

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ DOKTORA PROGRAMI**

**FARKLI ARKA PLAN GÜRÜLTÜLERİN İNFORMASYONEL
MASKELEMeye ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

HAZIRLAYAN

GÜLİN GÖKÇEN KESİCİ

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSİTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ DOKTORA PROGRAMI**

**FARKLI ARKA PLAN GÜRÜLTÜLERİN İNFORMASYONEL
MASKELEMeye ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

HAZIRLAYAN

GÜLİN GÖKÇEN KESİCİ

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. HATİCE SEYRA ERBEK

ANKARA - 2022

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı çerçevesinde Gülin Gökçen Kesici tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: .. / .. / 20..

Tez Adı: Farklı Arka Plan Gürültülerin İnfomasyonel Maskeleye Etkilerinin Araştırılması

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

Asil Üyeler

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ... /... /2021

Öğrencinin Adı, Soyadı: Gülin Gökçen Kesici

Öğrencinin Numarası: 21620153

Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları

Programı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Tezli Doktora

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Farklı Arka Plan Gürültülerin İnfomasyonel Maskeleye Etkilerinin Araştırılması

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam sayfalık kısmına ilişkin, .../.../2021 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %...’dır. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: .../.../2021

Öğrenci Danışmanı

Unvan, Ad, Soyad, İmza:

*Hayatımın anlamı sevgili eşim
ve
kızım Ece ve oğlum Serdar Alp'e*

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca sonsuz bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, bu çalışmanın ortaya çıkmasında sonsuz destek ve yardımları olan, bilimsel katkılarını, sabrını ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek'e;

Yüksek lisans ve doktora eğitimlerim süresince engin bilgi ve tecrübesiyle eğitimime katkıda bulunan, kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu'na;

Eğitimim sürecinde bilgi ve desteklerini benden esirgemeyen, çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, değerli hocam Prof. Dr. Selim Sermed Erbek'e;

Araştırmanın oluşum aşamasında değerli öneri ve katkıları olan, bu çalışmanın başlangıcından itibaren tüm aşamalarında bana her türlü desteği sağlayan Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü'nden Doç. Dr. Meral Didem Türkyılmaz'a;

Araştırmanın tüm aşamalarında öneri ve katkıları olan, çalışmanın olmazsa olmazı, değerli zamanını ve emeğini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan büyük bir keyif ve mutluluk duyduğum Hacettepe Üniversitesi Biyofizik Anabilim Dalı'ndan Dr. Nurhan Erbil'e;

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı çalışanlarına;

En içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Gülin Gökçen Kesici, Farklı Arka Plan Gürültülerinin İnfomasyonel Maskelemeye Etkilerinin Araştırılması, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı Doktora Tezi, 2022

Arka plan gürültü varlığında hedef sesin anlaşılması işitsel sistemin en büyük zorluklarından biridir. Hedef sesin maskelenmesinde iki mekanizma bulunmaktadır: enerjetik ve infomasyonel maskeleme. Enerjetik maskeleme koklea düzeyinde iki sesin yarışması nedeniyle olurken, infomasyonel maskeleme işitsel periferdeki bilinen süreçler ile açıklanamayan maskelemeyi tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada eşit enerjetik maskeleme miktarına sahip, aralarında linguistik farklar bulunan üç tip (Türkçe, ters zamanlı Türkçe ve İngilizce) altı konuşmacılı babble gürültü kullanılarak tek heceli hedef kelimelerin kortikal işlemlenmesi üzerindeki infomasyonel maskeleme araştırılmıştır. Çalışmada normal işitmeye sahip, sağ el dominansı bulunan, fiziksel veya nörolojik hastalığı bulunmayan 15 katılımcının farklı arka plan gürültülerde, 4 dB ve 12 dB SNR düzeylerinde tek heceli kelimeleri dinlerken dikkat görevi altında elektroensefalografi kayıtları yapıldı. Hedef kelimenin başlangıcı sonrası 70-180 msn, 150-250 msn ve 200-400 msn zaman aralıklarında Cz elektrotta Türkçe 12 dB babble gürültü uyaran durumunda ERP (event-related potansiyel) değerleri Reverse Türkçe ve İngilizce babble gürültü durumlarından anlamlı yüksek saptandı. 300-600 msn ve 500-900 msn zaman aralıklarında farklı uyaran durumları arasında fark izlenmedi. Bu sonuçlar ana dilde işlemlenmenin dikkat görevi altında santral elektrotlarda daha büyük ERP değerleri oluşturduğunu gösterdi. Arka plan ana dili içerdiğinde, dikkat görevi altında seçim için gerekli işlemlenmenin, hedef kelimenin işleme süreçlerine ek yük getirerek ERP'lerin büyüklüğünü etkileyebileceği düşünülmüştür. Linguistik temelli infomasyonel maskelemenin işlemlenmesinin anlaşılması için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: İnfomasyonel maskeleme; EEG; ERP; çok konuşmacılı gürültü; dil işleme.

ABSTRACT

Gülin Gökçen Kesici, Investigating the Effects of Different Background Noises on Informational Masking, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı Doktora Tezi, 2022

Understanding the target sound in the presence of background noise is one of the biggest challenges of the auditory system. There are two mechanisms for masking the target sound: energetic and informational masking. Energetic masking is accomplished by the competition of two sounds at the level of the cochlea, while informational masking is used to describe masking that cannot be explained by known processes in the auditory periphery. In this study, informational masking on the cortical processing of monosyllabic target words was investigated using three types of six-speaker babble noise (Turkish, inverted Turkish and English) with equal amount of energetic masking and linguistic differences between them. In the study, electroencephalography recordings of 15 participants with normal hearing, right hand dominance and no physical or neurological disease were recorded under attention task while listening to monosyllabic words at different background noises, 4 dB and 12 dB SNR levels. After the beginning of the target word, in case of Turkish 12 dB babble noise condition, ERP (event-related potential) values were found to be significantly higher than the reverse Turkish and English babble noise on the Cz electrode at the time intervals of 70-180 ms, 150-250 ms and 200-400 ms. No difference was observed between different stimulus states at 300-600 ms and 500-900 ms time intervals. These results showed that native language processing produced greater ERP values at central electrodes under the attention task. It is thought that when the background includes the native language, the processing required under the attention task may affect the size of ERPs by placing additional burden on the processing processes of the target word. Further studies are needed to understand the processing of linguistic-based informational masking.

Keywords: Informational masking; EEG; ERP; multiple talker babble noise; language processing.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.1. Enerjetik ve informasyonel maskeleme	3
2.1.1. Tanım ve tarihçe.....	5
2.1.2. İnfomasyonel maskeleme ölçüm metodları	6
2.1.2.1. Multi-ton maskeleme paradigması.....	7
2.1.3. İnfomasyonel maskeleme ve Konuşmayı tanıma.....	11
2.1.4. İnfomasyonel maskelemedeki farklılıklar	12
2.1.4.1. Eğitim.....	12
2.1.4.2. İp uçları.....	14
2.1.4.3. Sesin algısal ayrıştırılması.....	15
2.1.4.4. İşitmenin Uzamsal (Spatial) İşlenmesi.....	16
2.1.4.5. Yaşın informasyonel maskelemeye etkileri	17
2.1.4.5.1. Çocuklarda informasyonel maskeleme	17
2.1.4.5.2. Yaşlılarda informasyonel maskeleme.....	18
2.1.4.6. İnfomasyonel maskeleme ve işitme kaybı.....	20
2.1.4.7. Konuşmanın ayrılmasında dikkatin rolü	21
2.1.4.8. İnfomasyonel maskelemede diğer ipuçları	22
2.1.5. Dilsel ipuçları yada linguistik temelli informasyonel maskeleme.....	23
2.1.5.1. Linguistik Babble.....	23
2.1.5.2. Kokteyl parti etkisi ve multi-linguistik babble	25
2.1.5.3. Reverse konuşma	28
2.1.5.4. Farklı diller.....	29
2.1.6. İnfomasyonel maskelemenin nöral kaynakları.....	29

2.2. İşitsel İşlemede Event-related potansiyeller (Olay ilişkili potansiyeller), ERP	33
2.2.1. P300	35
2.2.2. N400	35
2.2.2.1. Semantik işleminin nöral anatomik alanları	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM	40
3.1. Test Materyallerinin Hazırlanması	40
3.1.1. Tek Heceli Kelime Seçimi	40
3.1.2. Multitalker Babble Gürültülerinin Hazırlanması	40
3.2. Katılımcılar	42
3.3. Prosedür	43
3.4. İstatistiksel Analiz	44
4. BULGULAR	45
4.1. ERP yanıtlarının beyin haritaları	45
4.2. ERP yanıtlarının rms değerlerinin karşılaştırılması	51
4.2.1. Uyarın durumları için 100-900 msn aralıındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	51
4.2.1.1. Uyarın durumları için belirlenen zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	52
4.2.1.2. Uyarın durumları için 70-180 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	54
4.2.1.3. Uyarın durumları için 150-250 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	55
4.2.1.4. Uyarın durumları için 200-400 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	56
4.2.1.5. Uyarın durumları için 300-600 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	57
4.2.1.6. Uyarın durumları için 500-900 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması	57
4.2.2. ERP yanıtlarının uyarın durumları arasında karşılaştırılması	59
5. TARTIŞMA	64
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	74
KAYNAKLAR	76

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Uyarın durumları için 70-180 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması	54
Tablo 4.2. Uyarın durumları için 150-250 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması	55
Tablo 4.3. Uyarın durumları için 200-400 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması	56
Tablo 4.4. Uyarın durumları için 300-600 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması	57
Tablo 4.5. Uyarın durumları için 500-900 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Görsel sistem informasyonel maskeleyme.....	4
Şekil 2.2. Hedef konuşma ve karşıt frekans bandında konuşma maskeleyicisi	10
Şekil 2.3. ERP kaydının şematik gösterimi	34
Şekil 2.4. N400 yanıtı	36
Şekil 2.5. Semantik işleme modeli	39
Şekil 3.1. Test prosedürü.....	44
Şekil 4.1. T4 uyaran durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları.....	46
Şekil 4.2. T12 uyaran durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları.....	47
Şekil 4.3. R4 uyaran durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları.....	48
Şekil 4.4. R12 uyaran durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları.....	49
Şekil 4.5. İ12 uyaran durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları.....	50
Şekil 4.6. Uyaran durumlarının 100-900 ms aralığındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının bölgelere göre dağılım grafiği.....	52
Şekil 4.7. Tüm durumlar için bölgelere göre latans aralıklarının ERP değerlerinin rms ortalamalarının karşılaştırılması grafiği.....	53
Şekil 4.8. Cz elektrotunda farklı durumlardaki ortalama ERP rms değerlerinin latans aralıklarına göre karşılaştırılması	59
Şekil 4.9. Katılımcıların T12, R12 ve İ12 uyaran durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması.....	60
Şekil 4.10. Katılımcıların T4 ve T12 uyaran durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması.....	61
Şekil 4.11. Katılımcıların T4 ve R4 uyaran durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması.....	62

Şekil 4.12. Katılımcıların R4 ve R12 uyarı durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması..... 63

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ANSI	American National Standard Institute
BKB-SIN	Bamfor-Kowol-Bench speech in noise test
EEG	elektroensefalografi
ERP	event-related potansiyeller (olay ilişkili potansiyeller), ERP
fMRI	fonksiyonel magnetik rezonans görüntüleme
HINT	hearing in noise test
IFG	inferior frontal girus
IT	inferior temporal
İ12	ingilizce babble-kelime SNR 12 dB
MBS	multiple bursts-same
MBD	multiple burst different
MMN	mismatch negativity
MTG	middle temporal girus
PET	pozitron emisyon tomografi
QuickSIN	quick speech in noise test
R4	reverse babble-kelime SNR 4 dB
R12	reverse babble-kelime SNR 12 dB
Rms	root mean square
SNR	sinyal gürültü oranı
SRT	konuşma alma eşiği
STS	superior temporal sulkus
STG	superior temporal girus
T4	türkçe babble-kelime SNR 4 dB
T12	türkçe babble-kelime SNR 12 dB
WIN	words-in-noise test

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Arka plan gürültü varlığında hedef sesin anlaşılması zordur. Çeşitli ses kaynaklarından oluşan karmaşık bir akustik ortamda, bir kaynağa seçici olarak dikkat etmek ve diğerlerini görmezden gelmek, insan işitsel sisteminin en büyük zorluklarından biri olarak kabul edilmiştir. Davranışsal çalışmalarda arka plan gürültünün hedef sesi maskeleyesinde iki mekanizma tanımlanmıştır: enerjetik ve informasyonel maskeleye. Enerjetik maskeleye; kokleada maske sesine uyarımın hedef ses ile yarışması nedeniyle tüylü hücrelerin uyarılmasının supresyonu olarak tanımlanmıştır. İnfomasyonel maskeleye ise işitsel periferde yani 'koklea veya işitsel sinir seviyesinde' meydana gelen bilinen süreçlerde açık bir açıklaması olmayan maskeleyeyi tanımlamak için kullanılan bir ifadedir (1).

Arka planda konuşma gürültüsü varlığında maskeleyenin informasyonel ve enerjetik yönleri tam olarak ortaya konamamıştır. Davranışsal çalışmalarda arka planda konuşma gürültüsü varlığının steady state bir gürültüye göre daha fazla maskeleyeye neden olduğu belirlenmiştir (2, 3). Steady state gürültüye göre konuşma gürültüsü, temporal ve spektral gaplar daha fazla olup enerjetik maskeleye özelliği daha az olmasına rağmen informasyonel maskeleye özelliği nedeniyle daha fazla maskeleye yapabilir.

Arka planda anlamlı ya da anlamsız konuşma gürültüsünün bulunması da maskeleye miktarını değiştirebilmektedir. Anlamlı bir linguistik mesajın anlamsız mesaja göre ilave bir linguistik temelli informasyonel maskeleyeye neden olabileceği literatürde belirtilmiştir (4). Linguistik temelli bir diğer informasyonel maskeleyenin non-native dilde konuşma olduğu söylenebilir. Konuşmanın zamanının tersine çevrilmesi ile semantik elimine edilirken dilin birçok spesifik özelliklerinin korunarak konuşmanın anlamsız olmasının sağlandığı ve bunun yabancı dilde bir maskeleyiciye benzediği söylenmiştir (5-7). Ancak bu sonucun tam tersine konuşmanın reverse edilmesinin maskeleyeyi önemli ölçüde azalttığını tespit eden çalışmalar da vardır (5, 8-12). İşitsel korteks ana dilin tanınmasını kolaylaştırır. Bu nedenle arka plan gürültü ana dilde konuşma olduğunda daha belirgin maskeleyeye neden olabilir. Reverse konuşmada dilin semantik dışında birçok linguistik yapısı korunduğu için; reverse konuşmanın maskeleye miktarı ana dilde olmayan konuşma gürültüsüne göre daha fazla olabilir.

İşitsel sistemin hedef sesi sessiz ortamda işlemeleesi ile ilgili, gürültülü ortamda işlemeleesinden daha çok bilgi bilinmektedir. Oysaki gürültüde konuşmayı işlemeleme hakkında daha fazla bilginin elde edilmesi gürültüde anlamayı sağlayan kortikal sistemlerin ve nöral aktivitedeki bireysel farklılıkların belirlenmesi, bu mekanizmaların klinik gruplarda nasıl bozulduğunu anlamak için önemli bir adımdır ve gelecekteki müdahalelere rehberlik etmeye yardımcı olabilir. Böylece işlemelemenin sıkıntılı olduğu bazı dil bozuklukları, disleksi ve işitme kayıplı bireyler gibi gruplarda bu bilgilerin çok büyük katkısı olabilir. Ayrıca literatürde informasyonel maskelemenin nöral temeli hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmada eşit spektral overlap (ortalama spektrum) gösteren yani eşit enerjetik maskeleme miktarına ait ancak aralarında dilsel farklar bulunan üç tip maskeleme gürültüsü (ana dilde babble gürültüsü, İngilizce babble gürültüsü ve reverse Türkçe babble gürültüsü) kullanarak konuşma bilgisinin ve informasyonel maskelemenin kortikal sensöriyel kodlamayı nasıl etkilediğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Enerjetik ve informasyonel maskeleme

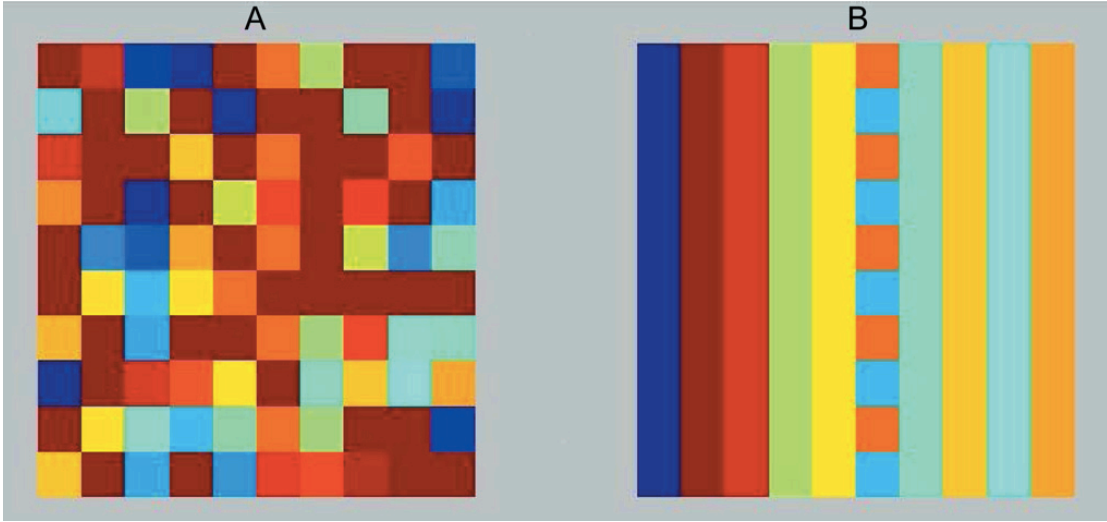
Arka plan gürültüsü varken konuşmayı anlamak zor olabilir. Günümüz toplumunda insanlar sürekli olarak farklı türde arka plan seslerine maruz kalmaktadır. Bu gürültülerin varlığında iletişim kurabilme, eğitimde ve sosyal etkileşimde başarı için esastır (13). Çeşitli ses kaynaklarından oluşan karmaşık bir akustik ortamda, bir kaynağa seçici olarak dikkat etmek ve diğerlerini görmezden gelmek, insan işitsel sisteminin en büyük zorluklarından biri olarak kabul edilmiştir. Farklı ses kaynaklarından elde edilen akustik dalga formları, kulağa ulaşmadan önce birbirleriyle lineer olarak karıştırılır ve beyin işitsel objelerin sahne analizi ve sesin anlaşılmasından sorumludur. Belirli bir ses kaynağından çıkan sesleri algılama sorunu, diğer bağımsız kaynaklardan gelen sesler aynı anda meydana geldiğinde çok daha zor hale gelir. Bu istenmeyen veya "maskeleyen" sesler, işitsel sistem içinde çeşitli seviyelerde istenen veya "hedef" sesle rekabet eder. Bu koşulların çoğunda, rakip konuşma materyalleri farklı kaynaklardan gelmektedir ve dinleyiciler, iki kulak tarafından alınan girdilerdeki farklılıkları kullanarak rakip mesajları uzamsal (mekansal) olarak ayırabilir. Bu dinleme durumu ilk kez Cherry (1953) tarafından tanımlanan klasik bir kokteyl partisi problemi ve son 50 yılda geniş çapta çalışılmıştır. Bu süreç, normal işiten yetişkinlerde herhangi bir çaba göstermeden, basit bir şekilde gerçekleşir, ancak işitme kaybında, çocuklarda ve yaşlılarda zorlaşır (14).

Maskeleme çalışmaları işitsel literatürde uzun bir geçmişe sahiptir. İnfomasyonel maskeleme ve karşıt kavramı enerjetik maskeleme kavramları ilk defa odyoloji literatürüne Pollack tarafından 1975 yılında Acoustical Society of America toplantısında girmiştir (15). Enerjetik maskeleme, maskeleyicinin hedef ses ile spektro-temporal örtüşmesi nedeniyle hedef bilginin kaybını ifade eder (16, 17). Yani enerjetik maskeleme, hedef ve maskeleyicilerin baziler membran üzerindeki spektral örtüşmesinden kaynaklanırken, infomasyonel maskeleme daha yüksek işitsel seviyelerde gerçekleşir.

İnfomasyonel maskeleme tek bir fenomen olmaktan ziyade, işitsel işlemlenin birçok aşamasından herhangi birinin sonucu olabilir ve algısal gruplama, kaynak ayrımı, dikkat, bellek ve genel kognitif işleme yetenekleri ile yakından bağlantılıdır (15). Son

20 yıldır informasyonel maskeleye ile ilgili çalışmalarda artış vardır (18, 19). Değişik tanımlamalar olsa da pratikte işitsel periferde yani 'koklea veya işitsel sinir seviyesinde' meydana gelen bilinen süreçlerde açık bir açıklaması olmayan maskeleye tanımlamak için kullanılan bir ifadedir (1).

Görsel sistemdeki informasyonel maskeleyenin karşılığı Şekil 2.1.'de sunulmuştur. Şeklin sağ panelinde tekrar eden bir turuncu kare (hedef) modeli, sol panelde turuncu kare olmakla birlikte içinde bulunduğu farklı bağlam (maskeleyici) nedeniyle, neredeyse o kadar belirgin değildir. Dikkat çekici bir şekilde, hiçbir panelde turuncu kareler birbirleriyle denk gelmemektedirler; bu nedenle, etkinin retinanın ötesinde görsel sistemin bazı merkezi seviyelerinden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Göz literatüründe buna patern maskeleye denir (20). Bu patern işitmedeki informasyonel maskeleyenin görsel karşılığıdır. Farklı renkteki kareleri farklı frekanslardaki tonlarla veya farklı konuşmacıların konuşmalarıyla değiştirdiğimizde sonuç temelde aynıdır. Daha geniş bağlamda informasyonel maskeleye işitsel obje formasyon fenomeni (21), ses kaynağı ayırımı (22), işitsel sahne analizi (1) ve kokteyl parti dinleme etkisi (1) fenomenleri ile ilişkilidir.



Şekil 2.1. Görsel sistem informasyonel maskeleye.

Lutfi ve ark.'nın çalışmasından alınmıştır (1).

2.1.1. Tanım ve tarihçe

İnformasyonel maskeleme terimini ilk kez 1975 yılında Acoustical Society of America toplantısında Pollack kullanmıştır (15). Ayrıca enerjetik maskeleme terimini de ilk kullanan Pollack olmuştur. Literatürde enerjetik ve informasyonel maskeleme birbirleriyle bağlantılı anlatılmıştır. Bu nedenle bu iki kavramın ayrımı için ilk olarak enerjetik maskelemenin ne olduğu iyi anlaşılmalıdır.

Maskeleme odyolojide 1920'lerden beri sık çalışılan bir konudur. Wegel ve Lane 1924 yılında yaptıkları çalışmalar sonucunda elde ettikleri bulguların ışığında, santral ve periferik olmak üzere iki tür maskeleme olduğunu belirtmişlerdir. Birincisinin genellikle nispeten küçük ve beyindeki duyunun çatışmasından kaynaklandığını, ikincisinin ise end organdaki uyarıların üst üste gelmesinden kaynaklandığını açıklamışlardır. Santral maskeleme sınırlı miktarda etkili ve her zaman bir dereceye kadar mevcut olabilirken, periferik maskeleme iki tonun kokleadaki baziller membran üzerinde aynı bölgeleri uyarması ile oluşmaktadır. Maskelemenin büyük kısmının periferik maskelemeden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Enerjetik maskelemenin anlamı genellikle periferik maskelemedir. Durlach enerjetik maskelemenin sadece periferde değil daha yüksek bölgelerde de meydana gelebileceğini belirtmiştir (23). Bunun anlamı, belirli bir bölgedeki işitsel nöronlar uyarıldığında aynı nöronları uyarmak için rekabet eden başka uyarıların nöronları yeterince uyaramayacaktır. Literatürde net olmasa da enerjetik maskeleme teriminden anlaşılan Pollack'ın ifade ettiği gibi '*critical-band energy-detector model*' olan kritik band filtresi modelidir. Akustik girdinin özelliklerinden bağımsız olarak "internal gürültü" nedeniyle süreçteki bazı değişkenliklerin her zaman mevcut olduğu varsayılmıştır. Bu model gürültüde ton algılanması ile ilgili çalışmaların açıklanması için kullanılmıştır. Ancak daha sonraki çalışmalar bu şekilde tek kanallı enerji modelinin maskelemenin açıklanmasında yetersiz kalacağı birkaç sonucu ortaya çıkarmıştır (24).

Konuşma tanıma konusunda, anlamlı konuşmalardan oluşan çok sayıda rakip mesajın varlığında sözlü bir mesajın algılanmasının, nonverbal maskeleyicilere göre daha zor olduğu Carhart ve ark tarafından 1960'lı yıllarda belirtilmiştir. Bu ek interferansa algısal maskeleme adını vermişlerdir ve kognitif interferans teriminin de kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Daha sonra Pollack periferik ve santral maskelemeyi tanımlamak için enerjetik ve informasyonel maskeleme terimlerini kullanmıştır. 1987

yılında Neff ve Green rekabet eden seslerdeki belirsizlik faktörünü ve bunun informasyonel maskeleme oluşumundaki rolünü incelemişlerdir (25).

2.1.2. İnfomasyonel maskeleme ölçüm metodları

İnfomasyonel maskelemeyi incelemek için ilk çalışmalarda multi-ton maskeleme paradigması kullanılmıştır. Son yıllarda ise infomasyonel maskeleme araştırmalarında konuşma materyalleri kullanılmaktadır.

İnfomasyonel maskelemeyi tanımlamanın bir yolu referans olarak enerjetik maskeleme miktarını kullanmaktır. Bu nedenle, en azından, çok çeşitli uyarılar için performansı doğru bir şekilde tahmin edebilen kesin bir enerjetik maskeleme modeli veya yalnızca enerjetik maskelemenin mevcut olduğundan emin olunabilecek bir ölçüm prosedürü, infomasyonel maskelemeyi kantitatif hale getirmeye yardımcı olacaktır. Referans olarak enerjetik maskelemeyi kullanarak infomasyonel maskelemeyi tanımlamak, hem enerjetik maskelemenin net bir tanımını hem de enerjetik maskelemeyi tahmin etmenin doğru yollarını (örneğin, modelleme veya deneysel çalışma ile) gerektirir. Bugüne kadar, enerjetik maskelemeyi açıklamak için önerilen çoğu model, çeşitli koşullarda maskeleme gözlemlerine dayanan Fletcher'in belirttiği gibi psikoakustik modellerdir (15).

İşitsel sinir düzeyinde enerjetik maskelemeyi karakterize etmek için çalışmalar yapılmıştır (26). İnfomasyonel maskeleme deneylerinde kullanılacak yeterli hassasiyette kantitatif belirleme yapabilecek model veya ölçüm tekniklerine sahip değiliz. Bu konuda hız, senkronizasyon, frekans çakışması algılaması, envolop fluktuasyonları gibi fizyolojik zorluklar mevcuttur (27). Belirsizliğin minimum olduğu koşullarda bile enerjetik olmayan maskelemenin mevcut olduğuna dair bazı göstergeler vardır. Enerjetik maskeleme deneysel olarak veya modelleme yoluyla iyi tanımlanamazsa, infomasyonel maskelemeyi enerjetik maskelemeye referansla tanımlamak da sorunlu olacaktır. ANSI'nın 1994 standartlarına göre maskeleme derecesi ile ilgili tanım 'Bir sesin diğer ses tarafından maskelenme derecesi genellikle iki eşik ölçülerek belirlenir' şeklindedir (28). Maskeleme tanımı tarihsel olarak periferik, santral, backward, forward, algısal, tanıma, uzak, kontralateral uzak gibi değişik şekillerde kombinlenmiştir. Bu değişik kombinlenmiş

formlar enerjetik ve informasyonel maskelemeyi içermesine rağmen maskelemedeki temel düşünce bir sesin başka bir sesin işitilmesini ya da işlenmesini engellemesidir. Eski maskeleme çalışmalarında hakim görüş gürültü ya da diğer tonlar tarafından maskelenen tonların saptanmasıydı ve kokleada örtüşen uyarma paternlerinin maskelemenin fizyolojik temeli olduğu düşünülmekteydi. Ancak kokleada örtüşen uyarma paternleri ile açıklanamayan maskelemelerin de olduğu görülmüştür. Buna rağmen bu maskeleme tipinin hem pratik hem de teorik zeminde açıklanması güçtür. Chart ve ark. 1969 yılında yaptıkları maskeleme çalışmasında deneklerin konuşma içeren maskeleyici ve gürültü modilasyonu kombinasyonunda veya iki ayrı konuşma maskeleyicisinden, bu maskeleyicilerin sumasyonundan beklenenden daha fazla miktarda maskelendiklerini bulmuşlardır ve anlamlı konuşma içeren çoklu konuşmacıların yer aldığı maskeleyicilerin kombine maskeleyici spektrumunun basit cebirsel toplamından daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır (15). Buradaki ek maskeleme olayına algısal maskeleme adını vermişlerdir ve kognitif interferans ile açıklamışlardır. Algısal maskeleme olayının sadece konuşma içeren maskeleyicilerde olduğunu ve konuşma maskeleyicisinin konuşmanın semantik veya linguistik faktörlerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Pollack ise periferel/enerjetik maskeleme ve santral/informasyonel maskeleme ayrımını 1975 yılında belirtmiştir.

