



T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NÖROBİLİM ANABİLİM DALI
NÖROBİLİM YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**“GENÇ YETİŞKİNLERDE MCGURK İLLÜZYONUNDAN
ETKİLENME ORANI İLE İŞİTSEL UYARILMIŞ GEÇ
POTANSİYEL YANITLARININ KIYASLANMASI”**

HİLAL AÇIKGÖZ

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİN CEYLAN

İSTANBUL-2021

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NÖROBİLİM ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**“GENÇ YETİŞKİNLERDE MCGURK İLLÜZYONUNDAN
ETKİLENME ORANI İLE İŞİTSEL UYARILMIŞ GEÇ
POTANSİYEL YANITLARININ KIYASLANMASI”**

HİLAL AÇIKGÖZ

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİN CEYLAN

İSTANBUL- 2021

ÖZET

McGurk illüzyonu, McGurk ve McDonald tarafından 1976 yılında tanımlanmıştır. Bilinen ilk örneğinde, işitsel /b/ uyarını, /g/ sesleten bir yüzle birleştğinde algılanan sesin /d/ olması ve tersi olarak, işitsel /g/ uyarınının, /b/ sesleten bir yüzle birleştirilerek oluşturulan bir video kaydı sunulduğunda, yanıtların /bg/ olduğudur. McGurk illüzyonu işitsel- görsel entegrasyonun en belirgin örneğidir. İşitsel bir uyarının beyinde oluşturduğu aktivite işitsel uyarılmış potansiyellerle (İUP) kaydedilebilir. İUP olan Mismatch Negativite- Eşleşmeyen Negativite (MMN), McGurk illüzyonu gibi temporal korteksten köken alır ve işitsel görsel entegrasyonun altında yatan nöral aktiviteyi araştırmak için kullanılabileceği bildirilmiştir.

Çalışmamızın amacı, McGurk illüzyonuna maruz kalma ile MMN latansları arasında bir korelasyon olup olmadığını araştırmaktır. Araştırmamıza, işitmesi normal sınırlarda, tanılanmış nörolojik hastalığı ve görme problemi olmayan 20-30 yaşları aralığında, cinsiyet, eğitim ve sosyo-ekonomik düzey farkı gözetilmeksizin gönüllü 20 kadın, 20 erkek birey katıldı. McGurk kurgusuna uygun 8 video izletildi. MMN testi, her iki kulak için önce 70 dB sonra 80 dB şiddet seviyesinde, nadir uyarın toneburst 1500 Hertz, sık uyarın toneburst 1000 Hertz seçilerek tek oturumda oddball paradigması ile katılımcılara zihin görevleri verilerek uygulandı.

Bulgularda, McGurk illüzyonuna maruz kalma ile MMN latansları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmedi. Ancak, sağ taraftan kontralateral alınan 1000 Hz akustik refleks eşikleri, illüzyona daha az maruz kalanlarda daha yüksek elde edilmiştir. Elde edilen diğer verilere göre 70 dB nHL şiddetinde, sağ MMN latansları kadınlarda erkeklere kıyasla daha erken ortaya çıktığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, McGurk illüzyonuna maruz kalma ile MMN latansları arasında bir ilişki saptanamamıştır. MMN diğer işitsel uyarılmış geç potansiyeller gibi cinsiyet faktöründen etkilenmektedir.

Anahtar Kelimeler: İşitsel uyarılmış geç potansiyeller, işitsel- görsel entegrasyon, McGurk illüzyonu, MMN.

ABSTRACT

Comparison of the McGurk Illusion Rate vs Auditory Evoked Late Potential Responses in Young Adults

The McGurk illusion was described by McGurk and McDonald in 1976. In the first known example, when the auditory stimulus /ba/ is combined with a face that sounds /g/, the perceived sound is /d/ and vice versa, when a video recording created by combining the auditory /g/ with a /ba/ sounding face is presented, the responses /bg/. The McGurk illusion is the most obvious example of audio-visual integration. Mismatch Negativity (MMN), one of the auditory evoked potentials, MMN originates from the temporal cortex, similar to the McGurk illusion, and it has been reported that it can be used to investigate whether the activity in the auditory cortex, which underlies the individual's auditory visual integration.

The aim of our study is to investigate whether there is a correlation between exposure to the McGurk illusion and MMN latencies. Twenty female and 20 male volunteers, aged 20-30, with normal hearing, no diagnosed neurological disease and no vision problems, regardless of gender, education and socio-economic level, participated in our study. After the hearing tests were applied to the participants, 8 videos in accordance with McGurk editing were watched. The MMN test was applied to both ears at an intensity level of 70 dB and then 80 dB, by selecting rare stimulus toneburst 1500 Hertz, frequent stimulus toneburst 1000 Hertz, and giving mind tasks to the participants with oddball paradigm in a single session.

Results, no significant difference was observed between exposure to the McGurk illusion and MMN latencies. However, 1000 Hz acoustic reflex thresholds taken contralaterally from the right side were higher in those less exposed to the illusion. According to other data obtained, at 70 dB nHL severity, right MMN latencies were found to occur earlier in women than in men.

In conclusion, there is no relationship between exposure to the McGurk illusion and MMN latencies. MMN, like other auditory evoked late potentials, is affected by the gender factor.

Keywords: Auditory evoked late potentials, auditory-visual integration, McGurk illusion, MMN.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve lisans eğitimim boyunca çok büyük katkısı olan, değerli hocam, Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Bölüm Başkanı ve tez danışmanım Sayın Dr. Didem ŞAHİN CEYLAN'a ve tez yazım süresince bilgilerini esirgemeyen Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Öğretim Görevlisi Dr. Gökçe GÜLTEKİN'e;

Gerek laboratuvarında, gerek hasta bulmam için gerekse ilgili yazışmalara yardım eden ve destek olan sevgili arkadaşım ve Araştırma Görevlisi Busemnaz AVŞAR'a;

Tez süresi boyunca yanımda olan, güzel gülümsemesiyle beni hep motive eden canım arkadaşım Zübeyde ÇOLAK'a;

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen, başta müdürümüz Kübra LAFÇI olmak üzere tüm Elit Samyelim Özel eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi'ndeki çalışma arkadaşlarıma;

Maddi, manevi destekleri için, beni bu günlere getiren canım Annem Yazgül KAVRUT'a ve kıymetli, yol gösterenim Babam Ali KAVRUT'a ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Kardeşimlerim Esmanur KAVRUT ve Melike KAVRUT'a;

Hayatıma girdiği günden beri mutluluk ve huzur kaynağım olan, bana hep inanan ve beni hep destekleyen canım Eşim Burak AÇIKGÖZ'e sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iv
BEYAN FORMU	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. McGurk İllüzyonu	3
2.2. Santral İşitme Sistemi.....	6
2.3. Konuşmayı İşleme.....	7
2.3.1.Çok Boyutlu Duyusal Entegrasyon.....	9
2.4.İşitsel İşleme ve Dil ve Konuşma Bozukluğuna Sebep Olan Hastalıklar.....	10
2.4.1. Afazi.....	10
2.4.2. Alzheimer Hastalığı.....	11
2.4.3. Parkinson Hastalığı.....	11
2.4.4. Otizm Spektrum Bozukluğu.....	12
2.4.5. Özgül Dil Bozukluğu.....	12
2.4.6. İşitme Kaybı ve Koklear İmplantasyon.....	13
2.4.7. Merkezi İşitsel İşleme Bozukluğu.....	13
2.4.8. Şizofreni.....	13
2.4.9. Özel Öğrenme Güçlüğü.....	14
2.4.9.1. Disleksi.....	14

2.5. Olaya İlişkin Potansiyeller.....	15
2.5.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller.....	16
2.5.2. Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller.....	18
2.5.2.1 P1-N1-P2 Kompleksi.....	19
2.5.2.2. Akustik Değişim Kompleksi.....	22
2.5.2.3. P300.....	23
2.5.2.4. N400.....	24
2.5.3. MMN.....	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	38
3.1. Araştırmanın Tipi ve Amacı	38
3.2. Araştırmanın Yeri.....	38
3.3. Araştırmanın Örneklemi.....	38
3.4. Yöntem.....	38
3.5. Veri Toplama Araçları.....	39
3.5.1. Odyolojik Değerlendirme.....	36
3.5.2. El Baskınlığı.....	37
3.5.3. McGurk İllüzyonuna Uygun Kurgu İçeren Videolar.....	38
3.5.4.MMN Testinin Uygulanması.....	39
3.6. Verilerin Analizi.....	45
4. BULGULAR.....	46
5.TARTIŞMA.....	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR	67
EKLER	84
Ek 1: Etik Kurul Onayı.....	84
Ek 2: Gönüllü Onam Formu.....	85
Ek 3: Üç Heceli Kelime Listesi.....	87

Ek 4: Tek Heceli Kelime Listesi.....	88
Ek 5: Hazırladığımız Cevap Kağıdı Örneği.....	89
Ek 6: Özgeçmiş.....	90



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: Uyaran parametreleri	42
Tablo 2: Kayıt parametreleri.....	43
Tablo 3: Katılımcılar ile İlgili Sosyodemografik Veriler	45
Tablo 4: McGurk puanları, MMN, SDS, İpsilateral refleks eşikleri ve Kontralateral refleks eşiklerine ait betimsel istatistikler.....	46
Tablo 5: McGurk Maruziyet Gruplarına Göre Çeşitli Değişkenlerin Karşılaştırılması	47
Tablo 6: McGurk Maruziyet Grupları ile Cinsiyet ve El baskınlığının Karşılaştırılması.....	48
Tablo 7: Toplam McGurk puanları ile MMN, SDS, İpsilateral refleks eşikleri ve Kontralateral refleks eşikleri Arasındaki İlişkilere Ait Korelasyon Sonuçları.....	49
Tablo 8: İşittiğine Güvenme puanları ile MMN, SDS, İpsilateral refleks eşikleri ve Kontrolateral refleks eşikleri Arasındaki İlişkilere Ait Korelasyon Sonuçları.....	51
Tablo 9: Gördüğüne Güvenme puanları ile MMN, SD, İpsilateral refleks eşikleri ve Kontrolateral refleks eşikleri Arasındaki İlişkilere Ait Korelasyon Sonuçları.....	53
Tablo 10: Toplam McGurk, İşittiğine Güvenme, Gördüğüne Güvenme puanları ve MMN latanslarının Cinsiyet Açısından Karşılaştırılması	54
Tablo 11: Toplam McGurk, İşittiğine Güvenme, Gördüğüne Güvenme puanları ve MMN latanslarının Baskın El Açısından Karşılaştırılması	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Santral İşitme Sistemi.....	7
Şekil 2: Brodmann 41, 42, 23 Alanları.....	8
Şekil 3: İşitsel Uyarılmış Potansiyeller	17
Şekil 4: Uluslararası 10- 20 elektrot yerleşisi sistemi.....	20
Şekil 5: Akustik Değişim Kompleksi.....	22
Şekil 6: N400.....	25
Şekil 7: Oddball Paradigması.....	28
Şekil 8: MMN uyaran ve dalga ilişkisi.....	29
Şekil 9: /aba/ görseli /aga/ sesinin işitildiği video.....	41
Şekil 10: /aga/ görseli ile /aba/ sesinin işitildiği video	42
Şekil 11: Elektrot yerleşimi.....	43

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EEG: Elektroensefalografi

MMN: Mismatch Negativite- Eşleşmeyen Negatiflik

mMMN: Manyetik Mismatch Negativite

ms: Milisaniye

fMRI: Fonksiyonel Manyetik Rezonans

STS: Sol temporal sulcus

Hz: Hertz

n: Nervus

BA: Brodmann Alanı

OSB: Otizm spektrum bozukluğu

ÖDB: Özgül dil bozukluğu

MİİB: Merkezi işitsel işleme bozukluğu

ÖÖG: Özel öğrenme güçlüğü

DSM-4: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

ICD-10: International Classification of Diseases and Related Health Problems

OİP: Olaya ilişkin potansiyel

dB: Desibel

İUP: İşitsel uyarılmış potansiyel

ABR: Auditory brainstem response- İşitsel beyinsapı cevabı

MLR: Middle latence response- İşitsel orta lantanslar

ASSR: Auditory steady state response- İşitsel kararlı durum cevapları

AM: Amplitüd (genlik) modülasyonu

FM: Frekans modülasyonu

KİUP: Kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller

ACC: Acoustic Change Complex – Akustik değişim kompleksi

µV: Mikrovolt

TBH: Travmatik beyin hasarı

SNR: Sinyal Gürültü Oranı

ISI: Interstimulus Interval- Uyarılar arası süre

NMDA: N-metil-D-aspartat

SPL: Sound pressure level

ml: Mililitre

ANSI: American National Standards Institute

SRT: Konuşmayı alma eşiği- Speech reception threshold test

SDS: Konuşmayı ayırt etme skoru- Speech DiscriminationTest

MCL: Rahat edilen ses seviyesi- Most comfortable loudness level

nV: Nanovolt

Ω: Ohm

SPSS:Statistical Package for the Social Science

N: Birey sayısı

AR: Akustik refleks testi

kHz: KiloHertz

%: Yüzde

Ort.: Ortalama

SS: Standart sapma

P: Yanılma olasılığı



1. GİRİŞ

İnsan iletişimi, çok boyutlu algılamayı gerektirir. Dış ortamdan gelen konuşma bilgileri beyinde, dikkat ve hafızayı içeren karmaşık zihinsel süreçlerden geçerek anlamlı bir şekilde yorumlanır. İşitme ise, iletişiminde önemli bir basamaktır. Karmaşık konuşma uyarıları, dış kulak yoluyla orta kulağa, oradan iç kulağa iletilir. Uyarılar, iç kulakta bulunan *koklea* ile *sinaps* yapan işitme siniri vasıtasıyla, işlenmesi üzere beyne ulaştırılır. İç kulakta bulunan iç ve dış tüy hücreleri, ses uyarısının spektral özelliklerini koruyarak elektriksel bir sinyale dönüştürür. Bu elektrik sinyali, daha sonra patern tanımlama, etiketleme gibi ileri işlemlerden geçerek anlamlandırılmak üzere beyindeki dil alanlarına iletilir (Bamiou ve diğ., 2006).

Konuşmanın algılanmasında işitsel uyarılara ek olarak görsel uyarıların da rolü mevcuttur (Fagel, 2006). Çok güncel olarak Covid-19 pandemisi ile maske kullanımının, görsel ipuçlarını kapatmasından dolayı, konuşma anlaşılabilirliğini negatif yönde etkilediği görülmüştür. Konuşma esnasında, konuşmacının sergilediği geçici görsel işaretler, dinleyici tarafından konuşma uyarısındaki fonolojik bilgilerin ayırt edilmesi için önem taşır (Engen ve diğ., 2019). Böylece konuşmayı, işitilen ve görülen uyarılar beyinde entegre olduğunda algılarız. Konuşmayı doğru işlemlemek için gerekli olan görsel ve işitsel uyarılar tutarlı ve tamamlayıcı olmakla beraber tek bir algıda birleşirler. Fakat uyarılar çelişkili ve uyumsuz bütünleşmişse, uyarı kanalının birinden gelen bilgi, algılanan öteki uyarı tarafından değişime uğratılabilir. Bu durumu tarihte ilk olarak McGurk ve Macdonald (1976), uyumlu ve uyumsuz olarak sundukları görsel ve işitsel konuşma uyarıları ile ortaya çıkan bir yanılsama olarak bildirmiştir. McGurk illüzyonu olarak bilinen yanılsama, bu özelliği ile görsel bilginin, konuşma algısı üzerindeki etkisini ölçmek için bir araç olarak kullanılmaktadır (Erdener, 2015).

McGurk illüzyonu birçok dilde araştırılmıştır (Bovo ve diğ., 2009; Burnham ve Keane, 1997; Grassegger, 1995; Sams ve diğ., 1998; Sekiyama, 1997). Bu araştırmalar dilin algılanması, işlenmesi ve karşı tarafa dönüt oluşturulması süreçleri açısından önemli bir yere sahiptir. Bahsi geçen illüzyonun Türkçede de varlığı gösterilmiştir (Erdener, 2015). Her dilin kendine özgü fonolojik ve morfolojik özellikleri olduğu bilinen bir gerçektir. Bu bağlamda Türkçenin de kendine özgü dil yapısı ve algısal süreçlerinin, diğer diller gibi keşfedilmesi için Türkçede var olan bu illüzyonun arka planı önem taşımaktadır.

Elektroensefalografi (EEG) yöntemi ile sunulan işitsel, görsel uyaranların veya bir olayın kortikal seviyede oluşturduğu aktivasyon kafatasına yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla ölçülebilir ve kayıt altına alınabilir (Regan, 1989). İşitsel uyarılmış potansiyeller, işitsel uyaranlar tarafından üretilen beynin elektriksel yani EEG değişiklikleridir (Plourde, 2006).

1975 yılında Näätänen ve arkadaşları tarafından tanımlanan Eşleşmeyen Negativite-Mismatch Negativity ise bilinen geç latanslı İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP) den biridir (Näätänen, 1992).

Merkezi işitsel işleme bozuklukları, disleksi, özel öğrenme güçlüğü, afazi ve özgül dil bozuklukları; ek olarak şizofreni, otizm spektrum bozukluğu, Alzheimer ve Parkinson hastalığı gibi dil ve konuşma becerilerini etkileyen nörolojik hastalıkların değerlendirilmesinde MMN kullanıldığı bildirilmektedir (Abdeltawwab ve Baz, 2015; Baldeweg ve diğ., 1999; Kraus ve diğ., 1996; Ilvonen ve diğ., 2004; Näätänen, 2003; Näätänen ve diğ., 2012; Pekkonen, 2000 ve Stephan ve diğ., 2006).

Bu çalışmanın amacı, anadili Türkçe olan genç yetişkin kişilerde “McGurk illüzyonunun etkilenme oranı ile, yani görsel bilgiyi daha çok kullanma ile, geç latanslı işitsel uyarılmış potansiyellerden olan MMN yanıtlarında latans bakımından bir korelasyonu olup olmadığını araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. McGurk İllüzyonu

1976 yılında McGurk ve MacDonald, yaptıkları deneyde görsel ve işitsel uyanlarla sunulan konuşma ile ortaya çıkan çok boyutlu bir yanılsama tanımlamışlardır. Yaptıkları çalışmada iki sonuç elde etmişlerdir. Bunlardan ilki, sunulan /b/ işitsel uyarını, /g/ sesleten bir yüzle birleştğinde algılanan sesin /d/ olması, İlerleyen zamanlarda bilim insanları bu şekilde oluşan illüzyonu “*Füzyon McGurk illüzyonu*” olarak adlandırmıştır. İkincisi ise, işitsel /g/ uyarını; /b/ sesleten bir yüzle birleştirilerek sunulduğunda, işitsel ve görsel olarak sunulan farklı uyanların birleşerek aynı anda algılanması ile meydana gelen /bg/ yanıtıdır (Tiippana, 2014).

McGurk illüzyonunun tanımlanması, konuşmanın algılanması için çok önemli bir yere sahiptir. Çünkü akustik konuşma sinyalinin, tek başına iyi tanınıyor olsa bile, tutarsız görsel konuşma bilgisi ile seslendirildikten sonra başka bir ünsüz olarak duyulması, işitsel ve görsel bilgilerin birleştirilip, bütünleşik bir uyan gibi algılandığını gösterir. Dolayısıyla bahsi geçen illüzyon, *çok boyutlu duyusal entegrasyon* ile ortaya çıkar ve işitsel alginın değişmesine neden olur (Tiippana 2014). Fakat çok boyutlu duyusal entegrasyonun, bu konu için görsel-işitsel entegrasyon, McGurk illüzyonu yokken bile gerçekleştiği bildirilmiştir (Brancazio ve diğ., 2002). Ayrıca yapılan çalışmalarda illüzyonun sadece hece olarak değil, uyan olarak sözcük ve cümle sunulduğunda da oluştuğu gösterilmiştir (Sams ve diğ., 1998). Hatta bağlamda konuşma ya da anlamlı fonolojik bilgi olmadığı da meydana geldiği; fakat anlamlı fonolojik bilginin, illüzyonun gücünü arttırdığı bildirilmiştir (Irwin ve diğ., 2006).

Ayrıca görsel ve işitsel bilgiyi entegre etme yeteneğinin kişilerin McGurk illüzyonu yaşayıp yaşamayacağı konusunda rol oynadığı; duyusal entegrasyon yeteneği yüksek olan kişilerde bahsi geçen illüzyona maruz kalma ihtimalinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Alsus ve diğ., 2018).

Görsel konuşma uyanının algılanması, farklı yaş grupları arasında ve farklı diller arasında değişkenlik göstermektedir (Alsus ve diğ., 2018). Fakat yapılan bir çalışmada, işitsel ve görsel uyanlarla elde edilen konuşma bilgisini entegre etme mekanizmasının, kadınlarda erkeklerden daha güçlü olduğu ve kadınların McGurk illüzyonunu daha güçlü deneyimledikleri gözlemlenmiştir (Irwin ve diğ., 2006). Ek olarak, algısal olarak belirgin olsa bile, cinsiyet uyumsuzluğundan; yani bir erkek yüzüne, bir kadın sesiyle dublaj yapıldığında veya tam tersi durumda, kişilerin maruz kaldığı McGurk illüzyonunun gücünde bir farklılık tespit edilmediği literatüre geçmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre,

konusmacının ses özellikleri hakkındaki bilgilerin, işitsel ve görsel uyarının entegrasyonundan önce, fonetik işlemlerin erken bir aşamasında algılandığı düşünülmektedir (Green ve diğ., 1991)

Yaş faktörünü incelemek için yapılan çalışmalarda, prelingual 0-12 ay arası bebeklerde de McGurk illüzyonunun varlığı gözlemlenmiştir (Rosenblum ve diğ., 1997). Anadili dili ile aynı dilde uyarılarla yapılan çalışmada, 6 ile 8 yaşları arasındaki katılımcıların görsel konuşma bilgisi kullanımında anlamlı bir artış gözlemlenmiş, ayrıca bunun yetişkinliğe kadar artarak sürdüğü bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışmada yabancı dil uyararı sunulduğunda katılımcıların görsel konuşma bilgisine daha çok başvurulduğu gözlemlenmiştir (Sekiya ve Burnham, 2008).

McGurk illüzyonunun sadece gürültülü, işitsel uyarıların zayıf olduğu ortamlarda değil, “temiz dinleme ortamları” olarak adlandırılan çeldiricilerin az olduğu ortamlarda da var olduğu tespit edilmiştir (Erdener, 2015). Yapılan çalışmalarda illüzyonun, katılımcılara sunulan uyarılarda tanınmış yüzlerin ve seslerin kullanılmasıyla büyük oranda azaldığı bildirilmiştir (Walker ve diğ., 1995). Bununla birlikte dinleyici, görsel uyarıları sunan konuşmacı veya işitsel uyarıları seslendiren kişi olduğunda dahi ortaya çıkmıştır. Kişinin kendisine aynada bakarken başka bir işitsel uyarı duyduğunda veya kendisi telaffuz edince de güçlü bir McGurk illüzyonunun meydana çıkabildiği kaydedilmiştir (Munhall ve diğ., 1996).

McGurk illüzyonu için yapılan çalışmalarda oluşturulan, sessiz bir konuşmacı ve uyumsuz işitsel uyarının birleştirilmesiyle kurgulanan videolarda, ses ile görüntünün arasındaki zamansal farklılıktan katılımcıların etkilenmediği gösterilmiştir (Munhall ve diğ., 1996)

Bir başka çalışmada, illüzyona maruz kalmak için katılımcıların video boyunca gözlerini sabitlemesine gerek olmadığı ve konuşmacının yüzünde odaklanma yerine göre de bir değişiklik olmadığı ortaya konmuştur. Katılımcıların bakışının, konuşmacının ağzından en az 60 derece kayması sonucu illüzyonun gözlemlenmediği bildirilmiştir (Paré ve diğ., 2003).

McGurk illüzyonunun aynı zamanda bireylerarası normal kabul edilen nörolojik farklılıklardan da etkilendiği rapor edilmiştir. Fonksiyonel manyetik rezonans (fMRI) görüntüleme ile yapılan bir çalışmada *sol superior temporal sulkus* (STS)’un konuşma algısı sırasında, görsel- işitsel entegrasyon için kritik bir bölge olduğunu ve sol STS’de ki yanıtın genliği ile McGurk illüzyonunu algılama şiddetinin önemli ölçüde korele olduğunu gösterilmiştir. Bu sonuçlar, sol STS’nin konuşma algısında bireylerarası

farklılıklar için anahtar bir lokus olduğunu da göstermektedir (Nath ve Beauchamp, 2012).

El tercihinin, McGurk illüzyonuna etkisine bakıldığında, illüzyon için beynin her iki yarım küresinin de birlikte çalıştığı fakat yüzleri sağ yarım küre, kelimeleri sol yarım küre ile algılayan sağ eli baskın bireylerin, McGurk illüzyonuna maruz kalma ihtimallerinin daha yüksek olduğu gösterilen çalışmada, iki yarım küreyi birbirine bağlayan *korpus kallozumu* kesilmiş insanlarda da McGurk illüzyonu görüldüğü literatüre geçmiştir (Schmid ve diğ., 2009). Yarım küre baskınlığının ise konuşmacının yüzünün görünürlülüğünde etkili olduğu, illüzyonun, konuşmacının ağzının sağ tarafı görünür olduğunda daha güçlü deneyimlendiği ve sonuç olarak bireylerin, konuşmacının ağzının sağ tarafından, sol tarafa ve tüm ağza kıyasla daha çok görsel bilgi alma eğiliminde olduğu bildirilmiştir (Nicholls ve diğ., 2004).

EEG ile yapılan başka bir çalışmada yanılısamayı daha güçlü yaşayan bireylerin *fronto-central* ve *temporal* alanlarda daha güçlü alfa, 7-12 Hertz (Hz) senkronizasyonu sergilendiği, İşitsel korteks ve STS'de nöral aktivitenin arttığı görülmüştür (Shahin, 2019).

Konuşma algısının oluşması sürecinin, sadece anadile ait olan ses gruplarına dayalı bir süreç olmadığı, söz konusu ses gruplarının görsellik düzeylerinin de bu süreç içinde önemli olduğu da yine yapılan çalışmalarla göz önüne konulmuştur (Wang, Behne, Jiang, 2009). Seçilen fonemlerin uyumsuzluğunun füzyon yanıtlarını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Green ve Gerdeman, 1995).

McGurk illüzyonu, diğer illüzyonlardan farklı olarak illüzyonu bilen veya daha önce birçok kez maruz kalmış kişilerde de ortaya çıkmaktadır (Colin ve diğ., 2011).

Müziyen olan ve olmayanlarda, McGurk illüzyonu deneyimleme veya yanılısamanın boyutu açısından diğerlerine göre bir farklılık gözlemlenmemiştir (Politzer-Ahles ve Pan, 2019).

Dil ve konuşma bozukluğuna sebep olan afazi, *Parkinson hastalığı*, özgül dil bozukluğu, otizm spektrum bozukluğu, *Alzheimer*, şizofreni, özel öğrenme güçlüğü gibi hastalıklara sahip kişiler ile yapılan deneylerde McGurk illüzyonunun zayıfladığı gözlemlenmiştir (Boliek ve diğ., 2010; Delbeuck ve diğ., 2007; Fearon ve diğ., 2015; Norrix ve diğ., 2007; Pearl ve diğ., 2009; Youse ve diğ., 2004; Zhang ve diğ., 2019).

