülkeden (Yunanistan, Almanya, Malta, Danimarka, Belçika, Polonya, Fransa, İngiltere, Kıbrıs, İtalya, Letonya, İspanya, Hırvatistan, Türkiye) deneyimli klinisyenler ve araştırmacılar bir araya gelmiştir (Iliadou ve ark., 2018).

İşitsel işleme ile ilgili becerilerin çeşitliliği nedeniyle, bazı araştırmacılar SİİB'nin genel olarak bir SİİB olarak değil, spesifik eksiklikler (Örneğin; gürültüde sinyallerin zor işlenmesi, işitsel ayırt etmede zorluklar, temporal işleme veya binaural işleme) ile teşhis edilmesi gerektiğini öne sürmektedir (ASHA).

## 2.1. İşitsel Sinir Sistemi

İşitsel işlemlenin değerlendirilmesinde ve rehabilitasyonunda klinisyenlerin anatomik, fizyolojik temelleri ve nöropsikolojik prensipleri anlaması ve bilmesi son derece önemlidir. Bu teoriye göre (Massora, 1975), esas anlama çeşitli işlem aşamalarında bilginin çıkarılmasına dayanır. Bilgi işlem teorisine göre, hem bottom-up (aşağıdan yukarıya) hem de top-down (yukarıdan aşağıya) faktörler, bireyin işitsel bilgileri işleme yeteneğini belirler. İşitsel sinyallerin bottom-up kodlanması sırasında, santral işitsel yollar boyunca herhangi bir noktada bozulmanın olması işitsel algıyı olumsuz etkileyecek ve işitsel algının bozulmasına neden olacaktır.

İşitsel sinir sistemi, koklear çekirdekler ve talamus arasındaki birçok seviyede çoklu sinaptik bağlantılar yapması nedeniyle duyuşsal yolların en karışığıdır. Ascending ve descending sistemlerden oluşur. Klasik ve klasik olmayan işitsel sistemler olarak bilinen iki ascending sistem bulunur. “Klasik olmayan yollar”, talamusun dorsal çekirdeğini ve sekonder kortekslere giden yolları tanımlamak için kullanılır. Bazı araştırmacılar klasik olmayan işitsel yollar yerine ekstralemniscal sistem, yardımcı, yaygın veya nonspesifik sistem veya polisönsör sistemi gibi terimleri kullanmışlardır. Bu terimler genellikle eş anlamlıdır (Priuska ve Schacht, 1995). Klasik olmayan yollar, diğer birçok beyin bölgelerini birbirine bağlayan karmaşık yapılardan oluşur ancak bu yolların anatomisi tam olarak bilinmemektedir.

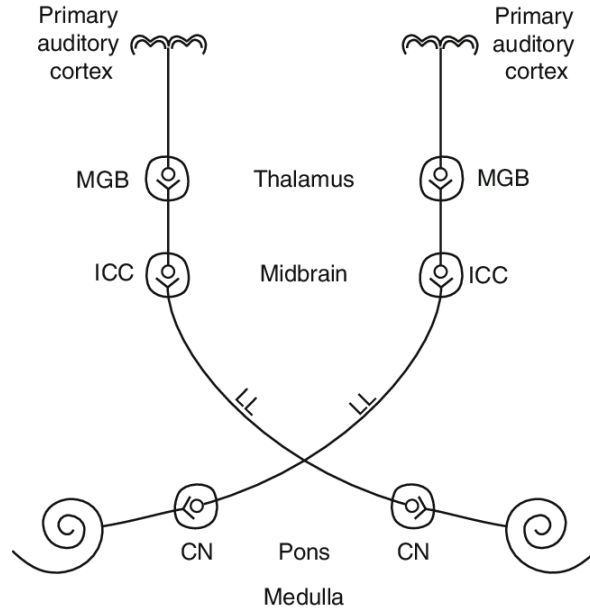
“Klasik işitsel yollar”, tonotopik sistem olarak bilinir çünkü farklı frekans ayarlamaları vardır ve çekirdekler uyarılan frekanslara göre anatomik olarak düzenlenmektedir.

Descending işitsel yollar çoğunlukla koklear tüylü hücrelerden serebral kortekste kadar uzanan ascending yollara paraleldir. Descending yolların bir kısmı olan olivokoklear sistem, süperior olivary kompleks (SOC) çekirdeğini, kokleanın tüylü hücreleri ile bağlar ve descending yolların en çok bilinenidir.

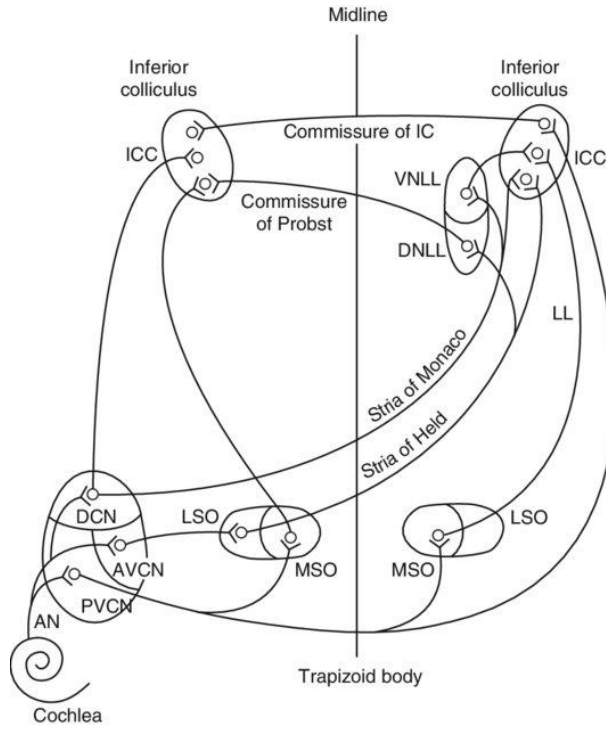
### 2.1.1 Klasik çıkan (ascending) işitsel yollar

Klasik çıkan işitsel sistem diğer duyuşsal sistemlerin çıkan yollarından daha karmaşıktır. İşitsel sinir lifleri; anterior ventral, posterior ventral (AVCN ve PVCN) ve dorsal koklear nukleus (DCN) olmak üzere üç ana bölüme sahip olan koklear nukleusta son bulur. Her sinir lifi koklear nukleusun üç ana bölümünde nöronlar ile

temas eder (Şekil 2.1). Koklear nukleustan, kontralateral inferior kollikulusun santral çekirdeğine bağlanan üç lif demeti karşı tarafa geçer (Şekil 2.2).

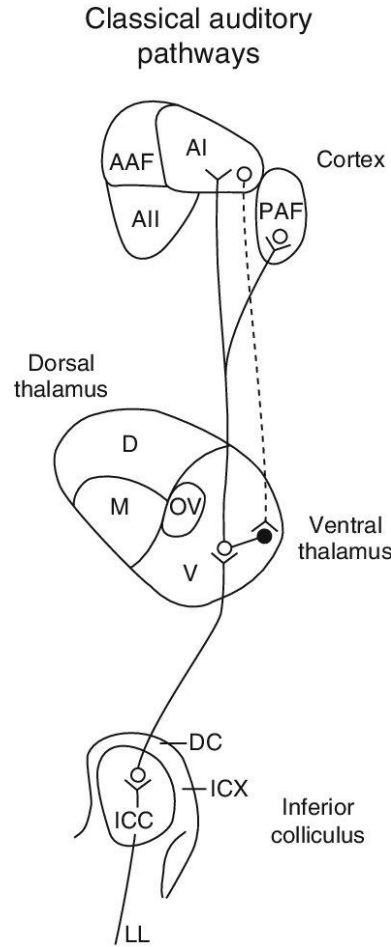


**Şekil 2.1:** Santral nukleuslar ve klasik çıkan işitsel sistem yollarının lif demetlerini gösteren diyagram. CN: koklear nükleus; LL:lateral lemnisküs; ICC: inferior kollikulus; MGB = medial genikulate body (Møller, A., R., 2006)



**Şekil 2.2:** Kokleadan inferior kollikulusa uzanan çıkan işitsel yolların ayrıntılı şeması. AVCN: anterior ventral koklear nükleus; PVCN: posterior ventral koklear nükleus; DCN: dorsal koklear nükleus; LSO: lateral superior olivary; MSO: medial superior olivary; SH: Stria of held (Orta Stria); LL: lateral lemnisküs çekirdekleri; DNLL: lateral lemnisküsün dorsal çekirdeği; VNLL: lateral lemnisküsün ventral çekirdeği; ICC: inferior kollikulusun santral çekirdeği (Moller, 2006)

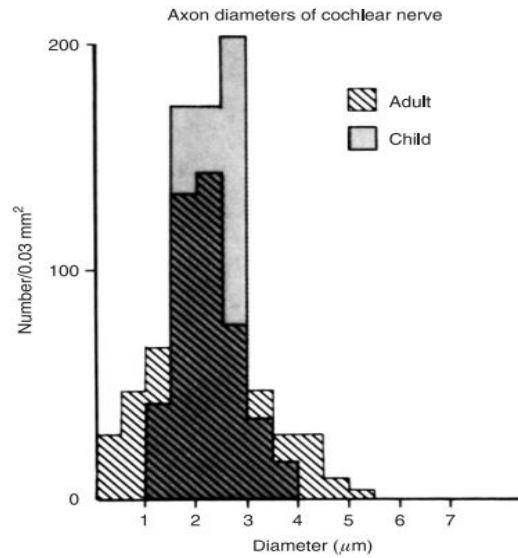
Beynin iki korteksi arasında, klasik çıkan işitsel yolların çeşitli seviyelerinde çarpaz bağlantılar vardır (Şekil 2.2). Bu bağlantılar yönlü (direksiyonel) işitme için önemlidir ve bu bağlantılar sonucunda her iki kulaktan da eşik miktarda girdi alınır. Bu anatomik organizasyon, klasik çıkan işitsel yollarda meydana gelen paralel ve hiyerarşik nöral işlemlenin temelidir. İnferior kollikulus hücreleri, talamik işitsel çekirdeğin ventral kısmına, “medial genikulat body”e, işitsel kortekse (AI), sekonder kortekse (AII), anterior (AAF) ve posterior işitsel alanlar (PAF) dahil olmak üzere işitsel korteksin diğer bölümlerine nöral ağlar oluşturmaktadırlar (Şekil 2.3). Talamus, işitsel işlemlerde temel bir rol oynar. İki farklı hücre grubundan oluşur; bunlardan biri, primer işitsel kortekse nöral ağlar yapan klasik çıkan yollara ait olan ventral kısımdır. Diğerleri, klasik olmayan yollara ait medial ve dorsal kısımlardır, farklı temel fonksiyonlara sahiptirler. Bu hücreler primer işitsel korteks ile direkt bağlantı oluşturmazlar ama primer işitsel korteksi bypass ederek sekonder işitsel kortekse direkt bağlanırlar.



**Şekil 2.3:** Klasik ascending yolların şeması. (Møller, 2006)

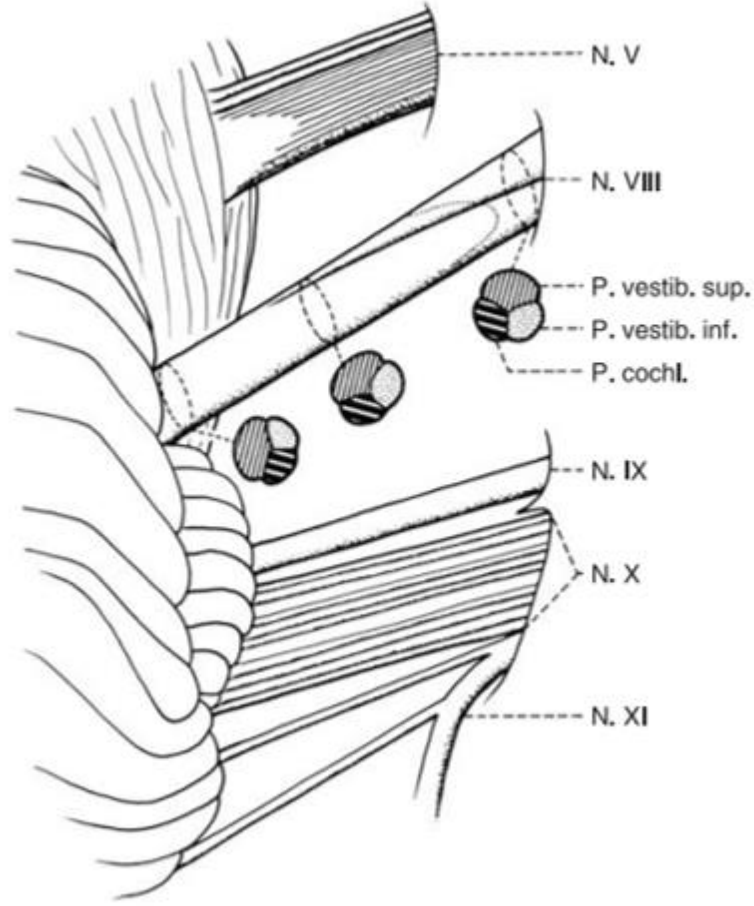
### 2.1.1.1 İşitme siniri

İnsandaki işitme siniri yaklaşık 30.000 lif içerir. Yetişkin bir insanda işitsel sinir uzunluğu yaklaşık 22-26 mm arasında değişmektedir (Moller, 2000). İşitme siniri süperior ve inferior vestibüler siniri de içeren sekizinci kraniyel sinirin (VII. Sinir) bir parçasıdır. Tip I ve tip II olarak bilinen iki tip life sahiptir. İşitme sinirinin sinir lifleri kokleanın modiolar bölgesinde yer alan spiral ganlionun hücre gövdelerine sahip bipolar hücrelerdir (Quaranta ve ark., 2004). Tip I sinir lifleri radyal lifler olarak bilinir ve tüm işitsel bilgileri korti organından merkezi sinir sisteminin daha yüksek merkezlerine taşıdıkları bilinir. Çocuklarda internal işitsel meatustaki koklear sinir liflerinin miyelin (tip I) çapının ortalaması 2,5  $\mu\text{m}$ 'dir (Şekil 2.4; Salvi ve ark., 2000). Kemikli spiral laminadaki miyelinli liflerin çapı internal işitsel meatustaki işitme siniri liflerinin yaklaşık yarısı kadardır. İşitme sinirindeki tip I sinir liflerinin çaplarında küçük değişiklikler vardır bu nedenle sinir liflerinin iletim hızında da küçük değişiklikler meydana gelmektedir. Miyelin gen ekspresyonunun artmasıyla birlikte, yetişkinlerde beyin sapı seviyesinde miyelin kalınlığı ve iletim hızında artmaktadır (Sinclair ve ark., 2017). Farklı işitsel sinir liflerinde taşınan bilgiler çok küçük zaman farklarıyla koklear nukleusa ulaşır. Bu, konuşma sesleri gibi kompleks seslerin ayırt edilmesinde önemlidir. Lif büyüklüğü ve dolayısıyla iletim hızı yaş ile artmaktadır (Şekil 2.4; Salvi ve ark., 2000) İşitme sinirindeki ortalama iletim hızı yaklaşık 20 m/sn'dir (Møller ve ark., 1994).



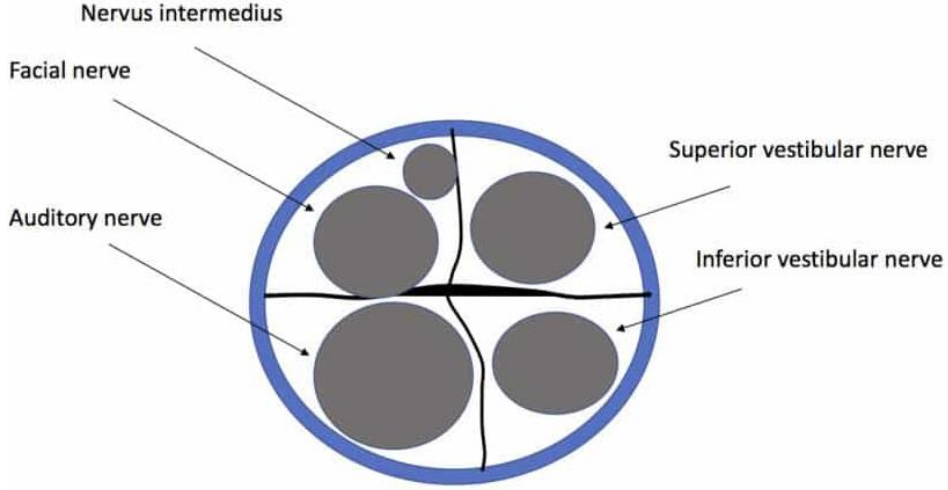
**Şekil 2.4:** Miyelinli işitsel sinir liflerinin çaplarının insanlarda dağılımı. Yetişkinlerde elde edilen sonuçlar ile çocukların sonuçlarının karşılaştırılması. (Spendlin ve Schrott, 1989; Møller, 2006)

Sekizinci sinir diğer kranial sinirler gibi kıvrımlıdır. İşitsel kısım; süperior vestibüler sinire göre kaudal, internal meatusa göre dorsal ve vestibüler sinire göre ventral yerleşimlidir (Şekil 2.5).



**Şekil 2.5:** Serebellopontin açıdan sekizinci kranial sinirin enine kesiti ve sinirin farklı kısımlarda saat yönüne döndüğünü gösteren şema (Lang, 1985, Møller, 2006)

İşitme siniri, internal işitsel meatus içerisinde facial sinirin altında ve vestibüler sinirin yanına yerleşmiştir (Şekil 2.6). İşitme siniri, internal işitsel meatus boyunca kıvrıldığı için kanal içindeki diğer sinirlere göre konumu medial olarak hareket eder ve yönü hafifçe değişir, kısacası işitme siniri beyin sapına yaklaştıkça saat yönünde hareket etmektedir (Şekil 2.5).



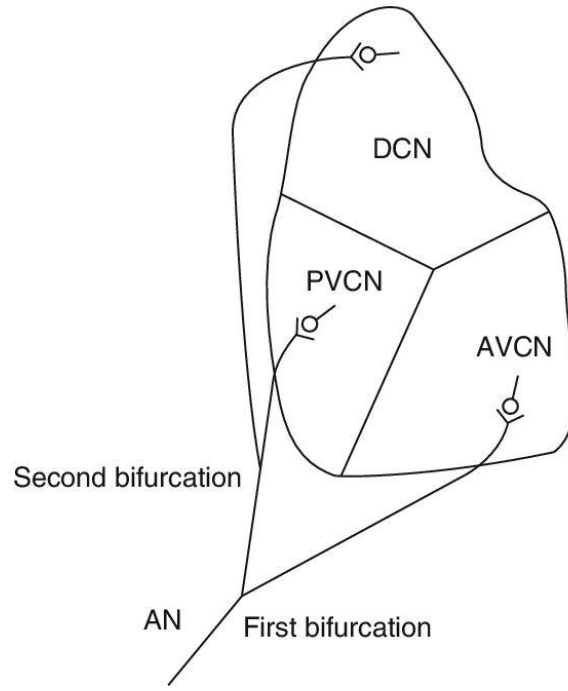
**Şekil 2.6:** İnternal işitsel meatus içerisinde kranial sinirlerin yerleşimi.  
(<https://hearinghealthmatters.org/pathways/2018/internal-auditory-meatus-iam-neuroanatomy-comment/>)

İşitme sinirinin temel rolü, gelen akustik sinyali bileşenlerine ayırmak ve algısal olarak belirgin bileşenlerin çıkarılmasını sağlayarak daha fazla işlemlenmesi için tüm bilgileri santral işitsel sinir sistemine doğru iletmektir. İşitme sinirinin bütünlüğü, konuşma sinyalinin ilk kodlaması için önemlidir. İşitme sinirinin disfonksiyonu, bireylerin gelen işitsel bilgiyi işleme yeteneği üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir.

#### **2.1.1.2 Koklear nukleus**

Koklear nukleus (CN) işitme sinirinin son bulunduğu, çıkan işitsel yolun ilk çekirdeğidir. Alt beyin sapında, medulla ve pons (pontomedüller kavşak) arasındaki kavşakta yer alır. Koklear nukleus; dorsal koklear nukleus (DCN), posterior ventral koklear nukleus (PVCN) ve anterior ventral koklear nukleus (AVCN) olmak üzere üç ana bölüme sahiptir. Sinir koklear nukleusa ulaşmadan önce her sinir lifi iki kola ayrılır. İki koldan biri anterior ventral koklear nukleusa ulaşır ve diğer kol yeniden ikiye ayrılarak posterior ventral ve dorsal koklear nukleusta sonlanır (Şekil 2.7). Böylece her işitme sinir lifi koklear nukleusun üç ana bölümünün tamamına bağlanır. Bu, aynı bilginin sinir hücresinin üç farklı yerinde işlemlenmesini sağlayan ilk paralel işleme örneğini ifade etmektedir.





**Şekil 2.7:** İşitme sinirinin koklear nukleusun üç ana bölümü ile yaptığı yollar (Møller, 2003)

Koklear nukleus birçok hücre tipinden oluşur. Bu hücreler belli bölgelerde gruplanır ve özelliklerine göre nöral girdileri modifiye eder. Koklear nukleusta lokalizasyonda gerekli zamanlama ve interaural zaman farkı tanımlanır.

Kokleanın tonotopik organizasyonu, koklear nukleusta korunmaktadır.

### 2.1.1.3 Süperior olivery kompleks

Süperior olivery kompleks (SOC); medial süperior olivery çekirdek (MSON) ve lateral süperior olivery çekirdek (LSON) olmak üzere iki ana çekirdekten oluşur (Şekil 2.2). Koklear nukleustan çıkan liflerin çoğu kontralateral süperior olivery komplekse ulaşmakta, daha az sayıdaki diğer lifler ise ipsilateral süperior olivery komplekse uzanmaktadır. Medial süperior olivery kompleks, dış tüy hücrelerde sonlanan çarpazlaşmış efferent liflerin kaynağıdır. Aynı şekilde lateral süperior olivery komplekste, iç tüylü hücrelerde sonlanan çarpazlaşmamış efferent liflerin kaynağıdır (Mills ve ark., 2006).

SOC çekirdekleri özellikle medial süperior olivery çekirdek, koklear nukleusun her iki tarafından girdi alır. SOC böylece, her iki kulaktan gelen bilgileri birleştiren ilk çekirdek grubudur. Kısaca binaural sinyal entegrasyonunun ilk istasyonudur (Illing ve ark., 2000; Moore ve ark., 2000; Yin ve ark., 2002). Bu binaural işleme doğru ses

lokalisasyonu ve kontralateral işitsel yarı alanın bir nöral haritasının oluşumu için gereklidir (Henkel, 2018). SOC çekirdekleri ascending işitme yollarının en karmaşık kısımlarını içermektedir.

Her iki kulaktan alınan işitsel bilgilerin seviyesi ve horizontal lokalizasyon ile ilgilidir. Ses kaynağına yakın kulaktan ses duyulur ve sesin şiddeti o kulakta daha fazla işitilir. Tüm işitsel sinir sisteminde olduğu gibi SOC’de de tonotopik organizasyon mevcuttur. MSON’de alçak frekanslar, LSON’de yüksek frekanslar işlenmektedir.

#### **2.1.1.4 Lateral lemniskus**

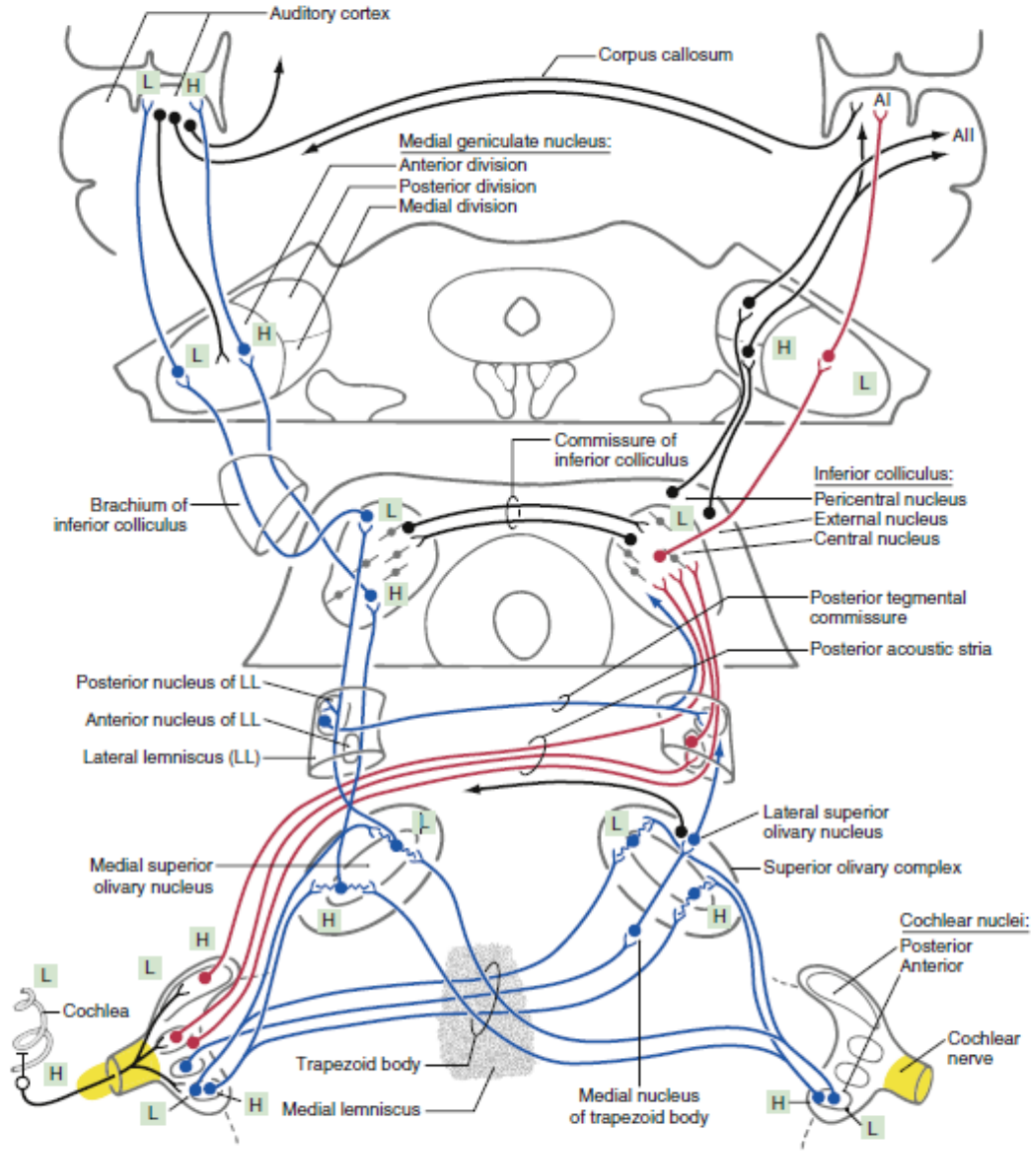
Lateral Lemniskus (LL), orta beyinde primer ascending işitsel yolun en belirgin lif yoludur (Şekil 2.1). Koklear nukleusun ikinci derece nöronları, süperior olivarynin üçüncü derece nöronları ve lateral lemniskusun komşu çekirdeğindeki dördüncü derece nöronlarından aksonlar içerir (Şekil 2.8). Lateral lemniskus, süperior olivary nukleustan orta beyinde yer alan inferior kollikulusa kadar uzanır (Şekil 2.8).

LL, koklear nukleustan çıkan üç stria tarafından oluşmaktadır ve koklear nukleustan gelen liflerden oluşur. LL’nin aksonları orta çizgiyi geçerek kontralateral inferior kollikulusa ulaşır. LL’ye aksonlar paralel bir yolla hem koklear nukleusun bazı hücrelerinden hem de superior olivary kompleksin bazı bölgelerinden ipsilateral ve kontralateral dallarla gelir. Dorsal lateral lemniskus ile ventral lateral lemniskus nukleuslarına gelen aksonlar inferior kollikulusun ipsilateral ve kontralateral santral çekirdeklerine ulaşırlar. PVCN’deki aksonlar inferior kollikulusa doğrudan gitmez, ventral lateral lemniskusta sonlanmaktadır.

Dorsal lateral lemniskus her iki kulaktan da girdi alıp binaural işitmeye katılırken, ventral lateral lemniskus esas olarak kontralateral kulaktan girdi alır. Ventral ve dorsal çekirdekler bilginin seçilmesi ve taranması, sinyallerin ilave analizinden sorumludurlar. LL’nin dorsal çekirdekleri interaural zaman farkı ve interaural şiddet farkına duyarlıdır.

#### **2.1.1.5 İnfirior kollikulus**

İnfirior kollikulus, en az on sekiz temel hücre tipine ve en az beş özelleşme bölgesine sahip kompleks bir nukleustur. Bu nukleus frekans, şiddet ve gürlük değerlerinin birbirinden ayırt edilmesi ile binaural işitme olmak üzere her türlü işitsel davranımla ilişkilidir (Mills ve ark., 2006).