2.1.2.1. Multi-ton maskeleme paradigması

Eş zamanlı multi-ton maskeleme paradigması ilk kez Neff ve Green tarafından kullanılmıştır. Frekans açısından rastgele sunulan maskeleyici tonlar iki şekilde sunulur; maskeleme tonları bir kez tek başına ve bir kez hedef tonlarla birlikte sunulur (25). Hedef ton çevresinde korunan bir frekans aralığı tanımlanır ve maskeleyici ton frekanslarının bu aralığın içine girmesine izin verilmez. Buna hedef ton çevresindeki **kritik band** denilmektedir. Bu korunan bölgenin amacı enerjetik maskeleme miktarını en aza indirmektir. Neff ve Green'in ilk sorusu şuydu: Gürültü yaratmak için kaç maskeleyici ton gerekli? Her aralıkta maskeleyici tonlardan N rastgele örnek üretmek için bir frekans bant genişliğinde ardışık olarak meydana gelen Gauss gürültüsündeki farklı tonlar kullanılmıştır (25). Tüm örneklerde, hedef tonun frekansı sabitlenmiş ve 250, 1000 ve 4000 Hz'lik üç sabit hedef frekansından denemeler elde etmişlerdir. Kritik bant enerji dedektörü modeline göre, frekansı hedef tonların kritik bandının dışında olan az sayıda bileşenden oluşan

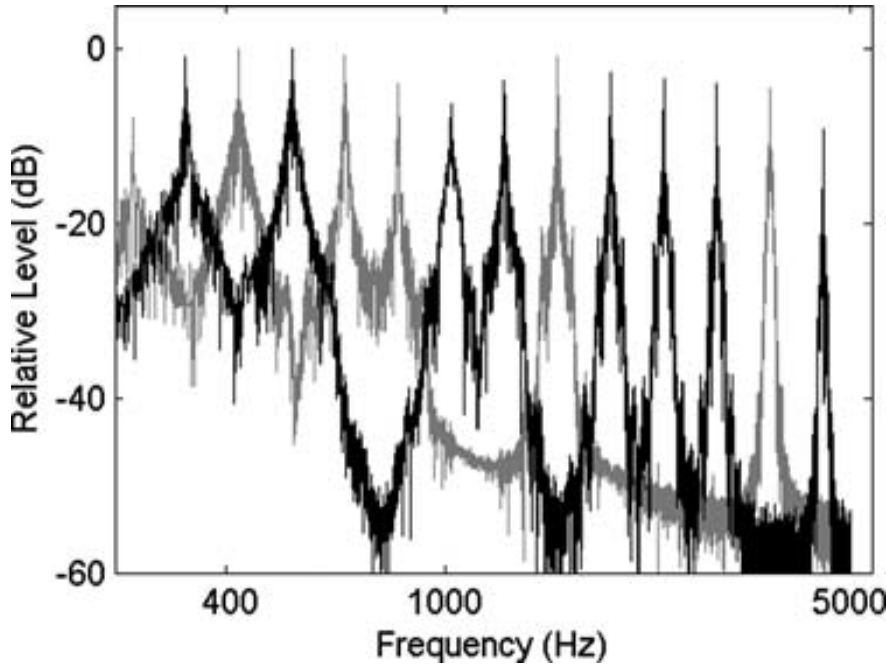
maskeleme tonlarında çok az maskeleme gözlemlenmesi bekleniyordu, çünkü maskeleyici bileşenlerinin hedef tonu enerjetik olarak maskelemesi için bu frekans bölgesinin yanına girme olasılığı çok düşüktü. Aksine maskeleme tonlarının bileşenlerinin çok düşük olduğu (yaklaşık 10 bileşen) durumda önemli miktarda maskeleme (yani hem 1 hem de 4 kHz frekansları için yaklaşık 50 dB) saptanmıştır. Ek olarak, maksimum maskeleme miktarı bekledikleri; maskeleyici en fazla bileşeni içeren durumda yani gerçek Gauss gürültüsünde maskeleme daha az olmuştur. Sonuç olarak çok az maskeleyici bileşen olduğunda (örneğin 10'dan az bileşen), informasyonel maskeleme baskındır; aksine, maskeleyici bileşenlerin sayısındaki artışla (örneğin, 100'den fazla bileşen), gözlenen maskelemenin neredeyse tamamı enerjetik maskelemedir. Bu koşullar arasında bir plato bölgesi vardır, bu da 10–100 bileşenin önemli bir belirsizlik (informasyonel maskelemede önemli bir faktördür) üretmek için algısal olarak yeterli olduğu ve aynı zamanda önemli miktarda enerjetik maskeleme üretebileceği anlamına gelir. (29)

Kidd ve ark. multi-ton maskeleme paradigmasını kullanarak başka bir yöntem kullanmışlardır. Hedef ve rekabet eden uyarının algısal ayrımının informasyonel maskelemeyi azaltabileceğini göstermek için bu yöntemi kullandılar. Her aralıkta bir dizi multi-ton patlama kullandılar. Yöntemde multiple bursts-same (MBS) ve multiple burst different (MBD) olmak üzere iki tür maskeleyici dizi kullanmışlardır (29). MBS, 200-5000 Hz frekans aralığında (hedef tonun kritik bandı içinde değil) rastgele seçilen frekanslara sahip sekiz burst ve 1000 Hz sabit frekanslı bir hedef tondan oluşur. Maskeleyici tonların frekans özellikleri tüm aralıklarda sabit kalır. MBD modu, frekans aralığı random olarak seçilen, intervallerin arası benzer olmayan sekiz burst ve her yeni burst de sekiz interval içerir. MBS'de, hedef ton frekansının davranışı da maskeleyicilerinkine benzerdir ve her aralıkta fluktuasyon gösterir, ancak hedef ton frekansı MBD'de sabit kalır. Diğer bir deyişle, MBS modu, hedef ve maskeleyici tonların aynı davranışını gösterir ve MBD modu, bu iki tonun farklı davranışını gösterir. Çalışmanın sonucunu; *“1) MBS modunda, hedef ton frekansında üretilen titreşim, yeni bir işitsel akımın oluşmasına yol açar ve maskeleme miktarını 20 dB'e düşürür; 2) MBD modunda, hedef ton frekansına eklenen titreşim, maskeleme miktarında yaklaşık 10 dB'lik bir artışa yol açar. Bu nedenle, üretilen informasyonel maskeleme miktarı büyük ölçüde hedef ve maskeleyici tonların benzerliğine bağlıdır; 3) MBD'de, MBS ile karşılaştırıldığında, maskeleyici frekansını değiştirmek ve hedef ton frekansını korumak işitsel bir akış oluşturur. Bu nedenle, MBS modundan elde edilen maskeleme miktarı, MBD modundan elde edilenden yaklaşık 25 dB daha fazladır.*

Bu nedenle, MBS modunun neden olduğu maskeleye algısal gruplandırmanın önemini gösterdiği söylenebilir.” şeklinde raporlamışlardır (29).

Dikkat, gruplama ve ayırma, hafıza ve genel işleme kapasitesi gibi faktörlerin hepsi informasyonel maskelemede rol oynayabilen faktörlerdir. Durlack ve ark. hedef sesin nöral sunumu ve fizyolojik bölgesi ile yeterli bilgi olsa bile insanlarda hedef sesin yine de maskelendiği durumlarda informasyonel maskelemeden söz edileceğini belirtmişlerdir. Hedefin sunumu fizyolojik seviyede yeterli ise ve enerjetik olarak maskelenmemişse bile daha üst merkezlerde maskelenebileceğini belirtmişlerdir. Kidd ve ark. çok dar bir frekans bandından oluşan hedef konuşmanın ve çok dar ve karşıt bir frekans bandından oluşan konuşma maskeleyicisinin olduğu konuşma tanıma prosedürü kullanarak bir çalışma yapmışlardır (Şekil 2.2.). Hedef ve maskeleyicinin karşı kulağına eş zamanlı geniş band gürültü verdiklerinde performans etkilenmemiştir. Ancak karşı kulağa gürültü, konuşma maskeleyici frekanslarına karşılık gelen dar frekans bandında sunulduğunda; maskeleyici konuşma bandına benzediği için konuşma maskeleyicisinin etkinliğinin önemli oranda azaldığını bulmuşlardır. Bu durumu konuşma maskeleyicisi ve kontralateral gürültü bandlarının binaural inputların girdiği bölgede birbirlerine eklenmesi ile açıklamışlardır (30). Bu durumun binaural sumasyon dışında diğer açıklaması ise informasyonel maskelemenin bir başka olası nedeni olan hedef sesi temsil eden nöral öğelerin outputlarının belirli bir fizyolojik bölgedeki alakasız uyarıları temsil eden öğelerle kombinasyonudur (veya "gruplanması"). Bu durum hedef ve maskeleyicinin belirli bir uyaran boyutu boyunca "karışık" olması ve eşzamanlı olarak sunulması gibi çeşitli nedenlerle olabilir. Ayırıştırma yetersizliğinden kaynaklı informasyonel maskeleye nedeni Kidd ve ark tarafından bir çalışmada belirlenmiştir (31). Bir harmonik kompleks, rastgele frekanslı dört bileşenli bir maskeleyici tarafından maskelenmiştir. Hem hedef hem de maskeleyici aynı anda tek bir kulağa sunulduğunda, tek bir işitsel nesne olarak algılanmıştır. Ancak maskeleyici karşı kulağa da sunulduğunda farklı iki ses algılanmıştır: hedef ses test kulağında işitilmiş, maskeleyici ise orta hatta yakın algılanmış ve dinleyicinin hedefin harmonik özelliğini ayırt etme yeteneği önemli ölçüde artmıştır. Bu bulgular kontralateral maskeleyici tarafından hedef hakkında ek bilgi sağlanmamış olsa bile görevi çözmek için monoaural durumda yeterli bilgi olduğunu ve dikkatin muhtemelen tamamen monoaural uyarana odaklandığını göstermektedir. Hedef ve maskeleyici zorunlu olarak gruplandığından iki ses ayırtedilememiş, ancak maskeleyici dikotik sunum ile hedeften ayrıldığında, hedefin temsilinin maskeleyicinin temsilinden

ayrılabilirliğinden performansta önemli bir gelişme olmuştur.



Şekil 2.2. Hedef konuşma ve karşıt frekans bandında konuşma maskeleyicisi

Çok dar bir frekans bandından oluşan hedef konuşmanın ve çok dar ve karşıt bir frekans bandından oluşan konuşma maskeleyicisinin olduğu konuşma tanıma prosedürü. Siyahlar hedef konuşma, griler maskeleyici, (farklı bandları kullanıyorlar). Kidd ve ark. yaptıkları çalışmadan alınmıştır. (30)

Durlach ve ark. informasyonel maskelemenin ayrıca belirli bir fizyolojik bölgedeki mevcut nöral elemanların artırmak ya da baskılamak amacıyla yanlış seçilmesinden de kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Örneğin, hem hedef hem de maskeleyici belirli bir bölgede tam olarak temsil edilmişse, ancak hedefi temsil eden öğelerin tepkileri azaltılmış veya ortadan kaldırılmışsa, uyarının sonraki işlenmesinde hatalar meydana gelecektir. Bu durumda hatalar, hedef ve maskeleyicinin ayrılmaz şekilde birleşmesinden değil, hedefe verilen yanıtın bastırılmasından ve daha yüksek nöral seviyelere ulaştırılmamasından kaynaklanmaktadır. Birçok çalışmada frekans gibi basit bir stimulus için denegün beklentisinin etkili olabileceği saptanmıştır. Çok konuşmalı ortamlarda konuşma tanıma gibi daha yüksek seviyeli görevler, beklentiden ve yanlış yönlendirilmiş dikkatten önemli ölçüde etkilenebilir (32, 33). Bu nedenle yanlış yönlendirilmiş dikkat, nöral sunum yeteri kadar iyi olsa bile performansta hatalara neden olabilir.

Ses dizileri için maskeleyici stimulus nedeniyle ardışık bağlantılar arasında kayıplar olabilir. Bilginin birbirleriyle bağlantılı olması gereken bağlantılı konuşmalarda maskeleyici stimulus nedeniyle bağlantıda kayıplar informasyonel maskelemeye neden olabilir (33). Ayrıca cümle tanıma görevinde rapor edilen anahtar kelimelerin hedef ve maskeleyici kelimelerin karışımı olduğu 'karıştırma hataları' hedef konuşmalar maskeleyiciden ayıramadığı durumlarda oluşur. Ayrımdaki bu bozulma zaman içinde hedef konuşmacının vokal özelliklerini takip edememe veya belki de dikkat odağını yanlış mekansal konuma yönlendirme gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmış olabilir. Bu konuda dikkat odağının önemi Carlyon ve ark. tarafından belirtilmiştir (34).

Seslerin bellekte kısa süreli depolanması ve geri alınması sırasındaki sınırlamalar veya depolanan seslerin işlemlenmesindeki kesintiler de informasyonel maskelemeye neden olabilir. Bir konuşma sesinin hafızada algı öncesi depolanıp işlemlenmesi bu sesin hemen arkasından sunulan diğer ses (backward tanıma maskelemesi) tarafından kesintiye uğrayabilir (35). Conway ve ark. tarafından bu konuda yapılan bir çalışmada, hedef konuşmanın bir kulağa, bu konuşma ile ilgisiz başka bir konuşmanın diğer kulağa verildiği ve ilgisiz konuşmayı önemsememesi istenen denekler, ilgisiz konuşma içinde kendi isimleri geçtiğinde bazı deneklerin performansında düşüş yaşamışlardır (36). Bu çalışmadaki kontralateral interferansa duyarlılık muhtemelen relatif daha düşük working memory kapasitesine sahip bireylerde gerçekleşmiştir. Bu da bu tür dinleyicilerin dikkati dağıtan alakasız seslerin varlığında hedef seslere seçici olarak daha az katılabildiklerini düşündürmektedir.

2.1.3. İnfomasyonel maskeleme ve Konuşmayı tanıma

Farklı konuşmacıların varlığında belirli bir konuşmacının konuşma algısı çok karmaşık bir süreçtir ve kişinin algısı çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Zorlu gürültülü ortamlarda konuşma algısının önemi göz önüne alındığında, konuşma tanıma ile ilgili çeşitli çalışmalarda informasyonel maskeleme ölçümü araştırılmıştır (32, 37). İlk olarak Brungart tarafından zorlu seçim konuşma tanıma testi kullanılarak birden fazla konuşmacıdan oluşan maskeleme deneyleri, hedef sinyali rakip maskeleyicilerden ayırmak için en etkili deneylerdir (32). Bolia ve ark. tarafından geliştirilen komut cümlelerinin yer aldığı testte (kırmızıya git vb. komut cümleleri, renk ve rakamları içeren) bu

deneylerden biridir (37). Bu cümleler dört kadın ve dört erkek tarafından konuşulmaktadır. Rekabetçi rastgele maskeleyici cümleler, hedef cümleden farklı renkler ve sayıları içerir. Rakip bir konuşmacı kullanıldığında, hedef ve rakip konuşmacılar arasındaki benzerliğe dayalı olarak performansta büyük farklılıklar olduğu, öyle ki farklı cinsiyetlere sahip konuşmacılar kullanılıyorsa en az benzerliğin gözlemleneceği gösterildi. Brungart tarafından bu düzenek rakip konuşmacıların sayısının etkisi, rakip konuşmacının benzerliğinin etkisi, binaural ve uzamsal işlemede etkisi ve konuşma ve konuşma dışı maskeleyicilerin etkilerinin araştırılması amacıyla çok sayıda çalışmada kullanıldı (32). Bu çalışmalardan en ilginç Brungart ve Simpson tarafından yapılan çalışmadır (38). Hedef konuşmanın bir kulağa sunulması ve rakip konuşmanın karşı kulağa sunulması koşullarında bireyin puanlarını ölçtüler. Kontralateral rekabet konuşması performansı etkilemedi. Bir sonraki adımda hem hedef hem de rakip konuşma materyalleri aynı kulağa sunuldu. Bu durumda hedef konuşmanın rakip konuşma ile yarışmasının oranına bağlı olarak hedef konuşmanın tespiti zorlaştı. Son adımda, bir kulağa hedef konuşma, karşı kulağa rakip bir konuşma ve hedef cümlelerin sunulduğu kulağa eş zamanlı ilgisiz bir cümle sunuldu. Bu durumda, bireysel performans önceki iki koşuldan daha kötüydü. Daha sonra, Brungart ve Simpson başka bir çalışmada, ipsilateral rakip konuşmanın semantik içeriğinden kaynaklanan belirsizliğin, kontralateral rakip konuşmanın içeriğinden çok daha önemli olduğunu belirtmişlerdir (39). Bu etkinin, dinleyicinin ipsilateral bir ayırma görevi gerçekleştirirken her iki kulağa gelen ayrı inputları ayırarak tutma konusundaki sınırlı yeteneğiyle ilgili olduğu sonucuna varmışlardır.

2.1.4. İnfomasyonel maskelemedeki farklılıklar

2.1.4.1. Eğitim

Klasik bilgiler ile işitsel sistem bir veya birden fazla filtrenin seçilebildiği ve diğer alakasız filtrelerin output'unun göz ardı edilebildiği bir dizi tandem bant geçiren filtre olarak düşünülebilmektedir. Eğer bu düşünce tam olarak doğru olsaydı ve mükemmel bir doğrulukta yapılabilseydi multi-ton maskeleme testlerinde gözlenen maskeleme sadece enerjetik maskeleme olurdu. Dinleyicilerin bu görevi yapmak için eğitilmesinin mümkün olup olmadığı ve infomasyonel maskelemenin eğitimle tamamen ortadan kaldırılabilir olup olmadığı çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda infomasyonel

maskelemeye duyarlılık açısından kişisel farklılıklar enerjetik maskelemeye göre daha fazla bulunmuştur (40). Multi-ton maskeleme deneylerinin bir oturumunda yüzlerce deneme yapılmasına ve bireylerin test prosedürüne alıştırılmasına rağmen, maskelenmiş eşiklerde bir azalma saptanmamıştır.

Neff ve Callaghan 2 ve 10 maskeleme komponenti içeren multi-ton kullanarak dört kişi üzerinde çalışma yapmışlardır. Deneme sayısının bir fonksiyonu olarak bireylerin eşiklerini belirlemişlerdir. Değerlendirilen dört denekten birinde, ilk 100 deneme sırasında iki maskeleme bileşeni olan yöntemde maskelenmiş eşiklerde büyük bir düşüş olmuştur. Bu denek 10 bileşenli maskelemede eşik değerinde hafif bir düşüş göstermiştir. Ancak, diğer üç denekte eşik değerinde önemli bir azalma saptanmamıştır. İnfomasyonel maskelemeye duyarlı olmanın basit bir eğitimi tekrarlayarak üstesinden gelinemeyecek şekilde birçok bireysel farklılık içerdiği sonucuna varmışlardır (41). Neff ve Dethlefs'nin infomasyonel maskelemeye yüksek duyarlılığa sahip olduğu tespit edilen beş kişinin sonuçlarını inceleyerek bildirdikleri benzer bir bulgu daha vardır. Neff ve Dethlefs infomasyonel maskelemeye yatkınlık ile zaman içindeki iyileşme miktarı arasında bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Çalışılan konuların bazılarında, kapsamlı eğitim sonucunda zaman içinde önemli bir gelişme tespit edilmiştir. Bazı insanlarda infomasyonel maskeleme uzun süreli eğitim ile azaltılabilmektedir (özellikle az sayıda uyaran bileşeni olan maskeleyicilerde). Bununla birlikte, çoğu insan için, eşiklerinin yüksek veya düşük olmasına bakılmaksızın, performans zaman içinde sabittir (40). Bu varsayımla ilgili olarak, Oxenham ve ark. deneyimli müzisyenlerde infomasyonel maskelemeye duyarlılığı araştırmıştır. Eğitilmiş müzisyenlerin, eğitimsiz akranlarına göre infomasyonel maskelemeye daha az duyarlı oldukları sonucuna varmışlardır (42). Swaminathan ve ark. müzik çalma geçmişinin de infomasyonel maskelemeyi azaltacağını göstermişlerdir (12). Başka bir çalışmada, Dai ve ark. 24 normal işiten genç ile yaptıkları çalışmada eğitimin infomasyonel maskelemeye etkisini ölçmüşlerdir. Bunun için yarışan uyaranlar bilgisayar tarafından seslendirilmiş ve bilgisayar ekranında yazılı olarak deneğe sunulmuş, ardından konuşma tanıma testi yapılmıştır. Denekleri rekabet eden gürültünün içeriğine alıştırdıktan sonra daha fazla infomasyonel maskeleme oluştuğunu bulmuşlardır. Dolayısıyla sonuç rekabet halindeki konuşmayı daha fazla anlamının daha fazla infomasyonel maskeleme ile sonuçlanabileceğidir (43).

2.1.4.2. İp uçları

Hedef ses rekabetçi seslere ne kadar benzerse hedef sesi ayırtmak için kullanılacak ipuçları da o kadar çok azalır. İp ucu olarak cinsiyet, uzamsal konum bilgisi, vb. kullanılabilir. Kapsamlı eğitimle karşılaştırıldığında, dinleyicinin dikkatini hedef uyarıcının konumuna çekmenin en önemli yolu, hedef uyarıcının sunumundan hemen önce bir kopyasının sunumudur. İp ucu vererek, muhtemelen herhangi bir varyasyon azaltılır ve daha sonra duyulan hedef sesle karşılaştırmak için uyarının pitch'ini tespit ederek güçlü bir sensoriyel hafıza oluşturulur (44, 45). Hedef ve maskeleyici konuşmalar arasında cinsiyet farkı olması hedef konuşmanın ayrılması için önemli bir ipucu sağlar. Basit akustik özellikler (fundamental frekans, formant özellikleri gibi) kullanılarak ayırım kolay yapılabilir (31, 46). Richards ve Neff, multi-ton maskeleyici kullanarak ipucunun etkileri üzerine kapsamlı bir deney yapmışlardır. Rastgele frekanslı bir seri maskeleyici ile birlikte sabit ve spesifik bir hedef frekansı sunmuşlar ve bir ipucu (hedefin bir kopyasını) vererek, denekler arasındaki maskeleyici miktarının ortalama olarak yaklaşık 5 dB azaldığını gözlemlemişlerdir. Hem hedef hem de rakip maskeleyicinin sıklığı randomize edildiğinde daha da büyük etki (yaklaşık 20 dB) elde etmişlerdir (44). Yine Richards ve ark. hedef, maskeleyici ve hedef+maskeleyici ipuçlarının etkilerini karşılaştırmak için denemeden önce ve sonra sunmuşlardır. İlginç olarak, bireyler maskeleyici tek başına ve denemeden hemen önce sunulduğunda daha iyi performans göstermişlerdir. Bireylere ip ucu olarak maskeleyici sunulduğunda daha iyi bir eşişe sahip olmaları mantıksız görünse de, bireyde maskeleyicideki random değişiklikler belirsizliğe neden olmaktadır. Bu etki periferik süreçlerden (örneğin işitsel sinirin adaptasyonundan) değil de santral bir orijin kaynaklı görünmektedir (45). Bu etki, dinleyicinin, hedef uyararı için bir filtre oluşturmaktan daha hızlı maskeleyiciyi baz alan bir notch-rejeksiyon filtresi oluşturabilmesi nedeniyle olabilir. Durlach ve ark. bu dinleyici stratejisini Dinleyici Min olarak adlandırmışlardır. Dinleyici Min' e kontrast olan Dinleyici Max hedefi maksimize ederek hedef-masker oranını artıran bir dinleyiciyi belirtirken, Min rakip maskeleyiciyi minimize ederek bunu yapmaya çalışan bir dinleyiciyi belirtir (23). Bu potansiyel stratejiler birçok maskeleyici deneyinde kullanılmıştır.

2.1.4.3. Sesin algısal ayrıştırılması

Algısal ayrışmanın informal maskeleyi azaltma üzerindeki etkilerini göstermek için çeşitli yöntemler kullanan birçok çalışma vardır (29, 40, 47, 48). Aslında, informasyonel maskeleye hedefi maskeleyiciden ayırmadaki başarısızlıktan kaynaklanan doğal bir sonuçtur. Bu ifadenin ardındaki mantık, eğer hedef rakip uyarandan ayrı bir işitsel nesne olarak alınırsa, kişi kesinlikle onu tespit edebilir (29). Eşik üstü görevler üzerine yapılan bazı araştırmalarda bu konu tartışılmıştır. Tespit sürecinde hedefin her zaman rakip sestem algısal olarak ayrılmasının gerekmediği ve sadece dinleyicinin hedefin varlığından haberdar olmasının yeterli olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte, yüksek informasyonel maskeleyenin olduğu durumlarda, hedef diğer rakip maskeleyicilerden ayrılarak tespit edilmiştir (10,27).

İnformasyonel maskeleyenin üstesinden gelmek için algısal ayrışma fenomeninin rolünü destekleyen bazı çalışmalar yapılmıştır. Neff ve Dethlefs, multi-ton maskeleye yönteminde uyarıcı özelliklerini modifiye ederek, algısal ayırma oluşumundaki rollerini araştırdılar. Uyarıcı özelliklerini ve sonuç olarak algısal ayrışmanın oluşumunu değiştirmek için şu modifikasyonları kullandılar: a) maskeleyicinininkine kıyasla hedefin süresini azaltmak (200 msn maskeleyicide 10 ve 100 msn hedef); b) hedef ve maskeleyicinin dikotik sunumu; ve c) hedefin kalitatif özellikleri (dar bant gürültü) ile rekabet eden uyarıcı (multi-ton maskeleyici) arasında bir fark yaratmak (40). Genel olarak, maskeleyici bileşenlerin sayısı 8–10'a yükseltilecek informasyonel maskeleye miktarı azaltılmıştır. Aslında, dikotik durum dışında, 100'den fazla bileşene sahip maskeleyicilerde informasyonel maskeleye olmamaktadır. İnformasyonel maskeleye için algısal ayırmanın faydası enerjetik maskeleyeden çok daha fazladır.

Genel olarak, maskeleyici bileşenlerin sayısı (örneğin 100 bileşen) artırılarak enerjetik maskeleyenin informasyonel maskeleyeye oranı artar, bu nedenle 100 bileşenli maskeleyiciler için çok az informasyonel maskeleye vardır (40). Durlach ve ark. algısal ayırma için hedef ve rekabet eden uyarıcıların asenkron başlatılması, rekabet eden uyarıcının frekans içeriğinin tersi yönde frekans içeriği kullanılması, hedef ve rekabet eden uyarıcının dikotik sunumu ve hedef ve rekabet eden ses arasındaki relatif tutarlılığı değiştiren iki tip spektrot temporal paradigma gibi diğer manipülasyonları da kullanmışlardır. Tüm bu koşullar sırasında aradaki yüksek farka rağmen yaklaşık 17 dB'lik

bir ayrışma rapor edilmiştir. Son olarak çalışmacılar, hedef ve rekabet eden uyararı arasındaki benzerlik faktörünün informasyonel maskelemede önemli bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır (47).

2.1.4.4. İşitmenin Uzamsal (Spatial) İşlenmesi

İşitsel sistemin en zorlu görevlerinden olan kokteyl partisi probleminin ortaya çıkmasından bu yana, hedefle aynı yönde veya uzamsal olarak ayrılmış rakip seslerin varlığında hedefin tespiti, ayırt edilmesi ve tanınması için bazı çalışmalar yapılmıştır. Neredeyse tüm durumlarda, denekler, seslerin bir arada bulunduğu zamana kıyasla, hedefin rekabet eden uyarılardan uzamsal olarak ayrılmasıyla daha iyi performans göstermiştir (49-51). Performanstaki bu iyileşme genellikle binaural işleme sürecinde maskelemeden uzamsal olarak kurtulmadan kaynaklanmaktadır (49). Binaural işleme, dinleyicinin hedef ve rekabet eden sesleri uzamsal olarak ayırmasını ve sonuç olarak hedef kaynağını lokalize ettikten sonra işitsel sahneyi analiz etmesini sağlar. İşitsel işlemler işitsel sahneyi analiz ederek ve sonunda hedefi rakip uyarıdan ayırarak oluşturulur (50). Binaural işleme sesin kaynağını bulmak için seslerin her iki kulağa ulaşmasındaki zaman farkı veya seviye farkı ipuçlarını kullanır. Binaural analizlerde, ya hedef sesin amplifikasyonu güçlendirilir ya da rekabet eden uyarıcının temsili zayıflatılır. Bu yolla informasyonel maskelemeden uzamsal yollar ile kaçınılmış olunur (49, 50). İşitsel uzamsal işleme sırasında hem enerjetik hem de informasyonel maskeleme azaltılsa da hedef ve rekabet eden stimulusun uzamsal olarak ayrıştırılmasında informasyonel maskeleme enerjetik maskelemeden daha fazla azaltılmış olunur. Bu nedenle Yost ve ark.'nın sonuçlarına göre informasyonel maskelemeden kaçınmada en önemli ipucunun hedef ve yarışan uyarının uzamsal olarak ayrılması olduğu söylenmiştir (49). Bir diğer ilginç nokta, normal işiten genç erişkinlerde, hedef ve rakip uyarılar arasında yüksek benzerlik olması durumunda, düşük benzerlik durumuna kıyasla maskelemenin azaltılması için daha fazla uzamsal bilgiden yararlanılacağıdır (51).

2.1.4.5. Yaşın informasyonel maskelemeye etkileri

Literatürde dikkati işitsel bir kaynağa odaklama ve diğer kaynakları görmezden gelme açısından yaşın rolünü inceleyen az sayıda kaynak bulunmaktadır. Hem çocuklarda hem de yaşlılarda başka bir ses varlığında hedef sesin ayrımı zorlaşmaktadır.

2.1.4.5.1. Çocuklarda informasyonel maskeleme

Diğer ses kaynaklarının varlığında belirli bir ses kaynağına dikkat edilmesi ve uzamsal olarak işlenmesi çocukların eğitimsel ve sosyal ortamlarda başarılı olmaları için çok önemlidir. Çocukların rekabet eden ses kaynakları varlığında dikkatlerinin oldukça dağıldığı gösterilmiştir (47, 48). Allen ve Wightman, hedef ve maskeleyici frekanslarındaki belirsizliğin 3–5 yaş arası çocuklarda ve yetişkinlerdeki etkilerini araştırmışlardır. Onlar çocukların dikkatlerini belirli bir frekans üzerine yoğunlaştıramadıklarını varsayımlarıdır ve tüm durumlarda çocukların eşiklerini erişkinlerden daha yüksek saptamışlardır. Ayrıca maskeleyici frekansında belirsizlik olduğunda çocuklarda informasyonel maskeleme insidansını daha yüksek bulmuşlardır. Çocukların dikkati odaklamaktan sorumlu olan santral merkezlerinin olgunlaşmamış olması nedeniyle zayıf dinleyiciler olduğu sonucuna varmışlardır (52).

Oh ve ark. çocuk ve yetişkinlerde multi-ton maskeleme yöntemini kullanarak maskelenmiş eşikleri incelemişlerdir. Çocuklardaki eşikler, maskeleyici bileşenlerin sayısına ve maskeleme türüne bağlı olarak değişmiştir. Daha fazla maskeleyici bileşen kullanılması durumunda (yüksek enerjetik maskeleme) hem çocuklarda hem de erişkinlerde benzer maskeleme düzeyi bulmuşlardır. Ancak daha az maskeleyici komponent varlığında çocukların maskeleme miktarı erişkinlerden daha fazla olduğu bulunmuştur. En az maskeleyici komponentin olduğu durumda iki grup arasında 50 dB fark bulunmuştur. Bu farkın anatomik ve fizyolojik olgunluğa ve çocukların işitsel band filtre genişliğine bağlanamayacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle çocuklarda informasyonel maskelemenin daha fazla olmasının seçici dikkat yeteneklerinin az olması ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir (53).

Whightman ve Kistler, ipsilateral rekabetçi cümle varlığında 4-16 yaşındaki çocuklarda komut cümleyi anlama eşiklerini ölçmüşlerdir ve çocukların daha yüksek hedef-maskeleyici oranına ihtiyaç duyduklarını saptamışlardır. İpsilateral sunumda çocuklarda informasyonel maskeleme ile birlikte eşiklerde yaklaşık 15 dB artış bulunmuştur. Rekabetçi cümlelerin kontralateral sunumunda ise 5 dB artış saptanmıştır. Çocuklarda seçici dikkat yeteneklerinin yetişkinlerden daha zayıf olduğu ve çocukların informasyonel maskelemeye daha duyarlı olduğu sonucuna varmışlardır (54). Yaşam boyu informasyonel maskelemeye duyarlılığın tespit edilmesi için yaşlı gruplarda da çalışmalara ihtiyaç vardır.

2.1.4.5.2. Yaşlılarda informasyonel maskeleme

Yaşlıların çoğu gürültülü ortamlarda konuşma algılamasından şikayetçidir. Zayıf konuşma algılaması periferik işitme kaybı ve kognitif bozulma ve işleme problemlerinin bir sonucudur. Yaşlı dinleyicilerin konuşma algılama problemlerinde bu faktörlerin her birinin rolünü belirlemek zordur. Normal işiten yaşlıların çoğunda bile konuşma algılama ile ilgili şikayetler vardır (55). İşitme kaybından bağımsız olarak yaşlanmanın informasyonel maskeleme üzerindeki etkilerini araştırmak için Rajan ve Cainer, 250–4000 Hz frekans aralığında normal işiten 20–69 yaşındaki denekleri kullanmışlardır. Bu katılımcılar beş yaş grubuna ayrılmışlardır. Cümle ve rekabetçi olarak iki tip gürültü (babble gürültü ve speech-shaped gürültü) kullanarak deneklere gürültüde konuşma algılama testi uygulanmıştır. Enerjetik maskeleme oluşturmak için speech-sahpe gürültü, informasyonel maskeleme oluşturmak için sekiz konuşmacılı babble gürültü kullanmışlardır. Babble gürültüde en yaşlı grubun (59-69 yaş) diğer gruplara göre cümle tanıma skorları daha düşük bulunmuştur. Daha fazla bilişsel yüke neden olan maskeleyici kullanılması durumunda, 60 yaş üstü kişiler, cümlelerin %50'sini tespit etmek için daha yüksek sinyal gürültü oranlarına ihtiyaç duymuştur. Altmış yaşın üzerindeki kişilerin, bilişsel işlemedeki düşüş ve dolayısıyla akustik ve fonetik ipuçlarını kullanma yeteneğindeki azalma sonucunda hedef konuşmanın arka plan gürültüsünden ayırmasında bozulma olduğu sonucuna varmışlardır (56). Amiri ve ark. normal işitmeye sahip genç ve yaşlılarda yaptıkları çalışmada, yaşlıların konuşma algılama yeteneğinin anlamlı arka plan gürültüsünde belirgin azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca yaşlılarda sinyal gürültü oranının azalmasının algılama yeteneğini anlamlı azalttığını bulmuşlardır (57).

