



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE MASKİNG LEVEL DIFFERENCE TEST
SONUÇLARININ UYGULAMA YAPILAN FREKANS DEĞİŞİKLİĞİNDEN
ETKİLENİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

Seher ÇINAR

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Temmuz 2023**

SAĞLIKLI YETİŞKİN BİREYLERDE MASKİNG LEVEL DIFFERENCE TEST
SONUÇLARININ UYGULAMA YAPILAN FREKANS DEĞİŞİKLİĞİNDEN
ETKİLENİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Seher ÇINAR

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı
Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Füsun SUNAR

Konya
Temmuz 2023

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.²

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

Temmuz 2023

Seher ÇINAR

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

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

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

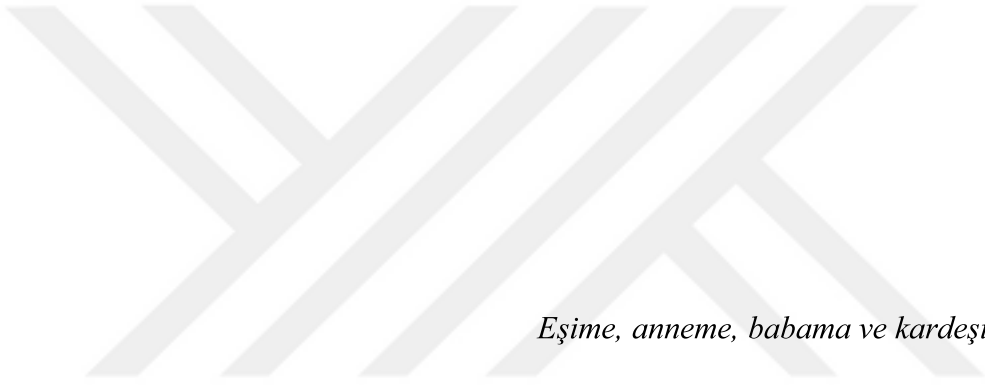
⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Doç.Dr. Füsün SUNAR danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez/proje çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

28 Temmuz 2023

Seher ÇINAR



Eşime, anneme, babama ve kardeşime ithafen...

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresi boyunca desteğini hep hissettiğim saygıdeğer tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Füsün SUNAR'a;

Eğitim, öğretim ve meslek hayatım boyunca bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, üzerimde büyük emeği olan tüm değerli bölüm hocalarıma;

Tezimin oluşmasında veri toplama sürecinde gönüllülük esasında çalışmama katılıp, katkı sağlayan tüm katılımcılara;

Tez sürecimde yanımda olup katkıda bulunan arkadaşlarım Rüveyda SÖYLEMEZ'e ve Hatice Nur BAYSAL'a;

Tüm süreç boyunca benden desteğini, sevgisini hiç esirgemeyen ve hep yanımda olduğunu hissettiren canım eşim Mehmet ÇINAR'a,

Her zaman koşulsuz şartsız arkamda duran, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, beni her zaman daha iyisi için teşvik eden ve mutluluğumu benden çok düşünen canım annem Mukadder SAZAN'a ve sevgili babam Göksel SAZAN'a;

Güzel enerjisi ve sevgisiyle hep yanımda olan birtanecik kardeşim Didar SAZAN'a;

Sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

28 Temmuz 2023

Seher ÇINAR

ÖZET

Seher ÇINAR

Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Masking Level Difference Test Sonuçlarının Uygulama

Yapılan Frekans Değişikliğinden Etkileniminin Araştırılması

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2023

Binaural gürültü varlığında, monaural veya binaural olarak sunulan bir sinyalin, kulaklar arası faz farkı oluşturulmasından yararlanarak algılanma veya tanınma yeteneğindeki iyileşmesi, masking level difference (MLD) olgusunu oluşturmaktadır. Bu olgu tanımlandığından bu yana yapılan araştırmalar sonucunda oluşturulan MLD testi odyolojik değerlendirmede binaural etkileşimi değerlendirebilmenin yollarından biri olmuştur. MLD test uygulamasında genellikle sinyal frekansı olarak 500 Hz kullanılmaktadır ancak masking level difference test uygulamasında verimli aralık olarak tespit edilen alçak frekans bölgesi için ülkemizde yapılmış bir değerlendirmeye ulaşamamıştır. Bu sebeple çalışmada, normal işiten bireylerde farklı uyaran frekanslarında uygulanan MLD test sonuçlarının yaş ve cinsiyet faktörleri de göz önüne alınarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya, normal işitme fonksiyonuna sahip 18-30, 30-45 ve 45-75 yaş aralıklarında olmak üzere üç grup ve her grupta 20 birey olacak şekilde toplamda 60 birey dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan katılımcılara akustik immitansmetrik ölçümler uygulanmış, saf ses ve konuşma odyometri değerlendirmeleri yapılmıştır. Normal işitme fonksiyonuna sahip olduğu tespit edilenlere MLD testi uygulanmıştır. MLD testi, dar bant maskeleyici gürültü kullanılarak 125, 250, 500 ve 750 Hz uyaran frekanslarında değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda, MLD uygulama koşullarından olan SoNo değerinin frekans artışıyla ters orantılı, S π No değerinin frekans artışıyla doğru orantılı ve MLD test sonuçlarının frekans artışıyla ters orantılı bir etkileşim gösterdiği tespit edilmiştir. Test edilen tüm MLD uygulama frekanslarında, normal işitmeye sahip olunmasına rağmen yaş artışı ile binaural etkileşim becerisinin azaldığı ancak cinsiyete bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilemediği görülmüştür. MLD ölçümlerinde farklı test parametrelerinde yapılacak değişikliklerin test sonuçları üzerine etkisini inceleyecek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler

Masking level difference, binaural etkileşim, frekans, yaşlanma

ABSTRACT

Seher ÇINAR

Investigation of the Effect of Masking Level Difference Test Results in Healthy Adult
Individuals with Application Frequency Change

Master's Thesis

Konya, 2023

In the presence of binaural noise, the improvement in the ability to be perceived or recognized by making use of the phase difference between the ears of a monaural or binaural signal constitutes the phenomenon of masking level difference (MLD). Since this phenomenon was defined, the MLD test, which was created as a result of researches, has been one of the ways to evaluate binaural interaction in audiological evaluation. In the MLD test application, 500 Hz is generally used as the signal frequency, but an evaluation made in our country for the low frequency region, which was determined as the efficient range in the masking level difference test application, could not be reached. For this reason, in this study, it was aimed to evaluate the MLD test results applied at different stimulus frequencies in individuals with normal hearing, taking into account age and gender factors. Three groups of 18-30, 30-45 and 45-75 age groups with normal hearing function and 20 individuals in each group, a total of 60 individuals were included in the study. Acoustic immittance measurements were applied to the participants who met the inclusion criteria, and pure tone and speech audiometry evaluations were made. The MLD test was applied to those who were found to have normal hearing function. The MLD test was evaluated at stimulus frequencies of 125, 250, 500 and 750 Hz using narrowband masking noise. As a result of the evaluations, it has been determined that the SoNo value, which is one of the MLD application conditions, is inversely proportional to the frequency increase, the S π No value is directly proportional to the frequency increase, and the MLD test results are inversely proportional to the frequency increase. In all MLD application frequencies tested, despite having normal hearing, binaural interaction skills decreased with increasing age, but no statistically significant difference was observed depending on gender. It is recommended that studies be conducted to examine the effects of changes in different test parameters in MLD measurements on test results.

Keywords

Masking level difference, binaural interaction, frequency, aging

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM.....	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Binaural İşitmenin Avantajları	4
2.1.1. Binaural Gürlük Sumasyon (Binaural Loudness Summation)	4
2.1.2. Başın Gölge ve Kırınım Etkisi.....	5
2.1.3. Lokalizasyon ve Lateralizasyon.....	6
2.1.4. Binaural Fusion.....	11
2.1.5. Binaural Beats.....	11
2.1.6. Auditory Stream Segregation	12
2.1.7. Masking Level Difference (MLD)	13
2.2. Binaural Etkileşim Testleri.....	13
2.3. Masking Level Difference Testi.....	15
2.3.1. MLD terminolojisi ve maskeleme paradigmaları	15
2.3.2. Uyaran parametreleri.....	18
2.3.3. MLD test prosedürleri	19
2.3.4. MLD değeri ve normal aralığı	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	22
3.1. Bireyler.....	22
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	22
3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri.....	23
3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem	23

3.2.1.	Akustik İmmitansmetrik Değerlendirme	24
3.2.2.	Saf Ses ve Konuşma Odyometri Değerlendirmesi.....	24
3.2.3.	Masking Level Difference Değerlendirmesi	25
3.3.	Kullanılan Cihazlar	25
3.4.	İstatistiksel Analiz	27
4.	BULGULAR	28
5.	TARTIŞMA	47
6.	SONUÇ	53
	KAYNAKLAR.....	55
	ÖZGEÇMİŞ.....	66
	ETİK KURUL İZNİ.....	67

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Maskeleme Paradigmaları	16
Tablo 2. Araştırma grubunun yaş ve cinsiyet dağılımları	28
Tablo 3. Çalışma grubunun sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları ...	29
Tablo 4. Çalışma grubunun sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları .	30
Tablo 5. Çalışma grubunun sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçları.....	31
Tablo 6. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, S π No, MLD test sonuçları.....	32
Tablo 7. Sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş gruplarına göre karşılaştırılması.....	33
Tablo 8. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş gruplarına göre karşılaştırılması.....	35
Tablo 9. Sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçlarının yaş grubuna göre karşılaştırılması	36
Tablo 10. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, S π No, MLD test sonuçlarının yaş grubuna göre karşılaştırılması	37
Tablo 11. Sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ile ilişkisi ...	38
Tablo 12. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ile ilişkisi.	40
Tablo 13. Sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçlarının yaş grubuna göre karşılaştırılması.....	41
Tablo 14. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, S π No, MLD test sonuçları ile yaşın ilişkisi.....	42
Tablo 15. Sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması.....	43
Tablo 16. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması.....	44
Tablo 17. Sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması	45
Tablo 18. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, S π No ve MLD test sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 100, 400 ve 1000 Hz de binaural ve monaural saf ses uyaranların ses şiddetinin büyüklük tahminleri.....	5
Şekil 2. Düşük ve yüksek frekanslı ses sinyallerinde başın gölge etkisi	5
Şekil 3. Başın gölge etkisi	6
Şekil 4. Kulaklar arası zaman farkı (ITD) ve kulaklar arası şiddet farkı (ILD) ipuçları ..	8
Şekil 5. (a) Başın etrafındaki horizontal azimut açıları (b) Vertikal olarak yükselme açıları.....	9
Şekil 6. Çeşitli paradigmalarda masking level difference değerleri (MLD).....	17
Şekil 7. Video otoskop cihazı	25
Şekil 8. Interacoustics titan geniş bant timpanometre cihazı	26
Şekil 9. Klinik odyometre cihazı	26
Şekil 10. Araştırma grubunun yaş dağılımı.....	28
Şekil 11. Araştırma grubunun cinsiyet dağılımı	29

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
°	Derece
+	Artı
-	Eksi
±	Artı ya da eksi
π	Pi
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
≤	Küçüktür veya eşittir

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
ANSI	American National Standards Institute
ASHA	American Speech-Language Hearing Association
BMLD	Binaural Masking Level Difference
CAPD	Santral İşitsel İşleme Bozukluğu
daPa	Dekapascal
dB	Desibel
Hz	Hertz
ILD	Kulaklar Arasındaki Şiddet Farklılıkları
ITD	Kulaklar Arasındaki Zaman Farklılıkları
kHz	Kilohertz
MLD	Masking Level Difference
MMA	Minimum İşitilebilir Açık
SD	Konuşmayı Ayırt Etme Skoru
SOC	Superior Olivary Complex
SPL	Sound Pressure Level (Ses Basınç Seviyesi)
SRT	Konuşmayı Alma Eşiği
SS	Standart Sapma

1. GİRİŞ

İşitme, bireyin topluma dahil edilmesi ve insan iletişiminin temelini oluşturması sebebiyle yaşamın içinden bir parçadır. İşitmenin doğal uzantısı olan işitme algısı, iletişimin temelinde bulunan konuşma algısı ve konuşma üretimi iç içe geçmiş bağlamlardır (Gürses, 2019; Hauser vd., 2002). İşitme sistemi, rekabetçi faktörler varlığında (gürültü vb.) konuşma seslerini algılamak ve anlamak gibi akustik olayların işlenmesinde görev almaktadır. İşitsel işleme ise santral sinir sisteminin işitsel bilgileri kullanmasındaki verimliliği ve etkililiği ifade etmektedir. İşitsel işlemeyi içeren santral işitsel işlevler arasında, zamansal işleme ve binaural etkileşimin olduğu bilinmektedir. Zamansal işitsel işlemenin özellikle konuşmayı algılamada, ince ipuçlarını ayırt etmede, fonemleri ve ayırt edici özelliklerini tanıma ve benzer kelimeleri ayırt etmede önemli olduğu vurgulanmıştır. Öte yandan binaural etkileşim, interhemisferik işbirliği ile ilgili uyaranların entegrasyonunu veya ayrılmasını sağlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Paula vd., 2017).

Binaural etkileşim testleri, dinleyicinin her iki kulağa iletilen eşit ve/veya eşzamanlı olmayan tamamlayıcı işitsel bilgileri işleme yeteneğini değerlendirir (Mendes vd., 2017; Musiek vd., 2005). Beyin sapının, santral işitsel sinir sisteminin her iki kulağa sunulan bilgileri tamamlayıcı bir şekilde iletmeye yeteneğine aracılık ettiği ve binaural etkileşim testlerinin temel değerlendirme merkezi olduğu bilinmektedir (Mendes vd., 2017; Tremblay vd., 2003).

Binaural etkileşim, en önemli işitsel süreçlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) gibi uluslararası kuruluşlar, santral işitsel işlemenin davranışsal değerlendirmesinin, binaural etkileşim mekanizmasını değerlendirmek için en az bir test içermesini önermektedir (ASHA, 2005; de Carvalho vd., 2021; Mendes vd., 2017). Santral işitsel işlemin değerlendirilmesi, odyolojik inceleme açısından periferik işitsel sistemin değerlendirilmesine göre daha zorlanılan bir alandır. Bu durumun kaynağı periferik işitsel sistem tarafından algılanan bilginin santral işitsel sistem tarafından nasıl değerlendirildiğinin test edilmeye çalışılmasından kaynaklanmaktadır. Santral işitsel sistemin periferik sistemden aldığı uyaranları çaprazlamalar (intrinsik redundansı) ve bilateral yollarla birden fazla alanda konumlandırması ve aldığı uyaranların özellikleri

bozulmadan sistem içinde tekrarlanması (ekstrinsik redundansı), santral işitsel işlemlenin saf ses uyaran ile test edilebilirliğini azaltmıştır. Santral işitsel işleme sisteminin değerlendirilebilmesinde yapının karmaşıklığını ve özelliklerini göz önüne alarak, uygulanacak olan test parametrelerinin sistemin bahsedilen özelliklerini aşacak bir mekanizmaya sahip olması istenmektedir. Bu sebeple, filtre edilmiş, hızlandırılmış, yavaşlatılmış ve distorte sözel uyaranlarla oluşturulmuş konuşma testleri kullanılmaktadır. Ancak saf ses uyaran kullanılarak oluşturulan işitsel işleme testlerinden de yararlanılmaktadır (Güven ve Mutlu, 2003).

Hirsh (1948) ve Licklider (1948) tarafından yapılan çalışmalarda tanımlanan Masking Release (Maskeleye Salınımı) yani Masking Level Difference (MLD), işitme eşikleri normal aralıkta olan bireylerde kulaklar arasında herhangi bir uyaranda faz ilişkisinin 180° değişikliği ile (antifazik) uygulanmasının, fazın 0° durumundaki uygulanmasına (homofazik) göre düzelmesi ve bilateral kulak avantajı oluşturması olarak tanımlanmaktadır (Gürses, 2019; Güven ve Mutlu, 2003; Paula vd., 2017). Araştırmalar, maskeleyenin homofazik durumda daha etkili olduğunu defalarca ortaya koymuştur (Harris vd., 1992; Olsen vd., 1976; Licklider, 1948). MLD, uluslararası literatürde beyin sapı işlevinin değerlendirilmesi için daha güvenilir davranış testlerinden biri olarak kabul edilmiştir (Burnham, 2010; Mendes vd., 2017).

Çalışmamızın amacı, normal işiten bireylerde Masking Level Difference testinde, uyaran parametrelerinden biri olan hedef uyaran frekansının, test sonuçları üzerine etkisini incelemek ve uygulama yapılan her frekansta yaş ve cinsiyet etkilenimini analiz etmektir. Bu incelemede, çalışma grubumuz içinde belirlemiş olduğumuz üç farklı yaş grubuna (18-30, 30-45, 45-75 yaş aralıklarında), 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz ve 750 Hz hedef uyaran frekanslarında, dar bant gürültü kullanılarak uygulanması hedeflenmiştir. Uygulama yapılacak olan tüm frekanslarda yaşın ve cinsiyetin Masking Level Difference paradigmlarına ve sonuçlarına etkisini gözlemlemek bir diğer hedefimizdir. Literatürdeki çalışmalar ve öneriler göz önüne alınarak, MLD testinin farklı uyaran frekanslarında, yaş ve cinsiyet aralıklarına göre araştırılması, literatüre önemli bir değer olarak yansıtacaktır.

Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

H1: MLD test uygulamasında kullanılan 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz ve 750 Hz frekanslarında uygulama sonuçları arasında anlamlı bir fark vardır.