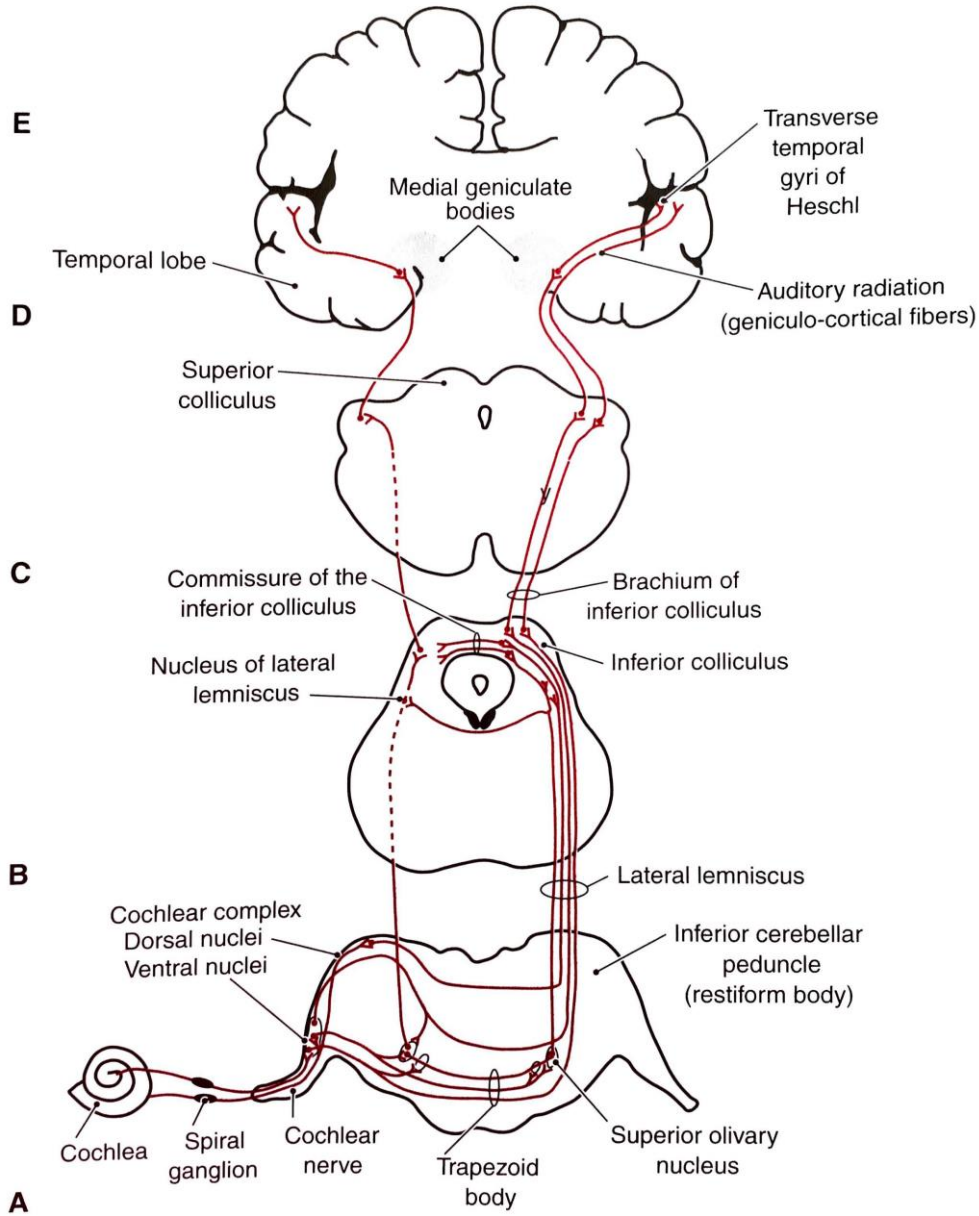
**Şekil 2.8:** Çıkan santral işitsel yollar. Kırmızı renk monoaural yolları, mavi renk binaural yolları ve siyah renk diğer bağlantıları göstermektedir. AI ve AII primer ve sekonder işitsel korteksleri, H; yüksek frekansları, L; alçak frekansları temsil etmektedir. (Henkel, 2018)

İnferior kollikulus, orta beyin içerisinde yer almaktadır (Şekil 2.8). Santral çekirdek, eksternal çekirdek (lateral çekirdek) ve inferior kollikulusun dorsal korteksinden oluşmaktadır. Tüm ascending işitsel bilgilerin yönlendirildiği çekirdektir. Santral çekirdek, beyin sapındaki işitme yollarının en büyük çekirdeğidir.

İnferior kollikulusun santral çekirdeği, girdileri lateral lemniskustan alır. Lateral lemniskusun tüm lifleri inferior kollikulusun santral çekirdeğindeki nöronlarında sonlanır. İnförior kollikulusun santral çekirdeği ile kontralateral inferior kollikulus

arasında bağlantılar mevcuttur. Bu bağlantılar iki kulaktaki ses yoğunluğundaki farklılıklara dayanan yönlü işitme için önemlidir.

İnferior kollikulusun santral çekirdeği, düşük ve yüksek karakteristik frekanslara uygun dorsolateralden ventromediale uzanan bir tonotopik organizasyona sahiptir (Winer, 1992). İnfierior kollikulusun kolu işitsel sinirden yaklaşık 10 kat daha fazla lif (25,000-30,000) içerir. Bu ascending işitsel yollardaki paralel işlemlenin bir başka göstergesidir.



**Şekil 2.9:** Santral İşitsel Yollar. A. Medulla, B. Pons, C. İnfierior Kollikulus Seviyesi, D. Medial Genikulat Body, Talamus E. Enine Heschl Gyri (Neuroscience for the Study of Communicative Disorders, 5. Baskı, Editör Subhash C.Bhatnagar, 2018)

### 2.1.1.6 Medial genikulat body

İnferior kollikulusun santral çekirdeğinden çıkan tüm liflerin sonlandığı yer talamik işitsel çekirdektir (Şekil 2.3; Møller, 2003). Dorsal, ventral ve medial olmak üzere üç ayrı bölümü vardır (Winer, 1999). Ventral MGB, klasik ascending işitsel yollara; dorsal MGB klasik olmayan işitsel yollara aittir (Winer, 1992). MGB'nin kontralateral bağlantısı bulunmamaktadır. Ventral MGB akustik uyarın, dorsal MGB işitsel korteks alanlarındaki aksonların, medial MGB çoklu duyusal sistem fonksiyonlarında görev almaktadır.

MGB'nin zarar görmesi sonucunda bazı odyolojik testlerde patolojik sonuçlar elde edilmektedir (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1:** MGB'si zarar gören bireylerde odyolojik test sonuçlarında beklenen bulguların özeti. (The Auditory System: Anatomy, Physiology and Clinical Correlates, Editörler; Musiek. F.E., Baran, J.A., 2016)

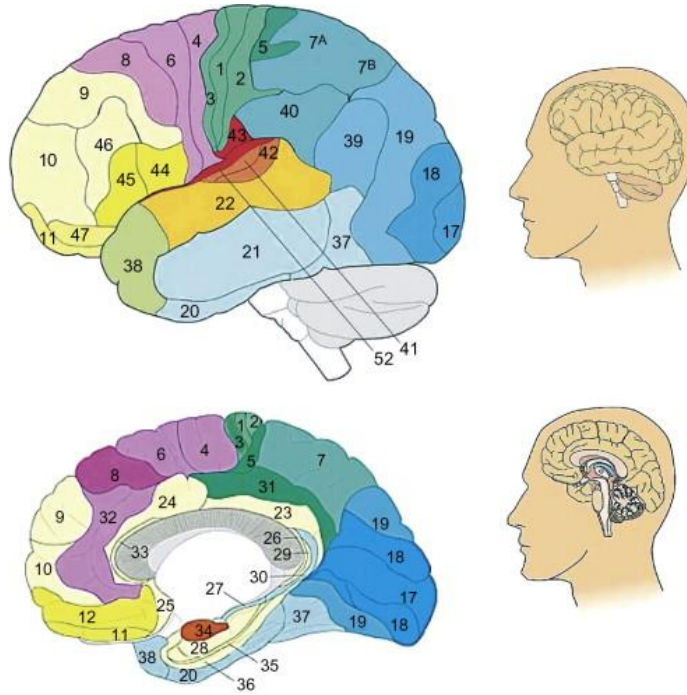
TEST	BEKLENEN SONUÇLAR
<b>Saf Ses Odyometrisi</b>	Etkisi yoktur.
<b>Konuşmayı Tanıma Testleri</b>	Etkisi yoktur.
<b>Dikotik Dinleme Testleri</b>	MGB lezyonunun tarafına göre kontralateral kulak için azalmış puanlar
<b>Frekans Patern Testi</b>	Şüpheli, olası bilateral eksiklik
<b>ABR</b>	Etkisi yoktur.
<b>MLR</b>	Kulak ve elektrot değişkeni ile Na-Pa yanıtlarında azalmış amplitüt
<b>İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyeller</b>	Kulak ve elektrot değişkeni ile N1, P2 ve P3 dalgalarında azalmış amplitüt

### 2.1.1.7 İşitsel korteks

Afferent işitsel bilginin son hedefi işitsel kortektir (Purvers ve diğerleri. 2001). İşitsel korteks, işitsel bilginin nöral işlemlenmesini sağlayan hücreler ile birçok bağlantı sağlayan kompleks bir yapıdır (Møller, 2006).

İnsanlarda işitsel korteks beynin yüzünden görünmemektedir. İnsan işitsel korteksinin anatomisi tam bilinmemektedir ve farklı araştırmacılar insan işitsel kortekslerinin aynı kısımlarına farklı isimler koymaktadırlar. İnsanların işitsel korteksindeki farklı bileşenlerin tam anatomik konumu kişiler arasında değişmektedir. (Møller, 2006).

İşitsel korteks, ses işleme için özelleşmiş korteks içindeki bir bölgedir. İşitsel korteks Heschl Gyrus içerisinde yer almaktadır (Şekil 2.8). Süperior temporal gyrusun üst tabakasında ve supratemporal alanın yüzeyindeki Sylvian fissürü içinde iki hemisferde bulunur (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10:** İşitsel ve alıcı dil kortikal bölgeleri. Üst şekil: İnsan beyninin lateral açıdan bir görünümüdür. Alt şekil: İnsan beyninin medial açıdan bir görünümüdür. Şekil Brodmann'dan (1990) uyarlanmıştır. Brodmann 22, 42 ve 52'yi içerir (Gage ve Baars, 2018).

İşitsel kortekste primer işitsel korteks ve sekonder işitsel korteks olmak üzere iki ana fonksiyonel bölge tanımlanmıştır. Primer işitsel korteks, Wernicke bölgesinin yanında, üst temporal gyrusun (Brodmann 41) posterior kısmında bulunur. Primer işitsel korteks işitsel korteksin merkezi bölgesidir ve ascending işitsel yoldan, özellikle

talamusta bulunan medial genikulat bodynin gövdesinden doğrudan çıkıntılar alır. Sekonder işitsel korteks temporal lobta daha rostral yerleşimlidir ve Broadman 42. bölgesini içermektedir (Loyzaga, 2016).

Seslerdeki bilgiler, ascending işitsel yollar yoluyla kulaktan işitsel kortekse iletilir. Yol boyunca, sinyal birçok yönden dönüştürülür ve yeniden hesaplanır. İşitsel korteks bu yolun son basamağı değildir, ancak ses işleme için bir merkez veya bağlantı noktası olarak hizmet eder, korteks içindeki diğer sistemler ile dinamik olarak etkileşime girer. İşitsel korteksin temel organizasyon birimleri; nöronlar, kortikal kolonlar ve nöral ağlardır (Gage ve Baars, 2018).

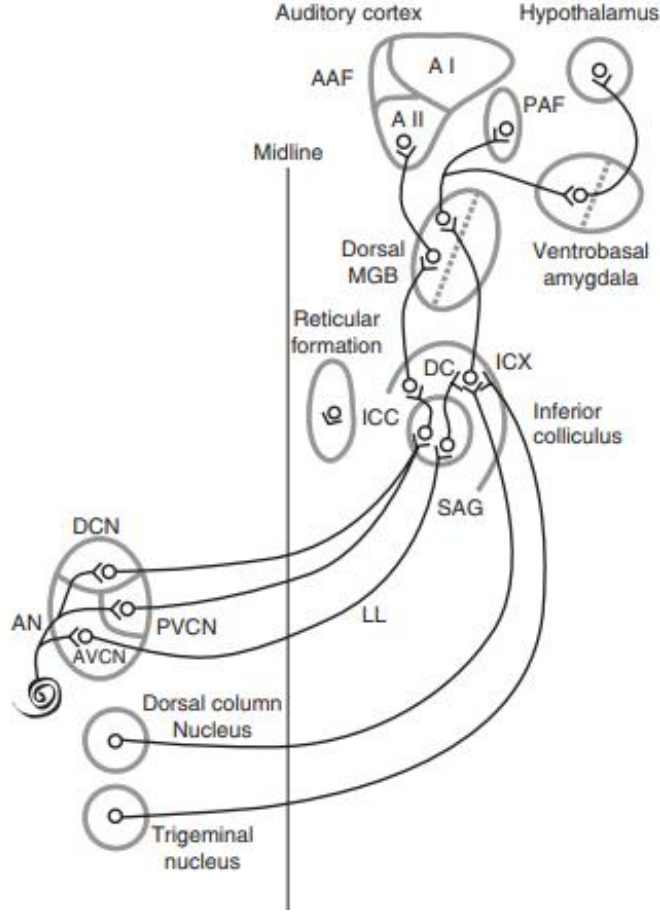
Primer işitsel kortekste bir uyarının kokleatopik ve tonotopik uzaysal ipucu kodlarının çözümlenmesi yapılmaktadır. Primer işitsel kortekste bulunan spesifik nöronlar karmaşık seslerin analizinde önemli rol oynamaktadır. Sekonder işitsel korteks ise seslerin lokalizasyonu ve analizinde önemli bir role sahiptir ayrıca işitsel hafızada rolü vardır (Loyzaga, 2016).

İşitsel korteksin fonksiyonel bölümü, bir uyarının temporal değişikliklerinin işitsel yoldaki diğer merkezlere kıyasla son derece doğru bir şekilde çözümlenmesine olanak sağlamaktadır. Bir ses kaynağının yeri ve hareketiyle birlikte karmaşık sesler hakkında daha fazla bilgi edinilmesini sağlar (Loyzaga, 2016).

### **2.1.2 Klasik olmayan ascending işitsel yollar**

Graybiel 1970'lerin başında klasik olmayan ascending işitsel sisteminin temel anatomisini tanımlamıştır (Graybiel, 1972). Daha sonra yapılan birçok çalışma bu yollardaki anatominin genel olarak anlaşılmasını sağlamıştır (Møller, 2006).

Klasik ve klasik olmayan işitsel yollar arasında iki belirgin fark vardır. İnferior kollikulus klasik ascending işitsel sistemin bir parçası iken, inferior kollikulusun external çekirdeği (ICX) ve inferior kollikulusun dorsal çekirdeği (DC) klasik olmayan işitsel sistemin bir parçasıdır. İnferior kollikulusun dorsal çekirdeğindeki nöronların çıktıkları talamokortikal işitsel sisteme iletilir. inferior kollikulusun external çekirdeği somatosensör sistemden girdi alır ve medial genikulat bodynin medial kısmına ve akustik refleks yollarına sağlamaktadır (Şekil 2.10; Møller, 2006).



**Şekil 2.11:** Klasik olmayan ascending işitsel yollar. (Møller, 2006)

Klasik sensöri yollar talamusta yer alan MGB'nin ventral kısımlarındaki nöronlarda sinaptik bağlantılarla kesilirken, klasik olmayan duyuşsal yollar MGB'nin dorsal ve medial bölünmesini durak olarak kullanır (Şekil 2.11). MGB'nin buradaki girişleri inferior kollikulus ve ICX'ten almaktadır. MGB'nin posterior bölümünün inferior kollikulustan aldığı girdi anterior işitsel alana çıkar (AAF). İşitsel talamusun ventral bölgesindeki nöronlar primer işitsel kortekse çıkıntı oluşturur, ancak talamusun dorsal ve medial kısımlarındaki nöronlar sekonder işitsel korteks ve assosiasyon kortekse çıkıntı oluşturur, böylece primer işitsel korteksi atlamış olur. MGB'nin dorsal kısmı, sekonder işitsel kortekse ve posterior işitsel alana (PAF) çıkıntı oluşturur (Şekil 2.11).

Klasik olmayan yollardaki nöronlar hem sese hem de dokunma ve ışık gibi diğer duyuşsal uyarılara yanıt verirken, klasik işitsel yollardaki nöronlar sadece ses uyarısına cevap vermektedir. Klasik olmayan işitsel yollardaki nöronlar böylece somatosensör ve görsel sistemler gibi diğer sensöri sistemlerden girdi alırlar (Şekil 2.11).



İşitme sisteminde bulunan tüm yapıların SİİB ile arasındaki ilişkiler Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.2:** İşitsel alanlar ve işitsel işleme bozukluğu ile ilişkisi

<b>İşitsel Alanlar</b>	<b>İşitsel Alan Patolojilerinde Olası Bulgular</b>
<b>Dış ve Orta Kulak</b>	Hava yoluyla ses iletiminde bozulma (iletim tip işitme kaybı), hava kemik yolu arasında aralık olması, fluktuan işitme kaybı, sessiz konuşma ve gürültüde iyi işitme
<b>Tüylü Hücreler</b>	Kemik ve hava yolunda ses iletiminde aynı derecede bozulma (sensörinöral işitme kaybı), özellikle gürültüde, işitme ve anlamada güçlük, yüksek sesle konuşma ve yüksek sese hassasiyet
<b>İşitsel Sinir ve İlgili Alanlar</b>	Büyük ölçüde korunmuş işitme hassasiyeti, konuşmayı anlamada güçlük ve gürültülü ortamlarda işitmede zorluk
<b>Koklear Nukleus</b>	İpsilateral kulakta işitme bozukluğuna yol açan işitme hassasiyeti
<b>Süperior Olivary Kompleks</b>	Ses kaynaklarını tanıma yeteneğinde azalma; bilateral işitme hassasiyetinde bazı zayıflamalar
<b>Lateral Lemniscus</b>	Gürültüde konuşmayı işleme yeteğinde, ses kaynağını tanıma ve konuşmada önemli linguistik bilgileri kavramada bozulma; işitme hassasiyetinde bilateral azalma
<b>Inferior Kollikulus</b>	Konuşmanın patern tarama ve işleme yeteneğinde azalma; işitsel dikkatte azalma ve vizüel-işitsel fonksiyonlarında bozulma
<b>Medial Genikulat Body</b>	İşitme bilgi taramasında dikkati toplama becerisinde azalma, bilgi işleme hızı ve aktif işitme başlama visseral fonksiyonlarını başlatmak; işitme hassasiyetine minimal etki
<b>Heschl Gyrus: Unilateral Lezyon</b>	İnsan konuşmasının fonemik bölgelerini simgeleyen kompleks zaman tabanlı ses paternlerini işleme ve ayırt etme yeteneğinin bozulması, işitme hassasiyetine minimal etki veya etki olmaması
<b>Heschl Gyrus: Wernike alanını izole eden bilateral temporal lezyonlar</b>	Konuşmayı anlamada güçlü bozulma (saf kelime sağırlığı), dil konuşma, isimlendirme, okuma ve yazma fonksiyonlarının korunması

### **2.1.3 İşitsel nörofizyolojide yaşa bağlı değişimler**

Yaşlanma ile ilgili altta yatan nörofizyolojik değişiklikleri araştıran çalışmaların çoğu, insan beyin dokusu örnekleri kullanmıştır. 1955 yılında Brody, postmortem serebral korteksin insan örneklerini incelemiştir ve yaşla birlikte nöronlarda azalma olduğunu bildirmiştir. Konuşmanın işlenmesi için özellikle önemli olan temporal gyrus, precentral gyrus ve stira bölgelerindeki değişikliklere dikkat çekmiştir (Brody, 1955). Koningmark ve Murphy (1970, 1974) VCN'nin hacminde yaşamın beşinci dekadından itibaren önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. VCN'nin hacmindeki bu düşüş, glial hücrelerin sayısının azalması, aksis silindirlerinin kaybı, dendritler dahil olmak üzere nöronal işleme kaybı, kan damarlarının büyüklüğünde veya sayısındaki azalma ve hücre dışı boşluktaki azalma nedeniyle olmuştur. Ayrıca, orta yaşlı yetişkinler yaşlı yetişkinlerle karşılaştırılmıştır, nöronlar orta yaşlı bireylerde sağlam ve iyi miyelinli; yaşlı yetişkinlerde bu liflerin sayısında ve miyelinde önemli bir azalma gözlenmiştir. VCN'nin hacimdeki bu azalma, santral işitsel sistem içindeki işitsel sinyallerin iletiminin etkinliğini veya doğruluğunu azalmasında önemli bir faktördür; bu da yaşlı yetişkinlerin konuşma gibi işitsel sinyalleri işleme yeteneğinde değişikliklere neden olur.

## **2.2. Santral İşitsel İşleme**

### **2.2.1 Santral işitsel işlemedeki bottom-up ve top-down faktörler**

SİİB tanımlanırken çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Birincisi, SİİB'nin temel işitsel mekanizmalarda genellikle "bottom up" bir eksiklik olarak kabul edilmesine rağmen, işitsel girdilerin işlenmesinde "top down" faktörlerin göreceli etkisinin göz ardı edilemeyeceği kabul edilmelidir. Bu, çoğu SİİB tanımının santral işitsel sinir sistemindeki işlev bozukluğunu vurgulamasına rağmen, yüksek seviye, dikkat, bilişsel, dil ve ilgili sistemlerin temel duyusal işleme üzerindeki genel etkilerini de göz önünde bulundurmalıdır.

Ek olarak, beyin sapı ve serebrumun işitsel alanları, SİİB göz önüne alındığında özellikle ilgi çekici olsa da, en içsel ve intrahemisferik bağlantıları içeren beyin üzerinden paralel, dağıtılmış ağların en temel duyusal görev sırasında bile aktive olduğunu kabul etmek önemlidir. Ayrıca, alt beyinsapı seviyesinde santral işitsel yapılardaki aktivitenin, daha yüksek seviyedeki kortikal yapıların modüle ettiği

gösterilmiştir (Banai, Nicol, Stecker ve Kraus, 2005). SİİB işitsel bir bozukluk olarak tanımlanırken, çocuklarda ve yetişkinlerde bilginin karmaşık ve etkileşimli işlenmesinin farklı olması ve dikkat, öğrenme ve ilgili işlevleri içeren diğer bozukluklarla birlikte komorbid görüleceği göz önünde bulundurulmalıdır.

### **2.2.2 Santral işitsel işleme bozukluğunun prevalansı**

Öğrenme bozukluğu ile tanımlanan (okul çağındaki nüfusun %2 ila % 5'i) çocukların yarısından fazlasının SİİB olduğu tahmin edilmektedir (Bamiou, Musiek ve Luxon, 2001; Chermak ve Musiek, 1997). Yaşlı popülasyonda SİİB prevalansı, kullanılan kriterlerin kesinliğine bağlı olarak %2'den % 76'ya kadar değiştiği gözlenmiştir (Cooper ve Gates, 1991; Golding, Carter, Mitchell, & Hood, 2004). SİİB için kesin prevalans sonuçlarının olmayışı, muhtemelen hastalığın tanımlanması ve teşhisi için geniş ölçüde farklı metotlar kullanılmasından kaynaklanmaktadır. SİİB'yi teşhis etmek için uygun yöntemler konusunda daha iyi rehberlik ve kılavuzun ortaya çıkmasıyla, daha doğru yaygınlık tahminlerinin ortaya çıkacağı ümit edilmektedir (AAA, 2010; ASHA 2005a).

### **2.2.3 Santral işitsel işleme bozukluğunun taranması**

Birçok araştırmacı ve klinisyenin yıllarca süren yoğun çabalarına rağmen, SİİB'i tanımlamak ve teşhis etmek için altın bir standart hala bulunmamaktadır. SİİB tartışması yıllar boyu devam etmiştir (Cacace & McFarland, 2005; Cowan, Rosen, & Moore, 2009; Dawes & Bishop, 2009; Dillon, Cameron, Glyde, Wilson, & Tomlin, 2012; J. Jerger, 2009; McFarland & Cacace, 2009; Moore, 2006; W. J. Wilson & Arnott, 2012b; W. J. Wilson, Heine, & Harvey, 2004). Jerger (2009) tarafından santral işitsel işleme bozukluğunun taranmasının üç yaklaşım bulunmaktadır. Jerger bu yaklaşımları şu şekilde tanımlamıştır:

1. “Odyolojik yaklaşımında” beyin hasarı olan kişilerde, işitsel belirli davranışlar görüldüğünü ve bundan dolayı Sİİ testleri bu işitsel davranışları ortaya koyarsa, beyin hasarı ile Sİİ testleri arasında bağlantı kurulabileceğini,
2. “Psikoeğitimsel yaklaşımın”, beyin fonksiyonu ile nasıl ilişkili olduğunu direkt olarak göstermeden uygun teknikler ile test edilebilecek bir dizi primer işitsel yetenek değerlendirilmesine dayandığını,

3. “Dil gelişimi yaklaşımında”, “dil gelişimi ve okuma vb. gibi becerilerde santral işitsel işleme yeteneğinin temel olduğunu” ifade etmiştir.

SİİB taraması yapıldığında, odyolojik yaklaşımın tercih edilmesi, bizi lezyonun odyolojik bulgularının taranmasına, psikoeğitimsel yaklaşımın tercih edilmesi bizi işitsel yeteneklerin eksikliklerinin taranmasına ve dil gelişimi yaklaşımı dil ve okuma eksikliklerinin taranmasına yönlendirebilir.

ASHA (2005), AAA (2010) ve BSA (2011a, 2011b; Moore ve ark., 2012) gibi üç önemli topluluk, Jerger (2009) tarafından tanımlanan SİİB’e ait üç yaklaşıma atıfta bulunarak SİİB’i tanımlamıştır. Bu üç topluluk odyolojik, psikoeğitimsel ve dil gelişimi yaklaşımlarının öğelerini içerse de SİİB’i farklı şekilde tanımlayıp teşhis etmektedirler.

ASHA (2005) ve AAA (2011) tarafından belirtilmiş ve evrensel olarak kabul görmüş bir tarama yöntemi henüz yoktur. Ancak mevcut tarama yaklaşımları akademik başarı, dinleme becerileri ve iletişim ile ilgili işitsel davranışları sorgulayan işitsel fonksiyon testlerindeki performans ve/veya dinleme davranışının sistematik gözlenmesini kapsamaktadır. AAA (2010) SİİB için kullanılan anketlerin, “genellikle düşük spesifitesi olduğu ve geçerliliklerinin yapılmadığı” konusunda uyarılmaktadır. Buna karşılık olarak İngiliz Odyoloji Derneği (BSA, 2011) dikkatlice oluşturulmuş bir ebeveyn/bakıcı değerlendirmesinin (örneğin bir anketin) tek başına SİİB için hassas bir tarama aracı olamayacağını, aynı zamanda dinleme zorlukları için böyle bir aracın geliştirilmesinin de SİİB tanısı için altın bir standartlarda bir katkı sağlayacağı belirtilmektedir.

#### **2.2.4 Santral işitsel işleme bozukluğu için anketler ve kontrol listeleri**

SİİB tanısının koyulmasına yardımcı olan birçok anket vardır. Bunlardan bazıları aşağıda yer almaktadır;

- İşitsel İşleme Etki Alanları Anketi (Auditory Processing Domains Questionnaire, APDQ, O’Hara, 2006)
- İşitsel Algısal Alt Becerilerin Kontrol Listesi (Checklist of Auditory Perceptual Subskills, Kelly, 1995)
- Çocukların İşitsel Performans Skalası (Children's Auditory Performance Scale, CHAPS, Smoski, Brunt ve Tannahill, 1998)

- Çocukların Dinleme Zorluklarının Ev Envanteri (Children's Home Inventory of Listening Difficulties, CHILD, Anderson ve Smaldino, 2000)
- Fisher'in İşitsel Sorunlar Kontrol Listesi (Fisher's Auditory Problems Checklist, FAPC, Fisher, 1975)
- Eğitim için Revize Edilmiş Dinleme Envanteri (Listening Inventory For Education-Revised, LIFE-R, Anderson, Smaldino ve Spangler, 2011)
- İşitsel Davranışların Skalası (Scale of Auditory Behaviors, SAB, Schow, Seikel, Brockett ve Whitaker, 2007)
- Eğitim Riskini Hedeflemek için Tarama Aracı (Screening Instrument for Targeting Educational Risk, SIFTER, Anderson, 1989)
- Dinleme Envanteri (The Listening Inventory, Geffner ve Ross-Swain, 2010)
- Çocukların Dinleme ve İşleme Becerilerinin Değerlendirilmesi (Evaluation of Children's Listening and Processing Skills, ECLIPS)

#### **2.2.5 Santral işitsel işleme bozukluğu tarama testleri**

- Gürültüde İşitme Testi (Hearing in Noise Test, HINT) ve Çocuklar için Gürültüde İşitme Testi (Hearing in Noise Test for Children, HINT-C),
- Pediatrik Konuşma Anlaşılabilirlik Testi (Pediatric Speech Intelligibility, PSI)
- Çocuklar için Gündelik Dikkat Testi (Test of Everyday Attention for Children, TEA-Ch)
- Queensland Üniversitesi Gündelik Konuşmayı Anlama Testi (University of Queensland Understanding Everyday Speech Test, UQUES)

#### **2.2.6 Santral işitsel işleme bozukluğu tarama test bataryaları**

- İşleme için Ayırıcı Tarama Testi (Differential Screening Test for Processing, DSTP)
- Çoklu İşitsel İşleme Değerlendirmesi (Multiple Auditory Processing Assessment, MAPA)
- İşitsel İşleme Becerileri Testi (Test of Auditory Processing Skills, TAPS-3)
- Çocuklar için İşitsel İşleme Bozuklukları Testi (SCAN-3: C)
- Gençler ve Yetişkinler için İşitsel İşleme Bozuklukları Testi (SCAN-3: A)

Özetleyecek olursak; SİİB'in tanımı ve taranmasına dair hala net bir açıklama bulunmamaktadır. Anketler, kontrol listeleri, testler ve test bataryaları gibi birçok

tarama aracı literatürde yer almasına rağmen, bu araçların sadece belli bir bölümü SİİB'in tanısıl kriterlerini açık bir şekilde tanımlamada kullanılmaktadır.