Birçok araştırmacı informasyonel maskelemenin enerjetik maskeleme ile karşılaştırıldığında daha yüksek kognitif yüke neden olduğu için, yaşlıların genellikle gençlerden daha düşük konuşma algısına sahip olduğu sonucuna varmıştır (58, 59). Bu çalışmalarda genç (<30 yaş) ve yaşlı (>60 yaş) grup konuşma algılama açısından karşılaştırılmıştır. Goossens ve ark. ise informasyonel maskelemenin orta yaşı nasıl etkilediğini araştırmak için 20-80 yaş aralığındaki normal işitmeye ve normal kognitif fonksiyona sahip olan katılımcıları genç, orta ve yaşlı olarak üç gruba ayırmıştır. Çalışmanın ana hipotezi tüm yaş gruplarında benzer enerjetik maskeleme olduğu ve informasyonel maskeleme nedeniyle yaşlılarda konuşmayı algılamada anlamlı azalma olacağıdır. Yaşlı grupta hem enerjetik hem de informasyonel maskeleme nedeniyle konuşma algılama diğer gruplardan daha kötü bulunmuştur, ayrıca informasyonel maskelemedeki artışın enerjetik maskelemeye göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (60). nemli nokta enerjetik maskelemede konuşma algısında en önemli faktörün işitme kaybı olması, informasyonel maskelemede ise konuşma algısındaki düşüşün işitme kaybından bağımsız olmasıdır. Yaşlı yetişkinlerde yaşlanmanın zayıf konuşma algısı üzerindeki etkilerinin temporal işlemlerdeki eksiklikten kaynaklandığını düşünmüşlerdir ve yaşlı yetişkinlerin konuşmaları kaçırmasını önlemek için rehabilitasyon programlarının kalitesinin önemini vurgulamışlardır (60). Genç ve yaşlıların incelendiği başka bir çalışmada konuşmayı anlama performansı rekabetçi gürültüler kullanılarak test edilmiş ve rekabetçi gürültü ne kadar fazla ise informasyonel maskelemenin o kadar fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yaşlıların daha düşük performansı, kelime tanımadaki bilişsel yeteneklerindeki yaşa bağlı düşüşe bağlanmıştır (61).

Helfer ve ark. rekabet eden konuşma varlığında hedef konuşmayı tespit etmede yaşın rolünü inceleyen çalışmalarında normal işiten yaşlıların, hedef ve rakip konuşma arasında yüksek benzerlik olması durumunda genellikle daha fazla sorun yaşadığını tespit etmişlerdir (62, 63). Helfer ve ark. 'nın 2016 yılında yaptıkları çalışmada, genç, orta yaş ve yaşlı katılımcılardan, eş zamanlı verilen hedef konuşmayı rekabetçi konuşmadan ayırt etmelerini istemişlerdir. Rekabetçi konuşmayı kognitif işlemlerin daha fazla olacağı hedef konuşma ile ipsilateral ve işlemlerin daha az olacağı kontralateral yolla vermişlerdir. Genç ve yaşlı dinleyiciler arasındaki en büyük fark, hedef konuşmaya çok benzeyen rekabetçi konuşmanın bilateral sunumunda görülmüştür. Genç grupla karşılaştırıldığında, yaşlı dinleyicilerin hedef konuşmayı tanımak için daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaı olmuştur. Sadece bir kulağa rekabet eden uyarının sunulması

durumunda, her üç yaş grubu için de informasyonel maskelemede hemen hemen benzer oranda azalma tespit edilmiştir (63).

2.1.4.6. İnfomasyonel maskeleme ve işitme kaybı

Periferik işitme kaybı olan kişilerin, normal işitenlerle karşılaştırıldığında, informasyonel maskelemeye farklı duyarlılığı olabileceğini ve maskelemeden kurtulmak için farklı ipuçlarını kullanabileceği düşünülmüştür. Periferal mekanizmadaki azalmış sensitivite, kompresyon veya daralmış işitsel filtre gibi bu farklılıkların ne derecede işlemeye katkısı olacağı incelenmiştir (64, 65). Sensörinöral işitme kaybında yapılan iki adet multi-ton maskeleme çalışmasında sensörinöral işitme kaybının informasyonel maskelemeye duyarlılığı artırmadığı ve normal işitmeli bireyler ile karşılaştırıldığında işitme kayıplı bireylerin daha az informasyonel maskelemeye sahip olduğunu tespit etmişlerdir (64, 65). Alexander ve Lutfi'nin yaptığı çalışmaya göre CoRE modelinin işitme kayıplı bireylerdeki azalmış dinamik range nedeniyle bu sonucu tahmin edebileceği belirtilmiştir (65). Bu modele dayanarak, periferal filtrelerin output değişkenliği artırılarak informasyonel maskeleme miktarının artacağı düşünülmüştür. Bu değişkenliğin çoğu, maskeleyici bileşenlerin filtrede bulunduğu denemelerin output seviyeleri ve maskeleyici bileşenlerin filtrede bulunmadığı denemelerdeki output seviyeleri arasındaki farktan kaynaklanır. Maskeleyici komponentlerin filtrede bulunmadığı modda, filtre outputu çok düşük olacaktır. İşitme kaybı sonucu bireyin eşikleri yükselmiş ve filtre output seviyesinin range azalmışsa, tahminen informasyonel maskeleme miktarı da azalacaktır (18). Genel olarak, işitme engelli kişilerde daha geniş işitsel filtreler nedeniyle geniş bant spektrumlu uyarıların periferik işitsel sistemde birbirleriyle daha fazla etkileşime girebileceği ve dolayısıyla daha fazla enerjetik maskelemeye sahip oldukları sonucuna varılabilir. Öte yandan, bahsedilen çalışmalarda, birçok farklı uyaran tarafından indüklenen enerjetik maskelemenin artmasıyla informasyonel maskeleme miktarının daha fazla azaldığı gösterilmiştir (64, 65).

2.1.4.7. Konuşmanın ayrılmasında dikkatin rolü

Dikkat, hem aşağıdan yukarıya (bottom-up) sensor bilgi (örneğin, yeni bir uyarın tarafından dikkatin yakalanması), hem de yukarıdan aşağıya top-down süreçler (örneğin, belirli bir uzamsal konuma endojen odaklanma) tarafından yönlendirilir.

Kokteyl partisi sorusunda ilk dikkat teorilerinin temelini atan paradigma olan; dinleyicilerden bir kulağa sunulan konuşmayı karşı kulağa maskeleyici uyarın sunulurken bu uyarını görmezden gelmeleri istendiği çalışma önemlidir. Dikkatin, gelen işitsel bilginin bir bölümünü seçen bir filtre olarak çalıştığı gösterilmiştir ancak hangi bilginin işlemlendiğine dair tahminlerde farklılıklar vardır. Erken seçim teorisi, yalnızca düşük seviyeli sinyal özelliklerinin dikkat öncesi bir şekilde işlemlendiğini belirtir. Geç seçim teorisi, tüm girdilerin semantik bir düzeye kadar işlemlendiğini iddia eder. İki teorinin arasında bulunan Treisman'ın zayıflama teorisi ise, bilginin gerçekten yüksek (anlamsal) bir düzeye kadar, ancak azaltılmış kaynaklarla ve dolayısıyla daha yavaş işlemlendiğini öne süren bir ara görüş sağlar. Hedef olmayan yani görmezden gelinen kulağa dikkatteki kaymaların tam olarak kontrol edilememesi buradaki önemli bir sorundur. Diğer sorun ise, filtre teriminin kullanımı, duyarlılığın belirli bir bağımsız değişkenin bir fonksiyonu olarak ölçüldüğünü ima ederken, bu değişken açık hale getirilmemekte veya manipüle edilmemektedir.

Konuşmanın işlemlenmesi için dikkat gerekli midir sorusu için bazı çalışmalar yapılmıştır. Dinleyicinin kendi adının beklenmedik bir şekilde hedef olmayan kulağa sunulduğu çalışmada, dinleyicilerin yaklaşık üçte birinin daha sonra isimlerini duyduklarını hatırladıkları bulgusunu tespit etmişlerdir, fakat aynı zamanda şunu da göstermişlerdir: bu dinleyicilerin gölgeleme hataları ve/veya yanıt gecikmeleri, adlarının geçmesini takip eden saniyeler içinde önemli ölçüde artmıştır. Adını fark etmeyen veya başka isimlerle sunulan dinleyicilerde performans düşüşüne rastlanmamıştır (66, 67). Normal konuşmaya gömülü, reverse bir konuşma parçasıyla sunulan dinleyiciler için de benzer sonuçlar gözlemlenmiştir (67). Bu, dikkat değişimlerinin meydana geldiğini ve uzun dönem bellekte bilginin konsolidasyonu için dikkat kaynaklarının gerekli olduğunu gösterirken, aynı zamanda konuşmanın bazı dikkat öncesi semantik işlemlenmesinin olduğunu da gösterir. Bu tür dikkat öncesi işlemlenmeye ilişkin kanıtlar, dikotik olarak yüksek sunum oranı ile (2 kelime/s) ve dikkatin diğer yöne geçişlerini caydırmak için

ikincil bir görevin eklenmesiyle birleştiren başka bir paradigma çalışmasında gösterilmiştir (68). Bu önlemlere rağmen, hedef kelimeye yanıt süresi aynı kelimenin diğer kulağa ondan önce sunulması ile azalmıştır.

Dikkat öncesi işleme ile ilgili son yıllarda yapılan Mismatch negativity (MMN) çalışmalarıdır. MMN dikkatin etkilerine karşı dirençlidir ve bu nedenle, mevcut işitsel girdiyi önceki girdinin düzenliliğini kodlayan bir bellek izi ile karşılaştıran dikkat öncesi bir süreci yansıttığı düşünülmektedir. MMN de linguistik açıdan farklı seviyelerde kullanılabilir: 1) leksikal seviyede psödokelime ve kelime 2) semantik seviyede eylem kelimeleri ve soyut kelimeler 3) sintaktik seviyede gramatik olarak doğru cümleler ve gramatik olarak doğru olmayan cümleler. MMN çalışmalarının sonuçları 150 msn öncesindeki yanıtların dikkatin etkisine karşı dirençli olduğunu ve sintaktik düzeyde dikkat öncesi işlemlenin olduğunu göstermiştir (69).

İşitsel dikkatin zayıf noktası, oldukça yavaş olmasıdır. Konuşan kimliğindeki ani değişiklikler sonucu sistemin bireysel seslerdeki ince ipuçlarına uyum sağlaması gerekmektedir ve belki de bu nedenle yavaş çalışmaktadır. Uzamsal ipuçlarının ve sesin karakteristiğinin analiz edilmesi uzun zaman almaktadır.

2.1.4.8. İnfomasyonel maskelemede diğer ipuçları

Brungart ve Simpson farklı cinsiyetlerde denekler kullanarak yaptıkları maskeleme çalışmasında hedef ve rekabetçi cümleler farklı cinsiyetler tarafından söylendiğinde aynı cinsiyet tarafından söylenene göre daha az infomasyonel maskeleme olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum muhtemelen konuşmacıların konuşma frekanslarındaki benzerlik ve farklılık ile ilgilidir (38). Freyman ve ark. aynı ve farklı ırklara ait konuşmacılar için infomasyonel maskelemenin miktarını hesaplamışlardır. Konuşmacı ve dinleyicinin aynı ırktan olduğunda hedef ve rekabetçi cümleler benzer olduğu için daha fazla infomasyonel maskeleme olduğu bulunmuştur. Alman konuşmacının aksanı ile İngilizce cümleler okunduğunda maskelemede belirgin bir düşüş saptanmıştır (5). Carhart ve ark. algısal maskelemenin rekabetçi konuşmacı sayısı ile direkt etkili olduğunu bulmuşlardır. Rekabetçi konuşmacıların sayısı üçe çıktığında algısal maskelemenin arttığını ve sayıları üçten fazla arttıkça azaldığını bulmuşlardır (70). Yost ve ark. ise üç konuşmacı

kullanıldığında iki konuşmacıya göre dikkatin hedefe odaklanmasının daha zor olduğunu tespit etmişlerdir (71). Üç konuşmacı olduğunda uzamsal ipucu maskelemeden kurtulmak için daha yararlı olacaktır. Brungart ve ark. iki veya üç maskeleyici kullanılan dikotik durumda bir maskeleyiciye göre hedef maskeleyici oranındaki artış nedeniyle hem enerjetik hem de informasyonel maskelemenin daha fazla olduğunu saptamışlardır (72). Hall ve ark. da hem çocuklar hem de erişkinlerde yaptıkları çalışmada iki konuşmacı durumunda bir konuşmacıya göre daha fazla maskeleme olduğunu tespit etmişlerdir (73).

2.1.5. Dilsel ipuçları yada linguistik temelli informasyonel maskeleme

2.1.5.1. Linguistik Babble

Günlük yaşamda, konuşma genellikle hedef sinyallerin anlaşılmasını engelleyen arka plan gürültüsü ile birliktedir. Arka plan gürültüsü konuşma olduğunda, linguistik içerikten dolayı hedef konuşmayı daha çok maskeler.

Anlaşılır bir arka plan gürültünün (bilinen bir dilde ve anlaşılır), anlaşılmaz bir gürültüden ya da konuşma benzeri gürültülerden (reverse konuşma, yabancı dilde konuşma) daha fazla maskelemeye neden olduğu değişik çalışmalarda gösterilmiştir (2, 3).

Oh ve ark. okul öncesi çocukların linguistik temelli informasyonel maskelemeye daha hassas olduklarını tespit etmişlerdir (53). Newman ve ark. ise çocukların dil gelişiminin hala devam ettiğini ve bir maskenin dilsel mesajını bir yetişkinle aynı şekilde işlemleyemeyeceği için yetişkinlerden daha az linguistik temelli informasyonel maskelemeye maruz kalacakları hipotezi ile 2009 yılında çocuklar ve erişkinler üzerinde çalışma yapmışlardır (4). Genç infantlarda forward ve backward konuşma maskeleyicisi arasında fark bulunmamıştır ve bu durum dilsel olarak her iki maskeleyiciyi yorumlama yeteneklerinin olmamasına bağlanmıştır. Ayrıca, Johnstone ve Litovsky, yetişkinlerde gözlemlenen reverse konuşmanın normal konuşmaya göre maskelemesinin az olmasının 5-7 yaş aralığındaki çocuklarda izlenmediğini, bu yaş grubunda her iki maskeleyici tipinin çocuklarda aynı maskeleme miktarında olduğunu bildirmişlerdir (74).

Eşit spektral overlap (ortalama spektrum) gösteren yani eşit enerjetik maskeleme miktarına ait ancak aralarında dilsel farklar bulunan üç tip maskeleme kullanılarak genç yetişkinlerde, 8 yaş ve 4 yaş grubunda hedef kelime tanıma testi yapılmıştır (75). Bu çalışmada hipotez, anlamlı ve anlamsız konuşma çeldiricilerinin küçük çocuklarda dilsel tabanlı bir informasyonel maskeleme göstermeyecekleri için eşit olarak maskeleme göstereceğiydi. Gençlerde ise arka planda anlamlı bir linguistik mesajın anlamsız mesaja göre ilave bir linguistik temelli informasyonel maskelemeye neden olacağıydı. Okul öncesi yaş grubu (4 yaş), tüm gürültülerden diğer gruplara göre daha fazla etkilenmişlerdir. Tüm yaş grupları (genç erişkinler, 8 yaş ve 4 yaş) anlamsız reverse konuşmada anlamlı konuşma gürültüsüne göre daha iyi performans geliştirmişlerdir. Bu sonucun hedef kelime ve konuşma gürültüsünün leksikal olarak yarışmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Anlamlı ve anlamsız gürültü arasındaki maskeleme farkının 4 yaş da bile görülmesini, dil gelişiminin büyük kısmının 4 yaşında tamamlanmasına bağlamışlardır. Konuşma tanıma performansının yaş ile birlikte arttığını bulmuşlar ve bu sonucu da çocuklukta genel dinleme yeteneğinin gelişmemiş, henüz olgunlaşmamış ancak linguistik interferans yeteneğinin olgunlaşmış olmasına bağlamışlardır. Bu çalışmada ilginç olarak, tüm yaş gruplarında arka plandaki konuşma gürültüsünün sintaktik olarak doğru cümlelerden oluşması ile karışık kelimelerden oluşması açısından deneklerin performansı arasında fark görülmemiş olmasıdır. Bu sonuç linguistik informasyonel maskelemenin etkisinin leksikal sunumun yarışmasından veya kaynak karışıklığından kaynaklandığı ancak ifade veya cümle işlemlerin bir sonucu olmadığını göstermektedir. Ancak bu sonuç linguistik informasyonel maskelemenin başka bir paradigmada cümle düzeyindeki etkilerle de üretilmeyeceği anlamına gelmemektedir. Bu çalışmada kullanılan sintaktik anlamlı cümlelerin izole kelimeler tarafından oluşturulduğu ve tipik cümlelerde bulunan prozadik ve birleşik kalıplara sahip olmadığı vurgulanmıştır. Bu nedenle cümle düzeyinde prozadinin sintaktik düzeyde ilave bir işleme neden olabileceği ve bu şekilde informasyonel maskelemeyi oluşturabileceği de vurgulanmıştır. Yani bu çalışmada cümle düzeyindeki anlama informasyonel maskelemeye neden olmamıştır. Newman ve ark.'nın yaptıkları çalışma; yaşa bağlı linguistik temelli informasyonel maskelemede bir değişiklik varsa bunun 4 yaşından önce meydana geldiğini göstermektedir (75). Bu çalışmanın aksine Johnstone ve Litovsky çocuklarda konuşma ve reverse konuşma gürültülerinin eşit miktarda maskelemeye neden olduğunu bulmuşlardır (74). Bu çalışmada hedef ve maskeli konuşanların iyi bir şekilde ayrılması için ikisinde farklı cinsiyetler kullanılmıştır,

uyaranlar zamansal olarak ayrılmıştır, ayrıca hedef ve maskeleyici konuşması çok farklı yapıdadır (spondee ve cümle) ve dolayısıyla ayrılması kolaydır.

Kidd ve ark. maskeleyici konuşma anlaşılır olduğunda, uzamsal olarak hedef ile aynı konumda olduğunda ve hedef ile maskeleyici aynı cinsiyette olduğunda hedef konuşmanın ayrılmasının en zor olduğunu tariflemişlerdir (15). Hedef ile rekabet eden konuşmacı farklı cinsiyetlerde olduğunda; rekabet eden konuşmacı sayısı 1 olduğunda Cullington ve Zeng 10.2 dB maskelemede azalma bildirmişlerdir (76). Rekabet eden konuşmacı sayısı 2 kişi olduğunda ve hedef konuşmadan farklı cinsiyette olduğunda Cullington ve Zeng 8.4 dB (76), Brown ve ark. 9 dB (77), Rennies ve ark. 14.4 dB (78) maskelemede azalma olduğunu bildirmişlerdir. Kidd ve ark. cinsiyet farklılığından kaynaklanan maskelemedeki azalmanın büyük ölçüde informasyonel maskeleyici ile ilişkili olduğunu raporlamışlardır (15). Kidd ve ark. ayrıca rekabet eden konuşmaların anlamsız olduğunda (reverse konuşma ile) maskeleyici miktarının anlamlı azaldığını ve bu azalmanın da büyük ölçüde informasyonel maskeleyici ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir (15). Rennies ve ark. hedef ve maskeleyici konuşmacının farklı cinsiyette olması ve rekabetçi konuşmacının anlamsız olması (reverse konuşma) kombinasyonunda 19.9 dB maskelemede azalma bildirmişlerdir. Aynı çalışma sadece cinsiyet farkının 14.4 dB ve sadece rekabetçi konuşmanın anlamsız olmasının 15.3 dB maskelemede azalma miktarı raporlamıştır (78).

2.1.5.2. Kokteyl parti etkisi ve multi-linguistik babble

Birden çok kişinin konuştuğu (multi-talker) ortamlarda hedef konuşmayı anlama ile ilgili zorluklar Colin Cherry tarafından 1953 yılında “kokteyl parti problemi” veya “kokteyl parti efekti” olarak adlandırılmıştır. Bu mikst konuşmanın işitsel sisteme gruplandırılarak sunulduğu ilk kez Bregman tarafından 1990 yılında ifade edilmiştir. Böylece informasyonel maskeleyici çalışılmaya başlanmıştır.

Günlük konuşmalarımızın bir çoğu gürültülü ortamlarda gerçekleşir ve farklı türde maskeleyici seslerine işitsel sistem tarafından maruz kalınır. Gürültülü ortamlarda sohbet etmek farklı kaynaklardan gelen seslerin ayrılmasını ve gruplandırılmasını ve hedef işitsel bilginin kodunun çözülmesini ve seçici dikkatin yönlendirilmesini gerektirdiğinden bilişsel

olarak zordur (79). İşitsel sistemin hedef sesi sessiz ortamda işlemeleesi ile ilgili gürültü ortamda işlemeleesinden daha çok bilgi bilinmektedir (80). Oysaki gürültüde konuşmayı işlemeleeme hakkında daha fazla bilginin elde edilmesi gürültüde anlamayı sağlayan kortikal sistemlerin ve nöral aktivitedeki bireysel farklılıkların belirlenmesi, bu mekanizmaların klinik gruplarda nasıl bozulduğunu anlamak için önemli bir adımdır ve gelecekteki müdahalelere rehberlik etmeye yardımcı olabilir. Böylece işlemeleemenin sıkıntılı olduğu bazı dil bozuklukları, disleksi ve işitme kayıplı bireyler gibi gruplarda bu bilgilerin çok büyük katkısı olacaktır. (80)

Günlük yaşantımızda konuşma, trafik ve makine gürültüsü, müzik ve başkalarının konuşması gibi farklı ses türleri tarafından engellenir. Tüm bu seslerin işlemelelenmesinde farklı kognitif süreçler gerçekleşir. Algının gürültüden nasıl etkilendiğini anlamak için; enerjetik maskelemeyi içeren modülasyon maskeleme ve informasyonel maskeleme etkileri araştırılmıştır (32, 81). Sesler, enerjetik maskeleme veya informasyonel maskeleme etkilerinde baskın olup olmadıklarına göre tanımlanabilir. Örneğin, continuous beyaz gürültü, işitsel periferde hedef konuşmayı gizlediği için çok tipik bir enerjetik maskeleme örneğidir: beyaz gürültü, algısal olarak konuşmayla karıştırılmaz olduğundan informasyonel maskeleme etkisi çok düşüktür. Buna karşılık, aynı dili konuşan başka bir konuşmacının sesi, bazı enerjik maskeleme özelliklerine sahip olsa da, her iki konuşma kaynağı da algısal olarak benzer olduğundan ve semantik ve sintaktik bilgiler içerdediğinden, hedef konuşma için çok güçlü bir informasyonel maskeleyicidir (80).

Bronkhorst ve ark. 1993 ve 2002 de yaptıkları çalışmalarda gürültüde cümle tanıma testleri ile doğru ve kısmen doğru yanıtların ortaya çıkma olasılıklarına dayanan bir yöntem geliştirmişlerdir (82, 83). Gürültüyle maskelenen konuşma için, anlamlı sözcükler için kayıp bir fonemi bulma olasılığının yaklaşık %50 ve anlamsız sözcükler için %20 olduğunu tahmin etmişlerdir. Günlük kısa cümlelerde eksik olan kelimeler, cümle uzunluğuna bağlı olarak %70-90 doğrulukla daha kolay doldurulabilir. Bilinen bir sintaktik yapıya sahip anlamsız cümleler için, olasılık hala yaklaşık %50'dir. Bu veriler, kelime üzerinde fonem düzeyinden daha fazla bağlamsal bilgi olduğunu göstermekle kalmaz, aynı zamanda nonsemantik bilginin majör bir katkısı olduğunu da gösterir.

Multitalker bir ortamda hedef konuşmanın anlaşılabilmesi için öncelikle hedef seslerin diğer konuşmalardan ayrılması ve gruplandırılarak işlemelelenmesi gerekir. Bregman

gruplamayı primitif ve şema tabanlı gruplama olarak ayırmıştır. Primitif gruplama dikkat öncesi ve simetrik yol ile yapılır (84). Belirli bir sese dikkat kesilmeden ve seçmeden üst üste binen tüm sesleri çözmeye çalışır. Şema tabanlı gruplamanın ise, belirli depolanmış ses kalıplarını kullanan öğrenilmiş ve/veya efor gerektiren süreçlere dayandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda, tıpkı dikkatin yaptığı gibi, hedef bilgiyi diğer girdilerden seçtiğini düşündüren bir şekil-zemin ayrımı yarattığı düşünülmektedir. Ancak Bregman, dikkati doğrudan şema temelli gruplamaya bağlamaz. Böyle bir gruplandırmanın, öğrenilmiş şemalara dayandığı sürece dikkat öncesi bir şekilde gerçekleşebileceğini belirtir. İlkel gruplama kavramı, kapsamlı bir şekilde çalışılmış olan temel akustik özelliklerle bağlantılı olduğu için yararlı görünse de, dikkati dikkat öncesi işlemde ayırmanın kolay olmadığı ve özellikle de konuşma durumunda, öğrenilenleri doğuştan gelen şemalardan ayırt etmek zordur (84). Ayrıca, dahil edilebilecek çok sayıda olası şema ve öğrenilmiş davranış türü nedeniyle çalışmak zordur. Gruplama örnekleri ses karakteristikleri (sesin fundamental frekansı, cinsiyet özellikleri), hedef sesin uzamsal olarak ayrılması, harmonisitesi, konuşma stili (zamanlama, stres paterni vb.), timbre, linguistik değişkenler (native veya nonnative konuşma) ve linguistik değişkenler (semantik, sintaktik, artikülasyon ile ilişkili) olarak çalışılmıştır (85). Bir dinleyicinin hedefi engelleyici konuşmadan ayırmadaki zor görevi, farklı türde gruplama ipuçlarının varlığıyla kolaylaştırılır. Araştırmalar, ses özelliklerinin etkili ipuçları içerdiğini ve özellikle kadın ve erkek seslerinin kolaylıkla ayırt edilebildiğini göstermektedir. Zaman içinde ses özelliklerini izlemek şaşırtıcı derecede zor olabilir, bu da mükemmel ayırmanın her zaman mükemmel akışla birlikte olmadığı anlamına gelir. Bireysel ipuçlarının incelenmesi, F0 ve ses yolu farklılıklarının hem gruplandırmaya katkıda bulunduğunu, hem de birleştirildiklerinde ilave bir etkiye sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, tonlamadaki farklılıklar (F0), gruplama ipucu olarak hareket etmemektedir. Diğer önemli ipuçları, farklı konuşmacılar uzamsal olarak farklı pozisyonlarda olduklarında ortaya çıkan ILD'ler ve ITD'lerdir. Uzamsal ayırım, F0 gibi diğer ipuçları ile birleştirildiğinde, performans üzerinde ilave etkiler bulunur ve bu ipuçlarının işitsel sistem tarafından bağımsız olarak işlenmesini sağlar.

Enerjetik ve informasyonel maskeleye konuşmayı anlamayı farklı şekilde etkiler. Örneğin, hedef konuşmanın anlaşılması, enerjetik maskeleyenin sinyal-gürültü oranından doğrusal olarak etkilenir, ancak informasyonel maskeleyeden etkilenmez (32).

2.1.5.3. Reverse konuşma

Literatürde, maskeleyici konuşmanın reverse kullanıldığı durumda ortaya çıkan maskelemenin azalması durumu ve miktarı ile ilgili çalışmalar arasında büyük farklılıklar vardır. Bazı çalışmalar ihmal edilebilir bir azalma olduğunu raporlamışlardır (3, 86, 87). Konuşmanın zamanının tersine çevrilmesi ile konuşmanın diğer özellikleri korunarak sadece anlaşılmaz olması sağlandığı ve bunun yabancı dilde bir maskeleyiciye benzediği söylenmiştir (5-7). Ancak bu sonucun tam tersine konuşmanın reverse edilmesinin maskelemeyi önemli ölçüde azalttığını (10 dB'den daha fazla) tespit eden çalışmalar da vardır (5, 8-12). Bu azalmanın reverse sırasında işitsel periferde stimulusun overlap olmasına bağlı enerjetik maskelemedeki azalmaya bağlı mı gerçekleştiği yoksa informasyonel maskelemenin azalmasına mı bağlı geliştiği ile ilgili birkaç çalışma yapılmıştır. Konuşmanın reverse sırasında envelop değişimleri, fonem sekanslarının normal istatistiksel dağılımında değişim gibi enerjetik maskelemeyi de etkileyebilecek değişimleri olabilir (88). Kidd ve ark yaptıkları bir çalışmada enerjetik ve informasyonel maskeleme miktarlarını belirlemek için zaman frekans ayırım prosedürü uygulamışlardır. Bunun için hedef ve maskeleyici spektro-temporal olarak parçalara bölünmüştür ve yalnızca hedef enerjinin maskeleyici enerjiyi geçtiği parçalar kullanılmıştır. Buradaki amaç enerjetik maskelemeyi aldıktan sonra geriye hedef sesin anlaşılabilirliğinin kalmasıdır ve bunu informasyonel maskeleme miktarını hesaplamak için kullanmışlardır (15). Bu çalışmada konuşmanın reverse hale getirilmesinin maskelemeyi önemli ölçüde azalttığını ve bu azalmanın enerjetik maskelemeye değil informasyonel maskelemedeki azalma sonucunda olduğunu tespit etmişlerdir. Konuşma ve reverse konuşma kullanılan çalışmalarda enerjetik maskelemenin en minimum informasyonel maskelemenin ise en maksimum konumda olduğunu belirtmişlerdir. Reverse konuşmanın maskeleme miktarının azalmasında yüksek işleme merkezlerinin rolü olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Newman ve ark. 2015 yılında yaptıkları çalışmada 4 yaşından küçük çocuklarda reverse konuşmanın maskeleme miktarını etkilemezken daha büyük çocuklarda belirgin maskelemeyi düşürdüğünü tespit etmişlerdir (75). Bu farklılığın nedenini ise dil gelişimi ile ilgili süreçlere bağlamışlardır ve reverse konuşmanın maskeleme miktarının azaltılmasında lingustik işleme rol aldığını ve ancak daha yüksek dilsel gelişim seviyelerinde bu maskelemenin baskılanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca linguistik temelli bir diğer informasyonel maskelemenin non-native dilde konuşma olduğu söylenebilir. Reverse konuşmadaki durumun maskeleyicinin anlaşılmayan bir dilde

konusması olduğu söylenebilir. Reverse konuşma sırasında semantik elimine edilirken dilin birçok spesifik özellikleri korunmaktadır.

2.1.5.4. Farklı diller

Non-native dinleyiciler için gürültüde konuşma anlaşılrlığı 'tuning' e hayatın erken dönemlerinde maruz kalmayı gerektirmektedir. Mayo ve ark. anadildeki dinleyicilerin performansını, ikinci bir dili 6 yaşından önce öğrenen erken ve 14 yaşından sonra öğrenen geç bilinguallerin performansıyla karşılaştırmışlardır (89). İlk iki grup için benzer SRT'ler (konuşma alma eşikleri) bulmuşlardır ancak geç iki dil bilenler için 4-5 dB daha yüksek SRT'ler tespit etmişlerdir. Bu, kokteyl partisi koşullarında ortalama konuşma seviyelerinde ifade edilen önemli dezavantajdır; bu durum gürültüde ana dilde olmayan konuşmalar için araya giren konuşmacıların sayısının üç katına çıkmasına eşdeğerdir. Tuning işleminin gerçekleşmesi, konuşmanın işitsel sistem tarafından işlemlenmesinin diğer seslerden tamamen farklı olduğu anlamına gelmez. Bir yandan, EEG ve nörogörüntüleme çalışmaları, konuşma işleme için özelleşmiş beyin bölgelerinin olduğunu (90) ve infant beyninin doğal konuşmaya diğer konuşmalardan veya konuşma dışı seslerden daha farklı tepki verdiğini göstermektedir (91). Öte yandan, konuşmanın hayvanlar ve insanlar tarafından nöral olarak işlemlenmesinde oldukça benzerlikler vardır (92) ve ayrıca düşük seviyeli dikkat öncesi işlemlenmenin konuşma ve diğer sesler için ayrı mekanizmalar kullanması pek olası görünmemektedir (93).