H2: MLD testinde 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz ve 750 Hz frekanslarında uygulama sonuçları ve yaş artışı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3: MLD testinde 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz ve 750 Hz frekanslarında uygulama sonuçları ve cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki vardır.



2. GENEL BİLGİLER

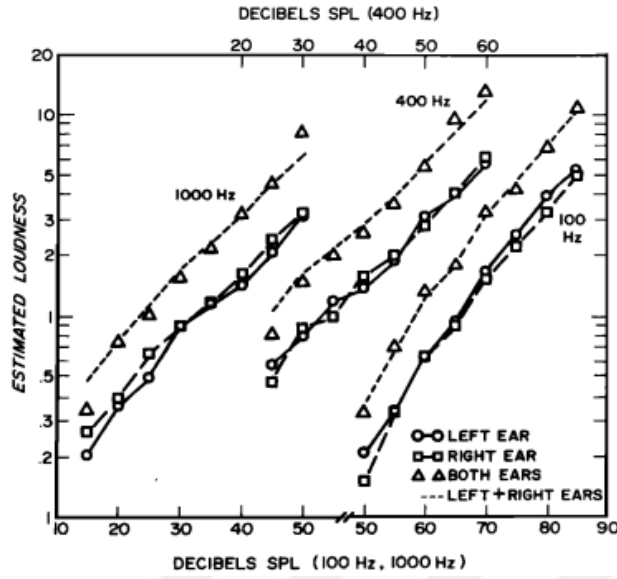
2.1.Binaural İşitmenin Avantajları

Binaural işitmenin aşağıda belirtilen birçok avantajı vardır.

2.1.1. Binaural Gürlük Sumasyon (Binaural Loudness Summation)

Binaural işitme ile duyulan sesin algılanması için gerekli olan ses şiddeti, aynı sesin monoaural işitme ile algılanma seviyesine ulaşması için gerekli olan ses şiddetinden daha küçüktür. Binaural yani iki kulak ile işitmenin, tek kulaktan işitmeye göre olan bu üstünlüğü ile oluşan eşik avantajı binaural sumasyon olarak tanımlanır (Gelfand, 2010; Hirsh, 1948). Binaural sumasyon ile ilgili eşik avantajında temel bulgu; iki kulak arasında herhangi bir tek taraflı eşik farkı varsa ve her iki kulakta duyum düzeyi açısından eşit olacak şekilde eşik farkı düzeltilirse, binaural eşğin monoaural eşikten yaklaşık 3 dB daha düşük olacağı yönündedir. Örneklendirmek gerekirse, sağ kulakta eşik 11 dB ve sol kulakta 16 dB'lik eşik varlığında arasındaki farkı düzeltmek için binaural uyaran sol kulakta 5 dB daha yüksekte sunulur. Ortaya çıkan binaural eşik, bu eşitlenmiş tek sesli eşiklerin yaklaşık 3 dB altında olacaktır (Gelfand, 2010; Keys, 1947; Porsolt ve Irwin, 1967; Shaw vd., 1947). Binaural sumasyonun uyaran değişikliğinden bağımsız olduğu, yani uyaran beyaz gürültü veya konuşma olduğunda benzer binaural avantajlar gösterdiği bildirilmiştir (Gelfand, 2010).

Şekil 1 'de 100, 400 ve 1000 Hz de binaural ve monoaural saf ses uyaranların ses şiddetinin büyüklük tahminleri verilmiştir. Gürlük algısı binaural işitme ile artmaktadır, bu da binaural sumasyonun gürlük algısını arttırdığını göstermektedir. Ses yüksekliği seviyesi ölçümlerine dayanarak, Fletcher ve Munson (1933) tarafından yapılan araştırmada belirli bir dB 'de sunulan bir uyaranın, iki kulaktan duyum ile olan gürlük algısının tek kulaktan duyum ile olan gürlük algısından iki kat daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Binaural işitsel uyaran girdisi ile gürlük algısındaki artış monoaural girdiye oranla bazı kaynaklarda yaklaşık iki katı olarak ele alınsa da ANSI S3.4-2007 (R2012) 'ya göre 1.3–1.7 aralığındadır (Epstein ve Florentine, 2009; Marozeau vd., 2006).

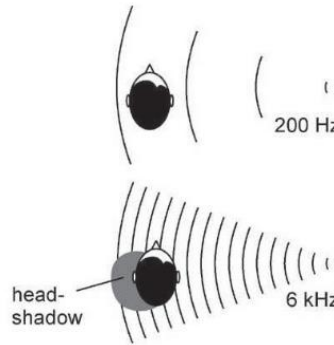


Şekil 1. 100, 400 ve 1000 Hz de binaural ve monaural saf ses uyaranların ses şiddetinin büyüklük tahminleri

Kaynak: Marks, (1978)

2.1.2. Başın Gölge ve Kırınım Etkisi

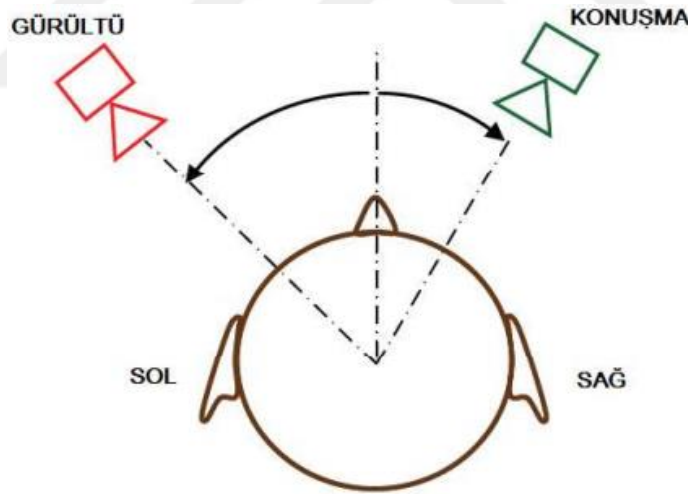
Belirli bir kaynaktan oluşan akustik sinyaller, sağ ve sol kulak arasında kaynağa yakınlık açısından baş engelinden etkilenirler. Başının çapına benzer veya daha küçük bir dalga boyuna sahip olan yüksek frekanslı ses dalgaları için, baş ses kaynağından uzak kulağa ses dalgası iletiminde bir gölgeleme etkisi oluşturacaktır. Şekil 2’de düşük ve yüksek frekanslı ses sinyallerinde başın gölge etkisi gösterilmiştir. Ses dalgasının bu gölgelenmesi ve kırılımı ile her bir kulak içi ses sinyali arasındaki yoğunluk farkı ve ortaya çıkan kodlanmış sinyaller de farklılık gösterecektir (Wall vd., 2008).



Şekil 2. Düşük ve yüksek frekanslı ses sinyallerinde başın gölge etkisi

Kaynak: Wall vd., (2008, ss.2642)

Şekil 3'te gösterildiği gibi, başın farklı yönlerine biri sinyal, diğeri gürültü üreten iki farklı kaynak yerleştirildiğinde, sağ ve sol kulakta oluşacak olan sinyal gürültü oranı farklılık göstererek başın kırınım modelini oluşturacaktır. Baş konumu gereği gürültüden uzak olan kulak tarafında gürültüyü azalttıkça sinyal gürültü oranı artarken, gürültünün üretildiği kaynağa yakın olan kulak tarafında ise sinyal gürültü oranı azalacaktır. Başın kırınım etkisi sonucunda, iki kulak arasında sinyal gürültü oranında (frekanslar arası ortalama) 15 dB'den fazla bir fark oluşturabilir. Sinyal ve gürültü kaynakları yaklaşırsa veya frekans spektrumları darsa etkinin boyutu daha az olacaktır ve birkaç dB'i geçmeyebilir. Binaural işitme ile başın gölge etkisi, sesin kaynağına dönük kulağı koruyarak avantaj sağlar. Bu da gürültüde konuşmayı anlamayı kolaylaştırır. Ancak başın gölge etkisi, tek taraflı işitme kaybı yaşayan bireylerde ses lokalizasyonunda ve konuşmayı anlamada dezavantaj yaratabilir. Bu dezavantaj, dağınık arka plan gürültüsünün varlığında artmaktadır (Avan vd., 2015; Litovsky vd., 2021).



Şekil 3. Başın gölge etkisi

Kaynak: Şahin, (2021)

2.1.3. Lokalizasyon ve Lateralizasyon

İşitsel uyarıların lokalizasyonu (kaynağın yönünü belirleme) ve lateralizasyonu (kafadaki yer algısı) çalışmaları 1920'lerin sonlarına kadar uzanır (Greene, 1929). Bu tarihten sonra birçok araştırmacı, lokalizasyon ve lateralizasyon mekanizmalarını ve

çeşitli lezyonların dinleyicilerin işitsel uyarınları lokalize etme veya lateralize etme yetenekleri üzerindeki etkilerini incelemiştir (Bellis, 2011).

2.1.3.1.Lokalizasyon

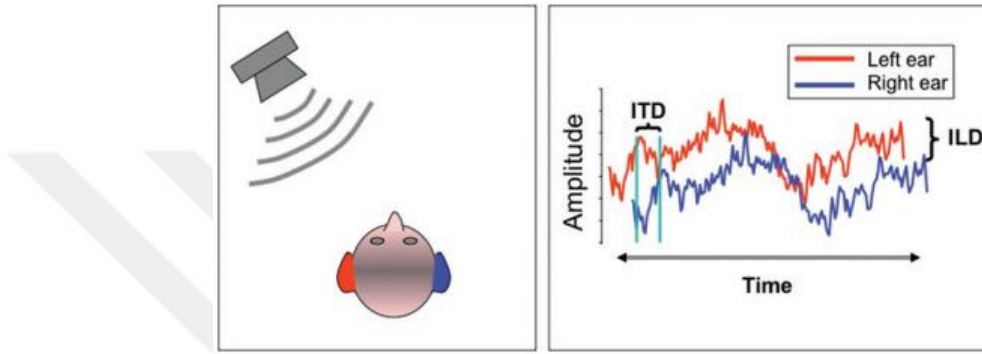
Etrafımız birçok farklı sesle çevrilidir ve bu seslerin nereden geldiğini ve bizden ne kadar uzakta olduklarını kolayca tespit edebiliriz (Shiraishi, 2021). Ses lokalizasyonu, bir ses kaynağının yerini tespit etmemizi temsil eder. Beyin, ses kaynaklarının yerini belirlememize izin vermek için yoğunluk, spektral ve zamanlama ipuçlarındaki ince nüansları kullanır (Blauert, 1997; Thompson, 2005). Seslerin yerini doğru bir şekilde analiz etme yeteneği, sesteki binaural bilgi çıkarma yeteneği ile doğrudan bağlantılı olan işitsel sistemin önemli bir özelliğidir (Kerber ve Seeber, 2012).

Rayleigh, (1907) tarafından önerilen ‘Dupleks Teorisi’, horizontal düzlemde her bir kulağa ulaşan seslerin, kulaklar arasındaki zaman farklılıkları (ITD) ve kulaklar arasındaki şiddet farklılıkları (ILD) ile sesleri lokalize etme yeteneği için bir açıklama sağlar (Risoud vd., 2018).

Şekil 4’ te gösterildiği gibi, baş konumuna göre başın sol tarafına yerleştirilmiş bir hoparlörden gelen sinyal, uzak (sağ) kulağa ulaşabilmek için yakın (sol) kulağa göre daha uzun bir yol izlemelidir. Düşük frekanslı sesler başın etrafındaki yoldan daha uzun dalga boylarına sahiptir, böylece başın etrafından uzak kulağa kırınım gerçekleştirirler. Bu nedenle, kulaklar arası zaman farkları (ITD), sesin dalga boyunun, sinyalin yakın (sol) kulaktan uzak (sağ) kulağa gitmesi gereken mesafeden daha büyük olduğu düşük frekanslar için lokalizasyon ipuçları sağlar. Bu durumun aksine, yukarıdaki bölümde anlatıldığı üzere, yüksek frekansların baştan daha küçük dalga boyları vardır, böylece uzak (sağ) kulağa giden yolda bloke edilerek gölge etkisi oluşturulur. Başın gölge etkisi, uzak kulaktaki sinyalin yoğunluğunun azalmasına neden olarak yüksek frekanslarda kulaklar arasında şiddet farklılıkları oluşturur (Gelfand, 2010).

Önden gelen seslerde kulaklar arası zaman farkı sıfırdır. Başın bir tarafında üretilen ses için maksimum gecikme süresi yaklaşık 0,6 milisaniyedir. Eğitimli bir kulak, 30 mikrosaniye kadar küçük bir zaman farkını algılayabilir. ITD, 1500 Hz’in altındaki frekanslarda ses kaynaklarının yerini belirlemede esastır, ancak daha yüksek frekanslarda belirsizleşir. Konuşma gibi genlik modülasyonlu karmaşık sesler söz

konusu olduğunda, bazen kulaklar arası zarf farkı olarak bilinen, iki kulak arasındaki ses zarfının varış zamanında algılanan fark sayesinde, ITD 1500 Hz üstü frekanslarda da geçerliliğini koruyabilir. Ancak, zarf ipuçları, serbest bir alanda azimut lokalizasyonunun belirlenmesinde çok az rol oynar. Kulaklar arası şiddet farklılıkları ise 1500 Hz üstü yüksek frekanslarda ses lokalizasyonunda esastır ve bu fark 20 dB kadar büyük bir değer olabilir (Litovsky vd., 2021; Prasad, 2020; Risoud vd., 2018).

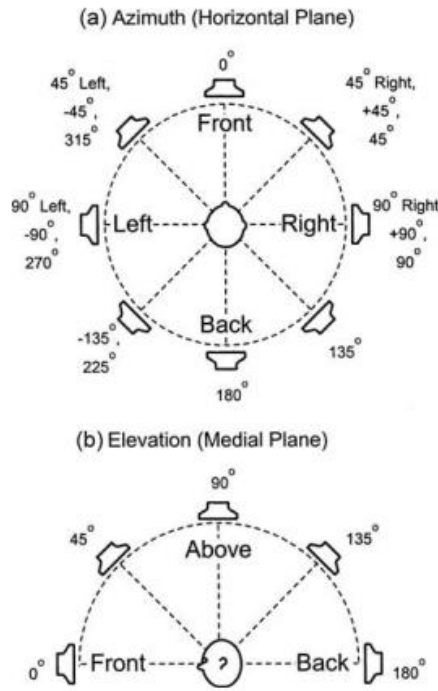


Şekil 4. Kulaklar arası zaman farkı (ITD) ve kulaklar arası şiddet farkı (ILD) ipuçları

Kaynak: Litovsky, (2015, ss.64)

Vertikal düzlemde lokalizasyon, sesin spektral özelliğine bağlıdır. Gövde, omuzlar, baş ve özellikle kulak kepçesi (pinna) gelen ses dalgalarını yansıma, kırınım ve soğurma yoluyla engelleyen filtre görevi görür. Bu yansıma, kırınım ve soğurma etkisi ses spektrumunu kaynağına göre değiştirir: kaynağı vertikal düzlemde konumlandırılan belirli frekans bantlarında spektral tepe noktaları veya spektral çentikler oluşturarak sesin başa göre yükseldiği algısı oluşur. Buna pinna etkisi denir. Bu etki, vertikal düzlemdeki lokalizasyonlarda ve/veya sesleri tek kulakla lokalize etmeye (monaural işitme) çalışırken geçerlidir (Gelfand, 2016; Gürses, 2019; Musicant ve Butler, 1984; Risoud vd., 2018). Horizontal yönler, Şekil 5(a)'de gösterildiği gibi başın etrafındaki azimut açıları olarak ifade edilmiştir. Düz önden gelen seslerin azimutu 0° ve doğrudan arkadan gelenlerin azimutu 180° 'dir. Diğer azimutlar genellikle merkezin sağındaki (+) veya solundaki (-) derece sayısı olarak verilir. Merkezden sağa 45° kadar sapan bir hoparlörün azimutu 45° sağ veya $+45^\circ$ ve merkezden sola 45° kadar sapan bir

hoparlörün azimutu 45° sol veya -45° 'dir. Azimutlar bazen başın etrafında sağa doğru giden toplam derece sayısı cinsinden ifade edilir, bu durumda 45° sağ 45° ve 45° sol 315° olur. Vertikal yönler, Şekil 5(b)'de gösterildiği gibi (genellikle önden arkaya orta düzlem boyunca) yükseklik açıları olarak ifade edilir. Bu durumda, 0° yükseklik dümdüz ileri, 90° yükseklik doğrudan başın üzerinde ve 180° yükseklik doğrudan başın arkasında anlamına gelir (Gelfand, 2010).



Şekil 5. (a) Başın etrafındaki horizontal azimut açıları (b) Vertikal olarak yükselme açıları

Kaynak: Gelfand, (2010)

Ses lokalizasyonuna ek olarak, binaural işitme avantajı iki ses kaynağı arasında ayırım yapabilme yeteneğini de desteklemektedir. Başın etrafındaki konumları derece cinsinden ifade ettiğimiz gibi, iki ses kaynağı arasındaki mesafe de derece cinsinden verilir. İki ses kaynağı arasındaki algılanabilir en küçük ayırım, Minimum İşitilebilir Açı (MMA) olarak adlandırılır. Ses kaynakları doğrudan başın önündeyse, birbirinden yalnızca 1° ile 2° uzaklıkta olan ses kaynaklarını ayırt edebilirken iki ses kaynağı yana doğru hareket ettikçe MMA büyür (zayıflar) (Gelfand, 2010, 2016; Mills, 1972).