### **2.2.7 Santral işitsel işleme de davranışsal ve elektrofizyolojik testler**

1950'li yıllardan bu yana birçok santral işitsel testler geliştirilmiştir. Bu testler değerlendirdikleri işitsel işlemler, testlerde kullanılan uyaran tipleri, kullanılan test prosedürleri ve değerlendirilmekte olan santral işitsel sinir sistemi seviyesi açısından farklılık gösterir. Bu testleri kategorize etmek için bir takım sınıflandırma yaklaşımları kullanılmıştır. Bu kategoriler şu şekilde sıralanabilir;

- Binaural Etkileşim Testleri,
- Dikotik Konuşma Testleri,
- Monoaural Low-Redundancy Konuşma Testleri,
- Temporal Patern ve İşleme Testleri
- Elektroakustik ve Elektrofizyolojik Prosedürler.

#### **2.2.7.1 Dikotik konuşma testleri**

Dikotik konuşma testleri, farklı konuşma materyallerinin iki kulağa aynı anda veya örtüşen bir şekilde sunulduğu testleri içermektedir. Bu testlerde kullanılan uyarılar, ünlü ünsüz kombinasyonlar, rakamlar, tek heceli kelimeler ve cümleler gibi herhangi bir tür konuşma uyarısını içerebilir. Bu kategorideki testlerin bazılarında, hastaların her iki kulağa gelen uyarıları, bazılarında ise testi yapan kişi tarafından hedef gösterilen kulağa gelen (sadece sağ kulak veya sol kulak) uyarıları tekrarlamaları gereklidir (Baran, 2014). Dikotik konuşma testleri, özellikle işitsel korteks ve interhemisferik liflerin lezyonlarına, daha az derecede işitsel beyinsapı lezyonlarına duyarlıdır (Baran & Musiek, 1999).

Dikotik rakamlar testi (Musiek, 1983a), dikotik kelime dinleme testi (The Dichotic Word Listening Test, DWLT, Meyers ve ark., 2002), şaşırtmacalı birleşik kelimeler testi (Katz ve ark., 1963) gibi kullanılan dikotik konuşma testleri bulunmaktadır.

#### **2.2.8 Binaural etkileşim testleri**

Binaural etkileşim testleri, iki kulak arasındaki zaman, şiddet veya frekans farklılıklarını gösteren akustik bilginin birleşmesine veya sentezine aracılık yapmak için her iki kulaktaki akustik bilginin etkili entegrasyonunu gerektiren testleri

içermektedir. Binaural etkileşim testlerinde kullanılan test uyarıcıları hem konuşma uyarılarını hem de tonal uyarıları içerir.

Bu kategorideki testler, SİSS'nin iki kulağa sunulan farklı bilgileri alma yeteneğini değerlendirmek ve bu bilgiyi tek bir algısal olayla birleştirmek için tasarlanmıştır.

Binaural etkileşim testleri öncelikle beyin sapı fonksiyonunu değerlendirir (Johnson ve ark. 2007); ancak davranışsal binaural etkileşim testlerinin birçoğu sadece büyük kitle lezyonlarıyla görülen beyin sapı fonksiyon bozukluğuna duyarlıdır ve bu nedenle bazı araştırmacılar tarafından klinik olarak faydalı olmadığı görüşü üzerinde durulmaktadır (Bellis, 2003; Johnson ve ark., 2007). Buna karşılık maskeleme düzeyi farkının (MDF) küçük disfonksiyonlara karşı hassas olduğu bulunmuştur (Noffsinger, Schaefer ve Martinez 1984). Bu nedenle MDF, SİİB değerlendirmesine uygun birkaç binaural etkileşim testleri arasında yer almaktadır.

Bu kategorideki en hassas testlerden biri MDF testidir. Bu test, aynı anda iki kulağa geniş bantlı maskeleme gürültüsüyle birlikte iki heceli kelimelerin veya pulsatif bir saf ton uyarının iletilmesini içerir (Licklider, 1948).

### **2.2.8.1 Maskeleme düzeyi farkı**

Bir hastanın gürültüde duyma yeteneğini değerlendiren bir testlerden biri maskeleme düzeyi farkı (MDF) testidir. Maskeleme, odyolojik testler sırasında gürültünün işitsel fonksiyon ve eşik üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılır. İlk yapılan maskeleme testlerinde Hirsch (1948), Licklider (1948) ve Webster (1951) maskeleme eşiklerinin gürültü ve sinyal arasındaki faz değişiklikleri ile önemli ölçüde değiştiğini gözlemlemiştir.

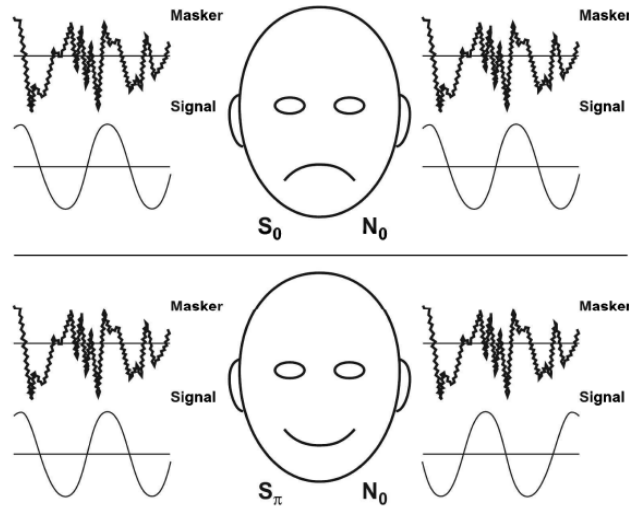
MDF, kulaklararası zaman testleri, lokalizasyon ve lateralizasyon görevleri binaural etkileşim testler kategorisinde yer almaktadır. Bu testler genellikle iki kulak arasında zaman, şiddet ve/veya faz ipuçları gibi hassas akustik karşılaştırmaları gerektirmektedir. Bu testlerin kullanımı öncelikle hem beyin sapına hem de serebral disfonksiyonlara duyarlı lokalizasyon ve lateralizasyon görevlerinin kullanımı ile beyin sapı fonksiyonunun değerlendirilmesine yöneliktir (Musiek ve ark., 2012).

MDF, binaural gürültü varlığında monoaural ve binaural olarak sunulan bir sinyalin algılanması veya tanınmasının iyileştiği psikoakustik bir fenomendir. Bu iyileşme işitsel sistemlerin; aynı anda sunulan sinyaller ve maskeleme gürültüleri arasındaki

güç algılanan binaural faz ve amplitüd seviye farklarını kullanmasından kaynaklanmaktadır.

Hirsh (1948) ve Licklider (1948), normal işitsel sistemin; binaural sunulan akustik sinyalin tanınması ve/veya tespitinde maskelemede bir salınım yaratarak güç algılanan, interaural zaman farklarından yararlandığını göstermiştir. Maskeleme fenomeninde ortaya çıkan bu salınım MDF değeri olarak adlandırılır. MDF, değiştirilmiş referans durumunda binaural fazın tanınması ve tespitinde avantaj sağlamaktadır.

Bireyler homofazik ve antifazik olmak üzere iki koşul altında test edilmektedirler. Homofazik durumda uyarın ve gürültü her iki kulağa faz içi (S0N0) olarak, antifazik durumda ise iki sinyalden biri 180 derece faz dışı diğer sinyal faz içi olarak sunulur. Örneğin; S $\pi$ N0 antifazik durumda, gürültü iki kulak arasında faz içinde tutulurken sinyal 180 derece faz dışında sunulmaktadır (Şekil 2.12).



**Şekil 2.12:** MDF Testi. Üst şekil homofazik, alt şekil antifazik durumdaki sinyal belirlemeyi ifade etmektedir.

Homofazik durumda ölçülen eşik, antifazik durumların herhangi birinden çıkarılması ile maskeleme düzeyi farkı olarak adlandırılan skor elde edilir. Normal beyinsapı fonksiyonu olan bireylerde, antifazik durumda ölçülen eşik değeri homofazik durumda elde edilen eşik değerinden daha iyidir olmalıdır. Antifazik durumda ölçülen eşik maskeleme salınımindan dolayı daha iyi olduğu düşünülmektedir. Maskeleme etkisinden kaynaklanan bu salınının iki kulaktan gelen bilgilerin ilk entegre edildiği SİSS düzeyinde ortaya çıktığı kabul edilmektedir.



MDF eşiklerinin 8.2 dB-13.7 dB aralığında olduğu bildirilmiştir (Harris ve ark., 1992; Jerger ve ark., 1984; Olsen ve ark., 1976; Quaranta ve Cervellera, 1977; Wilson ve ark., 1984).

MDF, temporal ve uzaysal işleme kabiliyeti ile ilgili binaural etkileşimler hakkında bilgi sağlayan ve SİSS'nin beyin sapı bölgesindeki fonksiyon bozukluğunu gösterebilen bir testtir. MDF testi, SİİB için test bataryalarının önemli bir bileşenidir. Bir altın standart olmamasından dolayı SİİB popülasyonlarında MDF'nin kullanımı sınırlıdır (ASHA, 2005; Bellis, 2003). Spesifik olarak, tonal MDF testi normal ve normal olmayan hastaları ayırt etmede yararlı bir araçtır.

### **2.3. Temporal İşleme**

Temporal işleme sınırlı veya belirlenmiş bir zaman aralığında sese meydana gelen değişikliklerin algılanması olarak tanımlanmaktadır. Temporal işleme işitsel işleme yeteneğinin temel bileşenidir ve bunun sebebi işitsel bilgileri içeren birçok özelliğin bir şekilde zamandan etkilenmesidir (Shinn, 2003). Temporal işleme, işitme sinirindeki en temel nöral zamanlama seviyesinden binaural işitme ve konuşmanın algılanması için kortikal işleme kadar değişen birçok seviyede gözlenebilir. Temporal işleme, beyinsapı ve subkortikal mekanizmalarda etkili işleme desteklese de temel olarak serebral ve interhemisferik işlemeyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Pinheiro ve Musiek, 1985).

Temporal işleme; temporal sıralama, temporal çözünürlük, temporal maskleme ve temporal birleştirme olmak üzere dört sinyal işleme sürecini içermektedir.

#### **2.3.1 Temporal sıralama**

Temporal sıralama iki veya daha fazla işitsel uyarının zaman içindeki oluşum sırasına göre işlenmesi anlamına gelmektedir (Pinheiro ve Musiek, 1985). Konuşma algısındaki önemi nedeniyle oldukça araştırılmış bir hipotezdir (Fu, 2002; Hirsh, 1967; Neff, 1961; Pichora-Fuller & Souza, 2003). Temporal işlemenin doğru yapılabilmesi için hem sağ hemde sol hemisferin anatomik ve fizyolojik olarak sağlam olması gerekmektedir. Temporal sıralama karışık bir süreçtir ve akustik olayların sıralanmasından daha fazlasını gerektirir ancak birincil bileşeni budur. Literatürde yapılmış olan hayvan çalışmalarında, işitsel korteksin bilateral çıkarılmasıyla işitsel patern tanınmanın ciddi bir şekilde bozulduğu gösterilmiştir (Colavita ve ark., 1974;

Colavita ve Weisberg, 1977; Diamond ve Neff, 1957). Musiek ve ark. tarafından yapılan birçok çalışmada hem cerrahi olarak korpus kollosumunun kesilmesiyle beyni ayrılmış olan hastalarda hem de serebral lezyonlu hastalarda sıklıkla frekans ve süre patern testlerinde azalmalar gösterdiği bildirilmiştir (Musiek ve ark., 1980, 1987, 1990). Koklear işitme kaybının etkisi, her iki patern testinde de araştırılmış olup süre patern testinin koklear lezyonlara karşı daha dirençli olduğu görülmüştür (Musiek ve ark., 1990).

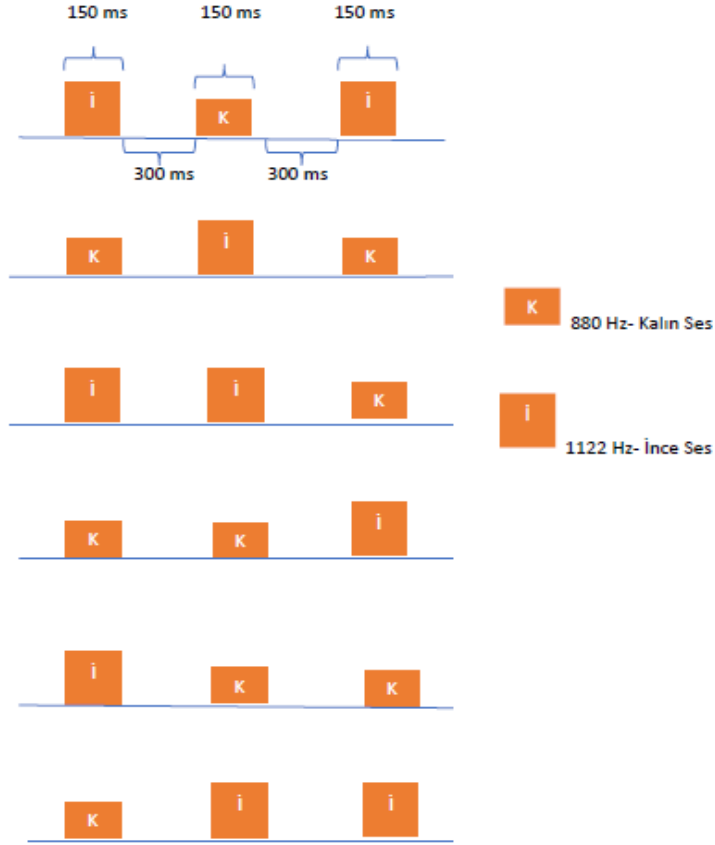
İşitsel paternleri doğru bir şekilde tanıma, belirleme ve sıralama yeteneği birçok algısal ve bilişsel süreçleri içermektedir. Musiek ve ark. (1980) tarafından yapılan çalışmada bu süreçlerde sadece tek bir hemisferin değil her iki hemisferin de korpus kollusum ile bilgi etkileşimi içerisinde olması gerektirdiği gösterilmiştir. İşitsel patern testleri hemisferik lezyonlara ve interhemisferik disfonksiyonlara duyarlıdır.

İşitsel bilgiyi doğru bir şekilde sıralayabilme yeteneği; bireyin eğitimi, uyaran tipi, uyaranın süresi ve uyaranın sunulan hızı gibi değişkenlerden etkilenmektedir.

Temporal sıralamada en yaygın kullanılan klinik testler Frekans Patern Testi (FPT) ve Süre Patern Testi (SPT)'dir. Frekans Patern Testi ilk kez 1971 yılında Pinheiro ve Ptacek tarafından tanıtılmıştır. Uygulama kolaylığının olması ve etkinliği sebebiyle patern testleri oldukça yaygın bir klinik kabul görmüştür. Musiek ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda (1987, 1990) serebral lezyonlarına duyarlılığı ve spesifitesi yüksektir.

### **2.3.1.1 Frekans patern test**

FPT "ince" (1122 Hz) veya "kalın" (880 Hz) olmak üzere üç seste oluşur. Paternlerde art arda aynı frekanstan oluşan sesler bulunmamakta olup testte rastgele oluşturulmuş altı patern bulunmaktadır (Şekil 2.13). Patern içindeki her bir ses 150 ms'dir, 10 ms'lik bir yükselme-düşme süresi vardır ve bir patern içindeki sesler arasında 200 ms bulunmaktadır. Paternler arasında 6 sn geçiş aralığı kullanılmaktadır.



**Şekil 2.13:** FPT paternleri

2002 yılında Musiek FPT'nin nasıl uygulanacağını açıklayan bir kılavuz yayınlamıştır (Musiek, 2002). Bu kılavuza göre dikkat edilmesi gereken on adım bulunmaktadır ve adımlar aşağıda yer almaktadır:

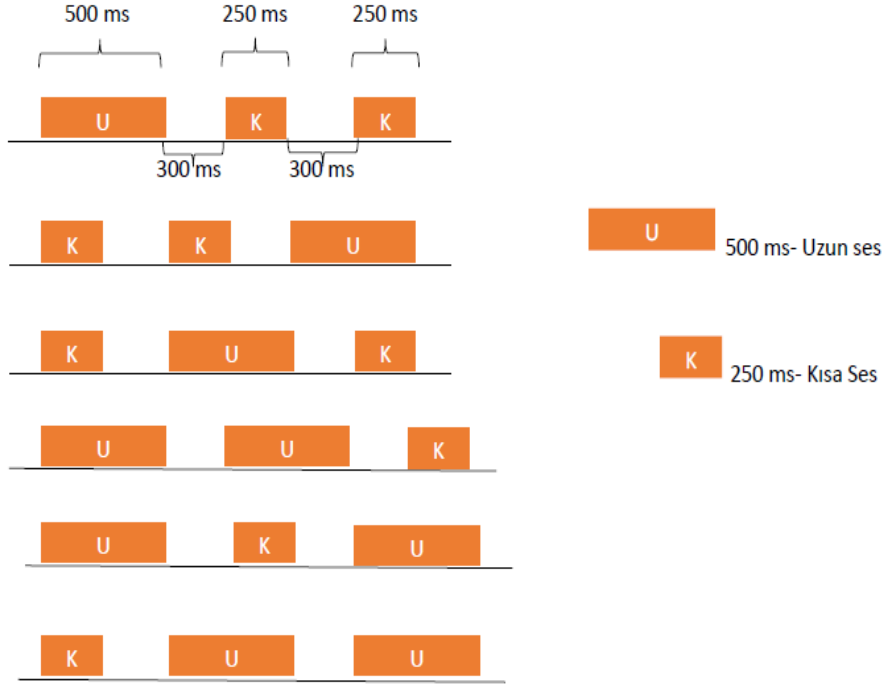
1. Bu testin yönergesini açıklarken hasta ile yüz yüze konuşmanız önemlidir.
2. Hastaya art arda üç ses geleceğini açıklayın. Bu noktada örnekler vererek ince ve kalın sesi tanıttın. Başlamadan önce çocukların ince ve kalın sesleri tanımları kritik önem taşır.
3. Ardından sesleri görsel ipucuyla birlikte verin.
4. Hastanın hem akustik hem de görsel örneklerle yapması gerekeni anladığından emin olduktan sonra, görsel örneği bırakın ve yalnızca akustik uyararla uygulama yapın.
5. Hastanın yapması gerektiğini anladığından eminseniz, teste başlamadan önce 6 veya 7 paterni alıştırmaya olarak verin.

6. Test genellikle 50 dB nHL'de uygulanır, ancak bu önemli değildir. FPT, 1000 Hz'de işitme eşiğinin üzerine 10-15 dB SL eklendiğinde maksimum performansa ulaştığını unutmayın. Testi işitme eşiğinin 20 dB SL veya 50 dB SL üstünde yapmanın hiçbir farkı yoktur.
7. Hastanın paterne cevap vermesi için gereken süreyi bekleyin. CD versiyonunda 2 patern arasında 5 veya 7 saniyelik aralık vardır. Bu süre hastanın cevap vermesi için yeterlidir.
8. Test sonuçlarının skorlanmasında birkaç faktör göz önüne alınmalıdır. Hasta üç yerine dört ses söylüyorsa, ilk üç doğru olsa bile, patern yanlıştır. Örneğin: İ-İ-K için İ-İ-K-K. Bir hasta bir paterni tersine çevirdiğinde (ör. Desen İ-K-İ olduğunda K-İ-K diye yanıt verir) yanlıştır. Başta, ters yanıtlar yanlış sayılmamıştı. Daha sonra santral patolojiye sahip bazı hastaların çok sayıda tersine yanıt verdiği gözlemlendi. Ters yanıtlar doğru kabul edildiğinde hastalar gözden kaçırıldı.
9. Çeşitli yanıt verme türleri vardır: sözlü olarak, paterni taklit ederek veya ince-kalın görsellerini göstererek. Bazı hastalar paterni tekrar eder ancak bunu sözlü olarak bildiremezler. Bu, sağ hemisferden sol hemisfere geçişte veya sol hemisferde bir sorun olduğunu gösterir.
10. Her kliniğin kendi normlarını geliştirmesi gerekmektedir.

### **2.3.1.2 Süre patern test**

SPT "uzun" veya "kısa" olmak üzere üç seste oluşur. 1000 Hz frekansında kısa 250 ms, uzun 500 ms olarak sunulmaktadır ve bir patern içindeki sesler arasında 300 ms bulunmaktadır. Rastgele oluşturulmuştur altı paternden oluşmaktadır. Paternler arasında 6 sn geçiş aralığı kullanılmaktadır.

Test uygulanacak bireylere değişen üç ses duyacakları söylenir. Bireylerden duydukları paterni “ince ve kalın” veya “uzun ve kısa” şeklinde sesi duyduktan sonra söylemeleri istenir. Bireylerden emin olmadıklarını düşündükleri sesleri tahmin etmeleri için teşvik edilmelidir. Test puanları kulak başına yüzde cinsinden ifade edilir. Yalnızca bireylerin doğru bildiği paternler doğru, yanlış bildikleri yanlış olarak değerlendirilir.



**Şekil 2.14:** DPT Paternleri

Bellis tarafından FPT ve SPT normatif verileri bildirilmiş olup testlerde kulaklar arasında bir fark elde edilmemiştir.

**Çizelge 2.3:** FPT ve SPT normatif veriler (Bellis, 2003)

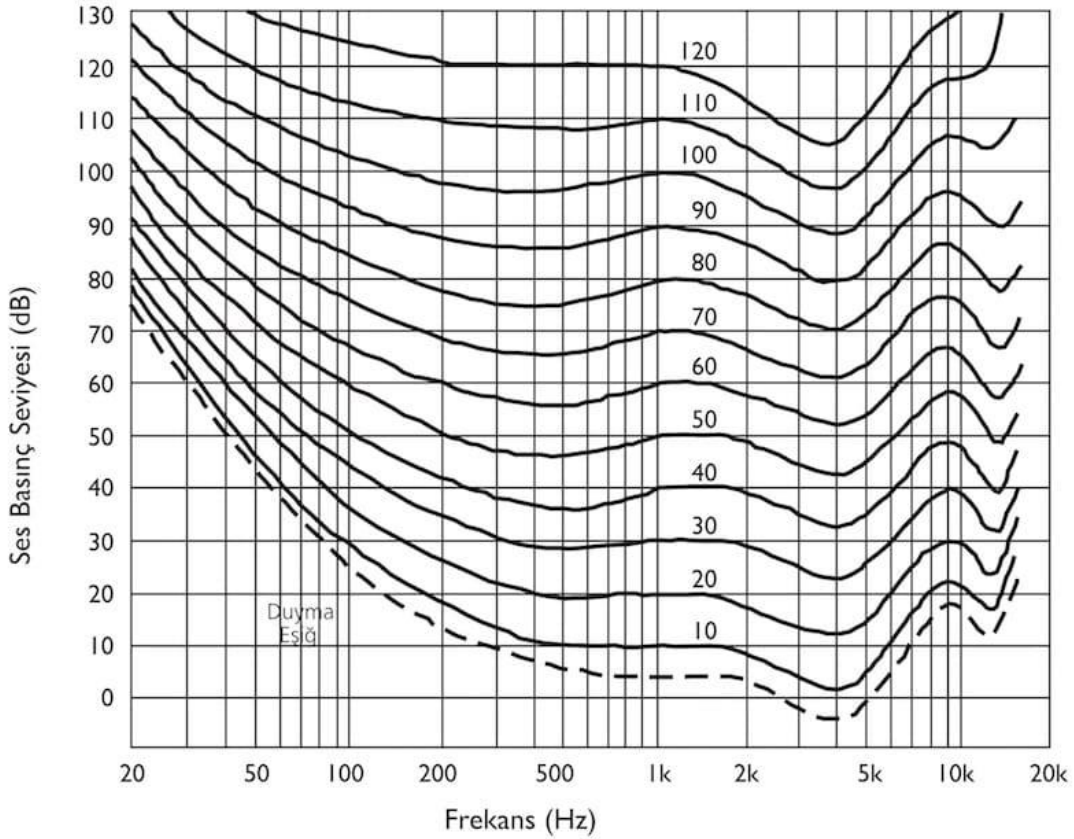
FPT		SPT	
Yaş	Normatif Değer	Yaş	Normatif Değer
7 yaş-7 yaş 11 ay	%35	7 yaş-7 yaş 11 ay	%25
8 yaş- 8 yaş 11 ay	%42	8 yaş- 8 yaş 11 ay	%35
9 yaş- 9 yaş 11 ay	%63	9 yaş- 9 yaş 11 ay	%54
10 yaş- 10 yaş 11 ay	%78	10 yaş- 10 yaş 11 ay	%70
11 yaş- 11 yaş 11 ay	%78	11 yaş- 11 yaş 11 ay	%71
12 yaş ve yetişkin	%80	12 yaş ve yetişkin	%73

Çok küçük çocuklarda FPT'nin değişkenlik göstermesi nedeniyle 7 yaş altındaki çocuklar için uygun bir değerlendirme olmayacağı öne sürülmektedir (Bellis, 2003).

Bellis, DPT'nin özellikle 9-10 yaşından küçük çocuklar için zor olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca iki işitsel temporal patern testlerinin birbiri yerine geçemeyeceğini ve testlerin farklı işlemeyle değerlendirildiğini hatırlatmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca her iki testinde yapılması tavsiye edilmektedir.

### 2.3.1.3 Frekans patern test için neden 880 Hz ve 1122 Hz kullanılmaktadır?

FPT için 880 Hz ve 1122 Hz frekanslarının seçilmesinin basit ve bilimsel bir nedeni vardır. 880 Hz ve 1122 Hz frekansları eş gürlük eğrisinde (loudness contours) aynı ses yüksekliğindedir. Test sırasında frekans ipuçları verilmektedir ayrıca şiddet ipuçlarının da veriliyor olması testin kalitesini etkileyecektir (Shinn, 2014)



Şekil 2.15: Eş gürlük eğrisi

### 2.3.2 Temporal çözünürlük

İşitsel sistem, konuşma işlenirken küçük zamansal farkların ayırt edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu farklılıklar, sinyalin zarfındaki zaman içindeki değişiklikler veya sinyalin amplitüd modülasyonundaki değişiklik olabilir. Bu hızlı zamanlama değişikliklerini tespit etme işlemine temporal çözünürlük denir. İşitme bozukluğu, yaşlanma, gelişimsel gecikme ve santral işitsel işleme bozukluğu ile bu fonksiyon bozulabilir.

### **2.3.2.1 Boşluk tanıma**

Temporal çözünürlüğü değerlendirmek için boşluk tanıma eşiği (BTE) belirlemek, kullanılan yaygın yöntemlerden birisidir. BTE, dinleyicinin iki sinyal arasındaki en küçük sessizliği tespit etmesidir. Alternatif olarak, BTE paradigmasında sessiz aralığı içeren ani bir sinyal değişimi ile iki veya daha fazla sinyal çifti kullanılabilir. Önceki paradigmada, dinleyicilerden art arda gelen uyarının tek mi yoksa çift mi duyduğunu söylemesi istenir. İkinci paradigmada, dinleyicilerin görevi, sinyal çiftlerinin içerdiği boşluğu belirlemektir. Bir diğer paradigma ise zaman içinde değişen boşluklarla, segment başına 0-3 boşluk içeren bir geniş bantlı gürültü segmentini kullanmaktadır (Musiek ve ark., 2005). Herhangi bir gürültü segmentinde, boşlukların yeri ve süresi rastgeledir.

### **2.3.2.2 Rastgele boşluk tanıma testi**

Temporal çözünürlük becerisini değerlendiren testlerden biri Keith (2000) tarafından geliştirilen rastgele boşluk tanıma testidir (RBTT). RBTT’de çeşitli frekanslarda tonal uyarın veya klik uyarın sunulur ve birey tek veya çift ses duyup duymadığı belirtir. Teste başlamadan önce aralıkları 0-40 ms arasında artarak değişen alıştırmaya uyarını sunulur. Alıştırmada amaç bireyi teste hazırlayarak, bireylerin verilen yönergeyi kavrayıp kavramadığını test etmektir.

Teste başlandığında uyarınlar arasında rastgele 0-40 ms arasında değişen dokuz boşluk bulunmaktadır. Uyarınlar 500 Hz-4000 Hz olmak üzere dört frekansı içermektedir. Binaural olarak bireylerin rahat duyduğu bir seviyede (örn; 55 dB HL) sunulmaktadır. Çocuklar test yanıtlarını sözlü olarak cevap verebilir veya alternatif olarak duyulan uyarın sayısı kadar parmağını kaldırabilirler. Bireylerin iki ses duyduğu uyarınlar arası milisaniye her frekans için ayrı hesaplanmaktadır. RBTT için normatif değerler 6,0-7,8 ms arasındadır (Shinn, 2014).

Test uygulaması yaklaşık 10 dakika sürmektedir.

### **2.3.3 Temporal maskeleme**

Temporal maskeleme, bir sinyal ve maske uyarının zaman içinde çakışmaması ile ortaya çıkan maskeleme anlamına gelir. Maske uyarını sinyali takip ettiğinde geriye doğru maskeleme (backward masking); maske uyarını sinyalden önce geldiğinde ileriye doğru maskeleme (forward masking) meydana gelir.

### **2.3.4 Temporal birleştirme**

Temporal birleştirme, işitsel uyarının toplanması ve birleştirilmesi anlamına gelmektedir.