2.1.6. İnfomasyonel maskelemenin nöral kaynakları

İnfomasyonel maskelemenin nöral temeli hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Dikkat öncesi santral işitsel işlemlenmenin infomasyonel maskelemedeki rolü ilk kez Brungart ve Simpson tarafından ortaya atılmıştır (38). Aynı anda bir tane ipsilateral rekabetçi stimulus ve kontrateral bir konuşma benzeri rekabetçi stimulus ya da kontralateral rekabetçi stimulusun amplitütünü değiştirerek sunulduğunda konuşma algısının yalnızca ipsilateral rekabetçi stimulus sunulmasına göre daha fazla etkilendiğini bulmuşlardır. Bu durumun bottom-up işlemlenmeden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Scott ve ark. pozitron emisyon tomografi (PET) kullanarak steady state gürültü ve rekabetçi

konusmacı varlığında konuşma algılamının nöral temelini araştırmışlardır (94). Farklı SNR düzeylerinde beyin aktivitelerini incelendiklerinde Brungart ve ark.'nın davranışsal testlerde buldukları sonuca benzer olarak gürültü ve konuşmanın maskeleyici olarak kullanıldığında ayrı ayrı hareket ettiği, bu nedenle informasyonel maskelemenin nöral kaynağının enerjetik maskelemeden farklı olduğunu bildirmişlerdir. Enerjetik maskelemenin prefrontal korteksin rostral ve dorsolateral kısımları ile parietal korteksin posterior kısmını aktive ettiği, informasyonel maskelemenin ise iki konuşmacının paralel bilgisinin işlendiği yukarıdaki bölgelerin yanında bilateral superior temporal girusu da aktive ettiği gösterilmiştir. Szalardy ve ark. üç tip rekabetçi gürültü kullanarak fonksiyonel magnetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile işitme ve dil sorunu olmayan 15 genç Fransız katılımcıyı incelemişlerdir (95). Katılımcılar 30 kelimelik listeyi a) sessiz ortam, b) geniş band gürültü (enerjetik maskeleme), c) 4 konuşmacılı babble gürültü (informasyonel maskeleme) ve d) reverse olarak sunulmuş babble gürültü (b'den daha fazla, c'den daha az informasyonel gürültü) ortamında dinleyerek duydukları kelimeyi iki kelime arasından ekrandan seçmişlerdir. İformasyonel maskelemede (hem fonolojik hem de leksikal-semantic seviyelerde) sol işitsel korteks, bilateral superior temporal girus ve sol supramarjinal girus aktive olmuştur. fMRI cevaplarında c durumunun d durumunun farkının alınması (leksiko-semantic seviye) ile 21. konuşma bölgesinde, d durumunun b durumundan farkının alınması (fonolojik seviye) ile 22. konuşma bölgesinde daha fazla aktivite izlenmiştir. Bu nedenle bilateral superior temporal girusun büyük kısmının informasyonel maskelemede rol aldığı söylenebilir (95).

Carlile ve Corkhill değişik tipte rekabetçi gürültüler (konuşma gürültüsü, konuşma benzeri gürültü ve amplitut modüle gürültü) kullanarak informasyonel maskelemedeki işleme süreçlerini incelemişlerdir (96). Hem top-down hem de bottom-up süreçlerin informasyonel maskelemede rol aldıklarını bildirmişlerdir. Hem endojen hem de ekzojen dikkat, informasyonel maskelemenin azaltılmasını sağlamaktadır. Endojen dikkatin bir top-down işleme süreci olduğu, ekzojen dikkatin ise bottom-up işleme süreci olduğu söylenmektedir. Ekzojen dikkatte sessiz bir stimulus kullanılması durumunda dinleyiciler dikkatlerini göreve uygun olmayan bir objeye verirler. Bu durum odd sex distractor olarak isimlendirilen fenomenin temelini oluşturabilir. Bu fenomen; kadın maskeleyici konuşma varlığında erkek hedef sesin seçilmesi veya tam tersi durumdur ve tüm konuşmacıların aynı cins olmasından daha fazla informasyonel maskelemeye neden olmaktadır. Bu nedenle informasyonel maskeleme downstream işlemlenin saf bir hali olamaz (96).

Arka plan sesler işitme üzerinde birden çok seviyede etkili olabilir. İlk olarak istenmeyen sesler işitsel periferde nöral sunumda birbirleriyle overlap olması nedeniyle hedef sesi baskılayabilir (enerjetik maskeleye), ayrıca daha yüksek işitsel işleme seviyelerinde de hedef sesin baskılanmasına (informasyonel maskeleye) neden olabilir. İnfomasyonel maskeleye hedef ve rekabet eden seslerin birçok özellikleri nedeniyle ya da sunulma biçimleri nedeniyle olabilir. İnfomasyonel maskeleye için birkaç nöronal temel olmasına rağmen, hem top-down hem de bottom-up işlemenin oluşumunda yer aldığı görülmektedir.

Nöral düzeyde ses, primer işitsel korteksten yayılan birden çok işleme akışını devreye sokar (97, 98). Bu nöral akışlar, konuşmadan anlam çıkarmakla ilişkili bir ventral yolu ve algı ve üretimi entegre etmekle ilişkili bir dorsal yolu içerir. Ventral akım, primer işitsel korteks pure tonlar gibi basit uyaranlara güçlü bir şekilde tepki verirken, primer işitsel korteksin çevresindeki bölgeler bant pass gürültü gibi daha karmaşık seslere tepki verecek şekilde hiyerarşik olarak düzenlenmiştir (99). Spesifik olarak konuşmaya tepki veren bölgelerin belirlenmesi, sinyalin doğal akustik karmaşıklığı nedeniyle zor olmaktadır; tonlar ve gürültü patlamaları gibi düşük seviyeli işitsel temeller, konuşmaya özgü karmaşık seslerin algılanmasının bir sonucu olan tepkiler arasında ayırım yapmayı zorlaştırır. Konuşma, karmaşık konuşma dışı temel seslerle karşılaştırıldığında, seçici tepkiler anterior olarak superior temporal sulkus boyunca uzanır (100, 101). Lateralite açısından, bu tepkiler daha yüksek amplitüte sahiptir ve sol hemisferde kodlanır (100).

Konuşma arka plan gürültüsünde işlemlendiğinde algısal sistem nasıl etkilenir? Gürültüde konuşmayı dinlemek prefrontal, parietel ve singulat kortekste ek aktivite oluşturur (102, 103). Bu, gürültüdeki algının ek kognitif süreçleri başlattığı sonucu ile tutarlıdır (104, 105). Bunu destekleyen, peri-auditor bölgeler ve prefrontal korteks arasında, işitsel bölgelerin "bottom-up" yanıt verdiği ve prefrontal bölgelerin "top down" karara dayalı veya tamamlayıcı süreçler içerdiğini gösteren birkaç çalışma yapılmıştır (97, 106, 107). Bununla birlikte, bu çalışmalar aktif bir algısal görevi içerdiğinden, aynı bölgelerin pasif algılama sırasında eşit şekilde aktive edilip edilmeyeceği belirsizdir. Gerçekten de, konuşma algısı sırasında frontal korteksteki nöral aktivitenin göreve dayalı algısal süreçler tarafından yönlendirildiği iddia edilmiştir (108, 109).

Elektrokortikografi kullanan çalışmalar, gürültüde algılama sırasında temporal loblarda temsil edilen bilgilerin doğasını daha da belirlemiştir. Mesgarani ve Chang mid-posterior üst temporal girusta iki konuşmacının sessiz ortamda ve birbirine karıştırıldığında işitmeye verdiği nöral tepkileri kaydetmiştir. Katılımcılardan bir veya diğer konuşmacıya dikkat etmeleri istenmiştir. Nöral rekonstrükte spektrogramlar, her iki konuşmacının konuşması kortikal kayıtlarda temsil edilirken, dikkat edilmemesi gereken konuşmacıya verilen yanıtın, dikkat edilmesi gereken konuşmacıya göre relatif olarak bastırıldığını göstermiştir (110). Primer işitsel kortekse yakın bölgelerin hem hedef hem de maskeleme seslerini takip ettiğini, alt bölgelerin ise yalnızca hedef konuşmacıyı izlediğini göstermiştir. Bu sonuç, primer işitsel korteksten sonraki işleme süreçlerinin maskeleyiciye kıyasla hedefin temsilindeki artışı gösterir. Sesleri maskelemeden ayırarak konuşmanın başarılı bir şekilde anlaşılması için kritik öneme sahiptir.

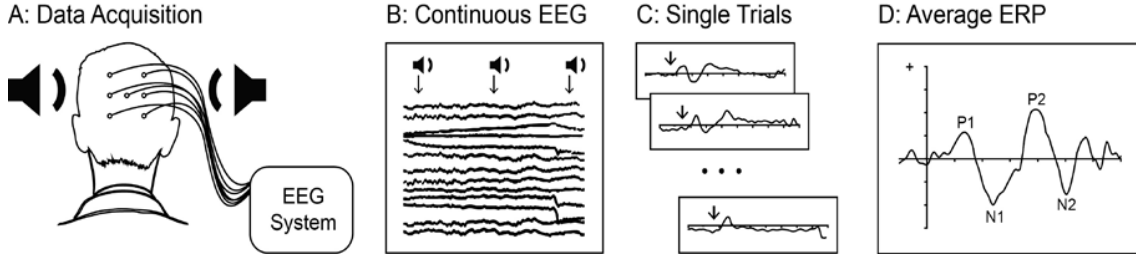
Scott ve ark. yaptıkları PET çalışmasında bir diğer konuşmacı tarafından maskelenen konuşma ve speech-shaped steady state gürültü tarafından maskelenen konuşmaya verilen nöral tepkileri incelemişlerdir (94). Bilateral superior temporal girusta konuşma maskeleyicisi+konuşma durumunda speech-shaped steady state gürültü+konuşma durumuna göre daha fazla aktivite bulunmuştur. Kontrast olarak, steady state gürültüsüne yanıt olarak sağ posterior parietal ve sol prefrontal kortekste daha fazla aktivite tanımlanmıştır. Konuşma maskeleyicisinin superior temporal girusu etkinleştirdiği gerçeği, rakip konuşmanın hedef konuşma ile aynı işleme akışı içinde işlendiğini düşündürür. Ancak, maskesiz tek konuşmacı koşulunun olmaması, rekabet halindeki konuşmanın bu yol içinde eşit olarak ele alınıp alınmadığının tespit edilmesini zorlaştırmıştır ve daha geniş maskeleme ağının tanımlanmasına izin vermemiştir. Scott ve ark. bu çalışmanın devamı şeklinde yaptıkları diğer çalışmasında önceki çalışmada kullandıkları speech-shaped steady state gürültün enerjetik maskeleme etkilerini eşitlemek için bazı modülasyonlar yapmışlardır (111). Rekabetçi konuşmanın linguistik özellikleriyle ilişkili nöral tepkileri izole etmek için reverse bir konuşma maskeleyici de dahil etmişlerdir. Çalışmada, konuşma+konuşma maskeleyicisi modüle edilmiş gürültü maskelemeye göre bilateral superior temporal girusu etkinleştirmiş ve modüle edilmiş gürültü maskelemeye göre reverse konuşma maskeleme sağ superior temporal girusu etkinleştirmiştir. Bu sonuçlar, konuşma maskeleyicilere kıyasla konuşmanın işlenmesinde hemisferik asimetri olduğunu göstermektedir, ancak asimetri derecesi doğrudan ölçülmemiştir ve bu nedenle lateralizasyon derecesi belirsizliğini korumaktadır.

Evan ve ark. yaptıkları fonksiyonel MRI çalışmasında gürültüde aktif ya da pasif dinlemeyi araştırmışlardır (80). Gürültüde pasif dinleme sırasında işitsel dikkat ve kontrol ağlarının aktive olduğu bulunmuştur. Rekabet halindeki konuşmanın sessizlikteki konuşma ile aynı işleme yolunu kullandığı ve superior temporal girusta sol lateralize aktivite sergilediği görülmüştür ancak aktivite miktarları eşit değildir. Sol mid-posterior superior temporal girustaki artmış aktivite, gürültü görevlerinde konuşma algısı üzerindeki performansı öngörmüştür. İşitsel çevredeki sesin başlangıcındaki nöral aktivite, duyuşal ve işitsel dikkat ve bilişsel kontrol ağlarını devreye sokmuştur- aktivasyon frontal bölgede sağ lateralize saptanmıştır ve bu daha geniş ağ içindeki alt bölgeler, bu seslerin bilgisel özellikleri tarafından modüle edilmiştir. Genç sağlıklı yetişkinlerden elde edilen bu bulguların, gürültüde dinlemeyi zor bulan bireylerde bu sistemlerin nasıl bozulduğunu belirleyen gelecekteki çalışmalar için bir temel olacağı düşünülmüştür. Sessiz ortamdaki konuşmada superior temporal sulcusun ilave maskeleyici varlığına göre daha fazla aktivitede olduğu saptanmıştır. Bu sonuç bu bölgenin konuşma anlaşılabilirliğine duyarlılığını gösteren diğer sonuçlar ile tutarlıdır (100, 108, 112-114). Frontal, parietal ve singulat korteks ve frontal operkulum ve insula'da maskeli konuşmaya yüksek tepkiler tespit edilmiştir ve bu bölgelerin dikkat ve kontrol süreçleriyle ilişkisini göstermektedir (80, 115). Wild ve ark. frontal bölgelerin, katılımcılar rekabetçi varlığında hedef konuşmaya dikkat ettiklerinde (hedef konuşmadaki cümlelere odaklandıklarında) rekabetçi uyarana dikkat ettiklerinden (çeldirici monitörü izlediklerinde) daha çok aktive olduklarını tespit etmişlerdir (115). Maskeli konuşmayı algılamada daha iyi performans gösteren kişilerin, sol mid-posterior superior temporal girusu daha fazla etkinleştirdiği bulunmuştur. Maskeli konuşmayı daha iyi algılayan kişilerde sol mid-posterior superior temporal girusta daha fazla aktivasyon olduğu saptanmıştır (80).

2.2. İşitsel İşlemede Event-related potansiyeller (Olay ilişkili potansiyeller), ERP

Bir uyarıcı olaya zaman kilitli olan EEG parçaları event-related potansiyeller olarak adlandırılmaktadır. Eksternal veya internal bir uyarana yanıt olarak, devam eden elektriksel beyin aktivitesinde anlık bir değişikliği yansıtırlar. Uyarıcı olayla bu zamansal senkronizasyon, birden fazla denemenin ortalaması alındığında, uyarana ilgili beyin aktivitesini sürekli arka plan EEG'sinden ayırmaya izin verir (116). ERP' ler, uyarana başlangıcına zaman ve faz kilitli olan osilasyonlu beyin aktivitesini yansıtırlar. Bir zaman-

frekans analizi sırasında zaman ilişkili ancak faz-kilitli olmayan aktivitenin (indüklenmiş sinyal olarak bilinir) incelenmesi, ilgilenilen nöral mekanizmalar hakkında ek bilgi sağlayabilir. Şekil 2.3.'de ERP kaydının şematik gösterimi yapılmaktadır.



Şekil 2.3. ERP kaydının şematik gösterimi

A) Skalp elektrotları (2-256 arasında olabilir) işitsel stimulus için hoparlör veya kulaklık
B) Stimulus onset/offset işaretleyici continuous EEG ile birlikte kaydedilir. C) Stimulus başlangıcına kilitlenen spesifik bölümler, sürekli EEG'den çıkarılır ve uyarın öncesi kısa bir dönem (pre-stimulus baseline) ve uyarın sonrası ilgi dönemi (post-stimulus periyot) içerir. D) Ortalama ERP dalga formu, uyarın işleme ile ilişkili zaman ve faz kilitli nöral aktiviteyi yansıtır.

ERP dalgaları, büyüklük veya genlik (farklı noktalarda dalganın μV yüksekliği), latans (uyarın başlangıcından itibaren geçen süre), kafa derisi dağılımı açısından karakterize edilen bir dizi pozitif ve negatif tepe noktası olarak tanımlanır. Pozitif tepeler P, negatif tepeler N olarak etiketlenir ve latanslar sayılar (örn; N100 stimulus başlangıcından 100 msn sonra oluşan negatif dalga ya da N1 sekansal olarak stimulus başlangıcından sonra oluşan ilk negatif dalga) şeklinde adlandırılmaktadır. ERP'ler, milisaniye cinsinden voltaj değişikliklerini ölçen çok yüksek bir zamansal çözünürlük sunar ve beyin aktivitesindeki fonksiyonel değişiklikleri tespit etmede güvenilir hassasiyet gösterirler (117).

ERP tekniğinin bir limitasyonu, kafa derisi üzerinden kaydedilen elektriksel aktivitenin beyindeki belirli kaynaklarla kesin olarak ilişkilendirmek için gereken ayrıntılı uzamsal çözünürlüğü sunmamasıdır. Yüksek yoğunluklu (örneğin, 128 veya 256 kanal) elektrot dizilerinde bile, sinyal gücündeki farklılıklar, çeşitli kortikal alanlardan kafa derisine olan mesafe ve sinyali üreten kortikal kolonların oryantasyonundaki farklılıklar

nedeniyle beynin tüm elektriksel aktivitesi yakalanamaz. Bununla birlikte, literatürde yaygın olarak gözlenen ERP yanıtları en olası beyin kaynaklarını tanımlamada tutarlı sonuçlar vermektedirler (117).

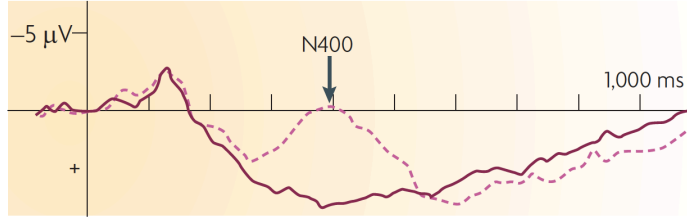
2.2.1. P300

P 300 komponenti ya da kognitif potansiyel bir uyaran serisi içerisindeki farklı uyarana kişinin dikkatini vermesi sonucu oluşur. Dikkat, ayırt etme ve hafıza gibi yeteneklere bağlıdır (118). Dikkat ve karar verme sürecinde ortaya çıkan görev ilişkili bir bileşendir ve kişinin buna tepkisine bağlandığı için endojen bir potansiyeldir (119). P300 kayıtları orta hat elektrotlarda (Fz, Cz ve Pz) en maksimum kaydedilir (119).

2.2.2. N400

Event related potansiyellerin (ERP) kayıtları dil çalışmaları için kritik öneme sahiptir. Özellikle dil işlenmesinin nöral temeli hakkında bilgilendirici olmaktadır. N400 yanıtı, bir kelimenin işitsel veya görsel olarak sunulmasından 200-300 msn sonra başlayan ve yaklaşık 400 msn sonra zirveye ulaşan ERP'nin geniş bir negatif sapmasıdır (Şekil 2.4). N400 yanıtı sıklıkla semantik anomali ile ilişkilendirilse de, izole edilmiş kelimeler (120), telaffuz edilebilir psödo-kelimeler (121), yüzler (122) ve resimler (123) gibi anlamlı uyaranlar tarafından da ortaya çıkarılabilir. Dil işlemlenin iki temel bileşeni vardır: uzun süreli hafızadaki temsillere (kelimeler ve morfemlerin) erişmek ve bu temsilleri semantik, sintaktik ve konuşma yapılarına entegre etmek. Temsillere erişimi ve entegrasyonu etkilediği düşünülen faktörlerin çoğu, N 400 yanıtının amplitütünü de etkiler (124).

N400 kayıtlarının ilk ve en ünlüsü ‘*I like my coffee with cream and socks. (Kahvemi kremalı ve çoraplı severim.)*’ cümlesindeki gibi semantik hatalara yanıt olarak artan bir negatif dalganın tespit edildiği çalışmadır (125). (Şekil 2.4.)



Şekil 2.4. N400 yanıtı

“Yukarıdaki şekilde düz çizgi ile gösterilen ERP *“I like my coffee with cream and sugar. (Kahvemi kremalı ve şekerli severim)”* cümlesindeki gibi son sözün cümledeki geri kalanı tarafından güçlü bir şekilde tahmin edildiği ifadelerde kritik kelimenin başlangıcından sonra santral orta hat elektrodundan kaydedilen ortalama ERP (n=10) dalgasıdır. Noktalı çizgi ise *“I like my coffee with cream and socks. (Kahvemi kremalı ve çoraplı severim)”* ifadesindeki gibi öngörülmeyle uyumsuz sonlara verilen ERP yanıtını göstermektedir. Tahmin edilen ve öngörülemeyen arasındaki fark arttıkça N 400 etkisi de artmaktadır. Lau ve ark.’nın çalışmasından alınmıştır (124).

N400 yanıtının boyutunu değiştirmek için sıklıkla iki paradigma kullanılır. Semantik hazırlama paradigması, hedef kelimedenden önce ilgili veya ilgisiz bir kelimenin sunulmasını içerir ('kahve-çay' veya 'sandalye-çay' gibi). Semantik anomali paradigması, önceki cümle materyalinin devamı olarak uyumlu veya uyumsuz bir kelimenin sunulması ile yapılır (Kahvemi kremalı ve şekerli/çoraplı severim gibi) Her iki paradigmada, bağlamın semantik olarak destekleyici olduğu koşul 300-500 msn aralığında daha küçük genlikli bir yanıt olarak ortaya çıkmaktadır (125, 126) Semantik anomali paradigmasının N400 yanıtı üzerindeki etkileri büyüklük olarak daha büyük olma eğiliminde olsa da, iki paradigmanın etkilerinin latansı ve uzamsal dağılımı benzerdir ve aynı temel yanıtı temsil ettiği varsayılır (124).

Cümlesel bağlamlarda sözcüklerle ortaya çıkarılan N400 yanıtının genliği, yalnızca anormallik derecesiyle değil, aynı zamanda öngörülebilirlikle de modüle edilir. Daha az beklenen cümle sonları, her iki son da semantik olarak uyumlu olsa bile (örneğin, 'Kahvemi kremalı ve ballı severim', 'Kahvemi kremalı ve şekerli severim'den daha büyük bir N400 yanıtı oluşturur) (127). Daha çarpıcı olarak, anormal sonlara verilen yanıt, hedef kelimenin 'beklenen' sonla ilişkisi tarafından modüle edilir: anlamsal özellikleri tahmin edilen sona göre anormal bir son (örneğin 'Kahvemi kremalı ve tuzlu severim) tahmin edilen sonla anlamsal olarak ilişkili olmayan (örneğin 'Kahvemi kremalı ve çoraplı

severim') bir sondan daha küçük bir N400 yanıtı üretir (127). N 400 yanıtı basit kelime düzeyindeki işlemlenin bir sonucu değildir, kelimenin önceki bağlamla entegrasyonunun kombine işlemlenmesinden kaynaklanır (128). N400 yanıt amplitütü, anlamsal olarak anormal cümlelerde daha büyüktür, çünkü uyumlu bağlamlarda entegrasyon daha kolaydır, oysa mantıksız bir anlamı söylem bağlamına veya önceki dünya bilgisine uyacak şekilde işlemlemek için çalışma gerektirir. Bu görüş aynı zamanda anormal olmayan ancak daha az beklenen sonların da daha fazla beklenen sondan daha büyük N400 yanıtları ürettiği bulgusunu açıklayabilir. Çünkü beklentiler karşılanmadığında entegrasyon daha zordur. N400 etkisinin erişim sonrası mekanizmaları yansıttığı görüşü daha mantıklıdır çünkü N400 yanıtının sözcüksel erişimi yansıtmak için çok geç gerçekleştiği düşünülmektedir (129, 130).

Leksikal olarak işlemedeki herhangi bir kolaylaştırıcı faktör N400 amplitütlerini azaltır. Tahmin edilebilirlik literatürde en çok çalışılan konudur. Daha sık kullanılan kelimeler daha nadir kullanılan kelimelerden daha düşük N 400 yanıtı oluştururlar (131). Leksikal karar görevleri içeren çalışmalarda uzun reaksiyon süresine sahip olduğu için pseudo-kelimeler anlamlı kelimelerden daha büyük N 400 yanıtları ortaya çıkarmaktadır (132, 133). N 400 yanıtlarının leksikal hedefin aktivasyonunu artıran herhangi bir hazırlama mekanizması ile ilişkili olduğu söylenebilir (134).

N 400 yanıtlarının kaynaklandığı leksikal hazırlamanın bilinçsiz otomatik bir hazırlama mekanizması mı yoksa stratejik bir mekanizma mı olduğu çalışılmıştır. Semantik hazırlanma iki genel kognitif sınıflandırma ile açıklanır: ilki bilinçsiz otomatik aktivasyon, ikincisi ise bilinçli stratejik semantik işleme (135). Birinci kognitif mekanizmaya göre bir ana uyarının sunumu semantik ağda karşılık gelen bir temsili aktive ettiği ve aktivasyonun otomatik semantik olarak ilişkili bölgelere yayıldığı ve böylece onların aktivasyon seviyelerini artırdığı düşünülmektedir. İkinci kognitif mekanizmaya (stratejik semantik işleme) göre ise semantik hazırlık kontrollü dikkat işlemlenin (stratejik post-leksikal semantik işleme) bir sonucudur (135). Kontrollü hazırlık mekanizması genellikle önceki ve hedef stimulus arasında daha uzun intervaller (long stimulus onset asynchrony SOA) (>500 msn gibi) olduğunda aktive olurken, kısa SOA (150 msn gibi) varlığında otomatik yayılım aktivasyonu daha ön planda olmaktadır. Üstüste binmemiş kelimelerde her iki mekanizma da semantik hazırlığa katkıda bulunur (135).

2.2.2.1. Semantik işlemlerin nöral anatomik alanları

Linguistik materyallerin semantik işlenmesi aday kelime temsillerinin seçimini ve seçilen temsillerin semantiğinin önceki kelimelerin temelinde oluşturulan bağlamla entegrasyonunu içerir. Fonksiyonel MRG (fMRI), intrakraniyal ve nöropsikolojik çalışmalar semantik işleme için üç ana bölgeyi göstermektedir: sol posterior temporal korteks, sol anterior temporal korteks ve sol inferior frontal korteks (135).

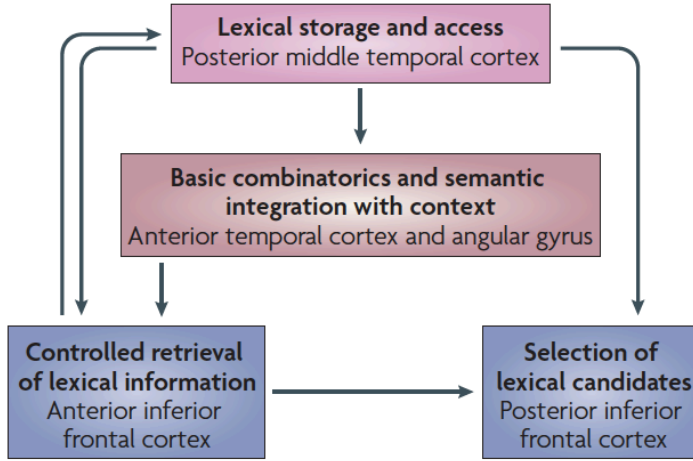
Posterior temporal korteks; leksiko-semantik bilginin depolandığı alan posterior temporal korteksinin orta kısmıdır. En iyi adaylar sol orta-arka orta temporal girusu (MTG) ve komşu superior temporal sulkus (STS) ve inferior temporal korteksi (IT) kapsayan bölgedir (136). Inferior temporal bölgenin ventral parçası non-linguistik görsel objelerin temsilleri ile ilişkilidir. Posterior superior temporal girus (STG) bazı çalışmalarda semantik işleme ile ilişkilendirilmiştir, ancak çoğu kanıt sesin anlamlandırılmasında erken işitsel aşamalarda rolü olduğunu göstermiştir (124).

Anterior temporal korteks; cümle işlemlerin altında yatan kombine işlemleri desteklemektedir. Anterior STS ve MTG cümle işlemlerde aktive olur. Anterior temporal korteks kelime listelerinden ziyade cümleler ile daha fazla aktive olur. Hatta psödo kelimelerden oluşan cümleler de bile kelime listelerinden daha fazla aktive olur (137).

Anguler girus semantik bilgiyi bağlama entegre etmede etkili olduğu düşünülmektedir. Bu alandaki lezyonların kompleks cümleleri işlemlerde zorluk oluşturduğu gözlemlenmiştir (138). Ayrıca anguler girusdaki aktivitenin psödo kelimelere kıyasla gerçek kelimelerde ve semantik olarak uyumlu cümlelerde uyumsuz cümlelere göre daha fazla olduğu gösterilmiştir (139, 140).

Inferior frontal korteks; anterior ventral inferior frontal girusun (IGF) semantik işleme ile ilgili önemli olduğu gözlemlenmiştir (141). Semantik belirsizliğin ve seçim zorluğunun posterior IGF aktivasyonunu artırdığı bulunmuştur. Ayrıca IGF' nin linguistik bilginin dünya bilgisi ile entegrasyonunu sağladığı düşünülmüştür. Ancak IGF kelime listelerine göre cümlelerde daha fazla aktivite göstermediği için bir cümlenin anlamını anlamak için tek tek kelime anlamlarını birleştirme yapma olasılığının daha düşük olduğu düşünülmüştür (139).

Semantik işlemlerin yapısal ve işlevsel bağlantılarının özeti Şekil 2.5.'de gösterilmektedir. Stimulus spesifik bölgelerde fonemik özelliklerine ayrıldıktan sonra bunlar posterior MTG'de eşleşen leksiko-semantik temsilleri etkinleştirir. Anterior inferior frontal korteks bağlama dayalı olarak bu temsillerin kontrollü olarak alınmasını sağlar ve posterior inferior frontal korteks, multiple temsiller aktif olduğunda seçimi yönlendirir. Kelimenin önceki bağlamla semantik ve sintaktik entegrasyonunun nöral bağlantıları hakkında çok az şey bilinmesine rağmen, mevcut kanıtlar anterior temporal korteks ve AG'nin bu süreçlere aracılık edebileceğini, ancak inferior frontal alanların ortaya çıkan kompozisyon anlamı dünya hakkında depolanmış bilgiyle ilişkilendirmede rol oynayabileceğini göstermektedir. Her yeni kelime girişiyle, entegre semantik temsil güncellenir ve daha sonra IFG tarafından sağlanan sonraki tahmin ve seçim işlemlerini bilgilendirebilir.



Şekil 2.5. Semantik işleme modeli

Posterior orta temporal kortikal alanlar (posterior middle temporal girus ve inferior temporal korteksin ve superior temporal sulkusun komşu kısımları), kelime temsilleriyle ilişkili bilgilerin uzun süreli depolanmasına ve bilgiye erişime aracılık eder. Bu "leksikal" bilgi, üst düzey anlamsal süreçlere girdi olarak hizmet eder. Anterior temporal korteks ve angular girusun, sintaktik yapı, ön semantik yapım aşamasındaki daha üst birimlere leksikal girdinin entegrasyonunu desteklediği öne sürülmüştür. Inferior frontal korteks kontrollü seçim ve leksikal temsillerin geri alınması ile ilgilidir. Lau ve ark.'nın çalışmasından alınmıştır (124).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: KA20/10, 12/02/2020 tarih ve 20/16 sayılı kararı ile) ve Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Doktora Programı tezi olarak yapılmıştır.

3.1. Test Materyallerinin Hazırlanması

3.1.1. Tek Heceli Kelime Seçimi

Türkçe hedef kelimeler olarak fonetik dengeli, homojen ve psikometrik eşdeğerlilik analizi yapılmış Mungan Durankaya ve ark tarafından geliştirilmiş tek heceli kelimeler kullanıldı (142).