2.1.3.2.Laterilizasyon

Serbest alanda oluşan sesin yukarıdaki bölümde de anlatıldığı gibi kulaklar arası zaman ve şiddet farklılıklarıyla iki kulağımıza ulaştığı bilinmektedir. Bu farklılıklar dinleyicinin serbest alandaki seslerin lokalizasyonunu sağlayabilmesi açısından önemlidir. Bu kulaklar arası parametreleri birbirinden bağımsız olarak değerlendirebilmek oldukça zordur. Uyarının kulaklık üzerinden bireye ulaşması ile kulaklar arası zaman ve şiddet farklılıklarının kontrol edilebilmesi sağlanır. Bu farklılıkların kontrollü bir şekilde değerlendirilebilmesi için uyarılar kulaklık aracılığıyla direk bireyin kulağına iletilir, böylece kulaklar arasında oluşacak şiddet farklılığı dışlanarak kulaklar arası zaman farklılıkları değerlendirilebilir (Gürses, 2019; Yost ve Dye, 1988; Yost ve Gourevitch, 1987).

Laterilizasyon ile ilgili yapılan çalışmalar lokalizasyon parametrelerinden edinilen bilgiyi netleştirmeyi ve daha ileriye götürmeyi hedeflemiştir. Bu parametrelerin kulaklık kullanımı ile detaylı incelemelerinin yapılabilmesi birçok çalışmaya konu olmuş ve ITD ve ILD ipuçlarının lateralizasyon üzerindeki etkileri incelemiştir (Gelfand, 2010; Grantham, 1984; Klumpp ve Eady, 1956; Yost vd., 1971; Yost ve Dye, 1988). Yapılan çalışmalar sonucunda ulaşılan genel bulgular lokalizasyon verileriyle uyumludur. Kulak arası zaman farkları yaklaşık 1500 Hz'e kadar, kulaklar arası şiddet farklılıkları ise yüksek frekanslar için birincil laterilizasyon işareti olama görevini üstlenir (Gelfand, 2010).

Binaural işitmenin işleyişini kavrayabilmek için, öncelikle ortamdaki çeşitli konumlarda bulunan ses kaynaklarından oluşan uyarıların akustik ipuçlarını dikkate almak gerekir. Hoparlörlerden sunulan uyarıların, çevrede yeri tespit edilebilen bir kaynaktan yani başın dışından geldiği algılanır. Kulaklıklardan sunulan uyarılar ise, iki kulak arasında lateralize edilmiş bir kaynaktan geliyormuş gibi, genellikle başın içinde algılanır. Ekstrakraniyal lokalizasyon ve intrakranial lateralizasyon arasındaki bu fark, aynı ses özelliklerine sahip bir uyarının hoparlörden ve kulaklıktan dinlenmesi sonucu kolayca deneyimlenebilir. Genel olarak, iki kulağa aynı anda çarpan aynı sesler, doğrudan dinleyicinin önünde (veya arkasında) veya kulaklıklar aracılığıyla başın merkezinde yanal bir kaynaktan lokalize ediliyormuş gibi algılanır (Gelfand, 2010; Litovsky vd., 2021).

2.1.4. Binaural Fusion

Günlük hayatın sesleri iki kulağa zaman, şiddet ve spektrum açısından biraz farklı gelse de, iki kulak tarafından alınan ayrı sinyaller tek, birleşmiş bir işitsel görüntü olarak algılanır. Bu sürece binaural fusion denir (Gelfand, 2010, 2016).

Binaural fusion deneylerinde, uyaran özelliklerinin kontrolünü sağlayabilmek için kulaklıklar aracılığı ile testler gerçekleştirilmiştir. İki kulağa sunulan sinyaller tamamen farklı ise birleşme gerçekleşmemekle beraber, benzer özellikli seslerde binaural işitsel sistemin avantajı öne çıkmakta ve binaural fusion gerçekleşmektedir. Tipik dinleme koşulları altında, birleşmiş ses algısı başın dışındaki bir yerden (ekstrakraniyal olarak) geliyormuş gibi algılanır; ancak sinyaller kulaklık aracılığıyla sunulduğunda başın içinde (intrakraniyal olarak) duyulur. Yapılan deneylerde kulaklıkla uygulanan ve her iki kulağa 300 Hz'lik bir saf sesi uygulaması sonucu sesin birleşmiş algısının başın ortasında oluşması bu durumu desteklemektedir. Binaural fusionun etkin rol oynadığı frekans aralığı 1500 Hz ve altıdır. Yüksek frekans bölgesinde uygulanan binaural fusion deneyleri, kulağa verilen iki farklı yüksek frekans saf ses uyarını iki ayrı ses olarak algılandığını göstermiştir. Ancak bu iki yüksek frekanslı saf sesin üzerine tek bir düşük frekanslı saf ses eklenerek oluşturulan modüle uyaran birleşmiş bir ses algısı oluşturmaktadır (Gelfand, 2010; Gürses, 2019; Leakey vd., 1958). Bu sonuçlar, işitme sisteminin, sinyallerin detayları farklı olsa bile, karmaşık sinyallerin düşük frekanslı zarflarını binaural fusion için kullandığını göstermektedir.

2.1.5. Binaural Beats

Her kulağa ayrı ayrı olacak şekilde frekans değerleri arasında küçük bir fark bulunan iki saf ses sunulduğunda, sunulan saf seslerin frekans farkına eşit bir frekansta genliği dalgalanan üçüncü bir ton algısı oluşur. Bu üçüncü tonun algısı, başta veya kulakların arasında yer alıyor olarak tanımlanır. Bu psikoakustik olguya binaural beats denir. Örneğin, sağ kulağa 400 Hz frekanslı bir saf ses ve aynı anda sol kulağa 420 Hz frekanslı ikinci bir saf ses verildiğinde, 20 Hz'lik bir binaural beats (vuruş) meydana gelir (Garcia-Argibay vd., 2019; Ross vd., 2014; Ingendoh vd., 2023).

Binaural beats algılanmasında bazı kısıtlamalar vardır. İlk olarak, Licklider vd., (1950) , sunulan uyaran frekanslarının, binaural beats ortaya çıkarabilmesi için maksimum 1000

Hz olması gerektiğini göstermiştir. Bunun nedeni, insan işitsel yolunun yalnızca 1 kHz'e kadar olan ses dalgalarını kodlayabilmesidir. İkincisi, binaural beats en iyi taşıyıcı frekanslarda (400 Hz ve komşu frekanslarda) algılanıyor gibi görünmektedir (Goodin vd., 2012). Üçüncüsü, Perrott ve Nelson, (1969), sunulan iki saf ses için maksimum frekans farkının 30 Hz civarında olması gerektiğini göstermiştir. 30 Hz ve üstü frekans farkları varlığında, iki saf ses, binaural beats algısını ortaya çıkarmak yerine ayrı ayrı algılanır (Ingendoh vd., 2023).

Licklider vd., (1950) binaural beats algısını frekans farklılıklarına bağlı olarak incelemiştir. 20 Hz'e kadar, binaural beats, 'tone fluctuating in loudness' olarak tanımlanırken, 20 Hz'den daha büyük frekans farkları 'rough sound' olarak tanımlanmaktadır. 3 Hz'lik bir farkın altında, binaural beats 'rotating tone' olarak tanımlanır; bu, başta kulaktan kulağa dönüyormuş gibi algılanan bir sestir (Ingendoh vd., 2023).

Binaural beats, işitsel yolda ortaya çıkan birleşik nöral aktivitelerinin bir sonucudur. İşitsel yolun her iki kulaktan girdi alan ilk yeri ve ses entegrasyonu için önemli bir yapı olan superior olivary complex (SOC), binaural beats algısında yer alan ana nöroatomik yapı olarak tanımlanmıştır (Kuwada vd., 1979; Ingendoh vd., 2023; Wernick ve Starr, 1968).

2.1.6. Auditory Stream Segregation

Bir veya daha fazla kişi aynı anda konuşurken bir kişinin söylediklerini takip edebilme yeteneğine kokteyl parti etkisi denir (Cherry, 1953). Konuşma sesi özelinde gerçekleşen kokteyl parti etkisi bir sesi diğerinden ayırdığımız tek durum değildir. Örneğin, bir şarkının sözlerini düzenli olarak müzikten ayırabilmek ve yoğun bir iş veya ev ortamında birçok ses kaynağı arasında ayırım yapabilmek mümkündür. Bu olgu, 'auditory scene analysis' (işitsel sahne analizi) veya 'sound source determination' (ses kaynağı belirleme) olarak tanımlanmıştır (Bregman, 1994). İşitme sisteminin harmoniklik, periyodiklik, ortak başlangıç (çeşitli işitsel frekans bantlarında eşzamanlı seviye artışı) ve frekansa bağlı binaural ipuçları gibi birçok işitsel olayın bu sürece katkıda bulunduğu kabul edilmiştir. İşitme sistemi, bu eş zamanlı işitsel olayları işlemleyerek kulağa ulaşan sinyallerin kaynaklarını tespit edebilmektedir. Bu

işlemlere ‘auditory stream segregation’ denir. Binaural işitme avantajlarından biri olan auditory stream segregation’da, işitme binaural değilde monoaural gerçekleştirildiği zaman etkisinde azalma gösterir. Monoaural dinleme esnasında daha az ses kaynağı tanımlanır ve daha az farklı işitsel olay oluşur (Blauert, 2013).

İlgili işitsel olaylara konsantre olma ve diğerlerini göz ardı etme yeteneği, dinleyiciler tarafından gürültüyü ve diğer istenmeyen sinyalleri kısmen bastırmak için kullanılabilir. Bu etki için kullanılan ortak terim, binaural noise suppression olarak tanımlanır. Bu, durum gürültülü ortamlarda uyarı sinyallerinin işitilebilirliği söz konusu olduğunda önemli hale gelebilir (Blauert, 2013).

2.1.7. Masking Level Difference (MLD)

Gürültüde sunulan bir işitsel sinyalin algılanabilirliğinin, sinyal veya gürültü arasındaki kulaklar arası ilişkilerde uygun değişiklikler yapıldığında belirgin şekilde arttığı bilinmektedir. Binaural işitsel sistem, gürültüyü maskeleyen bir arka planda sinüzoidal bir sinyali algılamak için kullanıldığında monoaural işitsel sisteme göre belirli avantajlar sergiler. Bu avantajlar Masking Level Difference olarak adlandırılır. Ayrıca Binaural Release from Masking, Binaural Squelch, Binaural Unmasking ve Hirsh Effect olarak da bilinir (Dolan, 1968; Schoeny, 1968).

Bu olgu, dinleyiciye herhangi bir gürültülü ortamda diotik sesler (dikotik sesler, her bir kulak tarafından bağımsız olarak duyulan seslerdir) alırken yardımcı olur. Birçok gürültü ve sesin iç içe geçtiği bir ortamda santral sinir sistemi binaural seçicilik ile sadece bir kişinin konuşmasına odaklanırken araya giren sesleri bastırabilmektedir. Bu durum, gürültülü ortamlarda daha iyi iletişimi sağlar (Prasad, 2020).

MLD'nin beyin sapı seviyesinde meydana gelen binaural etkileşim etkisinin bir sonucu olduğu desteklenmektedir (Durlach, 1963; Goldstein ve Stephens, 1975; Santiago vd., 2020).

2.2.Binaural Etkileşim Testleri

İşitsel işleme, santral sinir sisteminin işitsel bilgileri kullanabilme verimliliği ve etkililiğini ifade eder. Santral sinir sisteminde işitsel bilginin algısal olarak işlenmesi ve bu işlemin altında yatan, elektrofizyolojik işitsel potansiyellere yol açan

nörobiyolojik aktiviteye ‘işitsel işleme’ denir (ASHA, 2005). İşitsel olayın gerçek algısı kortekste gerçekleşiyor gibi görünse de, beyin sapı içindeki işitsel yapıların binaural etkileşimin meydana gelmesi için ana merkez olduğu bilinir. Ponsdaki superior olivary kompleks, santral işitsel sinir sisteminde binaural girdiyi alan en kaudal yapıdır, bu da alt beyin sapının binaural etkileşim için özellikle kritik olduğunu gösterir (Bellis, 2011).

Santral işitsel işleme değerlendirmelerinin amacı, santral işitsel sinir sistemini farklı düzeylerde değerlendirebilmektir. Santral işitsel işleme değerlendirmesinde herhangi bir testin etkililiği farklı değerlendirme araçlarıyla karşılaştırılması incelenerek belirlenir (Katz, 2015; Paula vd., 2017).

ASHA, (2005), tarafından yayınlanan santral işitsel işleme bozukluğu (CAPD) hakkındaki teknik raporda santral işitsel fonksiyonun değerlendirilmesi için geliştirilen testler aşağıda sıralanmıştır;

- binaural etkileşim testleri
- dikotik konuşma testleri
- işitsel zamansal işleme ve sıralama testleri
- monaural low redundancy konuşma testleri
- elektroakustik ve elektrofizyolojik prosedürler

Sınıflandırılmış olan geleneksel davranışsal testlere ek olarak objektif testlerin de önemini vurgulanmıştır.

ASHA (2005)’ya göre özellikle hastanın şikayeti veya elde edilen klinik bilgisi doğrultusunda binaural etkileşim ile ilgili bir eksiklik olabileceği düşünülüyorsa (örn., ses lokalizasyonunda zorluk veya arka plan gürültüsünde işitmede zorluk gibi), merkezi işitsel işleme bozukluğu değerlendirmesinin bir parçası olarak, binaural etkileşim değerlendirilmesi gerekecek ana süreçlerdendir.

Binaural Etkileşim Testleri, santral işitsel sinir sistemini her iki kulağa yayılan farklı ancak tamamlayıcı bilgileri işleme konusunda değerlendirir (Katz, 2015; Paula vd., 2017). Binaural etkileşime dayanan işlevler arasında, bunlarla sınırlı olmamak üzere, işitsel uyaranların lokalizasyonu ve lateralizasyonu, masking level difference, gürültüde

sinyallerin algılanması ve binaural fusion bulunur (Bellis, 2011; Durlach vd., 1981; Noffsinger vd., 1984).

Binaural işlemlemeyi sağlayan nöral mekanizmalar en iyi dikotik uyarımı (yani, iki kulağa ayrı ve farklı akustik uyarıların aynı anda iletilmesi) kullanan testlerle değerlendirilir (ASHA, 2005; Mccullagh ve Bamiou, 2014; Paula vd., 2017). Binaural etkileşimin değerlendirilmesinde kullanılan testlerden biri olan Masking Level Difference (MLD) Testi ile aşağıdaki bölümde incelenmiştir.

2.3.Masking Level Difference Testi

Binaural etkileşim testleri ile değerlendirilen bölgenin beyin sapı olduğu belirtilir (Johnson ve ark. 2007). Bu bilgi büyük kitle lezyonlarıyla ortaya çıkan beyin sapı fonksiyon bozukluğunun davranışsal binaural etkileşim testlerini etkilemesi ile desteklenmiştir ancak bu testlerdeki etkilenimin yalnızca büyük lezyonlarla ortaya çıkması açısından bazı araştırmacılara göre klinik faydası düşüktür (Bellis, 2011; Johnson ve ark., 2007). Ancak beyin sapındaki küçük disfonksiyonlara karşı masking level difference (MLD)'ın duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Noffsinger vd., 1984). Bu nedenle MLD, santral işitsel işleme değerlendirmesinde kullanılan binaural etkileşim testleri arasındaki en hassas testlerden biri olarak yerini almıştır (Kartal, 2019).

Masking Level Difference olgusunun orijinal tanımı bağımsız olarak saf ses uyarı için Hirsh, (1948) ve konuşma uyarı için Licklider, (1948) tarafından tanımlanmıştır. MLD, faz nitelikleri farklılık gösteren iki binaural maskeleme paradigmasının sonucu olan sinyal algılama eşik değerleri arasındaki şiddet (dB) farkını ifade eder (Mccullagh ve Bamiou, 2014).

2.3.1. MLD terminolojisi ve maskeleme paradigmaları

MLD'leri araştırmak için çeşitli dinleme koşulları kullanılmıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafında kullanılan notasyonlar oldukça tutarlıdır. Maskeleme paradigmaları terminolojisi şu şekildedir:

Tüm dinleme koşullarında ortak olan özellik sinyal ve gürültü kullanımındır. Sinyal 'S' harfi ile gürültü 'N' harfi ile sembolize edilmiştir. Sinyal ve gürültü uyarılarının nasıl

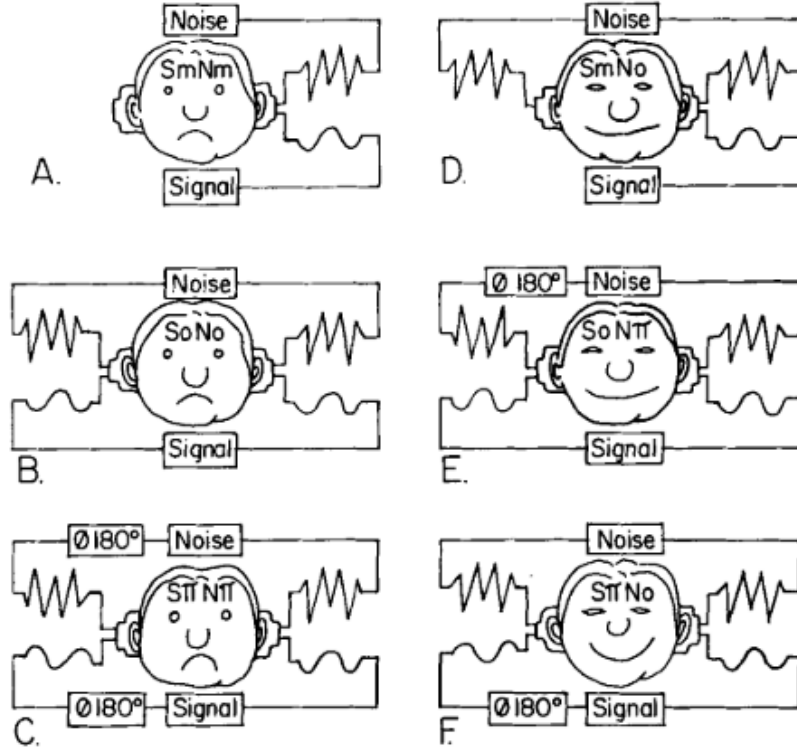
sunulduğunu belirtmek için bu iki ana sembolle birlikte alt simgeler kullanılmıştır. Yapılan uygulamalar monoaural ve binaural olmak üzere farklılık göstermektedir. Monoaural (tek kulaktan yapılan) uygulama için ‘m’ harfi kullanılırken, binaural uygulama için ‘o’ harfi kullanılmıştır. Faz değişikliği yapılan uygulamalarda sinyalin ve/veya maskenin fazı 180° değiştirildiğinde bu durum ‘ π ’ ile sembolize edilmiştir (Brown ve Musiek, 2013; Schoeny, 1968).