Literatürde mevcut birçok çalışma temporal birleştirmenin koklear patolojilerden ve SİSS’de bulunan patolojilerden etkilendiğini göstermiştir (Buss, Florentineve ark., 1999; Moore, 1996; Cranford ve ark., 1982).

#### **2.3.4.1 İşitme kaybı ve yaşlanmasının boşluk tanıma üzerine etkisi**

Boşluk tanıma eşiklerinin işitme kaybı olan hastalar ve normal işiten bireyler için benzer olduğu bildirilmiştir (Lister ve ark., 2000). Periferal işitme kaybı boşluk tanıma testlerinin sonuçlarını etkilememektedir. Sensörinöral bir işitme kaybı varlığının boşluk tanıma üzerine etkisini araştıran farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda farklı bulgular elde edilmiştir. Sensörinöral işitme kaybı varlığında büyük BTE gösteren çalışmalar (DeFilippo & Snell, 1986; Florentine & Buus, 1984; Grose, Eddins, & Hall, 1989) ve işitme kayıplılar ile normal işiten bireylerin arasında BTE’lerde değişiklik olmadığını gösteren çalışmalar (Gordon-Salant & Fitzgibbons, 1999; Hall, Grose, & Buss, 1998; Moore, Peters, & Glasberg, 1992) mevcuttur.

Temporal işleme de yaşa bağlı farklılıklar olduğu bulunmuştur (Strouse ve ark., 1998). Santral işitsel sistemindeki yaşlanmanın işareti olarak sensörinöral işitme kaybı olmayan yaşlı dinleyicilerde BTE yüksek bulunmuştur (Strouse ve ark., 1998). Sensörinöral işitme kaybı olmayan yaşlı bireyler için boşluk tanıma test sonuçlarında daha büyük eşikler elde edilmesi işitsel işleme de değişiklik olduğunun göstergesidir (Snell ve Frisina, 2000). Bu sonuçlar, periferal işitme kaybının olmaması durumunda, işitsel sistemin yaşlanmasının temporal işlemeyi etkilediğini ve bununla konuşmanın algılama yeteneklerini etkilediğini göstermektedir.

Özet olarak, sensörinöral işitme kaybı, yaşlanma ve maturasyon bir sinyaldeki temporal farklılıkları fark etme yeteneğini etkileyebilmektedir. Bir sinyaldeki farklılıkları tanıma yeteneği, konuşma sinyali işlenirken önemlidir. Düşük boşluk tanıma performansı konuşmanın algılanmasının zorluğuna neden olabilecek konuşma sinyalindeki ince akustik değişiklikleri işitmeye işaret eder. Bu durum özellikle gürültünün konuşma sinyalini absorbe ettiği arka plan gürültüsünün varlığında geçerli olacaktır (Musiek, 2007).



### **3. GEREÇ ve YÖNTEM**

Çalışma İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Laboratuvarında yapılmıştır. 19/06/2019 tarihinde İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından B.30.2AYD.0.00.00-050.06.04/119 sayılı kararla onaylanmıştır (EK A). Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın kapsamı ve amacı hakkında bilgi verilmiş ve yazılı onayları alınmıştır (EK B).

#### **3.1. Bireyler**

Çalışmaya 18-30 yaş arasında normal işitmeye sahip 12 kadın, 12 erkek olmak üzere 24 birey ve 60-75 yaş arasında normal işitmeye sahip 7 kadın, 13 erkek olmak üzere 20 birey dahil edilmiştir. Toplamda 44 birey 88 kulak değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilme kriterleri aşağıda verilmiştir.

Dahil edilme kriterleri:

- 18-30 ve 60-75 yaşları arasında olmak
- Normal işitmeye sahip olmak
- Otoskopik bakışı normal olmak
- Akustik immitansmetrik bulguları normal olmak
- Herhangi bir işitme kaybı olmamak
- Mini Mental Test sonucunda en az 24 puan almış olmak
- Anamnezinde geçirmiş olduğu bir kulak hastalığı, kulak ameliyatı, akustik travma, kafa travması, ototoksik ilaç kullanımı olmamak

Dahil edilmeme kriterleri:

- İşitme kaybı şikayetinin olması
- Orta kulak patolojisinin olması
- Belirtilen yaş aralığının dışında olmak
- Akustik travma öyküsüne sahip olmak
- Ototoksik ilaç kullanmış olmak

- Mini Mental Test sonucu 24 puandan düşük olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmamak

### **3.2. Yöntem**

Bireylere mental değerlendirme, odyolojik değerlendirme testleri ve santral işitsel işleme testleri yapılmıştır. Bireylerin çalışmaya dahil edilip edilmemesine mental değerlendirme ile karar verilmiştir. Mental değerlendirme Standardize Mini Mental Test kullanılmıştır. Odyolojik değerlendirmede; otoskopik muayene, akustik immitansmetri testleri, saf ses odyometrisi, konuşmayı alma eşiği, konuşmayı ayırt etme performansı, gürültüde konuşmayı ayırt etme testi kullanılmıştır. Santral işitsel işleme testi değerlendirilmede; frekans patern test, süre patern test, maskeleye düzeyi farkı testi, rastgele boşluk tanıma testi kullanılmıştır. Musiek ve ark. (2018) tarafından bildirilen anatomik lokalizasyonlara göre Sİİ testleri tablosuna göre (Musiek ve ark. 2018, Çizelge 3.1) bireylere yapılan odyolojik ve santral işitsel işleme testleri ile kokleadan başlayarak korpus kallusoma kadar olan tüm anatomik bölgeler değerlendirilmiştir.

#### **3.2.1 Mental değerlendirme**

Mental değerlendirme için Türk toplumu için geçerlilik ve güvenilirliği (Güngen ve ark. 2002) yapılmış olan Standardize Mini Mental kullanılmıştır.

##### **3.2.1.1 Standardize mini mental test**

Test uygulanırken Güngen ve ark. tarafından hazırlanmış olan Standardize Mini Mental Test Uygulama Kılavuzu'ndan yararlanılmıştır. Test puanlaması sonucunda; 24-30 puan alan bireyler normal kabul edilmiştir ve çalışmaya dahil edilmiştir.

#### **3.2.2 Odyolojik değerlendirme**

Musiek ve ark.'nın belirtmiş olduğu tabloya göre (2018), anatomik lokalizasyon fonksiyon kaybının belirlenmesinde;

- Saf Ses Odyometrisinin: Koklea ve 8. sinir üzerinde önemli derecede, beyin sapı, korteks ve korpus kallosum üzerinde minimal derece,
- Sessizlikte Konuşmayı Tanıma Testinin: Koklea ve 8. sinir üzerinde orta derece, beyin sapı, korteks ve korpus kallosum üzerinde minimal derecede,

- Akustik Refleks Testinin; Koklea ve beyin sapı üzerinde orta derece, 8. Sinir üzerinde önemli derecede, korteks ve karpus kallosum üzerinde minimal derecede,
- Gürültüde Konuşmayı Tanıma Testinin: beyin sapı ve korteks üzerinde orta derecede, karpus kallosum üzerinde minimal derecede e katkısı bulunmaktadır.

**Çizelge 3.1:** Anatomik lokalizasyonlara göre Sİİ testleri (Musiek ve ark. 2018)

TEST	Koklea	8. Sinir	Beyin Sapı	Korteks	Korpus Kallosum
Saf Ses Odyometrisi	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓	✓
Sessizlikte Standart Konuşmayı Ayırt Etme Testi	✓✓	✓✓	✓	✓	✓
Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Testi			✓✓	✓✓	✓
Maskleme Düzeyi Farkı		✓✓	✓✓✓	✓	✓
Frekans/Süre Patern Test			✓	✓✓✓	✓✓✓
Rastgele Boşluk Tanıma Testi			✓✓✓	✓✓✓	

(✓ işaretleri ayırıcı tanı üzerindeki etkiyi ifade etmektedir. ✓: Minimal etki, ✓✓: orta derece etki, ✓✓✓: önemli derecede etki anlamına gelmektedir.)

### 3.2.3 Otoskopik muayene

Bireylere testlere başlamadan önce dış kulak kanalı ve kulak zarının muayenesi için otoskopik muayene yapılmıştır. Her bireye uygun spekulum takıldıktan sonra Welch Allyn otoskop ünitesi ile muayene gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.4 İmmitansmetrik değerlendirme

İmmitansmetrik değerlendirme 226 Hz Prob ton kullanılarak MADSEN Otoflex 100 marka immitansmetre ile yapılmıştır (Şekil 3.1). Timpanometrik değerlerin; timpanik tepe basınç değerinin -100 daPA ile +50 daPa arasında ve statik kompliyans değerinin

0,3 ml'den daha büyük olması durumunda normal kabul edilmiştir. Timpanometrik ölçüm sonuçları Jerger'in sınıflamasına göre sınıflandırılmıştır.



**Şekil 3.1:** Otometrics MADSEN Otoflex 100 Timpanometri cihazı  
(<http://madsen.hu/en/products/otoflex/>)

### 3.2.5 Saf ses odyometrisi

Otoskopik bakı sonucunda dış kulak ve kulak zarı normal olan bireylere saf ses odyometrisi yapılmıştır. Hava yolu işitme eşikleri 125 Hz'den başlayarak 8kHz'e kadar olan tüm oktav frekanslarında, kemik yolu işitme eşikleri 500 Hz'den başlayarak 4kHz' kadar olan oktav frekanslarında ascending yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Saf ses odyometrisi Otometrics Madsen Astera<sup>2</sup> marka klinik odyometre (Şekil 3.2) ile hava yolu eşikleri Telephonics TDH-39 supraaural kulaklıklar kullanılarak; kemik yolu eşikleri Radioear B-71 kemik vibratör kullanılarak değerlendirilmiştir.



**Şekil 3.2:** Otometrics MADSEN Astera<sup>2</sup> Klinik Odyometre Cihazı

İşitme test sonuçları, Goodman'ın işitme kaybı sınıflandırması kullanılarak değerlendirilmiştir. (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2:** Goodman işitme kaybı sınıflandırması

<b>Ortalama İşitme Eşikleri (dB HL)</b>	<b>Goodman Sınıflaması (1965)</b>
0- 25 dB HL	Normal
26- 40 dB HL	Çok hafif
41- 55 dB HL	Hafif
56- 70 dB HL	Orta
71- 90 dB HL	İleri
91 ve üstü	Çok İleri

### **3.2.6 Konuşma odyometrisi**

Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Threshold Test-SRT) Telephonics TDH-39 supraaural kulaklıklar kullanılarak Türkçe fonetik dengeli üç heceli kelime listesi ile ascending yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir (EK C).

Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (Speech Discrimination Score-SDS), aynı kulaklık kullanılarak Türkçe fonetik dengeli tek heceli kelime listesi ile bireylerin en rahat ses seviyesinde tek heceli 25 kelime kullanılarak değerlendirilmiştir (EK D). Bu test sırasında taşıyıcı cümle kullanılmıştır. Konuşma testleri canlı ses ile yapılmıştır.

Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Testi, test edilen kulağa (ipsilateral) beyaz gürültü gönderilerek ve konuşma sesinin gürültüden 10 dB üstünde Türkçe fonetik dengeli tek heceli kelime listesi kullanılarak değerlendirilmiştir. Test edilen bireylerde Sinyal Gürültü Oranı +10 dB sabit tutulmuştur.

### **3.2.7 Santral işitsel işleme değerlendirme**

Bireylere frekans maskeleye düzeyi farkı testi, patern test, süre patern test, rastgele boşluk tanıma testi olmak üzere toplamda dört tane santral işitsel işleme testleri uygulanmıştır. Anatomik lokalizasyonlara göre Sİİ testlerine (Musiek ve ark. 2018) göre anatomik lokalizasyon fonksiyon kaybının belirlenmesinde;

- MDF Testinin: 8. Sinir üzerinde orta derecede, beyin sapı üzerinde önemli derecede, korteks ve korpus kallosum üzerinde minimal derecede,
- Frekans/Süre Patern Testlerinin: Beyin sapı üzerinde minimal derecede, korteks ve korpus kallosum üzerinde önemli derecede,

- Rastgele Boşluk Tanıma Etme Testinin: Beyin sapı ve korteks üzerinde önemli derecede katkısı bulunmaktadır (Musiek ve ark. 2018).

### **3.2.7.1 Maskeleye düzeyi farkı testi (MDF)**

Maskeleye Düzeyi Farkı Testi, Otometrics Madsen Astera<sup>2</sup> marka klinik odyometre ile Telephonics TDH-39 supraaural kulaklıklar kullanılarak uygulanmıştır. Klinik odyometre cihazında MDF testi seçilerek 500 Hz ve 1000 Hz saf ton ve dar bant gürültü kullanılarak S<sub>0</sub>N<sub>0</sub> ve S<sub>π</sub>N<sub>0</sub> olmak üzere iki koşulda da ayrı ayrı eşik belirlenmiştir. MDF skoru her iki koşulda elde edilen eşiklerin birbirinden çıkarılmasıyla cihaz tarafından otomatik hesaplanmıştır. Test sırasında gürültü seviyesi 50 dB HL'de sabit tutulmuştur. Sinyal 80 dB HL'de verilerek 2 dB'lik azaltmalarla descending metot ile eşik saptanmıştır.

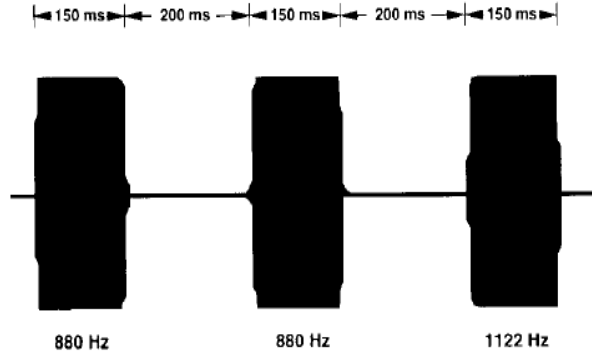
Teste başlamadan önce bireylerden yalnızca sinyali duyduklarında bir düğmeye basmaları istenmiştir. Ayrıca “Her iki kulağınızda da aynı anda sesler duyacaksınız. Bu sesler sadece gürültü veya gürültü içerisinde bip bip şeklinde sinyaller olabilir. Sinyalleri duyduğunuzda düğmeye basmanız gerekiyor. Gürültünün içerisinde bu sesi önce net duyacaksınız fakat test devam ettikçe ses azalacaktır. Çok az bile duysanız lütfen düğmeye basınız. Sormak istediğiniz soru var mı? Tamam, şimdi teste başlayacağız.” şeklinde yönerge verilmiştir.

### **3.2.7.2 Frekans patern test (FPT)**

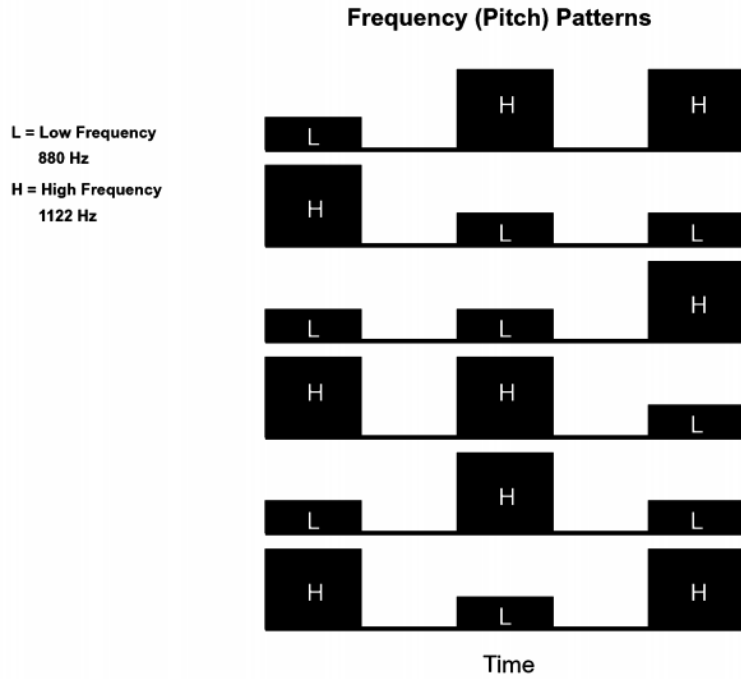
Frekans Patern Testi, uygulaması ayrıntı gerektiren santral işitsel bir testtir. Test uygulaması, 1970'lerin başında Marilyn Pinheiro ve Paul Ptacek tarafından tanıtılmasından bu yana bazı değişiklikler geçirmiştir. 1997 yılında Amerika'da bir firma (Auditec®) tarafından testin pazarlaması başlamıştır. Çalışmada kullanılan test Musiek ve ark. (Musiek & Pinheiro, 1987) tarafından geliştirilen Frekans Patern Test-Musiek versiyonuna dayanmaktadır.

FPT ait sesler MATLAB Software programı kullanılarak oluşturulmuştur. Teste ait seslerin karakteristik fonksiyonları birleştirilerek Matris verileri elde edilmiş, sonrasında .wav dosyalarına çevrilerek sesler üretilmiştir. Oluşturulan bu sesler; iniş-çıkış süreleri 10 milisaniye ve aktif süreleri 150 milisaniye olan 3 uyarı, 200 milisaniye uyarılar arasındaki boşlukları içermektedir. 880 Hz ve 1122 Hz olmak üzere alçak ve yüksek frekanslı iki ses uyarı kullanılmıştır. 880 Hz ince 1122 Hz

kalın sesi ifade etmektedir (Şekil 3.3). Paternler; 5 tane alıştırma sesleri ve 20 tane üçlü sıralı test sesleri olmak üzere toplamda 4 liste ile oluşturulmuştur. Randomize oluşturulmuş altı patern vardır (İnce-İnce-Kalın, Kalın-Kalın-İnce, İnce-Kalın-İnce, Kalın-İnce-Kalın, Kalın-İnce-İnce, İnce-Kalın-Kalın) bu paternler arasında aynı frekanslar üç defa art arda gelmemektedir (Şekil 3.4). Üçlü sıralı sesler arasında bireylerin yanıt verebilmesi için 6 saniye yanıt süresi ayarlanmıştır.



**Şekil 3.3:** Frekans Patern Dalga Formları. Amplitüt (Y eksen) ve zaman (X eksen) koordinatları ile Kalın-Kalın-İnce frekans paternin dijitalleştirilmiş dalga formları (Musiek 1994)



**Şekil 3.4:** Frekans Patern Test ait Paternler. Frekans Patern Test, X ekseninde zamana, Y ekseninde genliğe göre temsil edilen randomize oluşturulmuş altı patern (Handbook of Central Auditory Processing Disorder Vol.1)

Test, Otometrics Madsen Astera<sup>2</sup> marka klinik odyometre ile Telephonics TDH-39 supraaural kulaklıklar kullanılarak yapılmıştır. Teste başlamadan önce bireyler test

hakkında bilgilendirilmiştir. Ayrıca “Art arda üç ses duyacaksınız. Sesler ince ya da kalın şeklinde olacak. Duyduğunuz seslerden ince olan sesi ince, kalın olan sesi kalın olarak adlandıracaksınız. Üç sesi duyduktan hemen sonra sözlü olarak ifade edeceksiniz. Örneğin; İnce-İnce-Kalın. Teste başlamadan önce 5 alıştırma testi sunulacak ardından teste başlayacağız. Sormak istediğiniz soru var mı? Alıştırma ile teste başlıyoruz” şeklinde yönerge verilmiştir. Teste başlamadan önce 5 alıştırma yapılmış ardından 20 defa üçerli sıralar sunulmuştur. Frekans patern testinin 1000 Hz işitme eşliğinin üzerine 10-15 dB eklenmesiyle maksimum performansa ulaştığı bilinmektedir (Musiek 2002). Test sırasında ses şiddeti, bireylerin 1000 Hz işitme eşiklerinin üzerine 50 dB eklenerek ayarlanmıştır. Bireylerin verdiği cevaplar “Frekans Patern Testi Hasta Yanıt Formu” üzerine her kulak için ayrı kaydedilmiş ve doğru cevapların yüzdesi hesaplanmıştır (EK E). Doğru cevapların kaydedilip yüzde hesaplamasının yapılması için Frekans Patern Test Kılavuzu’ndan yararlanılmıştır (Musiek 2012).

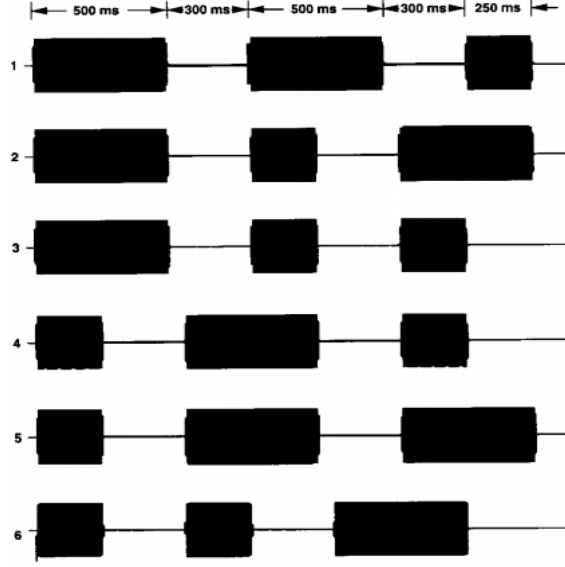
Test sonuçlarının değerlendirilmesinde dikkat edilen faktörler;

- Hasta üç ses yerine dört ses söylüyorsa, ilk üçü doğru olsa bile yanıt yanlış kabul edilir. Örneğin; Kalın-Kalın-İnce yerine Kalın-Kalın-İnce-İnce
- Birey üçlü sıralı sesleri tersten söylüyorsa yanlış kabul edilir. Örneğin; İnce-Kalın-Kalın yerine Kalın-İnce-İnce

### **3.2.7.3 Süre patern test (SPT)**

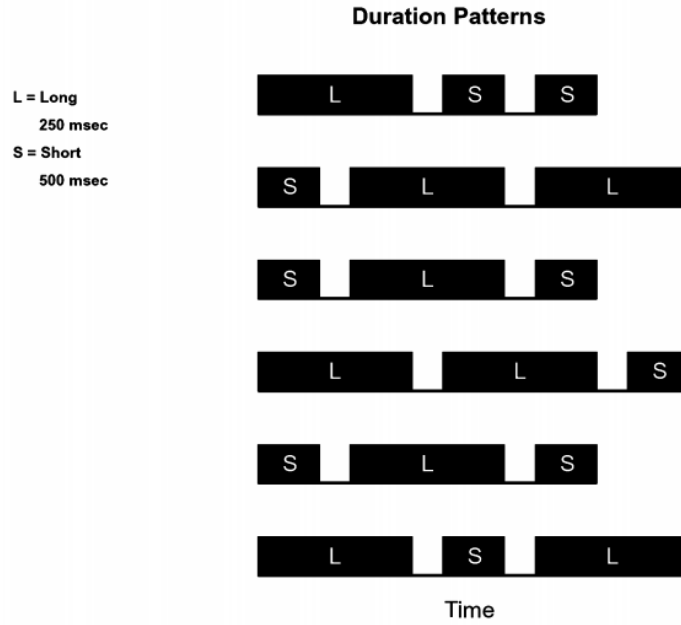
Bireylere uygulanan Süre Patern Test, Musiek (Musiek 1990) tarafından geliştirilen Süre Patern Test’ine dayanmaktadır. Teste ait sesler MATLAB Software programı kullanılarak oluşturulmuştur. Teste ait seslerin karakteristik fonksiyonları birleştirilerek Matris verileri elde edilmiş, sonrasında .wav dosyalarına çevrilerek sesler üretilmiştir. Oluşturulan bu seslerde iniş-çıkış süreleri 10 milisaniyedir. 1000 Hz frekansında 250 milisaniye ve 500 milisaniye olmak üzere kısa ve uzun uyarılar oluşturulmuştur. Uyarılar arası süre 300 milisaniyedir. Bu sesler aynı frekansta ve şiddette olup yalnızca süre (uzunluk-kısalık) değişkeni farklıdır. 250 milisaniye sunulan ses kısa sesi, 500 milisaniye sunulan ses uzun sesi ifade etmektedir (Şekil 3.5).





**Şekil 3.5:** Süre patern dalga formları Amplitüt (Y eksen) koordinatları ile altı süre paternlerinin dijitalleştirilmiş dalga formları (Musiek 1994)

Paternler; 5 tane alıştırma sesleri ve 20 tane üçlü sıralı test sesleri olmak üzere toplamda 4 liste ile oluşturulmuştur. Randomize oluşturulmuş altı patern vardır (Kısa-Kısa-Uzun, Kısa-Uzun-Kısa, Uzun-Uzun-Kısa, Kısa-Uzun-Uzun, Uzun-Kısa-Kısa, Uzun-Kısa-Uzun) bu paternler arasında aynı süre üç defa art arda gelmemektedir (Şekil 3.6). Paternler arasında bireylerin yanıt verebilmesi için 6 saniye yanıt süresi ayarlanmıştır.



**Şekil 3.6:** Süre Patern Test, X ekseninde zamana, Y ekseninde genliğe göre temsil edilen randomize oluşturulmuş altı patern (Handbook of Central Auditory Processing Disorder Vol.1)

Test, Otometrics Madsen Astera<sup>2</sup> marka klinik odyometre ile Telephonics TDH-39 supraaural kulaklıklar kullanılarak yapılmıştır. Teste başlamadan önce bireyler test hakkında bilgilendirilmiştir. Ayrıca “Art arda üç ses duyacaksınız. Sesler kısa ya da uzun şeklinde olacak. Duyduğunuz seslerden kısa olan sesi kısa, uzun olan sesi uzun olarak adlandıracaksınız. Üç sesi duyduktan hemen sonra sözlü olarak ifade edeceksiniz. Örneğin; Kısa-Kısa-Uzun. Teste başlamadan önce 5 alıştırma testi sunulacak ardından teste başlayacağız. Sormak istediğiniz soru var mı? Alıştırma ile teste başlıyoruz” şeklinde yönerge verilmiştir. Teste başlamadan önce 5 alıştırma yapılmış ardından 20 defa üçerli sıralar sunulmuştur. Süre Patern Test’te sunulan paternlerin ses şiddeti, bireylerin 1000 Hz işitme eşiklerinin üzerine 50 dB eklenerek ayarlanmıştır. Bireylerin verdiği cevaplar “Süre Patern Testi Hasta Yanıt Formu” üzerine her kulak için ayrı kaydedilmiş ve doğru cevapların yüzdesi hesaplanmıştır (EK F). Bireyler paternleri tersten söylüyorsa yanlış kabul edilmiştir (Örneğin; Kısa-Kısa-Uzun yerine Uzun-Uzun-Kısa).

#### **3.2.7.4 Rastgele boşluk tanıma testi**

Bireylere uygulanan Rastgele Boşluk Tanıma Testi, Keith (Keith 200) tarafından geliştirilen Random Gap Detection Test’e dayanmaktadır. Teste ait sesler MATLAB Software programı kullanılarak oluşturulmuştur. Teste ait seslerin karakteristik fonksiyonları birleştirilerek Matris verileri elde edilmiş, sonrasında .wav dosyalarına çevrilerek sesler üretilmiştir. Oluşturulan seslerde iniş-çıkış süreleri 1 milisaniyedir. Testte kullanılan tonal uyaranların (500,1000,2000 ve 4000 Hz) süresi 17 milisaniyedir. Alıştırma hariç uyaranlar arasında 0-40 milisaniye arasında değişen rastgele boşluklar bireylere sunulmaktadır.

Teste alıştırma ile başlanır. Alıştırmada, 1000 Hz frekansında sırasıyla 0,2,5,10,15,20,25,30 ve 40 milisaniye boşluklar bulunan 9 ses bulunmaktadır. Test alıştırmadan sonra standart teste başlanmaktadır. Standart test 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz olmak üzere dört farklı frekansta uyaran içermektedir. Teste 500 Hz’den başlayarak 4000 Hz’e kadar sırayla devam edilmektedir. Uyaranlar 0-40 milisaniye boşluklarla rastgele sunulmaktadır.

Test, Otometrics Madsen Astera<sup>2</sup> marka klinik odyometre ile Telephonics TDH-39 supraaural kulaklıklar kullanılarak yapılmıştır. Teste başlamadan önce bireyler test hakkında bilgilendirilmiştir. Ayrıca “Kulağınıza sesler gelecek. Tek veya çift ses

duyabilirsiniz. Tek ses duyduğunuzda bir veya tek, çift ses duyduğunuzda iki veya çift diyebilirsiniz. Sormak istediğiniz soru var mı?” şeklinde yönerge verilmiştir.

Bireylerin verdiği cevaplar “Rastgele Boşluk Tanıma Testi Hasta Yanıt Formu” üzerine kaydedilmiş ve en düşük tutarlı boşluğun milisaniyesi hesaplanmıştır (EK G).

Test sonuçları değerlendirilirken; her frekansta rastgele sunulan boşluklarda bireyin iki veya çift olarak adlandırmış olduğu en küçük boşluk bulunmuştur. Ardından onu takip eden çift uyaran duymuş olduğu boşluklara sırası ile bakılmıştır. Bireyin 0-40 milisaniyede tutarlı olarak çift yanıtını vermiş olduğu en düşük boşluk eşik olarak kabul edilmiştir.

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 22. versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Testi ile incelenmiştir.

Çalışmada genç ve yaşlı grup arasında değerlendirilen Sİİ test sonuçlarının farklılık gösterip göstermediğini araştırmak amacıyla normal dağılım göstermeyen değişkenler için Mann Whitney-U testi yapılmıştır. Genç ve yaşlı grupların kendi içinde gürültü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel olarak farklılığı araştırmak amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır. Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile Sİİ test sonuçları arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla Spearman Sıra Farkları Korelasyon Analizi yapılmıştır.