2. 2. Santral İşitme Sistemi

İşitme sistemi, sözel iletişimin önemli unsurlarındandır. İşitsel konuşma uyarınları kulaklarımız ile beyne iletilir ve beyinde algılanır. Ses dalgaları, kulak kepçesi vasıtasıyla

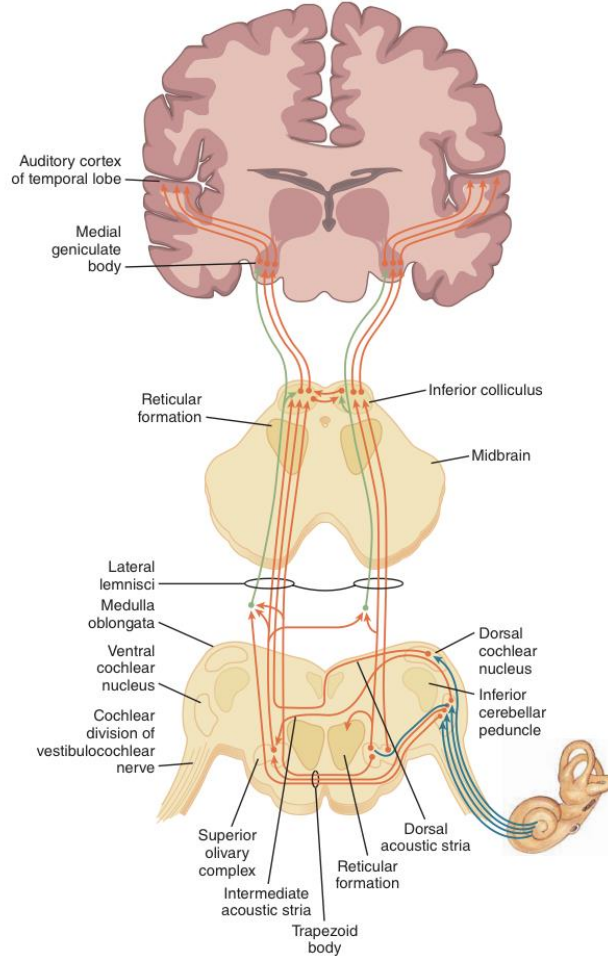
toplanıp orta kulak, iç kulağa aktarılır. İç kulakta, *koklea* 'da bulunan *baziler membran* farklı frekanslara karşı farklı duyarlılıklara sahiptir. Kokleanın bazal kısmı, yüksek frekanslı seslere; kokleanın apeksi, alçak frekanslı seslere spesifik hücrelerden oluşur. Başka bir deyişle, bu alanda seslerin frekansına özgü nöronlar vardır. Baziler membranın frekansa özgü duyarlılığına *tonotopik organizasyon* denir. Kokleada başlayan ve merkezi işitme sisteminin geri kalanında sürdürülen tonotopik organizasyon ile ses uyarını sinir impulsları halinde birincil işitsel kortekse kadar korunarak iletilir. Böylece *afferent işitme yolları* ile beyindeki ilgili alanlara taşınmış olur. İşitmenin afferent yolu, *n.cochlearis* ile başlar, *n. cochlearis serebellopontin köşeden* beyin sapına girer, *n.cochlearis* 'in aksonları burada *nuklei cochlearis* 'teki nöronlarla sinaps yapar. Buradan çıkan lifler *lemniscus lateralis* oluşumuna katılır. *Lemniscus lateralis* oluşumuna katılan aksonların büyük bölümü *mesencephalon* seviyesinde *colliculus inferior* 'daki nöronlarla, *colliculus inferior* 'da sinaps yapmayan nöronlar ilerleyerek *corpus geniculatum mediale* 'deki nöronlarla sinaps yapar. Bu nöronların aksonları *radio acustica* olarak temporal lobta Broddman'ın 41. ve 42. alanlarındaki birincil işitsel korteks olarak bilinen *Heschl Gyrus* 'a taşınır (Yıldırım, 2014).

Temporal lob, şakak hizasında oksipital lobun önünde ve *silvian fissür* 'ün altındadır. Temporal lob temelde dil, görme, koku ve denge işlevlerinde sorumlu olmakla birlikte yüz yanıma, sosyal farkındalık, kısa süreli hafıza, hafızadan bilgi çağırma, müzik farkındalığı, seçici dikkat, nesne kategorizasyonu, nesne yerleştirme gibi işlevlerde de görev alır (Torun, 2014).

Fonksiyonel olarak, birincil işitsel korteks sesi bulur, fark eder ve ayırt eder. Sesin, frekans ve yoğunluk açısından işitsel segmentlerini tanımlar (Yıldırım, 2014).

Şekil 1: Santral işitme sistemi

(Matthew H. Rouse Neuroanatomy for speech-language pathology and audiology, Second Edition, 2020, chapter 10)



Merkezi işitsel yol, şekil 1’de gösterildiği gibi *superior temporal gyrus*’ta temporal lobun üst kısmında yer alan *Heschl gyrus*’ta sona erer (Rouse, 2020). İşitsel olarak bir kelime sunulduğunda dinleyici, sunulan kelimenin fonolojik formunu işler ve bu forma anlam ekler (Hickok ve Poeppel, 2004). Bu süreç *superior temporal gyrus* üzerinden bir girdi ile başlar (Karunanayaka, Schmithorst, Vannest, Szaflarski, Plante, Holland, 2010). Kelimenin işlenmesi ve kelimenin anlamına erişme eylemi daha geniş bir ağ olan birincil işitsel korteksin posterior kısmına kadar uzanır (Pulvermüller, 2001).

2. 3. Konuşma İşleme

Sözlü bir ifadeyi anlamak için, dinleyici dinamik, değişken ve spektrot temporal olarak karmaşık olan işitsel uyarıyı beyinde, dilbilimsel temsillerin üzerine haritalandırır,

bunları ayrı ayrı kelimeleri tanıyacak şekilde birleştirir ve ifadenin anlamına erişir (Davis ve Johnsrude, 2007).

Konuşmayı işleme, dil bileşenleri düşünülerek incelendiğinde, sağ ve sol hemisferin belli alanlarının birlikte çalışarak bu işlemi yürüttüğü görülmüştür.

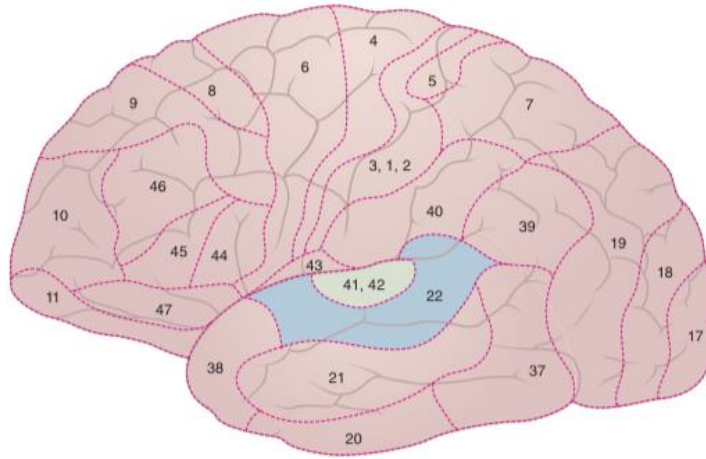
Sol temporal korteks ve inferior frontal korteksin sözdizimsel süreçleri desteklediği, daha orta hatta temporo-frontal ağların ise anlamsal süreçlere hizmet ettiği gösterilmiştir. İşitsel olarak gelen dil uyarısında, mevcut olan suprasegmental bilgi, ağırlıklı olarak sağ yarıkürede, temporo-frontal ağda işlenir Bu ağlar hem işlevsel hem de yapısal olarak bağlantı halindedir (Friederici, 2011).

Konuşma ve dili anlamak için gerekli sözcük bilgileri bellekten alınır ve daha büyük birimler haline getirilmek üzere birleştirilir. Birleştirme işlemleri semantik, sentaktik ve fonolojik işleme düzeylerinde paralel olarak gerçekleşir (Hagoort, 2005).

İşitsel bir uyarının, işitme korteksinde tanımlanması, frontal kortekste fonolojik işleyen bellek alanlarının, temporal kortikal alanlarda parietal lobun angular gyrusundan gelen bellek bilgilerinin ve oksipital korteksin sağladığı görsel betimlemenin katkılarıyla semantik işleme yapılır (Karunanayaka ve diğ., 2011).

Şekil 2: Brodmann'ın 41, 42, 22 Alanları

(Matthew H. Rouse Neuroanatomy for speech-language pathology and audiology, Second Edition, 2020, chapter 10)



Birincil işitsel korteks, işitsel uyarıyı analiz eder. Sol birincil işitsel korteks konuşma sesinin ayırt edici özelliklerine; sağ birincil işitsel korteks ise sesin prozodisine duyarlıdır. Bu adımdan sonra, bilgi iki yöne gönderilir. Bunlardan ilki, posterior superior temporal gyrus olan, Wernicke Alanı'na iletilir. Brodmann'ın 22. Alanı (BA 22) olarak da bilinen Wernicke Alanı'nın işlevi tam olarak anlaşılamamıştır fakat bu bölge zarar gördüğünde

Wernicke afazisi oluşur. Bu afaziye sahip olan bireyler işittiğini ve gördüğünü anlama ile ilgili problemler yaşarlar (Rouse, 2020; Harpaz ve diğ., 2009).

Wernicke Bölgesi, aksonal bir yol ve prefrontal korteks ile Broca Alanı'na (BA 44, 45) bağlanır (Şekil 2). Broca afazi olan kişiler karmaşık gramer ve sentatik (Friederici ve von Cramon, 2000) yapıları anlamakta zorlandıkları için, Broca Alanı bu yapıları anlama görevine alınmaktadır (Rouse, 2020).

2. 3. 1. Çok boyutlu duyuşal entegrasyon

Konuşma algısının anlaşılması için yapılan araştırmalarda “cross-modal” veya “çok boyutlu duyuşal entegrasyon” gibi terimler karşımıza çıkar. Çoklu duyuşal entegrasyon, beynin duyuşal bilgiyi birden çok yönden tek bir tutarlı algıya entegre etme kabiliyetidir ve uyarının sunulma hızı arttırıldığında bile yanıtın doğruluğunu sağlar (Freiherr ve diğ., 2013). Konuşmanın algılanması için işitme ve görme iki ana duyudur ve işitme genellikle birincil veya baskın modalite olarak kabul edilir (Keough ve diğ., 2019). Görsel-işitsel konuşma işleme konusundaki çalışmalarında Sumby ve Pollack (1954), görsel konuşma bilgilerinin, özellikle ses sinyalleri yüksek oranda bozulduğunda, işitsel konuşma algısının doğruluğunu artırabildiğini göstermiştir. Ayrıca çoklu duyuşal entegrasyonun en güçlü kanıtı, görsel ve işitsel konuşma bilgisinin çatışması ile ortaya çıkan algının, iki modalitedeki bilgilerden yeni bir yanıt oluşması veya iki uyarının birleşimi olduğunu gösteren McGurk illüzyonudur (Youse ve diğ., 2004).

McGurk illüzyonu ile ilgili çalışmalarda, olduğu gibi uyumsuz işitsel-görsel uyarınları beyinde işlemek, en azından bazı açılardan, uyumlu işitsel-görsel uyarınları işlemekten temelde farklı bir görevdir çünkü, tutarsız görsel-işitsel konuşmayı işlerken beynin bir ya da iki alanına ek olarak başka kortikal alanlardan bilgi topladığını gösteren görüntüleme kanıtları mevcuttur (Erickson ve diğ., 2014).

Çoklu duyuşal entegrasyonda görsel-işitsel etkilerle ilgili en ilginç keşiflerden biri, sunulan görsel konuşma ipuçlarının yalnızca sözlü düzeneği gözlemlemekten gelmemesidir; yani algılayıcıların, yüzün esasen tüm kısımlarının (dudaklar, çene, boynun, yanaklar, kaşlar) kinematik hareketlerinden ve hatta tüm başın hareketlerinden fonetik bilgileri kullanabilir olmasıdır (Yehia ve diğ., 1998; Vatikiotis-Bateson ve diğ., 1996b). Bu hareketler farklı türlerde konuşma bilgileri taşır ve çeşitli deney koşulları altında görsel- işitsel entegrasyona katılırlar. Görsel konuşma bilgisinin, bozulmuş veya belirsiz bir işitsel uyarıyı destekleyebileceğine dair önemli kanıtlar olsa da, görsel konuşma bilgisinin işitsel sinyal açık ve dinleme ortamı sessiz dahi olsa mevcut algıyı değiştirdiğine ettiğine dair kanıtlar da vardır (Arnold ve Hill, 2001; Reisberg ve diğ.,

1987). Birçok çalışmada, katılımcıların işitsel konuşma uyaranlarını duydukları durum ile, sessiz dudak okuma ile yapılan ve fonetik olarak uyumlu dudak ve çene hareketleriyle yapılan denemeler sırasında birincil işitsel kortekste aktivasyon bildirmişlerdir. Ek olarak, bu aktivasyonun katılımcıların, dudak ve çene hareketlerini gördüğü deneyler esnasında gerçekleşmemesi yazarlara, görsel bilginin fonemik ipuçlarının duyusal kategorilere ayrılmasından çok önce algılamayı etkilediğini düşündürmüştür (Calvert ve diğ., 1997; Campbell ve diğ., 2001; MacSweeney ve diğ., 2000).

2. 4. İşitsel İşleme ve Dil-Konuşma Bozukluğuna Sebep Olan Hastalıklar

2. 4. 1. Afazi

Afazi, fokal beyin hasarını takiben görülen ve tipik olarak dilin baskın olduğu hemisferi içeren bir dil bozukluğudur. Afazi, dil edinen çocuklarda oluşabilmesine rağmen, ağırlıklı olarak yetişkinlikte görülür. Afazi daha önce başkalarının konuşma, imzalama, okuma ve yazma yoluyla iletişim kurduğunu anlayan ve kendini bu yöntemlerle anlatabilen bireyleri, aniden insan davranışını karakterize eden çok çeşitli iletişim faaliyetlerine katılma yeteneklerinde yetersiz veya sınırlı hale getirebilmektedir (Holland ve diğ., 1996).

Teknik olarak merkezi işitme sisteminin bir bozukluğu olmamasına rağmen afazi, seslerin haritalanmasını etkiler. Afazi olan hastaların çoğu işitsel anlamada bazı üst düzey becerilerdeki zorluklardan muzdariptir. Tüm afazi tipleri düşünüldüğünde nispeten işitsel anlamadaki önemli eksiklikler açısından Global, Wernicke ve Transkortikal Duyusal Afazi öne çıkar. Üç afazi tipinin de ortak noktası temporal lopta oluşan hasar ile meydana gelmeleridir (Rouse, 2020). Afazili ve normal bireyler ile yapılan bir Mismatch Negativity çalışmasında, işitsel olarak yetersiz konuşma sesi işlemenin daha üst düzey süreçler üzerindeki etkisi afazi tipine bağlı olabilirken, akustik fonetik kontrastların işlenmesinde algısal eksikliklerin afazi tipinden bağımsız olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (Youse ve diğ., 2004).

İşitsel-görsel konuşma algısının değerlendirilmesi tipik olarak afazi değerlendirmesinde afazinin doğası gereği kullanılamazken tedavi yaklaşımlarında bimodal sunumlar kullanılmaktadır. İşitsel ve görsel konuşma bilgilerin konuşma algısına entegre olduğu bilinmektedir. Hafif afazi olan bir kişinin sadece işitsel, sadece görsel ve işitsel-görsel koşullarda sunulan fonemleri tanımlama yeteneğinin araştırılmasıyla afazili

olan yetişkinlerde bimodal konuşma bilgilerinin kullanımının bozulmuş olabileceği düşünülmüştür (Youse ve diğ., 2004).

2. 4. 2. Alzheimer hastalığı

Alzheimer hastalığı, sinir hücrelerinin ölümüne ve beyindeki doku kaybına neden olan kronik nörodejeneratif bir hastalıktır. Genellikle yavaş başlar ve zamanla daha ağır bir tablo ile seyreder (McKhann ve diğ., 1984).

Alzheimer hastası olan ve olmayanlarda işitsel ve görsel konuşma bilgilerinin entegrasyonunun ve McGurk illüzyonunun, incelendiği çalışmada, Alzheimer hastalığının konuşma algısı sırasında, işitsel ve görsel konuşma uyaranlarının ayrı işlenmesindeki bozukluklarla ilişkili olmayan, bozulmuş duyusal entegrasyonu ortaya konulmuştur. Buna göre, Alzheimer hastalığında belirli bir görsel- işitsel entegrasyon açığının ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Delbeuck ve diğ., 2007).

2. 4. 3. Parkinson hastalığı

Parkinson hastalığı, parkinsonizm sendromunun en sık görülen çeşidir. Parkinsonizm, klinik olarak tremor, rijidite, bradikinezi, akinezi ve postüral anormallikler ile seyreder. Parkinson hastalığı ise özgün patolojisi, klinik tablosu ve dopaminerjik tedaviye verdiği yanıt ile ayırt edilen nörolojik bir hastalıktır (Cakmur, 2011).

Sağlıklı kontrol grubu ve Parkinson hastalarında çoklu duyusal entegrasyonun incelendiği bir çalışmada, yalnızca işitsel, yalnızca görsel ve işitsel-görsel uyumlu olarak sunulan uyaranlarda hasta grubun, aynı yaş grubundaki sağlıklı kontrollere kıyasla tüm durumlar için kontrollerden anlamlı derecede yavaş olduğu, fakat Parkinson hastalarının oluşturduğu grup içinde işitsel uyaranlara reaksiyon sürelerinin görselden anlamlı derecede hızlı olduğu gözlemlenmiştir. Parkinson hastalarında çoklu duyusal entegrasyon gözlemlenmesine rağmen, sağlıklı kontrollere kıyasla azaldığı kaydedilmiştir (Fearon ve diğ., 2015).

2. 4. 4. Otizm spektrum bozukluğu

Otizm spektrum bozukluğu (OSB) sosyal etkileşim, iletişim, tekrarlayan ve aynı tip davranışlar ile karakterize edilen nörogelişimsel bir bozukluktur (Frith ve Happé,

2015).Yapılan bir çalışmada normal gelişim gösteren çocuklara kıyasla OSB olan çocuklarda daha zayıf McGurk yanıtı gözlenmiştir (Zhang ve diğ., 2018).

2. 4. 5. Özgül dil bozukluğu

Özgül dil bozukluğu (ÖDB) normal dil gelişimine engel olan zihinsel, fiziksel, işitme kaybı, duygusal bozukluk veya çevresel yoksunluk gibi faktörlerle açıklanamayan nörolojik temelli gelişimsel dil bozukluğudur (Bishop, 1992).

Çok sayıda çalışma, ÖDB olan çocukların kısa formant geçişlerle inşa edilen sentetik ünsüz ve ünlü çiftlerinin tanımlanmasını gerektiren görevlerde yaşlılarından daha fazla zorluk yaşadığını bulmuştur (Elliott ve Hammer, 1988; Leonard ve diğ., 1992; Tallal ve diğ., 1985). Bu tür bulgulara göre bazı araştırmacılar, bu bozukluğa sahip çocukların, temelinde konuşma dilini karakterize eden hızlı işitsel geçişler konusunda zorlandıkları ve temelinde bu algısal eksikliğin olduğunu söylemiştir (Wright ve diğ., 1997).

İşitsel-görsel entegrasyonun en belirgin örneği olan McGurk illüzyonunu incelemek için yarısı ÖDB tanısı olan diğer yarısı ÖDB olmayan 56 okul öncesi çocuğa /bi/ ve /gi/ hecelerinin sesletildiği görseller ile önce uyumlu şekilde daha sonra uyumsuz eşleştirilmiş /bi/, /di/ ve /gi/ hecelerinin izletildiği videolarla yapılan çalışmada, her iki çocuk grubunun da sadece işitsel ve uyumlu işitsel-görsel yöntemlerde konuşma uyaranlarını tanımlamaları istendiğinde, yüksek performans gösterdiği fakat uyumsuz işitsel-görsel uyaranı sunulduğunda, normal dil gelişimi gösteren çocuk grubunda ÖDB olan çocuklara kıyasla daha güçlü bir McGurk illüzyonu kaydedilmiştir (Norrix ve diğ., 2007).

2. 4. 6. İşitme kaybı ve koklear implantasyon

İşitme kaybı, bahsi geçen illüzyon için düşünüldüğünde, işitme kaybının başladığı yaş, işitme kaybın tipi ve konfigürasyonuna ek olarak, kullanılan çözümler göz önünde bulundurulmalıdır örneğin, işitme cihazı kullanmaya başlanılan yaş, kullanılan işitme cihazının tipi ve/veya koklear implantasyon yaşı, koklear implant tarafı vs. gibi birçok değişken karşımıza çıkabilir.

Edinilmiş işitme kaybı olan yaşlı yetişkinlerde yapılan bir çalışmada, McGurk illüzyonuna maruz kalma, kişilerin cümle tanıma yeteneği, cihazın sağladığı kazanç ve mevcut dinleme olanaklarının iyileştirme oranı ile ilişkilendirilmiştir (Grant ve diğ., 1998).

2. 4. 7. Merkezi işitsel işleme bozukluğu

Merkezi işitsel işleme bozukluğu (MİİB), periferik işitme sisteminin ve zekanın normal olmasına rağmen, sesin lokalizasyonu ve lateralizasyonu sağlama, işitsel ayırt etme, işitsel paternleri tanıma becerilerinde güçlük ile başka bir uyarın varlığında ve/veya bozulmuş akustik uyarın varlığında işitsel performansın düşmesi gibi belirtilerden bir veya birkaçının yerine getirilmesinde güçlük yaşanması olarak tanımlanmaktadır (Yalçinkaya ve Belgin, 2003).

Literatürde, MİİB tanısı alan kişilerde McGurk illüzyonunun varlığı ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2. 4. 8. Şizofreni

Halüsinasyonlar, sanrılar, düşünce bozukluğu ve bilişsel eksikliklerle karakterize şizofreni; algılama, duygu ve yargı süreçlerini etkileyen bir hastalıktır (Ross ve diğ., 2006).

Şizofreni hastalarında McGurk illüzyonunu inceleyen bir çalışmada McGurk yanıtlarının ortalaması, şizofreni hastası olan ergenlik dönemindeki katılımcılarda, sağlıklı ergenlik dönemindekilere göre anlamlı ölçüde düşük saptanmıştır. Ek olarak McGurk yanıtları, sağlıklı ergenlerde, sağlıklı yetişkinlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Fakat McGurk yanıtlarında yetişkin şizofreni hastaları ile sağlıklı yetişkin bireyler arasında veya ergen ve şizofreni hastaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ek olarak, şizofreni süresinin, semptom ve antipsikotik ilaç tipinin görsel-ışitsel entegrasyon yeteneği üzerinde hiçbir etki göstermediği bildirilmiştir (Pearl ve diğ., 2009).

2. 4. 9. Özel öğrenme güçlüğü

Özel öğrenme güçlüğü (ÖÖG) , öğrenme için yeterli fırsat olmasına rağmen, dinleme, konuşma, okuma, yazma ve matematik becerilerini geliştirilememesi ile kendini gösterir. Tıbbi ve psikolojik literatürde, disleksi, kelime körlüğü, disgrafi, diskalkuli ve diğer terimler altında, öğrenme güçlüğü kavramı 19. yüzyılın ortalarından bu yana bildirilmiştir (Lyon ve diğ., 2014).

ÖÖG olan çocuklarda McGurk illüzyonunu belirlemek için ÖÖG’li 20 çocuk yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş 20 normal çocuktan oluşturulan kontrol grubu ile yapılan

çalışmada elde edilen sonuçlara göre, kontrol grubunda olan katılımcılarda, modallar arası entegrasyonun gelişim ve deneyim ile güçlendiğini gösterilmiştir. Fakat ÖÖG tanısı olan çocukların yanıtları, bu çocukların görsel-işitsel konuşma uyarılarını entegre edebilmelerine rağmen, görsel-işitsel konuşma algısının deneyim ve gelişim ile daha fazla güçlenmediği belirtilmiştir (Bolie ve diğ., 2010).

2. 4. 9. 1. Disleksi

Disleksi, iki uluslararası sınıflandırma olan DSM-IV ve ICD-10 tarafından, yazılı dil kodunun yani okuma ve hecelemenin edinilmesini ve geliştirilmesini etkileyen ve/veya akademik başarı önemli bir engelleme nedeni olan özel ve kalıcı bir öğrenme güçlüğü olarak tanımlanır. Disleksiye sahip kişilerde günlük yaşam aktiviteleri, okuma performansının belirli bir yaş ve zeka için beklenen seviyenin altında olduğu ve bu eksiklikler duyuşsal, nörolojik, psikiyatrik, motivasyonel veya başka bir neden veya yetersiz eğitim ile açıklanamamaktadır (Habib ve Giraud, 2013).

Disleksi, okumak için gerekli görsel-işitsel haritalama sürecini, harf ve ses eşlemelerini işlemedeki belirli bir açıktan ziyade, genel bir görsel-işitsel işleme açığı olarak düşünülebilir (Lundine ve McCauley, 2016). Okuma ve yazma güçlüklerinin, çocuğun erken yaşlarında merkezi işitsel işleme, konuşma ve dil öğrenmesini etkileyen nörogelişimdeki bir işlev bozukluğunun sonucu olduğu ve benzer şekilde, *disorthografi* ya da bozulmuş yazım becerileri kavramının disleksiden pek ayrılamayacağı, okuma ve hecelemenin birbirine bağlı süreçler olduğu bildirilmiştir (Habib ve Giraud, 2013). Disleksinin, özellikle fonolojik işlem düzeyinde, sözel dil gelişimiyle bağlantılı olduğu görülmüştür (Shaywitz ve diğ., 2008)

McGurk illüzyonu, disleksik bir çocuk grubunda ve aynı yaşlarda normal çocuklardan oluşan iki kontrol grubunda araştırılmış, kontrol gruplarından biri yaş olarak, diğeri okuma çağı olarak disleksik çocuklarla uyumlu olacak şekilde seçilmiştir. Uyuşmayan görsel-işitsel uyarılar için, disleksik çocukların aynı kronolojik çağıdaki normal çocuklara göre daha zayıf bir McGurk illüzyonu sergilediği görülmüştür. İşitsel uyarılar için üç grup arasında anlamlı bir fark olmadığının kaydedilmesine rağmen, birlikte ele alındığında bulgular, disleksik çocuklarda gelişimsel bir gecikmeyi göstermiştir (Bastien-Toniazzo ve diğ., 2009).

2. 5. Olaya İlişkin Potansiyeller

Olaya ilişkin potansiyeller (OİP'ler) yaşayan beynin bilgi akışını ve dinamiğini izlemeye olanak sağlayan testlerdir. İnsan beyninde bilişsel eylemler gerçekleştirirken neler olup bittiğini değerlendirmenin bir yolu, ürettiği elektrik akımını kaydetmektir. Olayla ilgili potansiyellerdeki değişiklikler, altta yatan serebral aktivitelerdeki değişiklikleri gösterir (Scherg ve diğ., 1989). OİP'yi oluşturan voltaj sapmaları ile, duyuusal bilgilerin alınması ve işlenmesi, seçici dikkat, bellek, semantik anlama ve diğer bilişsel aktivite türlerini monitörize edilebilirler (Duncan ve diğ., 2009).

OİP'ler tipik olarak kafa derisine yerleştirilen yüzeyel elektrotlar vasıtasıyla EEG kaydı şeklinde elde edilir. OİP'ler noninvaziv olarak, insan beynindeki bilişsel süreçleri ve patolojik durumları değerlendirmek için bir araç olmuştur (Duncan ve diğ., 2009).

OİP'ler uyaran ile ilgili değişkenlere duyarlıdır. Geleneksel ve sınırlı davranışsal olayların doğruluk ve hız gibi performans ölçümlerine de olanak sağlar. İşitsel ayırt etme keskinliği, beklenen tepkiler, semantik işleme bu değişkenlere örnek olarak verilebilir (Nieuwenhuis ve diğ., 2005). Bununla birlikte OİP'ler, bilişsel bileşenlerle karakterize olan nöral aktivasyonun daha fazla özgüllük, latanslardaki gecikme, dalgaların amplitüdü veya kafa derisinin dağılımı ile mevcut patolojileri tanılama için faydalı bilgiler sağlar (Fischer ve diğ., 2000).

OİP bileşenlerinin sırası ve latansları milisaniye (ms) olarak işlenir. İşleme aktivitesinin seyri, genlikleri, nöral kaynakları spesifik bilişsel süreçler hakkında bilgi verir (Duncan ve diğ., 2009).

OİP'ler klinik kullanım açısından üç major komponente sahiptir. Bunlar; Mismatch Negativity, P300, N400'tür. Bu komponentlerin üçü de ortaya çıkma şartları, teknik kayıt metodları ve özellikleri açısından sınıflandırılmışlardır (Duncan ve diğ., 2009).

Olaya ilişkin potansiyellerde olayın bir ses uyaranı olarak seçilmesi, işitsel nöral yolların ve ilişkili beyin alanları ile ilgili bilgi elde etmemizi sağlar. İşitsel uyarılmış potansiyeller, ortaya çıktığı latansa, fonksiyonlarına, anatomik çıkış yerlerine, *endojen* ve *ekzojen* yanıtlar olmalarına göre sınıflandırılabilirler (Katz, 2002).

Latans, uyaran başlangıcını takiben biyoelektrik yanıtın üretilmesi için geçen süreyi ms olarak belirtir. Bu nedenle latans, nöral iletim süresi ve nöral aktivasyonun yeri ile ilgilidir (Burkard ve Don, 2015).

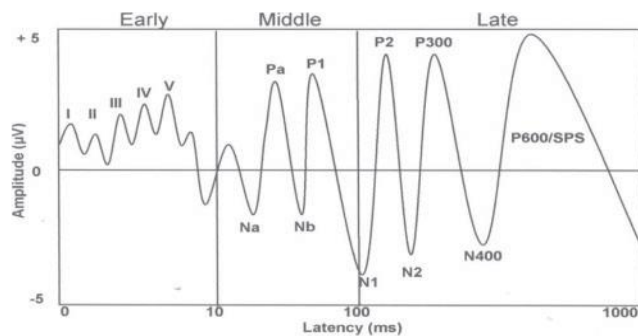
Ekzojen yanıtlar, bir ses sinyalin şiddet (dB) seviyesi gibi dış kaynaklardan etkilenen beyin aktivitesi olarak tanımlanabilir. Endojen yanıtlar ise, motivasyon ve uyanıklık gibi içsel olaylarla modüle edilen beyin aktivitesini ifade eder (Burkard ve Don, 2015).