Tablo 1. Maskeleme Paradigmaları

SmNm	Sinyal ve gürültü tek taraflı olarak aynı kulakta sunulur
SoNo	Sinyal ve gürültü iki kulakta ve kulaklarda aynı fazda sunulur (homofazik)
S π N π	Sinyal ve gürültü binaural olarak sunulur ve bir kulakta diğerine göre faz dışıdır (homofazik)
SmNo	Sinyal tek kulaktan sunulur ve gürültü her iki kulağa aynı fazda sunulur
SmN π	Sinyal tek kulaktan sunulur ve gürültü bir kulakta diğerine göre ters fazda sunulur.
S π No	Sinyal bir kulakta diğer kulağa göre faz olarak ters çevirilir ve gürültü her iki kulağa aynı fazda sunulur (Antifazik)
SoN π :	Sinyal her iki kulakta aynı fazda ve gürültü bir kulakta diğerine göre ters fazda sunulur.
SoNu	Sinyal her iki kulakta aynı fazda sunulur ve gürültü iki kulakta sunulur ancak korelasyonsuzdur (her kulağa ayrı gürültü üreteçlerinden sunulur)
S π Nu	Sinyal bir kulakta diğer kulağa göre faz olarak ters çevirilir ve gürültü iki kulakta sunulur ancak korelasyonsuzdur
SmNu	Sinyal tek kulaktan sunulur ve gürültü iki kulakta sunulur ancak korelasyonsuzdur

Kaynak: (Brown ve Musiek, 2013; Schoeny, 1968)

Geçişte yapılan çalışmalarda, Tablo 1 'de gösterilen çeşitli paradigmalardan elde edilen 'standart' koşulların dışında ara koşulları kullanan çalışmalar da vardır. 0 ve 180 dereceden farklı bir faz kaymasından söz edildiğinde, alt simge kulaklar arası faz kaymasının derecesini verir. Kulaklar arası zaman gecikmesi kullanıldığında, alt simge kulaklar arası zaman gecikmesinin miktarını milisaniye cinsinden verir. Son olarak gürültünün kulaklar arası korelasyonu değiştiğinde, alt simge derece veya milisaniye olarak belirtilmediğinde kulaklar arası korelasyonu gösterir. Örneğin, S30°N0,5 sinyalin 30 derecelik bir kulaklar arası faz ilişkisine sahip olduğunu ve gürültünün 0.5'lik bir kulaklar arası korelasyona sahip olduğunu gösterir (Schoeny, 1968).



Şekil 6. Çeşitli paradigmalarda masking level difference değerleri (MLD)

Kaynak: (Olsen ve Noffsinger, 1976, ss. 821)

Şekil 6'da, Tablo 1'de belirtilen maskeleye paradigmalarından bazıları gösterilmiştir. Bilateral kulak uygulamalarında iki kulaktan birinde sinyal veya gürültüde değiştirilen

faz, sinyal algılamada kolaylık sağlamış ve bilateral kulak avantajı oluşturmuştur. Bu duruma “binaural masking level difference” denilmektedir. Tablo 1’de belirtilen paradigmlar MLD araştırmalarında çokça kullanılmış olsa da, en büyük MLD değerleri sinyal ($S\pi No$) veya gürültü ($SoN\pi$) iki kulakta zıt fazda olduğunda elde edilmektedir. Bu antifazik paradigmlardan elde edilen büyük MLD’ler, ilk tanımlandığından beri bilinmektedir (Hirsh, 1948) ve defalarca doğrulanmıştır (Colburn ve Durlach, 1965; Jeffress vd., 1952). Günümüzde kullanılan Masking Level Difference Test paradigmları $SoNo$, $SoN\pi$ ve $S\pi No$ ’dur.

2.3.2. Uyarın parametreleri

Masking Level Difference Testi, santral işitsel işleme değerlendirmesinde kullanılan binaural etkileşim testleri arasındaki hassas testlerden biri olarak değerlendirilir. Ancak bu davranışsal test sonuçları uyarın parametrelerinin ve davranışsal bir test olmasından kaynaklı test prosedürlerinin farklılığından etkilenmektedir (McCullagh ve Bamiau, 2014). MLD test sonuçları, uyarın parametrelerinden olan hedef uyarının frekansı ve maskeleyici gürültü tipinin değişikliğinde etkilenmektedir (Bellis, 2011; Dubno vd., 2008; Durlach, 1963; Hirsh, 1948; Licklider, 1948; McCullagh ve Bamiau, 2014; Webster, 1951).

Masking Level Difference için $SoNo$ ve $S\pi No$ maskeleyme paradigmlarının ölçümü için kullanılan uyarın ve gürültü parametreleri çeşitli şekillerde değerlendirilmiştir (Dubno vd., 2008; Eddins, A. ve Eddins, D. 2018; McCullagh ve Bamiau, 2014) . Yapılan çalışmalarda MLD’nin saf ses veya konuşma için elde edilebildiği gösterilmiştir (Johansson ve Arlinger, 2002; Wilson vd., 1984). Birkaç klinik odyometre, konuşma veya saf ses MLD’leri için programlanmıştır. Geçmişte yapılan çalışmalarda birçok gürültü çeşidinin (geniş bant gürültü, low noise noise, medium-noise noise, high-noise noise, gaussian noise ve dar bat gürültü gibi) MLD üzerine etkisi incelenmiştir (Dubno vd., 2008; Eddins ve Barber, 1998). Bir saf ses uyarının maskelenmesine yalnızca belirli bir kritik bant genişliği olan gürültü katkıda bulunabilmektedir (Gelfand, 2010). MLD’nin de bir saf ses uyarın etrafındaki kritik banda bağlı olması bu bağlam göz önüne alındığında şaşırtıcı değildir (Sondhi ve Guttman, 1966). MLD sonuçlarının gürültü bandı daraldıkça arttığı gözlemlenmiştir (Metz vd., 1966).

MLD değerlerini etkileyen bir diğer parametre olan saf ses uyaran frekansının yaklaşık 1500 Hz'e kadar olan düşük frekans aralığında daha net ortaya çıkarttığı, ancak yaklaşık 400 Hz'in üzerinde büyüklük olarak azaldığı gözlemlenmiştir (Dolan, 1968; E. Zwicker ve Henning, 1985, 1991).

2.3.3. MLD test prosedürleri

MLD incelemelerinin yapıldığı ilk çalışmaların birçoğu, iki gürültü patlamasının sırayla sunulduğu ve bu sunulan iki gürültü aralığından hangisinin saf ses uyaranını içerdiğinin belirlenmesi üzerine iki aralıklı zorunlu seçim prosedürüne dayanılmaktaydı. Bu yöntemler genellikle klinik kullanıma uygun olamayacak kadar zaman alıcı bulunmuştur (Davidson vd., 2023).

Wilson vd. tarafından yapılan 2003 yılındaki çalışmadan önce, MLD değerlerini hasta popölasyonları üzerinde ölçmeye odaklanan çalışmalar, SoNo ve S π No koşullarındaki eşikleri belirlemek için genellikle Bekesy izleme prosedürlerini kullanmışlardır. (Egan vd., 1954; Jerger vd., 1984; McAnally ve Stein, 1996; Olsen vd., 1976; Stubblefield ve Goldstein, 1977). Bekesy prosedüründe, katılımcılardan gürültünün içinde verilen saf sesi duyduklarında bir düğmeye basıp basılı tutmaları ve ses duymadıklarında düğmeyi bırakmaları istenir. Bu işlem, belirlenen şiddette belirli sayıda geri dönüş gerçekleşene kadar tekrarlanır. Eşik daha sonra son dört geri dönüşün ortalamasından tahmin edilir. MLD'nin Bekesy ölçümlerini elde etmek için zaman tahminleri farklılık göstermektedir. Bu yöntemin uygulanması ek ekipman ve yazılım gerektirmektedir (Burnham, 2010; Davidson vd., 2023).

Wilson vd., (2003) odyometreye bağlı bir CD çalar aracılığıyla kullanılmak üzere tasarlanmış bir MLD testi versiyonu geliştirmişlerdir. Bu test, 33 uyarıcıdan oluşan serpiştirilmiş bir diziden oluşmaktadır, bu uyarılar; 10 SoNo uyarısı, 12 S π No uyarısı ve bir gürültü patlaması olan ancak tonlu uyaran içermeyen 11 uyarandır. SoNo ve S π No uyarılarının sinyal gürültü oranları, her uyaran sunumu için 2 dB azaltılmış ve katılımcıdan, her denemede tonu duyup duymadıklarını belirtmeleri istenmiştir. Her koşul için eşik, Spearman-Kärber denklemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Wilson vd., testi geliştirildiği zamanlarda, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çoğu odyoloji kliniğinde gürültü içinde konuşmayı ayırt etme testini uygulamak için CD çalarlar

kullanımının yaygın olması, MLD testinin CD versiyonunu öne çıkarmıştır (Davidson vd., 2023). Wilson vd., (2003) tarafından MLD testinin nasıl gerçekleştirileceğine dair oluşturulan bu protokole, her iki kulaktan sunulan 500 Hz'de saf ses uyaran ve 60 dB HL'de sunulan sürekli bir geniş bant gürültüsü kullanmışlardır. Ayrıca MLD'nin test yeniden test güvenilirliğinin, 500 Hz'lik bir uyaranda hem SoNo hem de SoN π paradigmaları için 0,5 dB'den az olduğunu bildirmişlerdir.

Brown ve Musiek, (2013) yapmış olduğu çalışmada 500 Hz'lik bir saf ses uyaran için BMLD prosedürünün, sinyal ve gürültü kulaklar arasında aynı fazda sunulduğunda, etkili bir gürültü maskeleye seviyesinin varlığında eşik belirlenmesinden oluşacağını belirtmiştir.

Günümüzde MLD, genellikle 500 Hz'lik saf ses uyaranda ve bu test frekansının etrafında merkezlenen 60 dB HL dar bant maskeleyici gürültü ile elde edilmektedir (Dubno vd., 2008; Eddins ve Barber, 1998; Johansson ve Arlinger, 2002; Mccullagh ve Bamiou, 2014; Paula vd., 2017; Wilson vd., 2003).

2.3.4. MLD değeri ve normal aralığı

MLD değeri, SoNo (homofazik) maskeleye paradigmasındaki sinyal algılama eşik eksi S π No (antifazik) maskeleye paradigmasındaki sinyal algılama eşik olarak tanımlanmakta yani $MLD = SoNo - S\pi No$ olarak gösterilebilmektedir (Mccullagh ve Bamiou, 2014).

MLD uygulaması sonucunda normal beyin sapı fonksiyonuna sahip bireylerde, antifazik durumda ölçülen eşik homofazik durumda ölçülen eşikten daha iyi olması beklenir. MLD sonuçlarının normal işiten bireylerde 8.2 dB-13.7 dB aralığında olabileceği yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Grose vd., 1994; Güven ve Mutlu, 2003; Harris vd., 1992; Jerger vd., 1984; Mendes vd., 2017; Olsen vd., 1976; Olsen ve Noffsinger, 1976; Wilson vd., 2003; Quaranta, 1974).

Wilson vd., (2003) MLD test sonuçlarında 6 dB'nin altındaki değerlerin yetişkinler için normal kabul edilmediğini ve bu testin beyin sapı lezyonlarına duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Brown ve Musiek, (2013) ise MLD'nin 7dB'den az olması durumunda bunun beyin sapı ve binaural etkileşimle ilgili bir soruna işaret edeceğini

göstermektedir. Periferik işitme kaybı varsa veya işitme cihazı asimetrik ise MLD değerlerinde de azalma olacağını bildirmişlerdir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı dahilinde KTO Karatay Üniversitesi Şehit Yunus Mermer Odyoloji Kliniğinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızın KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu tarafından 31.03.2023 tarihli ve 2023/046 sayılı kararla İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu onayı alınmıştır. Bu çalışmada normal işiten bireylerde farklı uyaran frekanslarında uygulanan MLD test sonuçlarının yaş ve cinsiyet faktörleri de göz önüne alınarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır

3.1.Bireyler

Tez çalışması için G Power analizi kullanılarak, Dubno vd., (2008) tarafından yapılan ‘Binaural Advantage for Younger and Older Adults With Normal Hearing Benefit With and Without’ başlıklı çalışmadan elde edilen bulgular üzerinden her grup için % 90 güç değerinde çalışmanın en az her yaş aralığı için 14 bireyle yapılması gerektiği bulunmuştur. Çalışmaya, 18-30, 30-45 ve 45-75 yaş aralıklarında olmak üzere her grupta dahil edilme kriterlerini sağlayan 20 birey, toplamda ise 60 birey dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme ve dahil edilmeme kriterleri aşağıda listelenmiştir.

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-75 yaş aralığında olması
- Otoskopik muayenesinin normal olması
- Saf ses odyometri testi için bilateral saf ses ortalamasının ≤ 20 dB HL ile normal işitmeye sahip olması ve işitmesi hakkında herhangi bir problemi ve şikayetinin olmaması
- Geçirilmiş otolojik ve nörolojik hastalığın bulunmaması
- Gürültüye maruz kalınmamış olması
- İşitme seviyelerini etkileyecek ototoksik ilaç kullanımı hikayesinin bulunmaması

- İmmittansmetrik ölçümler neticesinde her iki kulak için 226 Hz prob tone kullanılarak yapılan timpanogram sonucunun Tip A olması
- İmmittansmetrik ölçümler neticesinde bilateral ipsilateral akustik refleks eşiklerinin 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz’de normal elde edilmesi

3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- İşitme kaybı olması
- Dış kulak yolu ve veya timpanik membranda anatomik bir bozukluğa sahip olması
- Herhangi bir ek engel bulunması
- Nöro-psikiyatrik sorunu olması
- Kemoterapi, radyoterapi alınması
- Araştırma için gerekli olan odyolojik, immitansmetrik testlerin ve ana değerlendirme testimiz olan MLD’nin uygulanamaması

3.2.Kullanılan Testler ve Yöntem

Katılımcılar gönüllülük esasına uygun olarak seçilmiş ve çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya katılacak olan bireylere çalışma içeriği, uygulanacak testler ve yöntemleriyle ilgili bilgiler verilmiştir. Çalışmaya katılacak olan bireylerin hepsine sözlü ve yazılı bilgi verilerek ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılmıştır. Çalışmada yer alacak olan tüm bireylerin detaylı anamnezi alınmıştır. Bireylerin geçirdiği hastalıklar ve işitme problemleri sorgulanmıştır. Bireylerin dış kulak kanalı video otoskop ile incelenerek otoskopik muayeneleri yapılmıştır. Otoskopik muayene bulgusu normal olan bireylere akustik immitansmetri, saf ses odyometri ve konuşma odyometri testleri uygulanmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda, verileri normal sınırlarda olan bireylerin binaural etkileşimini değerlendirmek için masking level difference testi 125, 250, 500 ve 750 Hz uyaran frekanslarında uygulanmıştır.