#### 4. BULGULAR

Çalışmada genç ve yaşlı bireylerin Sİİ testleri karşılaştırılarak, testlerin anatomik lokalizasyonlara göre aynı birey üzerindeki temporal işleme fonksiyonları araştırılmış ve aralarındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda genç ve yaşlı bireylere saf ses odyometrisi, konuşma odyometrisi, gürültüde konuşmayı ayırt etme testi, temporal sıralamayı test etmek için frekans patern testi ve süre patern testi, temporal çözünürlüğü test etmek için rastgele boşluk tanıma testi ve binaural etkileşimi değerlendirmek için maskeleme düzeyi farkı testi yapılmıştır.

Çalışmada dahil edilme kriterlerine uyan 18-30 yaş arasında 24 genç birey, 60-75 yaş arasında 20 yaşlı birey toplam 44 birey değerlendirilmiştir. Genç bireylere 12 kadın (%50), 12 erkek (%50); yaşlı bireylere 7 kadın (%35), 13 erkek (%65) dahil edilmiştir. Genç grubun yaş ortalaması  $25,37\pm 3,06$  ve yaşlı grubun yaş ortalaması  $64,85\pm 4,29$ 'dir (Çizelge 4.1). Gruplara ait veriler EK H'de sunulmuştur.

**Çizelge 4.1:** Genç ve yaşlı gruptaki demografik özellikler

	Kadın		Erkek		Yaş
	n	%	n	%	Yıl $\pm$ Standart Sapma
Genç	12	50	12	50	$25,37\pm 3,06$
Yaşlı	7	35	13	65	$64,85\pm 4,29$

Genç ve yaşlı gruplarda, normal dağılım Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Test sonucunda yaşlı grubun normal dağıldığı ve genç grubun normal dağılmadığı gözlenmiştir.

Çalışmaya alınan bireylere uygulanan testlerin, gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediğini araştırmak amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler aşağıda sıralanmıştır.

- Genç ve yaşlı bireyler arasında konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru sonuçları karşılaştırılmıştır. Konuşmayı ayırt etme skoru genç bireylerde sağ kulakta %99,16±1,65, sol kulakta %99,33±1,52; yaşlı bireylerde sağ kulakta %91,60±8,19 sol kulakta %91,20±7,17 bulunmuştur. Gruplar arasında konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru arasında anlamlı bir farklılaşma vardır (p<0,01). Konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skor sonuçları genç bireylerde yaşlı bireye oranla daha yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2:** Genç ve yaşlı grupta arasındaki konuşmayı alma eşiği, konuşmayı ayırt etme skoru karşılaştırması

	Genç ve Yaşlı Grup	n	S.O.	S.T.	U	z	p
<b>Sağ Kulak Konuşmayı Alma Eşiği (dB)</b>	Genç	24	14,08	338,00	38,00	-4,900	<b>,000*</b>
	Yaşlı	20	32,60	652,00			
<b>Sol Kulak Konuşmayı Alma Eşiği (dB)</b>	Genç	24	13,56	325,50	25,50	-5,157	<b>,000*</b>
	Yaşlı	20	33,23	664,50			
<b>Sağ Kulak Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)</b>	Genç	24	29,46	707,00	73,00	-4,294	<b>,000*</b>
	Yaşlı	20	14,15	283,00			
<b>Sol Kulak Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)</b>	Genç	24	29,92	718,00	62,00	-4,602	<b>,000*</b>
	Yaşlı	20	13,60	272,00			

(n: birey sayısı, S.O:Sıra Ortalaması, S.T:Sıra Toplamı, U:Mann-Whitney U değeri, z: z değeri, p: Anlamlılık değeri, \*p<0.01 anlamlıdır)

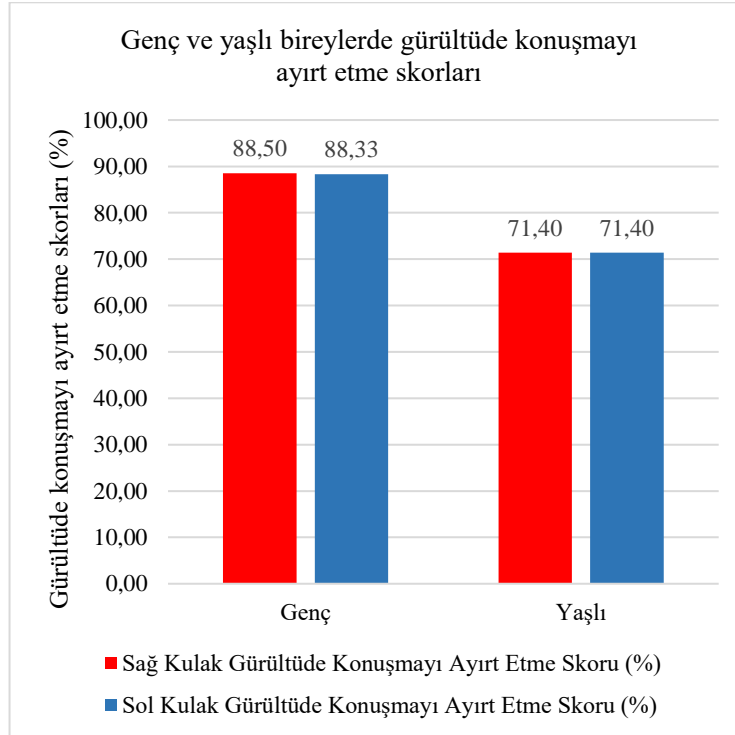
- Genç ve yaşlı bireyler arasında gürültüde konuşmayı ayırt etme skoru sonuçları karşılaştırılmıştır. Gürültüde konuşmayı ayırt etme skoru genç bireylerde sağ kulakta %88,50±6,27, sol kulakta %88,33±6,45; yaşlı bireylerde sağ kulakta ve sol kulakta

%71,40±9,29 bulunmuştur. Genç ve yaşlı bireyler arasında gürültüde konuşmayı ayırt etme skoru arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır (Çizelge 4.3). Gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları genç bireylerde yaşlı bireye oranla daha yüksek tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

**Çizelge 4.3:** Genç ve yaşlı grup arasındaki gürültüde konuşmayı ayırt etme skoru karşılaştırılması

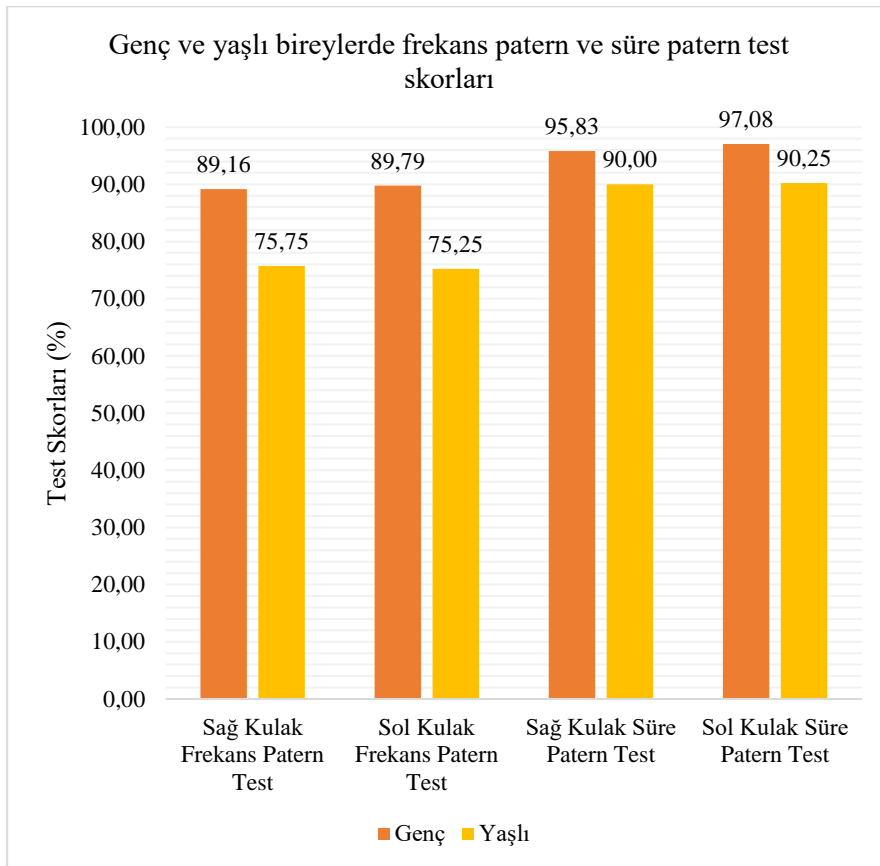
	Genç ve Yaşlı Grup	n	S.O.	S.T.	U	z	p
Sağ Kulak Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	Genç	24	31,00	744,000	36,00	-4,849	,000*
	Yaşlı	20	12,30	246,00			
Sol Kulak Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	Genç	24	30,94	742,50	37,50	-4,815	,000*
	Yaşlı	20	12,38	247,50			

(n: birey sayısı, S.O:Sıra Ortalaması, S.T:Sıra Toplamı, U:Mann-Whitney U değeri, z: z değeri, p: Anlamlılık değeri, \*p<0.01 anlamlıdır)



**Şekil 4.1:** Genç ve yaşlı bireylerde gürültüde ayırt etme skor sonuçları

- Genç ve yaşlı bireyler arasında santral işitsel işleme testleri; frekans patern test, süre patern test, rastgele boşluk tanıma testi, maskeleye düzeyi farkı test sonuçları karşılaştırılmıştır. Frekans patern test genç bireylerde sağ kulakta %89,16±5,83, sol kulakta %89,79±6,67, yaşlı bireylerde sağ kulakta %75,75±8,62, sol kulakta %75,25±6,97; süre patern test genç bireylerde sağ kulakta %95,83±5,24, sol kulakta %97,08±4,64, yaşlı bireylerde sağ kulakta %90,00±8,58, sol kulakta %90,25±7,85 olarak elde edilmiştir. Genç ve yaşlı bireyler arasında temporal sıralama test skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır (Çizelge 4.4). Yaşlı bireylerde süre patern test skorları, frekans patern test skorlarına göre daha yüksek tespit edilmiştir.
- Frekans patern ve süre patern testlerinin sonuçları genç bireylerde yaşlı bireye oranla daha yüksek tespit edilmiştir. (Şekil 4.2)



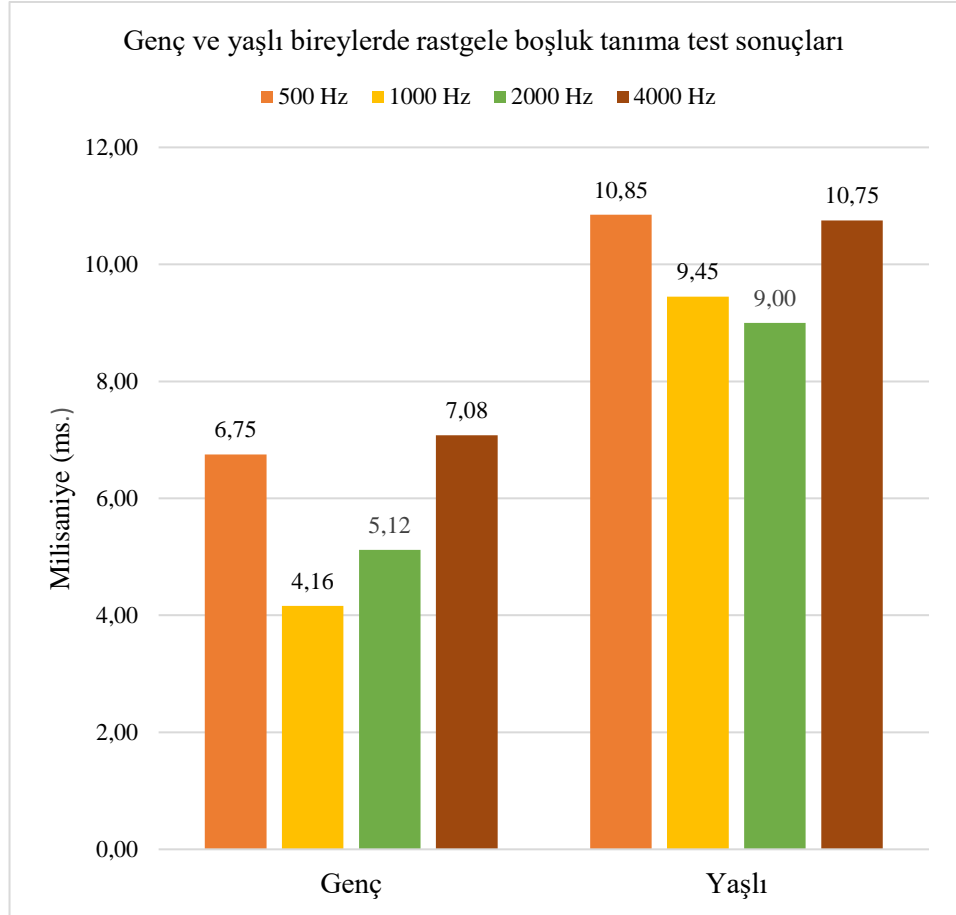
**Şekil 4.2:** Genç ve yaşlı gruplarda temporal sıralama testlerinin sonuçları

- Temporal çözünürlüğü değerlendiren rastgele boşluk tanıma testinde, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz frekanslarında değerlendirme yapılmıştır. Bunun sonucunda eşikler 500 Hz’de genç bireylerde 6,75±5,35 ms, yaşlı bireylerde 10,85±5,49 ms; 1000 Hz’de genç bireylerde 4,16±4,43 ms, yaşlı bireylerde



9,45±5,11 ms; 2000 Hz’de genç bireylerde 5,12±4,71 ms, yaşlı bireylerde 9,00±6,88 ms ve 4000 Hz’de genç bireylerde 7,08±5,95 ms, yaşlı bireylerde 10,75±4,66 ms elde edilmiştir. Genç ve yaşlı bireyler arasında temporal çözünürlük test eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır (Çizelge 4.4).

- Rastgele boşluk tanıma test skorları genç bireylerde yaşlı bireylere oranla daha düşük tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



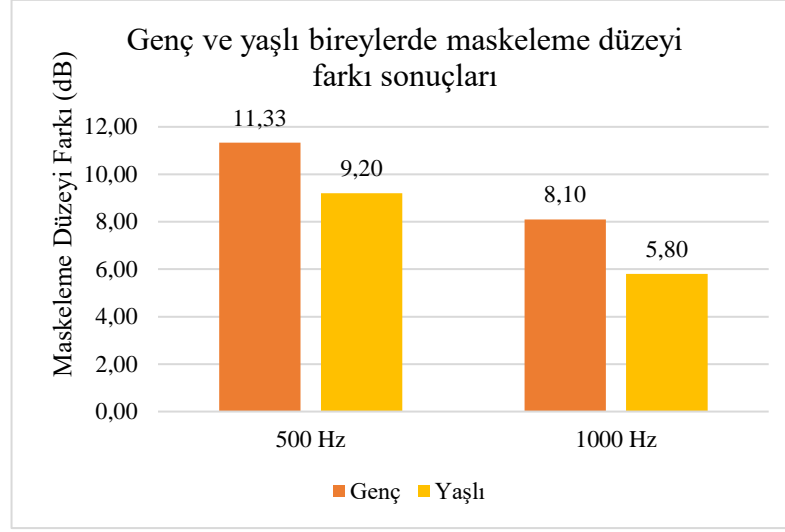
**Şekil 4.3:** Genç ve yaşlı bireylerde rastgele boşluk tanıma test sonuçları

- Binaural etkileşimi değerlendiren maskeleme düzeyi farkı testinde 500 Hz ve 1000 Hz frekanslarında değerlendirme yapılmıştır. Maskeleme düzeyi farkı 500 Hz’de genç bireylerde 11,33±1,27 dB, yaşlı bireylerde 9,20±2,19 dB; 1000 Hz’de genç bireylerde 8,08±1,71 dB, yaşlı bireylerde 5,80±1,28 dB elde edilmiştir. Genç ve yaşlı bireyler arasında binaural etkileşim test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır (Çizelge 4.4). Her iki grupta 1000 Hz’de elde edilen maskeleme düzeyi farkı sonuçları 500 Hz’e göre daha düşük elde edilmiştir.

**Çizelge.4.4:** Genç ve yaşlı grup arasındaki Sİİ test sonuçlarının karşılaştırılması

		Genç ve Yaşlı Grup	n	S.O.	S.T.	U	z	p
<b>Sağ Kulak FPT</b> (%)	Genç	24	30,27	726,50	53,50	-4,452	<b>,000*</b>	
	Yaşlı	20	13,18	263,50				
<b>Sol Kulak FPT</b> (%)	Genç	24	30,88	741,00	39,00	-4,800	<b>,000*</b>	
	Yaşlı	20	12,45	249,00				
<b>Sağ Kulak SPT</b> (%)	Genç	24	26,58	638,00	142,00	-2,408	<b>,016*</b>	
	Yaşlı	20	17,60	352,00				
<b>Sol Kulak SPT</b> (%)	Genç	24	27,90	669,50	110,50	-3,225	<b>,001*</b>	
	Yaşlı	20	16,03	320,50				
<b>500 Hz MDF</b>	Genç	24	28,67	688,00	92,00	-3,642	<b>,000*</b>	
	Yaşlı	20	15,10	302,00				
<b>1000 Hz MDF</b>	Genç	24	29,25	702,00	78,00	-4,047	<b>,000*</b>	
	Yaşlı	20	14,40	288,00				
<b>500 Hz RBTT</b>	Genç	24	18,35	440,50	140,50	-2,434	<b>,015*</b>	
	Yaşlı	20	27,48	549,50				
<b>1000 Hz RBTT</b>	Genç	24	16,50	396,00	96,00	-3,490	<b>,000*</b>	
	Yaşlı	20	29,70	594,00				
<b>2000 Hz RBTT</b>	Genç	24	18,88	453,00	153,00	-2,098	<b>,036*</b>	
	Yaşlı	20	26,85	537,00				
<b>4000 Hz RBTT</b>	Genç	24	19,04	457,00	157,00	-2,012	<b>,044*</b>	
	Yaşlı	20	26,65	533,00				

- 500 Hz ve 1000 Hz frekanslarında uygulanan maskeleye düzeyi farkı test sonuçları genç bireylerde yaşlı bireylere oranla daha yüksek elde edilmiştir. (Şekil 4.4)



**Şekil 4.4:** Genç ve yaşlı bireylerde maskeleye düzeyi farkı sonuçları

Genç ve yaşlı grupların kendi içinde gürültü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel olarak farklılığı araştırmak amacıyla Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz aşağıda belirtilmiştir.

- Genç grupta gürültüsüz ve gürültülü konuşmayı ayırt etme skorları karşılaştırılmış olup anlamlı bir farklılaşmaya rastlanmıştır. Gürültü, konuşmayı ayırt etme skorlarını etkilemiş ve skorların düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.5).

**Çizelge.4.5:** Genç grupta gürültülü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorlarının karşılaştırılması

Genç Grup	n	Ort.	SS	Min.	Max.	Z	p
Sağ Kulak Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	24	99,16	1,65	96,00	100,00	-	,000*
Sağ Kulak Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	24	88,50	6,27	76,00	96,00	4,139	,000*
Sol Kulak Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	24	99,33	1,52	96,00	100,00	-	,000*
Sol Kulak Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	24	88,33	6,45	72,00	100,00	4,165	,000*

(n: birey sayısı, Ort: Ortalama Skorlar, SS: Standart Sapma, Min: Test skorlarındaki en düşük skor, Max: test skorlarındaki en yüksek skor, \*p<0.05 anlamlıdır.)

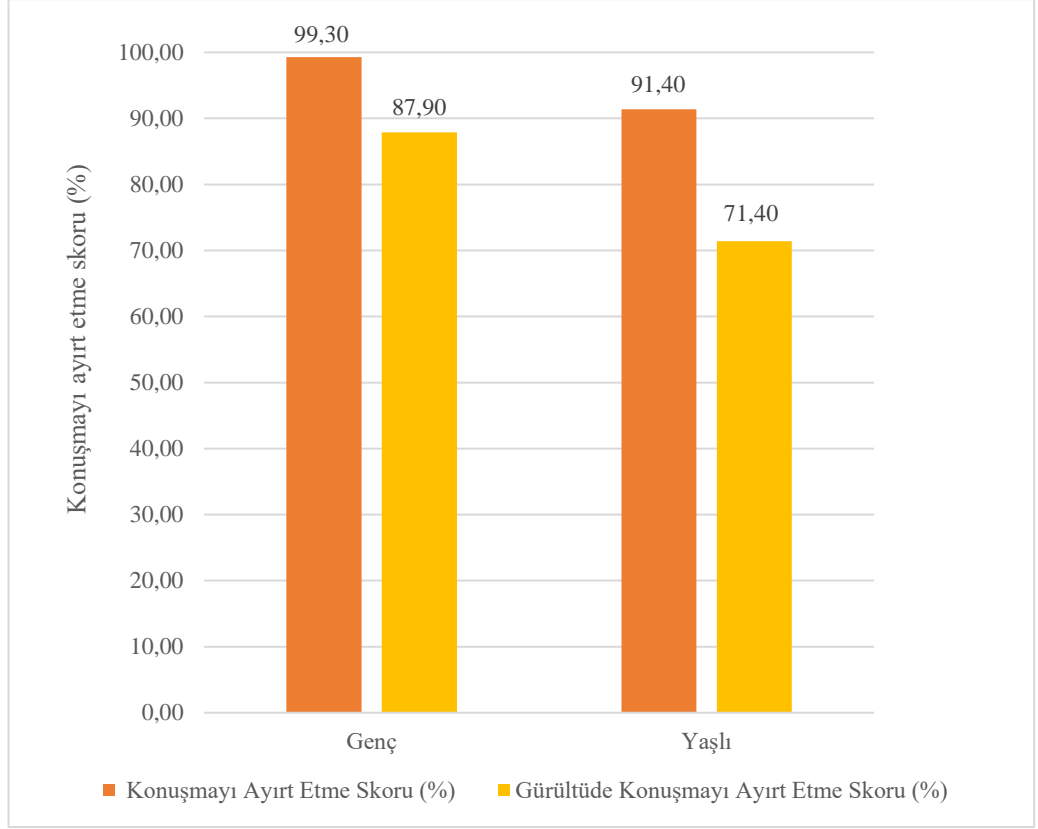
- Yaşlı grupta gürültü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorları karşılaştırılmış olup anlamlı bir farklılaşmaya rastlanmıştır. Gürültü, konuşmayı ayırt etme skorlarını etkilemiş ve skorların düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.6).

**Çizelge 4.6:** Yaşlı grupta gürültülü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorlarının karşılaştırılması

Yaşlı Grup	n	Ort.	SS	Min.	Max.	Z	p
Sağ Kulak Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	20	91,60	8,19	72,00	100,00	-3,942	,000*
Sağ Kulak Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	20	71,40	9,38	60,00	88,00		
Sol Kulak Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	20	91,20	7,17	72,00	100,00	-3,931	,000*
Sol Kulak Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (%)	20	71,40	9,29	56,00	88,00		

(n: birey sayısı, Ort: Ortalama Skorlar, SS: Standart Sapma, \*p<0.05 anlamlıdır.)

- Genç ve yaşlı grupların kendi içinde gürültülü ve gürültüsüz konuşmayı ayırt etme skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma bulunmuştur. Her iki grupta gürültü ortamında düşük skorlar elde edilmiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5:**Genç ve yaşlı bireylerde konuşmayı ayırt etme ve gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları

Yaş ile konuşmayı ayırt etme skorları ve santral işitsel işleme test sonuçları arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearman Sıra Farkları Korelasyon Analizi yapılmıştır. Analize ait sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

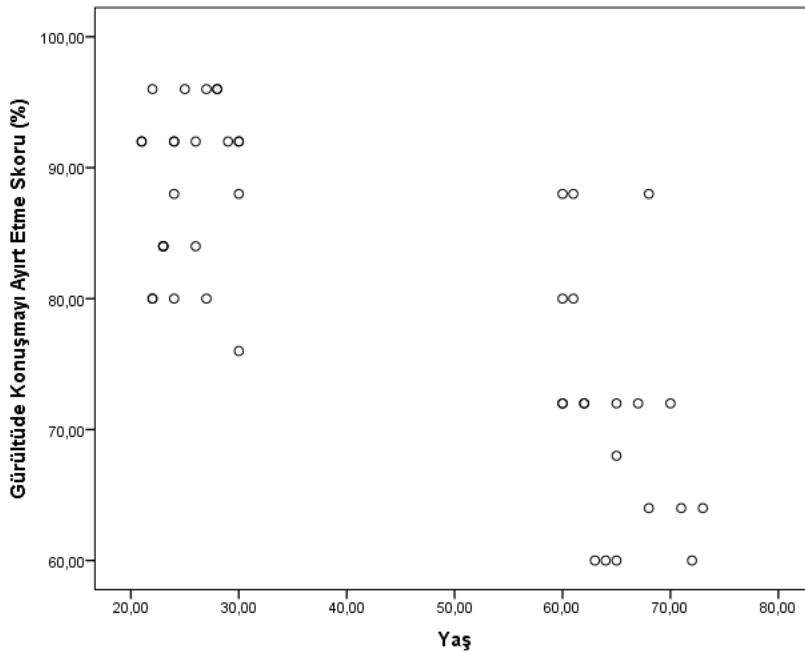
- Genç bireyler ile konuşmayı ayırt etme ve gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaşlı bireyler ile sağ kulakta gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmış olup diğer konuşmayı ayırt etme skorları ile arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaş ile konuşmayı ayırt etme skorları arasındaki ilişki araştırıldığında; yaş ile tüm konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde iyi düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. Yaşın artmasıyla birlikte konuşmayı ayırt etme skorlarında azalma meydana gelmektedir (Çizelge 4.7).
- Yaş ile konuşmayı ayırt etme test sonuçları arasındaki ilişki sonucunda anatomik lokalizasyonları değerlendiren Sİİ testleri tablosuna göre (Musiek ve ark. 2018) koklea ve 8. sinir fonksiyonlarında kayıp olduğu belirtilebilir (Çizelge 4.11).

- Genç ve yaşlı gruplara göre gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları ile yaş arasındaki serpilme diyagramı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.7:** Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile konuşmayı ayırt etme skorları arasındaki ilişki

		<i>N</i>	<i>Korelasyon kat sayısı</i>	<i>p</i>
<b>Genç Grup</b>	Sağ Kulak KAE	24	-,097	,652
	Sol Kulak KAE	24	,382	,065
	Sağ Kulak Gürültüde KAE	24	,147	,494
	Sol Kulak Gürültüde KAE	24	,212	,321
<b>Yaşlı Grup</b>	Sağ Kulak KAE	20	-,430	,059
	Sol Kulak KAE	20	-,396	,084
	Sağ Kulak Gürültüde KAE	20	-,512*	<b>,021</b>
	Sol Kulak Gürültüde KAE	20	-,360	,119
<b>Yaş</b>	Sağ Kulak KAE	44	-,655**	<b>,000*</b>
	Sol Kulak KAE	44	-,617**	<b>,000*</b>
	Sağ Kulak Gürültüde KAE	44	-,674**	<b>,000*</b>
	Sol Kulak Gürültüde KAE	44	-,628**	<b>,000*</b>

(KAE: Konuşmayı Ayırt Etme Skorları, N: birey sayısı, Korelasyon anlamlılık durumu: \* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )



**Şekil 4.6:** Yaşa göre gürültüde konuşmayı ayırt etme skorlarının serpilme diyagramı

- Genç ve yaşlı bireyler ile temporal sıralama test sonuçları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Genç bireyler ile frekans patern ve süre patern test sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaşlı bireyler ile frekans patern ve süre patern test sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaş ile temporal sıralama test sonuçları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yaş ile frekans patern test sonuçları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde orta düzeyde, süre patern test sonuçları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. Yaşın artmasıyla frekans patern test ve süre patern test sonuçlarında azalma meydana gelmektedir (Çizelge 4.8).
- Yaş ile temporal sıralama testleri arasındaki ilişki sonucunda anatomik lokalizasyonları değerlendiren Sİİ testleri tablosuna göre (Musiek ve ark. 2018) korteks ve korpus kallosum fonksiyonlarında kayıp olduğu belirtilebilir (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.8:** Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile frekans patern ve süre patern testleri arasındaki ilişki

		<i>N</i>	<i>Korelasyon kat sayısı</i>	<i>p</i>
Genç Grup	Sağ Kulak FPT	24	,265	,211
	Sol Kulak FPT	24	,339	,106
	Sağ Kulak SPT	24	-,062	,772
	Sol Kulak SPT	24	,312	,138
Yaşlı Grup	Sağ Kulak FPT	20	-,089	,708
	Sol Kulak FPT	20	-,126	,597
	Sağ Kulak SPT	20	,109	,647
	Sol Kulak SPT	20	,159	,503
Yaş	Sağ Kulak FPT	44	-,556**	<b>,000*</b>
	Sol Kulak FPT	44	-,577**	<b>,000*</b>
	Sağ Kulak SPT	44	-,312*	<b>,039*</b>
	Sol Kulak SPT	44	-,319*	<b>,035*</b>

(FPT: Frekans patern test, SPT: Süre patern test, N: birey sayısı, Korelasyon anlamlılık durumu: \* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )



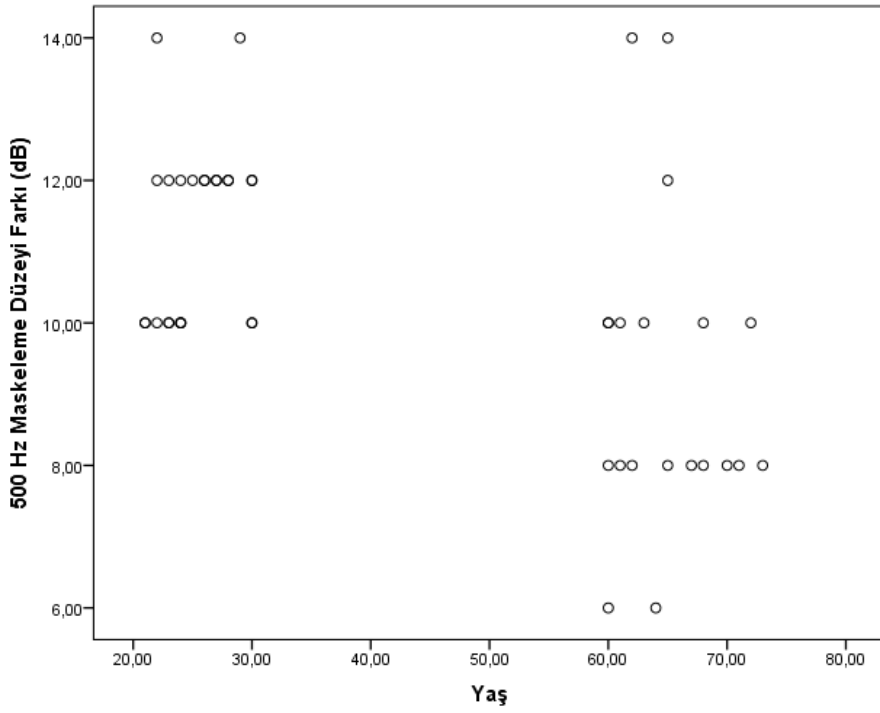


- Genç bireyler ile 500 Hz ve 1000 Hz maskeleme düzeyi farkı testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaşlı bireyler ile 500 Hz ve 1000 Hz maskeleme düzeyi farkı testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaş ile binaural etkileşim arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yaş ile 500 Hz ve 1000 Hz maskeleme düzeyi farkı test sonucu arasında istatistiksel açıdan negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. Yaşın artması ile maskeleme düzeyi farkı testi eşikleri azalmaktadır (Çizelge 4.9).