3.1.2. Multitalker Babble Gürültülerinin Hazırlanması

Test sırasında kullanılacak Türkçe ve İngilizce multitalker babble gürültülerin standardizasyonu için İngilizce the Words-in-Noise (WIN) testinde arka planda kullanılan multitalker babble gürültünün tez için kullanımı planlandı. WIN testi dinleyicinin arka plan multi-talker babble gürültüde tek heceli kelimeleri anlama yeteneğini ölçen bir testtir (143). WIN testinde kullanılan 1988 yılında Causey tarafından üretilen 3 kadın 3 erkek konuşmacının farklı konulardaki konuşmalarını içeren multitalker babble gürültünün orijinali İngilizce multitalker babble gürültü olarak kullanıldı (143). İngilizce multitalker babble gürültü 6 sn'lik 63 segmente bölünerek her hedef kelimenin kendine ait babble segmente time locked bağlanması sağlandı. Böylece babble gürültünün kelimeler üzerindeki performans değişikliğini azaltılarak hedef kelime ve multi-talker babble segment arasındaki temporal ilişki sabitlenmiştir. Her babble segment bir kelime ile eşleştirildi. Segmentler arasındaki farkı azaltmak için hedef kelimeleri babble segmentlere yerleştirirken PRAAT programında babble segmentin dalga formunun 0 dB noktası programda 'negative going zero crossings' şeklinde editlenerek, her bir segment için hedef kelimelerin yerleştirileceği onsetler segment üzerinde işaretlendi. Böylece babble segment

ve hedef kelime arasında akustik ve algısal olarak yumuşak bir geçiş sağlandı. Her bir segmentte hedef kelimelerin yerleştirildiği onset zamanları 0 dB noktasında ve segmentlerin farklı sürelerinde seçilerek denek beklentisi ortadan kaldırıldı. MATLAB programında hedef kelimeler ve babble segment belirlenen onset zamanlarına uygun olarak birleştirildi. Birleştirme sırasında babble gürültü 60 dB SPL, hedef kelime-babble SNR oranı 12 dB olarak ayarlandı.

Türkçe multitalker babble gürültünün oluşturulması için WIN testinde kullanılan multitalker babble gürültü oluşum basamakları takip edildi. Üç kadın ve üç erkek konuşmacı tarafından farklı konularda günlük Türkçe kelimelerin kullanıldığı basit bir dile sahip metinler standart lehçe ile normal bir tonlama kalıbında doğal bir hızda her bir konuşmacı tarafından ayrı ayrı okunarak ses kayıt stüdyosunda ses izolasyonlu odada 13 dakikalık ses kayıtları alındı. Neumann model U 87 Ai Studio Set mikrofon (Neumann U87; Neumann, Berlin, Germany) ile konuşmacıdan 20 cm mesafede ve 0^0 azimut açısında ses kayıtları alındı. Tüm kayıtlar 44100 Hz örnekleme hızında wav dosya uzantısı olarak kaydedildi. Altı ayrı ses kayıt dosyası PRAAT programı'nda analiz edilerek nefes sesleri, uzun duraksamalar ve konuşmacıların kelime tekrarları çıkarıldı. Ardından altı ayrı ses kaydı dijital ortamda birleştirilerek Türkçe multitalker babble gürültü oluşturuldu. Babble gürültünün hedef kelimeler üzerindeki performans değişikliğini azaltmak için hedef kelime ve multi-talker babble segmentar arasındaki temporal ilişkinin sabitlemesi planlandı. Bunun için hazırlanan Türkçe multitalker babble gürültü kaydı 6 sn'lik segmentlere bölünerek, her hedef kelimenin kendine ait babble segmente time locked bağlanması sağlandı. Türkçe multitalker babble gürültü 6 sn'lik toplam 81 segmente ayrıldı. Bu segmentlerden 63 adet segment tek heceli kelimelere time locked bağlandı. Her babble segment bir kelime ile eşleştirildi. Segmentler arasındaki farkı azaltmak için hedef kelimeleri babble segmentlere yerleştirirken PRAAT programında babble segmentin dalga formunun 0 dB noktası programda 'negative going zero crossings' şeklinde editlenerek, her bir segment için hedef kelimelerin yerleştirileceği onsetler segment üzerinde işaretlendi. Böylece babble segment ve hedef kelime arasında akustik ve algısal olarak yumuşak bir geçiş sağlandı. Her bir segmentte hedef kelimelerin yerleştirildiği onset zamanları 0 dB noktasında ve segmentlerin farklı sürelerinde seçilerek denek beklentisi ortadan kaldırıldı. MATLAB programında hedef kelimeler ve babble segment belirlenen onset zamanlarına uygun olarak birleştirildi. Birleştirme sırasında babble gürültü 60 dB SPL, hedef kelime-babble SNR oranı 4 dB ve 12 dB olarak iki ayrı düzeyde ayarlandı.

Türkçe babble kayıtlarının reverse kaydı alınarak babble segmentlerin içerisindeki semantik yapı ekarte edilerek dilin fonetik ve morphem yapısının korunması planlandı. Türkçe babble segmentlerin her biri MATLAB programında reverse kayıt olarak yeniden oluşturuldu ve düz kayıt sırasında hedef kelime için belirlenen onset zamanı ve kelime uzunluğu toplanarak babble segmentin toplam süresinden çıkarılarak hedef kelimenin babble segmenti içerisindeki onset zamanı belirlendi. Reverse babble ve hedef kelimenin birleştirme sırasında babble gürültü 60 dB SPL, hedef kelime-babble SNR oranı 4 dB ve 12 dB olarak iki ayrı düzeyde ayarlandı.

Türkçe babble segmentler ve reverse babble segmentler hedef kelime birleştirilmeden de ayrı ayrı 60 dB SPL olarak oluşturuldu. Kayıtların birleştirilmesi sırasında babble segmentlerin her biri random olarak sıralaması değişen şekilde yerleştirildi. Prosedür için oluşturulan toplam 7 ayrı kayıt:

- Türkçe babble-kelime SNR 4 dB (T 4)
- Türkçe babble-kelime SNR 12 dB (T 12)
- Reverse babble-kelime SNR 4 dB (R 4)
- Reverse babble-kelime SNR 12 dB (R 12)
- İngilizce babble-kelime SNR 12 dB (İ 12)
- Türkçe babble
- Reverse babble

Test sırasında kullanılan uyaranlar 'Praat' programı ile Hacettepe Üniversitesi Biyofizik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Dr. Öğretim Üyesi Nurhan Erbil tarafından oluşturulmuştur.

3.2. Katılımcılar

Normal işitmeye sahip, yaşları 18-38 yaş arasında değişen 15 (9 kadın, 6 erkek) katılımcı çalışmaya dahil edildi. Tüm katılımcılar monolingual native Türkçe konuşan, bilingual olmayan (okul öncesi ikinci bir dil öğrenmemiş), fiziksel veya nörolojik hastalığı bulunmayan bireylerdi. Tüm katılımcılara Edinburg el tercihi testi uygulanarak sağ el dominant bireyler olduğu teyit edildi. Katılımcılardan çalışma katılmak için yazılı onam alındı.

3.3. Prosedür

EEG kayıtları Synamps Amplifier (Neuroscan Inc., Herndon, VA) ile 5 ksp/s örnekleme hızında, DC-1 kHz frekans aralığına ayarlanmış filtreler ile kaydedildi. EEG kayıtları elastik başlık aracılığıyla (Easycap GmbH, Herrsching, Germany) başlığa sabitlenmiş 20 Ag/AgCl elektrotundan (toprak elektrot; AFz) kaydedildi. Toprak elektrot olarak Fz ve Cz arasında bir elektrot kullanıldı, A1 ve A2 ayrı kanallar olarak kaydedildi. Ölçümler Faraday kafesli kayıt odasında yapıldı. Her elektrot içerisine EEG jeli enjektör yardımıyla sıkılarak impedanslar 25Ω 'un altında tutuldu. Sürekli EEG verileri, yalnızca 0.1-70 Hz aralığını içerecek şekilde ikinci dereceden bir Butterworth filtresi kullanılarak filtrelendi ve bağlantılı kulaklara yeniden referans verildi, ardından her event için uyarın öncesi 200 ms ve uyarın sonrası 2000 ms zaman aralıklarını kapsayan epoch'lar çıkarıldı. Epoch'lar, göz hareketi ve göz kırpması artefaktları için manuel olarak kontrol edildi ve kontamine olanlar ileri analizlerin dışında bırakıldı.

Sennheiser HD 300 kulak üstü kulaklık ile ses sunumu yapıldı. Kulaklık bir MacBook Air bilgisayara ikili stereo çıkışı ile bağlandı. İkili stereo çıkışından birine kulaklık, diğerine EEG Amplifier'nın stimulus kanalı (kelimelerin onsets sürelerinin tespiti için) bağlandı. EEG Amplifier'nın stimulus kanalına giden kabloya direnç seri olarak bağlanarak kablonun direnci düşürüldü. Kulaklık 1000 Hz de 60 dB kalibrasyon ile kalibre edildi. (Test prosedürü Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.)

Katılımcıların her birine yedi ayrı ses kaydı (1. Türkçe babble-kelime SNR 4 dB; 2. Türkçe babble-kelime SNR 12 dB; 3. Reverse babble-kelime SNR 4 dB; 4. Reverse babble-kelime SNR 12 dB; 5. İngilizce babble-kelime SNR 12 dB; 6. Türkçe babble; 7. Reverse babble) yorulma etkisinin ekarte edilmesi için random olarak değişen sıralarda, Türkçe ve Reverse babble kayıtları sonda ve bu iki dosya da değişen sıralarda olacak şekilde sunuldu. Katılımcılara EEG kaydından önce deney sırasında kullanılmayan multitalker babble-kelime segmentlerinden örnek dinletilerek, sadece tek heceli kelimelere dikkat etmesi istenen dinleme görevi verildi.

3.4. İstatistiksel Analiz

ERP kayıtları MATLAB (Version R2015a, The MathWorks Inc., Natick., MA, US) programı altında çalışan EEGLAB programı aracılığı ile yapıldı. Veri analizi uyarı öncesi 200 msn ve uyarı sonrası 2000 msn zaman penceresi içinde yapıldı. Verilere 40 Hz filtreleme uygulandı. Baseline correction için zaman penceresindeki eğrilerin kendi ortalamaları çıkarılmıştır.

Veriler SPSS versiyon 22 paket programı (Statistical Package for Social Sciences v.15, IBM, Chicago, IL) kullanılarak analiz edildi. Her bir elektrottaki (F3, Fz, F4, T3, T7, Cz, T4, T8, P3, Pz P4) epoch'ların 100-900 msn aralığındaki değerlerin karelerinin toplamının ortalamasının karakökü hesaplanarak rms (root mean square) değerleri belirlenmiştir. Ardından epoch zaman penceresi 70-180, 150-250, 200-400, 300-600 ve 500-900 olmak üzere beş zaman dilimine ayrılmış ve her zaman dilimi için her elektrotta rms değerleri hesaplandı. Univariate General Linear Model kullanılarak; farklı uyarı durumlarının, elektrot bölgeleri, hemisferler ve latans aralıkları üzerindeki etkileri değerlendirildi. Levene testi kullanılarak, varyansların homojenliği kontrol edildi. Post hoc karşılaştırmalarda ise Bonferoni ve Tukey testleri kullanıldı. Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak değerlendirildi.



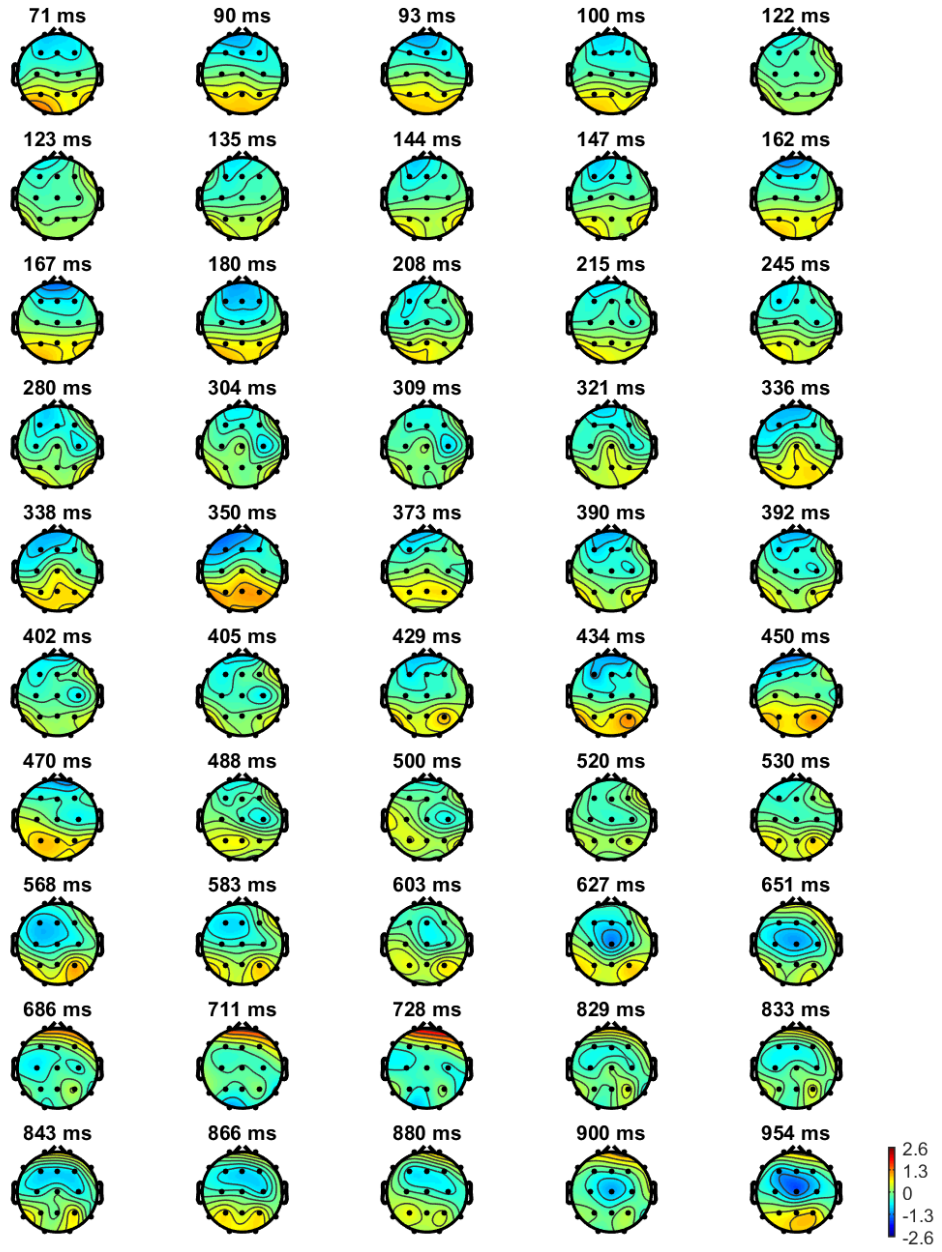
Şekil 3.1. Test prosedürü

4. BULGULAR

Çalışmaya 9 (%60) kadın, 6 (%40) erkek toplam 15 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması $24,7 \pm 5,6$ iken, yaş aralığı 20-38 yaş arasındadır. Üç katılımcı üniversite mezunu, 12 katılımcı ise üniversite öğrencisidir. Bütün bireylerin ikinci dilleri İngilizce'dir ve dil ile karşılaşma yaşları ilköğretim sonrasıdır.

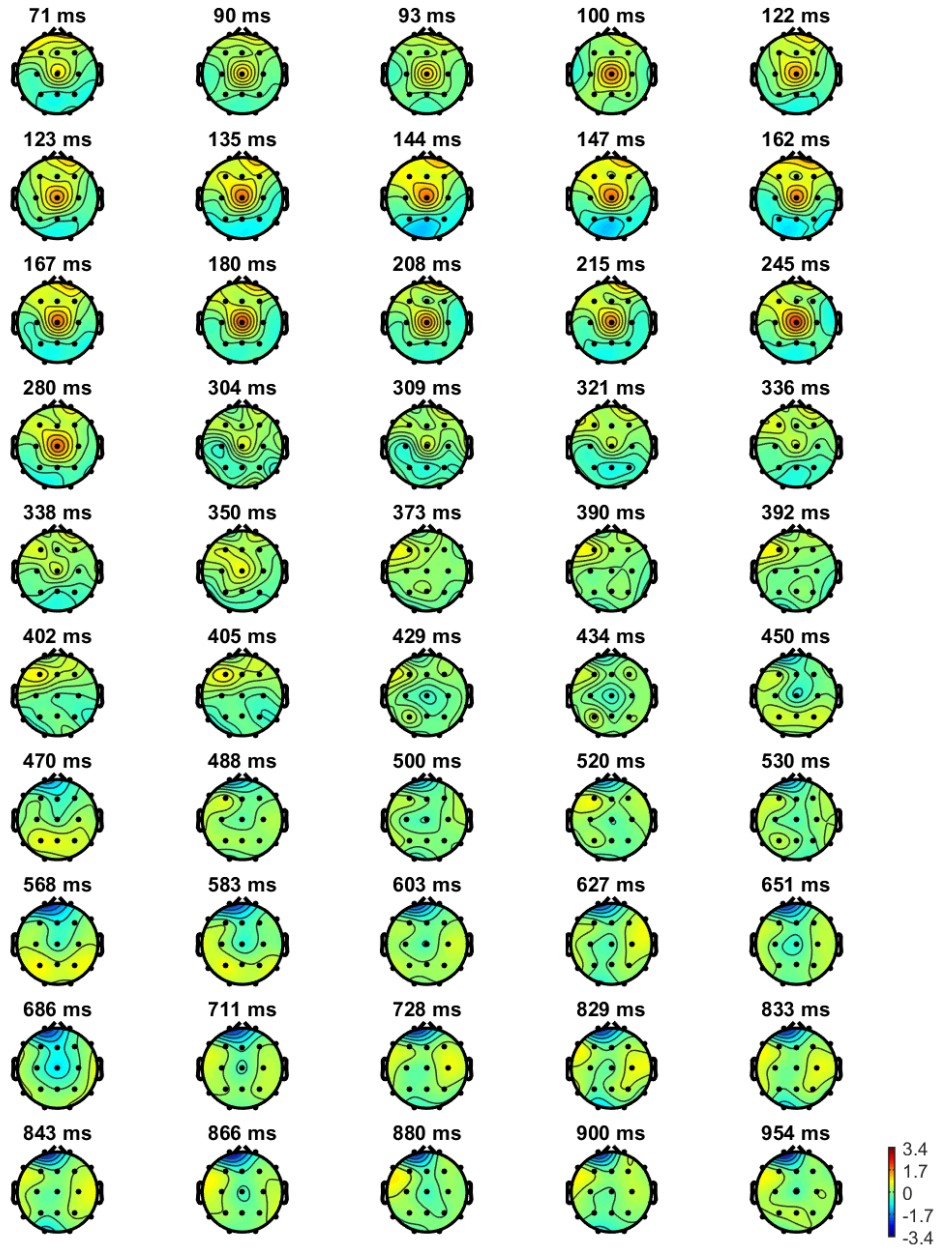
4.1. ERP yanıtlarının beyin haritaları

Beş farklı uyaran durumu (T4, T12, R4, R12 ve İ12) sonucunda ortaya çıkan ERP yanıtlarının zamana göre kafa dağılımları Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3., Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.'de gösterilmiştir.



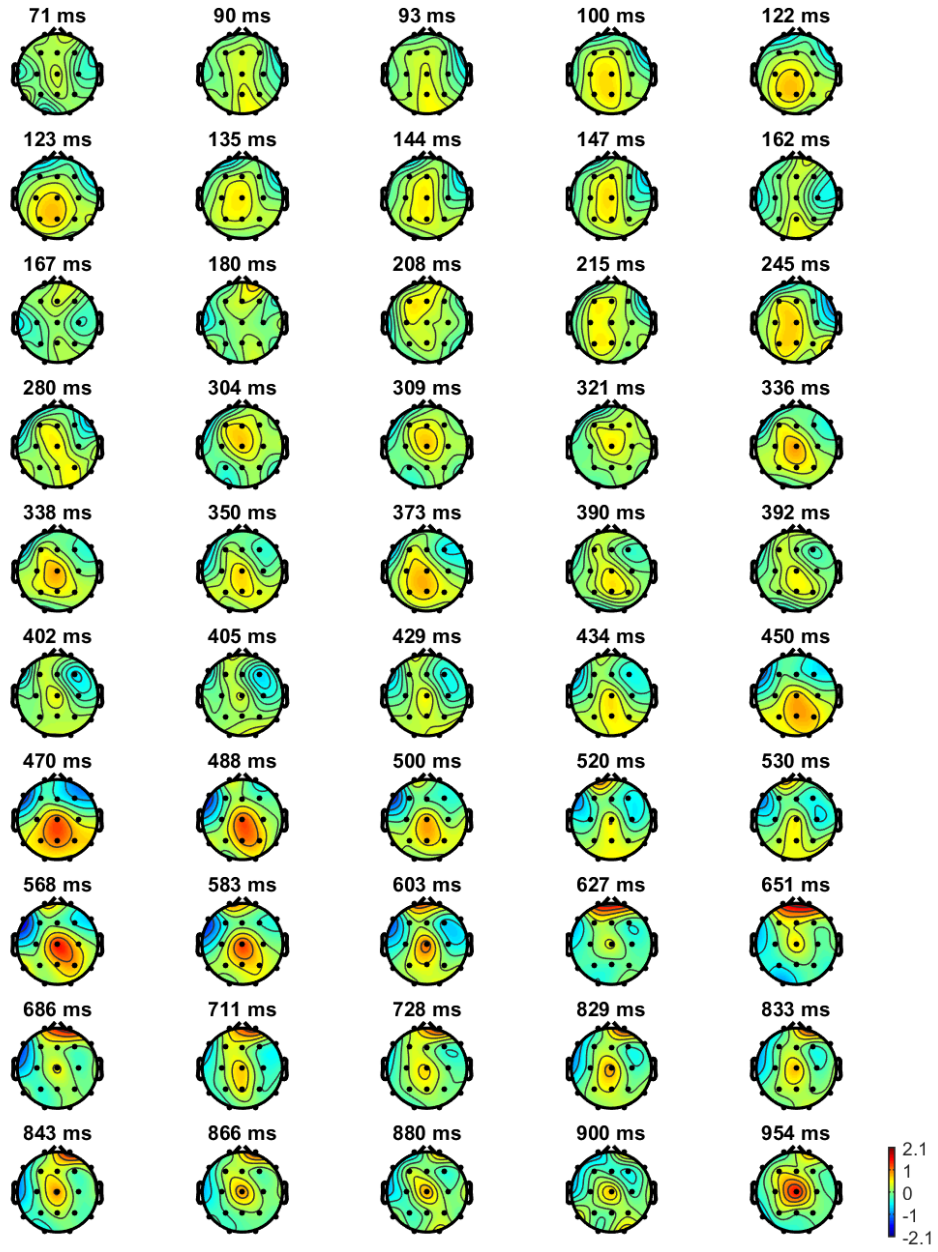
t4

Şekil 4.1. T4 uyarın durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları



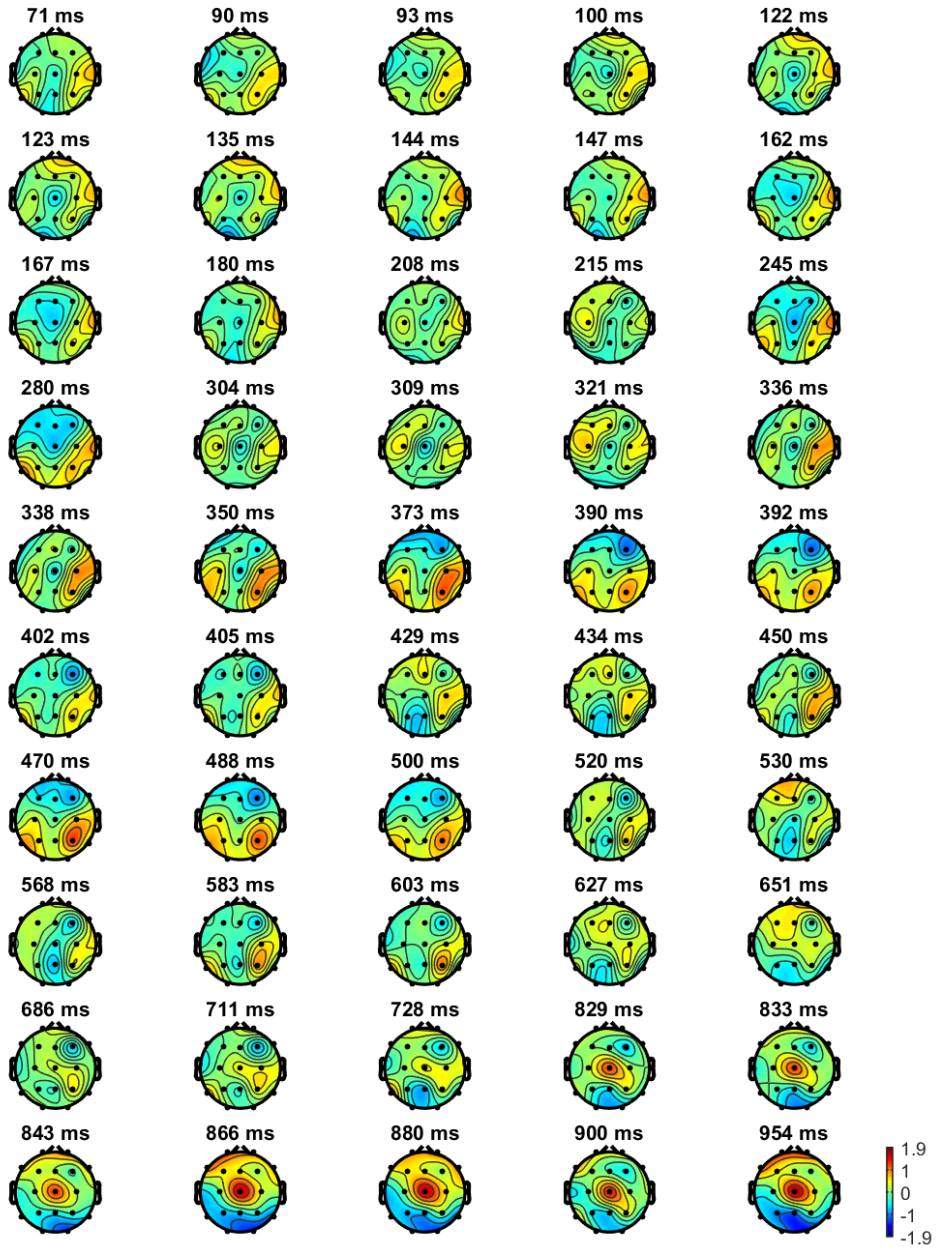
t12

Şekil 4.2. T12 uyararı için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları



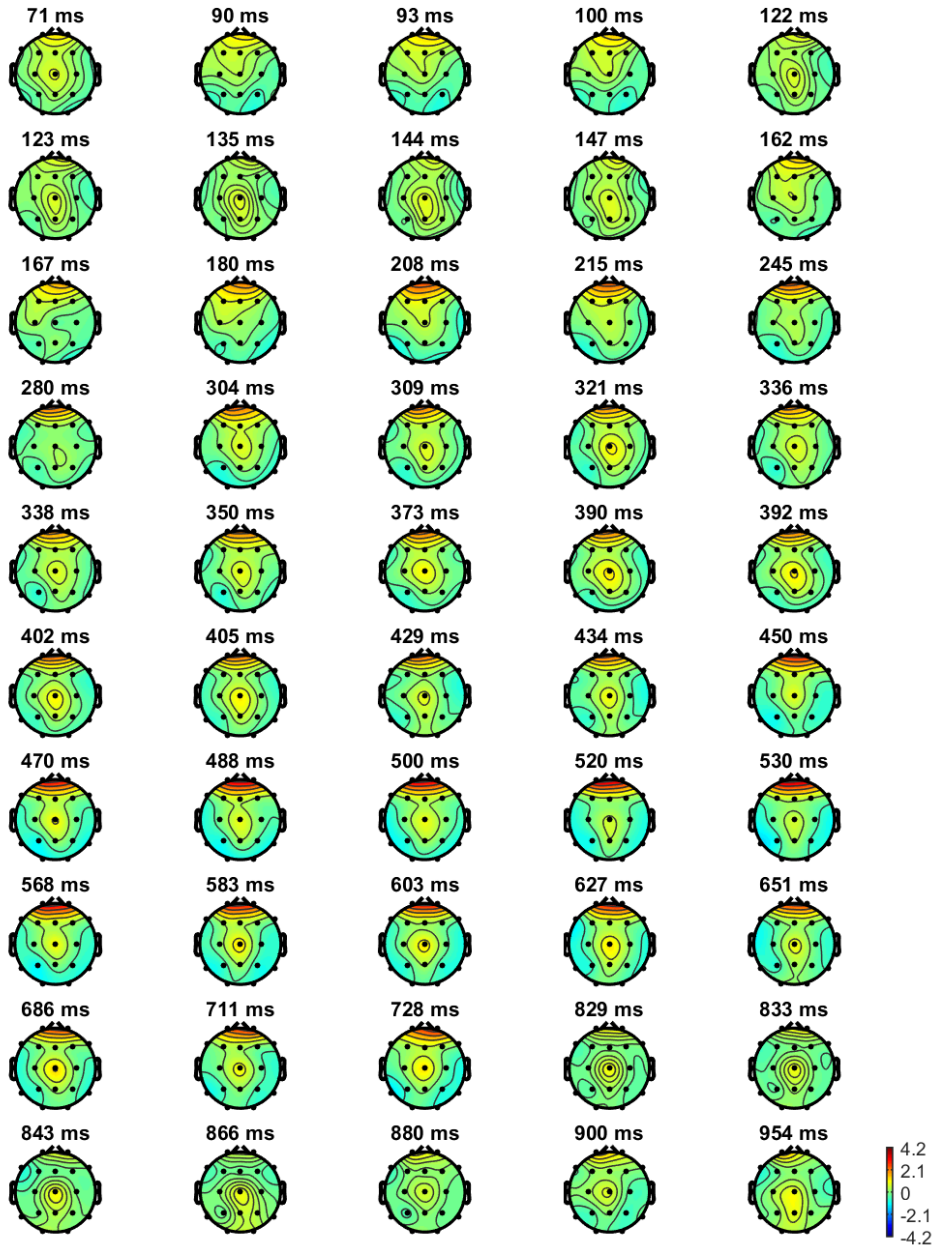
r4

Şekil 4.3. R4 uyararı durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları



r12

Şekil 4.4. R12 uyarın durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları



i12

Şekil 4.5. İ12 uyaran durumu için ortaya çıkan ERP dalgalarının zamanlara göre kafa dağılımları

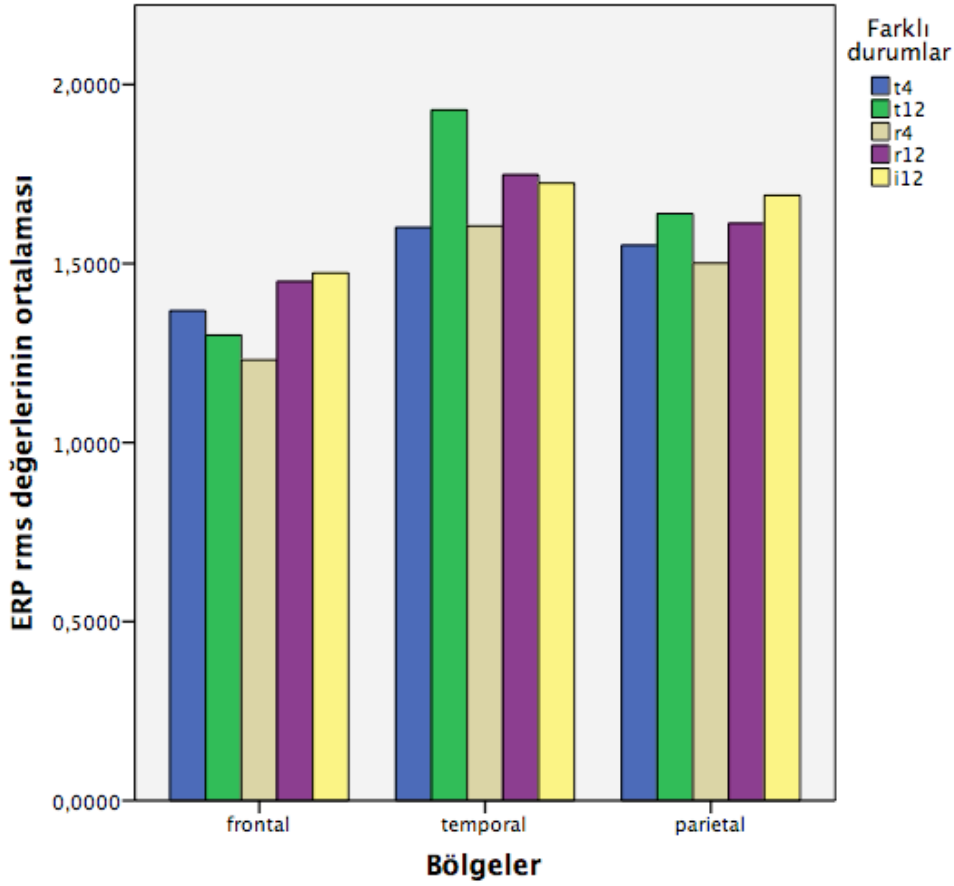
4.2. ERP yanıtlarının rms değerlerinin karşılaştırılması

4.2.1. Uyaran durumları için 100-900 msn aralığındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

Her bir elektrottaki epoch'ların 100-900 msn aralığındaki voltaj değerlerin karelerinin toplamının ortalamasının karakökü hesaplanarak rms (root mean square) değerleri belirlenmiştir.