2. 5. 1. İşitsel uyarılmış potansiyeller

Ses uyarını, dinleyen kişinin elektroensefalogramını değiştirebilir (Davis, 1939). Sinir hücrelerinin oluşturduğu aktivasyon, akustik, algısal ve patolojik değişkenler ile korteksten ölçülebilir. Bu değişikliğin akustik bir uyarı ile sağlanması, *İşitsel uyarılmış potansiyel (İUP)*’ler olarak bilinir. İUP’lerin ortaya çıktığı latanslar, sesin, çevresel işitme sisteminden merkezi işitme sistemine, ilgili bölgede aktivasyon oluşturması için geçen süre olarak tanımlanabilir. İşitsel çekirdeklerden doğrudan noninvaziv bir kayıt yönteminin olmamasına rağmen, invaziv olmayan yüzey elektrotlar kullanılarak, kafa derisinden ms, zaman biriminde latans ve mikrovolt (μV) biriminde genlik ile kayıt elde etmek mümkündür. Uyarıya verilen yanıtların, daha rostral işitsel yapılardan başlayarak aşamalı bir şekilde ilerlerken oluşturdukları latans uzamaları nedeniyle, İUP’leri genellikle geçici bir uyarının başlamasından sonraki tepki sürelerine göre (Şekil 3) sınıflandırılmıştır (Burkard ve Don, 2015).

Şekil 3: İşitsel uyarılmış potansiyeller

(Tremblay, K. (2003) Electrophysiologic measures of speech, language and hearing. *Perspect Neurophysiology Neurogenic Speech Lang Disord*, 3–10).



En çok bilinen ve uygulanan İUP olan İşitsel Beyinsapı Cevapları- Auditory Brainstem Response (ABR) (Jewett ve Williston, 1971), işitsel sinir ve beyin sapı yapılarından kaynak alan, otolojik, odyolojik ve nörolojik olarak normal erişkinlerde orta şiddette, ani başlangıçlı, uyarının başlangıcından itibaren 10 ms içinde meydana gelen beş ila yedi pik’lık bir dizi şeklinde ortaya çıkar (Moller, 1994). ABR, nörolojik bir hastalık ve işitme bozukluğu riski altındaki bebekler ve çocuklar gibi klinik popülasyonlarda, işitme eşiğini tahmin etmek, periferik ve merkezi işitme

anormalliklerinin ayırıcı tanısı ve intraoperatif monitörizasyon için kullanılabilir. (Burkard ve Don, 2015; Cone-Wesson ve Wunderlich, 2003).

İşitsel Orta Latanslar- Middle Latance Response (MLR) tipik olarak 80 ila 100 ms'lik bir zaman aralığı boyunca kaydedilir. Yanıtların, talamus ve işitsel korteksten kaynak aldığı düşünülmektedir (Kraus ve diğ., 1994). ABR'den farklı olarak, MLR'nin dikkat ve uyarılma gibi değişkenlerinden etkilendiği bildirilmektedir (Burkard ve Don, 2015).

OİP'leri incelemek için belli uyaran paradigmaları geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan paradigma, *Oddball paradigması*dır. Oddball paradigması, biri sık diğeri seyrek sunulan iki farklı uyarının kullanılmasıyla oluşur (Huettel ve McCarthy, 2004). Genellikle, sık ve seyrek uyarılara verilen cevaplarda farklılıklar vardır. Farklılıklar, sık ve seyrek uyarılar arasındaki akustik farklılıklardan da kaynaklanabilir ve kişinin uyarılara katılıp katılmadığına bağlı olarak değişir. Test yapılan kişi teste katılıyorsa, seyrek uyarana *P3* veya *P300* yanıtı adı verilen ek bir yanıt meydana gelir. Böylece, *P300* dikkatin OİP yanıtı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılabilir (Burkard ve Don, 2015).

Nadir ve sık uyarılardaki farklılıklar, *Mismatch Negativity- Eşleşmeyen Negatiflik* (MMN) olarak bilinen yanıtta da görülebilir ve bu yanıtlar, test yapılan kişi uyarılara aktif olarak katılmadığında bile meydana gelir (Tremblay ve Clinard, 2015).

OİP yanıtları ailesine göreceli yeni katılan, İşitsel Kararlı Durum Cevapları- Auditory Steady State Response (ASSR) dır. Bu yanıt, sürekli bir yanıtı temsil eder vec *click*, *noiseburst* veya *toneburst* uyarılarının yanı sıra amplitüd modülasyonlu (AM) ve / veya frekans modülasyonlu (FM) uyarılar tarafından sağlanabilir (Bohórquez ve Özdamar, 2008).

Kortikal uyarılmış potansiyeller, ses ayırt etme yeteneklerini belirlemek için (Kraus ve diğ., 1999) ve öğrenme bozuklukları ile ilgili mevcut algısal işleme bozukluklarını göstermek için (Kraus ve diğ., 1996) kullanılabilir. Bunlara ek olarak, kortikal uyarılmış potansiyeller işitme eşiği tahmin etmek, işitsel ayırt etme yeteneklerini değerlendirmek ve koklear implantasyondan sonra işitsel rehabilitasyonun etkilerini gözlemlemek için kullanılabilir (Cone-Wesson ve Wunderlich, 2003).

Birçok OİP, duyuşal ve spesifik değildir, bu durum OİP'lerin çeşitli yöntemler ile kullanılabilmelerini sağlar ve bu nedenle çok boyutlu işlemlemeyi, örneğin; işitsel-görsel

entegrasyonu incelemek için kullanılabilirler. Ek olarak duysal, bilişsel ve motor olayları ölçmek için kullanıldıkları da bilinmektedir (Duncan ve diğ., 2009).

2. 5. 2. Kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller

Kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller (KİUP), insan iletişiminin ve ilgili bozuklukların altında yatan nöral mekanizmaları ve davranış ilişkilerini incelemek için kullanılır. KİUP'lar, akustik uyarı ve akustik uyarının değişimlerinden etkilenerek ekzojen; dikkat ve öğrenmeye ilişkin olaylarla endojen kaynaklı oluşabilen yanıtlardır. KİUP'lar ayrıca seslerin nöral aktivasyonunu ve/veya ayırt edilemesini monitörize etmek için de kullanılır. KİUP'lar işitsel temelli iletişim bozukluğu olan kişilerin değerlendirilmesine ve rehabilitasyon sürecinin izlenmesine olanak sağlar. Kortikal aktivite ile sesi işlemenin latansı ve genliği hakkında bilgi sağlar. Bir dereceye kadar, işlemenin yeri ile ilgili bilgiler de, kafa derisi topografyası, anatomik kaynağın modellenmesi ve istatistiksel çıkarımlarla belirlenebilir. KİUP'ların, serebral kortekste piramidal nöronların apikal dendritleri içindeki uyarı kilitli postsinaptik potansiyellerden kaynaklandığı söylenmektedir. Eggermont (2001), kafa derisi yüzeyine yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla kaydedilen voltaj farklılıklarına, iletken beyin dokusu, beyin omurilik sıvısı, kafatası ve deri boyunca yayılan hücre dışı elektrik akımlarının neden olduğunu ve bu farklılıkların aktif nöron sayısı, nöronal aktivasyonun kapsamı ve nöral yanıtın senkronizasyonu sonucu ile ortaya çıkan KİUP paternine katkıda bulunduğunu söylemiştir. (Tremblay ve Clinard, 2015).

Test için seçilen KİUP türü ve kayıt paradigması, testin yapılış amacına bağlıdır. Oddball paradigması uygulanırken nöral izleme hedefleniyorsa, pasif katılımla MMN testi uygulanabilir. Burada "pasif" terimi, hastanın aktif bir yanıtı olmadan beyin aktivitesinin kaydedilmesini ifade eder. "Aktif" katılım ise, test uygulanan kişiye motor bir görev verilerek örneğin; farklı olan uyarının söylenmesi ile oluşturulabilir ve bu esnada P300 yanıtı kaydedilebilir. Bu nedenle, pasif EEG kayıtları, algısal bir görevden bağımsız olarak, işitsel sistemin fizyolojik kapasitesini, algılanan bozulmaya katkıda bulunabilecek biyolojik kanıtlar olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir. Sesin fizyolojik kodlanmasına dair anormal bir bulgu varsa, rehabilitasyon hedefleri, sesin tespitini ve ayırt edilmesini iyileştirmeye odaklanabilir. Bununla birlikte, sesin nöral tespiti ve ayırt edilmesi normal görünüyorsa, rehabilitasyon hedefleri bu fizyolojik kapasitenin daha iyi kullanılmasına odaklanabilir (Tremblay ve Clinard, 2015).

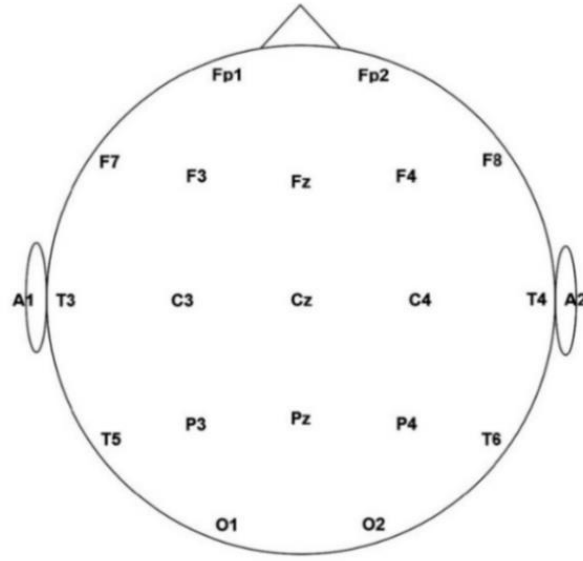
KİUP latansları, genlikleri ve kafa derisi boyunca dağılım şekilleri, uyaran sunum paradigmasının tipinden; Oddball paradigma kullanılırken ise akustik sapma derecesinden, uyku uyanıklık durumundan ve uyaranlar arası sürenin uzunluğundan etkilenir (Kushnerenko ve diğ., 2013).

KİUP'lar tipik olarak 256 elektrot içeren başlık veya elektrot ağı üzerinden Uluslararası 10-20 sistem kullanılarak kaydedilir. 10-20 sistem, kafa derisine elektrotların yerleşimini tanımlamak için kullanılan uluslararası kabul görmüş bir yöntemdir. Standartlaştırılmış bu uygulama yöntemi, birden fazla test oturumunda farklı kliniklerde ve laboratuvarlarda tekrarlanabilirliği sağlar.



Şekil 4: Uluslararası 10-20 sistem elektrot yerleşimi

(Yuan-Pin, L, Chi-Hong, W, Tzyy-Ping, J, Tien-Lin, W, Shyh-Kang, J, Jeng-Ren, D, Jyh-Horng, C. (2010). *EEG-Based Emotion Recognition in Music Listening*. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57(7), 1798–1806.)



Şekil 4’te görüldüğü gibi, her elektrot bölgesi, üzerine yerleştirildiği beyin bölgesini tanımlamak için bir harfin yanı sıra yarıküre konumunu tanımlamak için bir sayıya sahiptir. Tek sayılar sol yarıküreyi, çift sayılar sağ yarı küreyi; F, T, C, P ve O harfleri frontal, temporal, merkezi, parietal ve oksipital bölgeleri temsil eder ve “10” ve “20” bitişik elektrotlar arasındaki mesafeleri belirtir. “Z” (sıfır), orta hatta yerleştirilen bir elektrota karşılık gelir. Elektrot konum etiketleri, kafa derisi ile ilgili konum bilgisi sağlamasına rağmen, nöral aktivasyon kaynakları ile karıştırılmaması gerekir (Nikkel ve Karrer, 1994).

Nöroanatomik olarak, beyin sapının doğuma kadar maturasyonunu tamamladığı bilinmektedir fakat hemisferlerin içinde ve arasında bağlantı sağlayan komiseks aksonlarının ve birleşme liflerinin olgunlaşması 12 yaşına kadar sürmektedir. Yetişkinlikten yaşamın sonraki aşamalarına kadar birçok fiziksel, biyolojik, kimyasal ve psikolojik değişiklik meydana gelir. Bununla birlikte, sinaptik aktivitenin ve ilgili nöral aktivasyonun büyüklüğü ve dağılımı da yaş faktöründen etkilenir. Optimal KİUP kayıt paradigmaları bu nedenle katılımcının yaşına bağlı olarak değişir (Moore, 2002). Olgunlaşma etkileri MMN ve N400 için de görülür, çünkü nöral mekanizmalar ve bunların mekansal dağılımı yaşla birlikte değişir. Ayrıca, yaşa bağlı işitme kaybı varlığı, KİUP bileşenlerinden olan N1 ve P2 dalga formlarının hem latansını hem de genliğini etkiler (Martin ve diğ., 2008).

2. 5. 2. 1. P1- N1- P2 Kompleksi

P1-N1-P2 kompleksi ekzojen yanıtlar olmasıyla ABR'ye benzemektedir. Fakat işitme eşiği ve fonksiyonel işitme kaybının yanı sıra sesin ve akustik fonetik bileşenlerinin nöral tespitinin ABR'den daha merkezi seviyelerde değerlendirilmesini sağlar (Hyde, 1997).

P1- N1- P2 kompleksinin P1 bileşeni, normal işiten yetişkinlerde uyaran başlangıcından sonra yaklaşık 50 ms ortaya çıkar. İşitsel uyarılmış N1 ve P2 kaynakları için, işitsel P2 kısmen işitsel kortekste, temporal bölgede ve retiküler formasyon sisteminde üretilir (Ross ve diğ., 2007).

P1- N1- P2 yanıtı, her bir tepe bileşeninin latans ve genlik ölçümünü içerir; ancak kullanılabilecek objektif tespit algoritmaları da vardır (Ross ve diğ., 2007).

P1- N1- P2 tepkisi bir başlangıç yanıtıdır ve aynı zamanda uyarandaki değişimlere de duyarlıdır; çünkü sunulan uyaran önce sessizlikten sese (başlangıç), sonra devam eden bir sesle, geçişlere ve daha sonra kapanış için başka bir ses sonucu ortaya çıkar (Tremblay ve Clinard, 2015).

Uyaranın frekans, durasyon, yükselme / düşme süreleri gibi akustik içeriğinin tümü, P1- N1- P2 tepe noktaları morfolojisini etkiler. En güvenilir yanıtları 50 ms'den daha az yükselme / düşme süreleri ve en az 30 ms'lik uyarma süreleri ortaya çıkarır. Düşük hızlar daha büyük P1- N1- P2 genlikleri ile ilişkilidir. Binaural stimülasyon, monoaural stimülasyondan daha büyük genlikteki yanıtları ortaya çıkarır. P1- N1- P2'nin ekzojen özelliklere sahip olmasına rağmen, yanıtlarda dikkat gerektiren endojen katkıların da olduğu düşünülmektedir (Hink ve Hillyard, 1976).

P1- N1- P2 kompleksi geleneksel olarak, aynı uyaranın birkaç kez tekrarlandığı blok bir paradigma kullanılarak kaydedilir. KIUP'lar genellikle genlik bakımından ABR'den daha büyüktür; sinyal gürültü oranlarına (SNR) uygun sinyal elde etmek için 50 ila 300 şeklinde daha az tekrar gerekir (Nikkel ve Karrer, 1994). ABR'den farklı olarak, hastalar uyurken P1- N1- P2 kompleksi daha az güvenilirdir. Yanıtın genliği, hastalar uyanırken, uyarana katılmasalar bile en yüksektir. Bu nedenle, pasif kayıtlar sırasında bireylerden, uyuşukluğu azaltmak için yanıt genliğini de etkileyebilecek bir dergi okuması veya kayıt sırasında altyazılı bir video izlemesi istenir (Tremblay ve Clinard, 2015).

P1- N1- P2'ye zorunlu potansiyel de denir, çünkü varlığı nöral tespitin ilk aşamalarını işaret eder. P1- N1- P2, uyaranın ayırt edilmesi hakkında bilgi sağlamaz ve bu nedenle

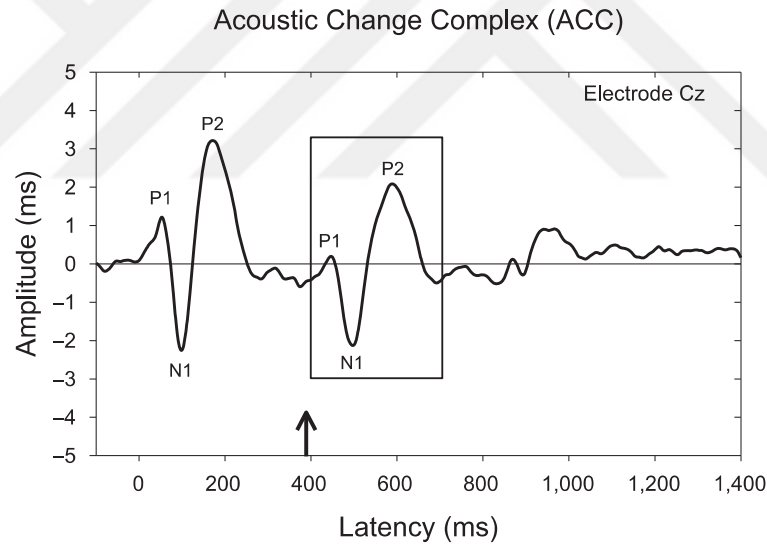
konusmayı ayırt etme hakkında çok az bilgi sağlar. P1- N1- P2 varlığını, MMN, P300, N400 ve P600 gibi üst düzey işitsel ayırt etme işlemlerini yansıtan ayırt edici potansiyeller izler (Tremblay ve Clinard, 2015).

2. 5. 2. 2. Akustik değişim kompleksi

P1- N1- P2 kompleksi bazen *Akustik değişim kompleksi*- Acoustic change complex (ACC) olarak adlandırılır (Ostroff, Martin, Boothroyd, 1998). Akustik değişim kompleksi (Şekil 5), uyarın değişikliğinin nöral tespitini işaret eder. Bu açıdan, gelen uyarının akustik kontrastlar içerdiğini ayırt edici bir potansiyeldir, ancak ACC için Oddball paradigmasında kullanıldığı gibi iki ayrı ses kullanmak yerine tek bir uyarın kullanır (Tremblay ve Clinard, 2015).

Şekil 5: Akustik değişim kompleksi

(Modified from Martin, BA, Tremblay, KL, Korczak, P. (2008) Speech evoked potentials: from the Laboratory to the Clinic).



P1- N1- P2 değişim yanıtı doğrudan bir algı ölçütü olmasa da, bir değişim tepkisinin varlığı ile aynı bireyin, davranış eşiği arasındaki ilişkiyi açıklığa kavuşturmak için birçok çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmalar, kısa süreli uyarınların uyandırdığı başlangıç aktivasyonunda büyük bir etki yaratmadığını kanıtlanmakla birlikte; şiddet, frekans, interaural faz, spektral analiz gibi davranışsal ve fizyolojik “değişim tepkileri” arasındaki ilişkiyi göstermiştir (Won ve diğ., 2011).

P1-N1-P2 başlangıç tepkisi latans ve genlik açısından, bir kişinin sesleri algılama yeteneğini yansıtmaktan daha ziyade, uyarınları ayırt ettiği davranışsal eşiğe tekabül

eden bir “değişim” yanıtıdır. ACC, işitme kaybı olan ve olmayan yaşlı erişkinlerde temporal işlemeyi incelemek için boşluk saptama, ses başlangıç zamanı ve zamanla değişen diğer uyaranları kullanan benzer yaklaşımlarla kullanılmış ve yaşla beraber temporal işlemlerin zayıfladığı, N1 ve P2 bileşenlerinde latansların uzadığı gözlemlenmiştir (Billings ve diğ., 2012a). Yetişkinlerde, P1'in genliği küçüktür ve N1 ve P2 genellikle belirgindir. Buna karşılık, küçük çocuklar için P1 cevabı daha belirgindir ve bunu negatif bir dalga olan N2 izlemektedir. (Ponton ve diğ., 1996). Bununla birlikte, uyaran sunum hızı yavaşlarsa, bebeklerde ve çocuklarda P1- N1 ve P2 benzeri tepkiler görülür (Wunderlich ve Cone-Wesson, 2006).

ACC, konuşma uyararı gibi zamanla değişen ipuçlarını en iyi şekilde yansıtır fakat bir sinyalin içerdiği spektral içerik hakkında aynı performansı göstermez (Tremblay ve Clinard, 2015).

2. 5. 2. 3. P300

P300 veya P3, bir uyarının ayırt edilmesinin, fizyolojik olarak işlenmesini yansıtabilen başka bir kortikal işitsel uyarılmış potansiyeldir. İlk olarak 40 yıl önce bildirilmiştir (Sutton ve diğ., 1965). P300, beynin frontal ve temporal- pariyetal bölgelerinden kaynak alır. Oddball paradigması ile sunulan uyaranlara yanıt olarak yaklaşık 200 ila 300 ms civarında pozitif bir tepe olarak ortaya çıkar (Polich ve Criado, 2006).

P300'ün kaydedilmesi MMN'yi kaydetmek için kullanılan yaklaşıma benzerdir. Ancak test yapılan kişi, MMN paradigmasında olduğu gibi “pasif”olarak uyaranları görmezden gelmek yerine sunulan uyaran dizisinden farklı olana geri bildirimde bulunarak katılır. Bu bağlamda uygulanan kişiye verilen bazı görevleri içerir, örneğin farklı uyarıların sayısını saymayı veya farklı sesi her algıladıklarında bir düğmeye basmayı içerebilir. Uyarandaki frekans, zamanlama veya konuşma seslerindeki farklılıklar gibi P300'ü ortaya çıkarmak için çok çeşitli kontrastlar kullanılabilir (Tremblay ve Clinard, 2015).

P300'ün morfolojisinin, uyarıyı ayırt etme yeteneğinin bir fonksiyonu olarak geliştiği söylenebilir. P300 genliğinin, ayırt edilmesi kolay uyaranlar için daha büyük iken, ayırt etme görevi zorlaştıkça azaldığı; P300 latansının da benzer şekilde kolay ayırt

etme görevleri için daha kısa, zor görevlerde ise daha uzamış şekilde elde edildiği gözlemlenmiştir (Fitzgerald ve Picton, 1993).

P300 genliği μV , 250 ile 500 ms gibi belli bir zaman penceresi içinde, KUİP dalga formunun ortalama uyaran öncesi taban çizgisi voltajı ile en büyük pozitif devam eden dalga tepesi arasındaki fark olarak tanımlanır (Tremblay ve Clinard 2015).

P300 kafa derisi dağılımı, orta hat elektrotları (Fz, Cz, Pz) üzerinde, tipik olarak ön kısımdan parietal elektrot bölgelerinde ve bazen Pz üzerinden kaydedildiğinde P300b olarak adlandırılan amplitüd değişimi olarak tanımlanır. Uyaran kontrastı kolay olduğunda, bir görev olmadığında ise “P300a” görülebilir (Squires ve diğ., 1975).

Demans, depresyon ve disleksi gibi patolojik faktörler ve yorgunluk, el baskınlığı ve kişilik faktörlerini gibi patolojik olmayan faktörler P300’ü etkilediği bildirilmiştir (Polich, 2004).

2. 5. 2. 4. N400

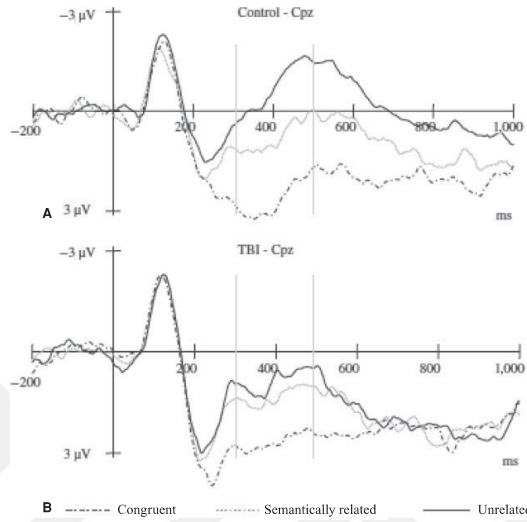
Kortikal işitsel uyarılmış potansiyellerden bir diğeri olan N400 yanıtı, yaklaşık 400 ms'de oluşan negatif bir yanıttır ve semantik uyumsuzluk ile ilgili dil işlemeyi yansıtmaktadır (Hillyard ve Kutas, 1983). N400 uyarımları genellikle kelime ve resimlerin farklı formlarıyla eşlenmesi şeklinde sunulur (Kutas ve Federmeier, 2009). N400 yanıtları kelime boyutunu ölçmenin bir aracı olarak, Alzheimer hastalığı, afazi, otizm spektrum bozukluğu, serebral palsi, kapalı kafa travması, disleksi ve diğer gelişimsel dil bozuklukları, epilepsi, duygu-durum bozuklukları, Parkinson hastalığı, psikopati ve şizofreni dahil birçok farklı durumun incelenmesinde kullanılmıştır (Kuperberg, 2010; Munte ve diğ., 2000).

Şekil 6, N400'ün pediatrik ve ergen grupta travmatik beyin hasarını (TBH) takiben bildirilen linguistik işleme kusurlarının, nöral korelasyonlarını incelemek için kullanıldığını göstermektedir. TBH grubundaki katılımcılar pediatrik veya ergen TBH öyküsüne sahipken, sağlıklı kontrol grubundaki katılımcıların bulunduğu çalışmada, işitsel hedef kelimesi ile uyumlu bir ana resim, yani bir elmanın resmi ve ardından “elma” kelimesinin sesli okunması; ardından aynı anlamsal kategoriden başka bir kelimenin resmi gösterilecek şekilde N400'ü ortaya çıkarmak için üç uyaran koşulu kullanılmıştır. Sonuç olarak, TBH grubu ilişkisiz koşulda kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha küçük bir N400 yanıtı ortaya koymuştur. Başka bir deyişle, N400, TBH hastalarının dil

bilgisini işleme biçiminde fizyolojik farklılıklar ortaya çıkarmıştır; TBH grubu ilgisiz sözcükleri içeren dil ihlallerini daha az tespit edebildiği sonucuna ulaşmıştır (Knuepffer ve diğ., 2012).

Şekil 6: N400

(Knuepffer C, Murdoch BE, Lloyd D, Lewis FM, Hinchliffe FJ. (2012) Reduced N400 semantic priming effects in adult survivors of paediatric and adolescent traumatic brain injury. *Brain Lang.* 123 (1), 52–63.)



2. 5. 3. Eşleşmeyen negativite- Mismatch negativity

Eşleşmeyen negativite- Mismatch Negativity (MMN), kortikal işitsel uyarılmış geç potansiyellerdendir. 1978’de Näätänen ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. Geleneksel MMN, akustik çevrede oluşan işitsel uyarılarda belirli bir eşik değeri aşan ve beynin davranışsal ayırt etme eşiğine yaklaşık olarak karşılık gelen herhangi bir değişiklikte ortaya çıkar (Näätänen ve diğ., 2007). Bu ayırt edilebilir değişiklik; frekans, süre, şiddet, algılanan ses kaynağı konumu, bir ton yerine sessiz boşluk veya bir diğeriyle değiştirilen fonem gibi farklı tiplerde olabilir (Näätänen ve diğ., 2004). MMN, yapılandırılmış bir işitsel dizide oluşturulmuş soyut kuralların ihlali ile de ortaya çıkar (Näätänen ve diğ., 2001). MMN’nin gelen bir uyarı ile önceki uyarıların duyusal hafıza izi arasında farkı tespit eden otomatik bir süreci yansıttığı düşünülmektedir (Näätänen ve diğ., 1989). MMN’nin ayrıca ritimlerde düzensizlikler içeren daha karmaşık paradigmalar ile (Vuust ve diğ., 2005), müzikal diziler (van Zuijen ve diğ., 2004) ve düzensiz fonem dizileri ile ortaya çıktığı da görülmüştür (Näätänen ve diğ., 1997; Näätänen ve Alho, 1997). Hareketli bir ses kaynağındaki değişikliğin örneğin, yürüyen bir kişinin ardışık adımları gibi sürekli seslerdeki farklılıkların da, yüksek çevresel

gürültü varlığında bile, bir MMN'yi ortaya çıkardığı bildirilmiştir (Winkler ve diğ., 2003). MMN'nin somatosensör yöntem (Akatsuka ve diğ., 2007). olfaktör yöntem (Pause ve Krauel, 2000), visual yöntem (Astikainen ve diğ., 2004) gibi diğer duyuşal yöntemlerle oluştuğı da bilinmektedir.

MMN'nin, katılımcının motivasyonundan ve dikkatinden bağımsız olması, uyku sırasında hatta koma hastalarında özel görev gereklilikleri olmadan ortaya çıkabilmesi, MMN'yi bebekleri ve yenidoğanları test etmek için uygun hale getirir (Astikainen ve diğ., 2007) MMN yenidoğanlarda (Alho ve diğ., 1990) hatta doğum öncesinde bile kaydedilebildiğı bildirilmiştir (Huotilainen ve diğ., 2005).