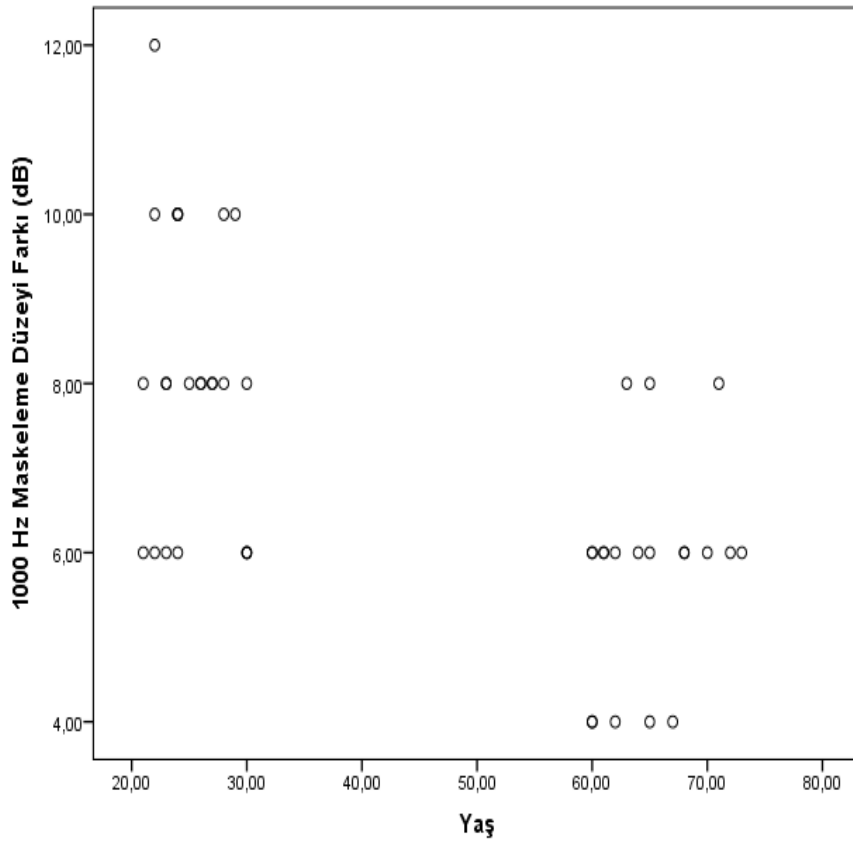
**Çizelge 4.9:** Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile maskeleme düzeyi farkı testi eşikleri arasındaki ilişki

		<i>N</i>	<i>Korelasyon kat sayısı</i>	<i>p</i>
Genç Grup	500 Hz MDF	24	,289	,171
	1000 Hz MDF	24	-,122	,570
Yaşlı Grup	500 Hz MDF	20	-,037	,877
	1000 Hz MDF	20	,303	,194
Yaş	500 Hz MDF	44	-,434**	,003*
	1000 Hz MDF	44	-,515**	,000*

- Yaş ile binaural etkileşimi fonksiyonunu değerlendiren MDF eşikleri ile arasındaki ilişki sonucunda anatomik lokalizasyonları değerlendiren Sİİ testleri tablosuna göre (Musiek ve ark. 2018) beyinsapı fonksiyonlarında kayıp olduğu belirtilebilir (Çizelge 4.11).
- Genç ve yaşlı gruplara göre 500 Hz ve 1000 Hz maskeleme düzeyi farkı eşikleri ile yaş arasındaki serpilme diyagramı Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

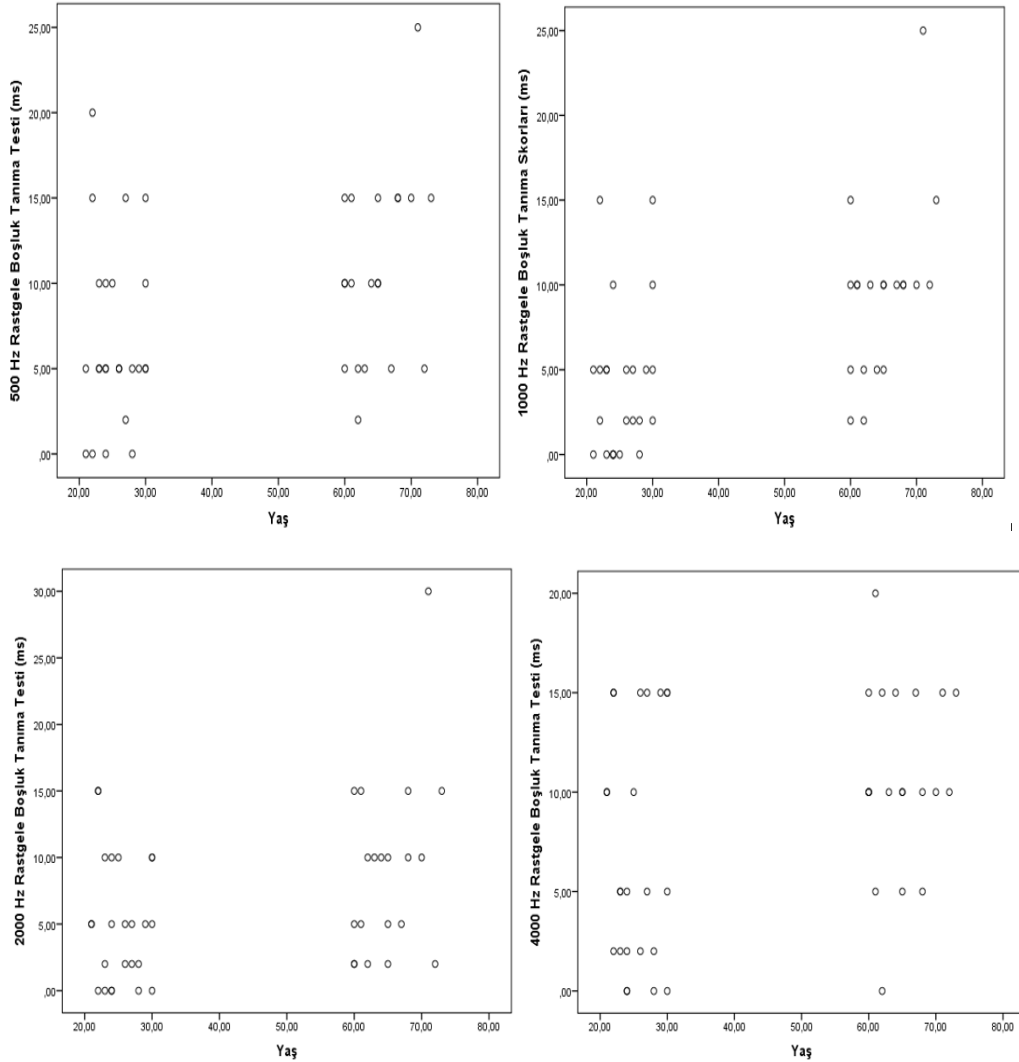


Şekil 4.9: Yaşa göre 500 Hz maskeleme düzeyi farkı eşiklerinin serpilme diyagramı



Şekil 4.10: Yaşa göre 1000 Hz maskeleme düzeyi farkı eşiklerinin serpilme diyagramı

- Genç bireyler ile rastgele boşluk tanıma test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaşlı bireyler ile rastgele boşluk tanıma test sonuçları arasında istatistiksel açıdan bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaş ile temporal çözünürlük sonuçları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yaş ile 1000 Hz rastgele boşluk tanıma testi sonuçları arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişkiye, 500 ve 2000 Hz rastgele boşluk tanıma testi sonuçları arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. Ancak yaş ile 4000 Hz rastgele boşluk tanıma testi sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır (Çizelge 4.10).
- Yaşın artmasıyla rastgele boşluk tanıma eşikleri yükselmektedir. Gençler daha düşük milisaniyelerdeki boşlukları tanıyabilirken, yaşın artmasıyla birlikte bu süre artmaktadır (Çizelge 4.10).



**Şekil 4.11:** Yaşa göre rastgele boşluk tanıma testi eşiklerinin serpilme diyagramı

**Çizelge.4.10:** Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile boşluk tanıma testi arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan korelasyon analizi

		Yaş		
		<i>N</i>	<i>Korelasyon kat sayısı</i>	<i>p</i>
Genç Grup	500 Hz RBTT	24	,074	,730
	1000 Hz RBTT	24	,148	,491
	2000 Hz RBTT	24	-,088	,681
	4000 Hz RBTT	24	-,010	,962
Yaşlı Grup	500 Hz RBTT	20	,318	,172
	1000 Hz RBTT	20	,433	,056
	2000 Hz RBTT	20	,295	,207
	4000 Hz RBTT	20	,044	,853
Yaş	500 Hz RBTT	44	,382*	<b>,011*</b>
	1000 Hz RBTT	44	,566**	<b>,000</b>
	2000 Hz RBTT	44	,300*	<b>,048</b>
	4000 Hz RBTT	44	,285	,061

(Korelasyon anlamlılık durumu: \* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )

- Yaş ile santral işitsel işleme testi arasındaki korelasyona bakıldığında, yaş ile tüm testler arasında ilişki olduğu bulunmuştur.
- Musiek ve ark. anatomik lokalizasyonlara göre Sİİ testlerinin, hangi anatomik bölgeyi ne derece değerlendirdiğini yapmış oldukları çalışmada göstermişlerdir (Musiek ve ark., 2018). Bizim çalışmamızda kullanmış olduğumuz Sİİ testleri ile değerlendirilen anatomik lokalizasyonlar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Sİİ testleri ile genç, yaşlı ve yaş arasındaki zayıf düzey korelasyon mavi renk, orta düzey korelasyon yeşil renk, iyi düzey korelasyon sarı renk olarak belirtilmiştir.

**Çizelge 4.11:** Genç grup, yaşlı grup ve yaş ile Sİİ testleri arasındaki korelasyon değerlerinin Musiek ve ark. (2018)'nin belirtmiş olduğu anatomik lokalizasyon haritasında gösterimi

Sİİ TESTLERİ		ANATOMİK LOKALİZASYONLAR				
		Koklea	8. Sinir	Beyin Sapı	Korteks	Korpus Kallosum
Konuşmayı Ayırt Etme		✓✓	✓✓	✓	✓	✓
	Genç G.	-,097				
	Yaşlı G.	-,430				
	Yaş	-,655**				
Gürültüde Konuşmayı Ayırt Testi				✓✓	✓✓	✓
	Genç G.			,147		
	Yaşlı G.			-,512*		
	Yaş			-,674**		
Maskeleme Düzeyi Farkı Testi			✓✓	✓✓✓	✓	✓
	Genç G.			-,122		
	Yaşlı G.			,303		
	Yaş			-,515**		
Frekans Patern Test				✓	✓✓✓	✓✓✓
	Genç G.				,265	
	Yaşlı G.				-,089	
	Yaş				-,556**	
Süre Patern Test				✓	✓✓✓	✓✓✓
	Genç G.				,163	
	Yaşlı G.				,109	
	Yaş				-,312*	
Boşluk Tanıma Testi				✓✓✓	✓✓✓	
	Genç G.			,148		
	Yaşlı G.			,433		
	Yaş			,566**		



## 5. TARTIŞMA

Santral işitsel işleme bozukluğu, “top-down” ve “bottom-up” santral işitsel sinir sistem boyunca anatomik bölgelere göre işitsel bilgilerin işlenmesinde spesifik eksiklik olarak tanımlanmaktadır (ASHA, 2005). Bu bağlamda çalışmamızda, Musiek ve ark.’nın belirttiği tablodaki (Çizelge 3.1) anatomik lokalizasyon fonksiyon kaybının belirlenmesine katkı sağlayan Sİİ testleri normal işiten genç ve yaşlılarda değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda uygulanan tüm Sİİ test sonuçlarında genç ve yaşlı bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur.

Temel aldığımız tabloya göre, “8. Sinir ve kokleadaki fonksiyon kaybının” belirlenmesinde orta derecede katkısı olan konuşmayı ayırt etme testi sonucunda genç ve yaşlı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur. Yaşlı bireylerde test skorlarındaki azalmanın nedeni koklea ve 8. sinir fonksiyonlarındaki kayıp olarak ifade edilebilir. Bu bulgu literatür ile örtüşmektedir. İşitsel sistemdeki hayvan ve insan çalışmaları yaşa bağlı anatomik, fizyolojik ve odyolojik yapı ve fonksiyonlarda bozulmaların olduğunu göstermektedir (Abdala ve ark., 2018; Abdala ve Dhar, 2012; Chisolm ve ark., 2003; Frisina ve Walton, 2001; Lister ve ark., 2011; Recanzone ve ark., 2011; Vander Werff ve Burns, 2011; Parthasarathy ve Kujawa, 2018; Stach ve ark., 2009; Willott, 2001). Dış kulak ve orta kulakta da yaşla birlikte değişiklikler meydana gelmektedir (Schneider, 1997; Weinstein, 2000). Dış ve orta kulak yapılarındaki yaşa bağlı değişiklikler yaşlı bireylerde önemli işitme bozukluklarına neden olmamaktadır. İç kulaktaki ve sinir yollarındaki değişikliklerin işitsel işleme üzerinde oldukça önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Abdala ve ark. 2018; Chisolm ve ark., 2003; Schneider, 1997; Schneider ve Pichora-Fuller, 2000).

Çalışmamızda temel aldığımız tabloya göre, genç ve yaşlı gruplarda “beyin sapı ve korteksteki fonksiyon kaybının” belirlenmesinde orta derecede katkısı olan gürültüde konuşmayı ayırt etme skorlarında, gürültünün verilmesiyle performansların azaldığı

görülmüştür. Yaşlı grupta gürültülü durumda konuşmayı ayırt etme performansının daha fazla düştüğü gözlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda yaşlı bireylerde beyinsapı ve korteks fonksiyonlarındaki eksiklikler nedeniyle gürültüde konuşmayı anlamının düştüğü belirtilebilir.

Genç grup ile konuşmayı ayırt etme ve gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaşlı grup ile sağ kulakta gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmış olup diğer konuşmayı ayırt etme skorları ile arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Ayrıca yaş ile tüm konuşmayı ayırt etme skorları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde iyi düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. Bu ilişkinin sebebi, genç grupta konuşmayı ayırt etme skorlarının %96-%100 aralığında, yaşlı grupta %72-%100 aralığında; gürültüde konuşmayı ayırt etme skorlarının genç grupta %72-%100 aralığında, yaşlı grupta %56-%88 aralığında olması olarak açıklanabilir. Elde ettiğimiz bulgular literatürde bulunan çalışma sonuçları ile benzerdir.

Presacco ve ark. tarafından yapılan çalışmaya işitme kaybı olan 14 yaşlı (62-82 yaş), normal işitmeye sahip 17 genç (18-27 yaş) ve 15 yaşlı (61-73 yaş) birey dahil edilmiştir. Çalışmada gürültüde konuşma testi ve sinyal gürültü oranları +3, 0, -3 ve -6 dB SPL olan dört durumda konuşma gürültüsü verilerek kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller incelenmiştir. Uygulanan farklı sinyal gürültü oranlarında her iki yaşlı grup genç gruba kıyasla daha düşük sonuçlar göstermiştir. Gürültüde konuşma testinde ise genç grup her iki gruba kıyasla daha iyi sonuçlar gösterirken, normal işiten yaşlı bireylerin sonuçları işitme kayıplı yaşlı bireylerin sonuçlarından daha iyi bulunmuştur (Presacco ve ark., 2019). Bizim çalışmamızda +10 dB SPL'de gürültüde konuşmayı ayırt etme testi uygulanmış olup genç grup yaşlı gruba kıyasla daha iyi skorlar elde etmiştir. Presacco ve ark. tarafından yapılan farklı bir çalışmada ise normal işiten genç ve yaşlı bireylere gürültüde konuşma testi uygulanmış ve arka plan gürültüsünde konuşma sinyali verilerek işitsel kortikal aktiveye bakılmıştır. Çalışma sonucunda yaşa bağlı temporal işitsel işleme eksikliklerinin özellikle gürültülü ortamlarda yaşlıların yaşadığı anlama problemlerinin açıklanmasında önemli bir faktör olduğu kanıtlanmıştır (Presacco ve ark., 2016a). Anderson ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada ise 60-73 yaş arasında 28 yaşlı bireyde gürültünün konuşma algısındaki nöral temeli incelenmiştir. Normal işitmeye sahip bireyler gürültüde konuşma testi ile



davranışsal olarak, sessiz ve arka plan gürültüsünde konuşma uyarını kullanılarak işitsel beyin sapı yanıtlarının kaydedilmesiyle elektrofizyolojik olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda yaşlı bireylerde gürültüde konuşmayı algılamada subkortikal kodlamanın önemli bir faktör olduğu ve santral işitsel işlemlerin yaşlı yetişkinlerde gürültüde konuşma algısındaki değişime katkıda bulunduğu gösterilmiştir. Bu sonuçlar, çocuklarda ve genç erişkinlerde gürültüde konuşma yeteneği ile konuşmanın subkortikal gösterimi arasındaki ilişkileri gösteren önceki çalışmalar ile uyumludur (Anderson ve ark., 2012b).

Temel aldığımız tabloya göre, maskeleye düzeyi farkı testi “beyin sapı fonksiyon kaybının” belirlenmesinde yüksek derecede katkı sağlamaktadır. Çalışmamızda 1000 Hz MDF eşikleri her iki grupta da 500 Hz MDF eşiklerine göre daha düşük elde edilmiştir. Her iki frekansta da MDF eşikleri yaşlı bireylerde genç bireylere göre düşük gözlenmiştir. Yaşın ilerlemesi ile MDF eşiklerindeki azalmanın nedeni beyinsapı fonksiyonlarındaki azalma olarak belirtilebilir.

Anderson ve ark.’nın belirttiğine göre işitme kaybı ve yaşlanma, MDF eşiğini azaltacak faktörlerden birisidir (Anderson ve ark., 2018). İşitme kaybı olan hastalarda, normal işiten bireylere nispeten daha düşük MDF eşikleri tespit edilmiştir (Hall ve ark., 1984; Jerger ve ark., 1984; Staffel ve ark., 1990). Normal işitmeye sahip genç ve yaşlı bireylerde yapılan çalışmalarda yaşa bağlı olarak MDF eşiklerindeki azalmalar, gösterilmiştir (Anderson ve ark., 2018; Grose ve ark., 1994; Pichora-Fuller ve Schneider 1992; Pichora-Fuller ve Schneider 1998; Pichora-Fuller ve Schneider 1991; Strouse ve ark., 1998). Bu azalmanın yaşlanmanın santral işitsel sinir sistemi üzerinde etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun aksine bazı çalışmalarda MDF eşiklerinde yaşa bağlı azalma olmadığı da gösterilmiştir (Dubno ve ark., 2008; Kelly-Ballweber ve Dobie 1984; Novak ve Anderson 1982).

Anderson ve ark. MDF’in yaşa bağlı farklılıklarını araştırmak amacıyla davranışsal ve elektrofizyolojik testler uygulamıştır. Normal işitmeye sahip 15 genç (yaş ortalaması 22.6) ve 15 yaşlı (yaş ortalaması 65.1) birey değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada yaşlı bireylerde genç bireylere göre 500 Hz MDF eşikleri daha düşük elde edilmiştir. SoNo-SoN $\pi$  ve SoNo-S $\pi$ No eşiklerinde, SoNo-SoN $\pi$  eşikleri her iki grupta daha düşük bulunmuştur. SoNo-S $\pi$ No eşikleri genç grupta 15.20 $\pm$ 3.8 dB, yaşlı grupta 11.75 $\pm$ 3.3 dB bulunmuştur (Anderson ve ark., 2018). Bizim çalışmamızda ise eşikler genç grupta 11,33 $\pm$ 1,27 dB, yaşlı grupta 9,20 $\pm$ 2,19 dB bulunmuş olup benzer sonuçlar

elde edilmiştir. MDF eşiklerinin yaşlılarda düşük olması nedeniyle, yaşlı bireylerin çoğunda interaural faz farklılıkları (İFF) ile ilişkili maskeleye salınımı gençlere göre daha kötüdür. Bu sonuçlar 250 Hz ve 500 Hz’de İFF tespit etmenin yaşlı bireylerde gençlere göre daha kötü olduğunu gösteren Grose ve Mamo tarafından yapılan çalışma ile uyumludur (Grose ve Mamo, 2010). Eddins yaşlı yetişkinlerde binaural temporal işleme eksikliği ile kortikal ilişkisini araştırmıştır. Çalışmaya normal işitmeye sahip 21-32 yaş aralığında 10 genç (yaş ortalaması 26,3), 61-78 yaş aralığında 10 yaşlı (yaş ortalaması 69,6) ve işitme kaybı olan 61-81 yaş aralığında 10 yaşlı (yaş ortalaması 71,3) birey dahilmiştir. 500 Hz ve 4000 Hz frekanslarında davranışsal olarak MDF ve elektrofizyolojik olarak işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller (İUKP) kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Normal işitmeye sahip yaşlı grup ve işitme kaybı olan yaşlı grup, 500 Hz MDF eşiklerinde normal işitmeye sahip genç gruba göre daha düşük eşikler elde etmiştir. 4000 Hz MDF eşikleri tüm gruplar için 500 Hz MDF eşiklerine göre daha düşük elde edilmiş ve yaşlanma ile eşiklerde düşmeye rastlanmamıştır (Eddins, 2019). Bizim çalışmamızda ise 1000 Hz MDF eşikleri tüm gruplarda 500 Hz MDF eşiklerinden daha düşük bulunmuştur. Ülkemizde Güven ve Mutlu normal işiten 17-24 yaş arası 50 bireye, 25-40 yaş arası 50 bireye 500 Hz darbant gürültü kullanarak MDF testi yaparak normatif değerler oluşturmuştur. Çalışmanın sonucunda gruplarda MDF eşikleri  $10.92 \pm 2.32$  dB bulunmuştur. Bu sonuçlar çalışmamızdaki genç bireylere ait 500 Hz MDF eşikleri ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda temel aldığımız tabloya göre, “beyin sapı ve korteks fonksiyonlarındaki kaybın” belirlenmesinde yüksek derecede katkı sağlayan rastgele boşluk tanıma testi 500 Hz- 4000 Hz arasında genç ve yaşlı bireylere uygulanmıştır. Yaş ile 4000 Hz hariç değerlendirilen tüm frekanslardaki boşluk tanıma test sonuçları arasında istatistiksel açıdan pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Yaş ile 1000 Hz rastgele boşluk tanıma testi sonuçları arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişkiye, 500 ve 2000 Hz rastgele boşluk tanıma testi sonuçları arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişkiye rastlanmıştır. 500 Hz-4000 Hz arasındaki tüm frekanslarda yaşlı bireylerde elde edilen eşikler gençlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular literatür ile örtüşmektedir. Yaşlanma ile boşluk tanıma test sonuçlarında meydana gelen artmanın nedeni beyin sapı ve korteks fonksiyonlarındaki azalma olarak ifade edilebilir.

Yaşlanma ile ilgili yapılan insan (Harris ve ark., 2010; He ve ark., 2008) ve hayvan çalışmalarında boşluk tanıma ile ölçülen temporal çözünürlük becerilerinde düşüşler olduğu bulunmuştur. Anderson ve ark. boşluk tanıma ve gürültüde konuşmayı anlamının ilişkili olduğunu belirtmiştir (Anderson ve ark., 2012b). Normal işitmeye rağmen yaşın ilerlemesiyle birlikte işitsel fonksiyon kayıplarının ortaya çıktığı bilinmektedir (Humes ve ark., 2010). Yaşlı bireylerde koklear bir patolojiden bağımsız olarak, frekans ve şiddet ayırt etme, temporal işleme, binaural işleme ve temporal çözünürlükte eksiklikler yaşanabileceği konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Anderson ve ark., 2012a; Schneider ve ark. 2000, Tun ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar genç ve yaşlı yetişkinlerde işitsel boşluk tanıma eşiklerinde yaşa bağlı belirgin eksiklikler olduğunu göstermiştir (Moore ve ark., 1992; Schneider ve ark., 1994; Snell, 1997; Strouse ve ark., 1998; He ve ark., 1999; Schneider ve Hamstra, 1999; Snell ve Hu, 1999; Snell ve Frisina, 2000). Temporal çözünürlüğün bozulmasıyla, yaşlı bireylerde işitme kaybından bağımsız olarak boşluk ve süre ayırt etme eşiklerinin yüksek olduğu gösterilmiştir (Fitzgibbons ve Gordon-Salant, 1994; Koehnke ve Besing, 2001; Moore ve Peters, 1992).

Lister ve ark. normal işitmeye sahip 29 çocuk (7-12 yaş), 30 genç (22-41 yaş) ve 60 yaşlı (50-84 yaş) bireyde boşluk tanıma eşiklerini belirlemek için temporal çözünürlük testi uygulamıştır. Boşluk tanıma eşiklerinin yetişkinlerde yaşla birlikte kötüleştiğini ortaya koymuşlardır (Lister ve ark., 2011). Humes ve ark. genç (18-35 yaş), orta yaş (40-55 yaş) ve yaşlı (60-89 yaş) yetişkinlerde boşluk tanıma testi, monoaural ve dikotik temporal sıralama ve monoaural temporal maskeleme testleri uygulamışlardır. Uygulanan tüm testlerde yaşlı yetişkinler genç yetişkinlerden anlamlı olarak daha kötü performans; orta yaş yetişkinlerde genç yetişkinlerden daha kötü performans sergilemişlerdir (Humes ve ark. 2010). Hoover ve ark. tarafından yapılan çalışmada 19 genç (yaş ortalaması 24.6) ve 11 yaşlı (yaş ortalaması 64.9) bireylerde rastgele boşluk tanıma testi ve gürültüde boşluk tanıma testi uygulayarak temporal çözünürlük değerlendirilmiştir. Temporal çözünürlüğün değerlendirildiği her iki testte yaşlı gruptaki boşluk eşikleri genç bireylere göre daha yüksek bulunmuştur (Hoover ve ark., 2015). Hoover ve ark.'nın bildirdiğine göre bu bulgular boşluk tanıma olmak üzere bazı temporal işleme yeteneklerinin yaşla birlikte azaldığını desteklemektedir (Gordon-Salant ve Fitzgibbons, 1993; Snell ve Frisina, 2000; Strouse ve ark., 1998).

İki veya daha fazla işitsel uyarının oluşum sırasına göre işlenmesi olarak tanımlanan temporal sıralama, konuşmanın algılanma sürecinde çok önemlidir. Temporal testlerden olan frekans patern test (FPT) ve süre patern test (SPT) temporal işlemelemedeki yaşlanmaya bağlı azalmayı göstermesiyle birlikte aynı zamanda temporal işleme ve konuşma algısındaki ilişki nedeniyle önemlidir. Paterni tanıma ve paterni sözel sınıflandırma (uzun-uzun-kısa ve ince-kalın-ince gibi) yeteneği her iki hemisfere ve korpus kallozumun işleyişine bağlıdır (Musiek, 1980). Genel olarak, sağ yarım küre, akustik sinyallerin veya ince ve kalın paternlerin tanınmasından sorumlu olarak kabul edilirken, sol yarım küre konuşma, dil ve temporal sıralamanın işlenmesinde daha baskındır (Swisher ve Hirsh, 1972; Pinheiro ve Musiek, 1985).