Uyaran durumları arasında 100-900 msn aralığında tüm elektrotlardaki (F3, Fz, F4, T3, T7, Cz, T4, T8, P3, Pz P4) ERP yanıtlarının rms ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. ($p=0.001$) (Partial Eta squared değeri 0.05) T4 durumu T12 ve İ12 durumlarına göre istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur. (sırasıyla $p=0.009$ $p=0.038$) R4 durumu T12, R12 ve İ12 durumuna göre istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur. (sırasıyla $p=0.001$ $p=0.009$ ve $p=0.004$)

Tüm uyaran durumlarının ortak rms değerleri elektrotlar frontal (F3, Fz, F4), temporal (T3, Cz, T4, T7 ,T8) ve parietal (P3, Pz, P4) olarak üç gruba ayrılarak analiz edildiğinde ERP rms değerleri açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.001$) En büyük ERP rms ortalamalarının temporal elektrotlarında olduğu bulunmuştur. Temporal elektrotların ortalaması frontal ve parietal elektrotların ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı büyük bulunmuştur. (sırasıyla $p<0.001$ ve $p=0.006$) Parietal elektrotların ortalaması frontal elektrotların ortalamasından istatistiksel anlamlı büyük bulunmuştur ($p<0.001$) Uyaran durumları arasında frontal ve parietal bölgelerde ERP yanıtları açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmazken (sırasıyla $p=0.085$ ve $p=0.347$) temporal bölgedeki elektotlarla anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.005$) Temporal bölgedeki Cz elektrotta T4 uyaran durumu T12 ve İ12 durumlarına göre istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur (sırasıyla $p=0.008$ $p=0.035$) R4 uyaran durumu T12, R12 ve İ12 durumuna göre istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur. (sırasıyla $p=0.001$ $p=0.008$ ve $p=0.003$) Uyaran durumlarının 100-900 ms aralığındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının bölgelere göre dağılımı Şekil 4.6'da verilmiştir.



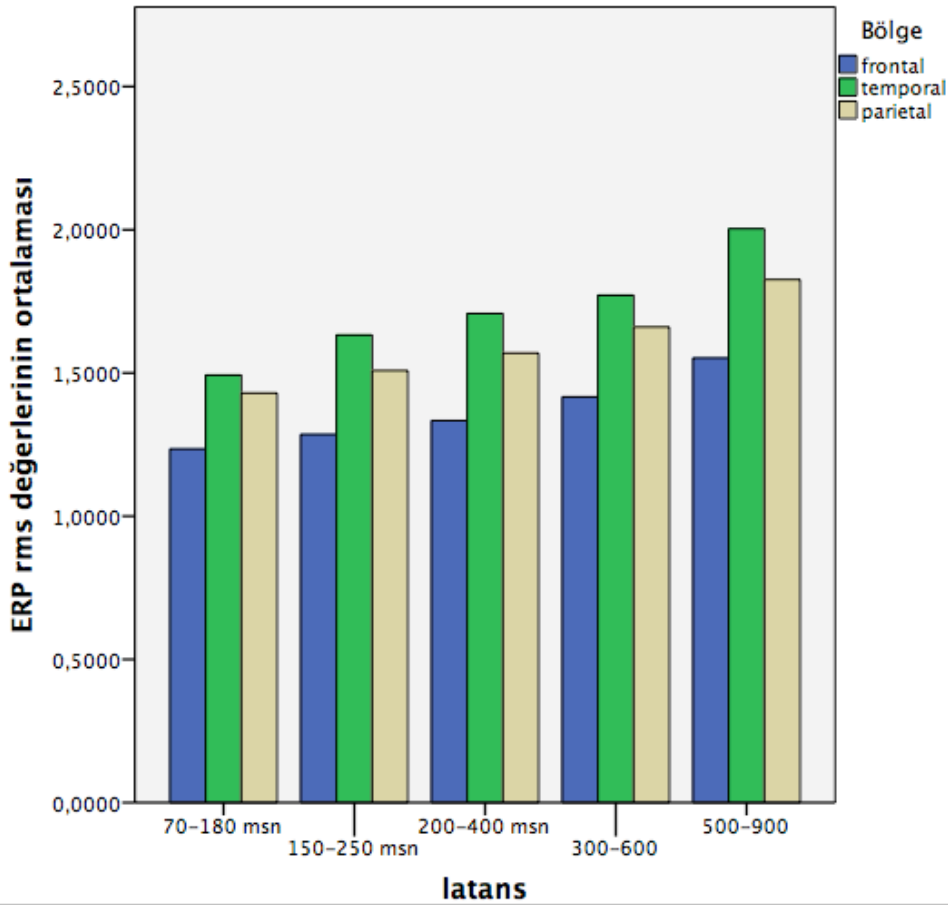
Şekil 4.6. Uyarın durumlarının 100-900 ms aralığında ERP yanıtlarının rms ortalamalarının bölgelere göre dağılım grafiği

Tüm uyarın durumlarının hemisfer dominansı açısından sağ ve sol farkı değerlendirildiğinde, tüm elektrotların ortalaması açısından sağ ve sol hemisfer yanıtları arasında fark bulunmamıştır ($p=0.407$) Frontal, temporal ve parietal bölgede hemisfer yanıtları ayrı ayrı incelendiğinde sağ ve sol yanıtlar açısından fark bulunmamıştır. (sırasıyla $p=0.309$, $p=0.924$ ve $p=0.303$)

4.2.1.1. Uyarın durumları için belirlenen zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

ERP yanıtları beş farklı zaman aralığına bölünerek (70-180 msn, 150-250 msn, 200-400 msn, 300-600 msn ve 500-900 msn), her zaman dilimi için her elektrotta ERP rms

değerleri hesaplanarak analiz edildiğinde; tüm uyaran durumları için bireylerin ERP yanıt rms ortalamaları arasında latans aralıkları açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. ($p < 0.001$) (Partial Eta Squared değeri 0.13) 70-180 msn ve 150-250 msn latansları arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır ($p = 0.119$). Ancak 70-180 msn latans aralığındaki ortalama ERP değerleri diğer latans aralıklarından (200-400 msn, 300-600 msn ve 500-900 msn) istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur. ($p = 0.11$, $p < 0.001$, $p < 0.001$) 150-250 msn latans aralığındaki ortalama ERP değerleri ise 300-600 msn ve 500-900 msn aralığından istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur. (sırasıyla $p = 0.026$, $p < 0.001$) Tüm durumlar için bölgelere göre latans aralıklarının ERP değerlerinin rms ortalamalarının karşılaştırılması grafiği Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Tüm durumlar için bölgelere göre latans aralıklarının ERP değerlerinin rms ortalamalarının karşılaştırılması grafiği

4.2.1.2. Uyarıcı durumları için 70-180 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

Uyarıcı durumları için 70-180 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların rms ortalamaları karşılaştırıldığında; sadece temporal bölgedeki Cz elektrotunda durumlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$) (Tablo 4.1.). Bu elektrotta T12 uyarıcı durumunda T4, R4, R12 ve İ12 durumlarına göre ERP yanıtları istatistiksel anlamlı daha büyük saptanmıştır (sırasıyla $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$ ve $p = 0.002$).

Belirlenen bu zaman aralığında (70-180 msn) elektrotlarda sağ ve sol taraf açısından fark saptanmamıştır ($p = 0.965$).

Tablo 4.1. Uyarıcı durumları için 70-180 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması

		Farklı uyarıcı durumları					p^*	p^{**}	
		T4	T12	R4	R12	İ12			
F	Sol (F3)	1.09±0.94	1.21±0.88	1.17±0.67	1.39±1.25	1.38±0.81	0.948		
	Sağ (F4)	1.28±1.43	1.05±0.63	1.11±0.45	1.31±1.09	1.31±1.1	0.961		
	Santral (Fz)	1.14±1.14	1.15±0.75	1.15±0.66	1.35±1.09	1.36±0.85	0.949		
T	Sol (T3, T7)	1.43±0.74	1.41±0.76	1.35±0.72	1.59±1.45	1.49±0.82	0.956		
	Sağ (T4, T8)	1.22±0.61	1.38±0.61	1.61±0.91	1.44±1.06	1.48±0.69	0.791		
	Santral (Cz)	1.22±0.60	2.93±4.35	1.24±0.74	1.40±1.02	1.58±0.95	<0.001	T12-T4	<0.001
						1	T12-R4	<0.001	
							T12-R12	<0.001	
							T12-İ12	0.002	
P	Sol (P3)	1.23±0.79	1.56±1.07	1.42±0.82	1.19±0.75	1.31±0.76	0.922		
	Sağ (P4)	1.36±0.90	1.33±0.87	1.33±0.75	1.68±1.97	1.56±1.02	0.900		
	Santral (Pz)	1.34±0.61	1.40±0.91	1.54±0.64	1.48±0.86	1.64±1.23	0.965		

F: Frontal; T: Temporal; P: Parietal; T4: Türkçe 4 dB; T12: Türkçe 12 dB; R4: Reverse 4 dB; R12: Reverse 12 dB; İ12: İngilizce 12 dB p^* Farklı uyarıcı durumları arasındaki fark; p^{**} post-hoc test

4.2.1.3. Uyarı durumları için 150-250 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

Uyarı durumları için 150-250 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların rms ortalamaları karşılaştırıldığında; sadece temporal bölgedeki Cz elektrotunda durumlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Bu elektrotta T12 durumunda T4, R4, R12 ve İ12 durumlarına göre ERP yanıtları istatistiksel anlamlı daha büyük saptanmıştır (sırasıyla $p = 0.001$, $p < 0.001$, $p = 0.001$ ve $p = 0.005$) (Tablo 4.2.).

Belirlenen bu zaman aralığında (150-250 msn) elektrotlarda sağ ve sol taraf açısından fark saptanmamıştır ($p = 0.954$).

Tablo 4.2. Uyarı durumları için 150-250 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması

		Farklı uyarı durumları					p [*]	p ^{**}	
		T4	T12	R4	R12	İ12			
F	Sol (F3)	1.10±1.05	1.29±0.98	1.23±0.91	1.53±1.44	1.38±0.90	0.895		
	Sağ (F4)	1.46±1.75	1.15±0.61	1.07±0.53	1.40±1.39	1.37±1.28	0.877		
	Santral (Fz)	1.01±1.18	1.27±0.85	1.27±0.82	1.30±1.18	1.39±0.68	0.935		
T	Sol (T3, T7)	1.52±0.79	1.46±1.04	1.51±0.84	1.79±1.61	1.53±0.88	0.834		
	Sağ (T4, T8)	1.36±0.78	1.55±0.74	1.57±0.81	1.55±1.12	1.66±0.77	0.916		
	Santral (Cz)	1.70±1.27	3.13±5.07	1.28±0.78	1.66±1.54	1.89±1.24	<0.001	T12-T4	0.001
								T12-R4	<0.001
								T12-R12	0.001
								T12-İ12	0.005
P	Sol (P3)	1.39±0.86	1.60±1.12	1.34±0.72	1.26±1.07	1.51±1.03	0.941		
	Sağ (P4)	1.42±0.90	1.43±0.89	1.39±0.86	1.79±2.09	1.47±0.93	0.887		
	Santral (Pz)	1.54±0.84	1.52±0.78	1.41±0.69	1.68±1.24	1.78±1.39	0.931		

F: Frontal; T: Temporal; P: Parietal; T4: Türkçe 4 dB; T12: Türkçe 12 dB; R4: Reverse 4 dB; R12: Reverse 12 dB; İ12: İngilizce 12 dB p^{*} Farklı uyarı durumları arasındaki fark; p^{**} post-hoc test.

4.2.1.4. Uyaran durumları için 200-400 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

Uyaran durumları için 200-400 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların rms ortalamaları karşılaştırıldığında; sadece temporal bölgedeki Cz elektrotunda durumlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.019$). (Tablo) Bu elektrotta T12 durumunda T4, R4, R12 ve İ12 durumlarına göre ERP yanıtları istatistiksel anlamlı daha büyük saptanmıştır (sırasıyla $p= 0.039$, $p=0.001$, $p=0.023$ ve $p=0.012$) (Tablo 4.3.).

Belirlenen bu zaman aralığında (200-400 msn) elektrotlarda sağ ve sol taraf açısından fark saptanmamıştır ($p=909$).

Tablo 4.3. Uyaran durumları için 200-400 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması

		Farklı uyaran durumları					p [*]	p ^{**}	
		T4	T12	R4	R12	İ12			
F	Sol (F3)	1.37±1.15	1.30±0.77	1.11±0.71	1.56±1.19	1.41±1.00	0.889		
	Sağ (F4)	1.54±1.71	1.24±0.57	1.17±0.97	1.59±1.79	1.62±1.54	0.760		
	Santral (Fz)	1.21±1.21	1.21±0.55	1.02±0.41	1.25±0.92	1.35±0.81	0.965		
T	Sol (T3, T7)	1.66±0.79	1.68±1.05	1.52±0.77	1.91±1.67	1.51±0.90	0.697		
	Sağ (T4, T8)	1.49±0.77	1.75±0.79	1.45±0.57	1.62±1.08	1.70±0.86	0.848		
	Santral (Cz)	1.97±2.04	2.88±3.49	1.45±1.06	1.88±2.14	1.77±1.33	0.019	T12-T4	0.039
							T12-R4	0.001	
							T12-R12	0.023	
							T12-İ12	0.012	
P	Sol (P3)	1.42±0.90	1.68±1.10	1.26±0.58	1.42±0.97	1.66±1.07	0.854		
	Sağ (P4)	1.60±1.04	1.53±0.68	1.28±0.63	1.99±2.10	1.39±1.03	0.546		
	Santral (Pz)	1.55±0.82	1.73±0.78	1.53±0.86	1.57±0.96	1.85±1.35	0.941		

F: Frontal; T: Temporal; P: Parietal; T4: Türkçe 4 dB; T12: Türkçe 12 dB; R4: Reverse 4 dB; R12: Reverse 12 dB; İ12: İngilizce 12 dB p^{*} Farklı uyaran durumları arasındaki fark; p^{**} post-hoc test

4.2.1.5. Uyarı durumları için 300-600 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

Uyarı durumları için 300-600 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların rms ortalamaları karşılaştırıldığında hiçbir bölge için durumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0.164$) (Tablo 4.4.).

Belirlenen bu zaman aralığında (300-600 msn) elektrotlarda sağ ve sol taraf açısından fark saptanmamıştır ($p=698$).

Tablo 4.4. Uyarı durumları için 300-600 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması

		Farklı uyarı durumları					p [★]	p ^{★★}
		T4	T12	R4	R12	İ12		
F	Sol (F3)	1.55±1.19	1.26±0.56	1.22±0.45	1.40±0.76	1.64±0.75	0.847	
	Sağ (F4)	1.61±1.62	1.36±0.55	1.33±0.65	1.71±1.75	1.67±1.63	0.859	
	Santral (Fz)	1.30±1.27	1.33±0.44	1.10±0.44	1.31±0.64	1.38±0.65	0.975	
T	Sol (T3, T7)	1.65±0.85	1.83±1.07	1.61±0.83	1.82±1.28	1.67±0.85	0.932	
	Sağ (T4, T8)	1.59±0.86	1.78±0.79	1.55±0.58	1.71±1.04	1.83±0.95	0.876	
	Santral (Cz)	1.77±1.20	2.69±2.91	1.88±1.82	1.71±1.41	2.00±1.46	0.164	
P	Sol (P3)	1.65±1.15	1.82±1.17	1.18±0.51	1.48±0.78	1.72±1.00	0.620	
	Sağ (P4)	1.72±1.35	1.59±0.68	1.34±0.63	2.00±1.89	1.51±0.90	0.635	
	Santral (Pz)	1.65±0.93	1.85±0.92	1.71±0.85	1.48±0.80	2.13±1.41	0.649	

F: Frontal; T: Temporal; P: Parietal; T4: Türkçe 4 dB; T12: Türkçe 12 dB; R4: Reverse 4 dB; R12: Reverse 12 dB; İ12: İngilizce 12 dB p[★] Farklı uyarı durumları arasındaki fark; p^{★★} post-hoc test

4.2.1.6. Uyarı durumları için 500-900 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının karşılaştırılması

Uyarı durumları için 500-900 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların rms ortalamaları karşılaştırıldığında hiçbir bölge için durumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0.219$) (Tablo 4.5.).

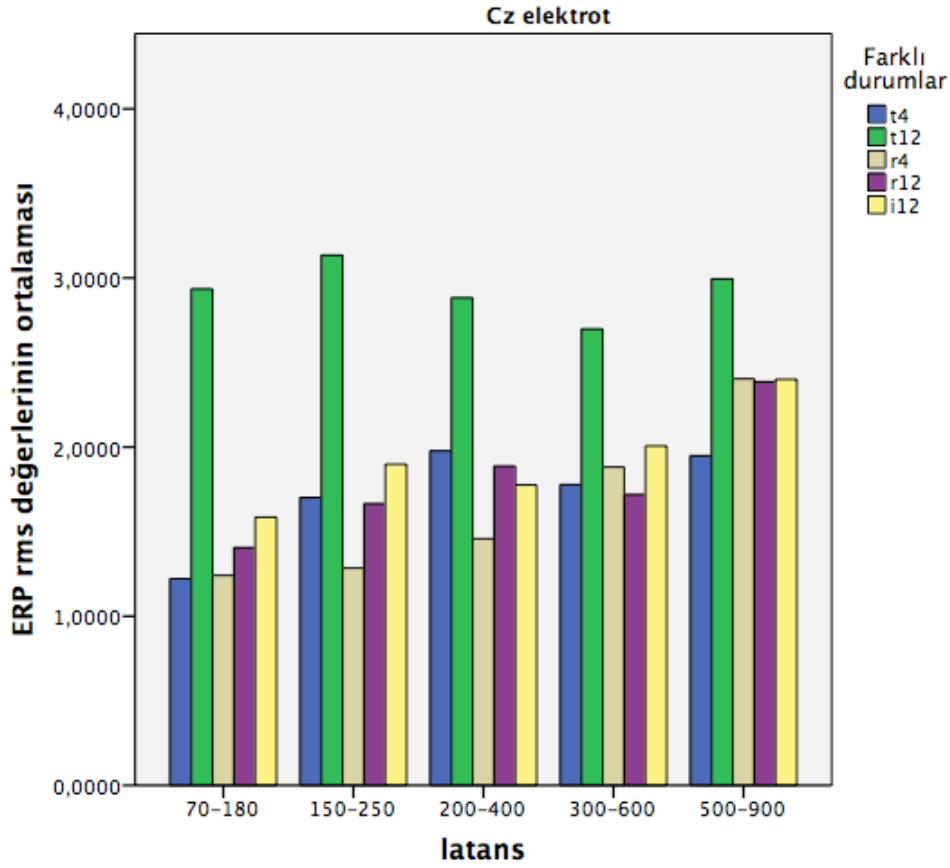
Belirlenen bu zaman aralığında (500-900 msn) elektrotlarda sağ ve sol taraf açısından fark saptanmamıştır ($p=257$).

Tablo 4.5. Uyaran durumları için 500-900 msn zaman aralıklarındaki ERP yanıtlarının rms ortalamalarının farklı elektrotlara göre karşılaştırılması

		Farklı uyaran durumları					p^*	p^{**}
		T4	T12	R4	R12	İ12		
F	Sol (F3)	1.64±1.10	1.52±0.68	1.27±0.55	1.36±0.80	1.61±1.02	0.902	
	Sağ (F4)	1.77±1.33	1.46±0.63	1.81±1.97	1.79±1.77	1.78±2.09	0.927	
	Santral (Fz)	1.45±1.33	1.60±0.65	1.35±0.66	1.46±0.86	1.35±0.69	0.981	
T	Sol (T3, T7)	1.84±1.06	1.95±1.22	1.85±1.04	1.80±1.22	1.79±1.15	0.988	
	Sağ (T4, T8)	1.88±1.01	1.94±0.92	1.84±0.83	2.03±1.48	2.01±0.94	0.965	
	Santral (Cz)	1.94±1.55	2.99±3.80	2.40±2.92	12.38±2.62	2.40±1.90	0.219	
P	Sol (P3)	1.65±1.04	1.83±1.79	1.77±1.02	1.56±0.79	1.80±1.19	0.972	
	Sağ (P4)	1.84±1.33	1.78±0.93	1.69±0.87	1.97±1.55	1.67±0.92	0.962	
	Santral (Pz)	1.81±0.84	1.87±1.07	2.25±1.20	1.55±0.81	2.28±1.62	0.411	

F: Frontal; T: Temporal; P: Parietal; T4: Türkçe 4 dB; T12: Türkçe 12 dB; R4: Reverse 4 dB; R12: Reverse 12 dB; İ12: İngilizce 12 dB p^* Farklı uyaran durumları arasındaki fark; p^{**} post-hoc test

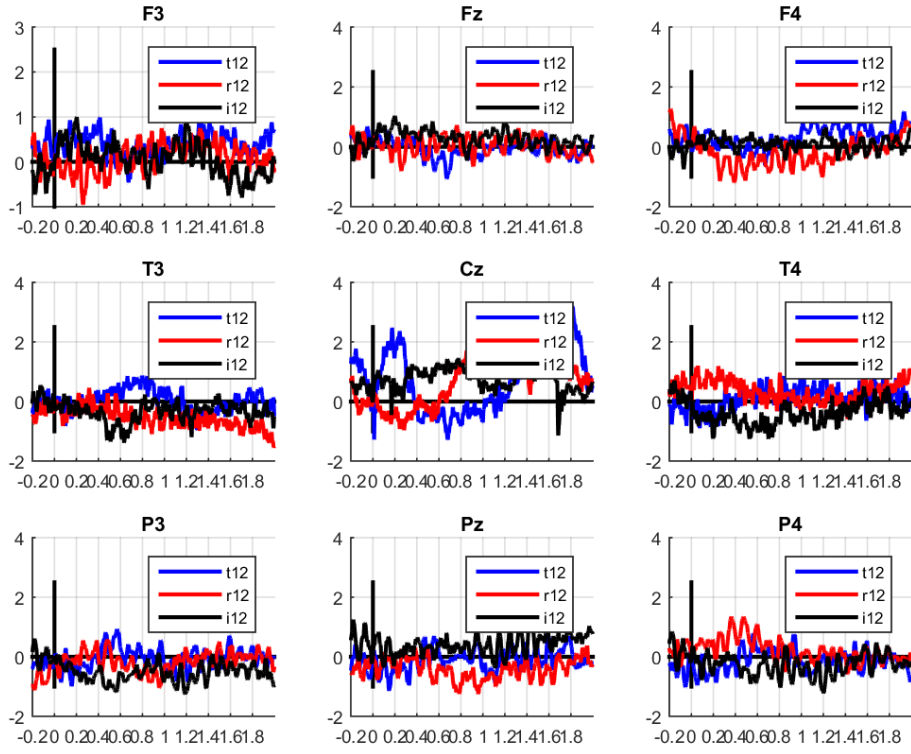
Cz elektrotunda farklı durumlardaki ortalama ERP rms değerlerinin latans aralıklarına göre karşılaştırılması Şekil 4.8.'de verilmiştir.



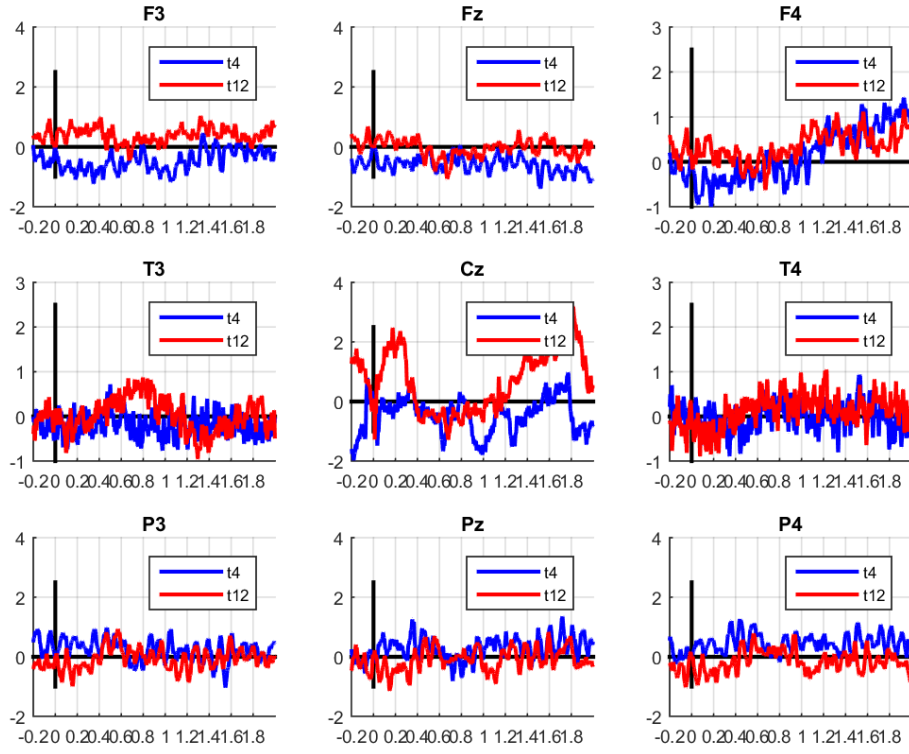
Şekil 4.8. Cz elektrotunda farklı durumlardaki ortalama ERP rms değerlerinin latans aralıklarına göre karşılaştırılması

4.2.2. ERP yanıtlarının uyarın durumları arasında karşılaştırılması

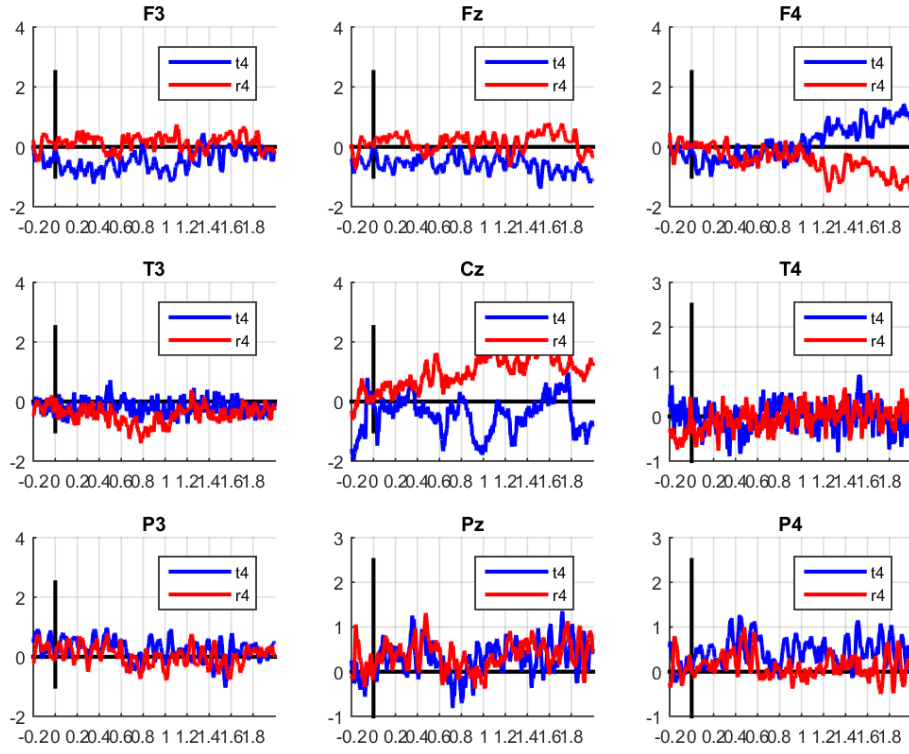
F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması Şekil 4.9, Şekil 4.10., Şekil 4.11 ve Şekil 4.12.'de gösterilmiştir. X ekseninde - 100 msn ile 2000 msn zaman aralığı, Y ekseninde ise mikrovolt (μ V) cinsinden dalğanın amplittne ait bilgiler bulunmaktadır. Verilen yanıtlar 15 bireyin 5 farklı durumuna ait (T4, T12, R4, R12, İ12) yanıtlarının birbirleriyle karşılaştırılmasıdır.