2.5.3.1. MMN'nin anatomik kaynakları

Anatomik kaynak açısından MMN, bilateral temporal kortekslerden üretilir, ancak sağ frontal korteksin de katkısı olduğu düşünülmektedir (Giard ve diğ., 1990). Brain MMN, nöral kaynakları uyaranın şeklini yansıtır. Özellikle dil bileşenleri ile oluşturulan uyarılarda MMN yanıtları, sol tarafa lateralize olduğu gözlemlenmiştir (Pulvermüller ve diğ., 2003).

MMN, tipik olarak fronto-central alanda, 0.5– 5 μ V amplitüd arasında, 100–250 ms'lik latans penceresinde meydana gelmektedir. En yüksek tepe noktası, N100 dalga çukurundan sonra ortaya çıkmaktadır (Duncan ve diğ., 2009). MMN genellikle değışiklikten 150-250 ms'de zirve yapar. Bu tepe latans süresi, artan uyaran değışim büyüklüğü ile kısalır (Amenedo ve Escera, 2000).

MMN, en az iki intrakraniyal işlemde beslendiğı düşünülmektedir; bunlardan ilki MMN alt bileşenini üreten bilateral supratemporal alandır. Diğeri ise hemisferik frontal süreçtir (Rinne ve diğ., 2000). Bilateral supratemporal korteksler üzerinde MMN yanıtları maksimumdur (Näätänen ve diğ., 2007). Supratemporal bileşen, algısal olarak değışiklik tespiti ile ilişkiliyken ön bileşen, işitsel değışimin neden olduğu istemsiz dikkat değışimi ile ilişkili görünmektedir (Escera ve diğ., 1998). Daha yüksek seviyeli bilişsel süreçler sağlayan uyarılarda ortaya çıkan MMN'lerin altında yatan farklı anatomik kaynaklar, ilgili bilişsel süreçler sırasında görülen beyin aktivasyon paternleri ile uyumludur. Sözdizimsel hatalarla ortaya çıkan MMN, sözdizimsel işlemeyle ilişkili olduğu bilinen sol perisylvian bölgelerinde aktivasyon gösterir veya semantik MMN aktivitesinin kaynakları, bir dizi nörogörüntüleme deneyi tarafından ortaya konan semantik bellek

ağlarının bulunduğu beyin lokusu ile eşleştirildiği gösterilmiştir (Pulvermüller ve Shtyrov, 2006).

İntrakranial MMN ölçümü ile farelerde (Umbricht ve diğ., 2005), kedilerde (Pincze ve diğ., 2002), tavşanda (Astikainen, Ruusuvirta, Korhonen, 2000), Gine domuzunda (King ve diğ., 1995), maymunda (Javitt ve diğ., 1992), sıçanda (Astikainen ve diğ., 2006) ve insanda (Rosburg ve diğ., 2005) yapılan deneylerde MMN'nin nöral kaynağı temporal korteks olduğu gözlemlenmiştir.

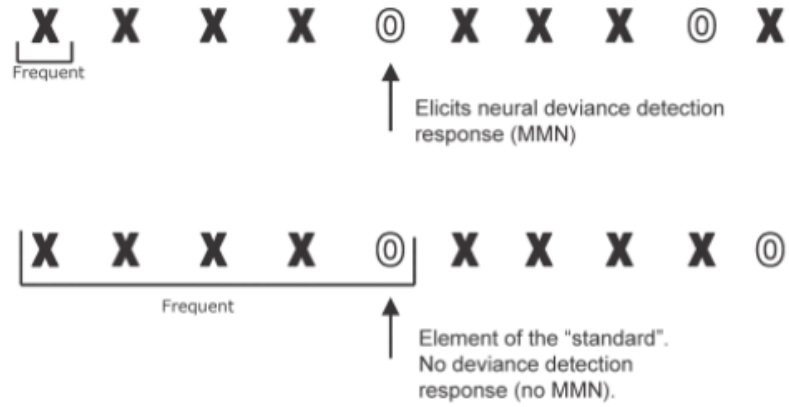
Yapılan çalışmalar, MMN oluşturma lokusunun N1 ve diğer afferent yanıtlardan ayrılabilirliğini göstermiştir. İnsanlarda frekans değişimine verilen yanıtlar manyetik MMN (MMNm), N1 kaynağının 3-10 milimetre önünde supratemporal kortekte üretilir (Rosburg ve diğ., 2004b). Benzer bir fark elektriksel olarak kaydedilmiş MMN ve N1'in kaynak lokalizasyonunda da gözlemlenmiştir (Scherg ve diğ., 1989). Optik kayıtlar da (Rinne ve diğ., 1999b). N1 ve MMN kaynakları arasında açık bir ayrım göstermektedir.

2. 5. 3. 2. MMN'nin kayıt yöntemleri

MMN'ler en iyi uyanık ve bilinci açık olan bireylerden kaydedilir, ancak test uygulanan kişi, uyarana aktif olarak dikkat etmek zorunda değildir. Yanıt alınan elektrot bölgesi, Fz'de en iyi şekilde görülmesine rağmen, kafa derisi topografisi ve MMN'nin dağılımı ve klinik açıdan açısından bilgilendiricidir; örneğin, frontal elektrot konumları üzerinde gözlemlenen MMN ve P1- N1- P2 tepkileri, temporal elektrot bölgelerine bakıldığında polarite de tersine dönecektir, çünkü elektrotlar artık superior temporal gyrus'tan kaynaklanan nöral aktivasyonun karşı alanındadır. Polarite tersini görmek, klinisyene frontal kayıt bölgelerinde görülen yanıtların göz kırpma veya diğer olası artefaktlardan ayırt edilmesini sağlar (Picton ve Otten, 2000).

Şekil 7: Oddball paradigması

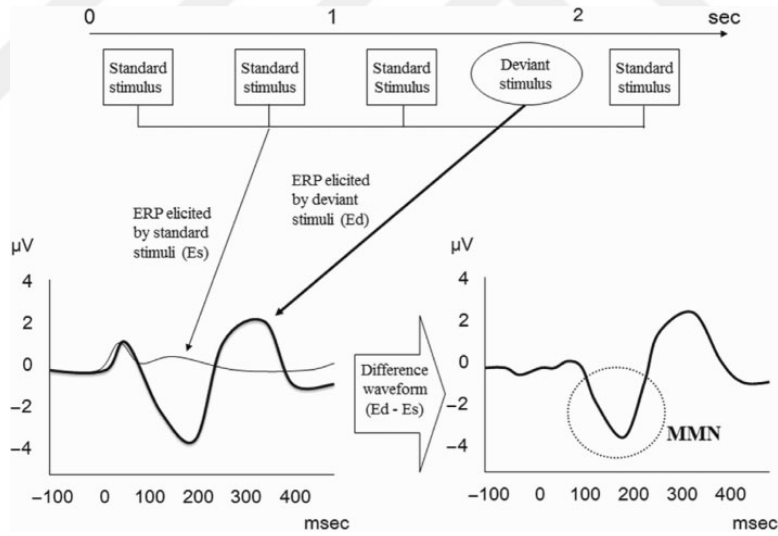
(Sussman, ES. (2014). A New View on the MMN and Attention Debate The Role of Context in Processing Auditory Events).



MMN, oddball paradigması kullanılarak elde edilir (Näätänen ve diğerleri, 2004). Oddball paradigmasında standart uyarılar daha sık (% 80), farklı/ hedef uyarılar seyrek (%20) sunulur.

Şekil 8: MMN uyarı ve dalga ilişkisi

(Nagai T, Tada M, Kirihara K, Araki T, Jinde S, Kasai K. (2013) .Mismatch negativity as a “translatable” brain marker toward early intervention for psychosis: a review. *Front Psychiatry*. 4, 115).



Şekil 8, MMN kaydının temel kavramını göstermektedir (Nagai ve diğ., 2013). Şekilde, standart olan 1000 Hz ton, % 80 sıklıkla sunulurken, kalan % 20'si farklı olan 990 Hz tondan oluşmuştur. Eğer farklı uyarılar birbirine yakın olacak şekilde ise örneğin, bir ile iki araya giren standart uyarı sırasıyla sunulduğunda oluşan yanıt, farklı sesler arasında daha fazla standart uyarının sunulmasından daha az güvenilir yanıt oluşacaktır. Farklı uyarıların sayısı, oranları ve uyarı kontrast türleri çalışmalara göre değişmektedir.

MMN'yi ortaya çıkarmak için farklı konuşma sesleri, süreleri ve farklı uzamsal konumdan aynı sesler de kullanılabilir. Fakat uyaran ne olursa olsun, uyaran sunum sırası rastgeleleştirildiğinde ve farklı uyaranlar art arda sunulmadığında MMN genliğinin arttığı bildirilmiştir (Haenschel ve diğ., 2005; Müller ve diğ., 2005b; Sato ve diğ., 2002). Bunun bir nedenin, standart uyaranın tekrarlanan sunumlarının gerektirdiği işitsel bellek izinin yetersiz biriktiği ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Tremblay and Clinard, 2015). Yani MMN genliği, farklı uyarıdan önceki artan standart sayısı ile birlikte büyür (Haenschel ve diğ., 2005). Bir uyaran bloğunun başlangıcında, farklı uyarının bir MMN'yi ortaya çıkarabilmesi için standart uyarının birkaç kez tekrarlanması gerekir (Winkler ve diğ., 1999b). MMN'nin, konuşma algısı veya bilinen seslerin tanınması gibi seçilen uyarılarla uzun süreli veya kalıcı bellek izlerini araştırmak için de kullanılabileceğini gösterilmiştir (Näätänen ve diğ., 2007).

MMN'deki komponentlerinde genlik ve latans üzerindeki değişiklikler de standart ve farklı uyarı arasındaki algısal farkın büyüklüğü ile ilişkilidir. Algısal fark azaldıkça MMN genliği azalır ve dalga tepesinin latans süresi artar (Näätänen, 1995).

MMN yanıtı farklı ve standart işitsel olaylar arasındaki farkın tespitini yansıtmakta ve dolayısıyla işitsel ayırt etme doğruluğu için objektif bir indeks sağlamaktadır. Bu nedenle, MMN, dolaylı olarak, standart uyarının nöral temsiline doğruluğunun bir ölçüsüdür (Näätänen ve Alho, 1997).

MMN'yi elde etmek için yeterli bir SNR ulaşmak gereklidir. Bunun için de çok sayıda denemeye ihtiyaç vardır. Fakat Oddball paradigmasıyla uygun bir SNR elde etmek için yaklaşık 200 tekrar sayısı ile farklı uyarı sunmak yeterlidir. MMN'ler standart ve farklı sesleri davranışsal olarak ayırt edebilse bile, tek bir bireyin kayıtlarında her zaman ortaya çıkmayabilir. MMN'lerin bireysel verilerde her zaman ortaya çıkmaması ve SNR problemleri nedeniyle bir grup içindeki tüm bireylerden ortalama dalga formlarını veya grup ortalama dalga formlarını kullanmaları gerekmektedir (Tremblay ve Clinard, 2015).

Ayrıca, uyarılar arası süre- interstimulus interval (ISI) uzadıkça, MMN'nin latansları uzayabilir, bu durum, standart uyarı belleğinin daha uzun aralıklarda hassasiyetinin azaldığını ve sapmanın tanınmasının zorlaştırdığını düşündürmektedir (Schröger, 1995). Uyarının durasyonu da MMN oluşumunda rol oynar (Winkler ve Cowan, 2004). Genç, sağlıklı bireylerde, bu oluşum, MMN'nin ortaya çıkmasına izin veren hafıza izi ISI'lerden yola çıkarak yaklaşık 5-10 s sürebilir (Ritter ve diğ., 2002)

ancak bu süre yaşlanma ile kısalır (Pekkonen ve diğ., 1996). Ayrıca, hafıza izindeki yaşa bağlı bu kısalmanın, kronik alkolizm eşlik ettiğinde daha da erken yaşlara çekildiği gözlemlenmiştir (Grau ve diğ., 2001). Ek olarak, bu izlerin süresi, Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif beyin hastalıkları olan hastalarda da çok kısadır (Pekkonen ve diğ., 2001).

2. 5. 3. 3. MMN oluşum hipotezleri

MMN'nin ortaya çıkmasının bir önkoşulu, merkezi işitsel sistemin, seyrek uyarının ortaya çıkmasından önce, işitsel uyarının tekrarlayan yönlerinin nöral bir temsilini oluşturabilmesidir (Horváth ve diğ., 2001).

MMN'nin ortaya çıkmasıyla ilgili hafıza izleri, birimsel olarak işitsel algıların altında yatan bütünleşik duyuşal bilgileri yansıtır gibi görünmektedir (Näätänen ve Winkler, 1999). Woldorff ve arkadaşları (1993), odaklanmış işitsel dikkatin 20 ms kadar erken bir sürede duyuşal işlemeyi modüle edebileceğini göstermiştir.

MMN, *temporal kortekste*, genellikle birkaç saniye süren önceki işitsel olayların tekrarlayıcı yönlerini temsil eden kısa süreli bir bellek izinin varlığına bağlıdır. Bu nedenle, son birkaç saniye içinde önceki sesler olmadan tek seslerin, hatta sapmaların, MMN yerine zorunlu yanıtları, P1, N1 ve P2'yi ortaya çıkardığı görülmüştür (Korzyukov ve diğ., 1999).

MMN, dikkat olmasa bile olayın, önceki uyarıların bellek izleri ile, tutarsız olduğu bir ayırt etme sürecinin sonucundan oluşur (Näätänen ve diğ., 2007). Bu bellek izleri akustik duyuşal bellek olan "*echoic*" bellektir (Winkler ve Cowan, 2004).

MMN araştırmaları esnasında MMN'nin oluşum mekanizmalarıyla ilgili iki büyük hipotez ortaya çıkmıştır. Bunlar, *model ayarlama hipotezi* ve *adaptasyon hipotezi*'dir. Fakat her iki hipotezi de barındırabilen birleştirici bir çerçeve olarak *öngörücü kodlama* yakın zamanlardaki çalışmalarla da desteklenmektedir (Garrido ve diğ., 2008).

2. 5. 3. 3. 1. Model ayarlama hipotezi

Birçok çalışma, MMN'nin nasıl oluşturulabileceğine dair açıklamalar önermiştir. MMN, işitsel bir akımdaki tekrarlı uyarıların, dizi içindeki bir önceki uyara ait hafıza

iziyle karşılaştırılması ile ortaya çıkan farktan veya uyumsuzluktan kaynaklanır (Garrido ve diğ., 2009). Ek olarak yapılan diğer çalışmalar, MMN'nin işitsel girdi tahminiyle uyuşmadığında güncellenen algısal bir modelin modifikasyonlarını yansıtabileceğini öne sürmüşlerdir (Näätänen ve Winkler, 1999; Sussman ve Winkler, 2001; Winkler ve diğ., 1996).

Model ayarlama hipotezi, MMN'yi, öğrenilmiş bir düzende farklılığa neden olan uyarının tespiti için bir belirteç olarak kabul etmektedir. Başka bir deyişle, model ayarlama hipotezine göre MMN, işitsel girdi ile işitsel girdileri tahmin etmek için oluşturulan modelin sürekli olarak güncellenmesini yansıtan, işitsel girdi ve önceki seslerin bellek izi arasındaki bir karşılaştırmasından kaynaklanmaktadır (Näätänen ve Winkler, 1999).

Model ayarlama hipotezine göre, MMN, beklenmedik bir uyarın değişikliğine bir yanıt olarak ortaya çıkar. Näätänen'in modeli ışığında, MMN'nin altta yatan iki fonksiyonel süreçten, temporal nöral kaynağı ile ilgili bir duyuşsal bellek mekanizmasından ve frontal nöral kaynağı ile ilgili otomatik bir dikkat değiştirme işleminden kaynaklandığı iddia edilmiştir (Giard ve diğ., 1990). Prefrontal nöral kaynağın rolü, azalmış temporal MMN amplitüdleri gösteren prefrontal lezyonları olan hastaların çalışmaları ile desteklenmektedir (Alain ve diğ., 1998).

Ayrıca, temporal ve frontal MMN kaynaklarının ayrı zamansal dinamiklerine sahip oldukları (Rinne ve diğ., 2000) ancak birbirleriyle etkileştikleri gösterilmiştir (Jemel ve diğ.). Bu kavram aynı zamanda primatlarda nöral yolları izleme çalışmalarında bulunan işitsel ve prefrontal alanlar arasındaki güçlü ve karşılıklı anatomik bağlanabilirlik ile de uyumludur (Romanski ve diğ., 1999). Kaynak rekonstrüksiyon çalışmalarına göre, MMN'nin nöral kaynakları temporal kortekste iki taraflı olarak bulunur (Alho, 1995). Buna ek olarak, prefrontal kortekste nöral kaynaklar için genellikle ton şeklinde uyarın kullanılan paradigmlar için sağ yarıkürede (Levänen ve diğ., 1996), dil paradigmları için sol yarıkürede (Pulvermüller, 2001) aktivasyon görülmüştür. Duyuşsal bellek mekanizması, temporal nöral kaynaklar ile ilişkilendirilirken prefrontal nöral kaynaklar, bilişsel bir rol veya karşılaştırmacı tabanlı bir mekanizma kaynağı olarak düşünülmüştür (Maess ve diğ., 2007).

Literatürde, birincil işitsel kortekste MMN'nin birden fazla nöral kaynağı olduğu bildirmiştir (Grau ve diğ., 2007; Jemel ve diğ., 2002; Marco-Pallarés ve diğ., 2005).

Ayrıca, prefrontal nöral kaynakların işitsel kortekste kaynaklardan daha sonra aktive olması; temporal korteks tarafından tetiklenen prefrontal kortekte değişiklik tespit mekanizması, model ayarlama hipotezini destekler (Garrido ve diğ., 2009).

Temporal bölgelerdeki kaynaklar, sesin fiziksel özelliklerindeki değişikliklerin işlenmesinde rol oynayabilirken, frontal bölgelerdeki kaynaklar dikkatin yeniden yönlendirilmesini yansıtabilir (Garrido ve diğ., 2009). MMN'nin erken bileşenini yaklaşık 100-140 ms aralığında temporal korteksten kaynaklandığı ve duyuşsal veya karşılaştırmacı olmayan bir tabandan, sonraki bileşeni ise yaklaşık 140-200 ms aralığında oluşun prefrontal korteks kaynaklı karşılaştırmacı tabanlı bir mekanizmadan beslendiğı düşünölmektedir (Maess ve diğ., 2007). MMN kaynakları temporal ve frontal öncesi bölgeler üzerinde tutarlı bir şekilde bulunmasına rağmen, az sayıda çalışma sağ temporal ve pariyetal loblar gibi diğler konumlardaki kaynakları da bildirmiştir (Levänen ve diğ., 1996).

Bu çalışmalar MMN'nin model ayarlama hipotezine hitap eden bir temporo-frontal ağ tarafından üretildiğini kanıtlar niteliktedir. Kanıtlar, değişiklik algılama mekanizmasına dayanmaktadır. MMN, uyaranda, önceki uyarının bellek izi temelinde oluşturulan tahminlerine göre bir değişiklik olduğunda ortaya çıkar.

2. 5. 3. 3. 2. Adaptasyon hipotezi

Yakın tarihli bir çalışma MMN'nin temporal- frontal kortikal ağ tarafından üretildiğine dair olan ortak görüşe karşı çıkmıştır. Bunun yerine, MMN'nin işitsel korteks seviyesinde çok daha basit bir yerel nöronal adaptasyon mekanizmasından kaynaklandığını ve N1 yanıtının zayıflamasına ve gecikmesine neden olduğunu ileri sürmektedirler (Jääskeläinen ve diğ., 2020). N1 yanıtı, uyarın başlangıcından yaklaşık 100 ms'de zirve yapan negatif bileşendir ve erken işitsel işleme ile ilişkilidir. Standart veya nadir uyarılarda N1 yanıtı, işitsel korteks nöronlarının kısa ömürlü adaptasyonunu yansıttığı düşünölmektedir. Adaptasyon hipotezine göre, işitsel korteks içindeki nöronal elementlerin sürekli stimölasyon sırasında, daha az duyarlı hale gelmesi, belirgin bir MMN oluşumunu açıklamak için yeterlidir (Garrido ve diğ., 2009).

Tekrarlayan standart uyarıların MMN için bir ön koşul oluşturduğunu gösteren önceki çalışmaların aksine, Jääskeläinen (2004), öncesinde tek bir standart uyarın ile seyrek veya "yeni" uyarıların, MMN için net bir sonuç vereceğini savunmuştur.

Adaptasyon hipotezine uygun olarak, standart bir ton etrafında küçük sapmalar kullanan EEG ölçümleri, standart ve nadir uyaran arasındaki frekans ayrımı ne kadar küçük olursa, sapmaların genliği o kadar azaldığı literatürde mevcuttur (May ve diğ., 1999).

Bununla birlikte, adaptasyon hipotezi ile uyumlu olmayan diğer deneysel gözlemler de vardır (Näätänen ve diğ., 2005). Adaptasyona karşı görüşe göre, MMN durasyonunun ve latanslarının gösterilen N1'inkilerle eşleşmesi gerekmektedir (Winkler ve diğ., 1997). İkinci olarak, adaptasyon, bir MMN'nin neden N1 yanıtı olmadan, örneğin uyku sırasında (Atienza ve Cantero, 2001) veya beklenmedik bir şekilde bir uyarani ihmal ettiğinde ortaya çıkabileceğini açıklamamaktadır (Yabe ve diğ., 1997). Fakat, adaptasyon hipotezi lehine bir diğer savunma, ritmik uyarımın neden olduğu nöronal dinamiklerin, uyarılmanın kesilmesi veya uyarının bozulmasına rağmen salınmaya devam ettiği fikrine dayanmaktadır (May ve diğ., 1999). Üçüncü ve ikna edici kanıt ise, uyarın şiddetindeki seyrek düşüşlerin MMN'yi uyandırdığıdır (Näätänen ve diğ., 1989). Ayrıca, soyut kuralların veya karışık uyarılar arası sürenin ihlali de MMN ortaya çıkarabilmektedir. Azalan şiddettedeki uyarın çiftleri dizisindeki artan bir uyarın çifti, bir frekansa özgü nöronal popülasyonun adaptasyonuna neden olabilecek hiçbir uyarıcı tekrar olmamasına rağmen bir MMN'yi ortaya çıkarmaktadır (Saarinen ve diğ., 1992). İşitsel korteksin tonotopik yapısı göz önüne alındığında, bu tür MMN'ler lokal adaptasyon ile açıklanamaz, ancak birden fazla nöronal popülasyonu içeren daha karmaşık mekanizmalardan kaynaklanabilir. Ayrıca, MMN'nin kafa derisi dağılımı N1'den farklıdır (Saarinen ve diğ., 1992). N1 bileşenleri kontralateral yarımküreye göre genlik bakımından daha büyük olsa da, akustik özelliklerdeki değişikliklere MMN yanıtı, sağ veya sol kulak uyarılmasından bağımsız olarak sağ hemisfer (Levänen ve diğ., 1996); fonem değişiklikleri için sol hemisfer baskındır, MMN'nin frontal lobda N1 kaynağından farklı geçici dinamikleri ifade eden ikinci bir ana kaynağı vardır (Grau ve diğ., 2007). Epilepsi hastalarından doğrudan alınan intrakraniyal kayıtlarda frontal nöral kaynakların kanıtı elde edilmiştir (Rosburg ve diğ., 2005). Son olarak, farmakolojik manipülasyonlar, aktivasyonunun nöronal adaptasyonu arttırdığı bilinmekte olan NMDA reseptörlerinin antagonistlerinin, birincil işitsel kortekste (Javitt ve diğ., 1996) aktiviteyi etkilemeden MMN üretimini engellediğini, MMN ve N1'in farklı nöronal ağlar kullandığını ve ayrı kortikal süreçlerin ifadeleri olduğunu göstermektedir (Michie ve diğ., 2002).

2. 5. 3. 3. 3. Öngörücü kodlama

Öngörücü kodlama, algının ortamdaki duyusal bilgiyi ve bu duyusal bilgiye neyin sebep olduğuna dair bir modele dayanan, tahminlerimizi entegre etmekten kaynaklandığını belirtir. Tahmin hatası, uyarının en olası nedenini tahmin etmek için kortikal hiyerarşinin seviyeleri arasında tekrarlayan etkileşimlerle en aza indirilir (Friston, 2005). Model ayarlama hipotezi MMN'yi öğrenilmiş bir düzenlilikten sapmanın neden olduğu hata tespiti için bir belirteç olarak açıklar. Böylece MMN, işitsel girdi ile yukarıdan aşağıya tahminlerde yer alan bir bellek izi arasındaki karşılaştırmadan kaynaklanacaktır. Böylece işitsel girdileri tahmin etmek için oluşturulan zihin modelin çevrimiçi güncellenmesi için kullanılabilir (Näätänen ve Winkler, 1999). Bir tahmin hatası durumunda, yani öngörülen ve gerçek duyusal girdi arasında bir uyumsuzluk olduğunda, modeli uygulayan sinir sistemi, kısa süreli sinaptik plastisite ile yeniden ayarlanmalıdır. Sonraki olayların tekrarı sırasında, bu ayarlama, tahmin hatasının bastırılmasında ve MMN'nin kaybolmasında nörofizyolojik olarak meydana gelir (Baldeweg, 2006). Bu görüş, algının hiyerarşik olarak organize edilmiş sinir sistemlerine dayandığını öngören öngörücü kodlama modelleri ile aynıdır. Burada her seviye, üst düzey alanlardan gelen tahminleri daha düşük alanlardan gelen bilgilerle karşılaştırır (Yuille ve Kersten, 2006) daha sonra geri bağlantılar kullanarak, daha yüksek kortikal alanlar, alt kortikal alanlardan alınan verileri soyutlamalarını veya dünyanın öğrenilmiş rekonstrüksiyonlarını sıgdırmaya çalışır. Alt bölgeler, sırayla, daha yüksek alanlardan tahminleri, gerçek giriş ile uzlaştırmaya çalışır ve ileri bağlantılar aracılığıyla bir tahmin hatası sinyali, yani daha yüksek alanlar tarafından tahmin edilmeyen özellikler hakkında bilgi verir (Mumford, 1992). Bu nedenle, daha düşük ve daha yüksek alanlar, uzlaşmaya kadar karşılıklı yollar vasıtasıyla iletişim kurar (Friston, 2003).

Öngörücü kodlama, görünüşte farklı MMN modellerini birleştirir ve üretimi için hem adaptasyonu hem de model ayarlamasını içeren bir nörobiyolojik mekanizma sağlar (Garrido ve diğ., 2009).

2. 5. 3. 4. MMN'nin kullanım alanları

MMN çalışmaları, işitsel algı ve işitsel bir akış oluşumu (Denham ve Winkler, 2006), duyusal bellek temsillerinin oluşturulması ve bunların dikkatten nasıl etkilendiğine dair literatüre önemli katkılarda bulunmuştur (Sussman ve Steinschneider, 2006).

MMN'nin en dikkat çekici klinik uygulaması şizofreni araştırmalarındadır. Şizofreni hastalarında, hem frekans hem de süre sapmalarında, MMN genliğinin önemli ölçüde

azaldığı görülmüştür (Umbricht ve Krljes, 2005). Ayrıca, şizofreni tanısı alan kişilerde, bireysel MMN genlikleri hastalık şiddeti ve bilişsel işlev bozukluğu (Baldeweg ve diğ., 2004) ve fonksiyonel durumla (Light ve Braff, 2005) ilişkili olduğu bildirilmiştir, ek olarak şizofreni için genetik risk ile ilişkisi hakkında çelişkili raporlar mevcuttur (Umbricht ve Krljes, 2005).

MMN'nin şizofreniye ek olarak birçok hastalığın araştırılmasına katkı sağlamıştır. Disleksi MMN için örnek verilebilecek önemli bir uygulama alanıdır. Disleksik hastalar MMN yanıtını süre farklılıkları ile değil, sadece frekans farklılıklarında oluştururlar. Bu durum, disleksinin işitsel olarak frekans ayırt etme bozukluğu ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir (Baldeweg ve diğ., 1999). Öğrenme güçlüğü çeken çocuklarda MMN'nin azalması, açığın bilinçli algılamadan önce bir işleme aşamasında işitsel yollardan kaynaklandığını düşündürmektedir (Kraus ve diğ., 1996). Bilindiği üzere konuşma işlemlerin sol yarıküredeki dikkat öncesi erken aşamalarında, yani ses başlangıcından yaklaşık 100-150 ms sonra gerçekleştiğini gösterilmiştir (Rinne ve diğ., 1999).

MMN, merkezi işitsel algının biyolojik alt katmanını, farklı işitsel bellek biçimlerini oluşturan beyin süreçlerinin ve işitsel duyuşal girdinin bilinçli algılamaya ve daha yüksek formlara erişimini kontrol eden dikkat süreçlerine, ulaşılmasını sağlar (Näätänen ve diğ., 1989).