Temel aldığımız tablo doğrultusunda “korteks ve korpus kallosum fonksiyon kayıplarının” belirlenmesine yüksek derece katkı sağlayan frekans ve süre testleri genç ve yaşlı bireylerde uygulanmıştır. Yaşlı bireyler genç bireylere göre her iki temporal sıralama testinde de daha düşük skorlar elde etmiştir. Genç grup ile frekans patern testi arasında istatistiksel açıdan pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yaş ile frekans patern testi arasında istatistiksel açıdan negatif yönlü yüksek düzeyde bir ilişkiye rastlanmıştır. Çalışmamızda yaşın artmasıyla birlikte frekans patern test sonuçlarında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Frekans patern testinde frekansların ayırt edilebilmesi için gerekli bir beceri kullanılmaktadır. Bu becerinin yaşlılarda gençlere göre daha kötü olduğu görülmüştür. Süre patern testinde genç ve yaşlı gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ancak yaşlı bireylerde süre patern algısının frekans patern algısına göre daha iyi olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebini, günlük hayatta saf ses uyarını kullanmamızdan daha çok konuşma uyarını kullanmamız olarak yorumlamaktayız. Frekans ve süre patern testlerinde yaşlı bireylerde gençlere göre düşük skorlar elde edilmesi literatür ile uyumludur.

Mukari ve ark. yaş ve çalışma hafızası kapasitesinin dikotik dinleme ve temporal sıralama üzerine etkilerini araştırmıştır. İşitmesi normal 20-30 yaş arası 20 genç ve 50-65 yaş arası 20 yaşlı bireye dikotik dijit, FPT ve çalışma hafızası testi yapılmıştır. Bireylerden FPT yanıtlarını hem sözel sınıflandırma olarak hemde mırıldanma şeklinde ifade edilmesi istenmiştir. Bunun sonucunda mırıldanma yoluyla kaydedilen test sonuçları genç bireylerde  $93,67 \pm 4,44$ , yaşlı bireylerde  $85,4 \pm 10,17$  sözel sınıflandırma yoluyla kaydedilen test sonuçları genç bireylerde  $94,33 \pm 3,91$ , yaşlı

bireyde  $79,67 \pm 13,97$ 'dir. Çalışma sonucunda yaşın hem dikotik dijit testini hemde FPT'yi benzer şekilde etkilediği, yaşlı grubun her iki testte de genç gruptan anlamlı olarak daha düşük puanlar aldığı ortaya konmuştur. Ayrıca kısa bellek ile FPT arasında korelasyon gözlenmiştir. Sözel sınıflandırma ve mırıldanma sonucunda elde edilen FPT puanları arasındaki fark interhemisferik bağlantı fonksiyonunu yansıtmaktadır (Bellis ve Wilber, 2001). Bunun nedeni tonal paternin tanınmasının sağ hemisferde (Blumstein ve Cooper, 1974) gerçekleşmesi, tonal paternlerin sözel sınıflandırmasının hem sağ hemde sol hemisferin (Pinheiro, 1976; Peretz, 1990) çalışmasını gerektirdiğidir. Mırıldanma esas olarak sağ hemisferin fonksiyonuna bağlıdır, sözel sınıflandırma bilgisi sağ hemisferden sol hemisfere korpus kallosum yoluyla aktarılmadan önce paternin tanınması gerekir. Sonuç olarak sağ ve sol hemisferleri ve korpus kallosumu normal çalışan bireylerin FPT'de mırıldanma ve sözel sıralama görevlerinde benzer puanlar alması beklenir. İnterhemisferik aktarımı zayıf veya sol hemisferi zayıf işleyen bireylerin mırıldanmada sözel sıralama yanıtından anlamlı derece daha yüksek bir puana sahip olması beklenir (Musiek, 2002). Bu nedenle mırıldanma ve sözel sıralama puanlarındaki fark interhemisferik aktarım fonksiyonlarındaki zayıflamayı göstermektedir (Bellis ve Wilber, 2001). Mukari ve ark. tarafından yapılan çalışmada genç bireylerde FPT puanlarında her iki yanıt şeklinde de fark yokken yaşlı bireylerde fark bulunmaktadır (Mukari, 2010). Çalışmamızda bireylerden FPT sonuçları sözel sınıflandırma yoluyla kaydedilmiş olup skorlar genç bireylerde sağ kulakta  $89,16 \pm 5,83$  sol kulakta  $89,79 \pm 6,67$ , yaşlı bireylerde sağ kulakta  $75,75 \pm 8,62$ , sol kulakta  $75,25 \pm 6,97$  elde edilmiştir. Bu sonuçlar Mukari ve ark. tarafından yapılan çalışmada sözel sıralama yoluyla kaydedilen FPT sonuçları ile uyumludur.

Polanski ve ark. normal işiten ve sensörinöral işitme kaybı bulunan 60 yaş ve üzerindeki 39 yaşlı hastaya ses lokalizasyonu, gürültüde konuşmayı ayırt etme, dikotik dijit, süre patern, frekans patern ve gürültüde boşluk tanıma testlerini uygulamıştır. Temporal sıralamayı değerlendirmek için kullanılan frekans ve süre patern test yapılırken hastalardan duydukları sesi mırıldanmaları ve isimlendirerek söylemeleri istenmiştir. Mırıldanarak yanıt alınan SPT skoru  $55,54$ , FPT skoru  $42,71$ ; isimlendirilerek yanıt alınan SPT skoru  $43,83$ , FPT skoru  $42,46$  elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda temporal sıralama testlerinde bireylerin yanıtlarının ifade şekli dikkate alınmamış olup FPT skoru  $75$ , SPT skoru  $90$  elde edilmiştir. Polanski ve

ark. tarafından yapılan çalışmada normal işiten bireyler çalışmada yer almış olsada işitme kaybı bulunan ve işitme cihazı kullanan bireylerde çalışmada yer almaktadır (Planski ve ark., 2017). Çalışmamızda testlerde elde edilen skorların yüksek olmasının sebebinin normal işitmeye sahip bireylerin çalışmaya dahil edilmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Murphy ve ark., çalışma hafızasının ve yaşla birlikte görülen işitme kaybının, orta yaşlı ve yaşlı bireylerdeki işitsel işleme değerlendirme sonuçlarındaki etkilerini araştırmıştır. 50-70 yaş arasındaki 70 bireye gürültüde konuşmayı ayırt etme, dikotik dijit, frekans patern test ve çalışma hafızası testleri uygulanmıştır. Çalışma sonuçları işitme kaybının gürültüde konuşma testi performansı ile, çalışma hafızasının FPT ve dikotik dijit test performansı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. İşitsel işleme testleri adı altında gürültüde konuşmayı ayırt etme skorları sağ kulakta %88.1±7.4 sol kulakta % 91.7±6.4, FPT skorları %55.8± 23.2 ve dikotik dijit test sağ kulakta % 94.4±5.3 sol kulakta %91.4±7.5 elde edilmiştir. Test sonuçlarındaki düşüklüğün yaşlanma ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Murphy ve ark., 2018).

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda genç ve yaşlı bireylerin Sİİ test sonuçları karşılaştırılmış, testlerin anatomik lokalizasyonlara göre aynı birey üzerindeki temporal işleme fonksiyonları araştırılmış ve aralarındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

1. Konuşmayı ayırt etme skorları yaşlı bireylerde genç bireylere göre daha düşük elde edilmiştir. Musiek ve ark.'nın tablosuna göre yaşlılardaki skorların azalması, koklea ve 8. sinir fonksiyon kayıpları ile ilişkili olduğu ifade edilebilir.
2. Gürültüde konuşmayı ayırt etme performansları yaşlı bireylerde genç bireylere göre daha zayıftır. Musiek ve ark.'nın tablosuna göre gürültüde konuşmayı ayırt etme skorlarının yaşlı bireylerde düşük olması beyinsapı ve korteks fonksiyonlarındaki kayıplar olarak ifade edilebilir.
3. Binaural etkileşim becerisi yaşlı bireylerde genç bireylere göre daha zayıftır. Musiek ve ark.'nın tablosuna göre yaşın ilerlemesi ile MDF eşiklerindeki azalma beyinsapı fonksiyonlarındaki azalma olarak belirtilebilir.
4. Temporal çözünürlük becerisi yaşlı bireyde genç bireylere göre zayıflamıştır. Musiek ve ark.'nın tablosuna göre yaşlanma ile boşluk tanıma test sonuçlarında meydana gelen artma beyinsapı ve korteks fonksiyonlarındaki azalma olarak belirtilebilir.
5. Temporal sıralama becerileri; frekans ve süre patern testlerinde yaşlı bireylerde genç bireylere göre azalmıştır.
6. Yaşlanmanın binaural etkileşim, temporal sıralama ve temporal çözünürlük üzerinde etkisinin olduğu ve yaşlanmayla birlikte bu becerilerin zayıfladığı uygulanan testlerle ortaya konmuştur.

Çalışmamızın sonraki adımlarında, santral işitsel işleme testlerine yeni testler eklenerek daha büyük çalışma ve yaş gruplarında bu testlerin uygulanması ve santral işitsel sinir sistemindeki anatomik lokalizasyonlardaki fonksiyon kayıplarının ayrıntılı olarak değerlendirilmesi planlanmaktadır.





## KAYNAKLAR

- Baran, J. A. ve Musiek, F. E.**, 1999, Behavioral assessment of the central auditory nervous system in F. E. Musiek & W. F. Rintelmann (Eds.), *Contemporary Perspectives in Hearing Assessment*, Boston, MA: Allyn & Bacon., pp. 375-413
- Baran, J. A.**, 2014, Test Battery Principles and Considerations, in Musiek, F.E, Chermak, G.D. (ed.), *Handbook Of Central Auditory Processing Disorder Auditory Neuroscience And Diagnosis Volume 1 (2nd ed.)*, Plural Publishing, San Diego. pp. 291-321
- Bellis, T. J. ve Jorgensen, L. E.**, 2014, ‘Aging of the Auditory System and Differential Diagnosis of Central Auditory Processing Disorder in Older Listeners’, in Musiek, F. E. ve Chermak, G. D. (Editörler), *Handbook of Central Auditory Processing Disorder Auditory Neuroscience and Diagnosis Volume 1*, Plural Publishing Inc., Syf:499-523.
- Bellis, T. J.**, 2003, *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: From science to practice (2nd ed.)*, Thomson Delmar Learning, Toronto, Canada.
- Craik, F. I. M.**, 2007, Salthouse, T. A. (Eds.), *The handbook of aging and cognition*, NY: Psychology Press, New York.
- Frisina, F. D. ve Walton, J. P.**, 2001, Aging of the mouse central auditory system, in J. F. Willot (Ed.), *Handbook of mouse auditory research: From behavior to molecular biology (pp. 339–380)*, FL: CRC Press, Boca Raton.
- Gage, N. M. ve Baars, B. J.**, 2018, *Sound, Speech, and Music Perpection, Fundamentals of Cognitive Neuroscience: A Beginner's Guide*, 2. Baskı, Elsevier.
- Gordon-Salant, S., Frisina, R. D., Popper, A. N., & Fay, R. R.** (Editörler.), 2010, *The aging auditory system*, NY: Springer, New York.
- Henkel, C.K.**, 2018, “Chapter 21; The Auditory System”, Haines, E., D., Mihailoff G., A., (Editör), *Fundamental Neroscience for Basic and Clinical Applications*, 5. Baskı, Elsevier.
- Jerger, J.**, 2009, The concept of auditory processing disorder: A brief history, in A. T. Cacace & D. J. McFarland (Editörler), *Controversies in central auditory processing disorder*, (pp. 1-14), CA: Plural, San Diego.
- Johnson, M. L., Bellis, T. J. ve Billiet, C.**, 2007, Audiological assessment of (C)APD, in D. S. Geffner & D. Ross-Swain (Editörler.), *Auditory processing disorders: assessment, management, and treatment*, (syf.. 75-94), CA: Plural, San Diego.

- Mills J.H., Khariwala S. S. ve Weber P. C.**, 2006, Anatomy and physiology of hearing, in Bailey J. B. ve Johnson J.T. (Editörler) *Head and neck surgery otolaryngology. 4. Baskı*, Vol 2. Philadelphia: Lippincott W, Wilkins,1883-1902.
- Møller A.R.**, 2003, *Sensory systems: anatomy and physiology*, Academic Press, Amsterdam.
- Møller, A.R.**, 2006, Anatomy, Physiology, and Disorders of The Auditory System in Møller, A.R., (Editör) *Anatomy of the Auditory Nervous System in Hearing*, 2. Baskı, Academic Press, USA.
- Musiek, F. E., Baran, J. A., Shinn, J. B., Jones, R. O.**, 2012, Disorders Affecting the Central Auditory Nervous System in Stach, B.A. (Edi), *Disorders of the Auditory System*, Plural Publishing, syf.279-345.
- Penfield, W., & Roberts, L.**, 1959. Speech and brain mechanisms. Princeton, NJ: Princeton.
- Pinheiro, M. ve Musiek, F.**, 1985, “Assessment of Central Auditory Dysfunction: Foundations and Clinical Correlates.” Baltimore, Williams & Wilkins. Sayfa: 67-100
- R. Keith**, 1986. SCAN: A screening test for auditory processing disorders in The Psychological Corporation, Harcourt Brace Jovanovich, San Antonio
- Schneider, B. A. ve Pichora-Fuller, M. K.**, 2000, Implications of perceptual deterioration for cognitive aging research, in F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Editörler), *Handbook of aging and cognition*, 2. Baskı, sayfa. 155–220
- Schneider, B. A., Pichora-Fuller, M. K. ve Daneman, M.**, 2010, Effects of senescent changes in audition and cognition of spoken language comprehension, in Gordon-Salant, S., Frisina, R. D., Popper, A. N. ve Fay, R. R.,(Editörler), *The aging auditory system*, (pp. 167-210), NY: Springer, New York.
- Weinstein, B. F. (Ed.)**,2000, *Geriatric audiology*, NY: Thieme, New York.
- Willot, J. F. (Ed.)**, 2001, *Handbook of mouse auditory research from behavior to molecular biology*, FL: CRC Press, Boca Raton.
- Winer, J.A.**, 1992, The functional architecture of the medial geniculate body and the primary auditory cortex, in D.B. Webster, A.N. Popper ve R.R. Fay (editörler): *The Mammalian Auditory Pathways: Neuroanatomy, Vol. 1, Springer Handbook of Auditory Research*, New York: Springer-Verlag, sayfa. 222-409.
- Yin, T.**, 2002, Neural mechanisms of encoding binaural localization cues in the auditory brainstem, in: D. Oertel, R. R. Fay ve A.N. Popper (Editörler.), *Integrative Functions in the Mammalian Auditory Pathway*, Springer-Verlag, New York, syf. 99–159.
- Abdala, C. ve Dhar, S.**, 2012. “Maturation and aging of the human cochlea: a view through the DPOAE looking glass”, *J. Assoc. Res. Otolaryngol.*, 13, 403–421.
- Abdala, C., Ortman, A. J., ve Shera, C. A.**, 2018, “Reflection- and distortion-source otoacoustic emissions: evidence for increased irregularity in the human cochlea during aging”, *J. Assoc. Res. Otolaryngol.*, 19, 493–510.
- Ananthakrishnan, S, Krishnan, A, Bartlett, E.**, 2016, “Human Frequency Following Response: Neural Representation of Envelope and Temporal Fine Structure in Listeners with Normal Hearing and Sensorineural Hearing Loss”, *Ear and Hearing*. 37(2):e91–e103.
- Anderson S, Parbery-Clark A, White-Schwoch T, Kraus N.**, 2012a. “Aging affects neural precision of speech encoding”, *J. Neurosci.*, 32(41):14156-64.
- Anderson, S. ve Kraus, N.**, 2010, “Sensory-cognitive interaction in the neural encoding of speech in noise: A review”. *Journal of American Academy of Audiology*, 21, 575–585

- Anderson, S., Ellis, R., Mehta, J. ve Goupell, M. J.**, 2018, “Age-related differences in binaural masking level differences: behavioral and electrophysiological evidence”, *J Neurophysiol.*, Dec 1;120(6):2939-2952.
- Anderson, S., Parbery-Clark, A., Yi, H.G., Kraus, N.**, 2012b, “A Neural Basis of Speech-in-Noise Perception in Older Adults”, *Ear Hear*, 32(6): 750–757.
- Bellis, T.J. ve Wilber, L.A.**, 2001, “Effects of aging and gender on interhemispheric function”, *J Speech Lang Hear Res*, 44:246–265.
- Bidelman, G. M., Villafuerte, J. W., Moreno, S. ve Alain, C.**, 2014, “Age-related changes in the subcortical-cortical encoding and categorical perception of speech.” *Neurobiology of aging*, 35(11):2526–40
- Blumstein, S. ve Cooper, W. E.**, 1974, “Hemispheric processing of intonation contours”, *Cortex*,10: sayfa;146–158.
- Chisolm, T. H., Willott, J. F. ve Lister, J. J.**, 2003, “The aging auditory system: Anatomic and physiologic changes and implications for rehabilitation.” *International Journal of Audiology*, 42(Suppl. 2), S3–S10.
- DeFilippo, C. L. ve Snell, K. B.**, 1986, “Detection of a temporal gap in low-frequency narrow-band signals by normal-hearing and hearing-impaired listeners”, *Journal of the Acoustical Society of America*, 80, 1354-1358.
- Eddins, A.C. ve Eddins, D.A.**, 2019, “Cortical Correlates of Binaural Temporal Processing Deficits in Older Adults”, *Ear Hear*, 39(3): 594–604.
- Eggermont, J. J.**, 2017, “Acquired hearing loss and brain plasticity”, *Hear Res*, 343: 176–190.
- Fitzgibbons, P. J. ve Gordon-Salant, S.**, 1994, “Age effects on measures of auditory duration discrimination”, *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 662–670.
- Florentine, M. ve Buus, S.**, 1984, “Temporal gap detection in sensorineural and simulated hearing impairments”, *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 449-455.
- Gordon-Salant, S. ve Fitzgibbons, P. J.**, 1993, “Temporal factors and speech recognition performance in young and elderly listeners”, *J Speech Hear Res*, 36:1276–1285.
- Gordon-Salant, S. ve Fitzgibbons, P.**, 1999, “Profile of auditory temporal processing in older listeners”, *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 42, 300-311.
- Grose, H., Eddins, D. A. ve Hall, W.**, 1989, “Gap detection as a function of stimulus bandwidth with fixed high-frequency cutoff in normal-hearing and hearing-impaired listeners”, *Journal of the Acoustical Society of America*, 86, 1747-1755.
- Grose, J.H. and Mamo, S.K.**, 2010, “Processing of temporal fine structure as a function of age”, *Ear Hear*, 729 31: 755-760.
- H. Pryce, C., Metcalfe, A., Hall, L. S. ve Claire**, 2010, “Illness perceptions and hearing difficulties in King-Kopetzky syndrome: what determines help seeking?”, *International Journal of Audiology*, 49 (7) pp. 473-481,
- Hall, J., Grose, J. ve Buss, E.**, 1998, “Temporal analysis and stimulus fluctuation in listeners with normal and impaired hearing”, *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 41, 340-354.
- Harris, K.C., Eckert, M.A., Ahlstrom, J.B. ve Dubno, J.R.**, 2010, “Age-related differences in gap detection: Effects of task difficulty and cognitive ability”, *Hearing Research*, 264 (2010) 21–29.
- Harris, R. W., Brey, R. H., Miller, R. W. ve Channell, R. W.**, 1992, “Influence of masker bandwidth on binaural masking level differences”, *International Journal of Audiology*, 3(14), 196-204.

- He, N., Horwitz, A. R., Dubno, J. R. ve Mills, J. H.**, 1999, “Psychometric functions for gap detection in noise measured from young and aged subjects”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 106, 966–978.
- Henry, K. S., Kale, S., Heinz, M. G.**, 2014, “Noise-induced hearing loss increases the temporal precision of complex envelope coding by auditory-nerve fibers”, *Front Syst Neurosci*, 8:20.
- Hirsh, I. J.**, 1948, “The influence of interaural phase on interaural summation and inhibition”, *The Journal of the Acoustical Society of America*, (20)4, 536-544.
- Humes, L. E. ve Christopherson, L.**, 1991, “Speech identification difficulties of hearing-impaired elderly persons: the contributions of auditory processing deficits”, *Journal of speech and hearing research*, 34(3):686–93.
- Humes, L. E. ve Roberts, L.**, 1990, “Speech-recognition difficulties of the hearing-impaired elderly: the contributions of audibility”, *Journal of speech and hearing research*, 33(4):726–35.
- Humes, L. E., Kewley-Port, D., Fogerty, D. ve Kinney, D.**, 2010, “Measures of Hearing Threshold and Temporal Processing across the Adult Lifespan”, *Hear Res.*, 264(1-2): 30–40.
- Iliadou, V. V., Ptok, M., Grech, H., Pedersen, E. R., Brechmann, A., Deggouj, N. ve diğerleri**, 2017, “A european perspective on auditory processing disorder-current knowledge and future research focus”, *Front. Neurol.*, 8:622.
- Iliadou, V.M., Sirimanna, T., Bamiou, D. E.**, 2016, “CAPD Is Classified in ICD-10 as H93.25 and Hearing Evaluation-Not Screening-Should Be Implemented in Children With Verified Communication and/or Listening Deficits”, *Am. J. Audiol.*, 25(4):368-370. doi: 10.1044/2016\_AJA-16-0055.
- Iliadou, V., M. Ptok, H. Grech, E.R. Pedersen, A. Brechmann, N. Deggouj, C. Kiese-Himmel ve ark.**, 2017. “A European Perspective on Auditory Processing Disorder-Current Knowledge and Future Research Focus.” *Frontiers in Neurology* 8: 622.
- Iliadou, V., M. Ptok, H. Grech, E.R. Pedersen, A. Brechmann, N. Deggouj, C. Kiese-Himmel ve ark.**, 2018. “European 17 countries consensus endorses more approaches to APD than reported in Wilson 2018”. *Int J Audiol.* 57(5):395-396.
- Illing R. B., Kraus K. S., Michler S. A.**, 2000, “Plasticity of the superior olivary complex”, *Microsc Res Tech*, 51: 364–381.
- J. Jerger, F. Musiek**, 2000, “Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children”, *Journal of the American Academy of Audiology*, 11(9), pp. 467-474.
- Jerger, J. ve Musiek, F.**, 2000, “Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children”, *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 467-474.
- Koehnke, J. ve Besing, J. M.**, 2001, “The effects of aging on binaural and spatial hearing”, *Seminars in Hearing*, 22, 241–254.
- Lang J.**, 1985, “Anatomy of the brainstem and the lower cranial nerves, vessels, and surrounding structures”, *Am J Otol Suppl*, Nov: 1–19, 1985.
- Licklider, J. C. R.**, 1948, “The influence of interaural phase relations upon the masking of speech by white noise”, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 20(2), 150-159.
- Lister, J. J., Koehnke, J. D. ve Besing, J. M.**, 2000, “Binaural gap duration discrimination in listeners with impaired hearing and normal hearing”, *Ear and Hearing*, 21, 141-150.

- Lister, J. J., Roberts, R. A., Lister, F. L.**, 2011, “An adaptive clinical test of temporal resolution: Age effects”, *International Journal of Audiology*, 50:6, 367-374
- Lorente de No R.**, 1933, “Anatomy of the eighth nerve III. General plan of structure of the primary cochlear nuclei”, *Laryngoscope*, 43: 327–350.
- Maamor N., Billings C. J.**, 2017, “Cortical signal-in-noise coding varies by noise type, signal-to-noise ratio, age, and hearing status”, *Neuroscience letters*, 636:258–64.
- Møller, A. R., CoUetti, V. ve Fiorino. E. G.**, 1994, “Neural Conduction Velocity of the Human Auditory Nerve: Bipolar Recordings from the Exposed Intracranial Portion of the Eighth Nerve During Vestibular Nerve Section”, *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 92: 316-320.
- Moore J.K.**, 2000, “Organization of the human superior olivary complex”, *Microsc Res Tech*, 51: 403–412.
- Moore, B. C. J. ve Peters, R. W.**, 1992, “Pitch discrimination and phase sensitivity in young and elderly subjects and its relationship to frequency selectivity”, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91, 2881–2893.
- Moore, B. C. J., Peters, R. W. ve Glasberg, B. R.**, 1992, “Detection of temporal gaps in sinusoids by elderly subjects with and without hearing loss”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 92, 1923–1932.
- Moore, B. C. J., Peters, R. W. ve Glasberg, B. R.**, 1992, “Detection of temporal gaps in sinusoids by elderly subjects with and without hearing loss”, *Journal of the Acoustical Society of America*, 92, 1923-1932.
- Murphy, C. F., Rabelo, C. M., Mansur, L. L., Bamiou, D. E. ve Schochat, E.**, 2018, “Auditory Processing Performance of the Middle-Aged and Elderly: Auditory or Cognitive Decline?”, *J Am Acad Audiol*, 29:5–14.
- Musiek, F. E., Pinheiro, M. L. ve Wilson, D.**, 1980, “Auditory pattern perception in ‘split brain’ patients”, *Arch Otolaryngol*, 106:610–612.
- Musiek, F. E., Shinn, J. B., Jirsa, R., Bamiou, D-E., Baran, J. A. ve Zaidan, E.**, 2005, “GIN (gap-in-noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement”, *Ear and Hearing*, 26, 608-618.
- Musiek, F.E.**, 2002, “The frequency pattern test: a guide”, *Hear J*, 55:58.
- N. Baldry, S.**, Hind 2008, “Auditory processing disorder in children: Awareness and attitudes of UK GPs and ENT consultants”, *Audiological Medicine*, 6 (193), p. 207.
- Noffsinger, D., Schaefer, A. B. ve Martinez, C. D.**, 1984, “Behavioral and objective estimates of auditory brainstem integrity”, *Seminars in Hearing*, 5, 337-349.
- Olsen, W. O., Noffsinger, D. ve Carhart R.**, 1976, “Masking level differences encountered in clinical populations”. *Audiology*, 14(4), 287-301.
- Parthasarathy, A. ve Kujawa, S. G.**, 2018, “Synaptopathy in the Aging Cochlea: Characterizing Early-Neural Deficits in Auditory Temporal Envelope Processing”, *The Journal of Neuroscience*, 38(32):7108 –7119.
- Peretz, I.**, 1990, “Processing of local and global musical information by unilateral brain-damaged patients”, *Brain*, 113:1185–1205.
- Petersen, E.B., Wostmann, M., Obleser, J. ve Lunner, T.**, 2017, “Neural tracking of attended versus ignored speech is differentially affected by hearing loss”, *Journal of neurophysiology*, 117(1):18–27.
- Pinheiro, M.**, 1976, “Auditory pattern perception in patients with right and left hemisphere lesions”, *Ohio J Speech Hear*, 12:9–20.
- Polanski, J. F., Soares, A. D., Pereira, L. D. ve Cruz, M. O. L.**, 2017, “The Effect of Citalopram Versus a Placebo on Central Auditory Processing in the Elderly”, *Otology & Neurotology*, 38:1233–1239.

- Presacco, A., Jenkins, K., Lieberman, R. ve Anderson, S.**, 2015, “Effects of Aging on the Encoding of Dynamic and Static Components of Speech”, *Ear and hearing*, 36(6):e352–63.
- Presacco, A., Simon, J. Z. ve Anderson, S.**, 2016a, “Evidence of degraded representation of speech in noise, in the aging midbrain and cortex”, *Journal of neurophysiology*, 116(5):2346–55.
- Presacco, A., Simon, J. Z. ve Anderson, S.**, 2016b, “Effect of informational content of noise on speech representation in the aging midbrain and cortex”, *Journal of neurophysiology*, 116(5):2356–67.
- Presacco, A., Simon, J. Z. ve Anderson, S.**, 2019, “Speech-in-noise representation in the aging midbrain and cortex: Effects of hearing loss”, *PLoS ONE* 14(3): e0213899.
- Priuska, E. M. ve Schacht, J.**, 1995, “Formation of free radical by gentamicin and iron and evidence for an iron/gentamicin complex”, *Biochem Pharmacol*, 50: 1749–1752.
- Quaranta, A. ve Cervellera, G.**, 1974, “Masking level differences in normal and pathological ears”, *Audiology*, 13, 428-431.
- Quaranta, N., Bartoli, R. ve Quaranta, A.**, 2004, “Cochlear implants: indications in groups of patients with borderline indications. A review”. *Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl*, 552: 68–73.
- Recanzone, G. H., Engle, J. R. ve Juarez-Salinas, D. L.**, 2011, “Spatial and temporal processing of single auditory cortical neurons and populations of neurons in the macaque monkey”, *Hear Res*, 271:115–122.
- Schneider, B. S. ve Hamstra, S. J.**, 1999, “Gap detection thresholds as a function of tonal duration for younger and older adults”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 106, 371–380.
- Schneider, B. S., Pichora-Fuller, M. K., Kowalchuk, D. ve Lamb, M.**, 1994, “Gap detection and the precedence effect in young and old adults”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 95, 980–991.
- Schneider, B.**, 1997, “Psychoacoustics and aging: Implications for everyday listening”, *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 21, 111–124.
- Sinclair, J. L., Fischl, M.J., Alexandrova, O., Hess, M., Grothe, B., Leibold, C. ve Kopp-Scheinflug, C.**, 2017, “Sound-evoked activity influences myelination of brainstem axons in the trapezoid body”, *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*.
- Snell, K. B. ve Frisina, D. R.**, 2000, “Relationships among age-related differences in gap detection and word recognition”, *Journal of the Acoustical Society of America*, 107, 1615-1626.
- Snell, K. B. ve Frisina, R.D.**, 2000, “Relationships among age-related differences in gap detection and word recognition”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 107, 1615–1626.
- Snell, K. B. ve Hu, H.**, 1999, “The effect of temporal placement on gap detectability”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 106, 3571–3577.
- Snell, K. B., 1997, “Age-related changes in temporal gap detection”, *J. Acoust. Soc. Am.* 101, 2214–2220.
- Spoendlin, H. ve Schrott, A.**, 1989, “Analysis of the human auditory nerve”, *Hear Res*, 43: 25–38.
- Stach, B. A., Hornsby, B. W. Y., Rosenfeld, M. A. L. ve DeChicchis, A. R.**, 2009, “The complexity of auditory aging”, *Seminars in Hearing*, 30, 94–111.
- Strouse, A., Ashmead, D. H., Ohde, R. N. ve Grantham, D. W.**, 1998, Temporal processing in the aging auditory system”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 104, 2385–2399.
- Swisher, L. ve Hirsh, I.**, 1972, “Brain damage and the ordering of two temporally successive stimuli”, *Neuropsychologia*, 10:137–152.