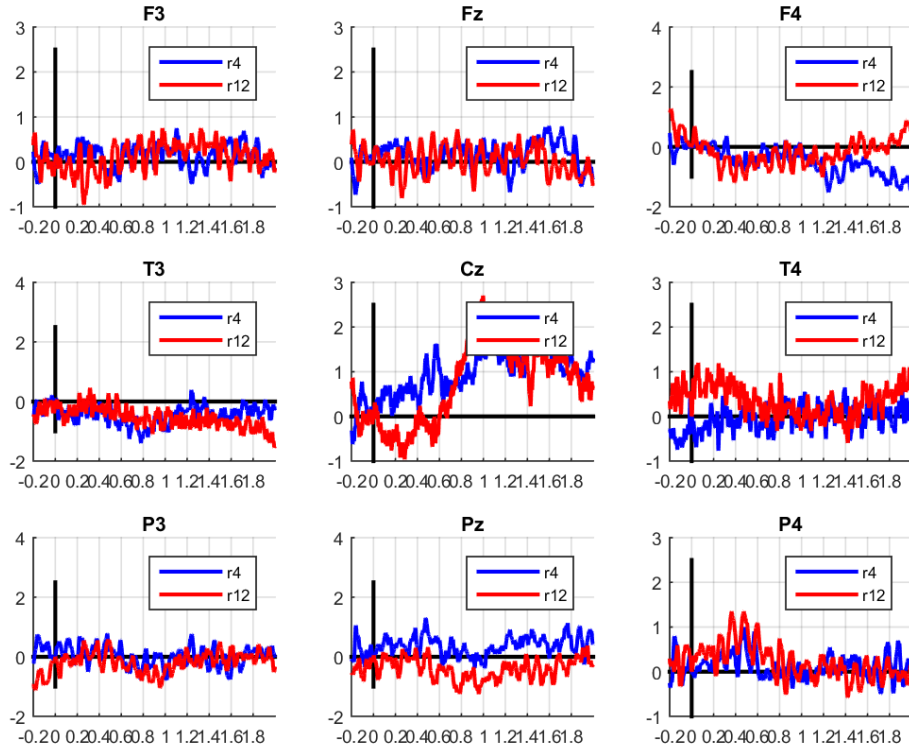
Şekil 4.9. Katılımcıların T12, R12 ve İ12 uyarın durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması



Şekil 4.10. Katılımcıların T4 ve T12 uyararı durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması



Şekil 4.11. Katılımcıların T4 ve R4 uyararı durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması



Şekil 4.12. Katılımcıların R4 ve R12 uyarın durumlarına göre F3, Fz, F4, T3, Cz, T4, P3, Pz, P4 elektrotlarından elde edilen ERP yanıtlarının ortalaması

5. TARTIŞMA

Arka plan gürültü varlığında hedef sesin anlaşılması, hedef sese seçici olarak dikkat edilmesi işitsel sistemin en zorlu görevlerinden biridir. Arka plan gürültü varlığında işitsel sistemin hedef sesi işleme hakkında sessiz ortamda seslerin işlenmesinden daha az bilgi mevcuttur. Gürültüde konuşmanın nasıl işlendiğinin anlaşılması ve farklı arka plan gürültülerinin etkilerinin belirlenmesi, ana dilin ya da ikinci dilin işlenmesi, linguistik bilgilerin informasyonel maskelemeye etkilerinin araştırılması konuları dilin işlenmesinin anlaşılması açısından önemlidir. Böylece işlemin sıkıntılı olduğu bazı dil bozuklukları, disleksi gibi gruplarda bu bilgilerin çok büyük katkısı olabilir. Ayrıca literatürde informasyonel maskelemenin nöral temeli hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma eşit enerjetik maskeleme miktarına ait ancak aralarında dilsel farklar bulunan üç tip maskeleme gürültüsü kullanarak konuşma bilgisinin ve informasyonel maskelemenin kortikal sensöriyel kodlamayı nasıl etkilediğinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla arka plan gürültülerden biri ülkemizde ikinci dil olarak yaygın konuşulduğu için İngilizce seçilmiştir. Test sırasında kullanılacak Türkçe ve İngilizce multitalker babble gürültülerin standardizasyonu için, İngilizce the Words-in-Noise (WIN) testinde arka planda kullanılan 3 kadın, 3 erkek toplam 6 konuşmacı ile oluşturulan multitalker babble gürültünün kullanılması planlanmıştır (143). Türkçe multitalker babble gürültüsü, WIN testinde multitalker babble gürültü oluşturma basamaklarının aynısı izlenerek yapılmıştır ve böylece arka planda kullanılan multitalker babble gürültüler standardize edilmiştir. Ana dildeki semantik özellikler çıkarılarak ana dilin diğer akustik yapısının informasyonel maskelemedeki rolünü incelemek için Türkçe multitalker babble gürültü kaydı zamansal olarak reverse edilmiştir. Reverse kayıtlar dilin semantik özelliklerini çıkarırken spektral içeriğinin, temporal karakteristiğinin ve linguistik özelliklerinin çoğunu korur (144). Kortikal potansiyellerin sonuçlarının daha kolay elde edilebilmesi için hedef ses olarak tek heceli kelimeler seçilmiştir. Testte fonetik dengeli, homojen ve psikometrik eşdeğerlilik analizi yapılmış tek heceli kelime listesi kullanılmıştır (142).

Test için hazırlanan Türkçe multitalker babble ve tek heceli kelimeler ile Türkçe WIN testi materyalleri de oluşturulmuş oldu. Türkçe WIN testinin geliştirilmesi, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarının da yapılması ilerleyen çalışmalar için belirlendi. Özellikle

işitme kayıplı bireyler için gürültüde anlama en büyük problemlerden biridir. Bu nedenle Carhart ve Tillman (1970) işitme kayıplı bireylerde saf ses odyometri ve sessizlikte kelime tanıma testlerine ilave olarak iletişim güçlüklerini kantifiye etmek için arka plan gürültü varlığında kelime tanıma testlerinin yapılmasının önemini vurgulamışlardır. Ayrıca gürültüde anlama performansının ölçülmesinin standart bir odyolojik test bataryasının bir komponenti olması gerektiğini önermişler ve Speech in noise testini geliştirmişlerdir (145). Sessiz ortamda kelimeleri tanıma testleri ile karşılaştırıldığında farklı derecelerde işitme kaybı olan bireyler arasındaki performans farkını göstermek açısından arka plan gürültü varlığında yapılan testlerin daha etkili olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (146, 147). Ancak bazı yönlerden speech in noise testlerinin yetersizlikleri bulunmaktadır. İlk olarak klinisyenler tek heceli kelimelerin sessizlikte sunulması ile yapılan konuşma tanıma testine çok aşınadır. Oysaki gürültüde tanıma testlerinin hepsi hedef uyaran olarak cümle kullanan tanıma testleridir (*Connected Sentence Test, Hearing in Noise Test, Quick Speech in Noise Test, Speech in Noise Test*). Bu cümle tanıma testleri %50 doğru yanıtın alındığı SNR düzeyi (sessizlikteki kelime tanıma yüzde skordan farklı) şeklinde skorlanırlar. Desibel cinsinden ölçülen SNR işitme kaybı metriği, işitme kaybı olan çoğu kişinin temel şikayeti olan gürültüde anlamada zorluğunu ele alsada, %50 puanın desibel cinsinden SNR yorumu pek çok klinisyene yabancıdır. Üçüncüsü, *speech in noise testinin* standart tanıma testleri arasına dahil edilmesi çok fazla zaman gerektirir. Dördüncüsü, klinisyenler bir speech in noise testinden elde edilen bilgileri kişinin nasıl bir destek alması gerektiği ve işitme kaybı olan bir birey için uygun bir rehabilitasyon planı oluşturmak için nasıl kullanacaklarının farkında olmayabilirler. Son olarak, speech in noise testlerinin kendi içerisinde normatif dataları kısıtlıdır ve sessiz ortamda yapılan konuşma tanıma testinin sonuçlarıyla nasıl karşılaştırılacağı sınırlıdır (145).

Speech in noise testlerinden elde edilen bilgiler kişisel uygun tedavileri planlamak ve hastaların gelişimini takip etmek için kullanılabilirler. Speech in noise testlerinde arka plan için farklı tip gürültüler kullanılabilir. WIN testinin tanıma performansının işitme kaybı ile eş değer olduğu belirlenmiştir (148). Ayrıca WIN testinin performans karşılaştırmalarına izin veren, %50 puan açısından karşılaştırılabilir tanıma performansları sağladığı gösterilmiştir. WIN testinde kullanılan tek heceli sözcüklerin temel işitsel fonksiyonların iyi bir ölçüsü olduğu, çünkü working memory ve linguistik yapının tanıma performansı üzerindeki etkilerini en aza indirerek, dinleyicilerin kelimeleri tanımak için hedefin akustik ipuçlarına yönelmesini sağladığı belirtilmiştir (148). Speech in noise

testlerinden hedef olarak cümle kullanan testler, her ne kadar anlamsız cümleler kullansalar ve semantik ipuçları kısıtlı olsa bile uygun sintaktik yapı kullandıkları için tek heceli kelimelere göre bağlamsal olarak fazla ipuçları verirler. Bu bağlamsal ipuçlarındaki artış, dinleyicinin akustik ipuçlarına olan güvenini azaltır. Ayrıca cümle kullanan testler tek heceli kelime testlerine göre, 6 ile 12 hece arasında değişen cümleleri tekrar ettirdikleri için dinleyicilere ilave bilişsel yük getirirler. WIN testinin Bamfor-Kowol-Bench Speech in Noise Test (BKB-SIN), Quick Speech in Noise test (QuickSIN) ve Hearing in Noise test (HINT) testleri ile karşılaştırmasının yapıldığı çalışmada WIN testinin normal işiten ve işitme kayıplı bireyleri diğer testlere göre daha belirgin ayırdığı ve işitme kaybı oranını en iyi yansıttığı belirlenmiştir (145). Bu çalışmada WIN testinde yalnızca işitme kayıplı %1 katılımcı normal aralıkta performans göstermiştir. SIN, HINT ve QuickSIN testlerinde ise sırayla %22, %28 ve %10 işitme kayıplı dinleyici normal performans elde etmiştir. İşitme kayıplı bireyleri ayırmada WIN testinin en hassas test olduğu belirtilmiştir. Ayrıca WIN testinde dinleyicilerin yüksek frekans akustik ipuçlarını da çok iyi kullanmalarını sağladığı gösterilmiştir. Konuşma gürültüsünde 3 dB işitme kaybının sessizlikte konuşmada 21 dB işitme kaybından daha rahatsız edici olduğu bulunmuştur. Böylece WIN testinin arka planında kullanılan multi-talker babble gürültüsünün informasyonel maskeleyme özelliğinin belirgin olduğu belirtilmiştir. Tüm bu bulgular ışığında çalışmamızda kullanmak için WIN testinin arka planındaki multitalker seçilmiştir. Aynı metotlar ile Türkçe multitalker ve Türkçe WIN testi elde edilmiştir.

Rakip konuşma içerisinde konuşmacı sayısı arttıkça maskeleyicinin etkinliğinin arttığı gösterilmiştir (144). Babble maskeme etkinliğinin altı konuşmacıdan sonra stabil kaldığı tespit edilmiştir (144, 149). Bu nedenle çalışmamızda da WIN testine benzer şekilde arka plan gürültü olarak 6 konuşmacılı babble gürültü kullanılmıştır. Türkçe ve İngilizce babble gürültüsünün enerjetik maskeleyme düzeylerini eşitlemek için gürültülerin spektral root mean square (rms) enerji değerlerinin birbirine eş olması sağlanmıştır. Test için hedef ses-multitalker babble gürültü SNR düzeyinin 4 dB ve 12 dB seçilmesi Wilson ve ark. 'nın yaptıkları çalışmalar ile ilintilidir (143, 144). Bu çalışmada normal işitmeye sahip bireylerin WIN testinde %50 doğru yanıt verdiği SNR düzeyi 4 dB, %90 doğru yanıt verdiği SNR düzeyi 12 dB olarak saptanmıştır (143). Bu nedenle zorlu ayırımın yapıldığı 4 dB ve kolay ayırımın yapıldığı 12 dB SNR düzeyleri olarak çalışmamızda belirlenmiştir.

Hedefle rakip sesin uzamsal olarak ayrılmasının hedef sesin tespitini, ayırt edilmesini ve tanınmasını artırdığı çalışmalarda gösterilmiştir (49-51). Ancak bu çalışmada hedef ses ve rekabet eden gürültü deneklere uzamsal olarak ayrılmamış bir şekilde binaural olarak sunulmuştur. Bu ise deneklerin hedef sesin seçimini zorlaştıran, informasyonel maskelemeyi artıran zor bir prosedür oluşturmuştur.

Yapılan çalışmalarda deneklerin rekabet eden gürültünün içeriğine alıştırdıktan sonra informasyonel maskeleme oranlarının değişebildiğinin tespit edilmesi nedeniyle, herbir deneğe kayıt başlangıcında örnek olarak deney sırasında kullanılmayan multitalker babble ve hedef kelime segmentleri dinletilerek denekler bilgilendirilmiştir (43). Bu sayede ön bilgilendirmenin informasyonel maskelemeyi etkilemesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Deneklerden arka plan gürültüye dikkat etmemesi sadece hedef kelimeyi ayırmaları görev olarak verilmiştir. Böylece çalışmaya dikkat görevi eklenmiştir.

Çocukların informasyonel maskelemeye daha duyarlı olduğu gösterilmiştir (54). Yine birçok araştırmacı informasyonel maskelemenin enerjetik maskeleme ile karşılaştırıldığında daha yüksek kognitif yüke neden olduğu için, yaşlıların da genellikle gençlerden daha düşük konuşma algısına sahip olduğu sonucuna varmıştır (58, 59). Genç grupla karşılaştırıldığında, yaşlı dinleyicilerin hedef konuşmayı tanımak için daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaç duyduğu gösterilmiştir (63). Çocuk ve yaşlı gruptaki bu hassasiyet nedeniyle denekler 18-40 yaş grubu arasından seçilmiştir. El tercihi açısından dil işlemlerde serebral hemisferler arasında farklar bulunmaktadır. Sağ el dominansı olan bireylerde sol hemisfer, sol el dominansı olan bireylerde ise genellikle sağ hemisfer dominansı bulunmaktadır (150). Bu nedenle kişisel farklılıkları azaltmak için çalışmaya sadece sağ el dominansı olan bireyler dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen deneklerin eğitim durumları da benzer tutulmuştur. Tüm katılımcılar üniversite öğrencisi yada üniversite mezunudur. Tüm katılımcıların yabancı dilleri İngilizce'dir ve bireylerin dil ile karşılaşma dönemleri ile dil düzeyleri benzerdir.

Kelime tanıma ile ilgili ERP çalışmalarında kelime uzunluğunun ERP latanslarını etkilediği gösterilmiştir. Kısa kelimelerin 150 msn civarında uzun kelimelerin ise 240 msn civarında işlemlenmeye başladığı görülmüştür (151). Bu nedenle çalışmamızda ERP yanıtlarını değerlendirmek için benzer sürelerle sahip tek heceli kelimeler kullanılmıştır. EEG ve ERP yanıtları elde etmek için çalışmamızda kullandığımız deney prosedürü

oldukça kompleks ve zordur. İşitsel işleme için deney düzeneği literatürde sıkça kullanılan tek kelime ya da cümle işleme yerine arka planda aralarında hem kadın hem erkek bulunan 6 konuşmacı anlamlı cümleler ile konuşurken tek heceli kelime ayırt etme ve işleme çalışılmıştır. Deney hem linguistik temelli altı farklı babble, hem de kelime işleme içermektedir. Her bir uyarı durumu 6 dk, uyarı durumları arasında 10 dk dinlenme ile bir denek yaklaşık 100 dk kadar sürmektedir. Tek heceli kelimelerin dikkat süreçleri ile yakalanması ve işlenmesi yanında arka plandaki konuşmacıların konuşmasının da işlenmesi devam etmektedir. Bu nedenle ERP'ler içinde P1-N1-P2, P300, N400 potansiyelleri seçilmek yerine ERP'lerin seçilen zaman pencerelerindeki rms değerleri hesaplanarak karşılaştırılması yapılmıştır (152, 153).

100-900 msn zaman aralığında tüm elektrotların ERP rms ortalaması (F3, Fz, F4, T3, T7, Cz, T4, T8, P3, Pz P4) uyarı durumları açısından karşılaştırıldığında T4 uyarı durumu T12 ve İ12 durumlarına göre anlamlı küçük, R4 uyarı durumu T12, R12 ve İ12 durumlarına göre anlamlı küçük saptanmıştır. Bu farkın en fazla temporal bölgede bulunan Cz elektrotunda olduğu görülmüştür. Türkçe 4 dB ve Reverse 4 dB uyarı durumlarında arka plan gürültü diğer uyarı durumları ile aynı şiddette (60 dB) olsa bile SNR düzeyleri diğer durumlardan küçük olduğu için ERP değerlerinin düşük olması beklenmektedir (154, 155). Ancak Türkçe 4 dB uyarı durumu ile Reverse 12 dB uyarı durumu arasında anlamlı fark olmaması ilginçtir. Reverse 12 dB uyarı durumunda hedef kelimelerin seçilmesi SNR düzeyi büyük olduğu için kolaydır ancak arka plan anlaşılmaz olduğu için ERP rms değerleri Türkçe 12 dB ve İngilizce 12 dB kadar yüksek bulunmamış olabilir. Yani Reverse 12 durumunda, Türkçe 12 ve İngilizce 12 kadar semantik işleme yapılmamasının bu sonuca neden olmuş olabileceği düşünüldü. Çünkü katılımcılardan arka plana dikkat etmemesi hedef kelimeleri anlamaya çalışması istendiyse de arka planda anlamlı gürültüler sürekli devam ettiği için hedef kelimenin işlenmesinin yanında, arka planı da işleme devam etmektedir. Compton ve ark. yaptıkları çalışmada kelimelerin yalancı kelimelere (pseudoword) göre daha büyük ERP yanıtlarına neden olduğunu göstermişlerdir ve linguistik bilginin buna neden olduğunu belirtmişlerdir (156). Ayrıca başka bir ERP çalışmasında arka plan gürültü durumunda sessizlik durumuna göre /ba/ sunumunun neden olduğu P1 ve P2 amplitütleri artmış bulunmuştur (157). Yine yapılan bir çalışmada N1 amplitüt ve piklerinin gürültüde konuşma algılamasının davranışsal çalışmaları ile iyi korele olduğu belirtilmiştir (158). Parbery-Clark ve ark. Hearing in Noise Testi (HINT) ile N1 amplitütlerinin korele olduğunu ve testteki performansı daha iyi

olan bireyin N1 amplitütünün de büyük olduğunu tespit etmişlerdir (159). Billing ve ark. ise çalışmalarında Cz elektrotta ölçülen N1 amplitütünün kişinin gürültüde anlama eşiğini en iyi yansıttığını belirtmişlerdir (158). Aynı şekilde N2 yanıtının amplitütünün de gürültüde arttığı saptanmıştır (157). Çalışmamızda durumlar arasındaki fark 100-900 msn aralığı değerlendirildiğinde Cz elektrotunda çıkmıştır.

Çalışmamızda latans aralıkları seçilirken P1-N1 yanıtlarını belirlemek için 70-180 msn aralığı, P2 yanıtı için 150-250 msn, N2 yanıtı için 200-400 msn, P3 yanıtı için 400-600 msn aralığı belirlenmiştir (157). 70-180 msn latans aralığında sadece Cz elektrotta durumlar arasında fark çıkmıştır. Bu farkın gürültüde daha iyi anlamayı gösteren N1 yanıtından kaynaklanabileceği düşünülebilir. Çünkü Billing ve ark. N1 amplitütünün gürültüde arttığını ve Cz elektrotta ölçülen N1 amplitütünün kişinin gürültüde anlama eşiğini en iyi yansıttığını belirtmişlerdir (158). T12 uyaran durumunun ERP rms değerleri 70-180 msn latans aralığında diğer durumlardan anlamlı daha büyük bulunmuştur. Bu bilgi ışığında çalışmamızda en iyi anlamamanın arka plan Türkçe durumunda olduğu söylenebilir. Yine bu bilgiyi destekler şekilde N2 yanıtının yer aldığı 200-400 msn latans aralığında da T12 uyaran durumunun ERP rms değerleri diğer durumlardan anlamlı büyük saptanmıştır. N2 yanıtının da N1 yanıtı gibi gürültüde anlamamanın güçlü bir göstergesi olduğu düşünülmektedir (157). Ancak literatürde N1 ve N2 yanıtları daha güçlü olan bireylerin gürültüde anlama performansının daha iyi olmasının nedeni yapılan çabanın bir göstergesi olabilir. Yani işitsel işleme sisteminin arka plan gürültüden kaçınmasının performansının bir göstergesi olabilir. Bu açıdan bakıldığında T12 durumundaki özellikle 70-180 msn ve 150-250 msn aralığındaki ERP rms değerlerinin büyük saptanması diğer durumlardan farklı olarak daha büyük çabanın bir göstergesi de olabilir. T4 ve R4 uyaran durumlarının SNR düzeyleri göz önüne alındığında bireylerin hedef kelimeyi ayırmada en zorlandıkları koşullar bu durumlardadır. Bu durumlarda bahsedilen latans aralıklarında T12 durumu kadar ERP rms değerlerinin yüksek olmaması sinyal yoğunluğunun azlığı ile açıklanabilir. Bu SNR düzeyinde altı konuşmacılı multitalker babble gürültü varlığında tüm test edilen hedef kelimelerinin tamamının ayırt edilebilmesi güçtür (143). Zaten total zaman aralığı (100-900 msn) değerlendirildiğinde T4 ve R4 durumları T12 ve İ12 durumlarından anlamlı küçük izlenmiştir. Kelime işlemede ilk üç latans aralığındaki (70-180 msn, 150-250 msn ve 200-400 msn) T12 uyaran durumunun ERP rms değerlerinin yüksek saptanmasının, hedef kelimeyi ayırtetme performansının iyi olmasının mı bir göstergesi olduğu ya da ayırtetmek için diğer durumlardan daha fazla gösterilen çabanın

mı sonucu olduğu katılımcıların hedef kelimeleri monitörden seçeceği zorlu seçim prosedürlerinin de ilave edileceği bu çalışmanın ileri çalışmaları ile denetlenebilir. Ancak yine de bu test prosedüründe bile katılımcıların hangi durumda informasyonel maskelemeye daha fazla maruz kaldıkları tam olarak gösterilemeyebilir. Bunun araştırılması için en iyi modeller davranışsal modellerdir, davranışsal modellerin ERP ile sınanması ve yorumlanması oldukça güçtür.

Davranışsal çalışmalarda linguistik açıdan informasyonel maskelemenin birçok örnekleri bulunmaktadır. Freyman ve ark. aynı ve farklı ırklara ait konuşmacılar için informasyonel maskelemenin miktarını hesaplamışlar ve konuşmacı ve dinleyicinin aynı ırdan olduğunda hedef ve rekabetçi cümleler benzer olduğu için daha fazla informasyonel maskelemeye neden olduğunu bulmuşlardır. Alman konuşmacının aksanı ile İngilizce cümleler okunduğunda maskelemede belirgin bir düşüş saptanmıştır (5). Anlaşılır bir arka plan gürültünün (bilinen bir dilde ve anlaşılır), anlaşılmaz bir gürültüden ya da konuşma benzeri gürültülerden (reverse konuşma, yabancı dilde konuşma) daha fazla maskelemeye neden olduğu değişik çalışmalarda gösterilmiştir (2, 3).

Literatürde, maskeleyici konuşmanın reverse kullanıldığı durumda ortaya çıkan maskelemenin azalması durumu ve miktarı ile ilgili çalışmalar arasında büyük farklılıklar vardır. Bazı çalışmalar ihmal edilebilir bir azalma olduğunu raporlamışlardır (3, 86, 87). Bazı çalışmalarda konuşmanın zamanının tersine çevrilmesi ile konuşmanın diğer özellikleri korunarak sadece anlaşılmaz olması sağlandığı ve bunun yabancı dilde bir maskeleyiciye benzediği söylenmiştir (5-7). Ancak bu sonucun tam tersine konuşmanın reverse edilmesinin maskelemeyi önemli ölçüde azalttığını (10 dB'den daha fazla) tespit eden çalışmalar da vardır (5, 8-12). Kidd ve ark yaptıkları bir çalışmada enerjetik ve informasyonel maskeleme miktarlarını belirlemek için zaman frekans ayırım prosedürü uygulamışlardır. Bunun için hedef ve maskeleyici spektro-temporal olarak parçalara bölünmüştür ve yalnızca hedef enerjinin maskeleyici enerjiyi geçtiği parçalar kullanılmıştır. Buradaki amaç enerjetik maskelemeyi aldıktan sonra geriye hedef sesin anlaşılabilirliğinin kalmasıdır ve bunu informasyonel maskeleme miktarını hesaplamak için kullanmışlardır (15). Bu çalışmada konuşmanın reverse hale getirilmesinin maskelemeyi önemli ölçüde azalttığını ve bu azalmanın enerjetik maskelemeye değil informasyonel maskelemedeki azalma sonucunda olduğunu tespit etmişlerdir. Konuşma ve reverse konuşma kullanılan çalışmalarda enerjetik maskelemenin en minimum informasyonel

maskelemenin ise en maksimum konumda olduğunu belirtmişlerdir. Reverse konuşmanın maskeleme miktarının azalmasında yüksek işleme merkezlerinin rolü olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Newman ve ark. 2015 yılında yaptıkları çalışmada 4 yaşından küçük çocuklarda reverse konuşmanın maskeleme miktarını etkilemezken daha büyük çocuklarda belirgin maskelemeyi düşürdüğünü tespit etmişlerdir (75). Eşit spektral overlap (ortalama spektrum) gösteren yani eşit enerjetik maskeleme miktarına ait ancak aralarında dilsel farklar bulunan üç tip maskeleme kullanılarak yapılan çalışmada anlamsız reverse konuşmanın anlamlı konuşma gürültüsüne göre daha iyi performans geliştirdiği gösterilmiştir (75). Bu sonucun hedef kelime ve konuşma gürültüsünün leksikal olarak yarışmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu farklılığın nedenini ise dil gelişimi ile ilgili süreçlere bağlamışlardır ve reverse konuşmanın maskeleme miktarının azaltılmasında lingistik işleme rol aldığını ve ancak daha yüksek dilsel gelişim seviyelerinde bu maskelemenin baskılanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca linguistik temelli bir diğer informasyonel maskelemenin non-native dilde konuşma olduğu söylenebilir. Reverse konuşmadaki durumun maskeleyicinin anlaşılmayan bir dilde konuşması olduğu söylenebilir. Bu çalışmada Reverse babble ve İngilizce babble durumlarında fark saptanmamıştır.

Larsby ve Arlinger'in yaptığı tek konuşmacı ile yapılan çeldirici konuşma varlığında cümle tanıma çalışmasında, çeldirici konuşmanın forward ya da reverse olması açısından maskeleme düzeyleri arasında fark bulunmamıştır (160). Sperry ve arkadaşları ise WIN testini, arka planda 3 kadın, 3 erkek konuşmacı varlığında ve aynı gürültünün reverse kaydıyla yaptıklarında arka planda anlamlı (forward) multitalker babble varlığında kelime tanıma skorlarının daha düşük olduğunu saptamışlardır (146). Bu çalışmanın aksine Wilson ve ark. yaptıkları çalışmada ise yine WIN testinin arka planı forward ya da reverse yapıldığında kelime tanıma performansı açısından fark bulunmamıştır (144). Bu çalışmada ise Türkçe babble ve reverse babble işleme arasında ERP rms değerlerinde anlamlı fark bulunmuştur.

Reverse konuşma sırasında fonksiyonel MRI çalışmasında forward konuşmaya göre sinyal yoğunluğu bilateral superior temporal bölgede daha az gözlemlenmiştir (161). Bu bilgi T12 uyaran durumunun R12 uyaran durumundan fazla olmasını açıklayabilir. T12 uyaran durumunda arka planda altı adet konuşmacının anlamlı kelimelerini içeren konuşmayı duymaya devam eden katılımcıların hedef kelimeler aynı olsa bile hedef kelime

işleme süreçlerine T12 durumunda ilave işleme mekanizmaları da katılmaktadır. İ12 durumunda da T12 durumu kadar olmasa da kelime anlama devam etmektedir. Reverse babble'daki işleme miktarındaki düşüklüğün bununla ilgili olabileceği düşünüldü.

Seçici dikkat üzerine yapılan bir çalışmada hedef ses olarak tanımlanmayan bir dizi içerisinde ne zaman hedef sesin geleceğini bilmeyen denekler ile yapılan çalışmada, dikkatin ERP erken bölümünde değil de geç bölümünde etkili olduğu gösterilmiştir (162). Başka bir çalışmada katılımcılara ana dilde olan ya da olmayan kelimeler sunularak belirli fonemlerle başlayan kelimelere dikkat etmesi istendiğinde görev ilişkili dikkatin dikkat görevi olmayan duruma göre santral elektrotta amplitütte artmalara neden olduğu gösterilmiştir (163). Ayrıca dikkatin ERP dalgalarını artırma etkisinin 100 msn sonra başladığı ve santral elektrotlarda görüldüğü belirlenmiştir. Yine bu çalışmada istenilen fonem ana dilde olduğunda, ana dilde olmayan bireylere göre dikkat görevi altında 100-450 msn aralığında daha büyük amplitütte ERP'ler elde edilmiştir. Ayrıca dikkat görevinde ERP'lerdeki artmanın ana dildeki fonemlerde 100 msn daha önce başladığı saptanmıştır. Bu sonuçlar hem dikkatin hem de ana dilde işlemlenin özellikle santral elektrotlarda daha büyük ERP'lere neden olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda da bu sonucu destekler nitelikte arka plan ana dilde olduğunda 100-450 msn latans aralığına benzer bir zaman aralığında (70-400 msn) santral elektrot olan Cz elektrotta daha büyük ERP rms değerleri elde edilmiştir. 300-600 msn ve 500-900 msn latans aralıklarında ise uyaran durumları arasında ERP rms değerleri açısından fark saptanmamıştır. Çalışmamızda ilk üç latans aralığında (70-180 msn, 150-250 msn ve 200-400 msn) T12 uyaran durumunda ERP rms değerlerinin daha yüksek bulunması arka plandaki gürültünün ana dilde olması ve ana dildeki fonemlere seçici dikkatin daha fazla olması ile açıklanabilir. Ancak bu noktada bu durumun arka planda gürültü ana dilde olduğunda hedefin daha kolay seçimine neden olduğu yorumunu çıkaramayacağımızı, arka plan da ana dili içerdiğinden dikkat görevi altında seçim için gerekli işleme süreçlerine ek yük getirerek ERP'lerin büyüklüğünü etkileyebileceği düşünülmüştür.

Enerjetik maskeleye, maskeleyicinin daha yüksek enerjisi nedeniyle konuşma akışlarının ayrılmasını etkilerken, informasyonel maskeleye, benzer uyaranlar arasındaki etkileşimi ifade eder. Enerjetik maskeleye, beyindeki ses işlemlenin erken bölümünü etkilerken, informasyonel maskeleye muhtemelen sonraki süreçleri etkiler ve bu nedenle akış ayırımından sonra bile ortaya çıkabilir (95). Seçici dikkatin hedef konuşma işleme

üzerindeki etkisi, çeşitli elektrofizyolojik deneylerde araştırılmıştır. Genel olarak, iki ERP komponenti işitsel hedef tarafından oluşmaktadır ve seçici dikkatle güçlü bir şekilde modüle edilir: N2b ve P3b (95). N2b, santral elektrotlarda belirgin ölçülen, uyarının başlangıcından itibaren yaklaşık 200 msn'de zirve yapan negatif bir dalga biçimidir. Tipik olarak uyarın sınıflandırması ile ilişkilendirilmiştir. P3b genellikle N2b'yi takip eder. Pozitif polaritededir, hedefin başlangıcından 300-400 msn sonra görülür ve parietal elektrotlarda belirgin saptanır. P3b'nin, hedefin tespiti ve hedef tespitinin sonlandırılması süreçleriyle ilişkili olduğu veya working memory ile dikkat süreçleri arasındaki etkileşimin bir işareti olduğu düşünülmüştür (164). P3b komponentinin ayrıca hedefin tespiti için daha fazla bilişsel çaba gerektiren durumlarda daha büyük izlendiği belirtilmiştir (164). Bu bilgiler ışığında N2b ve P3b komponentleri dikkat süreçlerinden ve informasyonel maskeleymeden etkilenmektedir. Çalışmamızda da benzer şekilde uyarın durumları arasındaki fark 400 msn'ye kadar olan latans aralıklarında görülmüştür. Enerjetik ve informasyonel maskeleymenin işleme farkının incelendiği multitalker uyarın EEG çalışmasında; enerjetik maskeleymenin frontal ve temporal bölgelerde düşük alfa (8-10 Hz) ve gama (30-70 Hz) osilasyon bantlarıyla, informasyonel maskeleymenin parietal, frontal ve temporal bölgelerde teta (4-8 Hz) ve beta (13-30 Hz) osilasyon bantlarıyla ilişkisi olduğu saptanmıştır (95). Yani çalışmamızda kullanılan linguistik olarak farklı stimulus tipleri linguistik işlemlerin farklı kaynaklarını aktive ediyor olabilir bu kaynakların ve işlemlerdeki farkların gösterilmesi için yeni modellemelerle ileri çalışmalar yapılabilir. Özellikle farklı nöral kaynakların açığa çıkarılması için 20 elektrottan daha fazla 64 veya 128 elektrotun kullanıldığı ve hedef kelimeleri monitörden seçeceği zorlu seçim prosedürlerinin de ilave edileceği, analiz kısmında beyindeki osilasyonların frekans band analizinin de ekleneceği ileri çalışmaları yapılabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Uyarın durumları arasında hedef kelimenin başlangıcından sonraki 100-900 msn zaman aralığında tüm elektrotlardaki (F3, Fz, F4, T3, T7, Cz, T4, T8, P3, Pz P4) ERP yanıtlarının rms ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur.
- 100-900 msn zaman aralığında T4 uyarın durumunun tüm elektrotlardaki ERP rms ortalaması T12 ve İ12 durumlarına göre istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur.
- 100-900 msn zaman aralığında R4 uyarın durumunun tüm elektrotlardaki ERP rms ortalaması T12, R12 ve İ12 durumlarına göre istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur.
- Tüm uyarın durumlarının ortak ERP rms değerleri 100-900 msn zaman aralığında elektrotlar frontal (F3, Fz, F4), temporal (T3, Cz, T4, T7 ,T8) ve parietal (P3, Pz, P4) olarak üç gruba ayrılarak analiz edildiğinde, ERP rms değerleri açısından bölgeler arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. ERP rms değerlerinin bölgeler arasında büyükten küçüğe sıralaması temporal > parietal > frontal elektrotlar şeklindedir.
- 100-900 msn zaman aralığında uyarın durumları açısından farkın sadece temporal elektrotlardan Cz elektrotta olduğu saptanmıştır.
- 100-900 msn zaman aralığında, tüm uyarın durumlarında hem tüm bölgeler birlikte hem de frontal, temporal ve parietal bölgeler ayrı ayrı değerlendirildiğinde sağ ve sol hemisfer elektrotlarının ERP rms değerleri arasında fark saptanmamıştır.
- ERP yanıtları beş farklı zaman aralığına bölünerek (70-180 msn, 150-250 msn, 200-400 msn, 300-600 msn ve 500-900 msn), her zaman dilimi için her elektrotta ERP rms değerleri hesaplanarak analiz edildiğinde; tüm uyarın durumları için ERP rms ortalamaları arasında latans aralıkları açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. 70-180 msn ve 150-250 msn latanslarındaki ERP rms değerleri arasında fark bulunmamış, 70-180 msn latans aralığındaki ortalama ERP değerleri diğer latans aralıklarından (200-400 msn, 300-600 msn ve 500-900 msn) istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur. 150-250 msn latans aralığındaki ortalama ERP değerleri ise 300-600 msn ve 500-900 msn aralığından istatistiksel anlamlı küçük bulunmuştur.