Literatürde algısal öğrenme mekanizmalarını anlamak için de MMN kullanılmıştır (Tremblay ve diğ., 1998). MMN'nin uykudan sonra işitsel ayırt etme becerilerindeki kazanımlarla da ilişkili olduğu bulunmuştur (Atienza ve diğ., 2005).

MMN, işitsel görsel entegrasyonun altında yatan işitsel korteksteki aktivitenin görsel uyaranlar tarafından modüle edilip edilmediği araştırmak için kullanılabileceği bildirilmiştir (Sams ve diğ., 1991a). Colin (2002), MMN testini, uyaran olarak işitsel görsel entegrasyonun en belirgin kanıtı olan McGurk kurgusuyla seçtiği /bi/ ve /gi/ hecelerini; sadece işitsel, sadece görsel, işitsel /bi/ - görsel /gi/ ve işitsel /gi/ - görsel /bi/ şeklinde uyumsuz olmak üzere 3 aşamalı kaydederek sürdürdüğü çalışmada, yalnızca işitsel ve işitsel- görsel durumda Fz noktasından MMN kaydedilirken, görsel durumda Fz ve Oz referans noktalarından MMN elde edilemediğini gözlemlemiş ve işitsel-görsel entegrasyonun algısal süreçler esnasında oldukça erken gerçekleştiğini ileri sürmüştür.

İletişim bozukluğu olan kişiler, davranışsal bir test kullanılarak değerlendirildiğinde, oturma, katılma, sözlü veya yazılı talimatları takip edememe gibi durumlarda kooperasyon sağlamada güçlük çekebilir. Ancak MMN'yi elde etmek için kişinin açık bir göreve uyması ve uyaranlara dikkat etmesi gerekmez, bu nedenle MMN, sesleri ayırt etme yeteneğinin düşük olduğu, özgül dil bozukluğu ve merkezi işitsel işleme bozukluğu gibi problemleri olan, teste adaptasyonu zor olan çocukları, nesnel olarak tanımlamak için kullanılabilecek bir değerlendirme aracına dönüşebilmektedir. MMN'nin varlığı ve büyüklüğü, davranışsal ayırt etme performansı ile korelasyon içindedir ve bu durum, bireyin işitsel ayırt etme yeteneklerinin nörofizyolojik kapasitesini değerlendirmek için MMN'yi hassas bir araç haline getirir. Fakat, MMN'nin klinik bir araç olarak benimsemenin önündeki en büyük engel, bireylerarası farklılıklardır. MMN, uyaranlara ilişkin anormal ayırt etme ve hafıza süreçlerine duyarlıdır; ancak, belirli bir bozukluğa özgü veri sağlayamamaktadır. Bununla birlikte şizofreni, kişilik bozuklukları ve alkolizm tanısı konan çok sayıda popülasyonda anormal MMN bildirilmektedir (Marco-Pallarés ve diğ., 2005).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3. 1. Araştırmanın Tipi ve Amacı

Bu çalışma, nicel ve kesitsel çalışma niteliklerini taşıyarak, McGurk illüzyonundan etkilenen kişilerin işitsel uyarılmış geç potansiyel yanıtlardan olan MMN testi ile elde edilen latansların, illüzyondan etkilenmeyen kişilere kıyasla bir farklılık gösterip göstermediğini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

3. 2. Araştırmanın Yeri

Bu çalışma, Üsküdar Üniversitesi Nörobilim Anabilim Dalı Nörobilim Yüksek Lisans Programına bağlı olarak Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Laboratuvarı'nda, 2020-657 karar numaralı ve 31.12.2020 tarihli Üsküdar Üniversitesi Etik Kurul onayı alınarak yapılmıştır (Ek 1).

3. 3. Araştırmanın Örneklemi

Çalışmaya, 20-30 yaş arasında normal işiten, tanılanmış nörolojik bir hastalığı ve görme problemi olmayan; cinsiyet, eğitim ve sosyo-ekonomik düzey farkı gözetilmeksizin 20 kadın, 20 erkek olmak üzere 40 kişi katıldı. Ancak 5 kişi mevcut işitme kaybı nedeniyle çalışmaya dahil edilemedi. Sonuçlar 35 kişi üzerinden hesaplandı.

Çalışmaya dahil olan katılımcılar;

- 1- 20-30 yaş arasında olan
- 2- Tanılanmış herhangi bir nörolojik hastalığı olmayan
- 3- Tanılanmış herhangi bir görme problemi olmayan
- 4- İmmittansmetrik incelemede normal orta kulak basıncına sahip olan, Tip A timpanogram elde edilen
- 5- Normal işitmeye sahip olan (saf ses ortalaması en fazla 26 dB olan, ardışık frekanslar arasında 10 dB'den fazla fark olmayan kişiler)
- 6- Çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllü bireylerden oluşturulmuştur.

3. 4. Yöntem

Katılımcılar, testin yapılacağı tarihten bir hafta önce aranarak testlerin uygulanacağı gün ve saat, bir önceki katılımcı ile arasında 2 saat olmasına dikkat edilerek, laboratuvara davet edildi. Katılımcılara test saatinden 24 saat önce kullanıyorlarsa alkol tüketimini sonlandırmaları söylendi. Tüm odyolojik test bataryası ve MMN testi Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Laboratuvarı'nda uygulandı. Katılımcılara tüm testler detaylıca anlatıldı, çalışmanın amacı, içeriği, süresi hakkında bilgi verildi ve yazılı izinleri alındı (Ek 2).

3. 5. Veri Toplama Araçları

3. 5. 1. Odyolojik değerlendirme

Gönüllü katılımcılar, işitme ile ilgili detaylı değerlendirilmek üzere Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Altunizade yerleşkesinde bulunan Odyoloji Bölümü Laboratuvar'ına alındı.

3. 5. 1. 1. İmmitansmetrik değerlendirme

Katılımcılara önce, *Interacoustics* marka *Titan* Klinik ve Diagnostik İmmitansmetrik cihazı ile testler uygulandı.

- Timpanometri

Orta kulak basınç değerlendirmesi için yapılan ölçümde + 200 daPa ile - 400 daPa aralığındaki basınç değişimi ile 85dB SPL ve 226 Hz probe ton kullanıldı. Normal timpanometrik değerler için timpanogram tipleri, Jerger ve Mauldin, (1973)'e göre, Tip A timpanogram; orta kulak basınç değerleri + 50 daPa ile - 50 daPa arasında; komplians değerleri ise 0,35 ml ile 1,25 ml arasında olarak belirlendi.

- Akustik refleks testi

Akustik refleksler, sesli bir uyarana karşı orta kulak kaslarından musculus stapediusun kasılması ile oluşmaktadır. Akustik refleks, iç kulağı yüksek şiddetteki seslere karşı korumaktadır. Akustik refleks eşikleri, her iki kulak için ayrı ayrı ipsilateral ve kontralateral şekilde 500- 1000- 2000 Hz frekanslarında kaydedildi. Üç frekansta 70- 100 dB arasında elde edilen ve en az 0.03 mV amplitüdlü eğriler normal kabul edildi (Margolis ve Levine, 1991).

3. 5. 1. 2. Odyometrik değerlendirme

3. 5. 1. 2. 1. Saf ses eşikleri

Katılımcılar, işitmeleri değerlendirilmek üzere ANSI S3.1 1999 (R2003) standartlarına uygun olan sessiz kabine alındı. *Interacoustics* marka *AC40* model odyometre kullanılarak 125- 8000 Hz aralığında *TDH-39* havayolu kulaklık modeli ile hava yolu işitme eşikleri; *RadioEar B71* kemik yolu vibratörü ile 500-4000 Hz arası kemik yolu işitme eşikleri belirlendi. Eşik belirlemek için *descending* teknik kullanıldı

(Çelik ve diğ., 2007). Hava yolu işitme eşiklerini belirlemek için teste 1000 Hz frekans ile başlandı. Sırasıyla 1000, 2000, 4000, 6000 ve 8000 Hz ve tekrar 1000 Hz'in kontrol edilmesinin ardından 500, 250 ve 125 Hz ölçülerek hava yolu işitme eşikleri işaretlendi. Kemik yolu işitme eşikleri için teste 1000 Hz ile başlandı. 2000 ve 4000 Hz'deki kemik yolu eşiklerinin belirlenmesinin ardından 1000 Hz kontrol edilip son olarak 500 Hz ile kemik yolu işitme eşikleri tayin edildi. American National Standards Institute (ANSI) eşik tayini kriter alınarak, test 30 dB HL'de başlatıldı. Katılımcıların Saf Ses Ortalaması 500-1000-2000-4000 Hz'de hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin aritmetik ortalaması alınarak Modifiye Goodman (1965) Skalası'na göre değerlendirildi (Clark, 1981).

3. 5. 1. 2. 2. Konuşmayı alma eşiği (Speech reception threshold Test-SRT)

Konuşmayı anlama testi, katılımcılar bilgilendirildikten sonra her iki kulak için ayrı ayrı olmak üzere Türkçe için geliştirilen, 3 heceli kelime listesi (Ek 3) ile *TDH-39* havayolu kulaklık kullanılarak *Chaiklin, Dixon, Font, (1965) Yöntemi* ile uygulanmıştır.

3. 5. 1. 2. 3. Konuşmayı ayırt etme testi (Speech discrimination test-SDS)

Konuşmayı ayırt etme testi, katılımcılar bilgilendirildikten sonra her iki kulak için ayrı ayrı en rahat duydukları ses seviyesinde (Most Comfortable Loudness Level- MCL), Türkçe için geliştirilmiş ve standardize edilmiş olan 25 kelimelik tek heceli izofonik kelime listesi (Akşit, 1994) (Ek 4), taşıyıcı bir cümle ile “söyleyin: at” şeklinde, canlı ses ile uygulandı. Test skoru doğru cevap yüzdesi olarak belirtildi.

3. 5. 2. El baskınlığı

El tercihi; yazı yazmak, resim yapmak, çatal ve bıçak kullanmak gibi çeşitli el işlerini yapmak için sağ ya da sol elin tercih edilmesi olarak tarif edilir (Oldfield, 1971).

Katılımcılara videolar izletilmeden önce, yazı yazarken ve günlük rutinleri yerine getirirken hangi eli kullandıkları soruldu ve alınan cevaplar kaydedildi.

3. 5. 3. McGurk illüzyonuna uygun kurgu içeren videolar

Tüm odyolojik testler sonrası, katılımcılardan işitsel ve görsel çeldiri bulunmayan bir odada 13 inç ekrana sahip dizüstü bilgisayar ekranının karşısına oturmaları istendi. Bu aşamada katılımcılara McGurk kurgusuna uygun şekilde, anadili Türkçe ve İngilizce olan iki ayrı kadın ve iki ayrı erkek konuşmacı, video boyunca herhangi bir duygu içermeyen ifadelerini koruyarak görsel olarak, yani dudak hareketleriyle /aba/ dediği fakat işitsel olarak /aga/ duyulan ve tam tersi şekilde konuşmacının dudak hareketleriyle /aga/ dediği fakat işitsel olarak /aba/ duyulan videolar izletildi. Her biri en az 1, en fazla 3 s olan videolar katılımcılara, önce sadece dinletilerek sonra sadece izletilerek sonra hem dinletip hem izletilerek sunuldu (Erdener, 2015).

Her video kurgusuna göre 1'den 8'e kadar numaralandırılmıştır. Katılımcılar algıladıkları uyarıyı bize sözel olarak bildirmesi konusunda bilgilendirildi. Her video iki kez sunuldu. Katılımcıların yanıtları, hazırladığımız formlara not edildi (Ek 3).

Şekil 9: /aba/ görseli ile /aga/ sesinin işitildiği video



Şekil 10: /aga/ görseli ile /aba/ sesinin işitildiği video



Füzyon ve kombinasyon yanıtlarının ikisi de McGurk illüzyonu sayıldı, verilen yanıtta göre illüzyondan etkilenildiği görülen her kişi için o videoya 1 puan; etkilenmediği her video 0 puan olarak değerlendirildi. 8 puan üzerinden 3 puan ve daha az alanlar, illüzyona az maruz kalan; 3'ten fazla puan alanlar çok maruz kalan olarak gruplandırıldı. Ek olarak, her kişi için, iki uyarandan bilinçdışı şekilde işitilene tercih edenler “işittiğine güvenenler” başlığı altında, izletilen videoda işitilen uyararla aynı yanıtı verdikleri her video için 1 puan, görülen uyararla aynı yanıtı veren kişiler de aynı şekilde “gördüğüne güvenenler” başlığı altında 1 puan olarak ayrıca kaydedildi.

3. 5. 4. Mismatch Negativite (MMN) - Eşleşmeyen Negativite

Katılımcılar, elektrofizyoloji laboratuvarındaki sedyeye rahat olacakları şekilde uzanmaları istendi ve test, test süresi ve uyarılar hakkında bilgilendirildi. Katılımcılardan test esnası boyunca gözleri kapalı şekilde zihinden 400'den ve 200'den geriye 4'er sayma görevlerini yerine getirmeleri istendi. Teste başlamadan katılımcıların ciltleri jel ile temizlenmiş, tek kullanımlık Ambu® Neuroline™ 720 elektrotlar pozitif elektrot alnın üst kısmına (Fpz), negatif olanlar ve sağ (M2) ve sol (M1) mastoid çıkıntıya yerleştirilmiştir. İmpedansın 3 Ω - 5 Ω arasında olmasına ve kabloların üst üste

gelmemesine özen gösterilmiştir. Uyarılar *ER 3A* insert kulaklık ile sunulmuş ve kulaklığın dış kulak kanalına tam yerleştiğinden emin olunmuştur.

Şekil 11: Elektrot Yerleşimi



Test kaydı *Interacoustics* marka *Eclipse EP25* sistemi kullanılarak elde edilmiştir. Uyarı parametreleri Tablo 1’de gösterildiği şekilde, her iki kulakta ayrı ayrı, sırasıyla nadir ve sık uyarı için 70 dB nHL; nadir ve sık uyarı için 80 dB nHL şiddet seviyesinde ayarlanmıştır. Nadir uyarı için frekans 1500 Hz, sık uyarı için 1000 Hz seçilmiştir. Durasyon, nadir ve sık uyarı; düşme ve yükselme zamanı 10 ms, plato 50 ms olacak şekilde ayarlanmıştır. Nadir ve sık uyarı için rarefaction polarite kullanılmış; ISI 1 s seçilmiştir.

Tablo 1: Uyarı parametreleri

Parametreler	Nadir	Sık
Uyarı tipi	Toneburst	Toneburst
Uyarı frekansı (Hz)	1500	1000
Uyarı şiddeti (dB nHL)	70/80	70/80
Uyarı durasyonu	10-50-10	10-50-10

ISI	1 sn	1 sn
Sunum şekli	0.20	0.80
Polarite	rarefaction	rarefaction

Sweep sayısı 300 seçilmiş fakat uygun dalga elde edilmesi halinde kayıt daha erken (minimum 50 kayıta) durdurulmuştur. Filtre ayarı 1-30 Hz şekilde seçilmiştir. Uyarılar Oddball paradigması ile rastgele nadir uyarın olasılığı 100 uyaranda 20 uyarın olacak şekilde seçilmiştir. Her iki şiddet seviyesi için uygun morfoloji elde edilebilmesi açısından test en az iki kez tekrar edilmiştir. Analiz penceresi 90 ms ile 630 ms arasında tutulmuştur.

Tablo 2: Kayıt parametreleri

Referans elektrot	Fpz (+), M1-M2 (-), Fz (nötr)
Transducer	ER 3A köpük insert kulaklık
Elektrot tipi	Ambu® NeurolineTM 720
Analiz zamanı	-90 ms ile 630 ms
Filtreleme	1-30 Hz

Alınan kayıtlarda, nadir uyarının oluşturduğu trasede, 100 ms'den sonra oluşan negatif dalga tepesi olarak N1 ve sonrasında P2 pozitif dalga tepesi gözlemlenmiştir. Nadir ve sık uyarının oluşturduğu yanıtların farkı ile oluşan diğer trasede 150 ms sonrasında oluşan yaklaşık 5 μ V amplitüdlü ve/veya daha küçük, negatif dalga tepesi MMN olarak işaretlenmiştir (Interacoustics, 2021).

Bu yöntem ve gereç ile anadili Türkçe olan genç yetişkin kişilerde McGurk İllüzyonu'nundan etkilenme oranının, geç latanslı işitsel uyarılmış potansiyellerden olan

MMN yanıtlarında, latans bakımından bir farklılık gösterip göstermediğini araştırmak hedeflenmiştir.

3. 6. Verilerin Analizi

Çalışmada veri analizi için SPSS 25.0 paket programı kullanılmıştır. Katılımcıların sosyodemografik bilgilerine dair tanımlayıcı veriler frekans tabloları şeklinde verilmiştir.

Çalışmanın verileri normallik varsayımları açısından incelendiğinde, Kolmogorov-Smirnov değerleri $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca Skewness ve Kurtosis değerlerinin hatalarına bölümlerinin $\pm 1,96$ arasında değiştiği saptanmıştır. Bundan dolayı sürekli değişkenler olan McGurk İllüzyonuna az maruz kalma ile çok maruz kalma, MMN latansları, Konuşmayı Ayırt Etme Skoru - Speech Discrimination Skor (SDS), İpsilateral refleks eşikleri ve Kontralateral refleks eşikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için nonparametrik testlerden spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Ek olarak, McGurk illüzyonu, işittiğine uyarana güvenme, gördüğü uyarana güvenme, MMN, Konuşmayı Ayırt Etme Skoru - Speech Discrimination Skor (SDS), İpsilateral refleks eşikleri ve Kontralateral refleks eşikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için nonparametrik testlerden spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Bununla birlikte McGurk illüzyonu, işittiğine güvenme, gördüğüne güvenme, MMN ile katılımcıların cinsiyet ve baskın el verileri arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek üzere nonparametrik testlerden Mann Whitney U testi uygulanmıştır. $p < 0.05$ istatistikçe anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 3: Katılımcılar ile ilgili sosyodemografik veriler (n=35)

Demografik değişkenler		N	%
Cinsiyet	Erkek	18	51,4
	Kadın	17	48,6
Baskın el	Sağ elini kullanan toplam	30	85,7
	Sağ elini kullanan kadın	17	48,5
	Sağ elini kullanan erkek	13	37,1
	Sol elini kullanan toplam	5	14,3
	Sol elini kullanan kadın	0	0
	Sol elini kullanan erkek	5	14,3
Toplam McGurk Maruziyet	Çok Maruz kalan	18	51,4
	Az Maruz kalan	17	48,6

Tablo 3'te katılımcılara ait sosyodemografik değişkenlerin dağılımı verilmiştir. Katılımcıların cinsiyetleri incelendiğinde %51,4'ünün (N=18) erkek olduğu, %48,6'sının (N=17) kadın olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların baskın el değişkenlerine ait veriler incelendiğinde %85,7'sinin (N=30) sağ el, %14,3'ünün (N=5) sol el kullandığı belirlenmiştir.

Tablo 4: McGurk puanları, MMN, SDS, ipsilateral refleks eşikleri ve kontralateral refleks eşiklerine ait betimsel istatistikler (n=35)

	Min	Max	Ort	Std Sapma
Toplam MCGURK	0,00	8,00	3,42	1,97
İşittiğine güvenme oranı	0,00	7,00	4,25	1,78
Gördüğüne güvenme oranı	0,00	4,00	0,42	0,88
80 dB Sağ MMN	142,00	230,00	184,77	23,61
80 dB Sol MMN	150,00	214,00	179,4	15,74
70 dB Sağ MMN	158,00	234,00	208,57	27,54
70 dB Sol MMN	146,00	214,00	178,74	18,09
SDS sağ	88,00	100,00	97,37	3,05
SDS sol	88,00	100,00	97,08	3,47
AR sağ ipsi 500 Hz	80,00	95,00	84,14	4,10
AR Sağ ipsi 1 kHz	80,00	95,00	84,14	4,10
AR Sağ ipsi 2 kHz	80,00	100,00	87,57	4,75
AR sağ kontra 500 Hz	80,00	100,00	88,00	6,20
AR Sağ 1 kHz	80,00	100,00	89,50	5,47
AR Sağ 2 kHz	80,00	95,00	85,71	5,70
AR sol ipsi 500 Hz	80,00	95,00	85,28	5,27
AR sol ipsi 1 kHz	80,00	95,00	86,14	6,07
AR sol ipsi 2 kHz	80,00	100,00	86,28	5,19
AR sol kontra 500 Hz	80,00	100,00	87,42	5,47
AR sol kontra 1 kHz	80,00	100,00	89,28	5,44
AR sol kontra 2 kHz	80,00	95,00	85,14	5,87

Tablo 4’te ölçek ve alt boyutlarından alınan puanlara ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir.

Tablo 5: McGurk maruziyet gruplarına göre çeşitli değişkenlerin karşılaştırılması (n=35)

	MCGURK grup	N	Ort±SS	Z	p
80 dB Sağ MMN	Az maruz kalan	17	184,24±23,04	-0,116	0.908
	Çok maruz kalan	18	185,28±24,81		
80 dB Sol MMN	Az maruz kalan	17	183,18±17,62	-1,075	0.282
	Çok maruz kalan	18	175,89±13,27		
70 dB Sağ MMN	Az maruz kalan	17	207,53±27,06	-0,088	0.930
	Çok maruz kalan	18	209,56±28,73		
70 dB Sol MMN	Az maruz kalan	17	176,00±16,75	-0,860	0.390
	Çok maruz kalan	18	181,33±19,39		
SDS sağ	Az maruz kalan	17	97,41±3,73	-0,619	0.536
	Çok maruz kalan	18	97,33±2,38		
SDS sol	Az maruz kalan	17	97,18±3,94	-0,449	0.653
	Çok maruz kalan	18	97,00±3,09		
AR sağ ipsi 500 Hz	Az maruz kalan	17	85,29±4,13	-1,665	0.096
	Çok maruz kalan	18	83,06±3,89		
AR Sağ ipsi 1 kHz	Az maruz kalan	17	84,12±4,76	-0.319	0.750
	Çok maruz kalan	18	84,17±3,54		
AR Sağ ipsi 2 kHz	Az maruz kalan	17	87,94±5,02	-0.297	0.767
	Çok maruz kalan	18	87,22±4,61		
AR Sağ kont 500 Hz	Az maruz kalan	17	90,00±7,07	-1.669	0.095
	Çok maruz kalan	18	86,11±4,71		
AR Sağ kontra 1 kHz	Az maruz kalan	17	91,47±5,52	-1.987	0.047
	Çok maruz kalan	18	87,78±4,92		
AR Sağ kontra 2 kHz	Az maruz kalan	17	85,00±5,30	-0.622	0.534
	Çok maruz kalan	18	86,39±6,14		
AR sol ipsi 500 Hz	Az maruz kalan	17	85,88±5,66	-0.589	0.556
	Çok maruz kalan	18	84,72±4,99		
AR sol ipsi 1 kHz	Az maruz kalan	17	86,76±5,85	-0.726	0.468
	Çok maruz kalan	18	85,56±6,39		

AR sol ipsi 2 kHz	Az maruz kalan	17	86,76±5,57	-0.449	0.654
	Çok maruz kalan	18	85,83±4,93		
AR sol kontra 500 Hz	Az maruz kalan	17	89,12±6,43	-1.557	0.119
	Çok maruz kalan	18	85,83±3,93		
AR sol kontra 1 kHz	Az maruz kalan	17	90,59±5,27	-1.319	0.187
	Çok maruz kalan	18	88,06±5,46		
AR sol kontra 2 kHz	Az maruz kalan	17	86,47±6,32	-1.202	0.229
	Çok maruz kalan	18	83,89±5,30		

Mann-Whitney U test, p<0.05

Tablo 5’te görüldüğü gibi, sadece AR sağ kontra 1 kHz değerleri McGurk illüzyonuna az maruz kalanlar ile çok maruz kalanlar arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık göstermiştir ($Z=-1.987$ $p=0.047$). AR sağ kontra 1 kHz değerleri çok maruz kalanlara kıyasla az maruz kalanlarda daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 6: McGurk maruziyet grupları ile cinsiyet ve el baskınlığının karşılaştırılması (n=35)

MCGURK Grup			
Değişkenler	Az maruz N(%)	Çok maruz N(%)	p
Cinsiyet			
Kadın	9 (52,9)	8 (47,1)	0.615
Erkek	8 (44,4)	10 (55,6)	
El baskınlığı			
Sağ	15 (50,0)	15 (50,0)	1.000*
Sol	2 (40,0)	3 (60,0)	

Pearson Chi-Square Test, *: Fisher Exact Test, 3 cells (50,0%) have expected count less than 5.