- Tremblay, K. L., Piskosz, M. ve Souza, P.**, 2003, “Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues”, *Clinical Neurophysiology*, 114, 1332–1343.
- Tun, P. A., Williams, V. A., Small, B. J. ve Hafter, E. R.**, 2012, “Effects of Aging on Auditory Processing and Cognition”, *American Journal of Audiology*, 21, 344-350.
- Urry, H. L. ve Gross, J. J.**, 2010, “Emotion regulation in older age”, *Current Directions in Psychological Science*, 19, 352–357.
- Vander Werff, K. R. ve Burns, K. S.**, 2011, “Brain stem responses to speech in younger and older adults”, *Ear Hear*, 32:168–180.
- Webster, F. A.**, 1951, “The influence of interaural phase on masked threshold 1. The role of interaural time-deviation”, *Journal of the Acoustical Society of America*, 23(4), 452-462.
- Willott, J. F.**, 1996, “Anatomic and physiological aging: A behavioral neuroscience perspective”, *Journal of the American Academy of Audiology*, 7, 141–151.
- Wilson, R. H., Arcos, J. L., Brown, D. J. ve Bennett, L. A.**, 1984, “Masking level difference in filtered-random and amplitude-modulated noise”, *Journal of Speech and Hearing Research*, 27(2), 267-274.
- Winer, J. A., Kelly, J. B. ve Larue, D. T.**, 1999, “Neural architecture of the rat medial geniculate body”, *Hear Res*, 130: 19–41.
- ASHA (American Speech-Language-Hearing Association)** 2019, *Central Auditory Processing Disorder*, Erişim tarihi: 5 Ağustos 2019, <https://www.asha.org/PRPSpecificTopic.aspx?folderid=8589943561&section=Overview>
- ASHA (American Speech-Language-Hearing Association)**, (*Central*) *Auditory Processing Disorders*, Erişim tarihi: 5 Ağustos 2019, <https://www.asha.org/policy/tr2005-00043/#sec1.2>
- ASHA**, *Central Auditory Processing Disorder*, Erişim Tarihi: 09 Ağustos 2019, <https://www.asha.org/Practice-Portal/Clinical-Topics/Central-Auditory-Processing-Disorder/>
- BSA (British Society of Audiology)** 2017, *Position Statement and Practice Guidance, Auditory Processing Disorder (APD)*, Erişim tarihi: 10 Ağustos, 2019, <http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2017/04/APD-Position-Statement-Practice-Guidance-APD-2017.pdf>
- Loyzaga P. G.** 2016, *Auditory Cortex Anatomy*, Erişim Tarihi: 09 Ağustos 2019, <http://www.cochlea.eu/en/auditory-brain/thalamo-cortex/auditory-cortex-anatomy>
- WHO (World Health Organization)** 2019, *International Classification of Diseases 11th Revision*, Erişim Tarihi: 21 Ağustos 2019, <https://icd.who.int/en/>





## **EKLER**

- EK A : Etik Kurul Kararı**
- EK B : Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu**
- EK C : Türkçe Fonetik Dengeli Üç Heceli Kelime Listesi**
- EK D : Türkçe Fonetik Dengeli Tek Heceli Kelime Listesi**
- EK E : Frekans Patern Testi Hasta Yanıt Formu**
- EK F : Süre Patern Testi Hasta Yanıt Formu**
- EK G : Rastgele Boşluk Tanıma Testi Hasta Yanıt Formu**
- EK H : Genç ve Yaşlı Bireylere Ait Verileri Gösteren Tablo**

## EK A : Etik Kurul Kararı



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK  
ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU KARARI

Sayı : B.30.2.AYD.0.00.00-050.06.04/119  
Konu : Çalışmanız hk.

19.06.2019

Sayın, Prof. Dr. Bahriye Özlem KONUKSEVEN

İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 19.06.2019 tarihinde yapılan olağan toplantısında çalışmanızla ilgili alınan 2019/119 nolu karar aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinize sunarım.

  
Prof. Dr. Ahmet Şükrü AYNACIOĞLU  
İstanbul Aydın Üniversitesi  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı



**KARAR 1**

**Protokol No** : 2019/69  
**Sorumlu Yürütücü** : Prof. Dr. Bahriye Özlem KONUKSEVEN  
İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi  
**Yardımcı Araştırmacı** : Ahsen KARTAL

İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğretim Elemanı Prof. Dr. Bahriye Özlem KONUKSEVEN'in "Genç ve Yaşlı Bireylerde Santral İşitsel Sistemin Değerlendirilmesi" konulu yukarıda bilgileri verilen girişimsel olmayan klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup çalışmanın belirtilen yöntemlerle gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel olarak herhangi bir sakınca olmadığına oy birliğiyle karar verilmiştir.

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU  
KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"Genç ve Yaşlı Bireylerde Santral İşitsel Sistemin Değerlendirilmesi"
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2019/69

ETİK KURULU BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Beşyol Mahallesi, İnönü Cd. No:38, 34295 Küçükçekmece/İstanbul
	TELEFON	+90 (212) 411 61 00 / 29190
	FAKS	+90 (212) 411 62 43
	E-POSTA	iaudhetik@aydin.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Bahriye Özlem KONUKSEVEN			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Odyoloji			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Sağlık Bilimleri Fakültesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>			
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz: Retrospektif arşiv taraması					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ X	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ahmet Şükrü AYNACIOĞLU  
İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaktadır.



DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ		08.11.2018	01	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		-	-	Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
OLGU RAPOR FORMU		08.11.2018	01	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ		-	-	Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>					
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
DİĞER:	<input type="checkbox"/>						
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 119	Tarih: 19.06.2019					
	İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğretim Elemanı Prof. Dr. Bahriye Özlem KONUKSEVEN'in "Genç ve Yaşlı Bireylerde Santral İşitsel Sistemin Değerlendirilmesi" konulu yukarıda bilgileri verilen girişimsel olmayan klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup çalışmanın belirtilen yöntemlerle gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel olarak herhangi bir sakınca olmadığına oy birliğiyle karar verilmiştir.						

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ahmet Şükrü AYNACIOĞLU

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Yönergesi
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Ahmet Şükrü Aynacıoğlu

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım		İmza	
			E	X	E	H	E	H		
Prof. Dr. Ahmet Şükrü AYNACIOĞLU	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	X	K	<input type="checkbox"/>	E	H	X	
Prof. Dr. Ayşe Canan YAZICI GÜVERCİN	Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	<input type="checkbox"/>	K	X	E	H	X	
Prof. Dr. Erman Bülent TUNCER	Protetik Diş Tedavisi	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	X	K	<input type="checkbox"/>	E	H	X	
Prof. Dr. Hasan SAYGIN	Makine Müh.	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	X	K	<input type="checkbox"/>	E	H	X	
Zeynep AKYAR	Hukuk	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	<input type="checkbox"/>	K	X	E	H	X	
Dr. Öğr. Üyesi Kamil TEMİZYÜREK	Biyofizik	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	X	K	<input type="checkbox"/>	E	H	X	
Dr. Öğr. Üyesi Murat AKSU	Tıp Tarihi ve Etik	İstanbul Aydın Üniversitesi	E	X	K	<input type="checkbox"/>	E	H	X	

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ahmet Şükrü AYNACIOĞLU

İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## EK B: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sayın gönüllü,

"Genç ve Yaşlı Bireylerde Santral İşitsel Sistemin Değerlendirilmesi" isimli bir çalışma yapmaktayız.

Bu araştırmada yer almayı kabul etmeden önce, araştırmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamamız ve kararınızı bu bilgilendirme çerçevesinde özgürce vermeniz gerekmektedir. Aşağıdaki bilgileri lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınız olursa sorunuz ve açık yanıtlar isteyiniz.

Bu çalışmanın amacı santral işitsel işleme sistemini değerlendiren testlerden oluşan bir test bataryası oluşturmak ve bu test bataryasını uygulamaya geçirmektir. Bu çalışmaya katılan bireylere odyolojik (işitme testi, kulak muayenesi, konuşma testleri) testler ve santral işitsel işleme (frekans patern tanıma, süre patern tanıma, rasgele boşluk tanıma testi) testleri uygulanacaktır. Çalışma kapsamında uygulanacak olan testler yaklaşık 1 (bir) saat sürecektir. Çalışmaya 18-30 yaşları arasında 24 yetişkin birey ve 60-75 yaşları arasında 20 yetişkin birey olmak üzere toplam 44 yetişkin birey dahil edilecektir.

Yapılan bu çalışmada, sizin isminiz hiçbir şekilde kullanılmayacaktır. Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Risk: Çalışmamızda hiçbir risk yoktur.

Çalışma katılmanın olası yararı: Çalışmamızda uygulanan testler sonucunda işitme kaybı tespit edilirse, bu konuda bilgilendirileceksiniz.

Saygılarımızla,

**Araştırmacı:** Ody. Ahsen Kartal (Araştırmaya yönelik oluşabilecek sorularla ilgili olarak iletişime geçilebilecek kişi)

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllülere verilmesi gereken bilgileri içeren metni okudum (ya da sözlü olarak dinledim). Eksik kaldığını düşündüğüm konularda sorularımı araştırmacılara sordum ve doyurucu yanıtlar aldım.

Yazılı ve sözlü olarak tarafıma sunulan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anladığım kanısındayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğim konusunda karar vermem için yeterince zaman tanıdı. Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığı takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

**Çalışmaya Katılım Onayı:**

Çalışma kapsamında elde edilen şahsıma ait bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını, gizlilik kurallarına uyulmak kaydıyla sunulmasını ve yayınlanmasını, hiçbir baskı ve zorlama altında kalmaksızın, kendi özgür irademle kabul ettiğimi beyan ederim.

**Katılımcının;**

Adı Soyadı:

Telefon:

İmzası:

Araştırmacının; Adı Soyadı: Ahsen KARTAL

İmzası:

## EK C : Türkçe Fonetik Dengeli Üç Heceli Kelime Listesi

I.Liste		II.Liste		III.Liste		IV.Liste		V. Liste	
1.	hatıra	1.	kapalı	1.	değerli	1.	kızılıcak	1.	kilimci
2.	fotoğraf	2.	marmara	2.	çilingir	2.	tabaka	2.	sipariş
3.	hediyeye	3.	yasemin	3.	yakacak	3.	kıymetli	3.	patlıcan
4.	tebeşir	4.	kolonya	4.	dönemeç	4.	cesaret	4.	gelincik
5.	sinema	5.	karanlık	5.	elbise	5.	kahveci	5.	esinti
6.	tükenmez	6.	badana	6.	kızamık	6.	lacivert	6.	maydanoz
7.	salıncak	7.	kaçamak	7.	papatya	7.	kanarya	7.	kitaplık
8.	oduncu	8.	aydınlık	8.	giyecek	8.	çankırı	8.	akasya
9.	harika	9.	boyalı	9.	güvercin	9.	şikayet	9.	gezinti
10.	bayraklı	10.	yoğurtlu	10.	kıvılcım	10.	karavan	10.	gelenek
11.	hamarat	11.	hastalık	11.	fabrika	11.	begonya	11.	makina
12.	hünerli	12.	demirci	12.	aralık	12.	öğrenci	12.	hatalı
13.	hemşire	13.	kulaklık	13.	sekreter	13.	hastane	13.	emanet
14.	havadar	14.	okyanus	14.	yasama	14.	lokanta	14.	görenek
15.	paskalya	15.	dokuma	15.	ağustos	15.	karanfil	15.	çekmece
16.	parmaklık	16.	halıcı	16.	ünite	16.	pastane	16.	bereket
17.	merdiven	17.	sonbahar	17.	çaydanlık	17.	domates	17.	tedavi
18.	sıradağ	18.	kaymaklı	18.	tüketim	18.	süpürge	18.	baharat
19.	asansör	19.	işitme	19.	otobüs	19.	köstebek	19.	bankacı
20.	coğrafya	20.	sarıyer	20.	harabe	20.	eczane	20.	kırmızı
21.	harita	21.	limonlu	21.	üretim	21.	kanepe	21.	hareket
22.	aracı	22.	adana	22.	serinlik	22.	haziran	22.	eleman
23.	pusula	23.	köstebek	23.	postacı	23.	kıvrıcık	23.	etiket
24.	telefon	24.	cevizli	24.	dağıtım	24.	sürekli	24.	Almanya
25.	şekerli	25.	indirim	25.	tabure	25.	sandalye	25.	hazine



## EK D : Türkçe Fonetik Dengeli Tek Heceli Kelime Listesi

I.Liste		II.Liste		III.Liste		IV.Liste		V. Liste	
1.	Kas	1.	Beş	1.	Az	1.	Çay	1.	Lav
2.	At	2.	Göz	2.	Borç	2.	Ot	2.	Kep
3.	Ney	3.	İN	3.	Düş	3.	Fil	3.	Dik
4.	Öç	4.	Kar	4.	Et	4.	Ön	4.	Biç
5.	Bir	5.	Laf	5.	Hür	5.	Kor	5.	Öt
6.	Küf	6.	Diş	6.	Kaz	6.	Al	6.	Ser
7.	Saz	7.	Muz	7.	Çok	7.	Sarp	7.	Böl
8.	Fon	8.	Ak	8.	Muş	8.	Ez	8.	Var
9.	Pes	9.	Örf	9.	Ol	9.	Dost	9.	İp
10.	Yüm	10.	Çat	10.	Leş	10.	Kul	10.	Zarf
11.	Bek	11.	Koç	11.	Pot	11.	Kem	11.	Rey
12.	Pay	12.	Fal	12.	Bal	12.	Sık	12.	Mis
13.	Sel	13.	Ney	13.	Tuş	13.	Buz	13.	Post
14.	Aç	14.	Şen	14.	Şef	14.	Nal	14.	Af
15.	Dün	15.	Ruh	15.	Pek	15.	Sap	15.	Sat
16.	Koz	16.	Dağ	16.	Çiz	16.	Raf	16.	Yar
17.	Ürk	17.	Tel	17.	Fer	17.	Tül	17.	Nem
18.	Zar	18.	Kız	18.	Hat	18.	Cep	18.	Git
19.	Boy	19.	Set	19.	Ve	19.	Terk	19.	Çar
20.	Baş	20.	Yıl	20.	Öp	20.	Kan	20.	Sis
21.	Türk	21.	Kök	21.	İç	21.	Şal	21.	Han
22.	Yaş	22.	Pil	22.	Bel	22.	Güz	22.	Püf
23.	Ver	23.	Zam	23.	Kurt	23.	Küp	23.	Yüz
24.	Çak	24.	Yık	24.	Yem	24.	Din	24.	Aş
25.	Şap	25.	Bey	25.	Zıt	25.	Loş	25.	Renk

## EK E : Frekans Patern Testi Hasta Yanıt Formu

### FREKANS PATERN TESTİ HASTA YANIT FORMU

İnce: 1122 Hz Kalın: 880 Hz

İsim Soyisim			Tarih	
Test sırasında kullanılan listenin yanına hangi kulak test ediliyorsa belirtiniz. (R: Sağ Kulak / L: Sol Kulak)				
1. Liste ( )	2. Liste ( )	3. Liste ( )	4. Liste ( )	
Algıtırma	Algıtırma	Algıtırma	Algıtırma	
1. İ-İ-K	1. İ-K-İ	1. İ-İ-K	1. K-İ-İ	
2. İ-K-K	2. K-K-İ	2. K-İ-İ	2. K-K-İ	
3. K-İ-K	3. K-İ-İ	3. K-İ-K	3. İ-İ-K	
4. K-İ-İ	4. İ-K-K	4. K-K-İ	4. İ-K-İ	
5. İ-K-İ	5. İ-İ-K	5. İ-K-K	5. İ-K-K	
Test	Test	Test	Test	
1. K-K-İ	1. İ-İ-K	1. K-K-İ	1. İ-K-K	
2. K-İ-İ	2. İ-K-İ	2. İ-İ-K	2. K-İ-K	
3. İ-K-İ	3. İ-K-K	3. İ-K-K	3. İ-K-İ	
4. İ-İ-K	4. K-İ-İ	4. K-İ-K	4. K-İ-K	
5. K-İ-İ	5. K-K-İ	5. K-İ-İ	5. K-İ-İ	
6. İ-K-K	6. İ-K-İ	6. K-K-İ	6. K-İ-K	
7. K-İ-K	7. K-K-İ	7. K-K-İ	7. İ-İ-K	
8. İ-İ-K	8. İ-K-İ	8. İ-İ-K	8. İ-K-K	
9. İ-K-K	9. K-İ-K	9. K-İ-İ	9. İ-K-İ	
10. İ-İ-K	10. K-İ-İ	10. K-İ-K	10. İ-İ-K	
11. K-İ-K	11. İ-K-K	11. İ-K-K	11. K-İ-İ	
12. K-İ-İ	12. İ-K-İ	12. İ-K-İ	12. K-K-İ	
13. K-K-İ	13. K-K-İ	13. İ-İ-K	13. İ-İ-K	
14. İ-K-İ	14. İ-İ-K	14. K-İ-K	14. İ-K-İ	
15. K-K-İ	15. İ-K-K	15. İ-K-İ	15. K-K-İ	
16. İ-K-İ	16. K-İ-K	16. İ-K-K	16. K-İ-İ	
17. K-K-İ	17. İ-İ-K	17. K-İ-İ	17. K-K-İ	
18. İ-İ-K	18. K-K-İ	18. İ-K-İ	18. İ-K-K	
19. İ-K-K	19. K-İ-İ	19. İ-İ-K	19. K-İ-İ	
20. K-İ-K	20. K-K-İ	20. K-İ-K	20. K-İ-K	
-Sağ Kulak: ____/20 % ____ -Sol Kulak: ____/20 % ____				

Ody. Ahsen KARTAL

## EK F : Süre Patern Testi Hasta Yanıt Formu

### SÜRE PATERN TESTİ HASTA YANIT FORMU

Uzun: 500 msn Kısa:250 msn

İsim Soyisim		Tarih	
Test sırasında kullanılan listenin yanına hangi kulak test ediliyorsa belirtiniz. (R: Sağ Kulak / L: Sol Kulak)			
1.Liste ( )	2.Liste ( )	3.Liste ( )	4.Liste ( )
Algıtirma	Algıtirma	Algıtirma	Algıtirma
1. K-U-K	1. U-K-U	1. U-K-K	1. K-U-K
2. K-K-U	2. U-U-K	2. K-U-U	2. U-K-U
3. K-U-K	3. K-U-U	3. U-K-U	3. K-U-U
4. U-K-U	4. U-U-K	4. U-K-K	4. U-K-K
5. K-U-U	5. K-K-U	5. U-U-K	5. K-K-U
Test	Test	Test	Test
1. K-U-U	1. K-U-K	1. U-U-K	1. K-U-K
2. U-K-U	2. K-K-U	2. U-K-K	2. K-K-U
3. U-K-K	3. K-U-K	3. K-U-U	3. K-U-K
4. K-K-U	4. K-K-U	4. U-K-K	4. K-K-U
5. K-U-U	5. K-U-K	5. K-U-U	5. K-U-K
6. K-K-U	6. U-K-U	6. U-K-U	6. K-K-U
7. U-K-K	7. K-U-U	7. U-U-K	7. K-U-K
8. K-U-K	8. U-K-K	8. U-K-K	8. K-K-U
9. U-K-U	9. K-K-U	9. K-K-U	9. K-U-K
10. U-K-K	10. U-K-U	10. K-U-U	10. U-K-U
11. U-U-K	11. U-U-K	11. K-K-U	11. K-U-U
12. U-K-K	12. K-U-U	12. U-K-K	12. U-K-K
13. K-U-K	13. U-K-K	13. K-U-U	13. K-K-U
14. U-U-K	14. K-U-U	14. U-K-U	14. U-K-U
15. U-K-U	15. K-U-K	15. U-K-K	15. U-U-K
16. K-K-U	16. K-K-U	16. U-U-K	16. K-U-U
17. K-U-U	17. U-K-K	17. U-K-K	17. U-K-K
18. K-U-K	18. U-U-K	18. K-U-K	18. K-U-U
19. U-U-K	19. K-U-U	19. U-U-K	19. K-U-K
20. K-U-K	20. U-K-U	20. U-U-K	20. K-K-U
-Sağ Kulak: ____/20 % ____ -Sol Kulak: ____/20 % ____			

Ody. Ahsen KARTAL

## EK G : Rastgele Boşluk Tanıma Testi Hasta Yanıt Formu

### RASTGELE BOŞLUK TANIMA TESTİ HASTA YANIT FORMU

İsim Soyisim		Tarih	
AÜŞTİRMA ( )			
En düşük aralık: ..... msn		0	
		2	
		5	
		10	
		15	
		20	
		25	
		30	
		40	
		500 Hz	
En düşük aralık: ..... msn		10	
		40	
		15	
		5	
		0	
		25	
		20	
		2	
		30	
		En düşük aralık: ..... msn	
2			
40			
5			
10			
25			
15			
0			
30			
1000 Hz			
En düşük aralık: ..... msn		30	
		10	
		15	
		2	
		0	
		40	
		5	
		20	
		25	
		En düşük aralık: ..... msn	
10			
40			
15			
20			
2			
30			
0			
25			

Ody. Ahsen KARTAL

**EK H : Genç ve Yaşlı Bireylere Ait Verileri Gösteren Tablo**

	N	Min.	Maks.	Ort.	S.S.	
<b>GENÇ BİREYLER</b>	Yaş (Yıl)	24	21,00	30,00	25,37	3,06
	Sağ Kulak SSO (dB)	24	-1,00	16,00	4,20	3,77
	Sol Kulak SSO (dB)	24	-3,00	16,00	4,04	4,12
	Sağ Kulak Konuşmayı Alma Eşiği (dB)	24	0,00	15,00	7,50	3,90
	Sol Kulak Konuşmayı Alma Eşiği (dB)	24	0,00	20,00	8,12	4,37
	Sağ Kulak KAE Skoru (%)	24	96,00	100,00	99,16	1,65
	Sol Kulak KAE Skoru (%)	24	96,00	100,00	99,33	1,52
	Sağ Kulak GKAE (%)	24	76,00	96,00	88,50	6,27
	Sol Kulak GKAE (%)	24	72,00	100,00	88,33	6,45
	Sağ Kulak FPT (%)	24	75,00	100,00	89,16	5,83
	Sol Kulak FPT (%)	24	75,00	100,00	89,79	6,67
	Sağ Kulak SPT (%)	24	85,00	100,00	95,83	5,24
	Sol Kulak SPT (%)	24	85,00	100,00	97,08	4,64
	500 Hz MDF (dB)	24	10,00	14,00	11,33	1,27
	1000 Hz MDF (dB)	24	6,00	12,00	8,08	1,71
	500 Hz RBTT (ms)	24	0,00	20,00	6,75	5,35
	1000 Hz RBTT (ms)	24	0,00	15,00	4,16	4,43
	2000 Hz RBTT (ms)	24	0,00	15,00	5,12	4,71
	4000 Hz RBTT (ms)	24	0,00	15,00	7,08	5,95

**EK H : Genç ve Yaşlı Bireylere Ait Verileri Gösteren Tablo**

		<b>N</b>	<b>Min.</b>	<b>Maks.</b>	<b>Ort.</b>	<b>S.S.</b>
<b>YAŞLI BİREYLER</b>	Yaş (Yıl)	20	60,00	73,00	64,85	4,29
	Sağ Kulak SSO (dB)	20	5,00	25,00	16,60	6,61
	Sol Kulak SSO (dB)	20	3,00	25,00	17,90	7,50
	Sağ Kulak Konuşmayı Alma Eşiği (dB)	20	10,00	30,00	18,75	6,66
	Sol Kulak Konuşmayı Alma Eşiği (dB)	20	10,00	30,00	21,00	6,19
	Sağ Kulak KAE Skoru (%)	20	72,00	100,00	91,60	8,19
	Sol Kulak KAE Skoru (%)	20	72,00	100,00	91,20	7,17
	Sağ Kulak GKAE (%)	20	60,00	88,00	71,40	9,38
	Sol Kulak GKAE (%)	20	56,00	88,00	71,40	9,29
	Sağ Kulak FPT (%)	20	60,00	95,00	75,75	8,62
	Sol Kulak FPT (%)	20	65,00	90,00	75,25	6,97
	Sağ Kulak SPT (%)	20	75,00	100,00	90,00	8,58
	Sol Kulak SPT (%)	20	80,00	100,00	90,25	7,85
	500 Hz MDF (dB)	20	6,00	14,00	9,20	2,19
	1000 Hz MDF (dB)	20	4,00	8,00	5,80	1,28
	500 Hz RBTT (ms)	20	2,00	25,00	10,85	5,49
	1000 Hz RBTT (ms)	20	2,00	25,00	9,45	5,11
	2000 Hz RBTT (ms)	20	2,00	30,00	9,00	6,88
	4000 Hz RBTT (ms)	20	,00	20,00	10,75	4,66

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Ahsen Kartal  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : İstanbul, 1995  
**E-posta** : ahsen.kartal@gmail.com



## ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2017, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji
- **Yüksek Lisans** : 2019, İstanbul Aydın Üniversitesi, Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji

## ULUSLARARASI BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN VE BİLDİRİ KİTABINDA BASILAN BİLDİRİLER

1. **Kartal, A.**, Meral, M., Konukseven, Ö., Cetinkaya, Ü.C., Uludağ, B., Adalı, İ., C-VEMP Test Parameters in Patients with Motion Sickness: Latency, Amplitude and Asymmetric Ratio, 14th Congress of the European Federation of Audiology Societies. 22-25 May, 2019. Lisbon, Portugal
2. Cetinkaya, Ü.C., Konukseven, Ö., **Kartal, A.**, Meral, M., Uludağ, B., Evaluation Of Hearing And Balance System In Childhood With Chronic Renal Failure, 14th Congress of the European Federation of Audiology Societies. 22-25 May, 2019. Lisbon, Portugal
3. Meral, M., **Kartal, A.**, Konukseven, Ö., Cetinkaya, Ü.C., Uludağ, B., Adalı, İ., Age-Related Treatment Effect On Sudden Hearing Loss, 14th Congress of the European Federation of Audiology Societies. 22-25 May, 2019. Lisbon, Portugal
4. Adalı, İ, Konukseven, Ö., Cetinkaya, Ü.C., **Kartal, A.**, Meral, M., Uludağ, B., What are the Differences Between Canalolithiasis and Cupulolithiasis in patients with BPPV: Latency, Direction, Duration and Age Distribution, 14th Congress of the European Federation of Audiology Societies. 22-25 May, 2019. Lisbon, Portugal

## YAZILAN ULUSLARARASI KİTAPLAR VEYA KİTAPLARDA BÖLÜMLER

1. Çetinkaya Ü.C., **Kartal A.**, Can S, Çelebi U.C., Anketler, Temel Vestibüler Rehabilitasyon El Kitabı, Ed. Özlem Konukseven, US Akademi, İstanbul, 2019, ISBN978-605-9358-71-2

## ULUSAL BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN VE BİLDİRİ KİTABINDA BASILAN BİLDİRİLER

1. **Kartal A**, Konukseven Ö, Komar E, Kabasakal A, Meral M, Çetinkaya Ü.C, Kaya Ş, Adalı İ, Dinçer D’Alessandro H, “İşitme Taramasında Yeni Bir Yöntem: Normal İşiten Bireylerde Self Servis İşitme Tarama Sonuçları”, 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi,11-13 Ekim, İstanbul, Türkiye
2. Konukseven Ö, Özyürek H, Karstarlı C, Erdem G, Meral M, Çetinkaya Ü.C, **Kartal A**, Kaya Ş, Adalı İ, Dinçer D’Alessandro H, “İşitme Kayıplı Bireylerde Self Servis İşitme Tarama Sonuçları”, 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi,11-13 Ekim, İstanbul, Türkiye
3. Konukseven Ö, Meral M, Şafakoğlu E.H, Tekinay B, Mola M, **Kartal A**, Çetinkaya Ü.C, Adalı İ, Dinçer D’Alessandro H, “Hareket Hastalığı Duyarliliğinin Latans, Şiddet Ve Asimetri Oranı İle Değerlendirilmesi”, 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi,11-13 Ekim, İstanbul, Türkiye
4. Külekçi S, Uludağ B, Erten C, Pekdemir C, Kayıkcı H, Lülecioğlu A, **Kartal A**, Meral M, Adalı İ, Konukseven Ö, “İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Yanıtlarında Uyarın Tekrar Oranındaki (Rate) Değişikliğin Latans Değerleri Üzerindeki Etkisi”, 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi,11-13 Ekim, İstanbul, Türkiye
5. Adalı İ, Çetinkaya Ü.C, Çiçek E, Karabıyık M, Kılınç M, Meral M, **Kartal A**, Dinçer D’Alessandro H, Konukseven Ö, “500 Hz Tone Burst Uyarın İle Yapılan İşitsel Beyin Sapı Yanıtlarında Polarite Değişikliğinin Latans, Uyarın Şiddeti ve Morfoloji Üzerine Etkisi”, 9. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi,11-13 Ekim, İstanbul, Türkiye