- Uyarar durumlari için 70-180 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların ERP rms ortalamaları karşılaştırıldığında; sadece temporal bölgedeki Cz elektrotunda durumlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu elektrotta T12 uyarar durumunda T4, R4, R12 ve İ12 durumlarına göre ERP yanıtları istatistiksel anlamlı daha büyük saptanmıştır.
- Uyarar durumlari için 150-250 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların ERP rms ortalamaları karşılaştırıldığında; sadece temporal bölgedeki Cz elektrotunda durumlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu elektrotta T12 uyarar durumunda T4, R4, R12 ve İ12 durumlarına göre ERP yanıtları istatistiksel anlamlı daha büyük saptanmıştır.
- Uyarar durumlari için 200-400 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların ERP rms ortalamaları karşılaştırıldığında; sadece temporal bölgedeki Cz elektrotunda durumlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu elektrotta T12 uyarar durumunda T4, R4, R12 ve İ12 durumlarına göre ERP yanıtları istatistiksel anlamlı daha büyük saptanmıştır.
- Uyarar durumlari için 300-600 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların ERP rms ortalamaları karşılaştırıldığında hiçbir bölge için durumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.
- Uyarar durumlari için 500-900 msn zaman aralığında frontal, temporal ve parietal bölgedeki elektrotların ERP rms ortalamaları karşılaştırıldığında hiçbir bölge için durumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.
- Çalışma için hazırlanan Türkçe WIN testi materyallerinin geliştirilerek geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarının yapılması ilerleyen alışmalar için belirlendi.

KAYNAKLAR

1. Lutfi RA, Gilbertson L, Heo I, Chang AC, Stamas J. The information-divergence hypothesis of informational masking. *J Acoust Soc Am.* 2013;134(3):2160-70.
2. Francart T, van Wieringen A, Wouters J. Comparison of fluctuating maskers for speech recognition tests. *Int J Audiol.* 2011;50(1):2-13.
3. Summers V, Molis MR. Speech recognition in fluctuating and continuous maskers: effects of hearing loss and presentation level. *J Speech Lang Hear Res.* 2004;47(2):245-56.
4. Newman RS. Infants' listening in multitalker environments: effect of the number of background talkers. *Atten Percept Psychophys.* 2009;71(4):822-36.
5. Freyman RL, Balakrishnan U, Helfer KS. Spatial release from informational masking in speech recognition. *J Acoust Soc Am.* 2001;109(5 Pt 1):2112-22.
6. Cooke M, Garcia Lecumberri ML, Barker J. The foreign language cocktail party problem: Energetic and informational masking effects in non-native speech perception. *J Acoust Soc Am.* 2008;123(1):414-27.
7. Calandruccio L, Dhar S, Bradlow AR. Speech-on-speech masking with variable access to the linguistic content of the masker speech. *J Acoust Soc Am.* 2010;128(2):860-9.
8. Marrone N, Mason CR, Kidd G. Tuning in the spatial dimension: evidence from a masked speech identification task. *J Acoust Soc Am.* 2008;124(2):1146-58.
9. Iyer N, Brungart DS, Simpson BD. Effects of target-masker contextual similarity on the multimasker penalty in a three-talker diotic listening task. *J Acoust Soc Am.* 2010;128(5):2998-10.
10. Best V, Marrone N, Mason CR, Kidd G, Jr. The influence of non-spatial factors on measures of spatial release from masking. *J Acoust Soc Am.* 2012;131(4):3103-10.

11. Gallun FJ, Diedesch AC, Kappel SD, Jakien KM. Independent impacts of age and hearing loss on spatial release in a complex auditory environment. *Front Neurosci.* 2013;7:252.
12. Swaminathan J, Mason CR, Streeter TM, Best V, Kidd G, Jr., Patel AD. Musical training, individual differences and the cocktail party problem. *Sci Rep.* 2015;5:11628.
13. Anderson S, Kraus N. Objective neural indices of speech-in-noise perception. *Trends Amplif.* 2010;14(2):73-83.
14. Wightman FL, Kistler DJ, O'Bryan A. Individual differences and age effects in a dichotic informational masking paradigm. *J Acoust Soc Am.* 2010;128(1):270-9.
15. Kidd G, Jr., Mason CR, Swaminathan J, Roverud E, Clayton KK, Best V. Determining the energetic and informational components of speech-on-speech masking. *J Acoust Soc Am.* 2016;140(1):132.
16. Fogerty D, Xu J, Gibbs BE, 2nd. Modulation masking and glimpsing of natural and vocoded speech during single-talker modulated noise: Effect of the modulation spectrum. *J Acoust Soc Am.* 2016;140(3):1800.
17. Stone MA, Canavan S. The near non-existence of "pure" energetic masking release for speech: Extension to spectro-temporal modulation and glimpsing. *J Acoust Soc Am.* 2016;140(2):832.
18. Lutfi RA. A model of auditory pattern analysis based on component-relative-entropy. *J Acoust Soc Am.* 1993;94(2 Pt 1):748-58.
19. Kidd G, Jr., Richards VM, Mason CR, Gallun FJ, Huang R. Informational masking increases the costs of monitoring multiple channels. *J Acoust Soc Am.* 2008;124(4):EL223-9.
20. Turvey MT. On peripheral and central processes in vision: inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychol Rev.* 1973;80(1):1-52.

21. Kubovy M, Van Valkenburg D. Auditory and visual objects. *Cognition*. 2001;80(1-2):97-126.
22. Shamma SA, Elhilali M, Micheyl C. Temporal coherence and attention in auditory scene analysis. *Trends Neurosci*. 2011;34(3):114-23.
23. Durlach NI, Mason CR, Kidd G, Jr., Arbogast TL, Colburn HS, Shinn-Cunningham BG. Note on informational masking. *J Acoust Soc Am*. 2003;113(6):2984-7.
24. Pfafflin SM, Mathews MV. Detection of auditory signals in reproducible noise. *J Acoust Soc Am*. 1966;39(2):340-5.
25. Neff DL, Green DM. Masking produced by spectral uncertainty with multicomponent maskers. *Percept Psychophys*. 1987;41(5):409-15.
26. Heinz MG, Colburn HS, Carney LH. Quantifying the implications of nonlinear cochlear tuning for auditory-filter estimates. *J Acoust Soc Am*. 2002;111(2):996-1011.
27. Colburn HS, Carney LH, Heinz MG. Quantifying the information in auditory-nerve responses for level discrimination. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2003;4(3):294-311.
28. ANSI (1994) S1.1-1994 American National Standard Acoustical Terminology. New York: Acoustical Society of America.
29. Kidd G, Jr., Mason CR, Deliwala PS, Woods WS, Colburn HS. Reducing informational masking by sound segregation. *J Acoust Soc Am*. 1994;95(6):3475-80.
30. Kidd G, Jr., Mason CR, Gallun FJ. Combining energetic and informational masking for speech identification. *J Acoust Soc Am*. 2005;118(2):982-92.
31. Kidd G, Jr., Mason CR, Brughera A, Chiu CY. Discriminating harmonicity. *J Acoust Soc Am*. 2003;114(2):967-77.
32. Brungart DS. Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers. *J Acoust Soc Am*. 2001;109(3):1101-9.
33. Kidd G, Jr., Arbogast TL, Mason CR, Gallun FJ. The advantage of knowing where to listen. *J Acoust Soc Am*. 2005;118(6):3804-15.

34. Carlyon RP, Cusack R, Foxtton JM, Robertson IH. Effects of attention and unilateral neglect on auditory stream segregation. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 2001;27(1):115-27.
35. Massaro DW. Backward recognition masking. *J Acoust Soc Am.* 1975;58(5):1059-65.
36. Conway AR, Cowan N, Bunting MF. The cocktail party phenomenon revisited: the importance of working memory capacity. *Psychon Bull Rev.* 2001;8(2):331-5.
37. Bolia RS, Nelson WT, Ericson MA, Simpson BD. A speech corpus for multitalker communications research. *J Acoust Soc Am.* 2000;107(2):1065-6.
38. Brungart DS, Simpson BD. Within-ear and across-ear interference in a cocktail-party listening task. *J Acoust Soc Am.* 2002;112(6):2985-95.
39. Brungart DS, Simpson BD. Within-ear and across-ear interference in a dichotic cocktail party listening task: effects of masker uncertainty. *J Acoust Soc Am.* 2004;115(1):301-10.
40. Neff DL, Dethlefs TM. Individual differences in simultaneous masking with random-frequency, multicomponent maskers. *J Acoust Soc Am.* 1995;98(1):125-34.
41. Neff DL, Callaghan BP. Effective properties of multicomponent simultaneous maskers under conditions of uncertainty. *J Acoust Soc Am.* 1988;83(5):1833-8.
42. Oxenham AJ, Fligor BJ, Mason CR, Kidd G, Jr. Informational masking and musical training. *J Acoust Soc Am.* 2003;114(3):1543-9.
43. Dai B, McQueen JM, Hagoort P, Kosem A. Pure linguistic interference during comprehension of competing speech signals. *J Acoust Soc Am.* 2017;141(3):EL249.
44. Richards VM, Neff DL. Cuing effects for informational masking. *J Acoust Soc Am.* 2004;115(1):289-300.
45. Richards VM, Huang R, Kidd G, Jr. Masker-first advantage for cues in informational masking. *J Acoust Soc Am.* 2004;116(4 Pt 1):2278-88.

46. Hafter ER, Saberi K. A level of stimulus representation model for auditory detection and attention. *J Acoust Soc Am.* 2001;110(3 Pt 1):1489-97.
47. Durlach NI, Mason CR, Shinn-Cunningham BG, Arbogast TL, Colburn HS, Kidd G, Jr. Informational masking: counteracting the effects of stimulus uncertainty by decreasing target-masker similarity. *J Acoust Soc Am.* 2003;114(1):368-79.
48. Kidd G, Jr., Mason CR, Arbogast TL. Similarity, uncertainty, and masking in the identification of nonspeech auditory patterns. *J Acoust Soc Am.* 2002;111(3):1367-76.
49. Yost WA. Spatial release from masking based on binaural processing for up to six maskers. *J Acoust Soc Am.* 2017;141(3):2093.
50. Ahveninen J, Kopco N, Jaaskelainen IP. Psychophysics and neuronal bases of sound localization in humans. *Hear Res.* 2014;307:86-97.
51. Misurelli SM, Litovsky RY. Spatial release from masking in children with bilateral cochlear implants and with normal hearing: Effect of target-interferer similarity. *J Acoust Soc Am.* 2015;138(1):319-31.
52. Allen P, Wightman F. Effects of signal and masker uncertainty on children's detection. *J Speech Hear Res.* 1995;38(2):503-11.
53. Oh EL, Wightman F, Lutfi RA. Children's detection of pure-tone signals with random multitone maskers. *J Acoust Soc Am.* 2001;109(6):2888-95.
54. Wightman FL, Kistler DJ. Informational masking of speech in children: effects of ipsilateral and contralateral distracters. *J Acoust Soc Am.* 2005;118(5):3164-76.
55. Jarollahi F, Amiri M, Jalaie S, Sameni SJ. The effects of auditory spatial training on informational masking release in elderly listeners: a study protocol for a randomized clinical trial. *F1000Res.* 2019;8:420.
56. Rajan R, Cainer KE. Ageing without hearing loss or cognitive impairment causes a decrease in speech intelligibility only in informational maskers. *Neuroscience.* 2008;154(2):784-95.

57. Amiri M, Jarollahi F, Jalaie S, Sameni SJ. A New Speech-in-Noise Test for Measuring Informational Masking in Speech Perception Among Elderly Listeners. *Cureus*. 2020;12(3):e7356.
58. Ben-David BM, Tse VY, Schneider BA. Does it take older adults longer than younger adults to perceptually segregate a speech target from a background masker? *Hear Res*. 2012;290(1-2):55-63.
59. Fullgrabe C, Moore BC, Stone MA. Age-group differences in speech identification despite matched audiometrically normal hearing: contributions from auditory temporal processing and cognition. *Front Aging Neurosci*. 2014;6:347.
60. Goossens T, Vercammen C, Wouters J, van Wieringen A. Masked speech perception across the adult lifespan: Impact of age and hearing impairment. *Hear Res*. 2017;344:109-24.
61. Lu Z, Daneman M, Schneider BA. Does increasing the intelligibility of a competing sound source interfere more with speech comprehension in older adults than it does in younger adults? *Atten Percept Psychophys*. 2016;78(8):2655-77.
62. Helfer KS, Freyman RL. Aging and speech-on-speech masking. *Ear Hear*. 2008;29(1):87-98.
63. Helfer KS, Merchant GR, Freyman RL. Aging and the effect of target-masker alignment. *J Acoust Soc Am*. 2016;140(5):3844.
64. Micheyl C, Arthaud P, Reinhart C, Collet L. Informational masking in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *Acta Otolaryngol*. 2000;120(2):242-6.
65. Alexander JM, Lutfi RA. Informational masking in hearing-impaired and normal-hearing listeners: sensation level and decision weights. *J Acoust Soc Am*. 2004;116(4 Pt 1):2234-47.
66. Cowan N, Wood NL. Constraints on awareness, attention, processing, and memory: some recent investigations with ignored speech. *Conscious Cogn*. 1997;6(2-3):182-203.

67. Wood NL, Cowan N. The cocktail party phenomenon revisited: attention and memory in the classic selective listening procedure of Cherry (1953). *J Exp Psychol Gen.* 1995;124(3):243-62.
68. Rivenez M, Darwin CJ, Guillaume A. Processing unattended speech. *J Acoust Soc Am.* 2006;119(6):4027-40.
69. Pulvermuller F, Shtyrov Y, Hasting AS, Carlyon RP. Syntax as a reflex: neurophysiological evidence for early automaticity of grammatical processing. *Brain Lang.* 2008;104(3):244-53.
70. Carhart R, Tillman TW, Greetis ES. Perceptual masking in multiple sound backgrounds. *J Acoust Soc Am.* 1969;45(3):694-703.
71. Yost WA, Dye RH, Jr., Sheft S. A simulated "cocktail party" with up to three sound sources. *Percept Psychophys.* 1996;58(7):1026-36.
72. Brungart DS, Simpson BD, Ericson MA, Scott KR. Informational and energetic masking effects in the perception of multiple simultaneous talkers. *J Acoust Soc Am.* 2001;110(5 Pt 1):2527-38.
73. Hall JW, 3rd, Buss E, Grose JH. Informational masking release in children and adults. *J Acoust Soc Am.* 2005;118(3 Pt 1):1605-13.
74. Johnstone PM, Litovsky RY. Effect of masker type and age on speech intelligibility and spatial release from masking in children and adults. *J Acoust Soc Am.* 2006;120(4):2177-89.
75. Newman RS, Morini G, Ahsan F, Kidd G, Jr. Linguistically-based informational masking in preschool children. *J Acoust Soc Am.* 2015;138(1):EL93-8.
76. Cullington HE, Zeng FG. Speech recognition with varying numbers and types of competing talkers by normal-hearing, cochlear-implant, and implant simulation subjects. *J Acoust Soc Am.* 2008;123(1):450-61.

77. Brown DK, Cameron S, Martin JS, Watson C, Dillon H. The North American Listening in Spatialized Noise-Sentences test (NA LiSN-S): normative data and test-retest reliability studies for adolescents and young adults. *J Am Acad Audiol.* 2010;21(10):629-41.
78. Rennie J, Best V, Roverud E, Kidd G, Jr. Energetic and Informational Components of Speech-on-Speech Masking in Binaural Speech Intelligibility and Perceived Listening Effort. *Trends Hear.* 2019;23:2331216519854597.
79. Shinn-Cunningham BG. Object-based auditory and visual attention. *Trends Cogn Sci.* 2008;12(5):182-6.
80. Evans S, McGettigan C, Agnew ZK, Rosen S, Scott SK. Getting the Cocktail Party Started: Masking Effects in Speech Perception. *J Cogn Neurosci.* 2016;28(3):483-500.
81. Stone MA, Fullgrabe C, Mackinnon RC, Moore BC. The importance for speech intelligibility of random fluctuations in "steady" background noise. *J Acoust Soc Am.* 2011;130(5):2874-81.
82. Bronkhorst AW, Bosman AJ, Smoorenburg GF. A model for context effects in speech recognition. *J Acoust Soc Am.* 1993;93(1):499-509.
83. Bronkhorst AW, Brand T, Wagener K. Evaluation of context effects in sentence recognition. *J Acoust Soc Am.* 2002;111(6):2874-86.
84. Goldstone RL, Hendrickson AT. Categorical perception. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci.* 2010;1(1):69-78.
85. Bronkhorst AW. The cocktail-party problem revisited: early processing and selection of multi-talker speech. *Atten Percept Psychophys.* 2015;77(5):1465-87.
86. Festen JM, Plomp R. Effects of fluctuating noise and interfering speech on the speech-reception threshold for impaired and normal hearing. *J Acoust Soc Am.* 1990;88(4):1725-36.

87. Hygge S, Ronnberg J, Larsby B, Arlinger S. Normal-hearing and hearing-impaired subjects' ability to just follow conversation in competing speech, reversed speech, and noise backgrounds. *J Speech Hear Res.* 1992;35(1):208-15.
88. Rhebergen KS, Versfeld NJ, Dreschler WA. Release from informational masking by time reversal of native and non-native interfering speech. *J Acoust Soc Am.* 2005;118(3 Pt 1):1274-7.
89. Mayo LH, Florentine M, Buus S. Age of second-language acquisition and perception of speech in noise. *J Speech Lang Hear Res.* 1997;40(3):686-93.
90. Patterson RD, Johnsrude IS. Functional imaging of the auditory processing applied to speech sounds. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2008;363(1493):1023-35.
91. Kuhl P, Rivera-Gaxiola M. Neural substrates of language acquisition. *Annu Rev Neurosci.* 2008;31:511-34.
92. Steinschneider M, Nourski KV, Fishman YI. Representation of speech in human auditory cortex: is it special? *Hear Res.* 2013;305:57-73.
93. Darwin CJ. Listening to speech in the presence of other sounds. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2008;363(1493):1011-21.
94. Scott SK, Rosen S, Wickham L, Wise RJ. A positron emission tomography study of the neural basis of informational and energetic masking effects in speech perception. *J Acoust Soc Am.* 2004;115(2):813-21.
95. Szalardy O, Toth B, Farkas D, Gyorgy E, Winkler I. Neuronal Correlates of Informational and Energetic Masking in the Human Brain in a Multi-Talker Situation. *Front Psychol.* 2019;10:786.
96. Carlile S, Corkhill C. Selective spatial attention modulates bottom-up informational masking of speech. *Sci Rep.* 2015;5:8662.
97. Davis MH, Johnsrude IS. Hearing speech sounds: top-down influences on the interface between audition and speech perception. *Hear Res.* 2007;229(1-2):132-47.

98. Peelle JE, Johnsrude IS, Davis MH. Hierarchical processing for speech in human auditory cortex and beyond. *Front Hum Neurosci.* 2010;4:51.
99. Wessinger CM, VanMeter J, Tian B, Van Lare J, Pekar J, Rauschecker JP. Hierarchical organization of the human auditory cortex revealed by functional magnetic resonance imaging. *J Cogn Neurosci.* 2001;13(1):1-7.
100. Evans S, Kyong JS, Rosen S, Golestani N, Warren JE, McGettigan C, et al. The pathways for intelligible speech: multivariate and univariate perspectives. *Cereb Cortex.* 2014;24(9):2350-61.
101. Friederici AD, Kotz SA, Scott SK, Obleser J. Disentangling syntax and intelligibility in auditory language comprehension. *Hum Brain Mapp.* 2010;31(3):448-57.
102. Adank P. The neural bases of difficult speech comprehension and speech production: Two Activation Likelihood Estimation (ALE) meta-analyses. *Brain Lang.* 2012;122(1):42-54.
103. Golestani N, Hervais-Adelman A, Obleser J, Scott SK. Semantic versus perceptual interactions in neural processing of speech-in-noise. *Neuroimage.* 2013;79:52-61.
104. Vaden KI, Jr., Kuchinsky SE, Cute SL, Ahlstrom JB, Dubno JR, Eckert MA. The cingulo-opercular network provides word-recognition benefit. *J Neurosci.* 2013;33(48):18979-86.
105. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci.* 2012;35:73-89.
106. Binder JR, Liebenthal E, Possing ET, Medler DA, Ward BD. Neural correlates of sensory and decision processes in auditory object identification. *Nat Neurosci.* 2004;7(3):295-301.
107. Zekveld AA, Heslenfeld DJ, Festen JM, Schoonhoven R. Top-down and bottom-up processes in speech comprehension. *Neuroimage.* 2006;32(4):1826-36.

108. McGettigan C, Evans S, Rosen S, Agnew ZK, Shah P, Scott SK. An application of univariate and multivariate approaches in fMRI to quantifying the hemispheric lateralization of acoustic and linguistic processes. *J Cogn Neurosci*. 2012;24(3):636-52.
109. Scott SK, McGettigan C, Eisner F. A little more conversation, a little less action--candidate roles for the motor cortex in speech perception. *Nat Rev Neurosci*. 2009;10(4):295-302.
110. Mesgarani N, Chang EF. Selective cortical representation of attended speaker in multi-talker speech perception. *Nature*. 2012;485(7397):233-6.
111. Scott SK, Rosen S, Beaman CP, Davis JP, Wise RJ. The neural processing of masked speech: evidence for different mechanisms in the left and right temporal lobes. *J Acoust Soc Am*. 2009;125(3):1737-43.
112. Awad M, Warren JE, Scott SK, Turkheimer FE, Wise RJ. A common system for the comprehension and production of narrative speech. *J Neurosci*. 2007;27(43):11455-64.
113. Davis MH, Johnsrude IS. Hierarchical processing in spoken language comprehension. *J Neurosci*. 2003;23(8):3423-31.
114. Okada K, Rong F, Venezia J, Matchin W, Hsieh IH, Saberi K, et al. Hierarchical organization of human auditory cortex: evidence from acoustic invariance in the response to intelligible speech. *Cereb Cortex*. 2010;20(10):2486-95.
115. Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *J Neurosci*. 2012;32(40):14010-21.
116. Giraud AL, Poeppel D. Cortical oscillations and speech processing: emerging computational principles and operations. *Nat Neurosci*. 2012;15(4):511-7.
117. Key AP, Dove GO, Maguire MJ. Linking brainwaves to the brain: an ERP primer. *Dev Neuropsychol*. 2005;27(2):183-215.

118. Didone DD, Garcia MV, Oppitz SJ, Silva TF, Santos SN, Bruno RS, et al. Auditory evoked potential P300 in adults: reference values. *Einstein (Sao Paulo)*. 2016;14(2):208-12.
119. Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol*. 1992;9(4):456-79.
120. Bentin S, McCarthy G, Wood CC. Event-related potentials, lexical decision and semantic priming. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1985;60(4):343-55.
121. Rugg MD, Nagy ME. Lexical contribution to nonword-repetition effects: evidence from event-related potentials. *Mem Cognit*. 1987;15(6):473-81.
122. Barrett SE, Rugg MD, Perrett DI. Event-related potentials and the matching of familiar and unfamiliar faces. *Neuropsychologia*. 1988;26(1):105-17.
123. Barrett SE, Rugg MD. Event-related potentials and the semantic matching of pictures. *Brain Cogn*. 1990;14(2):201-12.
124. Lau EF, Phillips C, Poeppel D. A cortical network for semantics: (de)constructing the N400. *Nat Rev Neurosci*. 2008;9(12):920-33.
125. Kutas M, Hillyard SA. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*. 1980;207(4427):203-5.
126. Rugg MD. The effects of semantic priming and word repetition on event-related potentials. *Psychophysiology*. 1985;22(6):642-7.
127. Kutas M, Hillyard SA. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*. 1984;307(5947):161-3.
128. Hagoort P. The fractionation of spoken language understanding by measuring electrical and magnetic brain signals. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2008;363(1493):1055-69.
129. Hauk O, Pulvermuller F. Effects of word length and frequency on the human event-related potential. *Clin Neurophysiol*. 2004;115(5):1090-103.

130. Hauk O, Davis MH, Ford M, Pulvermuller F, Marslen-Wilson WD. The time course of visual word recognition as revealed by linear regression analysis of ERP data. *Neuroimage*. 2006;30(4):1383-400.
131. Van Petten C, Kutas M. Interactions between sentence context and word frequency in event-related brain potentials. *Mem Cognit*. 1990;18(4):380-93.
132. Holcomb PJ. Semantic priming and stimulus degradation: implications for the role of the N400 in language processing. *Psychophysiology*. 1993;30(1):47-61.
133. Bentin S, Mouchetant-Rostaing Y, Giard MH, Echallier JF, Pernier J. ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: time course and scalp distribution. *J Cogn Neurosci*. 1999;11(3):235-60.
134. Franklin MS, Dien J, Neely JH, Huber E, Waterson LD. Semantic priming modulates the N400, N300, and N400RP. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(5):1053-68.
135. Kiefer M. The N400 is modulated by unconsciously perceived masked words: further evidence for an automatic spreading activation account of N400 priming effects. *Brain Res Cogn Brain Res*. 2002;13(1):27-39.
136. Hickok G, Poeppel D. The cortical organization of speech processing. *Nat Rev Neurosci*. 2007;8(5):393-402.
137. Humphries C, Binder JR, Medler DA, Liebenthal E. Syntactic and semantic modulation of neural activity during auditory sentence comprehension. *J Cogn Neurosci*. 2006;18(4):665-79.
138. Dronkers NF, Wilkins DP, Van Valin RD, Jr., Redfern BB, Jaeger JJ. Lesion analysis of the brain areas involved in language comprehension. *Cognition*. 2004;92(1-2):145-77.
139. Rissman J, Eliassen JC, Blumstein SE. An event-related fMRI investigation of implicit semantic priming. *J Cogn Neurosci*. 2003;15(8):1160-75.
140. Mechelli A, Gorno-Tempini ML, Price CJ. Neuroimaging studies of word and pseudoword reading: consistencies, inconsistencies, and limitations. *J Cogn Neurosci*. 2003;15(2):260-71.

141. Buckner RL, Koutstaal W, Schacter DL, Rosen BR. Functional MRI evidence for a role of frontal and inferior temporal cortex in amodal components of priming. *Brain*. 2000;123 Pt 3:620-40.
142. Mungan Dumankaya S, Şerbetçioğlu B, Dalkılıç G, Gürkan S, Kırkım G. Development of a Turkish Monosyllabic Word Recognition Test for Adults. *Int Adv Otol* 2014; 10(2): 172-80.
143. Wilson RH. Development of a speech-in-multitalker-babble paradigm to assess word-recognition performance. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(9):453-70.
144. Wilson RH, Trivette CP, Williams DA, Watts KL. The effects of energetic and informational masking on The Words-in-Noise Test (WIN). *J Am Acad Audiol*. 2012;23(7):522-33.
145. Wilson RH, McArdle RA, Smith SL. An Evaluation of the BKB-SIN, HINT, QuickSIN, and WIN Materials on Listeners With Normal Hearing and Listeners With Hearing Loss. *J Speech Lang Hear Res*. 2007;50(4):844-56.
146. Sperry JL, Wiley TL, Chial MR. Word recognition performance in various background competitors. *J Am Acad Audiol*. 1997;8(2):71-80.
147. Wilson RH, McArdle R. Speech signals used to evaluate functional status of the auditory system. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(4 Suppl 2):79-94.
148. McArdle RA, Wilson RH, Burks CA. Speech recognition in multitalker babble using digits, words, and sentences. *J Am Acad Audiol*. 2005;16(9):726-39; quiz 63-4.
149. Brungart DS, Chang PS, Simpson BD, Wang D. Multitalker speech perception with ideal time-frequency segregation: effects of voice characteristics and number of talkers. *J Acoust Soc Am*. 2009;125(6):4006-22.
150. O'Regan L, Serrien DJ. Individual Differences and Hemispheric Asymmetries for Language and Spatial Attention. *Front Hum Neurosci*. 2018;12:380.
151. Assadollahi R, Pulvermuller F. Early influences of word length and frequency: a group study using MEG. *Neuroreport*. 2003;14(8):1183-7.

152. Barry RJ, Kirkaikul S, Hodder D. EEG alpha activity and the ERP to target stimuli in an auditory oddball paradigm. *Int J Psychophysiol.* 2000;39(1):39-50.
153. Tonnquist-Uhlen I, Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: the T-complex. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(4):685-701.
154. Sugg MJ, Polich J. P300 from auditory stimuli: intensity and frequency effects. *Biol Psychol.* 1995;41(3):255-69.
155. Mizukami H, Kakigi R, Nakata H. Effects of stimulus intensity and auditory white noise on human somatosensory cognitive processing: a study using event-related potentials. *Exp Brain Res.* 2019;237(2):521-30.
156. Compton PE, Grossenbacher P, Posner MI, Tucker DM. A cognitive-anatomical approach to attention in lexical access. *J Cogn Neurosci.* 1991;3(4):304-12.
157. Papesh MA, Billings CJ, Baltzell LS. Background noise can enhance cortical auditory evoked potentials under certain conditions. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(7):1319-30.
158. Billings CJ, McMillan GP, Penman TM, Gille SM. Predicting perception in noise using cortical auditory evoked potentials. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2013;14(6):891-903.
159. Parbery-Clark A, Marmel F, Bair J, Kraus N. What subcortical-cortical relationships tell us about processing speech in noise. *Eur J Neurosci.* 2011;33(3):549-57.
160. Larsby B, Arlinger S. Speech recognition and just-follow-conversation tasks for normal-hearing and hearing-impaired listeners with different maskers. *Audiology.* 1994;33(3):165-76.
161. Moore-Parks EN, Burns EL, Bazzill R, Levy S, Posada V, Muller RA. An fMRI study of sentence-embedded lexical-semantic decision in children and adults. *Brain Lang.* 2010;114(2):90-100.

162. Nourski KV, Steinschneider M, Oya H, Kawasaki H, Howard MA, 3rd. Modulation of response patterns in human auditory cortex during a target detection task: an intracranial electrophysiology study. *Int J Psychophysiol.* 2015;95(2):191-201.
163. Wagner M, Lee J, Mingino F, O'Brien C, Constantine A, Shafer VL, et al. Language Experience with a Native-Language Phoneme Sequence Modulates the Effects of Attention on Cortical Sensory Processing. *Front Neurosci.* 2017;11:569.
164. Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol.* 2007;118(10):2128-48.