Tablo 6’da görüldüğü gibi McGurk Maruziyet Grupları ile cinsiyet ($p=0.615$) ve el baskınlığı ($p=1.000$) arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Tablo 7: Toplam McGurk puanları ile MMN, SDS, ipsilateral refleks eşikleri ve kontralateral refleks eşikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon sonuçları (n=35)

		Toplam MCGURK	
Spearman's rho	80 dB Sağ MMN	rho	0,018
		p	0,917
	80 dB Sol MMN	rho	-0,111
		p	0,525
	70 dB Sağ MMN	rho	0,043
		p	0,807
	70 dB Sol MMN	rho	0,059
		p	0,737
	SDS sağ	rho	-0,060
		p	0,734
	SDS sol	rho	-0,077
		p	0,660
	AR sağ ipsi 500 Hz	rho	-0,282
		p	0,101
	AR Sağ İpsi 1 kHz	rho	-0,030
		p	0,862
	AR Sağ ipsi 2 kHz	rho	0,016
		p	0,929
	AR Sağ kontra 500 Hz	rho	-0,149
		p	0,392
	AR Sağ 1 kontra kHz	rho	-0,237
		p	0,170
	AR Sağ kontra 2 kHz	rho	0,079
		p	0,652
	AR sol ipsi 500 Hz	rho	-0,116
		p	0,507
	AR sol ipsi 1 kHz	rho	-0,015

	p	0,932
AR sol ipsi 2 kHz	rho	0,064
	p	0,717
AR sol kontra 500 Hz	rho	-0,214
	p	0,216
AR sol kontra 1 kHz	rho	-0,190
	p	0,273
AR sol kontra 2 kHz	rho	-0,124
	p	0,476

Tablo 7’de görüldüğü gibi Toplam McGurk puanı ile 80 dB Sağ MMN, 80 dB Sol MMN; 70 dB Sağ MMN, 70 dB Sol MMN; SDS sağ, SDS sol; AR sağ ipsi 500 Hz, AR sağ ipsi 1 kHz, AR sağ ipsi 2 kHz; AR sağ kontra 500 kHz, AR sağ kontra 1 kHz, AR sağ kontra 2 kHz, AR sol ipsi 500 kHz, AR sol ipsi 1 kHz, AR sol ipsi 2 kHz, AR sol kontra 500 Hz, AR sol kontra 1 kHz, AR sol kontra 2 kHz eşik değerleri arasında istatistikçe anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Tablo 8: İşittigine güvenme puanları ile MMN, SDS, ipsilateral refleks eşikleri ve kontrolateral refleks eşikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon sonuçları (n=35)

	İşittigine güvenme	
	rho	p
Spearman's rho	80 dB Sağ MMN	0,013
		0,943
	80 dB Sol MMN	0,168
		0,336
	70 dB Sağ MMN	-0,108
		0,535
	70 dB Sol MMN	-0,074
		0,672
	SDS sağ	-0,027
		0,876
	SDS sol	-0,039
		0,826
	AR sağ ipsi 500 Hz	0,266
		0,122
	AR sağ ipsi 1 kHz	0,139
		0,425
	AR sağ ipsi 2 kHz	0,110
		0,528
	AR sağ kontra 500 Hz	0,286
		0,095
	AR sağ kontra 1 kHz	0,309
		0,071
	AR sağ kontra 2 kHz	-0,039
		0,824
	AR sol ipsi 500 Hz	0,030
		0,866
	AR sol ipsi 1 kHz	0,168

	p	0,336
AR sol ipsi 2 kHz	rho	0,040
	p	0,821
AR sol kontra 500 Hz	rho	0,177
	p	0,310
AR sol kontra 1 kHz	rho	0,129
	p	0,461
AR sol kontra 2 kHz	rho	0,027
	p	0,876

Tablo 8’de görüldüğü gibi işittiğine güvenme puanları ile 80 dB Sağ MMN, 80 dB Sol MMN; 70 dB Sağ MMN, 70 dB Sol MMN; sağ SDS, sol SDS; AR sağ ipsi 500 Hz , AR sağ ipsi 1 kHz, AR sağ ipsi 2 kHz, AR sağ kont 500 Hz, AR sağ 1 kHz, AR sağ 2 kHz; AR sol ipsi 500 Hz, AR sol ipsi 1 kHz, AR sol ipsi 2 kHz, AR sol kontra 500 Hz, AR sol kontra 1 kHz, AR sol kontra 2 kHz eşikleri arasında istatistikçe anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Tablo 9: Gördüğüne güvenme puanları ile MMN, SDS, ipsilateral refleks eşikleri ve kontrolateral refleks eşikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon sonuçları (n=35)

		Gördüğüne güvenme	
Spearman's rho	80 dB Sağ MMN	rho	-0,025
		p	0,885
	80 dB Sol MMN	rho	-0,093
		p	0,595
	70 dB Sağ MMN	rho	0,007
		p	0,968
	70 dB Sol MMN	rho	0,101
		p	0,563
	SDS sağ	rho	0,134
		p	0,444
	SDS sol	rho	0,154
		p	0,377
	AR sağ ipsi 500 Hz	rho	0,120
		p	0,492
	AR Sağ İpsi 1 kHz	rho	-0,085
		p	0,627
	AR Sağ ipsi 2 kHz	rho	-0,258
		p	0,134
	AR Sağ kontra 500 Hz	rho	0,066
		p	0,705
	AR Sağ 1 kontra kHz	rho	0,216
		p	0,214
	AR Sağ 2 kontra kHz	rho	-0,145
		p	0,405
	AR sol ipsi 500 Hz	rho	-0,010
		p	0,956

AR sol ipsi 1 kHz	rho -0,219
	p 0,205
AR sol ipsi 2 khz	rho -0,246
	p 0,154
AR sol kontra 500 Hz	rho 0,065
	p 0,709
AR sol kontra 1 kHz	rho 0,014
	p 0,935
AR sol kontra 2 kHz	rho 0,019
	p 0,914

Tablo 9’da görüldüğü gibi gördüğüne güvenme puanı ile 80 dB Sağ MMN, 80 dB Sol MMN; 70 dB Sağ MMN, 70 dB Sol MMN; SDS sağ, SDS sol; AR sağ ipsi 500 Hz , AR sağ ipsi 1 kHz, AR sağ ipsi 2 kHz, AR sağ kontra 500 Hz, AR sağ 1 kHz, AR sağ 2 kHz, AR sol ipsi 500 Hz, AR sol ipsi 1 kHz, AR sol ipsi 2 kHz, AR sol kontra 500 Hz, AR sol kontra 1 kHz, AR sol kontra 2 kHz eşikleri arasında istatistikçe anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Tablo 10: Toplam McGurk, işittiğine güvenme, gördüğüne güvenme puanları ve mmn latanslarının cinsiyet açısından karşılaştırılması (n=35)

	Baskın el	N	Ort±SS	Z	p
Toplam MCGURK	Sağ	30	3,43±2,07	-0,193	0.847
	Sol	5	3,40±1,34		
İşittiğine güvenme	Sağ	30	4,20±1,88	-0,264	0.792
	Sol	5	4,60±1,14		
Gördüğüne güvenme	Sağ	30	0,46±0,93	-0,507	0.612
	Sol	5	0,20±0,44		
80 dB Sağ MMN	Sağ	30	183,46±24,23	-0.826	0.409
	Sol	5	192,60±19,81		
80 dB Sol MMN	Sağ	30	181,26±15,71	-1,772	0.076
	Sol	5	168,40±11,78		
70 dB Sağ MMN	Sağ	30	210,40±26,89	-0,902	0.367
	Sol	5	197,60±32,04		
70 dB Sol MMN	Sağ	30	179,26±18,79	-0,401	0.688
	Sol	5	175,60±14,38		

Mann-Whitney U test, p<0.05

Tablo 10’da görüldüğü gibi, Toplam McGurk puanı (Z=-0,473 p=0.636), İşittiğine Güvenme puanı (Z=-0,168 p=0.866), Gördüğüne Güvenme puanı (Z=-0,376 p=0.707), 80 dB Sağ MMN (Z=-1,900 p=0.057), 80 dB Sol MMN (Z=-0,347 p=0.728); 70 dB Sol

MMN ($Z=-0,612$ $p=0.541$) skorları kadın ve erkekler arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık göstermemiştir fakat klinikte 80 dB sağ MMN latansları kadınlara kıyasla erkeklerde geç gözlemlenmiştir. 70 dB Sağ MMN latansları kadın ve erkekler arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık göstermiştir ($Z=-2,246$ $p=0.025$). 70 dB Sağ MMN latansları kadınlara kıyasla erkeklerde geç ortaya çıkmaktadır. Ek olarak, istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen klinikte, kadınlarda 80 dB sağ MMN latansları da erkeklere kıyasla daha erken gözlemlenmiştir.

Tablo 11: Toplam McGurk, işittiğine güvenme, gördüğüne güvenme puanları ve mmn latanslarının baskın el açısından karşılaştırılması (n=35)

	Baskın el	N	Ort±SS	Z	p
Toplam McGurk	Sağ	30	3,43±2,07	-0,193	0.847
	Sol	5	3,40±1,34		
İşittiğine güvenme	Sağ	30	4,20±1,88	-0,264	0.792
	Sol	5	4,60±1,14		
Gördüğüne güvenme	Sağ	30	0,46±0,93	-0,507	0.612
	Sol	5	0,20±0,44		
80 dB Sağ MMN	Sağ	30	183,46±24,23	-0.826	0.409
	Sol	5	192,60±19,81		
80 dB Sol MMN	Sağ	30	181,26±15,71	-1,772	0.076
	Sol	5	168,40±11,78		
70 dB Sağ MMN	Sağ	30	210,40±26,89	-0,902	0.367
	Sol	5	197,60±32,04		
70 dB Sol MMN	Sağ	30	179,26±18,79	-0,401	0.688
	Sol	5	175,60±14,38		

(Mann-Whitney U test, $p<0.05$)

Tablo 11’de görüldüğü gibi, toplam McGurk, işittiğine güvenme, gördüğüne güvenme puanları; 80 dB Sağ MMN 80 dB Sol MMN; 70 dB Sağ MMN ve 70 dB Sağ MMN latansları; sağ ve sol el arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık göstermemiştir.

5. TARTIŞMA

Konuşmanın algılanması, karmaşık bir dizi fizyolojik ve nörolojik olay ile gerçekleşmektedir. Birçok çalışmaya konu olan konuşmanın algılanması için işitsel uyaranlar kadar görsel uyaranlar da büyük önem taşımaktadır. Bu görsel uyaranlara, sesletim esnasındaki dudak ve yüz hareketleri örnek olarak verilebilir. Sözel iletişim esnasında görsel ve işitsel uyaranların beyinde entegre olması ile konuşma algılanır (Wang ve diğ., 2009).

McGurk illüzyonu, işitsel ve görsel uyaranların entegrasyonu ile ortaya çıkan bir yanılsamadır. McGurk illüzyonu, akustik bir konuşma uyaranının örneğin /ba/ sesinin, uyumsuz görsel uyaran örneğin /ga/ sesleten bir konuşmacının görüntüsü ile birleştirilmesiyle oluşturulan video kayıtları kişilere izletildiğinde, izletilen kişiler tarafından tamamen farklı bir uyaran, bu örnek için /da/ olarak algılanması veya iki uyaranın birleşimi şeklinde algılanması olarak açıklanmaktadır. Literatürde, çoğunlukla illüzyonu oluşturmak için uyaranlar, bir ses birim veya hece olarak seçilmiş ve uyumsuz şekilde birleştirilmiştir. İllüzyonun, anlamlı bir fonolojik bilgi olmaksızın ortaya çıkması ve yanılsamanın meydana geldiği ortamda başka işitsel ve görsel çeldirici bulunmasa dahi oluşması, illüzyonu, aslında bireylerarası görsel-işitsel entegrasyon yeteneğinin bir göstergesi haline getirmektedir (Alsius ve diğ., 2018; Irwin ve diğ., 2006). Ayrıca görsel ve işitsel bilgiyi entegre etme yeteneğinin, kişilerin McGurk illüzyonu yaşayıp yaşamayacağı konusunda rol oynadığı bildirilmiştir (Calvert ve diğ., 2004).

İşitsel-görsel entegrasyon yeteneğinin, iletişimi ve konuşmayı engelleyen hastalıklarda farklılık göstermesi, bu hastalıkların tanınması, tedavi ve rehabilitasyon süreci için faydalı olabilir.

McGurk illüzyonu, görsel-işitsel konuşma entegrasyonunun popüler bir tahlili olmasına rağmen, McGurk illüzyonuna verilen yanıtların popülasyondaki dağılımı hakkında çok az şey bilinmektedir.

Mallick ve arkadaşlarının (2015), yaptıkları iki aşamalı çalışmada, 1 yıl ara verilerek 40'ı yeniden test edilen 165 yetişkine 12 farklı McGurk uyararı sunarak McGurk algısını ölçmüş. Hem farklı bireylerin yanılsamayı ne sıklıkla algıladıkları; hem de yanılsamanın farklı uyarılar arasında ne sıklıkta algılandığı arasında dramatik farklılıklar gözlemlemiştir. Bireysel uyarılar için, katılımcıların %77'si hemen hemen hiçbir zaman veya hemen hemen her uyaranda illüzyona maruz kaldığını ($\leq\%10$ veya $\geq\%90$); bireyler ve uyarılar arasındaki önemli değişkenliğe rağmen, ilk test ile bir yıl sonraki tekrar test arasındaki maruz kalma sıklığında çok az değişiklik olduğunu rapor etmişlerdir. Sekiz yeni McGurk uyararı kullanarak yapılan çalışmanın ikinci kısmında ise, benzer düzeylerde bireyler arası değişkenlik gözlemlenmiş ve bir popülasyon genelinde ortalama özet verilere güvenmek yerine McGurk algısındaki bireysel farklılıkları incelemenin önemini vurgulanmış fakat McGurk illüzyonunda bireysel değişkenliğin, görsel-işitsel entegrasyonun istikrarlı bir ölçüsü olarak kullanılmasını engellemeyeceği söylenmiştir (Mallick ve diğ., 2015)

McGurk illüzyonunun kullanan literatür, illüzyon insidansında, çalışmalar arasında yaklaşık %20 ila %98 arasında değişen büyük farklılık bildirmiştir (Nath ve Beauchamp, 2012). Literatür ile tamamen aynı uyarıları kullanan bazı çalışmalar, deneyler arasında illüzyonun farklı etkilerini göstermiştir. Rosenblum ve Saldana (1992) yaptıkları çalışmada, illüzyonun insidansını deney gruplarından Deney 1'de %96 olarak kaydederken Deney 2'de %79 olarak bildirmişlerdir. Benzer şekilde, McGurk ve MacDonald, 1976 ve 1978 yıllarında yürüttükleri iki ayrı çalışmada, yetişkinlere sunulan sırasıyla işitsel /ba-ba/ ve görsel /ga-ga/ uyararı eşleştirmesi için /da/ yanıtları bildirenleri %98 ve %64 olarak kaydetmiştir. Ayrıca, orjinal raporda iddia edilenin aksine, bu etki genellikle bir deney boyunca yapılan denemelerin yalnızca belirli bir yüzdesinde gözlemlendiği, Brancazio ve Miller (2005) tarafından aktarılmıştır.

Alsus ve arkadaşları, (2018) yayınladıkları derlemede bu değişkenliği, işitsel ve görsel uyarıların kalitesi, farklı çalışmalarda kullanılan belirli görsel-işitsel uyararı eşleştirmesi, farklı talimatlar, yanıt yapısı ve puanlama yöntemleri ile denekler arası farklılıklar olmak üzere bir dizi faktöre bağlamışlardır. Illüzyonun boyutunu arttırmak

için, katılımcıların sağlıklı yetişkinler (18-35 yaş) olmasını; katılımcılar ve konuşmacıların anadillerinin aynı olmasını; uyaran eşleştirmesinin klasik füzyon uyaranları, işitsel /ba/, görsel /ga/ şeklinde olmasını ve verilerin optimal olarak kaynaşmış yanıtın yüzdesi olarak bildirilmesi gibi bir dizi tavsiyede bulunmuşlardır. Çalışmamıza, sağlıklı 20-30 yaş arasındaki kadın ve erkek katılımcıların verileri dahil edilmiştir. Uyaran olarak, McGurk illüzyonunun bilinen ilk örneğiyle benzer şekilde /aba/ ve /aga/ hecelerinin işitsel ve görsel uyumsuz eşleştirilmiş videoları kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda deney ortamında bulunan dikkat dağıtıcı görsellerin ve konuşmacının konuşma hareketinden başka hareketler sergilemesinin, illüzyonun etkisini zayıflattığı görülmüştür (Green ve Gerdeman, 1995; Irwin ve diğ., 2006). Çalışmamızda, videoların sunulduğu ortamda başka bir görsel ve insan yüzünün olmamasına, işitsel olarak başka bir gürültü veya konuşma uyararı olmamasına dikkat edilmiştir. Literatürde tavsiye edilenden farklı olarak, sunulan videoların bir kısmında konuşmacılar, katılımcılarla aynı anadilde iken bir kısmında videolar katılımcılardan farklı anadildeki konuşmacılar tarafından seslendirilmiştir. Puanlama, tüm videoların yanıtları dahil edilerek füzyon ve birleştirilmiş hece oluşumları göz önüne alınarak hesaplanmıştır (Alsius ve diğ., 2018)

Schmid ve arkadaşları (2009) uyaranları, sadece görsel, sadece işitsel ve işitsel-görsel uyumsuz birleştirilmiş şekilde üç modalite ile yaptıkları çalışmada, konuşmanın işitsel modalite üzerinde daha güçlü bir ağırlığa sahip olduğu ve konuşma dışı işlemenin görsel modalite üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak, el baskınlığı açısından illüzyon için beynin her iki yarım küresinin de birlikte çalıştığı fakat; yüzleri sağ yarım küre, kelimeleri sol yarım küre sayesinde algılayan sağ eli baskın olan bireylerin McGurk illüzyonuna maruz kalma ihtimallerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, beynin sol yarım küresinde doku bozulması yaşayan bireylerde, normal kişilere oranla daha fazla McGurk illüzyonu gözlemlenmiştir (Baynes, ve diğ., 1994). Eğer sol yarım küredeki hasar, görsel uyaranların konuşma algısını etkilediği bölümde ise, bu kişilerin McGurk illüzyonuna karşı olan duyarlılıklarını yitirdikleri; sağ yarım küresi hasar görmüş bireylerin ise, her ne kadar McGurk illüzyonu göstermek için uyaranları entegre edebiliyor olsalar da, bu kişilerin yalnız görsel ve görsel-işitsel entegrasyon yeteneğinde bozulma meydana geldiği literatüre geçmiştir (Nicholson ve diğ., 2002). Yaptığımız çalışmada, literatürden farklı olarak el tercihi ile McGurk illüzyonuna maruz kalma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde

edilememiştir. Bu sonuca, el tercihini kıyaslamak için kullandığımız örnekleme, sağ ve sol elini kullanan kadın ve erkek katılımcıların eşit dağılım göstermemesinin neden olduğu düşünülmektedir.

Cinsiyet farklılığının illüzyona etkisini, yalnızca görsel ve işitsel-görsel uyumsuz uyaranlarla araştıran bir çalışmada, kadınların görsel bilgiyi daha çok kullandığını dolayısıyla kadınlarda erkeklerden daha güçlü bir McGurk illüzyonu gözlemlenmiştir (Irwin ve diğ., 2006). Çalışmamızda illüzyona maruz kalma açısından kadın erkek arasında anlamlı bir farklılık elde edilememiştir. Sonucun, Irwin ve arkadaşlarının (2006) çalışmasından farklı olarak bizim çalışmamızda daha az katılımcı olması sebebiyle elde edildiği düşünülmektedir.

Maurage ve arkadaşlarının (2013), kronik alkol bağımlılığı ile yaptığı deneyde işitsel ve görsel uyaranların bulunduğu ve duyuşsal entegrasyon yeteneğinin bakıldığı çalışmada alkol tüketiminin duyuşsal entegrasyon yeteneğini azalttığı gözlemlenmiştir. Tek bir doz alkol alımının dahi doğrudan normal beyin fonksiyonlarına etki ettiği bilinmektedir. ABR ve P300 gibi işitsel uyarılmış potansiyellerde akut alkol alımı sonrası, dalga latanslarında uzama ve amplitüdlerde düşüş gözlemlenmiştir (Porjesz ve Begleiter, 1985). Çalışmamıza katılacak olan bireyler, eğer kullanıyorlarsa, randevu saatinden önceki en az 24 saat önce (Soylemezoglu, 2002) kullanmayı bırakmaları hakkında bilgilendirilerek çalışmaya dahil edilmiştir.

Konuşma temelde görsel-işitsel bir algı olduğundan, işitsel bilgilerin işlenmesindeki bir eksiklik, konuşmayı anlamada görsel-işitsel entegrasyonunda değişikliklere ve zorluklara yol açabilir. Normal işitmeye sahip kişilerde, uyumlu ve uyumsuz uyaranların artikülasyon yeri, algısal analizi, uyumlu ve uyumsuz bilgilerin bilgi aktarımı, seslendirme ve tonal ipuçlarının işitme yoluyla; artikülasyon yeri ile ilgili ipuçları görsel yollarla aktarılır. Rouger ve arkadaşlarının (2008), normal işiten ve koklear implant kullanan kişilerle yaptıkları çalışmada, koklear implant kullanıcılarının da McGurk illüzyonunu deneyimlediğini ancak, koklear implant kullanıcılarının, uyumsuz görsel-işitsel uyaranda, ağırlıklı olarak görsel bir tercih sergilediğini göstermişlerdir. Koklear implant kullanan hastaların, konuşma okumayla ilgili görsel ve görsel-işitsel beyin alanlarını normal işiten kişilerden daha güçlü bir şekilde kullanabildiği gözlemlenmiştir. İşitme eşikleri normal olan kişilere kıyasla koklear implant kullanan kişilerde, hece sayısı artmadıkça illüzyona maruz kalma açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir. İki grup için McGurk illüzyonuna maruziyete bakıldığında, işitsel çift dudak ünsüzler (b, m ve p

gibi) görsel damak ünsüzlere (k ve g gibi) dublaj edildiğinde koklear implant kullanıcılarının ve normal işitmeye sahip bireylerin aynı yanıtı verdiği; fakat dış ardı ünsüzleri (t, d, n ve l gibi) görsel çift dudak ünsüzlere (b, m ve p gibi) dublaj edildiğinde cevapların oldukça farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. İşitme kaybı olan ve koklear implant kullanan bireylerde McGurk illüzyonu görülse de birbirinden farklılıklar içerdiği sonucu kaydedilmiştir. Oluşabilecek bu farklılıktan dolayı çalışmamıza yalnızca normal işiten bireyler dahil edilmiştir.

McGurk illüzyonu, alınan uyaranların nöral bir entegrasyonu sonucu ortaya çıkar. Bu nedenle nörolojik bir rahatsızlık illüzyona maruziyeti etkileyebilir. Alzheimer hastalığı, afazi, ÖÖB, Parkinson hastalığı gibi nörolojik rahatsızlıklarda McGurk illüzyonuna maruziyetin azaldığı hatta normal sayılan nörolojik farklılıklardan bile etkilendiği bildirilmiştir (Bastien-Toniazzo ve diğ., 2009; Fearon ve diğ., 2015; Delbeuck ve diğ., 2007; Youse ve diğ., 2004; Shahin, 2019). Ek olarak, MMN testinin nörolojik hastalıklardan ve nörolojik hastalıkların tedavileri için kullanılan ilaçlardan eklendiği bildirilmiştir (Garrido ve diğ., 2009). Bu nedenle çalışmamıza nörolojik bir hastalığı olan bireyler dahil edilmemiştir.

Daha önceki literatürde McGurk uyaranları kullanılarak MMN testi yapılmış (Colin, 2002) fakat klinik MMN ile elde edilen latanslar, McGurk illüzyonuna maruz kalma yani işitsel- görsel entegrasyon yeteneği ile kıyaslanmamıştır. Yaptığımız çalışmada klinik MMN ile McGurk illüzyonuna maruz kalma arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu sonuca, kullanacağımız cihazın arızası ve pandemi koşulları nedeniyle McGurk uyaranları kullanarak yapmayı hedeflediğimiz MMN kaydını, toneburst uyaran kullanarak gerçekleştirmemizin sebep olduğu düşünülmektedir. Benzer koşullarla ancak MMN kaydı, konuşma uyaranları, videodaki fonemler kullanılarak alabilseydi sonucun değişip değişmeyeceği bizim için bir soru işareti oluşturmuştur.

Kortikal işitsel uyarılmış geç potansiyellerden olan 1978'de Näätänen ve arkadaşları tarafından tanımlanan MMN, negatif bir dalga formunda, bir dizi akustik uyaranda farkedilebilir en küçük değişiklikte ortaya çıkar (Näätänen ve diğ., 1978; Näätänen ve diğ., 1989). Bahsedilen ayırt edilebilir değişiklik; frekans, süre, şiddet, algılanan ses kaynağının konumu, bir ton yerine sessiz boşluk veya bir diğeriyle değiştirilen fonem gibi farklı tiplerde ve Oddball paradigmasıyla oluşturulabilir (Näätänen ve diğ., 2004;

Näätänen ve diğ., 1989). Çalışmamızda ayırt edilebilir değişiklik şiddet, süre, uyarılar arası süre gibi değişkenler sabit tutularak yalnızca frekans farklılığıyla sağlanmıştır.

MMN, 0.5– 5 μ V amplitüd arasında, 100–250 ms’lik latans penceresinde meydana gelmektedir (Duncan ve diğ., 2009). Genellikle dizideki değişiklikten 150-250 ms sonra zirve yapar (Amenedo ve Escera, 2000). Yürüttüğümüz çalışmada, kayıt edilecek dalga tepesi literatürle uyumlu şekilde 150 ms’den sonraki en büyük dalga tepesi olarak işaretlenmiş ve bu dalga tepesinin denk geldiği latans süresi ms cinsinden cihaz tarafından otomatik hesaplanmıştır. Horváth ve arkadaşlarının (2008), MMN testinde latansların, amplitüdlere daha güvenilir olduğu aktarmasıyla uyumlu şekilde, testi uygularken test-tekrar-testte tutarlı amplitüd değerleri ile karşılaşmadık. Bu nedenle elde ettiğimiz amplitüd değerlerini çalışmaya eklemeydik.

MMN’nin ana faktörü dikkat değildir, fakat dikkat süreci standart yanıtın işitsel bellekteki temsilini etkiler ve MMN’nin sonucunu değiştirebilir. MMN sistemi, standart uyarıların hafıza izi ve nadir uyarının tespiti şeklinde iki farklı ancak iç içe bir geçmiş süreç olarak görülebilir. Bu süreçlerden ikincisi tamamen birincisine bağlıdır. Standart uyarılar, işitsel bağlam analiziyle ilişkili diğer işitsel süreçleri kapsar ve dikkatle manipülasyona karşı oldukça hassastır (Sussman, 2014). MMN alt bileşeni, algısal olarak meydana gelen bir değişikliğin işitsel korteks yanıtıdır. Frontal MMN alt bileşeni istemsiz dikkat değişimine ortaya çıkan frontal kortikal mekanizmaların etkinleştirildiği, işitsel uyarandaki bir değişikliğe tepki olarak gelişen yanıtı gösterir (Rinne ve diğerleri, 2000). Yapılan iki farklı çalışmada, eşzamanlı olarak gerçekleştirilen basit bir ayırt etme görevi ile MMN genliklerinin arttığını bildirilmiştir (Woods ve diğ., 1992; Oades ve Dittmann-Balcar, 1995). Çalışmamızda, test esnasında katılımcıların uyarılara olan dikkatini pasif tutabilmek adına hesaplama gerektirecek, zihinden 400’den ve 200’den geriye 4’er sayma görevlerini yerine getirmeleri istenmiştir.

Müller ve arkadaşları (2020), sağlıklı ve sağ elini kullanan yirmi bireye iki hafta aralıklarla uyguladığı MMN testinde, kişilere ilk oturumda görsel ayırt etme görevi vererek, daha sonraki oturumda işitsel ayırt etme görevi vererek MMN yanıtlarını kaydetmiş bu iki görevin modalite farklılığının, MMN yanıtlarına etkisini ayrı ayrı değerlendirmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamıştır.

Kullandığımız cihaz, klinik bir cihaz olduğu için oluşan bir göz hareketininin kaydı etkilememesi (Semlitsch ve diğ., 1986) ve göz hareketleriyle cihazın reject oranı

yükseldiği için katılımcılardan göz hareketlerinden, baş ve boyun hareketlerinden kaçınmaları istenmiştir.

MMN'deki komponentlerinde genlik ve latans üzerindeki değişiklikler de standart ve nadir uyaran arasındaki algısal farkın büyüklüğü ile ilişkilidir. Algısal fark azaldıkça MMN genliğinin azaldığı ve dalga tepesinin latansı arttığı bildirilmiştir (Näätänen,1995). Çalışmamızda, frekanslar arası fark 500 Hz olarak ayarlanmış. Literatüre kıyasla büyük bir fark seçilmiştir. Fakat elde edilen dalgaların latansı daha önceki çalışmalarla benzer şekilde elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda ISI uzadıkça, MMN'nin latanslarının uzayabildiği kaydedilmiştir (Schröger, 1995). Bizim çalışmamızda, ISI kullanılan klinik cihazın kullanma kılavuzuna uygun olarak, 1 s şeklinde seçilmiştir.

MMN yapılan ortamda yeterli bir sinyal gürültü oranına ulaşmak gereklidir. Bu koşulu sağlamak için Oddball paradigmasıyla yaklaşık 200 tekrar sayısı ile farklı uyaran sunmak uygun dalganın elde edilmesini sağlamaktadır. MMN'ler her zaman bireysel verilerde bulunmadığından ve SNR problemleri nedeniyle MMN'lerin tespitini optimize etmek için genellikle bir grup içindeki tüm bireylerden ortalama dalga formlarını kullanmak gerekmektedir (Tremblay ve Clinard, 2015). Çalışmamızda, ortamda sessizlik sağlandığında testlere başlanılmış ve test boyunca bu sessizliğin korunmasına özen gösterilmiştir. Cihazın kullanım klavuzunda tavsiye edildiği gibi 50- 200 tekrar sayısından en az 50 tekrar olmak üzere uygun dalga morfolojisi elde edildiğinde test durdurulmuş.

Barrett (1998), cinsiyet farklılığının MMN üzerindeki etkisini belirlemek için, bizim çalışmamızdan farklı olarak uyaran dizisindeki farklılığın şiddet ile oluşturduğu normal işiten genç yetişkin kadın ve erkekleri dahil ettiği çalışmada, standart uyaranların 75 dB nHL, nadir uyaranların 60 dB nHL olmak üzere, 1000 Hz click uyaran ile elde edilen kayıtlarda, dalga formu için tepeden tepeye genlik, latans ve eğrinin altındaki alan ölçülerine göre, MMN yanıtının latans süresinde önemli bir cinsiyet farklılığı göstermediği ancak genlik ve eğrinin altındaki alanın, kadınlarda erkeklere kıyasla önemli ölçüde büyük olduğu saptanmıştır.

Fonetik MMN'ler ile yapılan özellikle baskın hemisferin saptanmasıyla ilgili bir diğer çalışmada, EEG bulguları, özellikle sağ hemisferde, kadınlarda erkeklere göre anlamlı

olarak daha büyük amplitüd gösterirken, saf tonlu MMN'ler ile, EEG bulgularında hemisferik lateralizasyonda önemli cinsiyet farklılıkları göstermemiştir (Ikezawa ve diğ., 2008).

Çalışmamızda kullandığımız MMN parametreleri ile çok benzer olan bir başka çalışmada, yaşları 18 ile 29 arasında değişen ve işitme eşiği normal olan 20 kadın ve 20 erkek olmak üzere kırk deneğin katılmış, standart uyaran için 1000 Hz, nadir uyaran 2000 Hz seçilmiştir. Sağ ve sol kulakta ortalama latanslar sırasıyla 169.4 ms ve 175.3 ms olarak saptanmış, kulaklar arasında sağ ve sol olarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Cinsiyet farklılığı incelendiğinde latanslar, sağ kulak için erkeklerde kadınlara göre daha geç elde edilmiştir. Sağ elini kullanan grup ile sol elini kullanan grup için kulaklar arasında anlamlı istatistiksel fark bulunamamıştır. Bununla birlikte, sonuçlara sol elinin kullanan kişilerin, sağ kulağından elde edilen latansların, sağ elini kullananların sağ kulağından elde edilen latanslara göre daha geç elde edildiği, ayrıca sol kulaktan elde edilen latansların sağ elini kullananlarda daha geç elde edildiği kaydedilmiştir (Schwade ve diğ., 2016). Çalışmamızda el baskınlığı ile MMN latansları arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık saptanamamıştır. Fakat bizim çalışmamızda katılımcı grubu el baskınlığı açısından homojen dağılım göstermemektedir. Ancak toneburst uyaran ile standart 1000 Hz, nadir 1500 Hz uyaranları ile 70 dB nHL'de, sağ MMN skorları kadın ve erkekler arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık saptanmıştır ($Z=-2,246$ $p=0.025$). 70 dB nHL'de sağ MMN latansları kadınlara kıyasla erkeklerde daha geç ortaya çıkmıştır.