3.2.1. Akustik İmmitansmetrik Değerlendirme

Otoskopik muayene, Orlvision video otoskop cihazı kullanılarak dış kulak kanalı ve/veya timpanik membran anormalitesi saptanan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır. Otoskopik muayene sonucu normal olan bireylere öncelikle akustik immitansmetrik ölçümler yapılmıştır. Bireylerde Interacoustic marka TITAN geniş bant timpanometre cihazı ile 226 Hz prob tone kullanılarak, 85 dB SPL uyaran şiddetinde +200 ve -400 daPa aralığında timpanogramları elde edilmiştir. Timpanometrik değerlendirme ile orta kulak basıncı (daPa), komplians (mmho) ve eş değer dış kulak kanalı hacmi (cc) değerlendirilmiştir. Jerger (1970) sınıflandırması göz önüne alınarak timpanogram tipi Tip A olarak belirlenen bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Akustik refleks testinde 0.5-2 kHz frekans aralığında ipsilateral akustik refleks eşikleri elde edilen bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometri Değerlendirmesi

Çalışmaya katılan tüm bireylerin odyolojik değerlendirmesi saf ses odyometri testi için Industrial Acoustics Company (IAC) standardına uygun sessiz odada, Interacoustics marka AC-40 klinik odyometre, Telephonics marka TDH-39 supra-aural kulaklık ve Radioear B-71 kemik vibratörü kullanılarak yapılmıştır. Bireylerin hava yolu saf ses işitme eşikleri 250-8000 Hz frekanslarında, kemik yolu saf ses işitme eşikleri ise 500-4000 Hz frekanslarında HughsonWestlake prosedürü kullanılarak tespit edilmiştir. Saf ses işitme eşikleri 250-8000 Hz frekanslarında ≤ 20 dB olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylere konuşmayı anlama ve konuşmayı ayırt etme testleri yapılmıştır. Konuşmayı anlama eşiği testinde üç heceli kelime listesi katılımcılara okunmuştur ve söylenen kelimenin en az %50'sinin bilindiği en düşük seviye eşik olarak kabul edilmiştir. Konuşmayı ayırt etme skoru testi ise katılımcının rahat ettiği ses seviyesinde 25 kelimelik Türkçe tek heceli fonetik dengeli kelime listesi kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.3. Masking Level Difference Değerlendirmesi

Interacoustics marka AC-40 klinik odyometre üzerindeki ‘Testler’ düğmesine basılı tutularak ‘MLD: Masking Level Farkı’ testi seçilmiş ve teste geçilmiştir. Industrial Acoustics Company (IAC) standardına uygun sessiz odada, TDH-39 supraaural kulaklık test uygulanacak bireye takılmadan önce, kulaklıktan sinyallerin ve gürültünün duyulacağı açıklanmıştır. Katılımcıların gürültü varlığında gelen sinyal sesine odaklanmaları gerektiği vurgulanmış ve test esnasında yönlendirmeye bağlı olarak sinyalin duyulduğu veya duyulmadığı anda yanıt düğmesine basılması istenmiştir. Test edilmek istenen frekans seçilmiş ve desibel adımlarının 2 dB olarak ayarlandığından emin olunmuştur. SoNo protokolü seçildikten sonra her iki kanal için (sinyal ve gürültü) 60 dB’e ayarlanarak katılımcıya sunulmuştur. Katılımcı sinyal sesini fark edene kadar 2 dB’lik arttırmalar yapılmıştır. Katılımcının sinyali duyduğu nokta gürültü seviyesi belirlenmiştir. Daha sonra S π No protokolü seçilerek tekrar her iki kanal için (sinyal ve gürültü) 60 dB’e ayarlanarak katılımcıya gönderilmiştir. Burada faz değişikliğinden dolayı katılımcının sinyal sesini fark edemediği seviyeye kadar sinyal sesi 2 dB lik adımlarla azaltılmıştır. Katılımcının sinyali son duyduğu gürültü seviyesi belirlenmiştir. Örneğin katılımcı 54 dB de duymadığı için yanıt düğmesine bastığında, son duyduğu eşik olan 56 dB kabul edilmiştir. SoNo eşiği ile S π No eşiği arasındaki fark bize MLD değerini vermiştir.

3.3.Kullanılan Cihazlar

Katılımcıların otoskopik muayenesini gerçekleştirmek için Orlvision video otoskop cihazı kullanılmıştır.



Şekil 7. Video otoskop cihazı

Kaynak: <https://www.biyomediks.com> (Erişim Tarihi: 05.05.2023)

Çalışmamızda katılımcıların bilateral immitansmetrik ölçümleri interacoustics titan geniş bant timpanometre ile yapılmıştır.



Şekil 8. Interacoustics titan geniş bant timpanometre cihazı

Kaynak: <https://www.erisci.com/titan> (Erişim Tarihi: 05.05.2023)

Çalışmamızda katılımcılara saf ses ve konuşma odyometrisi ayrıca masking level difference uygulamaları için Interacoustics markasına ait AC40 model klinik odyometre cihazı kullanılmıştır



Şekil 9. Klinik odyometre cihazı

Kaynak: <https://www.interacoustics.com/audiometers/ac40> (Erişim Tarihi: 05.05.2023)

3.4.İstatistiksel Analiz

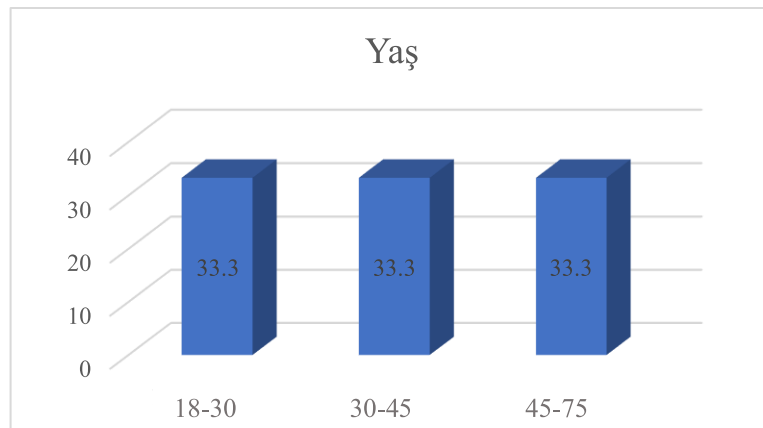
Veri girişi ve istatistiksel analiz SPSS for Windows version 18.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Sayısal verilerin değerlendirilmesinde aritmetik ortalama, standart sapma, ortanca (1. çeyreklik-3. çeyreklik) değerleri; kategorik verilerin özetlenmesinde frekans dağılımları ve yüzdelikler kullanıldı. Normal dağılmayan sayısal verilerle kategorik veriler arasındaki ilişki Man-Whitney U testi ile değerlendirildi. Normal dağılmayan üç ve daha fazla grubun sayısal verilerle değerlendirilmesinde Kruskal Wallis testi kullanıldı. Kruskal Wallis testi sonucu anlamlı olan gruplar arasında ikili karşılaştırmalar için posthoc Man-Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesi yapıldı. Normal dağılmayan sayısal değişkenlerin korelasyonları Spearman korelasyon katsayısı ile analiz edildi. Spearman Korelasyon Katsayılarının değerlendirilmesinde 0.20-0,39 arası düşük, 0,40-0,69 arası orta derecede ilişki, 0,70-0,89 arası yüksek düzeyde, 0,90 ve üzerindeki katsayılar ise çok kuvvetli düzeyde ilişki olarak kabul edildi. Pozitif işaretili korelasyon katsayıları değişkenlerin birlikte artıp azaldığına, negatif işaretili korelasyon katsayıları ise değişkenlerden biri artarken diğerinin azaldığına veya tam tersine işaret etmektedir. İstatistiksel olarak $p < 0.05$ olan durumlar anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

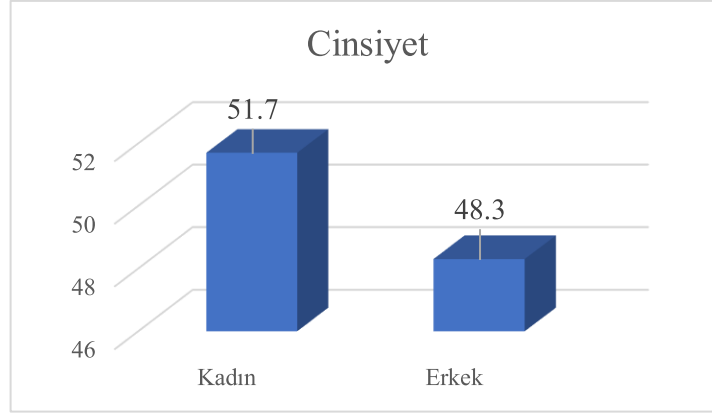
Çalışmamıza, dahil edilme kriterlerini karşılayan yaş ortalaması $38,53 \pm 12,46$ yıl, yaş ortancası 37,00 (1. Çeyreklik: 28,00-3. Çeyreklik: 49,75) yıl olan toplam 60 kişi dâhil edilmiştir. Çalışmaya Dâhil edilen bireylerin %33,3'ü (n=20) 18-30 yaş, %33,3'ü (n=20) 30-45 yaş ve %33,3'ü (n=20) 45-75 yaş aralığındadır (Şekil 11). Araştırma grubumuzun %51,7'sinin (n=31) kadın, %48,3'ünün (n=29) erkek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 12) (Tablo 2).

Tablo 2. Araştırma grubunun yaş ve cinsiyet dağılımları

Özellik		N	%
Yaş	18-30 yaş	20	33,3
	30-45 yaş	20	33,3
	45-75 yaş	20	33,3
Cinsiyet	Kadın	31	51,7
	Erkek	29	48,3



Şekil 10. Araştırma grubunun yaş dağılımı



Şekil 11. Araştırma grubunun cinsiyet dağılımı

Çalışmaya dâhil edilen 60 kişinin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları ve hava yolu saf ses ortalamasına ait değerler Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Çalışma grubunun sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları

Frekans (Hz)	Hava yolu			Tüm Grup (n=60)
	Kulak	Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
125	Sağ	10,83±4,70	10,00 (10,00-15,00)	
	Sol	10,08±4,64	10,00 (5,00-15,00)	
250	Sağ	10,66±4,91	10,00 (6,25-15,00)	
	Sol	10,50±4,28	10,00 (5,00-15,00)	
500	Sağ	8,41±4,06	10,00 (5,00-10,00)	
	Sol	8,91±4,70	10,00 (5,00-13,75)	
1000	Sağ	8,66±4,85	10,00 (5,00-10,00)	
	Sol	7,66±5,55	7,50 (5,00-10,00)	
2000	Sağ	8,75±5,86	10,00 (5,00-10,00)	

	Sol	9,50±5,94	10,00 (5,00-15,00)
4000	Sağ	9,00±8,86	5,00 (5,00-15,00)
	Sol	10,16±8,07	10,00 (5,00-15,00)
6000	Sağ	12,33±7,33	10,00 (10,00-15,00)
	Sol	13,25±7,69	15,00 (10,00-15,00)
8000	Sağ	13,33±7,17	15,00 (10,00-18,75)
	Sol	13,83±9,75	12,50 (5,00-20,00)
HYSSO	Sağ	8,75±4,46	8,75 (5,00-12,18)
	Sol	9,02±4,94	8,12 (5,00-13,75)

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

Araştırma grubunun sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları ve kemik yolu saf ses ortalamasına ait değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Çalışma grubunun sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları

Frekans (Hz)	Kemik yolu		
	Tüm Grup (n=60)		
	Kulak	Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyreklik)
500	Sağ	4,33±3,84	5,00 (0-5,00)
	Sol	6,00±5,10	5,00 (0-10,00)
1000	Sağ	5,41±4,14	5,00 (0-10,00)

	Sol	4,66±4,20	5,00 (0-5,00)
2000	Sağ	5,83±4,79	5,00 (0-10,00)
	Sol	5,66±4,91	5,00 (0-10,00)
4000	Sağ	5,08±6,98	0 (0-10,00)
	Sol	5,25±6,60	5,00 (0-10,00)
KYSSO	Sağ	5,16±3,53	5,00 (2,50-7,50)
	Sol	5,39±4,02	4,37 (2,50-8,43)

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

Çalışma grubunun sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoruna ait ölçüm sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Çalışma grubunun sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçları

Tüm Grup (n=60)			
	Kulak	Ortalama±SS	
		Ortanca (1-3. çeyreklik)	
SRT (dB)	Sağ	6,50±4,04	5,00 (5,00-10,00)
	Sol	7,41±4,99	7,50 (5,00-10,00)
SD (%)	Sağ	95,06±4,61	96,00 (92,00-100,00)
	Sol	94,86±5,56	96,00 (92,00-100,00)

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme Skoru

Çalışmaya katılan tüm bireylere 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, SπNo, MLD test sonuçlarına ait ortalama ve ortanca değerleri Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, SπNo, MLD test sonuçları

Çalışma Grubu (n=60)			
	Frekans (Hz)	Ortalama±SS	Ortanca (1-3. çeyreklik)
SoNo	125	68,40±1,94	68,00 (66,00-70,00)
	250	68,43±2,11	68,00 (66,00-70,00)
	500	66,06±1,83	66,00 (64,00-68,00)
	750	65,63±1,99	66,00 (64,00-68,00)
SπNo	125	51,33±2,77	52,00 (50,00-53,50)
	250	53,33±2,72	54,00 (52,00-56,00)
	500	54,93±1,85	54,00 (54,00-56,00)
	750	54,76±2,24	54,00 (54,00-56,00)
MLD	125	17,06±3,00	16,00 (14,00-20,00)
	250	15,26±2,14	16,00 (14,00-16,00)
	500	11,13±1,74	10,00 (10,00-12,00)
	750	10,83±1,65	10,00 (10,00-12,00)

Çalışma grubunun sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş grupları ile karşılaştırılması Tablo 7’de gösterilmiştir. 45-75 yaş arasında olan bireylerin 125 Hz, 250 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz sağ ve sol kulak hava yolu ölçüm sonuçlarının diğer iki gruptaki katılımcılara göre anlamlı yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). 18-30 yaş

arasında olan bireylerin 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 8000 Hz sağ ve sol kulak hava yolu ölçüm sonuçlarının, sağ ve sol kulak hava yolu saf ses ortalaması ölçüm sonuçlarının diğer yaş grubundaki katılımcılara göre anlamlı küçük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 7. Sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş gruplarına göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Hava yolu	Yaş Grubu			p*
		18-30 Yaş (n=20)	30-45 Yaş (n=20)	45-75 Yaş (n=20)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
125	Sağ	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (10,00-13,75)	15,00 (10,00-15,00)	0,003
	Sol	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-13,75)	15,00 (10,00-18,75)	<0,001
250	Sağ	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (6,25-10,00)	12,50 (10,00-15,00)	0,006
	Sol	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	15,00 (10,00-15,00)	<0,001
500	Sağ	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (6,25-15,00)	0,007
	Sol	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	15,00 (10,00-15,00)	<0,001
1000	Sağ	5,00 (1,25-5,00)	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (10,00-15,00)	<0,001
	Sol	5,00 (0-5,00)	7,50 (5,00-10,00)	12,50 (10,00-15,00)	<0,001

				15,00)	
2000	Sağ	5,00 (1,25-5,00)	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (10,00-18,75)	<0,001
	Sol	5,00 (0-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	15,00 (10,00-20,00)	<0,001
4000	Sağ	0 (0-5,00)	5,00 (5,00-10,00)	15,00 (5,00-25,00)	<0,001
	Sol	5,00 (0-5,00)	10,00 (5,00-10,00)	15,00 (15,00-22,50)	<0,001
6000	Sağ	10,00 (0-10,00)	15,00 (10,00-15,00)	17,50 (10,00-20,00)	<0,001
	Sol	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (6,25-15,00)	20,00 (15,00-23,75)	<0,001
8000	Sağ	7,50 (5,00-10,00)	15,00 (10,00-20,00)	15,00 (15,00-23,75)	<0,001
	Sol	5,00 (5,00-10,00)	15,00 (6,25-18,75)	20,00 (15,00-28,75)	<0,001
HYSSO	Sağ	5,00 (2,81-6,25)	9,37 (6,56-10,00)	13,75 (10,00-15,00)	<0,001
	Sol	4,37 (2,50-6,25)	7,50 (5,31-10,00)	13,75 (12,50-15,93)	<0,001

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Kruskal Wallis H testi

Çalışma grubunun sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş grupları ile karşılaştırılması Tablo 8’de gösterilmiştir. 18-30 yaş arasında olan bireylerin

sağ ve sol kulaktaki 500 Hz ve sol kulaktaki 1000 Hz kemik yolu işitme eşiği ölçümleri diğer gruplara göre anlamlı düşüktür. 45-75 yaş arasındaki bireylerin 1000 Hz sağ kulak, 2000 Hz, 4000 Hz sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçümleri, sağ ve sol kulak kemik yolu saf ses ortalaması diğer yaş gruplarına göre anlamlı yüksektir.

Tablo 8. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş gruplarına göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Yaş Grubu			p*
		18-30 Yaş (n=20)	30-45 Yaş (n=20)	45-75 Yaş (n=20)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
500	Sağ	0 (0-5,00)	5,00 (5,00-5,00)	5,00 (0-10,00)	0,002
	Sol	0 (0-8,75)	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-15,00)	0,005
1000	Sağ	5,00 (0-5,00)	5,00 (0-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	<0,001
	Sol	0 (0-5,00)	5,00 (0-5,00)	5,00 (5,00-10,00)	<0,001
2000	Sağ	5,00 (0-5,00)	5,00 (0-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,002
	Sol	0 (0-0)	5,00 (1,25-10,00)	10,00 (10,00-10,00)	<0,001
4000	Sağ	0 (0-0)	5,00 (0-5,00)	10,00 (1,25-18,75)	<0,001
	Sol	0 (0-0)	2,50 (0-5,00)	10,00 (6,25-15,00)	<0,001

	Sağ	2,50 (0,31-3,43)	5,00 (2,50-7,50)	8,75 (5,31-10,00)	<0,001
KYSSO					
	Sol	1,87 (0-2,50)	3,75 (2,50-6,25)	10,00 (7,50-10,93)	<0,001

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Kruskal Wallis H testi

Çalışma grubundaki 45-75 yaş arası bireylerin sağ ve sol kulakta Konuşmayı Alma Eşiği değerlerinin diğer yaş gruplarındaki bireylere göre anlamlı yüksek, Konuşmayı Ayırt Etme Skoru değerlerinin ise anlamlı düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,001$) (Tablo 9).

Tablo 9. Sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçlarının yaş grubuna göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Yaş Grubu			p*
		18-30 Yaş (n=20)	30-45 Yaş (n=20)	45-75 Yaş (n=20)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
SRT (dB)	Sağ	5,00 (0-5,00)	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (6,25-10,00)	<0,001
	Sol	5,00 (0-5,00)	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (10,00-15,00)	<0,001
SD (%)	Sağ	100,00 (96,00-100,00)	96,00 (96,00-96,00)	92,00 (88,00-92,00)	<0,001
	Sol	100,00 (100,00-100,00)	96,00 (96,00-100,00)	88,00 (85,00-92,00)	<0,001

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme Skoru

*Kruskal Wallis H testi

Araştırma grubunda 125 Hz frekansta SoNo test sonucu 45-75 yaş aralığındaki bireylerde diğer gruplara göre anlamlı düşük elde edilmiştir ($p=0,022$). 250,500 ve 750 Hz frekanstaki SoNo test sonuçları tüm yaş gruplarında benzer elde edilmiştir ($p>0,05$). 125 ve 250 Hz SπNo test sonucunun 18-30 yaş grubunda diğer gruplara göre anlamlı düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). MLD test sonucunun ise tüm frekanslarda 18-30 yaş grubundaki bireylerde diğer gruplara göre anlamlı yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, SπNo, MLD test sonuçlarının yaş grubuna göre karşılaştırılması

		Yaş Grubu			p*
Frekans (Hz)		18-30 Yaş (n=20)	30-45 Yaş (n=20)	45-75 Yaş (n=20)	
		Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
SoNo	125	69,00 (66,50-70,00)	69,00 (68,00-70,00)	68,00 (66,00-68,00)	0,022
	250	68,00 (66,50-70,00)	69,00 (68,00-71,00)	68,00 (66,00-69,50)	0,115
	500	66,00 (64,00-68,00)	66,00 (64,00-68,00)	66,00 (64,00-67,50)	0,581
	750	66,00 (64,00-68,00)	66,00 (64,00-68,00)	64,00 (64,00-66,00)	0,311
SπNo	125	50,00 (48,00-51,50)	52,00 (50,00-52,00)	54,00 (52,00-54,00)	<0,001

	250	51,00 (50,00-52,00)	54,00 (52,00-56,00)	54,00 (54,00-56,00)	<0,001
	500	54,00 (54,00-56,00)	54,00 (54,00-56,00)	56,00 (54,00-56,00)	0,100
	750	54,00 (52,00-55,50)	56,00 (54,00-57,50)	54,00 (54,00-56,00)	0,110
MLD	125	20,00 (18,00-20,00)	17,00 (16,00-19,50)	14,00 (14,00-15,50)	<0,001
	250	18,00 (16,00-18,00)	16,00 (14,00-16,00)	14,00 (12,00-14,00)	<0,001
	500	12,00 (10,50-14,00)	11,00 (10,00-12,00)	10,00 (10,00-10,00)	0,001
	750	12,00 (10,00-13,50)	10,00 (10,00-12,00)	10,00 (8,50-11,50)	0,002

*Kruskal Wallis H testi

Çalışma grubunda sağ ve sol kulakta 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz’de, sağ kulak 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz’de hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları yaş ile pozitif yönlü orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gösterdiği saptanmıştır. 1000 Hz, 2000 Hz sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçları ve sağ, sol kulak hava yolu saf ses ortalaması sonuçları ile yaş arasında anlamlı pozitif yönlü yüksek düzeyde korelasyon saptanmıştır ($p<0,001$) (Tablo 11).

Tablo 11. Sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ile ilişkisi

Frekans (Hz)	Hava yolu	Yaş	
		R	p*

	Kulak		
125	Sağ	0,435	0,001
	Sol	0,576	<0,001
250	Sağ	0,428	0,001
	Sol	0,492	<0,001
500	Sağ	0,436	<0,001
	Sol	0,570	<0,001
1000	Sağ	0,677	<0,001
	Sol	0,762	<0,001
2000	Sağ	0,676	<0,001
	Sol	0,753	<0,001
4000	Sağ	0,668	<0,001
	Sol	0,750	<0,001
6000	Sağ	0,586	<0,001
	Sol	0,692	<0,001
8000	Sağ	0,617	<0,001
	Sol	0,692	<0,001
HYSSO	Sağ	0,811	<0,001
	Sol	0,872	<0,001

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Spearman Korelasyon Testi

Çalışma grubunun sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ile ilişkisi Tablo 12’de gösterilmiştir. Yaş ile 500 Hz sağ kulak kemik yolu işitme eşiği ölçümü arasında pozitif yönlü anlamlı düşük düzeyde korelasyon saptanmıştır ($r:0,288$, $p=0,026$). Yaş ile 500 Hz sol kulak, 1000 Hz sağ ve sol kulak, 2000 Hz ve 4000 Hz sağ kulak kemik yolu işitme eşiği ölçümleri arasında pozitif yönde orta derecede korelasyon saptanmıştır ($p<0,001$). Yaş ile 2000 Hz, 4000 Hz sol kulak kemik yolu ölçüm sonuçları ile sağ ve sol kulak kemik yolu saf ses ortalaması arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü ilişki saptanmıştır ($p<0,001$).

Tablo 12. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının yaş ile ilişkisi

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Yaş	
	Kulak	R	p*
500	Sağ	0,288	0,026
	Sol	0,490	<0,001
1000	Sağ	0,618	<0,001
	Sol	0,630	<0,001
2000	Sağ	0,503	<0,001
	Sol	0,757	<0,001
4000	Sağ	0,593	<0,001
	Sol	0,757	<0,001
KYSSO	Sağ	0,732	<0,001
	Sol	0,874	<0,001

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Spearman Korelasyon Testi

Çalışma grubunda sağ kulak konuşmayı alma eşiği ile yaş arasında pozitif yönlü orta düzeyde, sol kulakta ise pozitif yönlü yüksek düzeyde ilişki saptanmıştır. Sağ ve sol kulakta konuşmayı ayırt etme skoru ile yaş arasında negatif yönlü yüksek düzeyde korelasyon saptanmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçlarının yaş grubuna göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Yaş	
	Kulak	R	p*
SRT	Sağ	0,690	<0,001
	Sol	0,756	<0,001
SD	Sağ	-0,778	<0,001
	Sol	-0,865	<0,001

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Spearman Korelasyon Testi

Araştırma grubunda 125 Hz ve 750 Hz frekansta SoNo test sonucu ile yaş arasında negatif yönlü düşük düzeyde ilişki saptanmıştır (sırasıyla $r=-0,334$, $p=0,009$; $r=-0,271$, $p=0,036$). Yaş ile 125 ve 250 Hz S π No test sonucu arasında pozitif yönlü orta derecede, 500 Hz S π No test sonucu arasında pozitif yönlü düşük düzeyde ilişki saptanmıştır (sırasıyla $r=0,692$, $p<0,001$; $r=0,636$, $p<0,001$; $r=0,308$, $p=0,017$). MLD test sonucunda ise 125 ve 250 Hz frekansta ölçüm sonucu ile negatif yönlü yüksek düzeyde, 500 ve 750 Hz frekansta negatif yönlü orta derecede ilişki saptanmıştır (sırasıyla $r=-0,862$, $p<0,001$; $r=-0,833$, $p<0,001$; $r=-0,572$, $p<0,001$; $r=-0,559$, $p<0,001$) (Tablo 14).

Tablo 14. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, SπNo, MLD test sonuçları ile yaşın ilişkisi

	Frekans (Hz)	Yaş	
		R	p*
SoNo	125	-0,334	0,009
	250	-0,033	0,803
	500	-0,197	0,131
	750	-0,271	0,036
SπNo	125	0,692	<0,001
	250	0,636	<0,001
	500	0,308	0,017
	750	0,204	0,118
MLD	125	-0,862	<0,001
	250	-0,833	<0,001
	500	-0,572	<0,001
	750	-0,559	<0,001

**Spearman Korelasyon Testi

Sağ ve sol hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyetle karşılaştırılması Tablo 15’te gösterilmiştir. Çalışma grubunda kadınların 250 Hz sol kulak hava yolu ölçüm sonucu ortancası 10,00 (10,00-15,00), erkeklerin ölçüm sonucu ortancası 10,00 (5,00-10,00) olarak saptanmıştır. Kadınların ölçüm sonucu dağılım aralığı erkeklere göre anlamlı yüksektir (p=0,029).

Tablo 15. Sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Hava yolu	Cinsiyet		p*
		Kadın (n=31)	Erkek (n=29)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
125	Sağ	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (5,00-15,00)	0,520
	Sol	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-15,00)	0,511
250	Sağ	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (5,00-12,50)	0,633
	Sol	10,00 (10,00-15,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,029
500	Sağ	10,00 (5,00-10,00)	5,00 (5,00-10,00)	0,161
	Sol	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-12,50)	0,267
1000	Sağ	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,130
	Sol	10,00 (5,00-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,127
2000	Sağ	10,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,665
	Sol	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-12,50)	0,551
4000	Sağ	5,00 (5,00-15,00)	5,00 (5,00-10,00)	0,976
	Sol	10,00 (5,00-15,00)	10,00 (5,00-15,00)	0,627
6000	Sağ	15,00 (10,00-15,00)	10,00 (5,00-20,00)	0,366
	Sol	15,00 (10,00-15,00)	10,00 (5,00-20,00)	0,478
8000	Sağ	15,00 (10,00-20,00)	15,00 (10,00-17,50)	0,910

	Sol	15,00 (10,00-20,00)	10,00 (5,00-22,50)	0,458
HYSSO	Sağ	10,00 (5,00-12,50)	7,50 (5,00-10,62)	0,682
	Sol	10,00 (5,00-12,50)	6,25 (5,00-13,75)	0,528

HYSSO: Hava yolu saf ses ortalaması

*Mann-Whitney U testi

Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması Tablo 16’da gösterilmiştir. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının kadın ve erkek bireylerde benzer olduğu saptanmıştır ($p>0,05$).

Tablo 16. Sağ ve sol kulak kemik yolu işitme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Cinsiyet		p*
		Kadın (n=31)	Erkek (n=29)	
	Kulak	Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
500	Sağ	5,00 (0-5,00)	5,00 (0-5,00)	0,756
	Sol	5,00 (0-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,649
1000	Sağ	5,00 (0-10,00)	5,00 (2,50-10,00)	0,881
	Sol	5,00 (0-5,00)	5,00 (0-7,50)	0,739
2000	Sağ	5,00 (5,00-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,743
	Sol	10,00 (0-10,00)	5,00 (0-10,00)	0,210
4000	Sağ	0 (0-10,00)	0 (0-10,00)	0,930
	Sol	5,00 (0-10,00)	0 (0-10,00)	0,361

KYSSO	Sağ	5,00 (2,50-7,50)	5,00 (2,50-8,75)	0,964
	Sol	5,00 (2,50-8,75)	3,75 (2,50-7,50)	0,526

KYSSO: Kemik yolu saf ses ortalaması

*Mann-Whitney U testi

Çalışma grubunda, sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçüm sonuçları kadın ve erkek bireylerde benzer olduğu saptanmıştır ($p>0,05$) (Tablo 17).

Tablo 17. Sağ ve sol kulakta konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme eşiği ölçüm sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması

Frekans (Hz)	Kemik yolu	Cinsiyet		p*
		Kadın	Erkek	
		Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
SRT	Sağ	5,00 (5,00-10,00)	5,00 (5,00-10,00)	0,842
(dB)	Sol	5,00 (5,00-10,00)	10,00 (5,00-10,00)	0,908
SD	Sağ	96,00 (92,00-100,00)	96,00 (92,00-98,00)	0,647
(%)	Sol	96,00 (92,00-100,00)	96,00 (90,00-100,00)	0,561

SRT: Konuşmayı Alma Eşiği, SD: Konuşmayı Ayırt Etme

*Mann-Whitney U testi

Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, SπNo, MLD test sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması Tablo 18’de gösterilmiştir. 125 Hz SoNo ölçümü ortancası kadınlarda 68,00 (66,00-70,00), erkeklerde 68,00 (68,00-70,00) olarak elde edilmiştir. Kadınların ölçüm sonucunun dağılım aralığı erkeklere göre anlamlı ve daha geniştir ($p=0,039$).

Tablo 18. Çalışma grubunun 125, 250, 500 ve 750 Hz’de uygulanan SoNo, SπNo ve MLD test sonuçlarının cinsiyete göre karşılaştırılması

	Frekans (Hz)	Cinsiyet		p*
		Kadın	Erkek	
		Ortanca (1-3. çeyreklik)	Ortanca (1-3. çeyreklik)	
SoNo	125	68,00 (66,00-70,00)	68,00 (68,00-70,00)	0,039
	250	68,00 (66,00-70,00)	68,00 (66,00-70,00)	0,672
	500	66,00 (64,00-68,00)	66,00 (64,00-68,00)	0,696
	750	66,00 (64,00-68,00)	66,00 (64,00-66,00)	0,276
SπNo	125	50,00 (50,00-52,00)	52,00 (50,00-54,00)	0,122
	250	54,00 (52,00-56,00)	54,00 (52,00-55,00)	0,722
	500	54,00 (54,00-56,00)	54,00 (54,00-56,00)	0,856
	750	54,00 (54,00-56,00)	54,00 (53,00-56,00)	0,273
MLD	125	16,00 (16,00-20,00)	18,00 (14,00-20,00)	0,815
	250	14,00 (14,00-16,00)	16,00 (14,00-18,00)	0,519
	500	12,00 (10,00-12,00)	10,00 (10,00-12,00)	0,653
	750	10,00 (10,00-12,00)	12,00 (10,00-12,00)	0,470

*Mann-Whitney U testi

5. TARTIŞMA

MLD uyaran parametrelerinden en dikkat çeken hedef uyarının frekansdır yani MLD, büyük ölçüde hedef uyarının frekansına ve tipine bağlıdır denilebilir (Bellis, 2011; Dubno vd., 2008; Durlach, 1963; Hirsh, 1948; Licklider, 1948; Mccullagh ve Bamiou, 2014; Webster, 1951).

Webster, (1951) 125 Hz ve 6600 Hz aralığındaki farklı frekans değerlerinde saf ses uyaran ve dar bant gürültü uyarısını geniş bant gürültü kullanarak maskelemiştir. Dar bantlı gürültü uyararı için ortalama zirve MLD değerini yaklaşık 18,5 dB, geniş bantlı gürültüyle maskelenen saf ses uyaran için zirve MLD değerini ise bu değerden daha düşük olarak elde etmiştir. 250 Hz'in altında MLD değerlerinin bir şekilde düşme eğiliminde olduğunu, 1420 Hz ile 6600 Hz arasında MLD değerlerinin ise çok düşük (60 dB SPL'de bir uyararı dinleyen çoğu gözlemci için MLD değeri 2-5 dB) elde edildiğini bildirmiştir. Bu nedenle MLD ölçümlerinin esas olarak 250 Hz ile 1420 Hz arasındaki sürece yoğunlaşması gerektiğini bildirmiştir.

Schoeny, (1968) MLD'yi etkileyen değişkenlerin kapsamlı bir incelemesini sağlamıştır. Frekansa bağlı, en büyük etkiyi yaklaşık 300 Hz'de tespit ederek öncesinde yapılan çalışmalarla uyumlu bir sonuç elde etmiştir (FLanagan ve Watson, 1966; Hirsh, 1948). MLD'nin büyüklüğünün, bu frekans bölgesinin hem üstünde hem de altında azalma gösterdiği ayrıca 1 kHz'nin üzerinde minimum seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir (Goldstein ve Stephens, 1975). Durlach, (1963) saf ses uyarıların geniş bant gürültüsündeki duyulabilirliği için Binaural Masking Level Difference (BMLD) literatürünün kapsamlı analitik modellemesini sunmuştur. Bu modellemedeki eksiklikleri değerlendirmek ve tamamlamak için yapmış olduğu çalışmada Culling, (2021) BMLD değerlerinin yaklaşık 1.5 kHz üzerindeki ölçümlerinde 2-3 dB'lik bir değere sahip olduğunu, artan sinyal frekansıyla beraber MLD değerlerinde düşme gözlemlendiğini bildirmiştir. Biz de çalışmamızda MLD ölçümlerimizi 125, 250, 500 ve 750 Hz için gerçekleştirerek, MLD sonuçlarının anlamlı değerler olarak elde edilebildiği bu sürece yoğunlaşmayı hedefledik. Yapılan çalışmaların bazılarında 250 Hz ve altındaki uyaran frekanslarındaki MLD değerleri için düşme gözlemlendiği bildirilirken, yapmış olduğumuz çalışmada bu bulgunun aksine 125 Hz ve 250 Hz de efektif sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebinin, MLD uygulamasında kullanılan test

prosedürlerini, uygulanan cihazın ve/veya cihaz kalibrasyonunun farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bellis, (2011) uyaran frekansının binaural summasyon üzerindeki etkisi ile: uyaran frekansı arttıkça, faz bazında lokalizasyonun daha zor elde edildiğini bildirmiştir. Böylece, binaural ölçümde homofazik ve antifazik paradigmlar arasındaki eşik farkı (MLD değeri), uyaran frekansı arttıkça azalmıştır. Eddins ve Barber, (1998) kulaklar arası ince yapı ipuçlarının kullanılabilirliğini farklı şekilde etkilemek için uyaran frekansını (500 ve 4000 Hz); kulaklar arası zarf ipuçlarının kullanılabilirliğini farklı şekilde etkilemek için maskeleyici türünü (low-noise noise, medium-noise noise, and high-noise noise) parametrik olarak değiştirerek, zamansal ince yapı ve zarf ipuçlarının Binaural Masking Level Difference (BMLD)'a katkılarını araştırmışlardır. 500 ve 4000 Hz'de antifazik ($S\pi No$) durumdaki ölçüm sonuçlarının farklılıklarını, düşük uyaran frekanslarında, kulaklar arası farklılıkların hem uyarının ince yapısı hem de uyaran zarfı tarafından iletebilirken, yüksek uyaran frekanslarında yalnızca zarfa dayalı işaretlerin iletebilmesiyle bağdaştırmıştır. Bu durum, 4000 Hz'de 500 Hz'den daha yüksek $NoS\pi$ eşiklerinin bulunmasıyla tutarlıdır. BMLD sonuçlarının ise, maskeleyici tipinden bağımsız olarak 4000 Hz için 500 Hz uyaran frekansından önemli ölçüde daha küçük olduğunu ve yüksek frekanslarda binaural zamansal ince yapı ipuçlarını kullanma yeteneğinin azaldığını göstermişlerdir.