Konuşmayı ayırt etme testi, koklear ve retrokoklear patolojileri ayırt etmek için kullanılan testlerde önemli bir yere sahiptir. Santral işitme sistemi ve işitsel performansın değerlendirilmesine olanak sağlayan bir testtir (Tsai ve diğ., 2009). Konuşmayı ayırt etme testi ile McGurk illüzyonu ve MMN testinin, işitsel ayırt etme, bellek süreçleri açısından birbirini etkileyeceğini düşünerek veri topladığımız bu çalışmada, toplanılan veriler arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Akustik refleks testi çalışma prensibi gereği orta kulaktan beyin sapına kadarki işitsel nöral yollar hakkında bilgi elde edilmesini sağlar (Clemis ve Sarno, 1980). Quaranta ve arkadaşlarının (2005), yaptıkları çalışmada akustik refleks testinde yüksek frekanslarda 4 kHz'den sonra frekans çözünürlüğünün azaldığının ve morfolojisi bozulmuş refleks eğrilerinin görülmesine sebep olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle

çalışmamızda 4 kHz refleks eşikleri bakılmamıştır. Çalışmamızda, akustik refleks eşikleri ile MMN testi latansları ile anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Ancak akustik refleks eşiklerinden sağ taraftan kontralateral alınan 1 kHz değerleri McGurk illüzyonuna az maruz kalanlar ile çok maruz kalanlar arasında istatistikçe anlamlı bir farklılık göstermiştir. Akustik refleks sağ kontralateral elde edilen 1 kHz değerleri, çok maruz kalanlara kıyasla az maruz kalanlarda daha yüksek bulunmuştur. Literatürde akustik refleks eşikleri ile McGurk illüzyonu ilişkisine değinilen bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Ancak akustik refleks arkında bulunan anatomik kaynaklar incelendiğinde karşılaşılan, Champoux ve arkadaşlarının (2006) yaşları 9 ile 16 arasında değişen 12 çocuk katılımcı ve hafif derecede sağ inferior colliculus hemorajisi olan fakat işitme ve görme kaybı olmayan başka bir çocuk katılımcı ile McGurk uyaranları kullanarak gerçekleştirdiği çalışmada, çoklu-duyusal entegrasyonun, merkezi sinir sisteminde daha düşük seviyelerde meydana gelebileceğini, konuşma için görsel-işitsel entegrasyonun insanda akustik işlem olarak subkortikal bileşen olan beyin sapının, konuşma algısı sırasında dudak okumada rol oynadığını savunmuştur. İşitsel olarak, akustik refleks testi ve inferior colliculusun ayrıca değerlendirilebileceği ABR testi ile McGurk illüzyonuna maruziyetin araştırılmasının literatüre kıymetli bilgiler kazandırabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Üsküdar Üniversitesi Nörobilim Anabilim Dalı Nörobilim Yüksek Lisans Programına bağlı olarak Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilen, “Genç Yetişkinlerde McGurk İllüzyonundan Etkilenme Oranı ile İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyel Yanıtlarının Kıyaslanması” isimli çalışmamızda, McGurk illüzyonundan etkilenme oranı ile, işitsel uyarılmış geç potansiyellerden olan MMN testi latansları arasında bir korelasyon saptanmamıştır. Çalışmamızın pandemi koşullarından ötürü 35 katılımcı ile yürütülmüş olması ve laboratuvarımızdaki teknik aksaklıktan ötürü fonetik MMN uygulayamamamız gibi kısıtlılıkların daha sonraki çalışmalarda ortadan kaldırılarak araştırılmasını önerilmektedir.

Çalışmamızda, McGurk illüzyonuna maruz kalma oranı ile MMN sağ 70 dB ve 80 dB; sol 70 ve 80 dB latansları arasında istatistikçe anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Çalışmamızda ek olarak elde ettiğimiz verilerde, MMN testinde 70 dB nHL şiddetinde kadınlarda sağ taraftan alınan latansların, erkeklere kıyasla daha erken ortaya çıktığı saptanmış; 80 dB nHL şiddetinde de kadınlarda sağ taraftan elde latansların erkeklere göre daha erken olduğu gözlemlenmiştir. Elde ettiğimiz bu veri, literatürle uyumlu bir şekilde MMN'nin cinsiyet farklılıklarından etkilendiğini bir kez daha göstermektedir.

Çalışmamızda, sağ taraftan kontralateral alınan 1 kHz akustik refleks eşik değeri ile McGurk illüzyonuna maruz kalma oranı arasında istatistikçe anlamlı bir fark elde edilmiştir. Kontralateral elde edilen sağ akustik refleks 1 kHz eşik değerleri, çok maruz kalanlara kıyasla, az maruz kalanlarda daha yüksek bulunmuştur. McGurk illüzyonuna maruz kalma ile akustik refleks ilişkisinin ABR testi de kullanılarak araştırılması önerilmektedir.

El baskınlığı ile McGurk illüzyonuna maruziyet arasındaki ilişkinin, el baskınlığının geçerliliği ve güvenilirliği alınmış bir test veya anket kullanılarak belirlendiği, sağ ve sol eli baskın olan eşit sayıda kadın ve erkek katılımcı ile araştırılması önerilmektedir.

Literatürde ilgili yayınlar taranırken işitme kaybı ve McGurk illüzyonuna maruz kalma ilişkisiyle ilgili sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Çeşitli tip, derece ve konfigürasyonda işitme kaybı olan bireylerde, kullanılan cihaz ve/veya implant çözümleri, kullanılmaya başlanılan yaş, kullanılma süresi, implant ve/veya cihazın kullanıldığı taraf gibi etkenler göz önüne alınarak McGurk illüzyonuna maruziyetin araştırılması ile literatüre kıymetli bilgiler sağlanabileceği düşünülmektedir.

Ek olarak, daha önce konuyla ilişkin yapılmış çalışmalarda MİİB olan bireylerde McGurk illüzyonuna maruz kalma ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. MİİB olan bireylerde McGurk illüzyonuna maruz kalma ilişkisinin araştırılmasının, MİİB tanılanması ve rehabilitasyonu için yeni yöntemler ve yaklaşımlar geliştirilmesi açısından önem taşıdığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdeltawwab, MM, ve Baz, H. (2015). Automatic Pre-Attentive Auditory Responses: MMN to Tone Burst Frequency Changes in Autistic School-Age Children. *Journal of International Advanced Otolaryngology*, 11(1), 36–41.
- Abelin, Å. (2007). Proceedings of Fonetik. *TMH-QPSR*, 50 (1).
- Akatsuka, K, Wasaka, T, Nakata, H, Kida, T, Hoshiyama, M, Tamura, Y, Kakigi, R. (2007). Objective examination for two-point stimulation using a somatosensory oddball paradigm: An MEG study. *Clinical Neurophysiology*, 118(2), 403–411.
- Akşit, M. (1994). Konuşmayı Ayırt Etme Testi İçin İzofonik Tek Heceli Kelime Listelerinin Oluşturulması. İstanbul, Marmara Üniversitesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, 1-46.
- Alain, C, Woods, DL, Knight, RT. (1998). A distributed cortical network for auditory sensory memory in humans. *Brain Res*, 812, 23–37.
- Alho, K. (1995). Cerebral generators of mismatch negativity (MMN) and its magnetic counterpart (MMNm) elicited by sound changes. *Ear Hear*, 16, 38–51.
- Alho, K, Sainio, K, Sajaniemi, N, Reinikainen, K, Näätänen, R. (1990). Event- related brain potential of human newborns to pitch change of an acoustic stimulus. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 77, 151–5.
- Alsus, A, Paré, M, Munhall, KG. (2018). Forty Years after Hearing Lips and Seeing Voices: The McGurk Effect Revisited. *Multisensory Research*, 31(1–2), 111–44.
- Amenedo, E, ve Escera, C. (2000). The accuracy of sound duration representation in the human brain determines the accuracy of behavioural perception. *Eur J Neurosci*, 12, 2570–4.
- Arnold, P, Hill, F. (2001). Bisensory augmentation: a speechreading advantage when speech is clearly audible and intact. *Br.J.Psychol.* 92, 339–55.
- Astikainen, P, Kujala, T, Tervaniemi, M, Schröger, E.(2007). The mismatch in cognitive and clinical neuroscience: theoretical and methodological considerations. *Biol Psychol*, 74, 1–19.
- Astikainen, P, Ruusuvirta, T, Wikgren, J, Penttonen, M. (2006). Memory-based detection of rare sound feature combinations in anaesthetized rats. *NeuroReport*, 17, 1561–4.
- Astikainen, P, Ruusuvirta, T, Wikgren, J, Korhonen, T. (2004). The human brain processes visual changes that are not cued by attended auditory stimulation. *Neurosci Lett*, 368, 231–4.
- Astikainen, P, Ruusuvirta, T, Korhonen, T. (2000). Cortical and subcortical visual event-related potentials to oddball stimuli in rabbits. *NeuroReport*, 11, 1–3.

- Atienza, M, Cantero, JL, Quiroga, RQ. (2005). Precise timing accounts for posttraining sleep- dependent enhancements of the auditory mismatch negativity. *NeuroImage*, 26, 628–34.
- Atienza, M. Ve Cantero, JL. (2001). Complex sound processing during human REM sleep by recovering information from long-term memory as revealed by the mismatch negativity (MMN). *Brain Res*, 901, 151–60.
- Bamiou, DE, Campbell, N, Sirimanna, T. (2006). Management of Auditory Processing Disorders. *Audiological Medicine* 4(1), 46–56.
- Baldeweg T. (2006). Repetition effects to sounds: evidence for predictive coding in the auditory system. *Trends Cogn Sci*, 10, 93–4.
- Baldeweg, T, Klugman, A, Gruzelier, J, Hirsch, SR. (2004). Mismatch negativity potentials and cognitive impairment in schizophrenia. *Schizophr Res*, 69, 203–17.
- Baldeweg, T, Richardson, A, Watkins, S, Foale, C, Gruzelier, J. (1999). Impaired frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials. *Ann Neurol*, 45, 495–503.
- Barrett, KA. (1998). Effect of gender on the mismatch negativity auditory evoked potential. *Journal of the American Academy of Audiology*, 9(6), 444-451.
- Bastien-Toniazzo, M, Stroumza, A, ve Cavé, C. (2009). Audio-visual perception and integration in developmental dyslexia: an exploratory study using the McGurk effect, *Curr. Psychol. Lett.*, 25, 2–14.
- Baynes, K, Fummell, M, Fowler, C. (1994). Hemispheric contributions to the integration of visual and auditory information in speech perception. *Perception and Psychophysics*, 55 (6), 633-641.
- Billings, C, Tremblay, K, Willott, J. (2012a). *The aging auditory system*. In: Tremblay K, Burkard RF, eds. *Translational Perspectives in Auditory Neuroscience: Hearing Across the Lifespan – Assessment and Disorders* (4357–4362). San Diego, CA: Plural Publishing.
- Bishop, DVM. (1992). The Underlying Nature of Specific Language Impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(1), 3–66.
- Bohórquez, J. ve Özdamar, Ö. (2008). Generation of the 40-Hz Auditory Steady-State Response (ASSR) Explained Using Convolution. *Clinical Neurophysiology*, 119(11), 2598–2607.
- Boliek, C, Keintz, C, Norrix, L, Obrzut, J. (2010). Auditory-visual Perception of Speech in Children with Learning Disabilities: The McGurk Effect. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 34(2), (124-131).
- Bovo, R, Ciorba, A, Prosser, S, Martini, A. (2009). The McGurk phenomenon in Italian listeners. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 29(4), 203–208.

- Brancazio, L. ve Miller, JL. (2005). Use of visual information in speech perception: evidence for a visual rate effect both with and without a McGurk effect. *Percept. Psychophys.*, 67, 759–769.
- Brancazio, L, Miller, JL, Mondini, M. (2002). Audiovisual integration in the absence of a McGurk effect. *J. Acoust. Soc. Am.*, 111, 2433.
- Burkard, R. ve Don, M. (2015). *Handbook of Clinical Audiology* (7th edition), chapter 11
- Burnham, D, Keane, S. (1997). The Japanese McGurk effect: the role of linguistic and cultural factors in auditory-visual speech perception. *In AVSP*, 93-96.
- Cakmur, R. (2011). Parkinson Hastalığı ve Medikal Tedavisi. *Klinik Gelişim*, 53–58.
- Calvert, G, Spence, C, Stein, BE. (2004). The handbook of multisensory processes. Cambridge, Mass.: MIT Press. ISBN 978-0-262-03321-3.
- Calvert, GA, Bullmore, ET, Brammer, MJ, Campbell, R, Williams, SC, McGuire, PK, Woodruff, PW, Iversen, SD, David, AS. (1997). Activation of auditory cortex during silent lipreading. *Science*, 276, 593–96.
- Campbell, R, MacSweeney, M, Surguladze, S, Calvert, G, McGuire, P, (2001). Cortical substrates for the perception of face actions: an fMRI study of the specificity of activation for seen speech and for meaningless lower-face acts (gurning). *Cogn. Brain Res.*, 12, 233–43.
- Chaiklin, JB, Dixon, RF, Font, J. (1965). Thresholds Measured 5 dB Steps. *Journal of Speech And Hearing Research*, 10, 141–45.
- Champoux, F, Tremblay, C, Mercier, C, Lassonde, M, Lepore, F, Gagne, JP, Théoret, H. (2006). A role for the inferior colliculus in multisensory speech integration. *NeuroReport*, 17(15), 1607–1610.
- Clark, JG. (1981). Uses and Abuses of Hearing Loss Classification. *Asha*, 23(7), 493–500.
- Clemis, JD. ve Sarno, CN. (1980). The Acoustic Reflex Latency Test. *The Laryngoscope*, 90(4), 601- 611.
- Colin, C, Radeau, M, Deltenre, P. (2011). Top-down and bottom-up modulation of audiovisual integration in speech. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17 (4), 541-560.
- Colin, C. (2002). Mismatch negativity evoked by the McGurk–MacDonald effect: a phonetic representation within short-term memory. *Clinical Neurophysiology*, 113(4), 495–506.
- Cone-Wesson, B. ve Wunderlich, J. (2003). Auditory Evoked Potentials from the Cortex: Audiology Applications. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 11(5), 372–77.
- Çelik, O, Şerbetçioğlu, MB, Göktan, C. (2007). Otoloji ve nöro-otolojide öykü, muayene ve değerlendirme. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi* (2. Baskı), içinde (1-35). İzmir: Asya Tıp Kitapevi.

- Davis, M. ve Johnsrude, I. (2007). Hearing speech sounds: top-down influences on the interface between audition and speech perception. *Hearing Research*, 229 (1–2), 132–47.
- Davis, PA. (1939). Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. *J Neurophysiol*, 2, 494–499.
- Delbeuck, X, Collette, F, Van der Linden, M. (2007). Is Alzheimer's disease a disconnection Syndrome? Evidence from a crossmodal audio-visual illusory experiment. *Neuropsychologia*, 45(14), 3315–3323.
- Denham, SL, ve Winkler, I. (2006). The role of predictive models in the formation of auditory streams. *J Physiol Paris*, 100, 154–70.
- Duncan, CC, Barry, RJ, Connolly, JF, Fischer, C, Michie, PT, Näätänen, R, Polich, J, Reinvang, I, Van Petten, C. (2009). Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, 120(11), 1883–1908.
- Elliott, LL, Hammer, MA. (1988). Longitudinal changes in auditory discrimination in normal children and children with language-learning problems. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 467–474.
- Erdener, D. (2015). Türkçede McGurk İllüzyonu. *Türk Psikoloji Dergisi*, 30(76), 19–27.
- Erickson, LC, Zielinski, BA, Zielinski, JEV, Liu, G, Turkeltaub, PE, Leaver, AM, Rauschecker JP. (2014). Distinct cortical locations for integration of audiovisual speech and the McGurk effect. *Front. Psychol.*, 5, 534.
- Escera, C, Alho, K, Winkler, I, Näätänen, R. (1998). Neural mechanisms of involuntary attention switching to novelty and change in the acoustic environment. *J Cogn Neurosci*, 10, 590–604.
- Fagel, S. (2006). Emotional McGurk Effect. *Speech Prosody*, 2–5.
- Fearon, C, Butler, JS, Newman, L, Lynch, T, Reilly, RB. (2015). Audiovisual Processing Is Abnormal in Parkinson's Disease and Correlates with Freezing of Gait and Disease Duration. *Journal of Parkinson's Disease*, 5(4), 925–36.
- Fischer, C, Morlet, D, Giard, M. (2000). Mismatch negativity and N100 in comatose patients. *Audiol Neurotol*, 5, 192–7.
- Fitzgerald, PG. ve Picton, TW. (1993). Event-Related Potentials Recorded during the Discrimination of Improbable Stimuli. *Biological Psychology*, 17(4), 241–76.
- Freiherr, J, Lundstrom, JN, Habel, U, Reetz, K. (2013) Multisensory integration mechanisms during aging. *Front Hum Neurosci*, 7, 863.
- Friederici, AD. (2011). The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357–92.
- Friederici, AD, von Cramon, DY. (2000). Syntax in the Brain: Linguistic versus Neuroanatomical Specificity. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(1), 32–33.

- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 360, 815–36.
- Friston K. (2003). Learning and inference in the brain. *Neural Netw*, 16, 1325–52.
- Frith, U. ve Happé, F. (2015). Autism Spectrum Disorder. *Nursing Standard (Royal College of Nursing (Great Britain)) : 1987*, 29(38), 19.
- Garrido, MI, Kilner, JM, Stephan, KE, Friston, KJ. (2009). The mismatch negativity: A review of underlying mechanisms. *Clinical Neurophysiology*, 120(3), 453–463.
- Garrido, MI, Friston, KJ, Kiebel, SJ, Stephan, KE, Baldeweg, T, Kilner, JM. (2008). The functional anatomy of the MMN: a DCM study of the roving paradigm. *NeuroImage*, 42, 936–44.
- Giard, MH, Perrin, F, Pernier, J, Bouchet, P. (1990). Brain generators implicated in the processing of auditory stimulus deviance: a topographic event-related potential study. *Psychophysiology*, 27, 627–40.
- Grant, KW, Walden, BE, Seitz, PF. (1998). Auditory-visual speech recognition by hearing-impaired subjects: Consonant recognition, sentence recognition, and auditory-visual integration. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103, 2677-2690.
- Grassegger, H. (1995). *McGurk effect in German and Hungarian listeners*. In: Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences. Congress organizer at KTH and Stockholm University, (210-3. ss). Stockholm.
- Grau, C, Fuentemilla L, Marco-Pallarés, J. (2007). Functional neural dynamics underlying auditory event-related N1 and N1 suppression response. *NeuroImage*, 36, 522–31.
- Grau, C, Polo, MD, Yago, E, Gual, A, Escera, C. (2001). Auditory sensory memory as indicated by mismatch negativity in chronic alcoholism. *Clin Neurophysiol*, 112, 728–31.
- Green, KP, Gerdeman, A. (1995). Cross-modal discrepancies in coarticulation and the integration of speech information: The McGurk effect with mismatched vowels. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21 (6), 1409-1426.
- Green, KP, Kuhl, PK, Meltzoff, AN, Stevens, EB. (1991). Integrating Speech Information across Talkers, Gender, and Sensory Modality: Female Faces and Male Voices in the McGurk Effect. *Perception & Psychophysics*, 50(6), 524–36.
- Habib, M. ve Giraud, K. (2013). Dyslexia. *Handbook of Clinical Neurology*, 111, 229–35.
- Haenschel, C, Vernon, DJ, Dwivedi, P, Gruzeliér, JH, Baldeweg, T. (2005). Event-related brain potential correlates of human auditory sensory memory- trace formation. *J Neurosci*, 25, 10494–501.
- Hagoort, P. (2005). On Broca, Brain, and Binding: A New Framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(9), 416–23.

- Harpaz, Y, Levkovitz, Y, Lavidor, M. (2009). Lexical ambiguity resolution in Wernicke's area and its right homologue. *Cortex*, 45(9), 1097–1103.
- Hickok, G. ve Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92, 67–99.
- Hillyard, SA, Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annu. Rev. Psychol.* 34, 33–61.
- Hink, RF. ve Hillyard, SA. (1976). Auditory Evoked Potentials during Selective Listening to Dichotic Speech Messages. *Perception & Psychophysics*, 20(4), 236–42.
- Holland, AL, Fromm, DS, DeRuyter, F, Stein, M. (1996). Treatment Efficacy. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 39(5), 27.
- Horváth, J, Czigler, I, Jacobsen, T, Maess, B, Schröger, E, Winkler, I. (2008). MMN or no MMN: no magnitude of deviance effect on the MMN amplitude. *Psychophysiology*, 45, 60–9.
- Horváth, J, Czigler, I, Sussman, E, Winkler I. (2001). Simultaneously active pre- attentive representations of local and global rules for sound sequences in the human brain. *Cogn Brain Res*, 12, 131–44.
- Huettel, S, McCarthy, G. (2004). What is odd about the odd-ball task? Prefrontal cortex is activated by dynamic changes in response strategy. *Neuropsychologia*, 42, 379–386.
- Huottilainen, M, Kujala, A, Hotakainen, M, Parkkonen, L, Taulu, S, Simola, J, Nenonen, J, Karjalainen, M, Näätänen, R. (2005). Short-term memory functions of the human fetus recorded with magnetoencephalography. *NeuroReport*, 16(1), 81–84.
- Hyde, M. (1997). The N1 response and its applications. *Audiol Neurotol.* 2 (5), 281–307.
- Ikezawa, S, Nakagome, K, Mimura, M, Shinoda, J, Itoh, K, Homma, I, Kamijima, K. (2008). Gender differences in lateralization of mismatch negativity in dichotic listening tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 68(1), 41–50.
- Ilvonen, T, Kujala, T, Kozou, H, Kiesiläinen, A, Salonen, O, Alku, P, Näätänen, R. (2004). The processing of speech and non-speech sounds in aphasic patients as reflected by the mismatch negativity (MMN). *Neuroscience Letters*, 366(3), 235–240.
- Irwin, JR, Whalen, DH, Fowler, CA. (2006). A sex difference in visual influence on heard speech. *Perception and Psychophysics*, 68 (4), 582–592.
- Jääskeläinen IP, Ahveninen J, Bonmassar G, Dale AM, Ilmoniemi RJ, Levänen S, Lin, H, May, P, Melcher, J, Stufflebeam, S, Tiitinen, H, Belliveau, JW. (2004). Human posterior auditory cortex gates novel sounds to consciousness. *Proc Natl Acad Sci USA*, 101, 6809–14.

- Javitt, DC, Steinschneider, M, Schroeder, CE, Arezzo, JC. (1996). Role of cortical N-methyl-d- aspartate receptors in auditory sensory memory and mismatch negativity generation: implications for schizophrenia. *Proc Natl Acad Sci USA*, 93, 11962–7.
- Javitt, DC, Schroeder, CE, Steinschneider, M, Arezzo, JC, Vaughan, Jr G. (1992). Demonstration of mismatch negativity in the monkey. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 83, 87–90.
- Jemel, B, Achenbach, C, Muller, BW, Ropcke, B, Oades, RD. (2002). Mismatch negativity results from bilateral asymmetric dipole sources in the frontal and temporal lobes. *Brain Topogr*, 15, 13–27.
- Jerger, S. ve Mauldin, L. (1973). Studies in Impedance Audiometry. *Arch Otolaryng*, 96, 513–23.
- Jewett, D. ve Williston, J. (1971). Auditory-evoked far-fields averaged from the scalp of humans. *Brain*, 94, 681–696.
- Karunanayaka, P, Schmithorst, VJ, Vannest, J, Szaflarski, JP, Plante, E, Holland, SK. (2011). A Linear Structural Equation Model for Covert Verb Generation Based on Independent Component Analysis of fMRI Data from Children and Adolescents. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 5, 1–15.
- Karunanayaka, P, Schmithorst, VJ, Vannest, J, Szaflarski, JP, Plante, E, Holland, SK. (2010). A group independent component analysis of covert verb generation in children: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage*, 51, 472–487.
- Katz, J. (2002). Handbook of Clinical Audiology (5th edition), 235-253.
- Keough, M, Derrick, D, Gick, B.(2019). Cross-Modal Effects in Speech Perception. *Annual Review of Linguistics*, 5(1), 49–66.
- King, C, McGee, T, Rubel, E, Nicol, T, Kraus, N. (1995). Acoustic features and acoustic change are represented by different central pathways. *Hear Res*, 85, 45–52.
- Knuepffer, C, Murdoch, BE, Lloyd, D, Lewis FM, Hinchliffe, FJ. (2012). Reduced N400 semantic priming effects in adult survivors of paediatric and adolescent traumatic brain injury. *Brain Lang*. 123 (1), 52–63.
- Korzyukov O, Alho K, Kujala A, Gumenyuk V, Ilmoniemi RJ, Virtanen J, Kropotov, J, Näätänen, R. (1999). Electromagnetic responses of the human auditory cortex generated by sensory-memory based processing of tone-frequency changes. *Neurosci Lett*, 276:169–72.
- Kraus, N, Koch, DB, McGee, TJ, Nicol, TG, Cunningham, J. (1999). Speech-Sound Discrimination in School-Age Children. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 42(5), 1042-60.
- Kraus, N, McGee, TJ, Carrell, TD, Zecker, SG, Nicol, TG, Koch, DB. (1996). Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science*, 273, 971–3.

- Kraus, N, McGee, T, Stein, L. (1994). *The auditory middle latency response. Clinical uses, development, and generating system*. In: Jacobson J, ed. *Principles & Applications in Auditory Evoked Potentials* (155–178. ss) Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Kuperberg, GR. (2010). Language in schizophrenia. Part 1: an introduction. *Lang. Linguist. Compass*. 4, 576–89.
- Kushnerenko, EV, Van den Bergh, BRH, ve Winkler, I. (2013). Separating Acoustic Deviance from Novelty during the First Year of Life: A Review of Event-Related Potential Evidence. *Frontiers in Psychology*, 4, 1–16.
- Kutas, M, Federmeier, KD. (2009). N400. *Scholarpedia*, 4, 7790.
- Leonard, L, McGregor, K, Allen, G. (1992). Grammatical morphology and speech perception in children with specific language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 1076–1085.
- Levänen, S, Ahonen, A, Hari, R, McEvoy, L, Sams, M. (1996). Deviant auditory stimuli activate human left and right auditory cortex differently. *Cereb Cortex*, 6, 288–96.
- Light, GA. ve Braff, DL. (2005). Stability of mismatch negativity deficits and their relationship to functional impairments in chronic schizophrenia. *Am J Psychiatry*, 162, 1741–3.
- Lundine, JP. ve McCauley, RJ. (2016). A Tutorial on Expository Discourse: Structure, Development, and Disorders in Children and Adolescents. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 25, 1–15.
- Lyon, RG, Fletcher, JM, Shaywitz, SE, Shaywitz, B, Torgesen, JK, Wood, FB, Schulte, A, Olson, R. (2014). Rethinking Learning Disabilities. *Rethinking Special Education for a New Century*, 259–87.
- MacDonald, J. ve McGurk, H. (1978). Visual influences on speech perception processes. *Perception & Psychophysics*, 24(3), 253–257.
- MacSweeney, M, Amaro, E, Calvert, GA, Campbell, R, David, AS, McGuire, P, Williams, SC, Woll, B, Brammer MJ.(2000). Silent speechreading in the absence of scanner noise: an event-related fMRI study. *NeuroReport*, 11, 1729–33.
- Maess, B, Jacobsen, T, Schröger, E, Friederici, AD. (2007). Localizing pre-attentive auditory memory-based comparison: magnetic mismatch negativity to pitch change. *NeuroImage*, 37, 561–7.
- Mallick, DB, Magnotti, JF, Beauchamp, MS. (2015). Variability and Stability in the McGurk Effect: Contributions of Participants, Stimuli, Time, and Response Type, *Psychonomic Bulletin and Review*, 22(5), 1299–1307.
- Marco-Pallarés, J, Ruffini ,G, Polo, MD, Gual, A, Escera ,C, Grau, C. (2007). Mismatch Negativity Impairment Associated with Alcohol Consumption in Chronic Alcoholics: A Scalp Current Density Study. *International Journal of Psychophysiology*, 65(1), 51–57.

- Marco-Pallarés, J, Grau C, Ruffini, G. (2005). Combined ICA-LORETA analysis of mismatch negativity. *NeuroImage*, 25, 471–7.
- Margolis, RH, ve Levine, SC. (1991). Acoustic Reflex Measures in Audiologic Evaluation. *The Otolaryngologic Clinics of North America*. 1991;24 (2): 329-347.
- Martin, BA, Tremblay, KL, Korczak, P. (2008). Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear Hear*. 29 (3), 285– 313.
- Maurage, P, Joassin, F, Pesenti, M, Grandin, C, Heeren, A, Pierre Philippot, P, de Timary, P. (2013). The Neural Network Sustaining Crossmodal Integration Is Impaired in Alcohol-Dependence: An FMRI Study. *Cortex*, 49 (6), 1610–26.
- May, P, Tiitinen, H, Ilmoniemi, RJ, Nyman, G, Taylor, JG, Näätänen, R. (1999). Frequency change detection in human auditory cortex. *J Comput Neurosci*, 6, 99–120.
- McGurk, H. ve MacDonald, J. (1976).Hearing Lips and Seeing Voices. *Nature*, 746–48.
- McKhann, G, Drachman, D, Folstein, M, Katzman, R, Price, D, Stadlan, EM. (1984). Clinical diagnosis of Alzheimer’s disease Report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. *Neurology*, 34(7), 939–44.
- Michie, PT, Innes-Brown, H, Todd, J, Jablensky, AV. (2002). Duration mismatch negativity in biological relatives of patients with schizophrenia spectrum disorders. *Biol Psychiatry*, 52, 749–58.
- Moller, A. (1994). *Neural generators of auditory evoked potentials*. In: Jacobson J, ed. *Principles & Applications in Auditory Evoked Potentials* (23–46. ss). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Moore, JK. (2002). Maturation of Human Auditory Cortex: Implications for Speech Perception. *Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology*, 111(5II), 7–10.
- Mumford, D. (1992). On the computational architecture of the neocortex. II. The role of cortico-cortical loops. *Biol Cybern*, 66, 241–51.
- Munhall, K, Gribble, P, Sacco, L, Ward, M. (1996). Temporal constraints on the McGurk effect. *Perception and Psychophysics*, 58(3), 351-362.
- Munte, TF, Urbach, TP, Düzel E, Kutas M. (2000). *In Handbook of Neuropsychology*(2nd ed), Amsterdam: Elsevier. Chapter 7. 139–235.
- Müller, D, Widman, A, Schröger, E. (2005b). Auditory streaming affects the processing of successive deviant and standard sounds. *Psychophysiology*, 42, 668–76.
- Müller, BW, Achenbach, C, Oades, RD, Bender, S, Schall, U. (2002). Modulation of mismatch negativity by stimulus deviance and modality of attention. *Neuroreport*, 13(10), 1317–1320.

- Näätänen, R. (2003). Mismatch negativity: clinical research and possible applications. *Int J Psychol*, 48, 179–188.
- Näätänen, R. (1995). The mismatch negativity: a powerful tool for cognitive neuroscience. *Ear Hear*, 16, 6–18.
- Näätänen, R. (1992). *Attention and Brain Function* (26-36. ss). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Näätänen, R, Kujala, T, Escera, C, Baldeweg, T, Kreegipuu, K, Carlson, S, Ponton, C. (2012). The Mismatch Negativity (MMN) - A Unique Window to Disturbed Central Auditory Processing in Ageing and Different Clinical Conditions. *Clinical Neurophysiology*, 123(3), 424–58.
- Näätänen, R, Paavilainen, P, Rinne, T, Alho, K. (2007). The Mismatch Negativity (MMN) in Basic Research of Central Auditory Processing: A Review. *Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2544–90.
- Näätänen, R, Jacobsen, T, Winkler, I. (2005). Memory-based or afferent process in mismatch negativity (MMN): a review of the evidence. *Psychophysiology*, 42, 25–32.
- Näätänen, R, Pakarinen, S, Rinne, T, Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clin Neurophysiol*, 115, 140–4.
- Näätänen, R, Tervaniemi, M, Sussman, E, Paavilainen, P, Winkler, I. (2001). “Primitive intelligence” in the auditory cortex. *Trends Neurosci*, 24, 283–8.
- Näätänen, R, ve Winkler, I. (1999). The concept of auditory stimulus representation in neuroscience. *Psychol Bull*, 125, 826–59.
- Näätänen R, Lehtokoski A, Lennes M, Cheour M, Houtilainen M, Ilvonen A, Vainio, M, Alku, P, Ilmoniemi, R J, Luuk, A, Allik, J, Sinkkonen, Alho, K. (1997). Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses. *Nature*, 385, 432–4.
- Näätänen, R, ve Alho, K. (1997). Mismatch negativity-the measure for central sound representation accuracy. *Audiol Neuro-Otol*, 2, 341–53.
- Näätänen, R, Paavilainen, P, Reinikainen, K. (1989b). Do event-related potentials to infrequent decrements in duration of auditory stimuli demonstrate a memory trace in man?. *Neuroscience Letters*, 107, 347–52.
- Nagai, T, Tada, M, Kirihara, K, Araki, T, Jinde, S, Kasai, K. (2013) Mismatch negativity as a “translatable” brain marker toward early intervention for psychosis: a review. *Front Psychiatry*. 4, 115.
- Nath, AR, ve Beauchamp, MS. (2012). A Neural Basis for Interindividual Differences in the McGurk Effect, a Multisensory Speech Illusion. *NeuroImage*, 59(1), 781–87.

- Nicholls, M, Searle, D, Bradshaw, J. (2004). Read my lips: Asymmetries in the visual expression and perception of speech revealed through the McGurk effect. *Psychological Science*, 15 (2), 138-141.
- Nicholson, K, Baum, S, Cuddy, L, Munhall, K. (2002). A case of impaired auditory and visual speech prosody perception after right hemisphere damage. *Neurocase*, 8, 314-322.
- Nieuwenhuis, S, Aston-Jones, G, Cohen, JD. (2005). Decision making, the P3, and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Psychol Bull*, 131, 510–32.
- Nikkel, L. ve Karrer, R.(1994). Differential Effects of Experience on the Erp and Behavior of 6-Month-Old Infants: Trends during Repeated Stimulus Presentations. *Developmental Neuropsychology*, 10(1), 1–11.
- Norrix, LW, Plante, E, Vance, R, Boliek, CA. (2007). Auditory-Visual Integration for Speech by Children With and Without Specific Language Impairment. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 50(6), 1639-51.
- Oades, RD. and Dittmann-Balcar A. (1995). Mismatch Negativity (MMN) is Altered by Directing Attention. *Neuroreport* 6, 1187–1190.
- Oldfield, RC. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97–113.
- Ostroff, JM, Martin, BA, Boothroyd, A. (1998) Cortical evoked response to acoustic change within a syllable. *Ear Hear*. 19 (4), 290–297.
- P300/MMN recording 2017. (01.02.2021 erişim saati:14.49). Erişim adresi: <https://www.interacoustics.com/guides/test/balance-tests/p300-mmn-recording>.
- Paré, M, Richler, C, Hove, M, Munhall, K. (2003). Gaze behavior in audiovisual speech perception: The influence on ocular fixations on the McGurk effect. *Perception and Psychophysics*, 65(4), 533-567.
- Pause, BM, ve Krauel, K. (2000). Chemosensory event-related potentials (CSERP) as a key to the psychology of odors. *Int J Psychophysiol*, 36, 105–22.
- Pearl, D, Yodashkin-Porat, D, Katz, N, Valevski, A, Aizenberg, D, Sigler, M, Weizman, A, Kikinzon, L. (2009). Differences in audiovisual integration, as measured by McGurk phenomenon, among adult and adolescent patients with schizophrenia and age-matched healthy control groups. *Comprehensive Psychiatry*, 50(2), 186–192.
- Pekkonen, E. (2000). Mismatch Negativity in Aging and in Alzheimer's and Parkinson's Disease. *Audiology and Neuro-Otology*, 5(3–4), 216–24.

- Pekkonen, E, Hirvonen, J, Jääskeläinen, IP, Kaakkola, S, Huttunen, J. (2001). Auditory sensory memory and the cholinergic system: implications for Alzheimer's disease. *NeuroImage*, 14, 376–82.
- Pekkonen, E, Rinne, T, Reinikainen, K, Kujala, T, Alho, K, Näätänen, R. (1996). Aging effects on auditory processing: an event-related potential study. *Exp Aging Res*, 22, 171–84.
- Picton, TW. ve Otten, L. (2000). Mismatch Negativity. *Mismatch Negativity*, 1, 111–39
- Pincze, Z, Lakatos, P, Rajkai, C, Ulbert, I, Karmos, G. (2002). Effect of deviant probability and interstimulus/interdeviant interval on the auditory N1 and mismatch negativity in the cat auditory cortex. *Cogn Brain Res*, 13, 249–53.
- Plourde, G. (2006). Auditory Evoked Potentials. *Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology*, 20(1), 129–39.
- Polich, J. (2004). Clinical Application of the P300 Event-Related Brain Potential. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 15(1), 133–6.
- Polich J. ve Criado, JR. (2006). Neuropsychology and Neuropharmacology of P3a and P3b. *International Journal of Psychophysiology*, 60(2), 172–85.
- Politzer-Ahles, S, ve Pan, L.(2019). Skilled Musicians Are Indeed Subject to the McGurk Effect. *Royal Society Open Science*, 6(4).
- Ponton, CW, Don, M, Eggermont, JJ, Waring, MD, Masuda A. (1996). Maturation of human cortical auditory function: differences between normal-hearing children and children with cochlear implants. *Ear Hear*. 17 (5), 430–437.
- Porjesz, B. ve Begleiter, H. (1985). *Human Brain Electrophysiology and Alcoholism*. içinde (139-182). Human and the Brain. New York: Plenum Press.
- Pulvermuller, F. (2001). Brain reflections of words and their meaning. *Trends Cogn. Sci. (Regul. Ed.)*, 5, 517–524.
- Pulvermüller, F, ve Shtyrov, Y. (2006). Language outside the focus of attention: The mismatch negativity as a tool for studying higher cognitive processes. *Progress in Neurobiology*, 79, 49–71.
- Pulvermüller, F, Shtyrov, Y, Ilmoniemi, R. (2003). Spatiotemporal dynamics of neural language processing: an MEG study using minimum-norm current estimates. *NeuroImage*, 20,1020–5.
- Quaranta, N, Scaringi, A, Nahum, S, Quaranta, A. (2005). Effects of efferent acoustic reflex activation on psychoacoustical tuning curves in humans. *Acta Oto-Laryngologica*, 125(5), 520–523.
- Regan, D. (1989). Human Brain Electrophysiology: Evoked Potentials and Evoked Magnetic Fields in Science and Medicine. New York, Elsevier.

- Reisberg, D, McLean, J, Goldfield, A. (1987). Easy to hear but hard to understand: a lip-reading advantage with intact auditory stimuli. *In Hearing by Eye: The Psychology of Lipreading* (ed. B Dodd, R Campbell), 97–113. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ritter, W, Sussman, E, Molholm, S, Foxe, JJ. (2002). Memory reactivation or reinstatement and the mismatch negativity. *Psychophysiology*, 39, 158–65.
- Rinne, T, Alho, K, Ilmoniemi, RJ, Virtanen J, Näätänen, R. (2000). Separate time behaviors of the temporal and frontal mismatch negativity sources. *Neuroimage*, 12, 14–9.
- Rinne, T, Gratton, G, Fabiani, M, Cowan, N, Maclin, E, Stinard A, Sinkkonen, J, Alho, K, Näätänen R. (1999b). Scalp-recorded optical signals make sound processing in the auditory cortex visible. *NeuroImage*, 10, 620–4.
- Rinne T, Alho K, Holi M, Sinkkonen J, Virtanen J, Bertrand O, Näätänen, R. (1999). Analysis of speech sounds is left-hemisphere predominant at 100–150 ms after sound onset. *Neuroreport*, 10, 1113–7.
- Romanski, LM, Tian, B, Fritz, J, Mishkin, M, Goldman-Rakic, PS, Rauschecker, JP. (1999). Dual streams of auditory afferents target multiple domains in the primate prefrontal cortex. *Nat Neurosci*, 2, 131–6.
- Rosburg, T, Trautner, P, Dietl, T, Korzyukov, OA, Boutros, NN, Schaller, C, Elger, CE, Kurthen, M. (2005). Subdural recordings of the mismatch negativity (MMN) in patients with focal epilepsy. *Brain*, 128(4), 819–828.
- Rosburg, T, Marinou, V, Haueisen, J, Smesny, S, Sauer, H. (2004b). Effects of lorazepam on the neuromagnetic mismatch negativity (MMNm) and auditory evoked field component N100m. *Neuropsychopharmacology*, 29, 1723–33.
- Rosenblum, LD, Schmuckler, MA, Johnson, JA. (1997). The McGurk Effect in Infants. *Perception and Psychophysics*, 59(3), 347–57.
- Rosenblum, LD. ve Saldana, HM. (1992). Discrimination tests of visually influenced syllables. *Perception & Psychophysics*, 52, 461–473.
- Ross, B, Fujioka, T, Tremblay, K, Picton, TW. (2007). Aging in binaural hearing begins in mid-life: evidence from cortical auditory- evoked responses to changes in interaural phase. *J Neurosci*. 27(42), 11172–11178.
- Ross, CA, Margolis, RL, Reading, SAJ, Pletnikov, M, Coyle, JT. (2006). Neurobiology of Schizophrenia. *Neuron*, 52(1), 139–153.
- Rouger, J, Fraysse, B, Deguine, O, Barone, P. (2008). McGurk effects in cochlear-implanted deaf subjects. *Brain Research*, 1188, 87–99.

- Rouse, MH. Neuroanatomy for speech-language pathology and audiology(2. Edition). (2020), California: Jones&Bartlett Learning. Chapter 10.
- Saarinén, J, Paavilainen, P, Schröger, E, Tervaniemi, M, Näätänen, R. (1992). Representation of abstract attributes of auditory stimuli in the human brain. *Neuroreport*, 3, 1149–51.
- Sams, M, Mottonen, R, Sihvonen, T. (2005). Seeing and hearing others and oneself talk. *Cognitive Brain Research*, 23 (1), 429-435.
- Sams, M, Aulanko, M, Hamalainen, R, Hari, R, Lounasmaa, OV, Lu, ST, Simola, J. (1991a). Seeing speech: visual information from lip movements modifies activity in the human auditory cortex. *Neuroscience Letters*, 127, 141–5.
- Sams, M, Petri, M, Veikko, S, Pia, H, Riitta, K. (1998). McGurk Effect in Finnish Syllables, Isolated Words, and Words in Sentences: Effects of Word Meaning and Sentence Context. *Speech Communication*, 26(1–2), 75–87.
- Sato, Y, Yabe, H, Todd, J, Michie, P, Shinozaki, N, Sutoh, T, Hiruma, T, Nashida, T, Matsuoka, T, Kaneko, S. (2002). Impairment in activation of a frontal attention-switch mechanism in schizophrenic patients. *Biological Psychology*, 62, 49–63.
- Sekiyama, K. (1997) Cultural and linguistic factors in audiovisual speech processing: the McGurk effect in Chinese subjects. *Percept Psychophys*, 59(1), 73–80.
- Scherg, M, Vajsaar, J, ve Picton, TW. (1989). A Source Analysis of the Late Human Auditory Evoked Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1(4), 336–55.
- Schmid, G, Thielmann, A, Ziegler, W. (2009). The influence of visual and auditory information on the perception of speech and non-speech oral movements in patients with left hemisphere lesions. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 23 (3), 208-221.
- Schröger, E. (1995). Processing of auditory deviants with changes in one versus two stimulus dimensions. *Psychophysiology*, 32, 55–65.
- Schwade, L, Didoné, D, Sleifer, P. (2016). Auditory Evoked Potential Mismatch Negativity in Normal-Hearing Adults. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 21(3), 232–238.
- Semlitsch, HV, Anderer, P, Schuster, P, Presslich, O. (1986). A Solution for Reliable and Valid Reduction of Ocular Artifacts, Applied to the P300 ERP. *Psychophysiology*, 23(6), 695–703.
- Shahin, AJ. (2019). Neural Evidence Accounting for Interindividual Variability of the McGurk Illusion. *Neuroscience Letters*, 707, 134322.
- Shaywitz, SE, Morris, R, Shaywitz, BA. (2008). The education of dyslexic children from childhood to young adulthood. *Annu Rev Psychol*, 59, 451–475.

- Squires, NK, Squires, KC, Hillyard, SA. (1975). Two Varieties of Long-Latency Positive Waves Evoked by Unpredictable Auditory Stimuli in Man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38(4), 387–401.
- Soylomezoglu, T. (2002). Alkol Biyogöstermelerinin Adli Toksikoloji Yönünden Önemi ve Analiz Yöntemleri. *Adli Tıp Toplantıları*, (393-401).
- Stephan, KE, Baldeweg, T, Friston, KJ.(2006). Synaptic plasticity and dysconnection in schizophrenia. *Biol Psychiatry*, 59, 929–39.
- Sumby, WH, Pollack, I. (1954). Visual contribution to speech intelligibility in noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 26, 212–15.
- Sussman, ES. (2014). A New View on the MMN and Attention Debate The Role of Context in Processing Auditory Events. *Federation of European Psychophysiology Societies*, 21(3–4), 164–175.
- Sussman, E. ve Steinschneider, M. (2006). Neurophysiological evidence for context-dependent encoding of sensory input in human auditory cortex. *Brain Res*, 1075, 165–74.
- Sussman, E. ve Winkler, I. (2001). Dynamic sensory updating in the auditory system. *Brain Res Cogn Brain Res*, 12, 431–9.
- Sutton, S, Braren, M, Zubin, J, John, ER. (1965). Evoked-Potential Correlates of Stimulus Uncertainty. *Science*, 150(3700), 1187–88.
- Tallal, P, Stark, R, Mellits, E. (1985). Identification of language-impaired children on the basis of rapid perception and production skills. *Brain and Language*, 25, 314–322.
- Tiippana, K. (2014). What Is the McGurk Effect?. *Frontiers in Psychology*, 5,JUL.
- Torun, Ş.(2014). Dil ve Beyin İşlevsel Nöroanatomi. (46-47. ss) Eskişehir: Detay yayıncılık.
- Tremblay, K. ve Clinard, C. (2015) *Handbook of Clinical Audiology* (7th edition). chapter 18.
- Tremblay, K, Kraus, N, McGee, T. (1998). The time course of auditory perceptual learning: neurophysiological changes during speech-sound training. *Neuroreport*, 9, 3557–60.
- Tsai, KS, Tseng, LH, Wu, CJ, Young, ST. (2009). Development of a Mandarin Monosyllable Recognition Test. *Ear and Hearing*, 30(1), 90–99.
- Umbricht, D, Vysotki, D, Latanov, A, Nitsch, R, Lipp, H-P. (2005). Deviant- related electrophysiological activity in mice: is there mismatch negativity in mice?. *Clin Neurophysiol*, 116, 353–63.
- Umbricht, D. ve Krljes, S. (2005). Mismatch negativity in schizophrenia: a meta-analysis. *Schizophr Res*, 76, 1–23.

- Van Engen KJ, Dey, A, Sommers, MS, Peelle, JE. (2019). Audiovisual Speech Perception : Moving beyond McGurk. *ArXiv*, 1–17.
- Van Zuijen, TL, Sussman, E, Winkler, I, Näätänen, R, Tervaniemi, M. (2004). Grouping of sequential sounds – an event-related potential study comparing musicians and non-musicians. *J Cogn Neurosci*, 16, 331–8.
- Vatikiotis-Bateson, E, Munhall, KG, Kasahara ,Y, Garcia, F, Yehia, H. (1996b). Characterizing audiovisual information during speech. *In Proceedings of the 4th International Conference on Spoken Language Processing*, 485–88.
- Vuust, P, Pallesen, KJ, Bailey, C, van Zuijen, TL, Gjedde, A, Roepstorff, A, Østergaard, L. (2005). To musicians, the message is in the meter. *NeuroImage*, 24(2), 560–564.
- Walker, S, Bruce, V, O'Malley, C. (1995). Facial identity and facial speech processing: familiar faces and voices in the McGurk effect. *Percept. Psychophys*, 57, 1124–3.
- Wang, Y, Behne, D, Jiang, H. (2009). Influence of native language phonetic system on audio-visual speech perception. *Journal of Phonetics*, 37, 344–356.
- Winkler, I, Ve Cowan, N. (2004). From sensory to long-term memory: evidence from auditory memory reactivation studies. *Exp Psychol*, 51, 1–17.
- Winkler, I, Teder-Sälejärvi, WA, Horváth, J, Näätänen, R, Sussman, E. (2003). Human auditory cortex tracks task-irrelevant sound sources. *NeuroReport*, 14(16), 2053–2056.
- Winkler, I, Kujala, T, Tiitinen, H, Sivonen, P, Alku, P, Lehtokoski A, Czigler, I, Csépe, V, Ilmoniemi, RJ, Näätänen R. (1999b). Brain responses reveal the learning of foreign language phonemes. *Psychophysiology*, 36, 638–42.
- Winkler I, Tervaniemi M, Näätänen, R. (1997). Two separate codes for missing-fundamental pitch in the human auditory cortex. *J Acoust Soc Am*, 102, 1072–82.
- Winkler, I, Karmos, G, Näätänen, R. (1996). Adaptive modelling of the unattended acoustic environment reflected in the mismatch negativity event-related potential. *Brain Res*, 742, 239–52.
- Woldorff, MG, Gallen, CC, Hampson, SA, Hillyard, SA, Pantev, C, Sobel, D, Bloom, FE. (1993). Modulation of early sensory processing in human auditory cortex during auditory selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(18), 8722–8726.
- Won, JH, Clinard, CG, Kwon, S, Dasika, VK, Nie, K, Drennan, WR, Tremblay, KL, Rubinstein JT. (2011). Relationship between behavioral and physiological spectral-ripple discrimination. *J Assoc Res Otolaryngol*. 12 (3), 375– 393.

- Woods, DL, Alho, K, Algazi, A. (1992). Intermodal selective attention. I. Effects on event-related potentials to lateralized auditory and visual stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 82, 341–355.
- Wright, BA, Lombardino, LJ, King, WM, Puranik, CS, Leonard, CM, Merzenich, MM. (1997). Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature*, 387, 176–178.
- Wunderlich, JL. ve Cone-Wesson, BK. (2006). Maturation of CAEP in Infants and Children: A Review. *Hearing Research*, 212(1–2), 212–23.
- Yabe, H, Tervaniemi, M, Reinikainen, K, Näätänen, R. (1997). Temporal window of integration revealed by MMN to sound omission. *Neuroreport*, 8, 1971–4.
- Yalçinkaya, F. ve Belgin, E. (2003). Konuşma ve Lisan Problemi Olan ve Olmayan Çocukların Uyarlanmış Şaşırtmacalı Kelime Testi İle Santral İşitsel İşleme Performanslarının İncelenmesi. *Cocuk Sagligi ve Hastaliklari Dergisi*, 46(3), 195–202.
- Yehia, H, Rubin, P, Vatikotis-Bateson, E. (1998). Quantitative association of orofacial and vocal-tract shapes. In *Proceedings of the ESCA Workshop on Audio-Visual Speech Processing*, 41–44. Baixas, Fr.: Int. Speech Commun. Assoc.
- Yıldırım, M. (2014). *Temel Nöroanatomi* (2.Baskı). (359-360. ss) İstanbul: Güneş Kitapevi.
- Youse, KM, Cienkowski, KM, Coelho, CA. (2004). Auditory-Visual Speech Perception in an Adult with Aphasia. *Brain Injury*, 18(8), 825–34.
- Yuille, A, Kersten, D. (2006). Vision as Bayesian inference: analysis by synthesis? *Trends Cogn Sci*, 10, 301–8.
- Zhang, J, Meng, Y, He, J, Xiang, Y, Wu, C, Wang, S, Yuan, Z. (2018). McGurk Effect by Individuals with Autism Spectrum Disorder and Typically Developing Controls: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(1), 34–43.

EKLER

Ek 2: Gönüllü Onam Formu



BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ÇALIŞMANIN ADI: “GENÇ YETİŞKİNLERDE MC GURK İLLÜZYONU’NDAN ETKİLENME ORANI İLE İŞİTSEL UYARILMIŞ GEÇ POTANSİYEL YANITLARININ KİYASLANMASI”

Aşağıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı vererseniz, **Çalışmaya Katılma Onayı Formu’nu** imzalayınız. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Çalışmaya katıldığınız için size herhangi bir ödeme yapılmayacak ya da sizden herhangi bir maddi katkı/malzeme katkısı istenmeyecektir./ Araştırmada kullanılacak tüm malzemeler ve yapılabilecek tüm harcamalar araştırmacı tarafından karşılanacaktır (iki cümleden biri olabilir)

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI : Bu tezin amacı, anadili Türkçe olan genç yetişkin kişilerde McGurk illüzyonu’ndan etkilene oranı ile Geç Latanslı İşitsel Uyarılmış Potansiyel yanıtlarının bir ilişki içinde olup olmadığını araştırmaktır.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ: Çalışmaya katıldığınız takdirde, saf ses işleme testi, konuşmayı alma ve konuşmayı ayırt etme testleri, akustik immitasmetri ve otoakustik emisyon testleri uygulanacaktır. Daha sonra ortalama 3 saniye olan 8 tane videoyu izlemeniz ve ne duyduğunuzu yazmanız istenecektir. Bu aşamadan sonra işitsel uyarılmış geç potansiyellerden olan Mismatch Negativite- Eşleşmeyen Negativite testi uygulanacaktır.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Çalışmaya katılmanız durumunda literatüre bu konu hakkında destek sağlayarak veri eklememize yardımcı olacaksınız.

Ek 2 (devamı):



KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır. Kişisel bilgileriniz kesinlikle bir başka kişi ya da kurumlarla paylaşılmayacak ve araştırma sınırları içerisinde tutulacaktır.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı, saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Vasi (var ise) Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Araştırmacı ² Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

Ek 3: Üç Heceli Kelime Listesi

		
ODYOLOJİ BÖLÜMÜ		
1) ÜÇ HECELİ KELİME LİSTESİ		
HATIRA	MARMARA	DÖNEMEÇ
FOTOĞRAF	YASEMİN	DOMATES
HEDİYE	KOLONYA	ELBİSE
TEBEŞİR	KARANLIK	PAPATYA
SİNEMA	BADANA	GÜVERCİN
TÜKENMEZ	KAÇAMAK	KIRMIZI
SALINCAK	AYDINLIK	FABRİKA
ODUNCU	YOĞURTLU	ARALIK
HARİKA	HASTALIK	SEKRETER
BAYRAKLI	DEMİRCİ	YASAMA
KAPALI	KULAKLIK	AĞUSTOS
HÜNERLİ	OKYANUS	ÜNİTE
HEMŞİRE	DOKUMA	ÇAYDANLIK
HAVADAR	HALICI	TÜKETİM
PASKALYA	SONBAHAR	OTOBÜS
PARMAKLIK	KAYMAKLI	HARABE
MERDİVEN	İŞİTME	KIZILCIK
SIRADAĞ	SARIYER	DEĞERLİ
ASANSÖR	LİMONLU	TABAKA
COĞRAFYA	ADANA	KIYMETLİ
HARİTA	KÖSTEBEK	CESARET
PUSULA	CEVİZLİ	KAHVECİ
TELEFON	İNDİRİM	KANARYA
ŞEKERLİ	FISTIKLI	ÇANKIRI
KAFADAR	TARAFSIZ	ADANA
YÜKSEKLİK	KAPLICA	GEZİNTİ
KIRACI	AKARSU	KARAMAN
KORKULUK	AVUKAT	ŞİKAYET
SATILIK	İLİCA	MAKİNA
MÜCEVHER	GÜVENLİ	HATALI

Ek 4: Tek Heceli Kelime Listesi



ODYOLOJİ BÖLÜMÜ

2) TEK HECELİ KELİME LİSTESİ

KAS	ROL	KOÇ	VUR
AT	OF	FAL	TOP
NEY	CİNS	NET	BİL
ÖÇ	GÜL	ŞEN	HARP
BİR	EV	RUH	KUM
KÜF	KIŞ	DAĞ	AS
SAZ	İT	TEL	BORÇ
FON	SAĞ	KIZ	FİL
PES	TEST	BET	ET
YÜN	ÇİM	YİL	HÜR
BEK	HOŞ	KÖK	ÇOK
SEL	BOL	PİL	MUŞ
RAY	KAP	ÇAM	OL
AÇ	SON	BEY	LEŞ
DÜN	ÇAK	TAM	POT
KOZ	BEŞ	HAZ	BAL
ÜRK	GÖZ	KAT	TUŞ
ZAR	İN	SAÇ	ŞEF
BAY	KAR	PUS	PEK
BAŞ	LAF	AL	FER
TÜRK	DİŞ	YİL	ÇİZ
YAŞ	MUZ	ÇIK	MAT
VER	AK	OY	VE
ŞAP	ÖRF	KOK	ÖN
DE	ÇAT	ŞUT	İÇ

Ek 5: Hazırlanan Cevap Kağıdı Örneği

Katılımcının Yaşı:

Katılımcının cinsiyet:

Katılımcının Saf ses işitme ortalaması:

Katılımcının konuşmayı alma eşiği:

Katılımcının konuşmayı anlama eşiği:

Katılımcının konuşmayı ayırt etme skorları:

sunulma şekli/video ismi	1.video	2.video	3.video	4.video	5.video	6.video	7.video	8.video
işitsel								
işitsel								
görsel								
görsel								
işitsel görsel								
işitsel görsel								