Yukarıda verilen bulgulara benzer olarak, yapmış olduğumuz çalışmada; Tablo 6'da belirtildiği gibi tüm çalışma grubu için, Tablo 10'da ise 18-30 ve 30-45 yaş grupları için antifazik durumda ($S\pi No$) elde edilen değerler frekans artışıyla doğru orantılı olarak artış göstermektedir. 45-60 yaş grubu arasında ise 125 Hz, 250 Hz ve 500 Hz de bu doğru orantılı artış gözlenirken 750 Hz ölçümünde gerileme gözlenmiştir. $S\pi No$ değerinde frekans artışıyla doğru orantılı bir değişim görülürken MLD değerleri ters orantı göstermiş olup literatür bulguları ile uyumludur. Bu uyumun sebebinin, işitsel sinir liflerinin ateşleme paternlerinin, özellikle düşük frekanslarda, uyarana göre faz kilitli olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

MLD'nin binaural işlemlemeyi beyin sapı bölgesinde değerlendirdiği bilinmektedir ancak MLD değerleri işitme eşiklerindeki farklılıklardan ve değerlendirilen bireyin yaşından etkilenmektedir. İşitme eşiklerinin yükselmesi varlığında MLD değerlerinin

nispeten daha düşük elde edildiği birçok çalışma ile desteklenmektedir (Hall ve Tyler, 2018; Jerger vd., 1984; Schoeny ve Carhart, 1971). İşitme eşiklerinin düşmesi ile MLD değerleri arasındaki bu ilişki, verilen akustik uyarının zamansal ipuçlarının daha zayıf kodlanmasından ve periferde akustik uyarının uzun süreli yoksunluğunun ve/veya bozulmasının beyin sapı seviyesinde anormal algılanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (McCullagh ve Bamiau, 2014; Miller ve Knudsen, 2001; Schoeny ve Carhart, 1971). MLD sonuçlarının işitme eşiklerindeki düşüşten etkilendiği göz önüne alınarak, çalışmamıza katılan her katılımcının hava yolu saf ses işitme eşikleri 250-8000 Hz frekanslarında, kemik yolu saf ses işitme eşikleri ise 500-4000 Hz frekanslarında tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme kriterlerinden birisi olan, saf ses odyometri testi için bilateral saf ses ortalamasının ≤ 20 dB HL ile normal işitmeye sahip olunması kriteri tüm katılımcılar tarafından sağlanmıştır ancak 45-75 yaş arasında olan bireylerin 125 Hz, 250 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz’de sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiklerinin diğer iki gruptaki katılımcılara göre anlamlı yüksek olduğu ($p<0,05$), 18-30 yaş arasında olan bireylerin 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 8000 Hz sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşiklerinin, sağ ve sol kulak hava yolu saf ses ortalaması sonuçlarının diğer yaş grubundaki katılımcılara göre anlamlı küçük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

MLD değerlerini yaştan etkilenimi; bebeklerde, çocuklarda, genç yetişkinlerde ve yaşlılarda farklı MLD değerlerinin elde edildiği çalışmaların varlığı sebebi ile incelenmeye değer bir alandır. Nozza vd., (1988) normal işiten bebekler ve yetişkinler arasında yaptıkları değerlendirmeler sonucunda MLD değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmuş ve bebeklerde daha düşük MLD değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bu sonucu, nöral ateşleme senkronizasyonundaki değişikliklerle ve miyelinizasyona bağlı sinaptik verimlilikle ilişkilendirilerek, yaşamın erken dönemindeki binaural etkileşimde olası bir gelişimsel değişikliğe işaret etmişlerdir. Yetişkinler üzerinde yapılan çalışmalarda ise, MLD değerleri ile yaş arasındaki ilişki değişkenlik göstermektedir. Normal işitmeye sahip genç ve yaşlı bireyler arasında yapılan bazı çalışmalar, yaştan artması ile MLD değerlerinde azalma olduğunu göstermektedir (Anderson vd., 2018; A. Eddins ve D. Eddins, 2018; Grose vd., 1994; Pichora-Fuller ve Schneider, 1991, 1992, 1998). Yine bu iki grup arasında yapılan bazı çalışmalar ise MLD değerlerinde anlamlı bir fark elde edilemediğini bildirmiştir (Dubno vd., 2008; Kelly-Ballweber ve Dobie, 1984; Novak ve Anderson,

1982; Wilson ve Weakley, 2005). Elde edilen sonuçlardaki bu farklılık testin uygulanmasındaki metodolojik farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Dubno vd., (2008) tarafından yapılan çalışmada, tonal ve konuşma MLD test sonuçlarının genç ve yaşlı katılımcılar arasında önemli ölçüde farklılık göstermediği bildirilmiştir. Konuşma için uzamsal ayırma yararı, genç ve yaşlı yetişkinler için önemli ölçüde farklılık göstermemiştir ancak yaşlı yetişkinler için işitselliğe dayalı bir model tarafından tahmin edilenden daha küçük ve genç yetişkinler için tahmin edilenden daha büyük değerler elde edilmiştir. Pichora-Fuller ve Schneider, (1998) masking level difference değerlerini, genç ve yaşlı yetişkinlerde beş farklı maskeleye seviyesinde ve 500 Hz'lik saf ses uyaran kullanarak elde etmişlerdir. MLD sonuçları, test edilen maskeleye seviyeleri aralığında daha genç yetişkinler için daha büyük olarak elde edilmiştir olup, yaşa bağlı düşüş tüm koşullarda gözlenmiştir. Eddins, A. ve Eddins, D. (2018) ise genç ve yaşlı yetişkinlerde binaural masking level difference paradigmasını kullanarak binaural zamansal işlemlemeyi değerlendirmek istemiştir. Normal işitmeye sahip 10 genç (21-32 yaş aralığında), 10 yaşlı (61-78 yaş aralığında) ve işitme kaybı olan 10 yaşlı (61-81 yaş aralığında) bireyde, 500 Hz ve 4000 Hz frekanslarında davranışsal olarak masking level difference ve elektrofizyolojik olarak işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller (İUKP) uyaran manipölasyonları uygulanarak değerlendirilmiştir. Normal işitmeye sahip yaşlı grup ve işitme kaybı olan yaşlı grup, 500 Hz MLD eşiklerinde normal işitmeye sahip genç gruba göre daha düşük eşikler elde etmiştir. 4000 Hz MDF eşikleri tüm gruplar için 500 Hz MLD eşiklerine göre daha düşük elde edilmiş ve yaşlanma ile eşiklerde düşmeye rastlanmamıştır. Bu çalışma, temporal zarf kodlaması ile binaural temporal ince yapı ipuçlarının işlenmesinde yaşa bağlı bir düşüş olduğunu göstermektedir (Eddins, A. ve Eddins, D. 2018). Anderson vd., (2018) normal işitmeye sahip genç ve yaşlı grupta, 500 Hz saf ses uyaran ve farklı maskeleyici gürültüleri (geniş bant ve dar bant) kullanarak masking level difference değerlerini farklı koşullar için (SoNo, S π No ve SoN π) elde etmişlerdir. MLD testinde SoNo- S π No eşiklerini genç grupta (yaş aralığı 19-26) 15.20 $\pm$ 3.8 dB ve yaşlı grupta (yaş aralığı 61-73) 11.75 $\pm$ 3.3 dB olarak elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise eşikler 18-30 yaş aralığındaki grupta ortanca (1.-3. çeyreklik) değeri 12,00 (10,50-14,00) ,45-75 yaş aralığındaki grupta ortanca (1.-3. çeyreklik) 10,00 (10,00-10,00) dB bulunmuş olup benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Ulusal literatürde Güven ve Mutlu, (2003) tarafından yapılan MLD değerlerinin normalizasyonun araştırıldığı çalışmada, MLD değerlerinin yaş ve cinsiyetten etkilenmediği görülmüştür. Kartal vd. (2021) tarafında yapılan çalışmada ise normal işitme eşiklerine sahip yetişkinler 500 Hz saf ses uyaran kullanılarak yapılan MLD ile değerlendirilmiş olup, yaşın artması ile MLD cevaplarında düşme olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda, 500 Hz MLD sonuçlarıyla sınırlı kalınmayıp, farklı saf ses frekanslarında elde edilen MLD sonuçlarının yaştan etkilenimi incelemiştir. Tüm frekanslarda 18-30 yaş grubundaki bireylerde diğer gruplara göre anlamlı yüksek MLD değerlerinin elde edildiği saptanmıştır.

Paula vd., (2012) 30 yetişkinde elde edilen MLD sonuçlarına dayanarak erkekler ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da bu veriyle uyumlu olarak, MLD test uygulamasında değerlendirdiğimiz tüm uyaran frekanslarında, sonuçların cinsiyetten etkilenmediğini ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmediği saptanmıştır.

Mendes vd., (2017) tarafından, MLD, normal işiten 109 bireye, 500 Hz saf ses uyaran ve dar bant gürültü kullanılarak üç farklı koşul (SoNo, S π No, ton yok – NT) için uygulanmıştır. İki koşul arasındaki farktan (SoNo-S π No) kaynaklanan ortalama MLD değeri, 0,316 standart hata ile 10,83 dB olarak elde edilmiştir. Ülkemizde Güven ve Mutlu, (2003) tarafından, MLD, normal işiten 17-24 yaş arası 50 bireye, 25-40 yaş arası 50 bireye 500 Hz dar bant gürültü kullanılarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda gruplarda MLD eşikleri 10.92 ± 2.32 dB olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar, çalışma grubumuzdan elde edilen 500 Hz MLD değeri ($11,13 \pm 1,74$) ile benzerlik göstermektedir.

Periferik ve santral işitsel işlevin yaşla birlikte progresif olarak azaldığı bilinmektedir (Casparly vd., 2008; Qian vd., 2021). İşitsel işlevin azalması, normal işitme eşiklerine sahip olan bireylerde yaş artışıyla beraber santral işitsel işleme yeteneğinde azalmanın olabileceğini göstermektedir (Abdala ve Dhar, 2012; Chisolm vd., 2003). Çalışmamızda her iki kulak için, hava yolu ve kemik yolu işitme eşiği sonuçlarının, saf ses ortalamalarının ve konuşmayı alma eşiklerinin yaş ile pozitif yönde; konuşmayı ayırt etme skoru ve uygulanan tüm frekanslarda elde edilen MLD değerlerinin ise yaş ile negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermiştir. Çalışmamız

sonucunda elde edilen bu bulgular, yaşlanmanın etkilerinin incelendiği çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Gordon-Salant ve Fitzgibbons, 2004; Kim ve Oh, 2013). Fostick ve Babkoff, (2013) işitme eşiklerinin ve konuşmayı alma eşiklerinin yaş artışı ile birlikte artış gösterdiğini ve aynı zamanda işitsel temporal işlemeleme eşiklerinin artmasıyla konuşmayı anlamada zorluk yaşanabileceğini, konuşmayı ayırt etme skorlarında düşüş olacağını bildirmiştir. Kim ve Oh, (2013) yaşlı yetişkinlerin konuşmayı anlamada yaşadıkları zorluğu değerlendirilirken, yalnızca periferik işitsel sistemin değerlendirilmesinin bu zorluğu kavramada yetersiz kalacağını, periferik değerlendirmeye ek olarak santral işitsel işlemeleme ve bilişsel fonksiyon değerlendirmelerini de içeren kapsamlı bir bakış açısıyla yaklaşılması gerektiğini vurgulamışlardır.

6. SONUÇ

Beyin sapındaki küçük disfonksiyonlara karşı masking level difference'ın oldukça duyarlı olduğu ve santral işitsel işleme değerlendirmesinde kullanılan binaural etkileşim testleri arasındaki en hassas testlerden birisi olduğu bilinmektedir. Yapılan ulusal literatür taramasında MLD testini farklı uyaran parametreleriyle değerlendiren herhangi bir çalışmaya ulaşılmamıştır. Literatürde MLD parametrelerinden olan saf ses uyaran frekansını değerlendiren çalışmalarda, uygulanan frekanslar içinde, yaşın ve cinsiyetin etkisinin tutarsızlıklar gösterdiği gözlenmiş ve farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu çalışmada, normal işiten bireylerde Masking Level Difference testinde, uyaran parametrelerinden biri olan saf ses uyaran frekansının, test sonuçları üzerine etkisini incelemek ve uygulanan her frekansta yaş ve cinsiyet etkilenimini analiz etmek amaçlanmıştır. Çalışma grubumuz içinde belirlemiş olduğumuz üç farklı yaş grubuna, saf ses uyaran 125, 250, 500 ve 750 Hz frekanslarında, dar bant gürültü kullanılarak uygulanmış, sonuçlar karşılaştırılmış, uygulama yapılan her uyaran frekansı için yaş ve cinsiyet ilişkisi değerlendirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

- (1) Masking level difference uygulama koşullarından olan SoNo değerinin frekans artışıyla ters orantılı, S π No değerinin frekans artışıyla doğru orantılı bir etkileşim gösterdiği, masking level difference test sonuçlarının frekans artışıyla ters orantılı bir etkileşim gösterdiği tespit edilmiştir. Saf ses uyaran frekansı arttıkça, faz bazında lokalizasyonun daha zor elde edildiği tespit edilmiştir.
- (2) Yapılan çalışmaların bazılarında 250 Hz ve altındaki uyaran frekanslarındaki MLD değerleri için düşme gözlemlendiği bildirilirken, yapmış olduğumuz çalışmada bu bulgunun aksine 125 Hz ve 250 Hz saf ses uyaran ile uygulanan MLD sonuçları 500 Hz ve 750 Hz saf ses uyaran ile uygulanan MLD sonuçlarından yüksektir.
- (3) Test edilen tüm frekanslarda, normal işitmeye sahip olunmasına rağmen yaş artışı ile binaural etkileşim becerisinin azaldığı tespit edilmiştir. Yaş artışı ile birlikte, MLD olgusunun altında yatan kulaklar arası zaman ve şiddet ipuçlarının nispeten zayıf bir hassasiyetle kodlandığı ya da doğru periferik kodlamaya rağmen, daha merkezi işitsel süreçlerin binaural işitsel bilgiyi anlamlandırmada nispeten yetersiz kaldığı görülmüştür.

(4) Saf ses odyometri uygulamasında değerlendirilen tüm hava yolu ve kemik yolu işitme eşiklerinde, konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru ölçümlerinde, masking level difference testinin uygulandığı tüm frekanslardaki ölçümlerde cinsiyete bağlı istatiksels olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir.

Çalışmamızın MLD testinin farklı frekans uygulamalarında değerlendirilmesinde verdiği bilgilerle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, MLD ölçümlerinde farklı test parametrelerinde (gürültü) yapılacak değişikliklerin test sonuçları üzerine etkisini inceleyecek araştırmaların yapılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Abdala, C., & Dhar, S. (2012). Maturation and aging of the human cochlea: A view through the DPOAE looking glass. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 13(3), 403–421.
- Anderson, S., Ellis, R., Mehta, J., & Goupell, M. J. (2018). Age-related differences in binaural masking level differences: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Neurophysiology*, 120(6), 2939–2952.
- ASHA (2005). (Central) auditory processing disorders: technical report. www.asha.org/policy. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA).
- Avan, P., Giraudet, F., & Büki, B. (2015). Importance of binaural hearing. *Audiology and Neurotology*, 20(suppl 1), 3–6.
- Bellis, T. J. (2011). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Blauert J. (1997). *Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization*. Cambridge; MIT Press.
- Blauert, J. (2013). *The technology of binaural listening*. Berlin: Springer.
- Bregman, A. S. (1994). Auditory scene analysis: the perceptual organization of sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1177–1179.
- Brown, M., & Musiek, F. (2013). The fundamentals of masking level differences for assessing auditory function. *Hearing Journal*, 66(1), 16–17.
- Burnham, M. N. (2010). *Normal masking level difference parameters for use in the clinical evaluation of auditory processing disorders*. Master of Science. Brigham Young University. Department of Communication Disorders. Utah.
- Caspary, D. M., Ling, L., Turner, J. G., & Hughes, L. F. (2008). Inhibitory neurotransmission, plasticity and aging in the mammalian central auditory system. *Journal of Experimental Biology*, 211(11), 1781–1791.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with

- two ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975–979.
- Chisolm, T. H., Willott, J. F., & Lister, J. J. (2003). The aging auditory system: anatomic and physiologic changes and implications for rehabilitation. *International Journal of Audiology*, 42(2).
- Colburn, H. S., & Durlach, N. I. (1965). Time- intensity relations in binaural unmasking. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 38(1), 93–103.
- Culling, J. (2021). Equalization-cancellation revisited. *Forum Acusticum* içinde (ss.1913–1917). Lyon, France.
- Davidson, A., Eitel, M., Lange, R. T., French, L. M., Lippa, S., Brickell, T. A., & Brungart, D. (2023). Efficient estimation of the binaural masking level difference using a technique based on manual audiometry. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 66(April), 1–16.
- de Carvalho, N. G., do Amaral, M. I. R., de Barros, V. Z., & dos Santos, M. F. C. (2021). Masking level difference: performance of school children aged 7-12 years. *Journal of Audiology and Otology*, 25(2), 65–71.
- Dolan, T. R. (1968). Effect of masker spectrum level on masking-level differences at low signal frequencies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 44(6), 1507–1512.
- Dubno, J. R., Ahlstrom, J. B., Horwitz, A. R., & Shadow, H. (2008). Binaural advantage for younger and older adults with normal hearing benefit with and without. *Hearing Research*, 51(April), 539–557.
- Durlach, N. I. (1963). Equalization and cancellation theory of binaural masking-level differences. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 35(8), 416–426.
- Durlach, N. I., Thompson, C. L., & Colburn, H. S. (1981). Binaural interaction in impaired listeners: a review of past research. *International Journal of Audiology*, 20(3), 181–211.
- Eddins, A. C., & Eddins, D. A. (2018). Cortical correlates of binaural temporal processing deficits in older adults. *Ear Hear*, 39(3), 594–604.
- Eddins, D. A., & Barber, L. E. (1998). The influence of stimulus envelope and fine

- structure on the binaural masking level difference. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 103(5), 2578–2589.
- Egan, J. P., Carterette, E. C., & Thwing, E. J. (1954). Some factors affecting multi-channel listening. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 26(5), 774–782.
- Epstein, M., & Florentine, M. (2009). Binaural loudness summation for speech and tones presented via earphones and loudspeakers. *Ear and Hearing*, 30(2), 234–237.
- FLanagan, J. L., & Watson, B. J. (1966). Binaural unmasking of complex signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 40(2), 456–468.
- Fletcher, H., & Munson, W. A. (1933). Loudness, its definition, measurement and calculation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 5, 82–108.
- Fostick, L., & Babkoff, H. (2013). Temporal and non-temporal processes in the elderly. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 24(3), 191–199.
- Garcia-Argibay, M., Santed, M. A., & Reales, J. M. (2019). Binaural auditory beats affect long-term memory. *Psychological Research*, 83(6), 1124–1136.
- Gelfand, S. A. (2010). Binaural and spatial hearing. *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics* (ss. 231–257). Informa Healthcare.
- Gelfand, S. A. (2016). *Essentials of Audiology* (Fourth Edition). New York, NY: Thieme Medical Publishers.
- Goldstein, D. P., & Stephens, S. D. G. (1975). Masking level difference: a measure of auditory processing capability. *International Journal of Audiology*, 14(1), 354–367.
- Goodin, P., Ciorciari, J., Baker, K., Carrey, A. M., Harper, M., & Kaufman, J. (2012). A high-density eeg investigation into steady state binaural beat stimulation. *PLoS ONE*, 7(4), e34789.
- Gordon-Salant, S., & Fitzgibbons, P. J. (2004). Effects of stimulus and noise rate variability on speech perception by younger and older adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(4), 1808–1817.
- Grantham, D. W. (1984). Interaural intensity discrimination: insensitivity at 1000 Hz.

- The Journal of the Acoustical Society of America*, 75(4), 1191–1194.
- Greene, T. C. (1929). The ability to localize sound. *Archives of Surgery*, 18(4), 1825–1841.
- Grose, J. H., Poth, E. A., & Peters, R. W. (1994). Masking level differences for tones and speech in elderly listeners with relatively normal audiograms. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(2), 422–428.
- Gürses, E. (2019). *Tek taraflı işitme kayıplı bireylerde zamansal ve suprasegmental işitsel işlemlerin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Güven, A. G., & Mutlu, M. (2003). Merkezi işitsel işleme fonksiyonlarının değerlendirilmesinde maskeleye düzeyi farkı testi: Normal işiten gruptan elde edilen norm değerler. *The Turkish Journal of Ear Nose and Throat*, 10(3), 93–97.
- Hall, J. W., & Tyler, R. S. (2018). Factors influencing the masking level difference in cochlear hearing impaired and normal hearing listeners. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27(March 1984), 145–154.
- Harris, R. W., Brey, R. H., Miller, R. W., & Channell, R. W. (1992). Influence of masker bandwidth on binaural masking level differences. *International Journal of Audiology*, 32(4), 196–204.
- Hauser, M. D., Chomsky, N., & Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science's Compass*, 298(5598), 1569–1579.
- Hirsh, I. J. (1948a). Binaural summation a century of investigation. *Psychological Bulletin*, 45(3), 193–206.
- Hirsh, I. J. (1948b). The influence of interaural phase on interaural summation and inhibition. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 20(4), 536–544.
- Ingendoh, R. M., Posny, E. S., & Heine, A. (2023). Binaural beats to entrain the brain? A systematic review of the effects of binaural beat stimulation on brain oscillatory activity, and the implications for psychological research and intervention. *PLoS ONE*, 18(5), e0286023.
- Jeffress, L. A., Blodgett, H. C., & Deatherage, B. (1952). The masking of tones by

- white noise as a function of the interaural phases of both components. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 24(1), 113–114.
- Jerger, J., Brown, D., & Smith, S. (1984). Effect of peripheral hearing loss on the masking level difference. *Archives of Otolaryngology*, 110(5), 290–296.
- Johansson, M. S. K., & Arlinger, S. D. (2002). Original article: Binaural masking level difference for speech signals in noise: Diferencia en el nivel de enmascaramiento binaural para señates vocales en ruido. *International Journal of Audiology*, 41(5), 279–284.
- Kartal, A. (2019). *Genç ve yaşlı bireylerde santral işitsel işleme sistemin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Kartal, A., Yaman, B., Kaya, M., Yerlikaya, B., & Konukseven, Ö. (2021). Binaural etkileşimin değerlendirilmesi: normal işiten bireylerde yaşa bağlı değişen maskeleme düzeyi farkı. *Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 6(3), 585–591.
- Katz, J. (Ed.) (2015). *Handbook of clinical audiology* (Seventh Edition). Wolker Kluwer Health.
- Kelly-Ballweber, D., & Dobie, R. A. (1984). Binaural interaction measured behaviorally and electrophysiologically in young and old adults. *International Journal of Audiology*, 23(2), 181–194.
- Kerber, S., & Seeber, B. U. (2012). Sound localization in noise by normal-hearing listeners and cochlear implant users. *Ear and Hearing*, 33(4), 445–457.
- Keys, J. W. (1947). Binaural versus monaural hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 19(4), 629–631.
- Kim, B. J., & Oh, S. H. (2013). Age-related changes in cognition and speech perception. *Korean Journal of Audiology*, 17(2), 54–58.
- Klumpp, R. G., & Eady, H. R. (1956). Preliminary measurements were of the psychophysical literature contains a number. *Journal of the Acoustical Society of America*, 28(5), 859–860.

- Kuwada, S., Yin, T., & Wickesberg, R. (1979). Response of cat inferior colliculus neurons to binaural beat stimuli: possible mechanisms for sound localization. *Science*, 206(4418), 586–588.
- Leakey, D. M., Sayers, B. M., & Cherry, C. (1958). Binaural fusion of low and high frequency sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 30(3), 222–223.
- 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.
- Licklider, J. C. R., Webster, J. C., & Hedlun, J. M. (1950). On the frequency limits of binaural beats. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 22(4), 468–473.
- Litovsky, R. (2015). *Development of the auditory system* (G.G. Celesia & G. Hickok, Ed.). Handbook of Clinical Neurology. Elsevier B.V.
- Litovsky, R. Y., Goupell, M. J., Fay, R. R., & Popper, A. N. (Ed.) (2021). *Binaural hearing*. Springer Handbook of Auditory Research.
- Marks, L. E. (1978). Binaural summation of the loudness of pure tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64(1), 107–113.
- Marozeau, J., Epstein, M., Florentine, M., & Daley, B. (2006). A test of the binaural equal-loudness-ratio hypothesis for tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(6), 3870–3877.
- McAnally, K. I., & Stein, J. F. (1996). Auditory temporal coding in dyslexia. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 263(1373), 961–965.
- Mccullagh, J., & Bamiou, D. E. (2014). *Measures of binaural interaction* (F. E. Musiek & G. D. Chermak, Ed.). Handbook of central auditory precessing disorder. Plural Publishing.
- Mendes, S. do C., Branco-Barreiro, F. C. A., & Frota, S. (2017). Masking level difference: reference values in adults. *Audiology - Communication Research*, 22, 1746–1.
- Metz, P. J., von Bismarck, G., & Durlach, N. I. (1966). Further results on binaural

- unmasking and the EC model II. noise bandwidth and interaural phase. *Journal of the Acoustical Society of America*, 40(1), 62–70.
- Miller, G. L., & Knudsen, E. I. (2001). Early auditory experience induces frequency-specific, adaptive plasticity in the forebrain gaze fields of the barn owl. *Journal of Neurophysiology*, 85(5), 2184–2194.
- Mills A. W. (1972). *Auditory localization* (J. V. Tobias, Ed.) Foundations of Modern Auditory Theory, Vol. 2. New York, NY: Academic Press.
- Musicant, A. D., & Butler, R. A. (1984). The influence of pinnae-based spectral cues on sound localization. *Journal of the Acoustical Society of America*, 75(4), 1195–1200.
- Musiek, F. E., Shinn, J. B., Jirsa, R., Bamiou, D. E., Baran, J. A., & Zaida, E. (2005). GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear and Hearing*, 26(6), 608–618.
- Noffsinger, D., Schaefer, A. B., & Martinez, C. D. (1984). Behavioral and objective estimates of auditory brainstem integrity. *Seminars in Hearing*, 5, 337–349.
- Novak, R. E., & Anderson, C. V. (1982). Differentiation of types of presbycusis using the masking-level difference. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25(4), 504–508.
- Nozza, R. J., Wagner, E. F., & Crandell, M. A. (1988). Binaural release from masking for a speech sound in infants, preschoolers, and adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 31(June 1988), 212–218.
- Olsen, W. O., & Noffsinger, D. (1976). Masking level differences for cochlear and brainstem lesions. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 85(6), 820–825.
- Olsen, W. O., Noffsinger, D., & Carhart, R. (1976). Masking level differences encountered in clinical populations. *International Journal of Audiology*, 15(4), 287–301.
- Paula, P. da S. de, Frota, S. M. M. C., & Felipe, L. (2012). Masking Threshold Differential (MLD): pilot study. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 16(1), 102.

- Paula, P. da S. de, Frota, S. M. M. C., & Felipe, L. (2017). Masking level difference (MLD): Literature review. *Global Journal of Otolaryngology*, 5(1).
- Perrott, D. R., & Nelson, M. A. (1969). Limits for the detection of binaural beats. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 46(6B), 1477–1481.
- Pichora-Fuller, M. K., & Schneider, B. A. (1991). Masking-level differences in the elderly: A comparison of antiphasic and time-delay dichotic conditions. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34(6), 1410–1422.
- Pichora-Fuller, M. K., & Schneider, B. A. (1992). The effect of interaural delay of the masker on masking-level differences in young and old adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 91(4), 2129–2135.
- Pichora-Fuller, M. K., & Schneider, B. A. (1998). Masking-level differences in older adults: The effect of the level of the masking noise. *Perception and Psychophysics*, 60(7), 1197–1205.
- Porsolt, A. R. D., & Irwin, R. J. (1967). Binaural summation in loudness of two tones as a function of their bandwidth. *The American Journal of Psychology*, 80(3), 384–390.
- Prasad, B. K. (2020). Binaural hearing: physiological and clinical view. *Archives of Otolaryngology and Rhinology*, 6(2), 033–036.
- Qian, M., Wang, Q., Yang, L., Wang, Z., Hu, D., Li, B., Li, Y., Wu, H., & Huang, Z. (2021). The effects of aging on peripheral and central auditory function in adults with normal hearing. *Am J Transl Res*, 13(2), 549–564.
- Quaranta, A., & Cervellera, G. (1974). Masking level difference in normal and pathological ears. *International Journal of Audiology*, 13(1), 428–431.
- Rayleigh, Lord. (1907). XII. On our perception of sound direction . *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 13(74), 214–232.
- Risoud, M., Hanson, J. N., Gauvrit, F., Renard, C., Lemesre, P. E., Bonne, N. X., & Vincent, C. (2018). Sound source localization. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 135(4), 259–264.

- Ross, B., Miyazaki, T., Thompson, J., Jamali, S., & Fujioka, T. (2014). Human cortical responses to slow and fast binaural beats reveal multiple mechanisms of binaural hearing. *Journal of Neurophysiology*, 112(8), 1871–1884.
- Şahin, M. (2021). *İşitme cihazlarında binaural yönsellik özelliğinin gürültüde konuşmayı anlama üzerine etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Santiago, J. M., Luiz, C. B. L., Garcia, M., & Gil, D. (2020). Masking level difference and electrophysiological evaluation in adults with normal hearing. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 24(4), 399–406.
- Schoeny, Z. G. (1968). *Comparisons of masking level differences for normal hearing subjects and subjects with unilateral meniere's disease*. Northwestern University. Evanston.
- Schoeny, Z. G., & Carhart, R. (1971). Effects of unilateral ménières disease on masking-level differences. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 50(4B), 1143–1150.
- Shaw, W. A., Newman, E. B., & Hirsh, I. J. (1947). The difference between monaural and binaural thresholds. *Journal of Experimental Psychology*, 37(3), 229–242.
- Shiraishi, K. (2021). Sound localization and lateralization by bilateral bone conduction devices, middle ear implants, and cartilage conduction hearing aids. *Audiology Research*, 11(4), 508–523.
- Sondhi, M. M., & Guttman, N. (1966). Width of the spectrum effective in the binaural release of masking. *Journal of the Acoustical Society of America*, 40(3), 600–606.
- Stubblefield, J. H., & Goldstein, D. P. (1977). A test-retest reliability study on clinical measurement of masking level differences. *International Journal of Audiology*, 16(5), 419–431.
- Thompson D. M. (2005). *Understanding audio: getting the most out of your project or professional recording studio*. Berklee Press.
- Tremblay, K. L., Piskosz, M., & Souza, P. (2003). Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. *Clinical Neurophysiology*,

114(7), 1332–1343.

- Wall, J. A., Mcdaid, L. J., Maguire, L. P., & McGinnity, T. M. (2008). Spiking neuron models of the medial and lateral superior olive for sound localisation. *2008 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE World Congress on Computational Intelligence)* içinde (ss 2641–2647). Hong Kong, China.
- Webster, F. A. (1951). The influence of interaural phase on masked thresholds I. the role of interaural time-deviation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 23(4), 452–462.
- Wernick, J. S., & Starr, A. (1968). Binaural interaction in the superior olivary complex of the cat: an analysis of field potentials evoked by binaural-beat stimuli. *Journal of Neurophysiology*, 31(3), 428–441.
- Wilson, R. H., Arcos, J. T., & Jones, H. C. (1984). Word recognition with segmented-alternated CVC words: A preliminary report on listeners with normal hearing. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27(3), 378–386.
- Wilson, Richard H., Moncrieff, D. W., Townsend, E. A., & Pillion, A. L. (2003). Development of a 500-Hz masking-level difference protocol for clinic use. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(1), 1–8.
- Wilson, Richard H., & Weakley, D. G. (2005). The 500 Hz masking-level difference and word recognition in multitalker babble for 40- to 89-year-old listeners with symmetrical sensorineural hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(6), 367–382.
- Yost, W. A., & Dye, R. H. (1988). Discrimination of interaural differences of level as a function of frequency. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(5), 1846–1851.
- Yost, W. A., & Gourevitch, G. (1987). *Directional hearing* (W. A. Yost & G. Gourevitch, Ed.). Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho. Springer Verlag.
- Yost, W. A., Wightman, F. L., & Green, D. M. (1971). Lateralization of filtered clicks. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 50(6), 1526–1531.
- Zwicker, E., & Henning, G. B. (1985). The four factors leading to binaural masking-

level differences. *Hearing Research*, 19(1), 29–47.

Zwicker, Eberhard, & Henning, G. B. (1991). On the effect of interaural phase differences on loudness. *Hearing Research*, 53(1), 141–152.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Seher ÇINAR

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2019, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Odyoloji Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2023, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri : Çınar, S. & Sunar, F. (2023). Vestibüler sistem değerlendirmesinde video head impulse testinin önemi, *1. Ulusal Sağlık Hizmetleri ve Bilimleri Kongresi içinde* (ss.296-298). İstanbul, Türkiye.

İŞ DENEYİMİ

Stajlar :

2018, Stajyer Odyolog, Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji Ünitesi

2018, Stajyer Odyolog, Özel Işığım Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi

2019, Stajyer Odyolog, Hedera Biomedics

Çalıştığı Kurumlar :

2019-2020, Konya Ses İşitme Cihazları Merkezi

2021-2022, Duyses İşitme Cihazları Merkezi

2023- Halen, Duymer İşitme Cihazları Merkezi

Tarih: 28 Temmuz 2023

ETİK KURUL İZNI

T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 03

Toplantı Tarihi: 31.03.2023

Karar Sayısı: 2023/046; Doç. Dr. Füsun SUNAR' ın "Sağlıklı Yetişkin Bireylerde Masking Level Difference Test Sonuçlarının Uygulama Yapılan Frekans Değişikliğinden Etkilenmenin Araştırılması" başlıklı araştırma projesi çalışması ile ilgili 24.03.2023 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Görüşme sonucunda araştırma projesi çalışmasının Doç. Dr. Füsun SUNAR sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

Not: Çalışma ile ilgili gerekli izin ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

Sorumlu Araştırmacı: Doç. Dr. Füsun SUNAR
Yardımcı Araştırmacı: : Seher ÇINAR

ASLI GİBİDİR

31.03.2023

Prof. Dr. Taner ZİYLAN

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı